Инв. №
БИБЛ. КЛУБА М. В. Т. У.

Настоящимъ томомъ заканчивается излагаемый мною въ Императорскомъ Техническомъ Училищѣ общій курсъ механической технологіи металловъ. Какъ и въ первыхъ частяхъ курса, я не стремился дать подробнаго описанія машинъ-орудій, на которыхъ производится обработка. Детальная конструкція такихъ машинъ измѣняется довольно быстро, и услѣдить за всѣми появляющимися нововведеніями невозможно въ печатныхъ курсахъ. Основные же принципы работы на подобныхъ станкахъ и основные типы этихъ машинъ довольно устойчивы. Поэтому въ настоящей книгѣ будетъ говориться не о детальномъ устройствѣ машинъ-орудій, а о способахъ производства на нихъ работы, имѣя въ виду получить работу точную и дешевую. Сами машины описаны лишь настолько, чтобы можно было ясно представить общую идею ихъ устройства и было бы понятно, какимъ образомъ на нихъ производится работа. Кинематическая сторона конструкцій также почти не затронута; интересующіеся этимъ [illegible]мъ могутъ обратиться къ имѣющейся въ русскомъ переводѣ книгѣ Фр. В. Гюлле—«Станки для обработки металловъ». Что касается до способовъ обработки, то въ курсѣ очень подробно указаны тѣ основные пріемы, которые должны непремѣнно примѣняться для того, чтобы работа на станкахъ получалась хорошая и производительная. Пріемы эти, давно установленные въ Сѣв.-Америк. Соедин. Штатахъ, въ послѣдніе годы нашли широкое распространеніе на заводахъ Западн. Европы и Англіи, но на русскихъ заводахъ необходимость слѣдовать по тому же пути, къ сожалѣнію, мало сознается, и потому этотъ вопросъ пріобрѣтаетъ особую важность. Вдаваться въ большія подробности, въ смыслѣ описанія производства различныхъ работъ, я не имѣлъ возможности, такъ какъ это слишкомъ расширило бы размѣры курса. Всякій, интересующійся этой отраслью технологіи, долженъ обратиться къ спеціально посвященнымъ этому дѣлу журналамъ, въ которыхъ онъ найдетъ необычайно богатый и крайне поучительный матеріалъ. Къ такимъ журналамъ должны быть отнесены American Machinist (издается также на нѣмецкомъ языкѣ подъ названіемъ Maschinenbau), Machinery и Werkstatts-Technik.

Р263490
ПРОВЕРЕНО
К.П.4
Г.123

БИБЛИОТЕКА
КЛУБА
Имени Тов. Я. М. КАРЛОВА
РАБОЧИХ и СТУДЕНТОВ Г. В. Т. У.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ГЛАВА I.

О рѣзаніи металловъ.

Различные случаи рѣзанія.

		Стр.
1.	Сниманіе стружекъ въ вязкихъ металлахъ	3
2.	Сниманіе стружки въ хрупкихъ металлахъ	4
3.	Рѣзаніе круглаго и квадратнаго металла ножницами	4
4.	Рѣзаніе металловъ въ листахъ на ножницахъ	5
5.	Пробивка дыръ штемпелемъ	6

Теорія рѣзанія.

I.	Выясненіе величины давленія стружки на рѣзецъ и допустимыхъ скоростей рѣзанія	6
II.	Выясненіе тѣхъ условій, при которыхъ получается наиболѣе экономичная обработка	6

I. Сопротивленіе при рѣзаніи металловъ.

6.	Установленіе теоретической связи между угломъ рѣзанія, размѣрами стружки и сопротивленіемъ рѣзанію (давленіемъ стружки на рѣзецъ)	8
7.	Опыты Тайлора	14
8.	Сила, потребная для питанія рѣзца	15
9.	Скорость рѣзанія	16
10.	Углеродистая сталь	16
11.	Сталь Мошетъ	17
12.	Быстро-рѣжущая сталь	17
13.	Термическая обработка быстрорѣжущихъ рѣзцовъ по способу Тайлора-Уайта	19
14.	Первый, или высокій нагрѣвъ быстро-рѣжущихъ рѣзцовъ—почти до температуры плавленія	19
15.	Охлажденіе быстро-рѣжущихъ рѣзцовъ отъ ихъ высокаго нагрѣва	20
16.	Второй, или низкій нагрѣвъ	21
17.	На инструкціи, даваемыя заводчиками относительно тепловой обработки ихъ быстро-рѣжущихъ рѣзцовъ, нужно обращать мало вниманія. Всѣ хорошіе быстро-рѣжущіе рѣзцы должны быть обрабатываемы по одному и тому же простому методу	22
18.	Лучшій методъ обработки рѣзцовъ въ небольшихъ мастерскихъ	22
19.	Въ средней мастерской для нагрѣванія рѣзцовъ почти до плавленія лучше употреблять коксъ, чѣмъ кузнечный уголь	22
20.	Опасность перегрѣванія рѣзцовъ при затачиваніи	23

II. Условія наиболѣе экономичной обработки (по Тайлору).

21.	Дѣйствіе рѣзца	24
22.	Дѣйствіе вершины рѣзца	25

Стр.
23. Рѣжущее ребро рѣзца скребетъ металлъ и не испытываетъ большого давленія 28
24. Изнашиваніе рѣзцовъ 30
25. Нормальная максимальная скорость рѣзанія 31
26. Охлажденіе рѣзца 34
27. Часть рѣзца, которая должна быть поливаема 35
28. Форма нормальныхъ рѣзцовъ 36
29. Рѣзцы съ широкимъ рѣжущимъ ребромъ, закругленнымъ по кривой большаго радіуса 41
30. Причины дрожанія 42
31. Углы рѣзанія и углы зазора 44
32. Уголъ зазора 45
33. Уголъ рѣзанія 45
34. Внѣшняя форма рѣзца 47
35. Приготовленіе нормальныхъ рѣзцовъ 49
36. Никогда не слѣдуетъ надрубать полосу зубиломъ и отламывать отъ нея кусокъ въ холодномъ состояніи 49
37. Нагрѣваніе рѣзца при ковкѣ 49
38. Ковка рѣзца, съ закругленнымъ носкомъ, для грубой обточки 50
39. Нагрѣваніе рѣзца 50
40. Отгибаніе верхушки рѣзца 51
41. Оттягиваніе подошвы рѣзца для полученія хорошей опорной поверхности. 53
42. Отрѣзаніе угловъ у верхушки рѣзца съ цѣлью уменьшенія работы затачиванія 53
43. Отрѣзаніе верхняго конца для полученія надлежащей высоты и угла заостренія 54
44. Отгибаніе вершины рѣзца въ сторону и вывѣрка всего рѣзца 55
45. Относительная степень обработки, производимой въ кузницѣ и на точильномъ станкѣ, въ цѣляхъ полученія максимальной экономіи при изготовленіи рѣзцовъ 56
46. Предѣльный шаблонъ для отдѣлыванія рѣзца 56
47. Подрѣзной рѣзецъ для торцевъ, прямой и согнутый 57
48. Плоскій рѣзецъ для отдѣлочныхъ стружекъ прямой и изогнутый 58
49. Рѣзецъ для отрѣзанія прямой и изогнутый 59
50. Заточка рѣзцовъ 61
51. Затачивать рѣзцы съ острыми углами заостренія (т.-е. съ крутымъ поперечнымъ уклономъ) стоитъ дороже, чѣмъ рѣзцы съ тупыми углами заостренія 62
52. Плоскія поверхности тоже способствуютъ нагрѣванію рѣзца при заточкѣ 62
53. Выборъ наждачнаго круга 63
54. Желательныя качества автоматическаго точильнаго станка 63
55. Желательно имѣть инструментальную, большой запасъ рѣзцовъ и автоматическій точильный станокъ даже на небольшихъ заводахъ 63

III. Наиболѣе экономичныя скорости рѣзанія.

ГЛАВА II.

Мѣрительные и провѣрочные инструменты.

56. Крумциркули 72
57. Крумциркуль для внутренняго измѣренія 73
58. Непосредственное измѣреніе издѣлія 73
59. Штангенциркули 74
60. Микрометрическій винтъ 76
61. Мѣрительная машина 78
62. Калибры 79
63. Нормальные калибры 80
64. Точность измѣренія 81
65. Предѣльные калибры 81
66. Универсальный предѣльный калибръ 82
67. Калибры для винтовой нарѣзки 83
68. Призматическіе калибры Іогансона 84
69. Линейки 84
70. Провѣрочныя плиты 85

Угломѣрные инструменты.

Стр.
71. Угольники 86
72. Угломѣръ 86
73. Индикаторы 89
74. Индикаторъ Батса 89
75. Индикаторъ Браунъ и Шарпъ 90
76. Обращеніе съ мѣрительными инструментами. 91

ГЛАВА III.

Работа на токарныхъ станкахъ и самоточкахъ.

77. Нормальный типъ самоточки 93

Обточка на центрахъ.

78. Нормальная форма центра 96
79. Правильно приготовленное центровое отверстіе 99
80. Обточка цилиндрической поверхности 102
81. Вліяніе формы рѣзца 103
82. Вліяніе способа закрѣпленія рѣзца 103
83. Боковой уголъ зазора 106
84. Послѣдовательность работы 106
85. Вліяніе зыбкости рѣзца 107
86. Вліяніе зыбкости издѣлія 108
87. Способъ передачи движенія издѣлію 108
88. Скорости рѣзанія 111
89. Обточка коническихъ поверхностей 113
90. Обточка конусовъ на сдвинутыхъ центрахъ 114
91. Обточка конуса при помощи установки суппорта 116
92. Обточка конуса при помощи особаго приспособленія на самоточкѣ. . . . 116
93. Провѣрка точности полученнаго конуса 116
94. Неподвижный люнетъ 117
95. Подвижные люнеты 118
96. Спеціальная обточка валовъ 119
97. Выпрямленіе валовъ 120
98. Станокъ для правки валовъ 120

Обточка на оправкахъ.

99. Простая оправка 121
100. Чугунныя оправки 124
101. Удобство и недостатокъ простыхъ оправокъ 124
102. Расширяющіяся оправки 125
103. Универсальныя оправки 126
104. Вставные центры 126
105. Оправки для обточки гаекъ. 127

Обточка на планшайбѣ и патронахъ.

106. Обыкновенный кулачный патронъ 127
107. Универсальный патронъ 128
108. Обточка внѣшней поверхности на планшайбѣ 128
109. Установка издѣлія на патронѣ 128
110. Предосторожности, какія нужно принимать при зажатіи издѣлія въ патронъ 130
111. Спеціальные патроны 130
112. Закрѣпленіе на планшайбѣ 130
113. Примѣры установки деталей на планшайбѣ 131

Расточка внутреннихъ поверхностей.

114. Расточка на планшайбѣ 140
115. Форма рѣзцовъ для расточки воутреннихъ поверхностей 140

Расточка на суппортѣ.

Стр.
116. Установка рѣзцовъ на разсверливающей полосѣ 144
117. Форма разсверливающихъ рѣзцовъ 144
118. Возможныя погрѣшности работы 144
119. Примѣненіе люнета при разсверливаніи 145

Обточка плоскихъ поверхностей.

120. Рѣзцы примѣняются со кругленнымъ рѣжущимъ ребромъ 147

Особые случаи рѣзанія и рѣзцы для нихъ.

121. Рѣзцы для отрѣзанія 148
122. Фасонные рѣзцы 149

Вставные рѣзцы.

123. Державки для рѣзцовъ 150

Нарѣзка винтовъ и гаекъ.

124. Форма рѣзца для винтовой нарѣзки 153
125. Установка рѣзца 153
126. Производство нарѣзки 154
127. Надлежащее углубленіе рѣзца 155
128. Прямоугольная нарѣзка 157
129. Предосторожности при нарѣзаніи винтовъ 157
130. Поломка рѣзца 158
131. Установка рѣзца 158
132. Нарѣзка многооборотныхъ винтовъ 158
133. Нарѣзка гаекъ 158
134. Коническая рѣзьба 160
135. Спеціальные рѣзцы для нарѣзанія винтовой нарѣзки 160
136. Вставные рѣзцы 161
137. Неточности при нарѣзаніи винтовъ 161
138. Нарѣзка длинныхъ винтовъ 162
139. Правка изогнутыхъ винтовъ 162

Опиловка издѣлій на токарномъ станкѣ.

140. Отдѣлка наждакомъ 163

Различные типы токарныхъ станковъ.

141. Станокъ съ гапомъ 164
142. Станки съ двумя шпинделями 165
143. Самоточка для очень крупныхъ работъ 166
144. Лобовые станки 167
145. Станокъ для обточки вагонныхъ осей 169
146. Станокъ для обточки паровозныхъ колесъ 169
147. Станокъ для обточки шкивовъ 169

Измѣненія въ конструкціи самоточекъ, вызванныя введеніемъ быстрорѣжущей стали.

Примѣры работъ на самоточкахъ.

148. Исполненіе точнаго шпинделя для самоточки или фрезовой машины . . 173
149. Обточка колѣнчатаго вала 174
150. Обточка и расточка предметовъ съ кривой осью 176
151. Просверливаніе отверстій на строго опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга 176
152. Обточка вогнутой шаровой поверхности 177

Револьверные станки.

Стр.

153. Револьверный станокъ для приготовленія винтовъ 177
154. Примѣры работъ на такомъ станкѣ 179
155. Остановъ 179
156. Коробка съ черновыми рѣзцами 180
157. Коробка съ отдѣлочными рѣзцами 180
158. Плашки для винтовой нарѣзки 181
159. Коробка для закрѣпленія плашекъ 181
160. Накатка 182
161. Пустотѣлый фрезеръ 183
162. Пустотѣлый фрезеръ съ установомъ 183
163. Пружинящія плашки 184
164. Мечики 184

Различныя формы рѣзцовъ для поперечнаго суппорта револьверныхъ станковъ.

165. Круглые фасонные рѣзцы 185
166. Прямые фасонные рѣзцы 185
167. Вертикальныя салазки для фасонныхъ рѣзцовъ 186
168. Спеціальные суппорты для револьверныхъ станковъ 187
169. Люнеты для револьверныхъ станковъ 188
170. Универсальный револьверный станокъ 188
171. Примѣненіе револьверныхъ головокъ на обыкновенныхъ самоточкахъ . . 190
172. Револьверные станки для крупной работы 191
173. Револьверные станки для выдѣлки крупныхъ издѣлій изъ полосъ, большого размѣра, круглаго и другихъ сѣченій 192
174. Вертикальные револьверные станки 194
175. Автоматическіе револьверные станки 194

Подраздѣленіе токарныхъ станковъ

ГЛАВА IV.

Работа на строгальныхъ станкахъ.

176. Строгальная машина 196
177. Число суппортовъ 199
178. Передача движенія платформѣ 199
179. Размѣръ строгальныхъ станковъ 200

Установка издѣлій при строганіи.

180. Установка посредствомъ тисокъ 201
181. Вывѣрка посредствомъ штатива 203
182. Вывѣрка тисокъ 204
183. Спеціальныя тиски 205
184. Установка издѣлія безъ тисокъ 205
185. Зажимные болты 206
186. Зажимъ при помощи упоровъ 207
187. Закрѣпленіе цилиндрическихъ предметовъ 208
188. Закрѣпленіе на центрахъ 209
189. Закрѣпленіе на угольникахъ 209
190. Прикрѣпленіе посредствомъ приклеиванія 210
191. Закрѣпленіе при помощи электро-магнитовъ 210
192. Предосторожности, которыя нужно принимать при закрѣпленіи на платформѣ издѣлій, чтобы не искривить ихъ 211
193. Примѣры установокъ и закрѣпленія издѣлій 212
194. Одновременная обработка нѣсколькихъ предметовъ 213
195. Способы обработки на строгальной машинѣ 214

Рѣзаніе при строганіи.

Форма рѣзцовъ.

196. Рѣзецъ для грубой обработки 217
197. Плоскій рѣзецъ 218

Стр.

198. Боковой рѣзецъ 218
199. Державки для рѣзцовъ 218
200. Особые виды рѣзцовъ 219
201. Скорость рѣзанія на строгальныхъ и скорость движенія машины 221
202. Точность работы на строгальныхъ машинахъ 225
203. Искривленіе платформы 225
204. Правильность положенія поперечины 226
205. Искривленіе издѣлій 226
206. Искривленія вслѣдствіе внутреннихъ напряженій 227

Особые случаи обработки на строгальныхъ машинахъ.

207. Обстрагиваніе предметовъ слишкомъ длинныхъ для данной машины . . . 228
208. Обстрагиваніе предметовъ, которые не проходятъ между вертикальными стойками 228
209. Спеціальные шаблоны для установки рѣзца 229

Типы строгальныхъ станковъ.

210. Шепингъ 229
211. Работы, производимыя на шепингѣ 233
212. Простраrиваніе канавки для шпонки 234
213. Состраrиваніе поверхности на извѣстномъ пространствѣ 234
214. Пружиненіе 234
215. Шепингъ съ рѣзаніемъ при обратномъ ходѣ 235
216. Шепингъ—строгальная Ричардса 235
217. Строгальныя съ боковой колонной 237
218. Строгальныя машины для обстрагиванія кромокъ у листовъ 238
219. Спеціальные типы шепинговъ 238
220. Долбежныя машины 240
221. Установка ползуна 242
222. Закрѣпленіе издѣлія на платформѣ 242
223. Обработка цилиндрическихъ поверхностей 243
224. Рѣзцы долбежныхъ машинъ 244
225. Державки для рѣзцовъ у долбежныхъ машинъ 245
226. Треніе рѣзца при обратномъ ходѣ 245
227. Уголъ рѣзанія 246
228. Примѣры работъ на долбежныхъ станкахъ 246
229. Шпоночная машина 247

ГЛАВА V.

Работа на сверлильныхъ и разсверливающихъ станкахъ.

230. Составныя части сверлильнаго станка 249
231. Операціи, производимыя на сверлильномъ станкѣ 249
232. Развертываніе 250
233. Раззенковка и разбуровка 250
234. Облицовка 250

Форма сверлъ.

235. Плоское сверло 250
236. Винтовыя сверла 253
237. Цилиндрическія сверла съ прямолинейными канавками 253
238. Сверла для продольныхъ канавокъ 254
239. Центровыя сверла 254
240. Рѣзцы для вырѣзанія кольцевыхъ отверстій 254
241. Смазка сверлъ 255

Развертки.

242. Плоская развертка 256
243. Рифленая развертка 256
244. Число рифтовъ 257

Стр.

245. Толщина стружки, снимаемой разверткой 257
246. Коническія развертки 257
247. Уходъ за развертками 258
248. Развертки со вставными рѣзцами 258
249. Расширяющіяся развертки 259
250. Раззенковки 260
251. Разбуровки 260
252. Облицовка 262

Способы закрѣпленія сверлъ въ шпинделѣ машины.

253. Форма верхняго конца у сверла 263
254. Промежуточные патроны 264
255. Патронъ, допускающій вставку и выемку сверлъ на ходу 264
256. Закрѣпленіе шпонкой 265
257. Универсальные патроны 265

Способы установки издѣлій на сверлильныхъ станкахъ.

258. Установка издѣлія на столѣ сверлильнаго станка 266
259. Одновременное сверленіе деталей 269
260. Сверленіе въ массовомъ производствѣ 269

Типы сверлильныхъ машинъ.

261. Сверлилка для средней работы 269
262. Преимущество автоматическаго питанія 271
263. Типъ тяжелой сверлилки 272
264. Радіальная сверлилка 272
265. Радіальная сверлилка съ внѣшней стойкой 275
266. Универсальный столъ 275
267. Универсальная радіальная сверлилка 275
268. Многошпиндельная сверлильныя машины 276
269. Сверлилка со шпинделями, расположенными въ одинъ рядъ 276
270. Многошпиндельная машина для сверленія отверстій продольныхъ и поперечныхъ котельныхъ швовъ 277
271. Многошпиндельная машина для сверленія флянцевъ 278
272. Горизонтальныя многошпиндельныя машины 279
273. Мелкія сверлилки 279
274. Переносная сверлильная машина 280
275. Тяжелыя переносныя сверлилки 283

Машины для разсверливанія.

276. Различіе въ сверленіи и разсверливаніи 284
277. Полоса съ подвижнымъ рѣзцомъ 284
278. Полоса съ неподвижными рѣзцами 286
279. Полоса для разсверливанія сферическихъ поверхностей 287

Типы горизонтальныхъ станковъ для разсверливанія и сверленія.

280. Наиболѣе простой типъ горизонтальной машины для разсверливанія . . 288
281. Разсверливающая машина на колоннахъ 289
282. Горизонтальная машина для разсверливанія и фрезованія очень крупныхъ предметовъ 289
283. Вертикальная машина для разсверливанія, или карусельный токарный станокъ 292
284. Примѣръ установки и работы на карусельномъ станкѣ 294
285. Обточка сферическихъ поверхностей 295
286. Револьверный карусельный станокъ 296
287. Машины для разсверливанія вертикальныхъ цилиндровъ 298

Производство сверленія и разсверливанія.

288. Размѣтка 300
289. Увеличеніе центра 300

Стр.
290. Установка издѣлія 300
291. Начало сверленія 300
292. Направляющія отверстія 301
293. Сверленіе очень глубокихъ отверстій 301
294. Развертываніе 302
295. Машинное развертываніе 302

Нарѣзка рѣзьбы.

296. Мечики 302
297. Предохранительный патронъ 303
298. Скорость при нарѣзкѣ рѣзьбы 303
299. Размѣръ отверстія, просверленнаго подъ рѣзьбу 304
300. Смазка 304
301. Наточка сверлъ 304
302. Машинная заточка сверлъ 305
303. Кондукторы 307
304. Примѣры работъ на сверлильныхъ машинахъ 309
305. Сверленіе квадратныхъ отверстій 313
306. Примѣры работъ на разсверливающихъ машинахъ 315
307. Скорости рѣзанія сверлъ и величина питанія 316

ГЛАВА VI.

Работа на фрезовыхъ станкахъ.

308. Выгода работы на фрезовыхъ машинахъ 317
309. Классификація процессовъ, производимыхъ на фрезовыхъ станкахъ . . . 318
310. Классификація фрезовыхъ машинъ 318
311. Устройство фрезовой машины 319
312. Универсальная фрезовая машина 319
313. Вертикальная фрезовая машина 323
314. Фрезовая машина съ двумя головками 325
315 Машина Линкольнъ 325

Конструкціи фрезеровъ.

316. Составныя части фрезера 325
317. Цилиндрическіе фрезеры 326
318. Зазубренные фрезеры 327
319. Фрезеры со вставными зубьями 327
320. Дисковые фрезеры 330
321. Дисковые фрезеры со вставными зубьями 330
322. Коническіе фрезеры 332
323. Торцовые фрезеры 333
324. Фигурные фрезеры 333
325. Комбинированные фрезеры 335
326. Наборъ комбированныхъ фрезеровъ 335
327. Заточка фрезеровъ 335
328. Летучій фрезеръ 336
329. Закрѣпленіе фрезеровъ 336
330. Оправка-патронъ 339
331. Универсальные патроны и планшайбы 339
332. Цѣль смазки 340
333. Смазочный матеріалъ 340
334. Способъ подведенія смазки 341
335. Выборъ соотвѣтствующаго фрезера 343
336. Вліяніе діаметра фрезера 344
337. Приготовленіе издѣлій для обработки на фрезовыхъ машинахъ 345

Установка и закрѣпленіе издѣлій.

338. Закрѣпленіе непосредственно на столѣ 346
339. Закрѣпленіе въ тискахъ 351
340. Универсальныя тиски 352

Стр.
341. Установка тисокъ 353
342. Закрѣпленіе издѣлій на центрахъ 355
343. Простые центры 355
344. Универсальная дѣлительная головка 356
345. Устройство дѣлительнаго механизма универсальной головки 357
346. Простой способъ отсчета при поворотѣ дѣлительной головки на желаемую часть оборота 357
347. Вспомогательный секторъ 358
348. Вліяніе отклоненія шпинделя въ вертикальной плоскости 359
349. Сложный отсчетъ 359
350. Дѣлительное приспособленіе при помощи зубчатыхъ колесъ 361
351. Работы, исполняемыя между центрами 361
352. Провѣрка правильности установки дѣлительной головки 362
353. Обработка на центрахъ коническихъ поверхностей 363
354. Установка издѣлія при обработкѣ конусовъ 365
355. Закрѣпленіе работъ въ патронѣ 367
356. Примѣры работъ въ патронѣ 367
357. Прорѣзаніе канавокъ 367
358. Фрезованіе квадратной призмы 368
359. Обработка цилиндрическихъ поверхностей 369
360. Необходимая предосторожность 370
361. Обработка подъ угломъ 370
362. Закрѣпленіе издѣлія въ дѣлительной головкѣ на оправкахъ 371
363. Расширяющіяся оправки 371
364. Оправка патронъ 372
365. Закрѣпленіе издѣлія на планшайбѣ 372
366. Провѣрка правильности установки планшайбы 373
367. Примѣръ работы на планшайбѣ 373
368. Закрѣпленіе въ спеціальныхъ зажимахъ 373
369. Зажимъ для прорѣзанія шпонокъ 374
370. Обработка плоскостей, параллельныхъ съ осью отверстій 375
371. Обработка кромки подъ опредѣленнымъ угломъ 375
372. Обрѣзаніе концовъ рельсовъ и другихъ концовъ желѣза 375
373. Люнеты, или подпорки на фрезовыхъ машинахъ 376
374. Люнеты, удерживающіе издѣліе отъ бокового перемѣщенія 376
375. Обработка винтовыхъ поверхностей 377
376. Производство винтовой нарѣзки 378

Различныя приспособленія для фрезовыхъ машинъ.

377. Приспособленіе для фрезованія цилиндрическихъ поверхностей 380
378. Приспособленіе, превращающее временно горизонтальную машину въ вертикальную 381
379. Приспособленія для копировальныхъ работъ, напримѣръ для обработки кулачковъ 382
380. Установка фрезера для снятія слоя нужной толщины 386

Рѣзаніе.

381. Начало рѣзанія 389
382. Конецъ рѣзанія 389
383. Скорости рѣзанія 389
384. Питаніе 390
385. Направленіе питанія 391

Нѣкоторыя особенности работы фрезеровъ.

386. Прорѣзаніе продольныхъ отверстій или пазовъ 394
3»7. Явленіе подрѣзанія 396
388. Слѣды оборотовъ фрезера по поверхности 396
389. Предѣлы точности обработки на фрезовыхъ машинахъ 397

Спеціальное примѣненіе фрезовой машины.

390. Сверленіе на фрезовыхъ машинахъ 398
391. Разсверливаніе 398
392. Токарныя работы 399
393. Градуировка 399
394. Инструментъ для выдавливанія издѣлій 399

Зуборѣзныя машины.

Стр.

395. Машины для нарѣзанія зубчатыхъ колесъ 400
396. Зуборѣзная машина 402
397. Нарѣзаніе зубьевъ у реекъ 402
398. Фрезеры для нарѣзки зубьевъ 403
399. Діаметральный шагъ 403
400. Фрезеры для нарѣзки коническихъ колесъ 406
401. Установка фрезера при нарѣзкѣ коническихъ колесъ 407
402. Инструментъ для измѣренія толщины зубьевъ 408
403. Обработка зубьевъ при помощи рѣзца и направляющаго шаблона 408
404. Выработка зубьевъ по принципу огибанія 408
405. Способъ Фелло 409
406. Выработка коническихъ зубьевъ 410
407. Машина Бильграма 412
408. Выработка зубьевъ фрезерами 413
409. Способъ Сувези 414
410. Выработка фрезерами зубьевъ коническихъ колесъ 414
411. Нарѣзаніе зубьевъ у червячныхъ колесъ 414

ГЛАВА VII.

Работа на шлифовальныхъ станкахъ.

Шлифовальныя орудія.

412. Матеріалъ для приготовленія шлифовальныхъ орудій, или точилъ. . . . 417
413. Точильный камень 417
414. Скорость шлифовки на точильныхъ камняхъ 419
415. Масляные камни 419
416. Искусственныя точила 420
417. Приготовленіе наждачныхъ круговъ 421
418. Испытаніе наждачныхъ круговъ 423
419. Классификація наждачныхъ круговъ 423
420. Стеклующіеся наждачные круги 423
421. Селикатные круги 423
422. Камедные круги 424
423. Вулканизированные круги 424
424. Целлулоидные круги 424
425. Твердость наждачныхъ круговъ 424
426. Градація наждачныхъ круговъ 424
427. Форма наждачныхъ круговъ 425
428. Назначеніе наждачныхъ круговъ 426
429. Ручная шлифовка 427
430. Простой шлифовальный станокъ 427
431. Приспособленіе для обработки плоскихъ поверхностей 428
432. Качающійся шлифовальный станокъ 429
433. Дисковыя шлифовальныя машины 429
434. Станки для наточки рѣзцовъ 431
435. Станокъ Гисхольта 432
436. Выборъ наждачныхъ круговъ 432

Полировка.

437. Машины для полировки 433
438. Высшая степень полировки 434
439. Мягкіе полированные круги 434

Точная шлифовка.

440. Автоматическіе шлифовальные станки 435
441. Простые шлифовальные станки 436
442. Универсальная шлифовальная машина 438
443. Передача движенія отъ ремней 441

Стр.
444. Приспособленіе для поперечнаго перемѣщенія круга 442
445. Необходимыя предосторожности при работѣ 445
446. Выгоды примѣненія шлифовальныхъ машинъ 445

Обстоятельства, вліяющія на успѣшность работы шлифовальныхъ станковъ.

447. Выборъ наждачнаго круга 447
448. Вліяніе сотрясеній издѣлія 449
449. Выборъ крупности зеренъ у наждаковыхъ круговъ 449
450. Подходящіе сорта наждаковыхъ круговъ 450
451. Скорости вращенія издѣлія и наждачныхъ круговъ 450
452. Скорость перемѣщенія точила вдоль издѣлія 451
453. Рябь на шлифуемой поверхности 452
454. Вывѣрка наждачныхъ круговъ 453

Обстоятельства, вліяющія на точность работы.

455. Способъ закрѣпленія 456
456. Вліяніе температурныхъ воздѣйствій 456
457. Искры какъ указатель толщины снимаемаго слоя 458
458. Неравномѣрность матеріала 459
459. Какъ пользоваться дѣленіями на столѣ и на бабкахъ при установкѣ издѣлій для шлифовки 459
460. Поводокъ 460
461. Подготовка издѣлій для шлифовки 460

Примѣры работъ на универсальномъ шлифовальномъ станкѣ.

462. Порядокъ обработки 462
463. Шлифовка цилиндра 464
464. Выполненіе цилиндрической шлифовки 465
465. Шлифовка торца у втулки 467
466. Шлифовка конусовъ 468
467. Шлифовка угла около заплечика 469
468. Шлифовка плоской поверхности калибра 470
469. Шлифовка центровъ 470
470. Шлифовка плоскихъ поверхностей въ патронѣ 470
471. Спеціальные патроны для закрѣпленія издѣлій 471
472. Укрѣпленіе издѣлій отъ прогиба 472
473. Подвижные люнеты 472
474. Неподвижные люнеты 473
475. Жесткій неподвижный люнетъ 473
476. Пружинящій неподвижный люнетъ 474
477. Пружинящій люнетъ Браунъ и Шарпа. 474
478. Уничтоженіе вибраціи 476
479. Спеціальные люнеты 476
480. Шлифовка внутреннихъ цилиндрическихъ поверхностей 476
481. Конструкція шпинделя для внутренней шлифовки 478
482. Пріемы внутренней шлифовки 479
483. Конструкція патроновъ 480
484. Машины для внутренней шлифовки крупныхъ цилиндровъ 481

Шлифовка плоскихъ поверхностей.

485. Машина для шлифовки плоскихъ поверхностей 483
486. Выборъ сорта наждачнаго круга 484
487. Установка издѣлій на столѣ 485
488. Шлифовка (наточка) рѣжущихъ инструментовъ 486
489. Машина для наточки инструментовъ (фрезеровъ, развертокъ и друг.). . . 487
490. Примѣры наточки инструментовъ 488
491. Наточка цилиндрическихъ фрезеровъ 489
492. Наточка коническихъ фрезеровъ 490
493. Наточка дисковыхъ фрезеровъ 490
494. Наточка развертокъ 491
495. Выборъ сорта наждачнаго круга 491
496. Примѣненіе чашеобразныхъ наждачныхъ круговъ 492

Стр.

497. Примѣненіе универсальной шлифовальной машины для натачиванія фрезеровъ и друг. инструментовъ 492
498. Наточка фрезеровъ со спирально срѣзанными зубьями 493
499. Уголъ зазора при заточкѣ 494
500. Заточка фрезеровъ на мѣстѣ 494

Притирка.

501. Притирка 494
502. Матеріалъ для притировъ 495
503. Сортъ наждака при притиркѣ 495
504. Инструменты, примѣняющіеся для притирки—притиры 495
505. Притирка коническихъ отверстій 496
506. Притирка внѣшнихъ поверхностей 496
507. Притирка плоскихъ поверхностей 497

ГЛАВА VIII.

Приготовленіе инструментовъ.

508. Способъ измѣренія 499
509. Накопленіе погрѣшностей при измѣреніяхъ 499

Приготовленіе мечиковъ.

510. Профиль канавокъ 500
511. Мечики для ручной нарѣзки 501
512. Искаженіе мечика при закалкѣ 502
513. Машинные мечики 503
514. Коническіе мечики 503
515. Плашечные мечики переводники 503
516. Мечики для нарѣзанія гребенокъ 504
517. Расширяющіеся мечики 504
518. Мечики съ прямоугольной нарѣзкой 506
519. Раздвижные мечики 506
520. Патронъ для мечиковъ, при нарѣзаніи отверстій опредѣленной глубины . 507
521. Приготовленіе плашекъ 508
522. Цѣльныя плашки 508
523. Раздвижныя плашки 510
524. Пружинящія плашки 510
525. Пружинящая плашка со вставными гребенками 511
526. Патроны для закрѣпленія плашекъ 511

Приготовленіе развертокъ.

527. Дрожаніе или заѣданіе развертокъ 513
528. Распредѣленіе рѣжущихъ реберъ по окружности 513
529. Число рѣжущихъ реберъ 514
530. Форма канавокъ 514
531. Уголъ зазора 515
532. Винтовыя рѣжущія ребра 515
533. Напускъ, необходимый для наточки развертокъ 516
534. Наточка развертокъ 516
535. Нарѣзаніе канавокъ 517
536. Закалка и отпускъ развертокъ 518
537. Коническія развертки 518
538. Увеличеніе діаметра износившихся развертокъ 519
539. Пустотѣлыя развертки 519
540. Торцевыя развертки 519
541. Развертка-сверло 520
542. Расширяющіяся развертки 521
543. Квадратная развертка 523
544. Продольное утоненіе развертокъ 524

Приготовленіе сверлъ.

545. Винтовыя сверла 524

Приготовленіе разбуровокъ.

Стр.

546. Простая цѣльная разбуровка 527
547. Составныя разбуровки 528
548. Рѣжущія втулки или пустотѣлый фрезеръ 529
549. Пружинящая втулка 529
550. Втулки со вставными рѣзцами 529
551. Рѣжущая втулка съ центральнымъ стержнемъ 531

Приготовленіе фрезеровъ.

552. Число зубьевъ 531
553. Уголъ рѣзанія 532
554. Наточка фрезеровъ 532
555. Фрезеры съ винтовыми зубьями 533
556. Фрезеры съ зазубренными рѣжущими ребрами 533
557. Фрезеры со вставными зубьями 533
558. Фрезеры съ винтовыми вставными зубьями 534
559. Летучій фрезеръ 535
560. Фрезеры съ зубьями, скошенными по спирали 536
561. Приготовленіе шайбы-кулачка 537
562. Способъ Морза заточки зубьевъ по спирали 539
563. Приготовленіе фигурныхъ рѣзцовъ для срѣзыванія зубьевъ по спирали . 539
564. Приготовленіе фрезера для нарѣзыванія червячныхъ колесъ 541

Приготовленіе калибровъ.

565. Матеріалъ для приготовленія калибровъ 543
566. Изготовленіе нормальнаго цилиндрическаго калибра 543
567. Приготовленіе кольцевого калибра 545
568. Размѣры цилиндрическихъ калибровъ 547
569. Предѣльные калибры 547
570. Плоскіе калибры 548
571. Угломѣрные калибры 551
572. Приготовленіе калибра съ угломъ въ 60^0 552
573. Приготовленіе угольниковъ съ угломъ 90^0 552
574. Приготовленіе прямыхъ линеекъ 555
575. Приготовленіе спеціальныхъ калибровъ 556

Устройство кондукторовъ.

576. Устройство кондукторовъ 560
577. Направляющія втулки 561
578. Отъемныя направляющія втулки 562
579. Направляющія втулки-зажимы 563
580. Размѣръ отверстій во втулкахъ 564
581. Матеріалъ для приготовленія втулокъ 565
582. Зажимы 565
583. Закрѣпляющіе штифты-упоры 566
584. Примѣры устройства кондукторовъ 567
585. Помѣтка кондукторовъ 573

Размѣщеніе отверстій на кондукторахъ.

586. Размѣщеніе отверстій на кондукторахъ. 573
587. Размѣтка отверстій, копируя издѣлія 576

Распредѣленіе отверстія по окружности.

588. Дѣленіе окружности на равное число частей 577
589. Способъ дѣленія при помощи механическаго исправленія неточности, предложенный Бакстеромъ 577
590. Дѣленіе при помощи точныхъ измѣреній 579
591. Дѣленіе окружности при помощи установки равновеликихъ частей . . . 581
592. Дѣленія окружности распредѣленіемъ накопившихся погрѣшностей . . . 581

Стр.
593. Распредѣленіе отверстій по прямымъ линіямъ 582
594. Устройство инструментальной 585

ГЛАВА IX.

Добавленія.

Сборка и повѣрка самоточекъ.

595. Способы сборки самоточекъ 590
596. Обработка станинъ 590
597. Обработка бабокъ 591
598. Пригонка бабокъ къ станинѣ 591

Изготовленіе строгальной.

599. Сборка и повѣрка строгальной машины 595
600. Обработка составныхъ частей строгальныхъ машинъ 596
601. Сборка 596
602. Постановка поперечины 597

Изготовленіе и сборка фрезовой машины.

603. Условія, которымъ должна удовлетворять правильно построенная фрезовая машина 599
604. Обработка фрезовой машины 600

Способы обработки закаленныхъ вальцовъ.

605. Общія соображенія 603
606. Обточка цилиндрическихъ закаленныхъ вальцовъ 603
607. Скорость рѣзанія 605
608. Величина подачи 605
609. Отрѣзаніе вальцовъ 605
610. Обточка вальцовъ для прокатныхъ станковъ 606
611. Станокъ для обточки прокатныхъ вальцовъ 606
612. Шлифовка вальцовъ 609
613. Испытаніе отшлифованныхъ вальцовъ 611
614. Нарѣзка рифленыхъ вальцовъ 611

Работа, потребляемая машинами орудіями.

Среднія величины для скоростей рѣзанія и питанія.

Предѣлы, въ которыхъ должна выполняться пригонка частей въ различныхъ случаяхъ.

Алфавитный указатель

	Стр.
Автоматы	194
Алмазъ для вывѣрки круговъ	454
Алундъ	421
Бабка самоточки	93— 591
Бабки шлифов.	439
Болты зажимн. строг.	206
Бронза—рѣзецъ для	103
Быстрорѣжущая сталь	17
Быстрорѣж. сталь для сверлъ	272—276— 527
Быстрорѣжущая сталь для фрезеровъ	328
Валы выпрямленіе	120
Валы обточка	117
Вальцы закален. обработка	603
Винтовая нарѣзка на сверлилкѣ	302
Винты—нарѣзка	152
Винтовая нарѣзка по фрезовой	378
Винтовое сверло	253
Винты—правка изогнутыхъ	162
Вставные рѣзцы	150— 161
Втулки для кондукторовъ	561
Втулки рѣжущія	529
Вулканизиров. круги	424
Выборъ круга 63 — 432 — 447 — 458— 477 — 484—	491
Выборъ фрезера	343
Вывѣрка нажд. круговъ	453
Выпрямленіе валовъ	120
Выработка зубьевъ	408— 410
Гайка нарѣзка	491
Гисхольтъ—револьв. стан.	124
Градація нажд. круговъ	399
Градуировка на фрез. маш.	267
Державки для рѣзцовъ	152— 245
Дисковые шлифов. станки	429
Діаметральный шагъ	403
Долбежная машина	240
Домкраты	210
Доска—размѣточная	575
Доска суппортная	95
Дрожаніе при шлифовкѣ	476
Дрожаніе развертокъ	513
Дрожаніе рѣзцовъ—причины	42
Дѣлительная головка для фрез. маш.	356
Зажимы для кондукторовъ	565
Зажимы спеціальн. для фрез. маш.	373
Закалъ стали	16
Закрѣпленіе на строгальн.	207
Закрѣпленіе рѣзца	103
Закрѣпленіе сверлъ	262
Заѣданіе развертокъ	513
Зуборѣзныя маш.	400
Зуборѣзная машина Бильграма	412
Зуборѣзная машина Сувези	414
Зуборѣзная маш. Фелло.	409
Зыбкость издѣлія	108
Зыбкость рѣзца	107
Инструментальная	63— 585
Инструментъ для правки нажд. круговъ	422
Инструменты—машина для наточки.	487
Индикаторы—89	575
Измѣреніе—способы	499
Искривленіе издѣлій на строг.	226
Искривленіе при установкѣ на строг.	211
Искры при шлифовкѣ	458
Калибры	79—542— 545
Калибры для винтовъ	83
Калибры предѣльные	81— 547
Калибры спеціальные	556
Калибры угломѣрные	551
Камедные круги	424
Карусельный станокъ	168— 292
Квадратныя отверстія	313
Классификація нажд. круговъ	423
Колѣнчатый валъ—обточка	174
Кондукторы	269—307— 560
Коническія поверхн. разсверливаніе	146
Коническія поверхност. обраб. на Фрез.	363
Коническая развертка	257
Коническая рѣзьба	160
Конусы—провѣрка	116
Конусы—обточка	113
Карборундъ	421
Корундъ	420
Коробки для рѣзцовъ	180
Копированіе на фрезов.	382
Круги — выборъ 63 — 432 — 447 — 458— 477—484—	491
Круги нажд.—инструментъ для правки.	422
Круги нажд. приготовленіе	421
Круглые рѣзцы	185
Крумциркуль	72
Крупность зеренъ у круга	449
Летучій фрезеръ	326— 535
Линейки	84
Линейки—приготовленіе	555
Линкольнъ фрезовая	325
Лобовой станокъ	167
Люнетъ	117
Люнеты на фрезовыхъ	376
Люнетъ при разсверливаніи	145
Люнеты револьв. станк	188
Люнеты при шлифовкѣ	472— 476

	Стр.
Магнитные патроны. . . . . 210—480—	485
Масляный камень	419
Машина мѣрительная	78
Машина для наточки сверлъ	306
Машина для наточки инструментовъ . .	487
Машина для центровки	99
Механизмы для измѣненія скорости строганія	222
Мечики . . . . . 184—	500
Мечики—искривленіе при закалѣ	502
Мечики конические	503
Мечики—машинные	503
Мечики—плашечные	503
Мечики—расширяющіеся	504
Микрометръ	76
Мѣрительные инструменты	72
Мѣрительный инструментъ для толщ. зуб.	408
Мѣрительная машина	78
Нагрѣваніе рѣзца	62
Наждакъ	421
Наждакъ—отдѣлка на токарн. станкѣ .	163
Наждачный кругъ выборъ 63—432—447—458—477—484—	491
Накатка	182
Нарѣзка винтовъ и гаекъ	152
Нарѣзка рѣзьбы на сверлилкѣ	302
Нарѣзка рѣзьбы—размѣръ отверстія. . .	304
Наточка рѣзцовъ выборъ круговъ . 63—	432
Наточка рѣзцовъ—станокъ для.	431
Наточка сверлъ	304
Наточка фрезеровъ	532
Нормальные рѣзцы	36
Обточка валовъ	117
Обточка вальцевъ закален.	603
Обточка вогнутой шаров. паверхн. . . .	177
Обточка конусовъ	113
Обточка предм. съ кривой осью	176
Обточка плоскости	146
Обточка цилиндровъ	102
Отверстія—точное размѣщеніе	573
Опиловка издѣлій на токарн. станкѣ . .	162
Оправка	121
Оправки для фрезов. маш. . . . . 337—	371
Оправки расширяющіяся	125
Оправки универсальныя	126
Особенности работы фрезера	394
Особые случаи строганія	228
Отверстіе подъ рѣзьбу—размѣръ	304
Отверстіе квадратн. сверл.	313
Отдѣлочная стружка	110
Откидная доска строг.	198
Отпускъ стали	16
Отрѣзаніе—рѣзцы для	148
Охлажденіе рѣзцовъ	34
Охлажденіе при шлифовкѣ	458
Подрѣзаніе фрезеромъ	396
Патронъ для мечиковъ . . . . . 303—	507
Патронъ кулачный	127
Патронъ для плашекъ	511
Патронъ для револьв. стан.	190
Патроны магнитные. . . . . 210—480—	485
Патроны для сверлъ	264
Патроны для фрезовъ	339
Патроны для шлифовки . . . . . 471—	480
Патроны на фрезов. укрѣпленіе издѣлій .	367
Патронъ универсальный	128
Патронъ установка издѣлія въ	129
Переборъ	95

	Стр
Питаніе на сверлилкѣ . . . . . 271—	617
Питаніе сверлъ . . . . . 316—	617
Питаніе—сила потребная	15
Питаніе строг. машины . . . . . 198—	617
Питаніе фрезера . . . . . 90—	617
Платформа искривленіе.	225
Платформа строгальн	199
Планшайба.	95
Планшайба обточка на	128
Планшайба—установка на ней	130
Плашки . . . . . 181—	508
Плашки пружинящія, раздвижныя . . .	184
Плоскости—обточка	146
Плоская развертка	256
Плоскій рѣзецъ	110
Плоское сверло	250
Повѣрка самоточки	590
Повѣрка строгальной	595
Повѣрка фрезовой.	599
Повѣрка положенія поперечины строгальн.	226
Поводки . . . . . 96—	109
Поводокъ—при шлифовкѣ.	460
Поворотная доска. Строгальн. маш. . .	198
Погрѣшности при нарѣзаніи винтовъ . .	161
Погрѣшности — накопленіе при измѣреніи.	499
Погрѣшности работы при обточкѣ . . .	107
Погрѣшности работы при расточкѣ . . .	144
Подготовка издѣлій для шлифовки . . .	460
Полировка	433
Послѣдовательность обработки. . . 106—	148
Полосы для расточки. . . . . 142—	284
Правка винтовъ.	162
Предѣльные калибры . . . . . 81—	547
Предѣлы для пригонки.	618
Предосторожности при установкѣ на самоточкѣ	130
Предосторожности при установкѣ на строгальн.	211
Предосторожности при шлифовкѣ	445
Переводники.	503
Пригонка предѣлы.	618
Приготовленіе издѣлій для фрезованія. .	345
Приготовленіе рѣзцовъ.	49
Приклеиваніе на строгальн.	210
Примѣры работъ въ патронѣ фрез. . . .	367
Примѣры работъ на долбежн.	246
Примѣры работъ на коруселномъ станкѣ.	294
Примѣры работъ на разсверл. станк. . .	315
Примѣры работъ на самоточкѣ. . . .	173
Примѣры работъ на сверлилкахъ	309
Примѣры работъ на шепингѣ.	234
Примѣры работъ на шлифов. станкѣ . .	462
Примѣры установки на планшайбѣ . . .	131
Примѣры установокъ на строг.	212
Примѣры фрезованія на планшайбѣ . .	373
Приспособленія для фрезов. маш. . . .	380
Провѣрка установки на центрахъ фрез. машинъ.	362
Пробивка дыръ	6
Провѣрка конусовъ	116
Пружинные рѣзцы	111
Пружиненіе шепинга.	234
Планшайба на фрезов. маш.	372
Плиты—провѣрочныя	85
Притиръ для калибровъ . . . . . 544—	546
Притирка.	494
Работа, потребл. маш. оруд.	613
Разбуровки. . . . . 139—260—527—	576

	Стр.
Развертки	139—256— 513
Развертка—закалъ и отпускъ	518
Развертка квадратная	523
Развертка коническая	257— 518
Развертка плоская	138— 256
Развертка—продольное утоненіе	524
Развертка рифленная	256— 513
Развертки расширяющіяся	259— 521
Развертка—сверло	138— 520
Развертка съ вставными рѣзцами	258— 521
Развертка торцевая	519
Разсверливаніе на фрез. маш.	398
Разсверливаніе вертик. цилиндровъ	298
Разсверливающія машины	284
Разсверливаніе конусовъ	146
Разсверливаніе на самоточкѣ	133
Разсверливаніе сферич. поверхн.	287
Развертываніе	302
Раззенковка	260
Расточка на суппортѣ	142
Расточка на планшайбѣ	140
Револьверные станки	177
Револьверный корусельный станокъ	296
Рейки—нарѣзаніе	402
Рифлен. вальцы—обработка	611
Ричардсъ—строгальная	235
Ромбическій рѣзецъ	102
Рѣжущія втулки	529
Рѣзаніе—время работы безъ переточки	66
Рѣзаніе при строганіи	216
Рѣзаніе нормальная скорость	31
Рѣзаніе ножницами	4— 5
Рѣзаніе—различные случаи	1
Рѣзаніе—скорость	111
Рѣзаніе—теорія	6
Рѣзаніе—условіе экономической работы	24
Рѣзаніе фрезеромъ	389
Рѣзаніе—экономичныя скорости	31— 64
Рѣзецъ для кольцев. отверст.	254
Рѣзцы вставные	150—161
Рѣзцы для вальцовъ	604—608— 611
Рѣзцы для винтовъ	153— 160
Рѣзцы для карусельнаго станка	293
Рѣзцы для обточки плоскостей	147
Рѣзцы для отрѣзанія	148
Рѣзцы для револьверныхъ станковъ	184
Рѣзцы для расточки	140
Рѣзцы для строганія	217
Рѣзцы для долбежныхъ	244
Рѣзцы круглые	184
Рѣзцы пружинные	111
Рѣзцы изнашиваніе ихъ	30
Рѣзцы нормальные	36
Рѣзцы револьверн. станковъ	180
Рѣзцы—опасность при затачиваніи	23
Рѣзцы—охлажденіе	34
Рѣзцы—станокъ для наточки	431
Рѣзцы—степень обраб. въ кузницѣ и на точилѣ	56
Рѣзцы фасонные	149
Рѣзцы фигурные—приготовленіе	539
Рѣзцы—форма	47
Рябь при шлифовкѣ	452
Рябь при фрезов.	396
Салазки—суппорта	95
Самоточка для быстрорѣжущей стали	170
Самоточка для осей	169
Самоточка для паровозн. колесъ	169
Самоточка для шкивовъ	169
Самоточка нормальная	93
Самоточка съ 2 шпинделями	165
Сборка самоточки	590
Сборка строгальной	595
Сборка фрезовой	599
Сверла винтовыя	253— 524
Сверла для длинныхъ отверстій	132
Сверла—ихъ закрѣпленіе	264
Сверла—наточка	303
Сверленіе квадратныхъ отверстій	317
Сверла скрученныя	525
Сверла—смазка	254
Сверла для продольныхъ канавокъ	254
Сверла плоскія	138
Сверла плоскія	250
Сверла—развертка	138
Сверла форма ихъ	250
Сверла центровыя	254
Сверла цилиндрическія	253
Сверленіе длинныхъ отверстій	135— 301
Сверленіе на самоточкѣ	133
Сверленіе на точномъ разстояніи	176— 577
Сверленіе на фрезов. машин.	398
Сверленіе—производ. работы	300
Сверлилка	249
Сверлилка многошпиндельная	276
Сверлилка легкая	279
Сверлилка переносная	280
Сверлилки пневматическія — электрическ.	281
Сверлилка радіальная	272— 275
Сверлилка средняя	269
Сверлилка тяжелая	272
Селлерсъ—строгальн.	200
Селикатные круги	423
Слѣды работы фрезера	396
Скорости врощенія издѣлія и нажд. круга	450
Скорость вращенія круга	448
Скорость перемѣщенія круга	451
Скорость при нарѣзаніи мечиковъ	303
Скорость рѣзанія	16—111— 617
Скорость рѣзанія при строганіи	221—612— 617
Скорости рѣзанія сверлъ	316— 617
Скорость рѣзанія фрезера	389— 617
Скорость шлифовки точиломъ	419
Смазка при фрезованіи	340
Смазка сверлъ	255
Смазка сверлъ и мечиковъ	304
Сотрясенія при шлифовкѣ	449
Сравненіе различн. фрез. маш.	399
Сталь быстрорѣжущая	17
Сталь быстрорѣж. для сверлъ	272—276— 527
Сталь быстрорѣж. для фрезеровъ	328
Сталь Мошетъ	17
Сталь отпускающаяся	16
Сталь самозакаливающаяся	17
Сталь термическая обработка по Тайлору	19
Сталь углеродистая	16
Стеклующіеся круги	423
Строгальная для кромокъ листовъ	238
Строгальная машина	197
Строгальн. съ боковой колонной	237
Стойки строг. маш.	197
Стружка—длина	2
Стружка надлома	4
Стружки—скалыванія	2
Стружка, снимаемая разверткой	257

	Стр.
Стружки—сниманіе съ вязкихъ металловъ.	1
Стружка отдѣлочная	110
Стружка—хрупкихъ металловъ	4
Суппортъ для обточки воловъ	119
Суппортъ револьв. станка	187
Суппортъ—самоточки	93
Суппортъ строгальн.	198
Тайлоръ—опыты рѣзанія	14
Тайлоръ—Уайтъ термическая обработка стали	19
Твердость нажд. круг.	424
Темпеватурныя воздѣйствія при шлифовкѣ	456
Типы разсверлив. машинъ	287
Типы самоточекъ	164
Типы сверлилокъ	269
Типы спеціальн. шепинговъ	238
Типы строгальныхъ	229
Тиски для сверлилки	268
Тиски строгальн.	201
Тиски для фрезовокъ маш.	352
Торцы—обточки.	100
Точильный камень	417
Точильный станокъ для рѣзцовъ	63
Точность измѣренія	81
Точность обработки фрезеромъ.	397
Точность работы на строг.	225
Точность шлифовки	455
Трещины въ рѣзцахъ	55
Угломѣрные калибры	551
Уголъ—дѣйствія.	2
Уголъ зазора	2
Уголъ—рѣзанія	2
Уголъ рѣзанія и зазора	44— 45
Уголъ рѣзанія при долбл.	246
Уголъ рѣзанія у фрезеровъ	532
Угольники	86
Угольники для закрѣпл. на строг.	209
Угольники на сверлильн.	218
Угольники—ихъ приготовленіе	552
Угломѣры	86
Универсальный колибръ	82
Универсальный револьв. стан.	188
Универсальный станъ сверлилки	275
Упорки для зажима	207
Установка въ патронѣ.	128
Установка издѣлій на сверл.	266
Установка издѣлій на долбежн.	242
Установка на строгальн.	201
Установка издѣлій на фрез. маш.	345
Установка издѣлій при шлифов.	459
Установка на планшайбѣ	130
Установка при разсверливаніи	290
Установка Фрезера	386
Уходъ за развертками	258
Фасонные рѣзцы	149— 184
Фигурные рѣзцы—приготовленіе	539
Форма нажд. круговъ	425
Форма рѣзца	47
Форма рѣзца—ея вліяніе.	103
Фрезеръ.	325
Фрезеръ—вліяніе діаметра	344
Фрезеръ—выборъ	343
Фрезеръ для зубч. колесъ	403
Фрезеръ—закрѣпленіе	336
Фрезеръ для конич. зубч. колесъ	406
Фрезеръ—наточка.	335— 532

	Стр.
Фрезеръ—наточка на мѣстѣ	494
Фрезеръ—пустотѣлый	183— 529
Фрезеръ для червячныхъ колесъ	541
Фрезеръ—приготовленіе, число зубьевъ	531
Фрезеръ—скашиваніе зубьевъ по спирали	334— 536
Фрезеры со вставн. зубьями.	327— 533
Фрезованіе винтовыхъ поверхн.	377
Фрезованіе—выгоды	317
Фрезованіе квадрата.	368
Фрезованіе конусовъ.	365
Фрезованіе пазовъ.	394
Фрезованіе—приготовленіе издѣлія	345
Фрезованіе цилиндра—поверхн.	369
Фрезовая вертикальная	323
Фрезовая—для обраб. дисковыми фрезерами.	346
Фрезовая машина универсальная	319
Фрезовая простая	318
Фрезовая съ двумя головками	325
Ходовой винтъ строгальн.	198
Ходовой винтъ самоточки	95
Центровое сверло	254
Целлулоидные круги.	424
Центры для фрез. маш.	355
Центровка—машина для	99
Центры на строгалѣ.	209
Центровое отверстіе.	99
Центры—нормальная форма	96
Центровка—рѣзцы для.	99
Центры—самоточки	95
Цилиндрич. поверхн. обраб. на долб.	243
Цилиндрич. поверхность обработки	102
Цилиндрическое сверло	253
Червячное колесо—нарѣзка	415
Шаблонъ для зубч. колесъ.	405
Шаблонъ для установки рѣзца строг.	229
Шаблонъ предѣльный для рѣзцовъ	56
Шагъ—діаметральный	403
Шепинги спеціальн.	238
Шепингъ	229
Шлифовальный матеріалъ	417
Шлифовальный универсальн. стан.	438
Шлифовальн. стан. качающійся	429
Шлифовальный стан. простой	427
Шлифовка	417
Шлифовка внутр. поверхностей	476
Шлифовка—выгоды	445
Шлифовка—выборъ круга 63—432—447—458—477—484—	491
Шпиндель для внутр. шлифовки	478
Шлифовка инструментовъ	486
Шлифовка машинъ для цилиндровъ.	481
Шлифовка—неравномѣрность матер.	459
Шлифовка—плоской поверхности	470
Шлифовка плоскостей	483
Шлифовка—подготовка издѣлій.	460
Шлифовка—размѣръ круга.	448
Шлифовка ручная.	427
Шлифовка—твердость матеріаловъ	448
Шлифовка точная.	435
Шпиндель—исполненіе точнаго.	173
Шпонки простраиваніе	234
Шпоночная машина	247
Штангенциркуль	74
Штативъ	203

Замѣченныя опечатки.

Стран.	*Строка.*	*Напечатано.*	*Должно быть.*
11	15	$=\varphi(\alpha)T$	$=\varphi(\alpha)T.e$
15	4	$\frac{C}{D^{1/15}.F^{1/4}}$	$\frac{C}{\left(\frac{D'}{D}\right)^{1/12}.\left(\frac{F'}{F}\right)^{1/4}}$
—	14	$\frac{C}{F^{1/15}}$	$\frac{C}{\left(\frac{F'}{F}\right)^{1/15}}$
99	10	114 *c*	115 *c*
109	фиг. 146	перевернута	—
184	20, 23 и 24	Мѣтчики	Мечики
253	18 снизу	413 *a*	413 *b*
255	фиг. 420	перевернута	
272	2 снизу	оборотѣ	оборотѣ;
—	3 „	въ мин.)	въ мин.),
—	7 „	электроматорами	электромоторами
296	5 „	патронѣ	патрона
399	18	издѣлій	дѣленій
449	19 снизу	зеренъ, въ	зеренъ въ

ГЛАВА I.

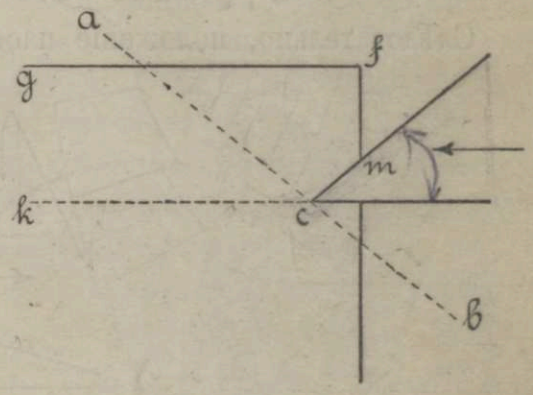
О рѣзаніи металловъ.

Различные случаи рѣзанія.

При рѣзаніи измѣненіе формы металловъ производится послѣдовательно удаленіемъ слоевъ металла при помощи особаго орудія, имѣющаго обыкновенно форму клина и называемаго рѣзцомъ.

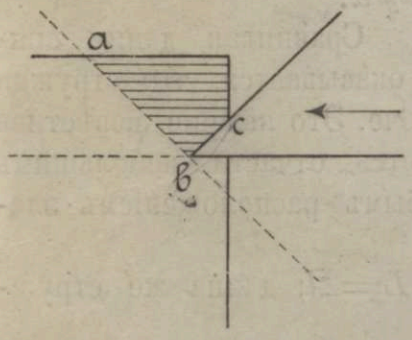
Явленія рѣзанія впервые были подробно изучены профессоромъ Тиме и изложены имъ въ его сочиненіи „Сопротивленіе металловъ и дерева рѣзанію“, изданному въ 1870 году. Согласно проф. Тиме, при рѣзаніи можно различать слѣдующіе случаи.

1. Сниманіе стружекъ въ вязкихъ металлахъ (желѣзо, сталь, свинецъ). При своемъ движеніи рѣзецъ вдавливается въ массу металла по направленію стрѣлки и своей передней стѣнкой *cm* сжимаетъ металлъ (фиг. 1). При этомъ сжатіе, какъ показываетъ непосредственное наблюденіе, распредѣляется не на весь снимаемый слой *c k g f*, а только на часть его, ограниченную угломъ *acm*.

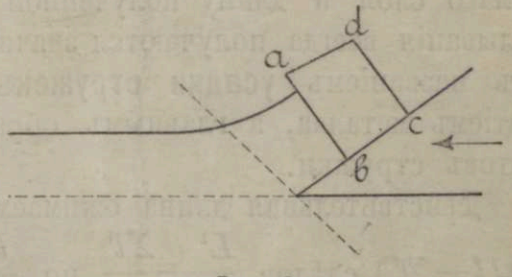


Фиг. 1.

Такое сжатіе металла продолжается до тѣхъ поръ, пока давленіе на площадку *bc* (фиг. 2) не превзойдетъ сопротивленія срѣзыванію площади *ab*, вслѣдъ за этимъ элементъ стружки *a b c* сдвигается по направленію *ba*, а рѣзецъ продолжаетъ сжимать слѣдующій элементъ (фиг. 3). Вслѣдствіе сжатія металла образовавшійся элементъ слегка поворачивается около точки *b* и такимъ образомъ получается изогнутая стружка, со-



Фиг. 2.



Фиг. 3.

вершенно гладкая на поверхности, прилегающей къ рѣзцу, и зазубренная на другой сторонѣ въ видѣ пилы (фиг. 4).

Такія стружки, получающіяся отъ постепеннаго скалыванія элементовъ, Тиме назвалъ—**стружками скалыванія**.

При такомъ дѣйствіи рѣзца различаются слѣдующія величины, обусловливающія процессъ рѣзанія: уголъ между направленіемъ движенія и передней гранью рѣзца ($\angle\ \alpha$) называется **уголъ рѣзанія**.

Уголъ между обрабатываемой поверхностью и нижней гранью рѣзца ($\angle\ \gamma$) назовемъ **угломъ зазора**.

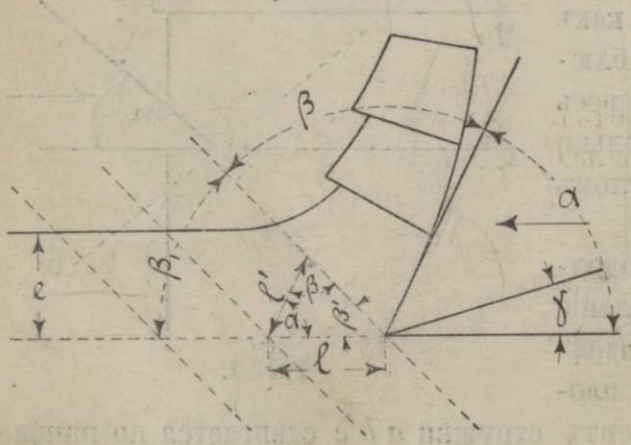
Уголъ между плоскостью скалыванія и передней гранью рѣзца ($\angle\beta$) называется **угломъ скалыванія или угломъ дѣйствія**.

Толщина снимаемаго слоя . . . . . e.
Ширина „ „ . . . . . b.
Длина „ „ . . . . . L.
Длина стружки . . . . . L'.

Изъ непосредственныхъ наблюденій найдено, что сумма угловъ $\alpha+\beta$ для различныхъ металловъ и угловъ α, измѣняется весьма мало, такъ напримѣръ для чугуна при

$\alpha=$ 45° 55° 65° 75° 90°
$\beta=$100° 90° 85° 75° 61°,
$\alpha+\beta=$145° 145° 150° 150° 155°.

Слѣдовательно, положеніе плоскости скалыванія почти не измѣняется. При измѣненіи $\angle\ \alpha$ отъ 45° до 90° ея положеніе измѣнилось всего на 10°.



Фиг. 4.

Изъ наблюденій извѣстно, это между прочимъ можно усмотрѣть и непосредственно, что *радіусъ кривизны, получаемыхъ стружекъ пропорціоналенъ толщинѣ снимаемаго слоя и обратно пропорціоналенъ углу* α.

Сравнивая длину снимаемаго слоя и длину полученной стружки, оказывается, что стружки скалыванія всегда получаются значительно короче. Это явленіе, извѣстное подъ названіемъ **усадки стружекъ**, объясняется отчасти небольшимъ сжатіемъ металла, а главнымъ образомъ, особымъ расположеніемъ элементовъ стружки.

Дѣйствительная длина сжимаемаго слоя $L=\Sigma l$; длина же стружки $L'=\Sigma l'$, слѣдов. $\frac{L'}{L}=\frac{\Sigma l'}{\Sigma l}$ но $\frac{l'}{l}=\frac{Sin\beta'}{Sin\beta}$, подставляя найдемъ

$$\frac{L'}{L}=\frac{Sin\beta'}{Sin\beta}$$

Если взять крайніе случаи, встрѣчающіеся въ практикѣ, угловъ рѣзанія, то для:

$$a = 45^0, \quad \frac{L'}{L} = \frac{Sin\ (180^0 - 145^0)}{Sin\ 100^0} = 0{,}6$$

$$a = 75^0, \quad \frac{L'}{L} = \frac{Sin\ (180^0 - 150^0)}{Sin\ 75^0} = 0{,}5$$

Дѣйствительныя измѣренія стружекъ даютъ слѣдующія величины:

Для стали:

$$a = 45^0, \quad \frac{L'}{L} = 0{,}65$$

$$a = 75^0, \quad \frac{L'}{L} = 0{,}45$$

Для желѣза:

$$a = 45^0, \quad \frac{L'}{L} = \text{отъ } 0{,}59 \text{ до } 0{,}65$$

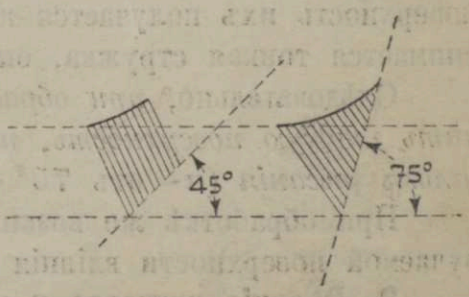
$$a = 75^0, \quad \frac{L'}{L} = \text{отъ } 0{,}45 \text{ до } 0{,}48$$

Небольшое отступленіе этихъ цифръ отъ полученныхъ вычисленій можно объяснить тѣмъ, что при различной толщинѣ стружекъ величина угла скалыванія β, хотя и очень незначительно, но измѣняется; кромѣ того самые элементы при большихъ углахъ a отдѣлены другъ отъ друга, что конечно отзывается на длинѣ стружки.

Элементы стружки, опредѣляемые по величинѣ площадкой $a\,b\,c\,d = \omega$ (фиг. 3) получаются тѣмъ мельче, чѣмъ меньше толщина снимаемаго слоя. Дѣйствительно, такъ какъ величина сжимаемой поверхности $b\,c$ находится въ извѣстномъ отношеніи къ скалываемой поверхности $a\,b$, сообразно со способностью металла сопротивляться сжатію и срѣзыванію, то вообще $bc = \S\ a\,b$, и площадь сѣченія элемента $\omega = \S\ (ab)^2$ но $a\,b = \frac{e}{Sin\,\beta'}$ и потому $\omega = \S\ \frac{e^2}{Sin^2\,\beta'}$.

Въ зависимости отъ угла рѣзанія форма элементовъ стружки измѣняется, какъ показано на (фиг. 5).

Имѣя въ сѣченіи видъ трапеціи при небольшихъ углахъ рѣзанія, она постепенно принимаетъ въ сѣченіи форму треугольника, по мѣрѣ возрастанія угла a.

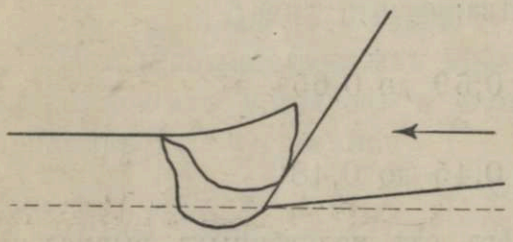


Фиг. 5.

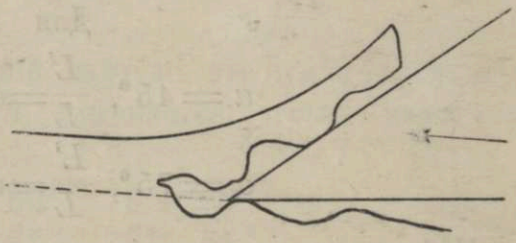
Что касается до вида самой стружки, то чѣмъ углы рѣзанія меньше, тѣмъ относительный сдвигъ элементовъ меньше и стружки получаются болѣе сливнаго сложенія. При большихъ углахъ рѣзанія, вслѣдствіе соотвѣтственнаго большаго сдвига, стружки получаются съ рѣзко очерченными отдѣльными элементами, связанными другъ съ другомъ

значительно слабѣе, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ. Иногда эта связь совсѣмъ нарушается и стружки получаются въ видѣ отдѣльныхъ элементовъ.

2. Сниманіе стружки въ хрупкихъ металлахъ (твердая бронза, чугунъ). При малыхъ углахъ рѣзанія (α до 45^0) и при большой толщинѣ снимаемаго слоя ($e > 3$ мм.) сначала рѣзецъ углубляется въ металлъ при тѣхъ же условіяхъ, какъ и при рѣзаніи вязкихъ металловъ, но послѣ нѣкотораго углубленія рѣзца, элементъ не скалывается, а отламывается, при чемъ полученный впереди острія и отламываемый кусокъ имѣетъ форму совершенно отличную отъ элементовъ скалыванія, какъ показано на фиг. 6. Обыкновенно при отломѣ вырывается немного металла, лежащаго ниже острія, и потому обработанная поверхность получается не гладкая. Иногда элементы откалываются не совершенно, а скрѣплены немного на верху и образуютъ цѣлую стружку (фиг. 7).



Фиг. 6.



Фиг. 7.

Такія стружки, въ противоположность стружкамъ скалыванія имѣютъ неровную поверхность, соприкасающуюся съ рѣзцомъ, и гладкую вогнутую поверхность и называются **стружками надлома.**

Очевидно, что стружки надлома усадки не даютъ. *При углахъ рѣзанія α отъ 55^0 до 60^0 и при толстыхъ снимаемыхъ слояхъ получаются исключительно стружки надлома,* при тонкихъ слояхъ рѣзанія стружки получаются смѣшанныя.

Если уголъ рѣзанія отъ 75^0 до 90^0, то при тонкихъ снимаемыхъ слояхъ, получаются исключительно стружки скалыванія.

Такъ какъ при сниманіи стружки скалыванія, поверхность получается гладкая, а при снятіи стружки надлома, обратно, поверхность покрыта рытвинами, то понятно, почему при снятіи толстыхъ стружекъ поверхность ихъ получается ноздреватая, и потомъ, когда при отдѣлкѣ снимается тонкая стружка, она получаетъ глянцевитую поверхность.

Слѣдовательно, *при обработкѣ хрупкихъ металловъ, желая получить гладкую поверхность, нужно употреблять рѣзецъ съ большимъ угломъ рѣзанія* (α — отъ 75^0 до 90^0) *и снимать тонкія стружки.*

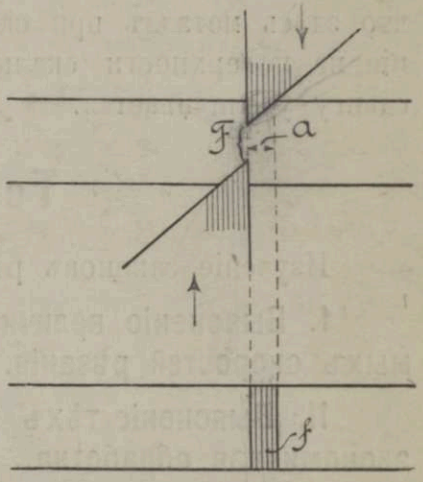
При обработкѣ же вязкихъ металловъ углы рѣзанія на чистоту получаемой поверхности вліянія не оказываютъ.

3. Рѣзаніе круглаго и квадратнаго металла ножницами. Въ данномъ случаѣ рѣзцомъ является лезвіе ножницъ.

При нажатіи на металлъ лезвіе сначала углубляется (фиг. 8), сжимая передъ собою площадь f, затѣмъ сразу происходитъ скалываніе полосы на площади F.

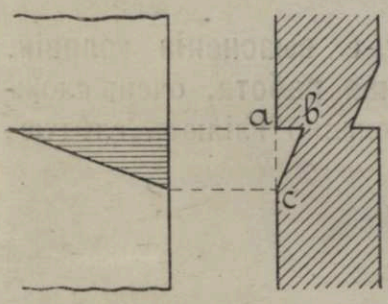
Разрѣзанная такимъ образомъ полоса представляетъ съ одной стороны площадку смятаго металла f, посрединѣ площадь скалыванія F съ матовой поверхностью, и съ другой стороны блестящую полоску f полученную отъ смятія другимъ ножемъ. При рѣзаніи желѣза обыкновенно $F:f=2$, и F составляетъ $^3/_4$ отъ площади сѣченія разрѣзаемой полосы.

Наименьшій цѣлый кусокъ можно будетъ отрѣзать отъ полосы, засовывая ее между лезвіями ножницъ на величину a. Если полоса будетъ задвинута на величину меньшую a, то вмѣсто одного цѣльнаго куска отъ полосы отрѣжется стружка, состоящая изъ отдѣльныхъ элементовъ скалыванія, величина которыхъ будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше будетъ толщина снимаемой стружки, иначе, чѣмъ больше будетъ величина задвига полосы. Въ послѣднемъ случаѣ дѣйствіе ножницъ тождественно съ дѣйствіемъ обыкновеннаго рѣзца (фиг. 4).



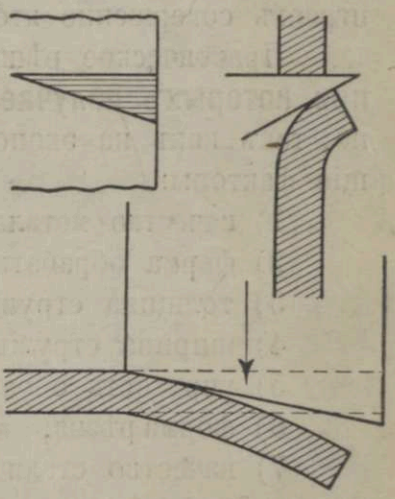
Фиг. 8.

4. Рѣзаніе металловъ въ листахъ на ножницахъ. Въ данномъ случаѣ лезвіе ножницъ, нажимая на листъ, производитъ сдавливаніе металла. Сначала поверхность смятія представляется въ видѣ треугольника, постепенно увеличивающаго свои размѣры по мѣрѣ того какъ ножъ вдавливается въ листъ (фиг. 9).



Фиг. 9.

Когда сторона ab треугольника abc станетъ равной $^1/_8$ толщины листа, то начинается сдвигъ металла у края листа. При дальнѣйшемъ движеніи ножа сдвигъ постепенно передвигается отъ края листа и такимъ образомъ листъ раздѣляется на двѣ части (фиг. 10). При этомъ часть листа, лежащая подъ наклоненнымъ ножемъ, немного изгибается.


Фиг. 10.

Въ результатѣ перерѣзанный листъ имѣетъ сѣченіе подобное тому, какое получилось и при рѣзаніи квадратной или круглой полосы т.-е. съ одной стороны получается смятая полоска W_1, затѣмъ поверхность съ матовымъ видомъ W_0, соотвѣтствующая поверхности скалыванія, и на другой сторонѣ тонкая блестящая полоска отъ сжатія нижнимъ ножемъ. Какъ и въ первомъ случаѣ отношеніе $W_0:W_1=2$.

Тоже самое можетъ быть сказано и относительно полоснаго желѣза.

5. Пробивка дыръ штемпелемъ. Въ данномъ случаѣ штемпель дѣйствуетъ какъ круглый рѣзецъ съ угломъ рѣзанія въ 90°. Сначала онъ сжимаетъ металлъ, затѣмъ производитъ срѣзываніе. Отношеніе площади срѣзыванія къ площади смятія около 1,5, т.-е. нѣсколько менѣе чѣмъ въ предыдущихъ случаяхъ рѣзанія. Объяснить это нужно тѣмъ, что здѣсь металлъ при скалываніи претерпѣваетъ также и сильное треніе на поверхности скалываемаго цилиндра, а потому сопротивленіе сдвигу увеличивается.

Теорія рѣзанія.

Изученіе законовъ рѣзанія преслѣдуетъ двѣ цѣли:

I. Выясненіе величины давленія стружки на рѣзецъ и допустимыхъ скоростей рѣзанія.

II. Выясненіе тѣхъ условій, при которыхъ получается наиболѣе экономичная обработка.

Величина давленія стружки на рѣзецъ интересна намъ при расчетѣ машинъ орудій, такъ какъ въ зависимости отъ нея должны быть выбраны размѣры машинъ, при которыхъ послѣднія обладали бы должной прочностью, или правильнѣе, должной жесткостью.

Что касается до вліянія этого сопротивленія на экономичность работы, то въ данномъ случаѣ величина давленія стружки на рѣзецъ играетъ совершенно второстепенное значеніе.

Практическое рѣшеніе второго вопроса,—т.-е. **выясненія условій, при которыхъ получается наиболѣе экономичная работа**, очень сложно, такъ какъ на экономичность работы одновременно вліяютъ слѣдующіе факторы:

1) качество металла, подвергаемаго рѣзанію,
2) форма обрабатываемаго предмета,
3) толщина стружки,
4) ширина стружки,
5) упругость обрабатываемаго предмета и рѣзца,
6) форма рѣзца,
7) качество стали изъ которой сдѣланъ рѣзецъ и способъ ея термической обработки,
8) какому способу охлажденія подвергается рѣзецъ при работѣ,
9) время въ теченіе котораго рѣзецъ работаетъ безъ переточки,
10) сопротивленіе рѣзанію,
11) предѣлы, въ которыхъ можно измѣнять у машины скорость рѣзанія и величину подачи,
12) сила станка (какъ для рѣзанія, такъ и для питанія),

Ниже мы приведемъ результаты единственной пока работы американца **Ф. В. Тайлора**, главная задача которой заключалась въ томъ, чтобы установить основные принципы для рѣшенія экономическаго вопроса, и рѣшенія вполнѣ практическаго, при чемъ машина орудіе должна брать-

ся такой, какой мы ее находитъ въ механической мастерской, а затѣмъ изучивъ ея свойства, на основаніи выше установленныхъ принциповъ, ей должны быть приданы такія скорости и должны быть поставлены такіе рѣзцы, чтобы работа выполнялась наиболѣе экономично.

I. Сопротивленіе при рѣзаніи металловъ.

Для практики весьма важно выяснить величину сопротивленія, которое приходится преодолѣвать рѣзцу въ зависимости отъ различныхъ условій рѣзанія, т.-е. отъ качествъ матеріала, толщины стружки, угла рѣзанія и скорости движенія рѣзца. Зная эту зависимость, можно напередъ опредѣлить то усиліе, которое придется прикладывать къ рѣзцу и на основаніи котораго можно разсчитать прочные размѣры машины, опредѣлить работу, потребную для снятія извѣстнаго количества металла, а также и тѣ условія, при которыхъ работа эта будетъ производиться наиболѣе выгоднымъ образомъ. Одинъ изъ первыхъ надъ выясненіемъ этого вопроса занимался *Кокилъ*.

Опыты производились на токарномъ станкѣ сверленіемъ отверстій, при чемъ вращался обрабатываемый предметъ, самое же сверло удерживалось неподвижнымъ при помощи нагруженнаго рычага. По величинѣ нагрузки и судили о преодолѣваемомъ сопротивленіи.

Аналогичные же опыты надъ сверленіемъ были произведены офицеромъ французской артиллеріи *Кларинвалемъ*, съ тою только разницею, что работа измѣрялась пружиннымъ динамометромъ.

Опыты надъ снятіемъ стружекъ при посредствѣ рѣзцовъ впервые были произведены *Жоселемъ*, для чего онъ употреблялъ токарный станокъ и поглощаемую работу опредѣлялъ при посредствѣ динамометра. Жоселемъ впервые была указана зависимость между сопротивленіемъ и угломъ рѣзанія, а также были даны наивыгоднѣйшіе углы рѣзанія.

Въ 1870 г. проф, *Тиме* опубликовалъ свои опыты, произведенные имъ на строгальной машинѣ, которая приводилась въ движеніе при помощи рычага отъ руки.

Въ 1873 г. была опубликована книга *Гартига* „Versuche über Leistung und Arbeits—Verbrauch der Werkzeug-Maschinen“, въ которой изложены результаты испытаній, произведенныхъ имъ надъ различными машинами—орудіями при посредствѣ динамометра. При своихъ испытаніяхъ Гартигъ опредѣлялъ количество работы, необходимой для снятія извѣстнаго вѣса металлической стружки.

Въ 1882 г, появилась книга *Смита* „Cutting Tools worked by Hand and Machine“, въ которой онъ между прочимъ описываетъ свои опыты надъ сопротивленіемъ рѣзанія, произведенные на токарномъ станкѣ. Вмѣсто суппорта ставился особый аппаратъ, на которомъ былъ укрѣпленъ длинный рычагъ, имѣющій точку вращенія; съ одного конца рычага прикрѣплялся рѣзецъ, другой конецъ нагружался и такимъ образомъ опредѣлялось давленіе на рѣзецъ.

Затѣмъ весьма обстоятельныя испытанія съ тою же цѣлью были произведены проф. *К. А. Зворыкинымъ*. Для своихъ испытаній Зворыкинъ устроилъ особый аппаратъ, который замѣнялъ суппортъ строгальной машины. Рѣзецъ прикрѣплялся къ одному плечу колѣнчатаго рычага, другое колѣно упиралось въ поршень гидравлическаго цилиндра. Съ цилиндромъ былъ соединенъ индикаторъ который давалъ не только величину нажатія на рѣзецъ, но давалъ въ то же время и графическое изображеніе колебаній этихъ нажатій въ теченіе процесса рѣзанія.

Послѣдніе опыты въ этомъ направленіи были произведены Тайлоромъ (см. Бюллетени Политехнич. О-ва № 2 1908 г.) и проф. Никольсономъ. Результаты своихъ испытаній въ Манчестерской Технич. Школѣ Никольсонъ доложилъ Обществу Американскихъ Инженеръ-Механиковъ въ 1904 г. См. также Б. П. О. № 4 1904 г.

Результаты, полученные поименованными выше испытателями, не вполнѣ согласуются между собой.

Такъ напримѣръ, по наблюденіямъ однихъ величина работы, нужная для снятія одного килограмма стружекъ, не зависитъ отъ толщины снимаемыхъ стружекъ, тогда какъ по испытаніямъ другихъ эта зависимость существуетъ, а именно оказывается что для снятія одного килограмма тратится тѣмъ меньше работы, чѣмъ толще снимается стружка. Точно такъ же большинство наблюдателей утверждаетъ, что сопротивленіе рѣзанія не зависитъ отъ скорости движенія рѣзца, Смитъ же въ своихъ многочисленныхъ опытахъ находитъ, что съ увеличеніемъ скорости сопротивленіе тоже нѣсколько увеличивается. Подобное разногласіе нужно объяснить съ одной стороны недостаточной точностью наблюденій, а съ другой стороны неоднородными условіями, при которыхъ производились испытанія.

На основаніи полученнаго такимъ образомъ богатаго опытнаго матеріала были сдѣланы попытки построить теорію рѣзанія, которая сводила бы весьма сложное явленіе рѣзанія къ элементарнымъ формамъ сопротивленія матеріаловъ, и въ то же время давала аналитическое выраженіе, устанавливающее связь между отдѣльными факторами процесса рѣзанія.

Первымъ подобную теорію предложилъ проф. Тиме, обосновавъ ее на своихъ собственныхъ наблюденіяхъ. Затѣмъ, пользуясь опытами Жоселя, была предложена теорія рѣзанія проф. Гадолинымъ.

Вслѣдъ за тѣмъ опираясь на опыты Тиме, предложилъ свою теорію проф. Афанасьевъ. Наконецъ послѣдней въ этой области является теорія проф. К. А. Зворыкина, которая нами и будетъ приведена въ нѣсколько сокращенномъ видѣ, какъ наиболѣе близко сходящаяся съ результатами его очень точныхъ и многочисленныхъ опытовъ.

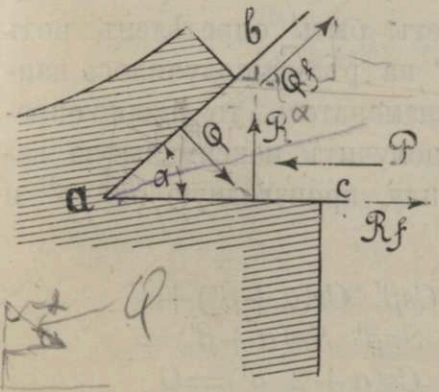
6. Установленіе теоретической связи между угломъ рѣзанія, размѣрами стружки и сопротивленіемъ рѣзанію (давленіемъ стружки на рѣзецъ). Вообразимъ, что рѣзецъ въ видѣ клина вдавливается въ металлъ, сжимая передъ собой послѣдній на поверхности $a\,b$ (фиг. 11). Измѣреніе перпендикулярное къ плоскости чертежа принимаемъ равнымъ

единицѣ. Движеніе клина происходитъ подъ дѣйствіемъ силы P., при чемъ сжимающаяся поверхность ab оказываетъ ему сопротивленіе Q, направленное нормально къ поверхности.

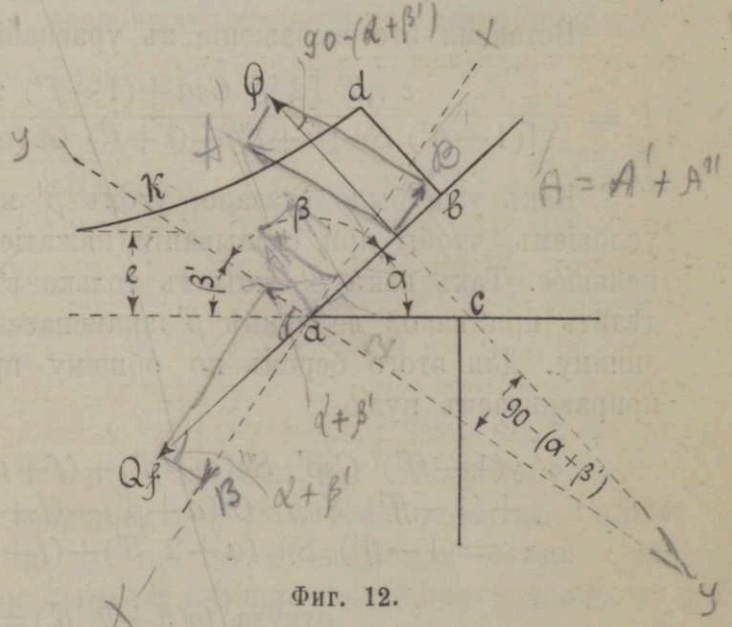
Сила Q, въ свою очередь, вызываетъ силу тренія $Q\,f$. Кромѣ того рѣзецъ прижимается къ поверхности ac, вызывая сопротивленіе R и связанное съ нимъ треніе Rf. При равновѣсіи, проекціи всѣхъ силъ на оси координатъ должны быть равны нулю, а потому будемъ имѣть:

$$P = Q\,f\,Cos\,\alpha + Q\,Sin\alpha + R\,f$$
$$R = Q\,Cos\,\alpha - Q\,f\,Sin\,\alpha \qquad \text{откуда}$$
$$P = Q\,[2\,f\,Cos\,\alpha + (1 - f^2)\,Sin\,\alpha] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Когда сжатіе на поверхности $a\,b$ достигаетъ извѣстной величины, то элементъ стружки $a\,b\,d\,k$ (фиг. 12) сколется по нѣкоторой плоскости ak.



Фиг. 11.



Фиг. 12.

Скалываніе, конечно, произойдетъ въ плоскости, представляющей наименьшее сопротивленіе. Положеніе ея можетъ быть опредѣлено изъ условія, что сила P, приложенная къ рѣзцу и производящая скалываніе, должна имѣть наименьшую величину.

На элементъ $a\,b\,d\,k$ дѣйствуютъ двѣ силы Q и $Q\,f$.

Разложимъ ихъ на силы, дѣйствующія въ плоскости скалыванія и перпендикулярной къ ней. Получимъ:

$$A = Q\,Cos\,[90 - (\alpha + \beta')] + Qf\,Sn\,[90 - (\alpha + \beta')] = Q\,[Sn\,(\alpha + \beta') + f\,Cos\,(\alpha + \beta')].$$

$$B = Q\,[f\,Sn\,(\alpha + \beta') - Cos\,(\alpha + \beta')].$$

Сила A стремится произвести сдвигъ элемента въ плоскости $a\,k$, чему сопротивляется напряженіе сдвига T и треніе частицъ, вызываемое вслѣдствіе нажатія элемента на плоскость сдвига силою B. При равновѣсіи должно существовать слѣдующее равенство:

$$\overline{ak}\,.\,T + B\,f' = A.$$

Или замѣняя $\overline{ak}=\frac{e}{Sn\,\beta'}$ и подставляя вмѣсто A и B ихъ величины получимъ:

$$\frac{e\ T}{Sin\,\beta'}+Q\ [f.f'\ \ Sn\ \ (\alpha+\beta')-f'\ \ Cos\ (\alpha+\beta')]=Q\ [Sn\ \ (\alpha+\beta')+$$
$$+f\ \ Cos\ (\alpha+\beta')].$$

Отсюда можно опредѣлить Q:

$$Q=\frac{e\ \ T}{[Sn\ (\alpha+\beta')+f\ Cs\ (\alpha+\beta')-ff'\ Sn\ (\alpha+\beta')+f'\ Cs\ (\alpha+\beta')].\ Sn\,\beta'}=$$
$$=\frac{e\ \ T}{[(1-ff')\ \ Sn(\alpha+\beta')+(f+f')\ \ Cs(\alpha+\beta')]\ .\ Sn\beta'}\quad\ldots\ldots\ldots\quad(2).$$

Вставляя это выраженіе въ уравненіе (1), получимъ:

$$P=\frac{e\ .\ T\ [2\ f\ Cs\alpha+(1-f^2)\ \ Sn\alpha]}{[(1-ff')\ \ Sn\ (\alpha+\beta')+(f+f')\ \ Cs\,(\alpha+\beta')]\ \ Sn\ \beta'}\quad\ldots\ldots\quad(3).$$

Какъ уже было сказано, уголъ β' можетъ быть опредѣленъ подъ условіемъ, чтобы при скалываніи нажатіе P на рѣзецъ получилось наименьшее. Такъ какъ β' входитъ только въ знаменатель, то нужно опредѣлить при какой величинѣ β' знаменатель получитъ максимальную величину. Для этого беремъ по общему правилу производную по β' и приравниваемъ нулю.

$$(1-ff')\ \ Cs\beta'\ \ Sn(\alpha+\beta')+(f+f')\ \ Cs\beta'\ \ Cs(\alpha+\beta')+$$
$$+(1-ff')\ \ Sn\beta'\ \ Cs(\alpha+\beta')-(f+f')\ \ Sn\beta'\ \ Sn(\alpha+\beta')=$$
$$=(1-ff')\ \ Sn\ \ (\alpha+2\ \ \beta')+(f+f')\ \ Cs(\alpha+2\ \ \beta')=0$$

$$\text{откуда}\ \ tg(\alpha+2\ \ \beta')=-\frac{f+f'}{1-ff'}$$

Или, замѣняя f и f' черезъ соотвѣтствующіе углы тренія φ и φ', получимъ:

$$tg\ \ (\alpha+2\ \ \beta')=-\frac{tg\ \ \varphi+tg\,\varphi'}{1-tg\varphi\ \ tg\,\varphi'}$$

Слѣдовательно:

$$\alpha+2\ \ \beta'=180-(\varphi+\varphi')\ \ \text{и}\ \ \beta'=90-\frac{\varphi'+\varphi+\alpha}{2}\quad\ldots\ldots\quad(4).$$

При такомъ β' знаменатель дѣйствительно получитъ максимальную величину, т. к. при f и $f'<1$ вторая производная будетъ отрицательна.

Дѣйствительно, опредѣляя величину β' изъ уравненія: $\beta'=180-\alpha-\beta$ и подставляя ее въ выраженіе второй производной получимъ:

$$(1-ff')\ \ Cs[-(\alpha+2\ \beta)]-(f+f').\ \ Sin\ \ [-(\alpha+2\ \beta)]=$$
$$(1-ff')\ \ Cs\ \ (\alpha+2\ \beta)+(f+f')\ \ Sn\ \ (\alpha+2\ \beta).$$

Такъ какъ $\alpha+2\ \beta>180^0$ $(\beta>\beta')$, то все послѣднее выраженіе отрицательно при f и $f'<1$.

Величины φ и въ особенности φ' неизвѣстны, и потому ихъ нужно выбрать, сообразуясь съ указаніемъ опыта. Формула (4) даетъ для чугуна величины весьма сходныя съ дѣйствительностью при $\varphi = 23^0 45'$ и $\varphi' = 20^0\ 15'$, что соотвѣтствуетъ $f = 0{,}44$ и $f' = 0{,}34$.

Тогда при	$\alpha =$	45^0,	55^0	65^0,	75^0, 90^0.
$\alpha + \beta'$ вычисленные по формулѣ (4)		134^0_5,	139^0_5,	144^0_5,	149^0_5, 157^0.
По наблюденіямъ Тиме . . .		145^0,	145^0,	150^0,	150^0, 155^0.
„ Зворыкина .		134^0_5,			153^0.

Нѣкоторое разногласіе съ наблюденіями Тиме нужно объяснить недостаточной точностью наблюденія. Съ измѣреніями же Зворыкина вычисленная по формулѣ величина $\alpha + \beta'$ совпадаетъ весьма близко, что указываетъ на удачный выборъ числовыхъ значеній для величинъ φ и φ'.

Вставивъ эти значенія въ формулу (3) получимъ:

$$P = \frac{[0{,}88\ .\ Cs\alpha + 0{,}806\ Sin\ \alpha]\ T\ .\ e}{Sin\left(68 - \frac{\alpha}{2}\right)\left[0{,}85\ Sn\left(68 + \frac{\alpha}{2}\right) + 0{,}18\ Cs\left(68 + \frac{\alpha}{2}\right)\right]} = \varphi(\alpha)\ Te. \quad (5).$$

Отсюда ясно видно, что сопротивленіе рѣзанію зависитъ отъ угла рѣзанія α. Опредѣливъ числовую величину для различныхъ угловъ α отъ 45^0 до 90^0, найдемъ что

при $\alpha =$	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
„ $\varphi(\alpha) =$	2,01	2,03	2,32	2,52	2,78	2,99	3,23	3,53	3,9	4,33

Для другихъ металловъ величины f и f' будутъ нѣсколько иныя, но мы здѣсь ихъ приводить не будемъ, такъ какъ для чугуна $\varphi(\alpha)$ получаетъ наибольшія значенія. Формула (5) даетъ величину наибольшаго усилія, которое должно быть приложено къ рѣзцу, чтобы снять стружку толщиной e мм. и шириной 1 мм.—T здѣсь коеффиціентъ крѣпости матеріала при скалываніи: для чугуна—11,2, для бронзы—16,2, для желѣза—23,2, для стали—29,2.

Слѣдовательно, при увеличеніи угла рѣзанія сопротивленіе рѣзанію возрастаетъ. Но здѣсь же нужно замѣтить, что чѣмъ мягче металлъ, тѣмъ сопротивленіе рѣзанію возрастаетъ медленнѣе съ возрастаніемъ угла рѣзанія. Такъ что въ предѣлахъ измѣненія угла рѣзанія отъ 45^0 до 90^0 сопротивленіе рѣзанію для чугуна можетъ возрасти въ 2 раза, тогда какъ для мягкаго желѣза оно возрастаетъ только въ 1,7.

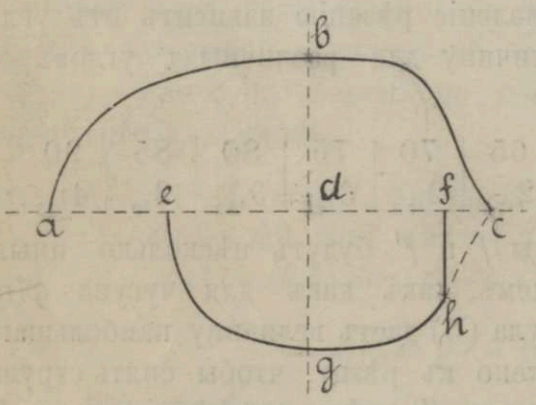
Отсюда же слѣдуетъ, что вообще желательно употреблять рѣзцы съ возможно малыми углами рѣзанія, хотя въ практикѣ почти не встрѣчается рѣзцовъ съ углами менѣе 50^0, т. к. рѣзецъ съ болѣе острыми углами заѣдаетъ, т.-е. стремится врѣзаться въ глубь металла, и потому обрабатываемая поверхность получается не гладкая. Въ нѣкоторыхъ же случаяхъ, какъ было уже сказано, стружки скалыванія и сопровождающая ихъ гладкая обрабатываемая поверхность получаются только при большихъ углахъ рѣзанія; а потому въ этихъ случаяхъ, желая получить

гладкую поверхность, приходится углы рѣзанія доводить до 90^0, несмотря на то, что при этомъ сопротивленіе рѣзанія значительно увеличивается.

Какъ видно въ выраженіе P совсѣмъ не входитъ уголъ зазора γ, слѣдовательно, съ теоретической точки зрѣнія уголъ зазора на процессъ рѣзанія вообще вліянія не оказываетъ. Тѣмъ не менѣе этотъ уголъ зазора практикой признается необходимымъ, иначе рѣзецъ, опираясь широкой поверхностью царапаетъ, а иногда и заѣдаетъ обрабатываемую поверхность [1]).

Формула (5) даетъ намъ наибольшую величину усилія P, которое приходится прикладывать къ рѣзцу. На самомъ же дѣлѣ усиліе это при рѣзаніи не остается постояннымъ, а колеблется въ нѣкоторыхъ предѣлахъ.

Дѣйствительно, наблюдая процессъ рѣзанія, мы замѣчаемъ, что рѣзецъ прежде всего начинаетъ вдавливаться въ металлъ, сжимаетъ его передъ собою; при чемъ сопротивленіе для движенія рѣзца все время увеличивается постепенно; затѣмъ начинается скалываніе элемента, въ то же время конецъ рѣзца начинаетъ снова сжимать передъ собою другой элементъ металла. При смятіи металла сопротивленіе возрастаетъ, измѣняясь приблизительно по закону параболлы; при скалываніи сопротивленіе въ теченіе нѣкотораго времени остается постояннымъ, затѣмъ начинаетъ падать; сначала быстро, потомъ нѣсколько медленнѣе. Если мы будемъ по оси абсциссъ откладывать пути, проходимые рѣзцомъ, а по оси ординатъ—преодоливаемыя имъ сопротивленія, отнесенныя къ единицѣ площади поперечнаго сѣченія стружки, то законъ ихъ измѣненія приблизительно выразится кривой, представленной на фиг. 13. Площадь $a\ b\ c$ будетъ пропорціональна работѣ, потребляемой для отдѣленія однаго элемента стружки. Нужно замѣтить, что величина $d\ c$, т.-е. величина абциссы, на которой происходитъ сдвигъ одного элемента стружки относительно другого и при которомъ сопротивленіе рѣзанія падаетъ до нуля, остается постояннымъ для каждаго металла.



Фиг. 13.

Если будемъ снимать болѣе тонкія стружки, при снятіи которой рѣзецъ пройдетъ только путь ef, то законъ сжатія выразится кривой eg, тоже близкой къ *параболлѣ*, сдвигъ же элемента представится кривой gh,

---

[1]) *James Hartness* (въ журналѣ „American Machinist“ стр. 807, 1908 г.) предлагаетъ рѣзцы безъ угла зазора, помѣщая ихъ въ державку такимъ образомъ, чтобы рѣзецъ давленіемъ стружки могъ поворачиваться около опорной поверхности, прижимаясь давленіемъ стружки къ обрабатываемой поверхности. *Получаемыя выгоды*: 1) Рѣзецъ разгружается отъ давленія въ направленіи питанія. 2) Уменьшается дрожаніе. 3) Увеличивается уголъ заострѣнія, что допускаетъ уменьшить уголъ рѣзанія и уменьшить сопротивленіе рѣзанія. 4) Уменьшеніе давленія на рѣзецъ—увеличиваетъ точность работы. Признаетъ ли такіе рѣзцы практика, пока остается вопросомъ не рѣшеннымъ.

при чемъ сопротивленіе не успѣетъ упасть до нуля, т.-е. отдѣльные элементы стружки не будутъ вполнѣ раздѣлены другъ отъ друга, стружка получится болѣе сливнаго сложенія.

Если мы максимальное сопротивленіе на рѣзецъ обозначимъ черезъ P, то не трудно видѣть, что среднее давленіе за періодъ сжатія будетъ представлять нѣкоторую меньшую величину $P_0' = \xi' P$, а за періодъ скалыванія $P_0'' = \xi'' P$ при чемъ ξ' для всякой толщины стружки будетъ имѣть одну и ту же величину, около 2/3. Что же касается до ξ'', то, какъ видно изъ фиг. 13, ξ'' тѣмъ больше, чѣмъ тоньше стружка, поэтому вообще $\xi'' = f\left(\frac{1}{e}\right)$ и среднее сопротивленіе при отдѣленіи стружки будетъ:

$$P_0 = P_0' + P_0'' = P\left[\xi' + f\left(\frac{1}{e}\right)\right]$$

т.-е. чѣмъ стружка толще, тѣмъ среднее сопротивленіе на рѣзецъ меньше. При чемъ это уменьшеніе идетъ нѣсколько быстрѣе для мягкихъ и тягучихъ металловъ, чѣмъ для хрупкихъ.

Эта величина средняго давленія на рѣзецъ можетъ оказаться намъ полезной при опредѣленіи работы, потребной для снятія извѣстной стружки. Понятно, что работа будетъ равна

$$L = \eta\, P_0\, V.\omega$$

гдѣ ω — площадь поперечнаго сѣченія стружки, P_0 — среднее усиліе, преодолѣваемое рѣзцомъ, V — скорость рѣзанія и η — коэффиціентъ полезнаго дѣйствія станка. На основаніи опытовъ К. А. Зворыкина, среднее давленіе на рѣзецъ, нужное для снятія стружки въ 1 кв. мм. P_0, можетъ быть выражено при помощи формулы.

$$P_0 = \xi\, \frac{T.k}{\sqrt[3]{e}}$$

Числовыя величины для элементовъ, составляющихъ формулу, найдутся въ слѣдующей таблицѣ:

	α.	Чугунъ.	Бронза.	Желѣзо.	Сталь.
		Величина ξ.			
	45°	1,71	1,71	1,78	1,78
	55°	2,04	2,04	2,03	2,03
	65°	2,33	2,33	2,30	2,30
	75°	2,73	2,73	2,62	2,62
	90°	3,56	3,56	3,20	3,20
Коеф. крѣп.	T	11,2	16,2	23,2	29,2
Коеффиц.	k	2	1,25	1,85	2,22

Толщина стружки e въ мм.

Нужно сознаться, что стараніе создать теорію рѣзанія, устанавливающую зависимость между сопротивленіемъ рѣзанія и величиной угловъ рѣзанія, имѣетъ мало практическаго значенія, такъ какъ опредѣленная такимъ образомъ величина давленія стружки на рѣзецъ, не можетъ быть принята въ основаніе расчета машинъ-орудій, и для этой цѣли приходится руководствоваться данными, выработанными предшествовавшей практикой въ этой области машиностроенія. Машины должны быть построены не только достаточно прочно, но и достаточно жестко, чтобы онѣ не пружинили; иначе будетъ получаться неточная работа, а это условіе можно выполнить гораздо легче и надежнѣе путемъ непосредственнаго опыта, чѣмъ при помощи теоретическихъ вычисленій.

Разсматривая же другую сторону вопроса о рѣзаніи—*экономическую*, наивыгоднѣйшіе углы рѣзанія должны выбираться не изъ соображеній получить наивыгоднѣйшее сопротивленіе рѣзанія, а *изъ условія получить возможно большія скорости рѣзанія*, отъ которыхъ главнымъ образомъ и зависитъ производительность работы. А когда, исходя изъ этого условія углы рѣзанія будутъ установлены, то полезно прослѣдить какіе факторы, помимо угловъ рѣзанія, вліяютъ на величину давленія стружки на рѣзецъ. Эти данныя могутъ помочь выбрать подходящіе размѣры стружекъ для даннаго станка.

7. Опыты Тайлора.[1]) Наиболѣе обширные опыты надъ сопротивленіемъ рѣзанія, принимая во вниманіе скорость рѣзанія, и дающіе наиболѣе достовѣрные результаты, были произведены въ послѣднее время *Тайлоромъ*. Вотъ къ какимъ выводамъ онъ пришелъ:

1)—Невозможно установить какого-либо закона, выражающаго зависимость между давленіемъ стружки на рѣзецъ и скоростью рѣзанія, а также и качествомъ обрабатываемаго металла, хотя вообще давленіе стружки на рѣзецъ будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше живое сопротивленіе металла, т.-е. чѣмъ больше его коэффиціентъ крѣпости и удлиненіе при разрывѣ. Нужно при этомъ имѣть въ виду, что при твердомъ, хрупкомъ металлѣ стружка быстро раздробляется и давящая поверхность на рѣжущую грань рѣзца получается меньше, чѣмъ при вязкомъ металлѣ, а потому, *хотя при рѣзаніи твердаго металла давленіе на единицу поверхности рѣзца будетъ и больше, чѣмъ при рѣзаніи мягкаго металла, тѣмъ не менѣе общее давленіе стружки на рѣзецъ, при томъ же поперечномъ сѣченіи стружки, будетъ больше для мягкаго металла, чѣмъ для твердаго.*

Скорость рѣзанія, повидимому, не имѣетъ замѣтнаго вліянія на величину давленія стружки.

Изъ своихъ изслѣдованій Тайлоръ нашелъ, что *для чугуна* величина давленія стружки на рѣзецъ, на каждый кв. мм. поперечнаго сѣченія стружки, измѣняется въ предѣлахъ отъ 49 кгр., для мягкаго чугуна и крупной подачи, до 140 кгр., для твердаго чугуна и мелкой

---

[1]) On the art of cutting metals. Trans. Americ. Soc. Mechan. Eng. 1906.

подачи рѣзца. Если такое относительное давленіе будетъ опредѣлено для стружки даннаго размѣра и будетъ равно C, то для стружекъ другихъ размѣровъ оно выразится формулой

$$C' = \frac{C}{\left(\frac{D}{D}\right)^{1/15} \cdot \left(\frac{F}{F}\right)^{1/4}}.$$

гдѣ D—глубина рѣзанія,

F—толщина стружки или величина подачи.

Изъ этой формулы видно, что *относительное* давленіе чугунной стружки на рѣзецъ уменьшается съ увеличеніемъ какъ толщины, такъ и ширины стружки, при чемъ уменьшеніе толщины вліяетъ болѣе сильно.

Для различныхъ сортовъ стали давленіе на кв. мм. поперечнаго сѣченія стружки измѣнялось отъ 130 кгр. до 235 кгр. Обозначая *относительное* давленіе для стальной стружки даннаго размѣра черезъ C, для стружекъ другихъ размѣровъ оно выразится формулой

$$C' = \frac{C}{\left(\frac{F}{F}\right)^{1/15}}$$

Кромѣ того, давленіе стальной стружки на рѣзецъ зависитъ какъ отъ сопротивленія стали растяженію, такъ и отъ ея вязкости, увеличиваясь съ увеличеніемъ обѣихъ этихъ величинъ, при чемъ увеличеніе сопротивленія растяженію больше вліяетъ на увеличеніе этого давленія, чѣмъ увеличеніе вязкости.

Такъ, обращаясь къ опытамъ Тайлора находимъ слѣдующія данныя:

Сопротивленіе растяженію въ тон. на кв. дм.	Удлиненіе %	Давленіе стружки въ тон./кв. дм.	Скорость рѣзанія въ фут./мин.
30	29	128	111
35	30	138	64
52	14	168	41

8. Сила, потребная для питанія рѣзца. Опредѣленіе усилія, которое нужно приложить къ рѣзцу при его питаніи, весьма важно при конструированіи машинъ-орудій, такъ какъ по этому усилію должны разсчитываться питающіе механизмы. Нужно признать, что это усиліе обыкновенно оцѣнивается недостаточно. Испытанія производятся съ рѣзцами острыми, и полученные результаты принимаются какъ данныя при расчетѣ машинъ-орудій. Между тѣмъ это усиліе быстро возрастаетъ съ претупленіемъ рѣзца, и если этого не принять во вниманіе, то очень легко при неправильно разсчитанной передачѣ или сломать рѣзецъ или вызвать поломку самой машины. Имѣя это въ виду, Тайлоръ продѣлалъ опыты

съ рѣзцомъ тупымъ, который можетъ встрѣтиться въ заводской практикѣ лишь при крайней небрежности рабочаго, но который все же можетъ оказаться при работѣ и который поэтому нужно имѣть въ виду при расчетѣ станковъ. Эти опыты привели къ заключенію, что *для надежности работы станка и для сообщенія достаточной прочности питающему механизму давленіе на рѣзецъ при питаніи нужно принимать равнымъ давленію стружки на рѣзецъ*. Оба эти давленія направлены почти взаимно перпендикулярно.

9. Скорость рѣзанія. Въ вопросѣ о рѣзаніи металловъ весьма существеннымъ является скорость, съ которой рѣзецъ можетъ срѣзать матеріалъ. Допустимая скорость рѣзанія зависитъ отъ нѣсколькихъ факторовъ; отъ свойствъ обрабатываемаго матеріала, отъ формы и размѣровъ издѣлія, отъ формы и состоянія рѣзца, отъ размѣровъ стружекъ и, наконецъ, отъ матеріала, изъ котораго приготовленъ рѣзецъ. О вліяніи всѣхъ этихъ факторовъ въ своихъ мѣстахъ будетъ указано болѣе подробно, здѣсь же мы остановимся на матеріалѣ для рѣзцовъ.

10. Углеродистая сталь. Съ глубокой древности до сравнительно послѣдняго времени матеріаломъ для рѣзцовъ служила *углеродистая сталь*, т.-е. желѣзо съ примѣсью углерода въ количествѣ отъ 0,75% до 1,5%. Кромѣ углерода такая сталь содержала и другія примѣси въ очень незначительныхъ количествахъ, но эти примѣси являлись случайными; нѣкоторыя изъ нихъ (кремній, марганецъ) были полезны, другія (фосфоръ, сѣра), напротивъ, были вредны. Главной же примѣсью, обусловливающей свойства углеродистой стали, былъ углеродъ.

Углеродистая сталь обладаетъ свойствомъ **закала**, т.-е., будучи нагрѣта въ предѣлахъ отъ 700° до 900° Ц. (въ зависимости отъ содержанія углерода) и затѣмъ быстро охлаждена (напримѣръ, опущена въ воду), сталь пріобрѣтаетъ очень большую твердость и въ такомъ закаленномъ состояніи является прекраснымъ матеріаломъ для рѣжущаго орудія, такъ какъ рѣзецъ изъ закаленной стали способенъ проникать даже въ очень твердые матеріалы.

Но та же углеродистая сталь обладаетъ другимъ свойствомъ — свойствомъ **отпуска**, т.-е., если закаленную сталь нагрѣть, хотя и ниже температуры закала, то сталь теряетъ часть своей твердости, какъ говорятъ *сталь отпускается*. Потеря твердости или степень отпуска будетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ до болѣе высокой температуры сталь нагрѣвается при отпускѣ. Въ виду такого свойства углеродистой стали, она иногда называется также **отпускающейся сталью** [1]).

Это свойство углеродистой стали терять твердость или закалъ при нагрѣваніи очень ограничиваетъ скорость рѣзанія, такъ какъ при рѣзаніи, вслѣдствіе трепія стружки, рѣзецъ нагрѣвается, теряетъ закалъ, притупляется и перестаетъ рѣзать.

Пока металлы подвергались ручной обработкѣ, закаленная углеродистая сталь, благодаря своей твердости, являлась незамѣнимымъ мате-

[1]) Объясненіе явленія закала и отпуска см. Технологію металловъ, часть I.—Общія свойства металловъ.

ріаломъ для ручныхъ инструментовъ (зубило, пила). Въ прежнее время при дешевомъ ручномъ трудѣ и несовершенствѣ машинъ-орудій обработка металловъ велась главнымъ образомъ въ ручную (ковка, обрубка, опиловка), а также при помощи отливки и только особо точныя поверхности обрабатывались на станкахъ рѣзцами. Скорость рѣзанія и производительность машинъ были очень невелики: въ серединѣ прошлаго вѣка на самыхъ крупныхъ самоточкахъ не снимали больше 5 кгр. металла въ часъ.

По мѣрѣ того какъ совершенствовались машины, ручная обработка все болѣе и болѣе замѣнялась машинной и вмѣстѣ съ тѣмъ, подъ вліяніемъ конкуренціи, явилось стремленіе повысить производительность работы, повышая скорость рѣзанія, и въ этомъ отношеніи недостатокъ углеродистой стали сталъ очень замѣтенъ и заставилъ металлурговъ изыскивать средства повысить стойкость стали при рѣзаніи.

11. Сталь Мошетъ. Между 1860 и 1870 г. *Робертъ Мошетъ*, директоръ англійскаго металлургическаго завода The Titanic Steel Company— открылъ, что если къ стали прибавить значительное количество вольфрама и марганца, то сталь пріобрѣтаетъ особыя свойства, а именно, будучи нагрѣта до высокихъ температуръ и затѣмъ охлаждена на воздухѣ, сталь получаетъ такой же закалъ, какъ углеродистая сталь при охлажденіи въ водѣ; кромѣ того сталь Мошетъ мало теряла закалъ при нагрѣваніи. Вслѣдствіе такихъ свойствъ, этой стали присвоили названіе **самозакаливающейся**, или *самокала*. Составъ стали Мошетъ по анализамъ Тайлора таковъ:

Вольфрама . . .	5,441%	Хрома	0,398%
Марганца . . .	1,578%	Углерода. . . .	0,150%
Кремнія	1,044%	Желѣза	остальное

По опытамъ Тайлора примѣненіе стали Мошетъ дало возможность повысить скорость рѣзанія твердыхъ металловъ на 45%, а скорость рѣзанія мягкой стали на 90%.

Сталь Мошетъ быстро вошла въ употребленіе, хотя впервые ее совершенно неправильно примѣняли только для рѣзанія очень твердыхъ металловъ, на самомъ дѣлѣ, какъ показали опыты Тайлора, примѣненіе ее для рѣзанія мягкихъ металловъ еще выгоднѣе.

Послѣ 1885 года многіе сталезаводчики начали выдѣлывать имитаціи стали Мошетъ, измѣняя ея составъ, и еще болѣе повысили рѣжущія качества стали.

12. Быстро-рѣжущая сталь. Въ 1900 г. на Всемірной Парижской Выставкѣ были демонстрированы рѣзцы Тайлоръ - Уйта, которые рѣзали сталь съ громадными скоростями, при чемъ сами, будучи раскалены докрасна, не утрачивали своей рѣжущей способности Какъ потомъ оказалось, такой эффектъ получался не отъ примѣненія какой-либо особой стали, а лишь отъ особаго термическаго способа обработки существовавшей въ то время уже самозакаливающейся стали, открытаго *Тайлоромъ и Уайтомъ*. Эти два экспериментатора открыли, что если самозакаливающуюся сталь нагрѣть до возможно высокихъ температуръ, такъ

что сталь начнетъ плавиться, то, вопреки существовавшему тогда мнѣнію, сталь при этомъ не только не портится, а, наоборотъ, пріобрѣтаетъ замѣчательное свойство: *сохранять особую твердость и стойкость при нагрѣвѣ до краснаго каленія*, хотя въ холодномъ состояніи такая сталь сравнительно мягка и ее можно легко пилить подпилкомъ изъ углеродистой стали.

Со времени введенія способа Тайлоръ-Уайта, обработанной такимъ способомъ самозакаливающейся стали присвоили названіе *быстрорѣжущей стали*. Благодаря своему отличительному свойству—*твердости при красномъ каленіи*, быстрорѣжущая сталь позволила увеличить во много разъ скорости рѣзанія и размѣры снимаемыхъ стружекъ и вошла теперь во всеобщее употребленіе, такъ что для грубой обработки издѣлій рѣзцы не изъ быстрорѣжущей стали можно встрѣтить лишь на отсталыхъ заводахъ.

Насколько увеличилась производительность машинъ, благодаря усовершенствованію инструментальной стали, можно судить по тому, что обычныя скорости рѣзанія при сниманіи крупной стружки со стали средней твердости для рѣзцовъ изъ:

углеродистой стали	100 мм.	въ сек.
самозакаливающейся стали . .	190 мм	„ „
быстрорѣжущей стали.	500 мм.	„ „

Въ то время какъ при углеродистой стали самоточка снимала въ часъ до 5 кгр. стружекъ и затрачивала не больше 5 л. с., при быстрорѣжущей стали самоточки снимаютъ болѣе 200 кгр. стружекъ въ часъ и затрачиваютъ до 90 силъ.

Введеніе быстрорѣжущей стали произвело совершенный переворотъ въ обработкѣ металловъ рѣзаніемъ. Вслѣдствіе повышенія во много разъ производительности машинъ-орудій и происходящаго отъ этого удешевленія, оказалось болѣе выгоднымъ многія работы, которыя прежде исполнялись при помощи ковки и отливки, производить при помощи рѣзанія; такимъ образомъ процессъ рѣзанія металловъ сталъ примѣняться въ широкомъ объемѣ для грубой обработки, въ то время какъ прежде, при углеродистой инструментальной стали, рѣзаніе примѣнялось главнымъ образомъ для точной окончательной отдѣлки издѣлій.

Въ виду новизны вопроса о примѣненіи быстрорѣжущей стали приведемъ здѣсь тѣ указанія, которыя Тайлоръ даетъ по поводу термической обработки быстрорѣжущихъ рѣзцовъ.

Въ настоящее время существуетъ очень много сортовъ стали, вполнѣ пригодныхъ для приготовленія быстрорѣжущихъ рѣзцовъ. Составъ этихъ сталей колеблется въ очень широкихъ предѣлахъ. Тайлоръ приводитъ, какъ одной изъ лучшихъ современныхъ быстрорѣжущихъ сталей, слѣдующій составъ.

Вольфрама . . .	18,91%	Марганца . . .	0,11%
Хрома	5,47%	Ванадія	0,29%
Углерода. . . .	0,67%	Кремнія	0,043

остальное желѣзо.

13. Термическая обработка быстрорѣжущихъ рѣзцовъ по способу Тайлоръ-Уайта. Въ теченіе 1906 года Тайлоръ досталъ всѣ сорта быстрорѣжущей стали, которые получили наибольшую извѣстность въ Англіи, Германіи и Америкѣ, и продѣлалъ съ приготовленными изъ различныхъ сортовъ стали рѣзцами, имѣвшими совершенно одинаковыя очертанія, серіи тщательныхъ испытаній съ цѣлью опредѣлить, какого химическаго состава и какой тепловой обработки рѣзецъ можетъ дать наибольшую скорость рѣзанія. Во всѣхъ этихъ опытахъ при нагрѣваніи рѣзцовъ руководствовались инструкціями производящихъ сталь заводовъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ заводчики сами присылали своихъ людей для наблюденія за опытами. Въ добавленіе къ этому подобные же рѣзцы или тѣ же самые рѣзцы, приготовленные изъ стали каждой марки, подвергались тепловой обработкѣ по способу въ патентѣ Тайлора № 668269 отъ 19-го февраля 1901 года. Оказалось, что во всѣхъ случаяхъ рѣзцы, обработанные по способу Тайлора, получались болѣе однородными и давали возможность развить нѣсколько бо̀льшую скорость рѣзанія, чѣмъ рѣзцы изъ стали той же марки, обработанные согласно инструкціямъ заводчиковъ.

Поэтому взамѣнъ детальныхъ инструкцій относительно тепловой обработки такихъ рѣзцовъ приводимъ патентную спесификацію Тайлора.

14. Первый, или высокій нагрѣвъ быстро-рѣжущихъ рѣзцовъ — почти до температуры плавленія.—Послѣ того, какъ рѣзецъ откованъ, всю вершину его нужно медленно и равномѣрно нагрѣть до свѣтло-краснаго каленія такъ, чтобы теплота могла проникнуть до самаго центра рѣзца; такимъ нагрѣваніемъ предупреждается появленіе трещинъ, могущее случиться при нагрѣваніи слишкомъ быстромъ. Наоборотъ, отъ температуры свѣтло-краснаго каленія до температуры почти плавленія нагрѣваніе нужно производить возможно быстро, въ очень горячемъ огнѣ до тѣхъ поръ, пока вершина не начнетъ размягчаться; фактически, если даже крайнія подверженныя дѣйствію огня части вершины слегка расплавятся, то это не составитъ бѣды. Этотъ второй нагрѣвъ тоже нужно производить тщательно и равномѣрно и нужно выждать, чтобы вершина рѣзца достигала одинаковой повсюду температуры.

Не нужно примѣнять какого-либо особаго метода или аппарата для того, чтобы нагрѣть вершину рѣзца до этой высокой температуры. Весь конецъ рѣзца, отъ подошвы до вершины, долженъ быть однообразно нагрѣтъ до одной и той же температуры.

Если огонь горна достаточно интенсивенъ, двухъ или трехъ-дюймовый рѣзецъ можетъ быть нагрѣтъ отъ свѣтло-вишневаго каленія до плавленія въ 3 минуты. Однако, не имѣя спеціально устроеннаго горна, трудно получить однообразный и интенсивный огонь, могущій нагрѣть рѣзецъ указаннаго размѣра въ три минуты. Меньшіе рѣзцы требуютъ отъ $^3/_4$ до 1 минуты и больше, въ зависимости отъ ихъ размѣровъ и напряженности огня, для того, чтобы нагрѣться отъ свѣтло-вишневаго каленія почти до плавленія.

Очень важно, чтобы огонь былъ горячъ и интенсивенъ. Если вершина рѣзца подвержена высокой температурѣ (отъ красн. каленія до

почти плавленія) въ теченіе слишкомъ долгаго времени или если огонь не достаточно напряженный, крайніе наружные слои рѣзца иногда повреждаются, вѣроятно вслѣдствіе окисленія, и, приготовляя рѣзецъ, нужно тамъ, гдѣ это возможно, сдѣлать его такимъ, чтобы послѣ отковки съ него при первой заточкѣ можно было снять отъ $^1/_{16}$" до $^1/_8$"; это даетъ рѣзецъ, съ которымъ сразу можно будетъ работать при максимальной скорости.

15. Охлажденіе быстро-рѣжущихъ рѣзцовъ отъ ихъ высокаго нагрѣва.—Для того, чтобы быстро-рѣжущіе рѣзцы получились наиболѣе экономичными, ихъ нужно послѣ того, какъ они были нагрѣты вышеуказаннымъ образомъ, *быстро охладить* до температуры приблизительно равной 850° Ц. Послѣ этого рѣзецъ нужно подвергнуть вторичному охлажденію отъ этой температуры до температуры наружнаго воздуха, при чемъ безразлично, какъ это охлажденіе производить—быстро или медленно.

Наилучшій способъ быстро охладить рѣзецъ отъ его высокаго нагрѣва до температуры 850° Ц.—это погрузить его въ ванну изъ свинца расплавленнаго и нагрѣтаго до-красна. Можно погружать рѣзцы въ свинцовую ванну, поддерживаемую при однообразной температурѣ въ 640°, потомъ пользуются той же самой ванной для того, чтобы сообщить рѣзцамъ ихъ вторичный низкій нагрѣвъ.

Ванна эта должна содержать въ себѣ достаточно много свинца (около 1650 кгр. свинца); для того, чтобы температуру ея можно было поддерживать однообразной. Наибольшаго размѣра рѣзецъ, нагрѣтый до высокаго нагрѣва и погруженный въ такую ванну, очень мало повліяетъ на ея температуру. Напротивъ, если содержаніе ванны невелико и если въ нее погружать одинъ рѣзецъ за другимъ такъ, что второй погружается до того еще, какъ первый успѣлъ охладиться равномѣрно до температуры ванны, свинецъ можетъ перегрѣться и, если это повышеніе температуры свинца дойдетъ до 675°, оно можетъ очень вредно отозваться на рѣзцѣ.

Ни въ какомъ случаѣ нельзя повышать температуру рѣзца, даже на весьма малую величину, во время процесса его охлажденія; температура рѣзца должна либо оставаться абсолютно постоянной, либо должна непрерывно понижаться съ самаго перваго момента процесса охлажденія: въ противномъ случаѣ, повторяемъ, рѣзецъ будетъ испорченъ. Всякое незначительное, даже временное повышеніе температуры рѣзца во время процесса охлажденія безусловно вредно. Это однако относится лишь къ охлажденію рѣзца до температуры около 675°; при охлажденіи же его отъ этой температуры до температуры воздуха рѣзецъ можно время отъ времени нагрѣвать или охлаждать безъ всякаго для него вреда. Замѣтимъ также, что и въ теченіе первой стадіи высокаго нагрѣва рѣзца, т.-е. при нагрѣваніи его отъ холоднаго состоянія, его можно, безъ всякаго для него вреда, тоже временно слегка охладить и потомъ снова нагрѣть.

Выше описанный процессъ извѣстенъ подъ названіемъ перваго или высокаго нагрѣва рѣзца; вкратцѣ онъ сводится къ слѣдующему:

а) медленно нагрѣть рѣзецъ до 815° Ц.;

b) быстро нагрѣть отъ этой температуры до температуры, чуть низшей плавленія (температуры высокаго нагрѣва);

c) быстро охладить рѣзецъ отъ температуры высокаго нагрѣва до температуры 850° Ц.;

d) быстро или медленно охладить отъ этой температуры до температуры наружнаго воздуха.

16. Второй, или низкій нагрѣвъ. — Этотъ процессъ состоитъ въ томъ, что рѣзецъ, подвергавшійся уже первому высокому нагрѣву, нагрѣвается вновь до температуры отъ 390° до 690° Ц., при чемъ лучшіе результаты получаются при температурахъ болѣе высокихъ (но внутри однако этихъ предѣловъ).

Для этого нагрѣванія лучше всего помѣстить рѣзецъ въ свинцовую ванну, содержащую около 1650 кгр.. металла, температура котораго можетъ быть поддерживаема равномѣрной, въ предѣлахъ нѣсколькихъ градусовъ, около 640° при помощи крайне простого оптическаго пирометра; затѣмъ рѣзецъ охлаждается до температуры наружнаго воздуха, либо подвергнувъ его дѣйствію дутья, либо просто положивъ гдѣ-либо въ мастерской. Держать рѣзецъ въ ваннѣ нужно около 5 минутъ. Для того, чтобы избѣжать опасности появленія трещинъ въ рѣзцѣ во время нахожденія его въ ваннѣ, особенно, если рѣзецъ сложной формы, его нужно передъ погруженіемъ въ ванну подвергнуть медленному нагрѣванію.

Температура свинцовой ванны въ 640° рекомендуется потому, что даже при ваннѣ, мало чувствительной къ колебаніямъ температуры всегда существуетъ опасность, что вслѣдствіе небрежности рабочаго температура ея, а съ нею и находящагося въ ней рѣзца можетъ подняться до критической температуры 690°; а между тѣмъ, если позволить рѣзцу хотя бы на короткое время принять такую высокую температуру, то его свойство „твердости при красномъ каленіи“ весьма серьезно пострадаетъ, и скорость рѣзанія значительно понизится. Повышеніе температуры рѣзца до 750° окончательно уничтожаетъ свойство „твердости при красномъ каленіи“ и возвращаетъ рѣзецъ къ первоначальному состоянію, предшествовавшему процессу перваго, или высокаго нагрѣва.

Вкратцѣ второй, или низкій нагрѣвъ сводится къ слѣдующему:

a) къ нагрѣванію рѣзца до температуры ниже 690°, лучше даже до 650°, въ теченіе приблизительно 5 минутъ и

b) къ охлажденію рѣзца быстрому или медленному, до температуры наружнаго воздуха.

Благодѣтельное для рѣзца дѣйствіе второго нагрѣва можетъ быть осуществлено и инымъ путемъ, а именно, подвергая его работѣ рѣзанія до тѣхъ поръ, пока отъ тренія стружки вершина его не нагрѣется до 390—690°; послѣ этого рѣзецъ вынимается изъ суппорта и охлаждается до температуры наружнаго воздуха. Если такой рѣзецъ пустить затѣмъ опять въ работу, то мы найдемъ, что его „твердость при красномъ каленіи“ значительно увеличилась и что имъ можно вслѣдствіе этого работать при значительно большей скорости, чѣмъ та, при которой рѣзецъ могъ работать послѣ перваго и до второго нагрѣва.

17. На инструкціи, даваемыя заводчиками относительно тепловой обработки ихъ быстро-рѣжущихъ рѣзцовъ, нужно обращать мало вниманія. Всѣ хорошіе быстро-рѣжущіе рѣзцы должны быть обрабатываемы по одному и тому же простому методу.—Очень часто фабриканты утверждаютъ, что химическій составъ ихъ стали требуетъ „спеціальной обработки“, а между тѣмъ, какъ указано выше, опыты Тайлора съ несомнѣнностью обнаруживаютъ, что ни одинъ изъ рекомендованныхъ методовъ не даетъ рѣзцовъ, превосходящихъ своей твердостью при красномъ каленіи (т.-е. способностью къ высокой скорости рѣзанія) и однообразіемъ рѣзцы, полученные по методу Тайлора. Это относится одинаково ко всѣмъ маркамъ быстро-рѣжущей стали, дающимъ первоклассные рѣзцы, каковъ бы ни былъ ихъ химическій составъ.

18. Лучшій методъ обработки рѣзцовъ въ небольшихъ мастерскихъ.—Существуетъ много небольшихъ мастерскихъ, которымъ было бы, пожалуй, невыгодно имѣть у себя всѣ аппараты, необходимые для нагрѣванія рѣзцовъ по указанному методу; для такихъ мастерскихъ Тайлоръ рекомендуетъ слѣдующій способъ обработки:

Послѣ того какъ рѣзецъ откованъ и до того какъ сообщить ему высокій нагрѣвъ, въ горнъ нужно подбавить топлива, которое можетъ быть либо коксомъ съ размѣромъ кусковъ приблизительно въ англійскій орѣшковый уголь [1]), либо первоклассным кузнечнымъ углемъ, дающимъ мягкій огонь; слой топлива долженъ быть таковъ, чтобы образовать для рѣзца хорошее глубокое ложе. Затѣмъ въ горнъ нужно положить нѣсколько подвергаемыхъ обработкѣ рѣзцовъ такъ, чтобы верхушки ихъ были на небольшомъ разстояніи отъ самой горячей части огня и могли такимъ образомъ подогрѣваться въ то время, какъ весь огонь раздувается до надлежащей напряженности. Когда огонь сталъ достаточно напряженнымъ, рѣзцы нужно нагрѣть по одному надъ самой горячей частью огня и притомъ возможно быстрѣе почти до температуры плавленія. Во время этого нагрѣванія они должны быть часто переворачиваемы для того, чтобы нагрѣваніе ихъ оказалось равномѣрнымъ во всемъ ихъ концѣ. Какъ только рѣзецъ достигъ своего высокаго нагрѣва, его нужно помѣстить верхушкой подъ сильную струю воздуха, дѣйствію котораго онъ долженъ подвергаться до тѣхъ поръ, пока не охладится до температуры помѣщенія.

Къ несчастію однако, огонь горна настолько неглубокъ, что онъ не въ состояніи сохранять свою наибольшую напряженность болѣе, чѣмъ въ теченіе немногихъ минутъ, такъ что только эти немногія минуты и могутъ дать первоклассные быстро-рѣжущіе рѣзцы; и изъ кузнечныхъ горновъ ежедневно получается большое количество быстро-рѣжущихъ рѣзцовъ, нагрѣтыхъ не при достаточно напряженномъ огнѣ, и потому обладающихъ и малой твердостью при красномъ каленіи и плохими рѣжущими свойствами.

19. Въ средней мастерской для нагрѣванія рѣзцовъ почти до плавленія лучше употреблять коксъ, чѣмъ кузнечный уголь.—Въ общемъ

---

[1]) Т.-е. около 1 дм.

огонь, разведенный на коксѣ, нужно считать лучше огня, разведеннаго на кузнечномъ углѣ, потому что на коксѣ кузнецъ можетъ скорѣе и легче получить огонь, способный сохранять въ теченіе долгаго времени свою напряженность и быстро нагрѣвать рѣзцы почти до плавленія.

Коксъ слѣдуетъ накладывать въ цѣляхъ обезпеченія равномѣрности нагрѣва возможно толстымъ слоемъ. Практически невозможно услѣдить за тѣмъ, чтобы въ случаѣ огня, разведеннаго на углѣ, кузнецъ не продолжалъ нагрѣвать рѣзцы до ихъ высокаго нагрѣва и послѣ того, какъ надлежащая напряженность огня уже ослабѣла. Когда сквозь огонь продувается воздухъ и ударяетъ по горячему рѣзцу, онъ замѣтнымъ образомъ повреждаетъ наружные слои стали на глубину отъ 1,5 до 4,5 мм.

Охлажденіе рѣзца отъ его высокаго нагрѣва въ струѣ воздуха даетъ рѣзецъ столь же хорошій и столь же равномѣрный, какой можно получить и при всякомъ другомъ методѣ охлажденія, кромѣ метода, при которомъ рѣзецъ погружается въ горячую свинцовую ванну и который даетъ наилучшіе рѣзцы.

Всѣ другіе способы, дающіе болѣе быстрое охлажденіе рѣзцовъ — погруженіе ихъ въ воду или масло — дѣлаютъ рѣзецъ болѣе склоннымъ давать трещины и болѣе хрупкимъ, могущимъ сломаться во время работы, особенно, если нагрѣваніе его происходило не очень равномѣрно; помимо этого, охлажденіе въ водѣ или маслѣ нисколько не увеличиваетъ твердости рѣзца при красномъ каленіи сравнительно съ охлажденіемъ въ струѣ воздуха.

Сказанное относится ко всѣмъ безъ исключенія сталямъ, химическій составъ которыхъ позволяетъ дѣлать изъ нихъ хорошіе современные быстро-рѣжущіе рѣзцы, и не нужно обращать рѣшительно никакого вниманія на всѣ другія спеціальныя указанія, даваемыя заводчиками.

Можно сказать, что любая изъ первоклассныхъ марокъ быстро-рѣжущихъ сталей въ достаточной мѣрѣ хороша. Неудачи примѣненія зависятъ не отъ недостатковъ самой стали, а отъ неумѣнія обращаться съ ней при закалкѣ, поэтому на все сказанное нужно обратить особое вниманіе.

Для сообщенія быстро-рѣжущимъ рѣзцамъ ихъ высокаго, а также и ихъ низкаго нагрѣва, построено было много аппаратовъ; описаніе нѣкоторыхъ изъ нихъ помѣщено въ статьѣ Gledhill'a. „Развитіе и употребленіе быстро-рѣжущей стали“ (The Development and Use of High-Speed Steel), а также къ статьѣ O. M. Becker'a и Walter'a Brown'a въ „Engineering Magazine“, ноябрь, 1905.

20. Опасность перегрѣванія рѣзцовъ при затачиваніи. Какъ сказано, свойство твердости рѣзцовъ при красномъ каленіи серьезно страдаетъ при временномъ даже повышеніи ихъ температуры выше 690°, и смѣло можно сказать, что добрая половина быстро-рѣжущихъ рѣзцовъ, нынѣ употребляемыхъ въ механическихъ мастерскихъ, были болѣе или менѣе серьезно повреждены исключительно потому, что они были перегрѣты при затачиваніи. Даже и въ томъ случаѣ, когда во все время затачиванія

рѣзецъ обильно поливается водой, онъ можетъ легко перегрѣться, если вести затачиваніе форсированно или если прижимать рѣзецъ къ точилу. Это поврежденіе тѣмъ болѣе серьезно, что обнаруживается оно лишь во время работы рѣзца, когда замѣчаютъ, что рѣзецъ сталъ хуже рѣзать.

Иногда рѣзцы перегрѣваются и отъ работы при слишкомъ большой скорости рѣзанія, но въ этомъ случаѣ поврежденіе легче обнаруживается, и потому оно не столь опасно, какъ перегрѣваніе на точилѣ. Рѣзецъ, перегрѣтый на точилѣ или при рѣзаніи, легко исправить, если сточить съ него на томъ же точилѣ слой отъ 1,5 до 4,5 мм., потому что перегрѣваніе при затачиваніи или при работѣ на станкѣ рѣдко проникаетъ болѣе чѣмъ на эту глубину.

Тайлоръ совѣтуетъ тѣмъ, кто желаетъ имѣть хорошіе однообразные рѣзцы, это—не экспериментировать съ новыми марками сталей. Введите у себя разъ навсегда лучшую марку, которую можете получить ко времени вашего выбора, и затѣмъ обращайте вниманіе на то, чтобы кузнецъ подогрѣвалъ каждый рѣзецъ однообразно и быстро до точки плавленія, и чтобы точильщикъ не перегрѣвалъ его при затачиваніи. Наблюдайте за кузнецомъ и точильщикомъ и не мѣняйте марки стали.

II. Условія наиболѣе экономичной обработки (по Тайлору [1]).

Нужно имѣть въ виду, что Тайлоръ разсматриваетъ вопросъ о рѣзаніи въ примѣненіи его къ грубой обработкѣ металловъ, когда приходится съ издѣлія снимать большія массы металла. Въ этомъ случаѣ вопросъ объ условіяхъ экономическаго рѣзанія пріобрѣтаетъ громадную важность, такъ какъ онъ главнымъ образомъ и обусловливаетъ стоимость черновой обработки.

Дальнѣйшая же отдѣлочная обработка зависитъ не столько отъ раціональной постановки процесса рѣзанія, сколько отъ совершенства машинъ орудій и мѣрительныхъ инструментовъ, и въ настоящее время все болѣе и болѣе вытѣсняется процессомъ шлифовки наждачными кругами.

Самое явленіе рѣзанія Тайлоръ описываетъ слѣдующимъ образомъ.

21. Дѣйствіе рѣзца. На фиг. 14 изображена рѣжущая часть рѣзца. Въ дальнѣйшемъ будутъ встрѣчаться слѣдующіе термины, требующіе поясненія.

Глубина рѣзанія—толщина слоя металла, снимаемаго съ обрабатываемаго предмета.

Толщина стружки—толщина спиральной ленты, снимаемой рѣзцомъ, при чемъ предполагается, что величина эта измѣряется въ то время, когда металлъ сохранилъ еще свою первоначальную плотность. На чер-

---

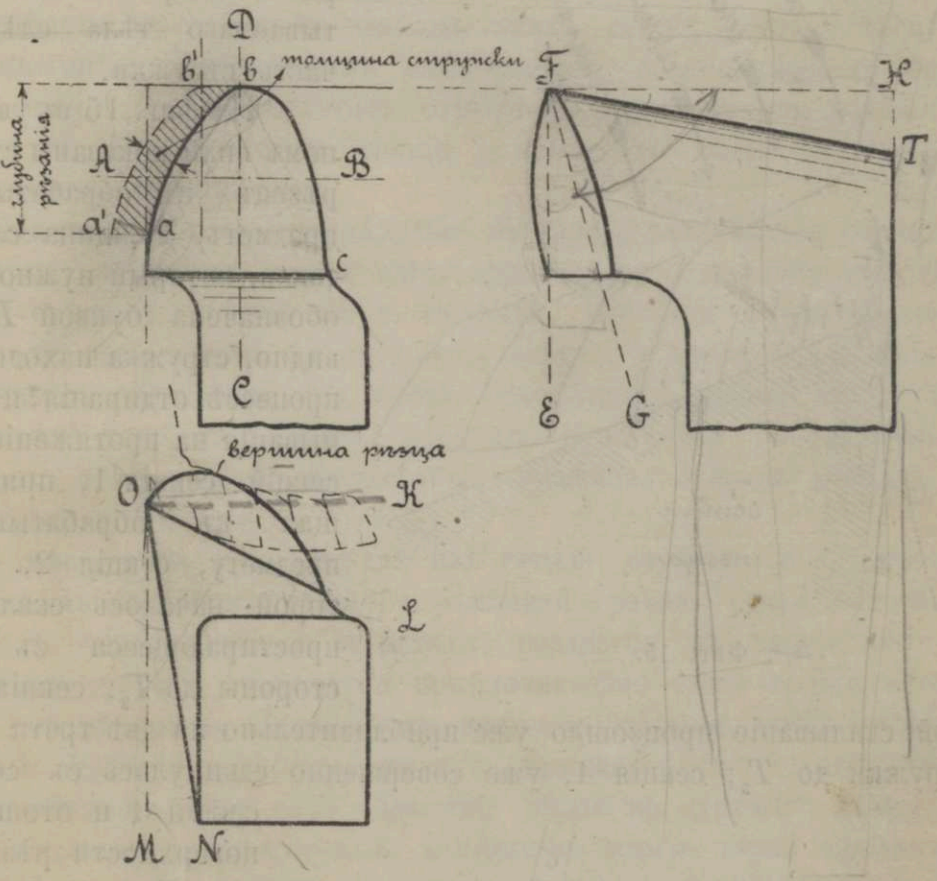
[1]) Опыты, послужившіе для выводовъ Тайлора, велись въ теченіе 25 лѣтъ, начиная съ 1889 г. Всего было произведено до 50000 опытовъ; при этомъ было снято стружекъ болѣе 800000 англ. фунт. и всего на производство этихъ опытовъ было затрачено до 400000 руб. Полностью докладъ Тайлора помѣщенъ въ Trans. Americ. Soc. Mechanic. Engineers. 1906 г., въ перев. Бюл. Политехн. Общества, Москва, 1907 г.

тежѣ воображаемое сѣченіе стружки заштриховано и, какъ видно, толщина стружки въ различныхъ мѣстахъ можетъ имѣть различную величину.

Величина питанія (на чертежѣ aa′=bb′)—величина, на которую передвигается рѣзецъ при каждомъ оборотѣ издѣлія на самоточкѣ, или послѣ каждаго хода рѣзца на строгальной машинѣ.

Рѣжущее ребро—ребро *ab*, въѣдающееся при рѣзаніи въ металлъ.

Рѣжущая грань—грань *abc*, на которую опирается стружка.



Фиг. 14.

Продольный уклонъ рѣжущей грани—уголъ EFG, измѣряемый въ плоскости CD.

Поперечный уклонъ рѣжущей грани—уголъ KOL, измѣряемый въ плоскости AB.

Боковыя грани рѣзца—поверхности NO и FT.

Вершина, или носокъ рѣзца — наиболѣе выступающая впередъ часть рѣжущей грани.

Уголъ рѣзанія—MOL.

Уголъ заострѣнія рѣзца—уголъ NOL.

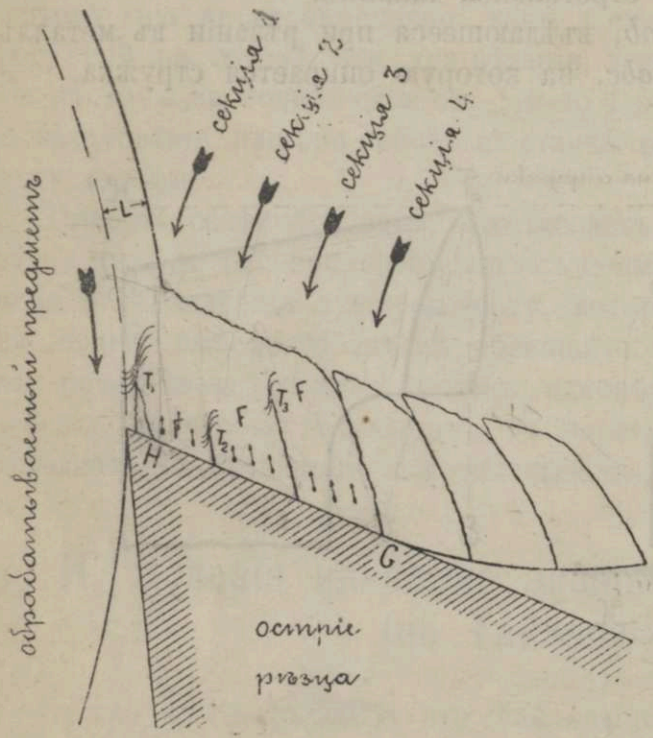
Уголъ зазора—уголъ MON и уголъ HFT.

Подошва рѣзца—мѣсто T, на которое опирается рѣзецъ.

22. Дѣйствіе вершины рѣзца. Фиг. 15—17 иллюстрируютъ дѣйствіе рѣзца, снимающаго стружку стали при нормальной скорости рѣзанія. При сниманіи „грубой“ стружки, происходитъ слѣдующее.

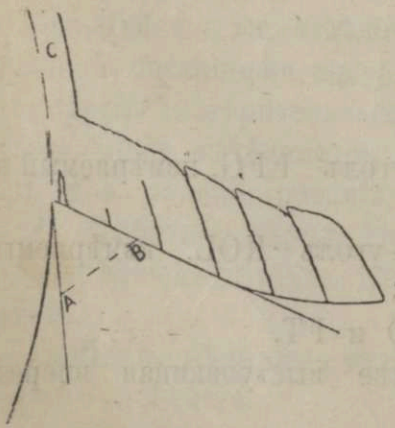
Боковая грань никогда не касается обрабатываемаго предмета, и рѣзаніе металла рѣзцомъ состоитъ въ томъ, что рѣжущая грань рѣзца давитъ и отдираетъ металлъ.

Послѣ того, какъ отдираніе стружки началось, послѣдняя, двигаясь по рѣзцу, раздробляется на отдѣльныя части; та часть стружки, которая давитъ еще на рѣжущую грань рѣзца, дѣйствуетъ при этомъ, какъ рычагъ, которымъ отдирается отъ обрабатываемаго тѣла слѣдующая часть стружки.

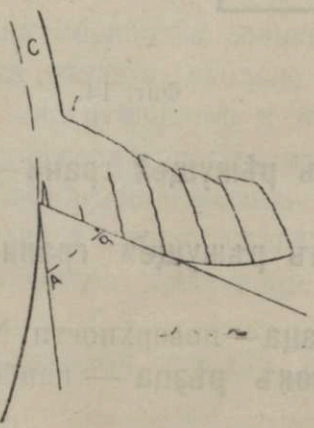


Фиг. 15.

На фиг. 15 въ увеличенномъ видѣ показаны стружка, рѣзецъ и обрабатываемый предметъ. Толщина слоя металла, который нужно снять, обозначена буквой L. Какъ видно, стружка находится въ процессѣ отдиранія и разламыванія на протяженіи трехъ секцій: секція 1, примыкающая къ обрабатываемому предмету, секція 2, въ которой началось скалываніе, простирающееся съ лѣвой стороны до T_2; секція 3, въ которой скалываніе произошло уже приблизительно на двѣ трети толщины стружки до T_3; секція 4, уже совершенно сдвинулась съ сосѣдней секціи 3 и отошла отъ поверхности рѣзца.



Фиг. 16.
Стружки мягкой стали.



Фиг. 17.
Стружки твердой стали.

Разсматривая размѣры отдѣльныхъ частей стружки, мы видимъ, что ширина секцій, на которыя стружка разламывается, въ основаніи ихъ приблизительно вдвое больше толщины первоначальнаго слоя металла, который нужно удалить, въ верхней части отношеніе это уменьшается. Кромѣ того, вышина этихъ секцій приблизительно втрое больше толщины снимаемаго слоя. Нужно при этомъ имѣть въ виду, что размѣры секцій стружки зависятъ отъ твердости металла (на фиг. 15 обрабатываемый металлъ—мягкая сталь съ сопротивленіемъ на разрывъ 40 кгр./кв. мм.),

а также до нѣкоторой степени отъ поперечнаго и продольнаго уклоновъ рѣжущей грани рѣзца. **Чѣмъ тверже металлъ, тѣмъ меньше будетъ** (по отношенію къ толщинѣ снимаемаго слоя) **длина стружки; другими словами, при одномъ и томъ же рѣзцѣ стружка, снимаемая съ мягкаго металла, деформируется значительно больше, чѣмъ стружка, снимаемая съ твердой стали.** Стружка опирается на поверхность рѣзца, скажемъ, отъ точки H до точки G и на всемъ этомъ протяженіи она находится подъ давленіемъ рѣзца. Давленіе это передается черезъ каждую изъ секцій 1 и 2 стружки, въ направленіи малыхъ стрѣлокъ къ верхнимъ частямъ этихъ секцій, остающихся пока несломанными и дѣйствующими какъ рычагъ, соединенный съ верхней частью секціи 1; рычагъ этотъ отрываетъ секцію 1 отъ издѣлія какъ показано въ T_1. Отрыванію секціи 1 помогаетъ также давленіе рѣзца на ея нижнюю поверхность.

Когда это отрывающее дѣйствіе началось, дальнѣйшее изламываніе стружки на отдѣльныя секціи представляетъ уже, повидимому, явленіе простого срѣзанія. Нужно имѣть въ виду, что при срѣзаніи толстаго куска стали весь кусокъ не срѣзается вдругъ, а линія скалыванія распространяется постепенно отъ одной поверхности куска къ другой и только послѣ того, какъ этотъ расщепъ будетъ на небольшомъ разстояніи отъ этой второй поверхности, остающаяся часть металла отдѣляется сразу.

По мѣрѣ того, какъ каждая изъ секцій стружки послѣдовательно приходитъ въ соприкосновеніе съ рѣжущей гранью рѣзца, ея нижняя поверхность раздавливается, и металлъ раздается въ направленіи движенія, такъ что онъ становится приблизительно вдвое толще своей первоначальной толщины. Какъ и при всякомъ срѣзаніи, когда напряженіе достигнетъ предѣла крѣпости, металлъ отрывается силой растяженія отъ примыкающаго къ нему слоя. Давленіе рѣзца на стружку между тѣмъ продолжается, и самыя стружки вслѣдствіе этого тоже продолжаютъ расплющиваться въ частяхъ, лежащихъ дальше отъ поверхности рѣзца и отмѣченныхъ буквой F.

Несомнѣнно, что срѣзаніе происходитъ одновременно около лѣвыхъ сторонъ двухъ первыхъ секцій стружки и вѣроятно, что большую часть времени оно происходитъ и въ трехъ секціяхъ. Динамометрическія испытанія Никольсона показываютъ, что давленіе стружки на рѣзецъ при срѣзаніи стружки однообразнаго сѣченія измѣняется по волнообразной линіи, и что наименьшее давленіе стружки составляетъ не менѣе чѣмъ двѣ трети отъ наибольшаго. Отсюда ясно, что срѣзаніе должно по крайней мѣрѣ происходить одновременно въ двухъ поверхностяхъ скалыванія, ибо если бы каждая изъ секцій, на которыя раздѣляется стружка, отламывалась совсѣмъ, прежде чѣмъ рѣзецъ начиналъ бы отламывать слѣдующую, то должны были бы быть моменты, когда не было бы почти никакого давленія стружки на рѣзецъ.

Съ перваго взгляда трудно представить, какъ стружка можетъ срѣзаться въ двухъ или трехъ мѣстахъ одновременно. Нужно однако имѣть

въ виду, что выше точекъ T_1, T_2 и T_3 металлъ стружки составляетъ еще часть обрабатываемаго предмета и надвигается на рѣзецъ со скоростью рѣзанія сплошной массой и притомъ давитъ на рѣзецъ съ силой, достаточной, чтобы заставить каждую изъ трехъ секцій стружки расплющиваться въ частяхъ, отмѣченныхъ буквами F. Согласно законамъ срѣзанія, скалываніе должно имѣть мѣсто, какъ только достигнута будетъ соотвѣтствующая сила нажатія и срѣзъ въ каждомъ случаѣ долженъ произойти съ лѣвой стороны той зоны, въ которой металлъ сжимаясь расплющивается. Возможно, что послѣ того, какъ срѣзаніе въ секціи 3 распространилось до мѣста около T_3, вся эта секція сразу поддается срѣзывающему усилію отъ T_3 до верхней поверхности стружки; въ этомъ внезапномъ срѣзаніи лежитъ, несомнѣнно, и причина періодическаго уменьшенія давленія стружки, отмѣченнаго опытами Никольсона.

Внезапно останавливая станокъ при рѣзаніи съ максимальной скоростью, можно видѣть, что расщепленіе стружки происходитъ въ двухъ секціяхъ одновременно и что скалываніе въ крайней верхней части третьей секціи имѣетъ мѣсто не полностью.

Хотя приведенная на чертежѣ форма стружки и видъ секцій, на которыя она распадается вполнѣ отвѣчаютъ дѣйствительности, тѣмъ не менѣе направленіе линій сдвига и распредѣленіе напряженій внутри стружки приведены лишь для лучшаго уясненія той теоріи, которая дается Тайлоромъ для объясненія явленія рѣзанія.

23. Рѣжущее ребро рѣзца скребетъ металлъ и не испытываетъ большого давленія. Повидимому, стружка отрывается отъ обрабатываемаго предмета въ точкѣ, находящейся нѣсколько впереди рѣжущаго ребра рѣзца, и это отдираніе придаетъ обрабатываемой поверхности зазубренный неправильный видъ въ мѣстахъ, гдѣ происходитъ отрываніе, какъ это показано на фиг. 15 слѣва отъ T_1. Затѣмъ, черезъ весьма короткій промежутокъ времени рѣжущее ребро или, вѣрнѣе говоря, часть рѣжущей грани рѣзца, примыкающая къ ребру, приходитъ въ соприкосновеніе съ этими маленькими зазубринами и срѣзаетъ ихъ, такъ что обрабатываемая поверхность получается сравнительно гладкой.

Такимъ образомъ хотя рѣжущее ребро, и скребетъ, тѣ малыя неправильности на обрабатываемой поверхности, которыя вызваны были дѣйствіемъ сдиранія, но при этомъ та часть рѣжущей грани, которая примыкаетъ непосредственно къ рѣжущему ребру, все время находится подъ меньшимъ давленіемъ стружки, чѣмъ та же самая грань на нѣкоторомъ разстояніи отъ рѣжущаго ребра. Благодаря этому, получается возможность работать при болѣе высокой скорости, чѣмъ это было бы возможно въ случаѣ, если бы рѣжущее ребро находилось подъ тѣмъ же давленіемъ, что и рѣжущая грань вблизи его.

Это явленіе подтверждается тѣмъ, что часто можно встрѣтить рѣзцы, работавшіе значительное время при скорости, очень близкой къ максимальной, съ желобками, полученными въ небольшомъ разстояніи отъ рѣжущаго ребра, какъ показано на фиг. 18. Изнашиваніе въ этомъ мѣ-

стѣ показываетъ, что давленіе стружки было особенно большимъ, нѣсколько отступая отъ рѣжущаго ребра. Другой видъ, который принимаетъ послѣ работы рѣзецъ, представленъ на фиг. 19: здѣсь небольшая масса металла показана приставшей къ рѣжущей грани рѣзца, послѣ того, какъ онъ закончилъ свою работу и снятъ со станка. Отломивъ эту часть металла и внимательно разсмотрѣвъ ее, можно обна-

Фиг. 18.

Рѣжущее ребро еще въ хорошемъ состояніи, но на рѣжущей грани глубокая канавка, вслѣдствіе истиранія подъ вліяніемъ давленія стружки. Этимъ подтверждается, что давленіе стружки больше нѣсколько отступя отъ рѣжущаго ребра, чѣмъ у самаго ребра. Стружка, которая образовала желобокъ, была накалена до красна. Замѣтьте, что желобокъ отстоитъ болѣе чѣмъ на 4,5 мм., отъ ребра, хотя питаніе было 15 мм., что доказываетъ, что стружка срѣзается или изламывается на секціи въ трехъ мѣстахъ одновременно.

Фиг. 19.

Небольшія частицы стружекъ, сцарапанныя съ издѣлія прилипли въ видѣ компактной массы къ рѣжущей грани рѣзца. Эти частицы иногда образуютъ нарость вышиной 3 — 4 мм., подтверждающій, что стружка отрывалась отъ поковки такъ, какъ описано въ текстѣ.

ружить, что наростъ состоитъ изъ небольшихъ частицъ, отрѣзанныхъ или сцарапанныхъ съ металла рѣжущимъ ребромъ рѣзца.

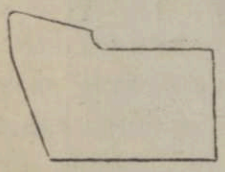
Будучи срѣзаны, частицы спрессовываются въ плотную компактную массу и прилипаютъ къ рѣжущей грани рѣзца, какъ будто бы ихъ приварили. У рѣзцовъ изъ быстрорѣжущей стали, когда эта масса частицъ будетъ удалена, рѣжущее ребро почти всегда оказывается столь же острымъ, какъ и раньше, и рѣжущая грань, къ нему примыкающая, по

внимательномъ разсмотрѣніи, покажетъ царапины, оставленныя на рѣзцѣ при первоначальной наточкѣ рѣзца на наждачномъ кругу.

При грубой предварительной обточкѣ у рѣзцовъ изъ отпускающейся стали, работавшихъ близко къ ихъ максимальной скорости, въ большинствѣ случаевъ, по удаленіи приставшей къ нимъ массы частицъ содраннаго металла, оказывается, что рѣжущее ребро весьма замѣтно закруглилось, особенно если рѣзецъ при этомъ снималъ еще стружку толстую (фиг 20)

24. Изнашиваніе рѣзцовъ. Изнашиваніе рѣзцовъ *зависитъ отъ сорта стали,* изъ которой они приготовлены, *отъ скорости рѣзанія, отъ размѣровъ стружки и отъ обрабатываемаго матеріала.*

Если рѣзцы работаютъ съ такой скоростью, что они не нагрѣваются сколько нибудь значительно, то изнашиваются они приблизительно одинаково, независимо отъ того изъ какой стали они приготовлены (отпускающейся, самозакаливающейся или быстрорѣжущей). У такихъ рѣзцовъ рѣжущая грань медленно истирается отъ тренія стружки, какъ разъ около рѣжущаго ребра рѣзца. Когда отъ тренія стружки поверхность тренія станетъ шероховата, изнашиваніе начинаетъ итти быстрѣе, хотя это увеличеніе скорости изнашиванія мало замѣтно.



Фиг. 20.

Показываетъ, какъ сильно иногда скругляется рѣжущее ребро въ рѣзцахъ изъ углеродистой стали, при грубой обточкѣ, работающихъ почти съ максимальной скоростью. Рѣзецъ въ такомъ состояніи еще хорошо работаетъ.

Если скорость рѣзанія повышается, то явленіе изнашиванія уже становится въ зависимость отъ сорта стали, изъ которой изготовленъ рѣзецъ. По указанію Тайлора, бываютъ рѣзцы, которые начинаютъ замѣтнымъ образомъ разрушаться черезъ 1—3 минуты послѣ начала сниманія стружки, при чемъ меньшая или большая величина этого промежутка зависитъ отъ времени, потребнаго для того, чтобы треніе стружки о рѣзецъ повысило его температуру до опасной величины. И въ тотъ моментъ, когда вершина рѣзца разогрѣлась настолько, что металлъ подъ стружкой замѣтно размягчился, изнашиваніе начинаетъ идти уже съ очень большой скоростью. Иногда по достиженіи рѣзцомъ опредѣленной степени размягченія, нагрѣваніе становится почти постояннымъ, и изнашиваніе идетъ съ равномѣрной скоростью до тѣхъ поръ, пока на рѣжущей грани рѣзца не образуется канавка. Въ другихъ случаяхъ, когда рѣжущая грань начинаетъ размягчаться, она становится шероховатѣе и тѣмъ увеличиваетъ треніе и нагрѣваніе, отчего изнашиваніе начинаетъ идти болѣе быстро, и рѣзецъ скоро разрушается. Встрѣчаются и такіе рѣдкіе случаи, въ которыхъ, послѣ того какъ началось быстрое изнашиваніе, треніе рѣзца и стружки по какой-то непонятной причинѣ становится меньше, и рѣзецъ слегка охлаждается. Въ практикѣ Тайлора попадались при этомъ такіе рѣзцы, которые, работая при темнокрасномъ каленіи, охлаждались затѣмъ настолько, что стружка, имѣвшая вначалѣ темносиній цвѣтъ, принимала цвѣтъ, только немногимъ отличающійся отъ коричневаго. Это указываетъ на весьма замѣтное уменьшеніе тренія,

хотя скорость рѣзанія и поддерживалась неизмѣнно постоянной. Описываемый случай встрѣчается однако рѣдко.

Хотя желобокъ, образующійся при изнашиваніи, и характеристиченъ для этихъ рѣзцовъ, однако, образованіе его имѣетъ мѣсто не во всѣхъ рѣзцахъ большинство изъ нихъ разрушается еще раньше, чѣмъ этотъ желобокъ успѣлъ образоваться. Послѣ того, какъ изнашиваніе въ нихъ началось, рѣзцы разрушаются въ теченіе времени отъ 20 секундъ до 15 минутъ, и промежутокъ отъ начала размягченія рѣжущей грани до полнаго разрушенія рѣзца крайне непостояненъ. Изъ двухъ одинаковыхъ рѣзцовъ по отношенію къ максимальной скорости съ отступленіемъ, скажемъ, въ 1—2%, одинъ можетъ разрушиться черезъ 1 минуту послѣ начала размягченія, другой—черезъ 15 минутъ. Съ другой стороны, случайно можно встрѣтить и такіе рѣзцы, которые, будучи одинаковы съ точки зрѣнія нормы, оказываются совершенно одинаковыми и по времени изнашиванія отъ момента начала размягченія.

25. Нормальная максимальная скорость рѣзанія. Для сравненія рѣзцовъ въ смыслѣ ихъ стойкости по отношенію къ изнашиванію, вслѣдствіе вышесказаннаго, необходимо было установить нормальную максиминальную скорость рѣзанія. За такую скорость Тайлоръ предложилъ считать **скорость рѣзанія, при которой рѣзецъ разрушается въ теченіе 20 минутъ.** Промежутокъ въ 20 минутъ выбранъ потому, что при большей скорости рѣзецъ нагрѣвается такъ быстро, что правильныя наблюденія становятся невозможны.

Работать со скоростями, при которыхъ рѣзцы замѣтно не нагрѣваются, будетъ неэкономично. Съ другой стороны, работать съ максимальными скоростями будетъ также неэкономично, такъ какъ при этомъ пришлось бы слишкомъ часто перетачивать рѣзецъ, такъ что нужно выбирать нѣкоторыя среднія скорости, которыя будутъ **наиболѣе экономичными.**

Тайлоръ на основаніи своихъ испытаній приводитъ слѣдующія данныя.

Если мы имѣемъ максимальную скорость рѣзанія для промежутка рѣзанія въ	То находимъ максимальную скорость рѣзанія для промежутка рѣзанія въ	Дѣленіемъ на	Умноженіемъ на
20 минутъ	40 минутъ	1.09	0.92
40 „	80 „	1.09	0.92
20 „	80 „	1.19	0.84
40 „	20 „	0.92	1.09
80 „	40 „	0.92	1.09
80 „	20 „	0.84	1.19

Изъ этого мы видимъ, что скорость, разрушающая рѣзецъ въ концѣ 80 минутъ, приблизительно на 20% меньше той, которая тотъ же рѣзецъ разрушитъ по истеченіи 20 минутъ. Если мы знаемъ скорость, которая разрушаетъ рѣзецъ черезъ 20 минутъ, и желаемъ найти скорость, соотвѣтствующую разрушающему промежутку въ 40 минутъ, то нужно 20-ти-минутную скорость умножить на 0.92 и т. д. Тайлоръ считаетъ, что *работать съ рѣзцомъ безъ переточки болѣе* $1^1/_2$ *часа не экономично.*

Вотъ какъ, по словамъ Тайлора, происходитъ явленіе изнашиванія рѣзцовъ.

При рѣзцахъ изъ отпускающейся стали, работающихъ при *максимальныхъ* скоростяхъ, поврежденіе рѣжущаго ребра начинается почти тотчасъ же послѣ начала работы, при чемъ ребро закругляется и совершенно изнашивается еще до окончательнаго разрушенія рѣзца, но рѣзецъ работаетъ, однако, несмотря на порчу ребра. При рѣзцахъ же изъ быстрорѣжущей стали, работающихъ при *максимальной* скорости, рѣжущее ребро продолжаетъ оставаться въ неизмѣнно хорошемъ состояніи до самаго конца службы рѣзца, послѣ чего небольшое даже поврежденіе въ какомъ-либо мѣстѣ рѣжущаго ребра вызываетъ разрушеніе рѣзца въ теченіе нѣсколькихъ оборотовъ станка. Отпускающіеся рѣзцы, а также въ значительной степени и самозакаливающіеся рѣзцы (изъ стали Мошетъ), работающіе при „*экономичной*“ или „*максимальной*“ скорости, проходятъ, до момента окончательнаго своего разрушенія, черезъ слѣдующія характерныя для нихъ измѣненія[1]).

Линія рѣжущаго ребра рѣзца, острая сначала, становится слегка тупой, она начинаетъ блестѣть и затѣмъ постепенно закругляется, пока, наконецъ, совсѣмъ перестаетъ походить на рѣжущее ребро и послѣ тяжелой для нея работы часто принимаетъ такой видъ, какъ будто бы закругленіе ей придано было намѣренно. Это явленіе можно назвать „*закругленіе рѣжущаго ребра*“.

Рѣжущая грань рѣзца, по мѣрѣ надавливанія на нее стружки, становится слегка шероховатой и бѣловатой. Затѣмъ рѣжущая грань рѣзца вблизи рѣжущаго ребра начинаетъ измѣнять свой цвѣтъ, какъ будто рѣзецъ подвергается отпуску, и это измѣненіе цвѣта увеличивается, распространяясь на большую поверхность, и приближается почти къ черному цвѣту, пока рѣзецъ окончательно не разрушается. Это явленіе можетъ быть названо „*измѣненіемъ цвѣта рѣжущей грани*“.

Боковая грань рѣзца начинаетъ мѣнять свой цвѣтъ такъ же, какъ и рѣжущая грань и это измѣненіе цвѣта тоже увеличивается вплоть до момента разрушенія рѣзца. Это явленіе назовемъ „*измѣненіемъ цвѣта боковой грани рѣзца*“.

Задолго до разрушенія рѣзца тонкія частицы стали, сцарапанной съ издѣлія рѣзцовъ, начинаютъ приставать или привариваться къ рѣжу-

---

[1]) Замѣтимъ, что „*закругленіе*“ рѣжущаго ребра, „*налипаніе*“ металла на рѣжущую грань рѣзца и „*истираніе*“ рѣжущей грани на нѣкоторомъ разстояніи отъ рѣжущаго ребра, происходитъ одновременно, хотя каждое изъ этихъ явленій и описывается отдѣльно.

щей грани иногда на толщину отъ 1,5 до 6 мм., какъ показано на фиг. 19. Это явленіе можетъ быть названо *„присадкой стали къ рѣжущей грани“*.

Боковая грань рѣзца какъ разъ подъ рѣжущимъ ребромъ начинаетъ слегка изнашиваться или истираться, и это истираніе идетъ все дальше книзу отъ ребра, пока рѣзецъ не разрушится. Явленіе это назовемъ *„истираніемъ боковой грани“*.

Маленькія частицы отрѣзаннаго металла заклиниваются между бокомъ рѣзца и издѣліемъ и отчасти привариваются или прилипаютъ къ рѣзцу, эти кусочки вмѣстѣ съ истираніемъ бока рѣзца по мѣрѣ притупленія рѣжущаго ребра препятствуютъ равномѣрному питанію и служатъ причиной того, что рѣзецъ въ теченіе 1—2 оборотовъ *„вздрагиваетъ“*. Эти же кусочки отталкиваютъ рѣзецъ отъ издѣлія, вслѣдствіе чего обрабатываемая поверхность въ этихъ мѣстахъ получается корявой; явленіе это можетъ быть названо *„корявой обработкой“*. Точно также частицы металла, приварившіяся къ боку рѣзца, часто производятъ царапины на отдѣланной поверхности издѣлія; это явленіе можетъ быть названо *„царапаніемъ“*.

Рѣзецъ окончательно разрушается тогда, когда бокъ его истирается подъ рѣжущимъ ребромъ настолько, что никакое давленіе не можетъ заставить его вонзиться въ издѣліе; по достиженіи такого состоянія рѣзецъ нужно немедленно снять съ суппорта, иначе можетъ произойти поломка, либо станка, либо рѣзца, либо издѣлія.

Изъ испытаній Тайлора оказалось, что рѣзцы изъ „медленно-рѣжущей“ самозакаливающейся стали, какова напр., сталь Мошетъ, часто продолжаютъ хорошо работать еще долго послѣ того, какъ рѣжущее ребро слегка повредилось, а также оказалось, что для рѣзцовъ, служащихъ для грубой обработки и сдѣланныхъ изъ углеродистой, или отпускающейся стали, бываетъ полезнымъ и экономичнымъ работать при такихъ скоростяхъ, чтобы ихъ рѣжущія ребра слегка закруглялись тотчасъ же послѣ начала работы: рѣзцы продолжали хорошо работать съ рѣжущими ребрами, слегка притупленными какъ показано на фиг. 20, въ теченіе всего періода рѣзанія.

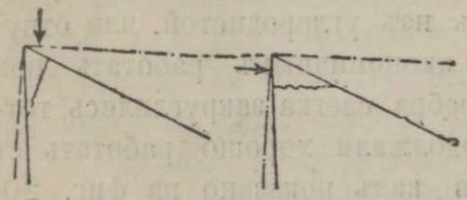
При современныхъ *рѣзцахъ изъ быстрорѣжущей стали поврежденіе рѣзца ограничиваетсся исключительно рѣжущей гранью рѣзца.* Несомнѣнно также, что рѣзецъ около самаго рѣжущаго ребра остается болѣе твердымъ, чѣмъ непосредственно подъ центромъ давленія стружки, потому что рѣжущее ребро постоянно трется о холодное тѣло обрабатываемаго предмета и вслѣдствіе этого охлаждается.

Происходитъ ли истираніе рѣжущей грани при большихъ или малыхъ скоростяхъ, остріе рѣзца обыкновенно разрушается вскорѣ послѣ того, какъ рѣжущее ребро повредилось настолько, что оно не въ состояніи уже соскребать до гладкости, хотя бы даже въ одномъ какомъ-либо мѣстѣ, тѣ шероховатости, которыя образовались на издѣліи вслѣдствіе отдиранія отъ нея стружки. Въ тотъ моментъ, когда издѣліе начинаетъ тереться о боковую грань быстро-рѣжущаго рѣзца, хотя бы

только около рѣжущаго ребра, это треніе, даже если оно происходитъ только на небольшомъ пространствѣ, развиваетъ такое большое количество теплоты, что рѣзецъ размягчается весьма быстро. Послѣ небольшого числа оборотовъ рѣжущее ребро и бокъ рѣзца подъ рѣжущимъ ребромъ совершенно изотрутся и расплавятся.

Указанная особенность рѣзцовъ изъ быстро-рѣжущей стали, т.-е. способность ихъ поддерживать при условіи работы съ экономической скоростью рѣжущія ребра въ хорошемъ состояніи вплоть до момента разрушенія, составляетъ весьма цѣнное ихъ преимущество, ибо она обезпечиваетъ хорошую отдѣлку обрабатываемой поверхности безъ постояннаго надзора за этимъ со стороны рабочаго, въ противоположность тому, что имѣетъ мѣсто при рѣзцахъ изъ медленно-рѣжущей стали съ ихъ закругленными или какъ-либо иначе поврежденными ребрами, могущими, если работать при экономичныхъ скоростяхъ, въ любой моментъ испортить обработанную поверхность. Когда рѣзецъ изъ быстрорѣжущей стали приближается къ моменту разрушенія, чрезвычайно малая даже зазубрина на его рѣжущемъ ребрѣ тотчасъ будетъ обнаружена, потому что она начнетъ оставлять хотя и малую, но непрерывную царапину, или бороздку на обрабатываемой поверхности. Рабочій, замѣчая эту царапину, тотчасъ же отводитъ рѣзецъ.

Любопытно, что рѣзцы изъ быстро-рѣжущей стали, отличающіеся своимъ химическимъ составомъ, и своей тепловой обработкой, различнымъ образомъ даютъ знать о начинающемся своемъ разрушеніи. Напримѣръ, царапина которая при стали одного состава означала бы приближеніе рѣзца къ разрушенію, въ рѣзцахъ другого состава можетъ не имѣть никаго отношенія къ моменту разрушенія.



Фиг. 21.

Фиг. 22.

Есть еще 2 причины порчи рѣжущихъ реберъ рѣзцовъ: а) искрашиваніе или обламываніе рѣзца, вслѣдствіе давленія стружки на самое рѣжущее ребро, какъ показано на фиг. 21, и b) искрашиваніе или отламываніе ребра вслѣдствіе нажатія боковой гранью рѣзца на издѣліе при питаніи, фиг. 22. Оба эти вида порчи рѣзца имѣютъ вліяніе на величину угла заострѣнія рѣзца, и мы на нихъ остановимся еще въ дальнѣйшемъ.

26. Охлажденіе рѣзца. Такъ какъ разрушеніе рѣзца происходитъ главнымъ образомъ отъ чрезмѣрнаго его нагрѣва, то *охлажденіе вершины рѣзца* при помощи сильной струи воды или другой жидкости, непосредственно направленной на мѣсто сниманія рѣзцомъ стружки, *имѣетъ громадное значеніе* и *позволяетъ увеличить скорость рѣзанія почти на 40%*, какъ это установлено опытами Тайлора.

При назначеніи „уроковъ“ рабочимъ, принимая во вниманіе большую или меньшую небрежность рабочаго по отношенію къ направленію струи воды на надлежащее мѣсто рѣзца, получаемый выигрышъ отъ охлажденія нужно считать равнымъ не 40, а 33%.

Кромѣ того Тайлоромъ выяснено еще слѣдующее:

Экономія (выигрышъ въ скорости) отъ правильнаго охлажденія водой практически одинакова при обработкѣ стали всякаго качества отъ самой мягкой до самой твердой.

Точно также экономія эта не зависитъ отъ толщины снимаемой стружки.

При рѣзаніи чугуна современными быстро-рѣжущими рѣзцами экономія отъ охлажденія водой получается равной 16%.

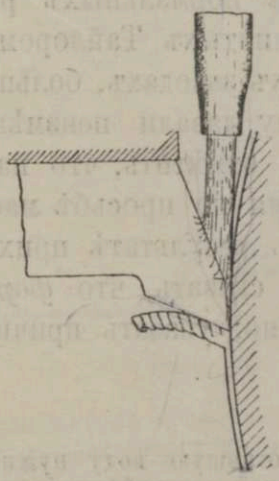
Для полученія указанной экономіи мастерскія должны быть надлежащимъ образомъ устроены, а станки надлежащимъ образомъ расположены.

При рѣзаніи стали, чѣмъ лучше качество употребляемыхъ рѣзцовъ, тѣмъ выше экономія отъ правильнаго охлажденія рѣзца водой. Экономія эта для различныхъ рѣзцовъ выражается такъ:

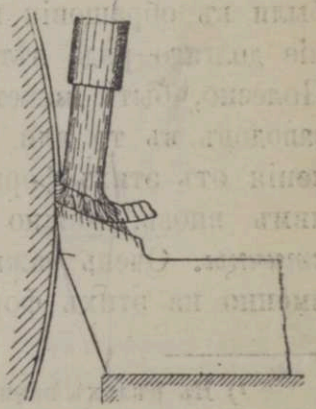
a)	для современныхъ быстро-рѣжущихъ рѣзцовъ	—	40%
b)	„ старыхъ самозакаливающихся	„	— 33%
c)	„ углеродистыхъ	„	— 25%

То же самое положеніе иначе можно формулировать такъ: чѣмъ больше нагрѣвается вершина рѣзца отъ тренія стружки, тѣмъ больше экономіи отъ употребленія воды.

27. Часть рѣзца, которая должна быть поливаема. Серія испытаній показала, что экономія отъ поливанія водой получается максимальной въ томъ случаѣ, если струя направлена непосредственно на то мѣсто стружки, въ которомъ послѣдняя снимается рѣзцомъ.



Фиг. 23.



Фиг. 24.

Казалось бы, что для полученія наилучшихъ результатовъ струю воды нужно направлять въ зазоръ между рѣзцомъ и поверхностью обрабатываемой вещи (фиг. 23), потому что тогда вода дошла бы почти до самаго ребра рѣзанія, т.-е. до мѣста, наиболѣе нуждающагося въ охлажденіи. Но опытъ показываетъ, что, направляя воду на стружку въ то мѣсто ея, гдѣ она снимается рѣзцомъ (см. фиг. 24), можно получить значительно большую экономію.

На практикѣ рабочій рѣдко станетъ производить поливаніе такъ, какъ это указано на фиг. 24, потому что при этомъ вода больше разбрызгивается: чѣмъ при способѣ фиг. 23, но это уже дѣло мастера смотрѣть за тѣмъ, чтобы поливаніе производилось правильно.

Обыкновенно поливаніе производится очень малой струей и то большей частью при окончательной отдѣлкѣ предмета; съ этой цѣлью на

суппортъ ставится ведерко съ водой, время отъ время пополняемое. *Такое поливаніе не имѣетъ однако почти никакого практическаго значенія въ смыслѣ увеличенія скорости рѣзанія*, потому что количество выливаемой при этомъ на вершину рѣзца воды недостаточно для надлежащаго охлажденія. Наилучшіе результаты получаются при струѣ, падающей съ малой скоростью, но изливающей большое количество воды на надлежащее мѣсто рѣзца; такая струя захватываетъ большую поверхность рѣзца и менѣе склонна къ расплескиванію. Вода должна доставляться по трубамъ, собраннымъ такимъ образомъ, чтобы ее можно было подволить къ любому мѣсту станка, т.-е. труба должна имѣть опору, прикрѣпленную къ суппорту станка предпочтительно съ задней его стороны.

Для надлежащаго охлажденія нужно при рѣзцѣ съ поперечнымъ сѣченіемъ въ 50 мм. около 13 литровъ воды въ минуту и соотвѣтственно меньше при рѣзцахъ меньшаго размѣра [1]).

28. Форма нормальныхъ рѣзцовъ. Какъ уже сказано, цѣль изслѣдованій Тайлора заключалась въ томъ, чтобы получить надлежащія указанія о величинѣ той работы, или ежедневномъ урокѣ, который можетъ быть заданъ рабочему. Очевидно, что при этомъ необходимо примѣненіе нормальныхъ рѣзцовъ. Имѣть для каждаго рабочаго большой запасъ готовыхъ рѣзцовъ далеко не всегда возможно, и чѣмъ больше формъ и размѣровъ рѣзцовъ, тѣмъ это становится труднѣе. Отсюда ясна необходимость установленія *небольшого* числа нормальныхъ рѣзцовъ; на фиг. 25—28 показаны формы рѣзцовъ, принятыхъ Тайлоромъ. Рѣзцы такихъ формъ были въ обращеніи на многихъ заводахъ, большихъ и малыхъ, въ теченіе долгаго ряда лѣтъ и всюду давали неизмѣнно хорошіе результаты. Полезно, быть можетъ, также отмѣтить, что на нѣкоторыхъ изъ этихъ заводовъ въ то или иное время по просьбѣ мастеровъ дѣлались отступленія отъ этихъ формъ, но въ результатѣ приходилось возвращаться къ нимъ вновь; можно поэтому сказать, что *формы эти безусловно практичны*. Очень важно, конечно, указать причины, почему остановились именно на этихъ формахъ.

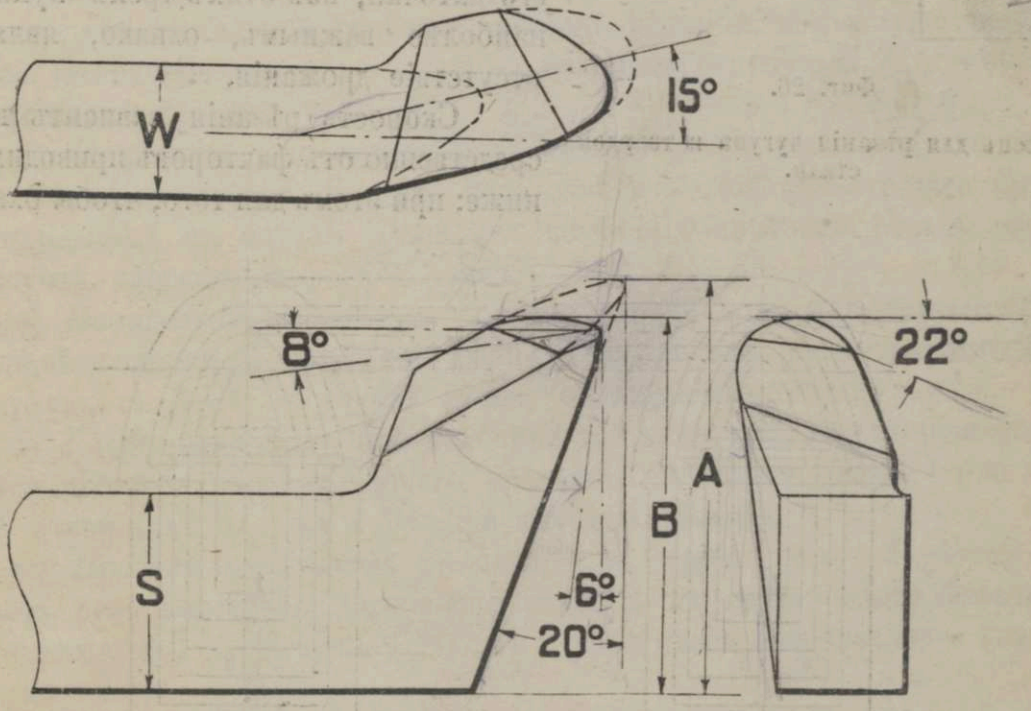
---

[1]) Въ цѣляхъ экономіи отработавшую воду нужно употреблять вновь: также вода эта должна быть насыщена содой для избѣжанія ржавленія частей станка. Желѣзныя трубы около 30 мм. діаметромъ должны отводить воду изъ-подъ станка подъ поломъ къ главнымъ стокамъ воды, находящимся сбоку мастерской. Эти стоки дѣлаются изъ трубъ 40—50 мм. діам. и имѣютъ пропущенную внутри себя отъ одного конца до другого цѣпь, длина которой вдвое больше длины стока. Въ случаѣ образованія въ стокѣ отложеній или въ случаѣ, если въ него попадутъ металлическія стружки, прошедшія по той или иной причинѣ сквозь двойную сѣтку и двойные отдѣлительные горшки, которые должны имѣться при каждомъ станкѣ, можно, потянувъ за цѣпь, стокъ прочистить.

Вода, насыщенная содой, возвращается къ большому центральному подземному баку, изъ котораго она помощью небольшого насоса, работающаго отъ главнаго привода, подается вверхъ; благодаря этому, вода въ разводящихъ трубахъ находится подъ постояннымъ напоромъ и всегда ихъ заполняетъ. Если мастерская имѣетъ бетонный полъ, то вода изъ станковъ можетъ улавливаться въ бакахъ, сдѣланныхъ у каждаго станка прямо въ полу, въ противномъ случаѣ каждый станокъ долженъ имѣть подъ собой большое желѣзное корыто. И въ томъ и въ другомъ случаѣ подъ каждымъ станкомъ должны имѣться еще два отдѣльныхъ горшка съ сѣткой, чтобы не позволять стружкамъ попадать въ обратную трубу.

Размѣры (въ дюймахъ) нормальныхъ рѣзцовъ со скругленнымъ ребромъ фиг. (25—26).

W	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2
S	3/4	1	1 1/8	1 3/8	1 1/2	1 7/8	2 1/4	2 5/8	3
A откованъ	1 5/8	2 1/32	2 5/16	2 23/32	3	3 11/16	4 3/8	5 1/16	5 3/4
B заточенъ	1 3/8	1 3/4	2 1/32	2 7/16	2 11/16	3 11/32	4	4 21/32	5 5/16
Длина тѣла.	11	12 3/4	14 1/2	16 1/4	18	21 1/2	25	28 1/8	32



Фиг. 25.

Нормальный рѣзецъ для стали мягкой и средней твердости. Пунктирныя линіи показываютъ, какъ рѣзецъ куется, сплошныя линіи показываютъ форму послѣ наточки.

Указанные рѣзцы представляютъ собой компромиссъ различныхъ требованій, а именно: выбирая форму рѣзца, нужно имѣть въ виду слѣдующіе 4 пункта:

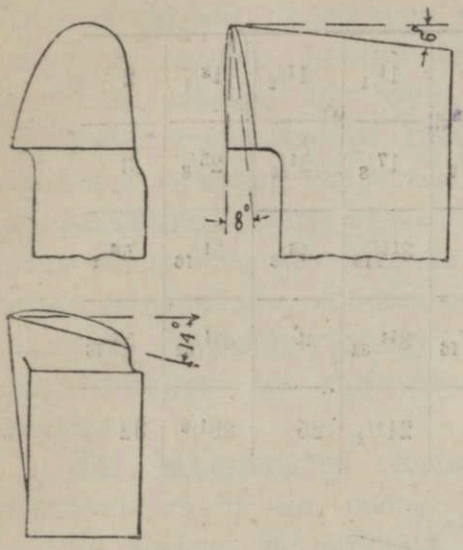
a) необходимость получать достаточно гладкую обрабатываемую поверхность;

b) срѣзаніе металла въ наименьшее время;

c) возможность достичь максимума работы при минимальныхъ затратахъ на ковку, переточку и матеріалъ рѣзца;

d) возможность производства однимъ и тѣмъ же рѣзцомъ большого числа *разнообразныхъ* работъ.

Эти четыре требованія до нѣкоторой степени противорѣчатъ одно другому, какъ это видно изъ слѣдующаго.

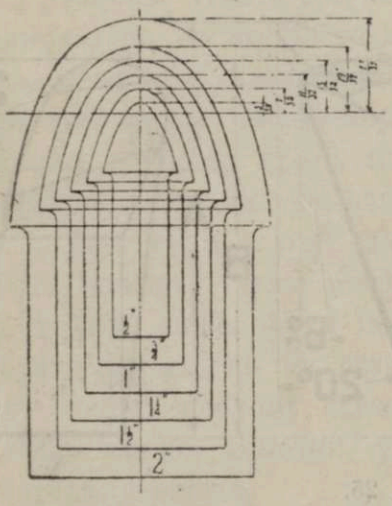


Фиг. 26.

Рѣзецъ для рѣзанія чугуна и твердой стали.

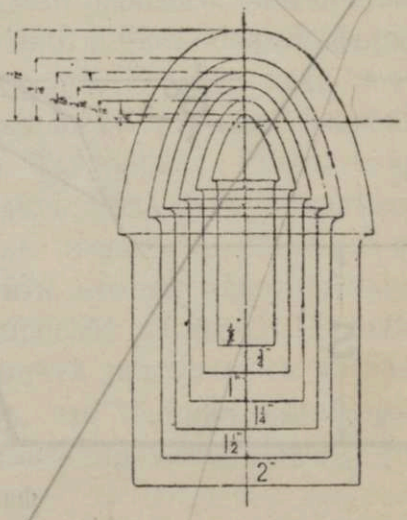
При установленіи нормальной формы рѣзцовъ Тайлоръ принималъ за нормальную скорость, равную приблизительно $^5/_8$ той, которая, на основаніи его опытовъ могла бы быть принята при иной формѣ рѣзца, если бы пришлось имѣть дѣло только съ однимъ элементомъ—скоростью рѣзанія. Нужно было пожертвовать скоростью рѣзанія, чтобы достигнуть меньшаго дрожанія рѣзца, большаго удобства для рабочаго при пользованіи имъ и болѣе дешовой его наточки; изъ этихъ трехъ пунктовъ наиболѣе важнымъ, однако, является отсутствіе дрожанія.

Скорость рѣзанія зависитъ непосредственно отъ факторовъ приводимыхъ ниже; при этомъ для того, чтобы охарак-



Фиг. 27.

Для чугуна и твердой стали.



Фиг. 28.

Для стали мягкой и средней твердости.

Если ширина рѣзца $=A$
„ радіусъ закругл. вершины $=R$
то для фиг. 27 $R=^1/_2A-^5/_{32}''$
„ „ „ 28 $R=^1/_2A-^3/_{16}''$.

Для рѣзанія твердой стали и чугуна эти рѣзцы затачиваются съ угломъ зазора въ 6^0, продольнымъ уклономъ въ 8^0 и поперечнымъ уклономъ въ 14^0.

Для рѣзанія стали мягкой и средней твердости—уголъ зазора—6^0, продольный уклонъ—8^0 и поперечный уклонъ—22^0.

теризовать ихъ относительную важность, для каждаго изъ нихъ приводятся цифры, представляющія отношеніе между низшимъ и высшимъ

предѣлами скорости посколько на ней отражается вліяніе каждаго фактора. Съ этими предѣлами и приходится считаться въ повседневной практикѣ.

a) *Качества обрабатываемаго металла*, т.-е. его твердость или другія качества, вліяющія на скорость. Отношеніе равно 1 въ случаѣ полузакаленной стали или отбѣленнаго чугуна къ 100 въ случаѣ очень мягкой малоуглеродистой стали. Слѣдовательно, для различныхъ матеріаловъ скорости рѣзанія могутъ отличиться въ 100 разъ.

b) *Химическій составъ стали*, изъ которой приготовленъ рѣзецъ, и его тепловая обработка. Отношеніе равно 1 въ случаѣ рѣзцовъ изъ отпускающей углеродистой стали къ 7 въ случаѣ лучшихъ быстрорѣжущихъ рѣзцовъ.

c) *Величина питанія*. (Толщина стружки измѣряется въ то время, когда металлъ сохраняетъ свою первоначальную плотность, а не берется толщина дѣйствительной стружки, металлъ которой частью уже раздробленъ). Отношеніе равно 1 въ случаѣ толщины стружки въ $^3/_{16}$" къ $3^1/_2$ при толщинѣ стружки въ $^1/_{64}$".

d) *Очертаніе, или контуръ рѣжущаго ребра* рѣзца вліяетъ главнымъ образомъ потому, что отъ него зависитъ толщина стружки. Отношеніе равно 1 въ случаѣ рѣзца для нарѣзанія винтовой рѣзьбы къ 6 въ случаѣ плоскаго широкаго рѣзца.

e) *Поливается ли рѣзецъ* обильно струей воды или другой охлаждающей жидкостью. Отношеніе равно 1 въ случаѣ рѣзца, работающаго въ сухую, къ 1,41 въ случаѣ рѣзца, охлаждаемаго водой.

f) *Глубина рѣзанія*, или половина той величины, на которую уменьшается діаметръ обрабатываемаго предмета. Отношеніе равно 1 при глубинѣ рѣзанія въ $^1/_2$" къ 1,36 при глубинѣ рѣзанія $^1/_8$".

g) *Продолжительность рѣзанія*, т.-е. время, которое рѣзецъ работаетъ безъ переточки. Отношеніе равно 1 въ случаѣ рѣзца, затачиваемаго каждые $1^1/_2$ часа, къ 1,207 въ случаѣ рѣзца, затачиваемаго каждые 20 минутъ.

h) *Углы рѣзанія и зазора*. Отношеніе равно 1 въ случаѣ угла рѣзанія 68^0 къ 1,023 въ случаѣ этого же угла равнаго 61^0.

j) *Податливость издѣлія и рѣзца вслѣдствіе дрожанія*. Отношеніе равно 1 въ случаѣ дрожанія рѣзца къ 1,15 въ случаѣ рѣзца, работающаго безъ дрожанія.

Слѣдовательно, различные факторы вліяютъ на скорости рѣзанія въ слѣдующихъ предѣлахъ:

a) Твердость обрабатываемаго металла 1 : 100.
b) Химическій составъ рѣзцовой стали 1 : 7.
c) Толщина стружки 1 : $3^1/_2$.
d) Очертаніе рѣзца 1 : 6.
e) Охлажденіе рѣзца 1 : 1,41.
f) Глубина рѣзанія 1 : 1,36 ($^1/_2$" и $^1/_8$").
g) Продолжительность рѣзанія 1 : 1,207 ($1^1/_2$ часа и 20 минутъ).
h) Углы рѣзанія и зазора 1 : 1,023 (68^0 и 61^0).

j) Податливость рѣзца и обрабатываемой вещи 1 (при дрожаніи): : 1,15 (отсутствіе дрожанія).

Качество обрабатываемаго металла, хотя и оказываетъ наиболѣе сильное вліяніе на скорость рѣзанія, находится внѣ контроля тѣхъ лицъ, которыя завѣдуютъ мастерской. Въ большинствѣ случаевъ выборъ той или иной степени твердости издѣлія зависитъ отъ соображеній, гораздо болѣе важныхъ, чѣмъ стоимость обработки.

Химическій составъ рѣзцовой стали и ея тепловая обработка, какъ видно, тоже имѣютъ очень большое значеніе въ дѣлѣ установленія той или иной формы рѣзца. *Ни одна мастерская въ настоящее время не должна употреблять какихъ-либо иныхъ сортовъ стали, кромѣ быстро-рѣжущихъ*, а послѣднихъ хотя имѣется и много, но послѣ введенія обработки по способу Тэйлора-Уайта съ каждымъ изъ нихъ можно работать почти при одной и той же скорости рѣзанія, такъ что съ этой точки зрѣнія безразлично, какую марку стали употреблять.

Главное вниманіе должно быть обращено на ширину и въ особенности на *толщину* стружки, потому что эти факторы оказываютъ наибольшее вліяніе на форму рѣзца и на скорость рѣзанія, чѣмъ какой бы то ни было другой факторъ, находящійся подъ контролемъ завѣдующаго мастерской.

На основаніи опытовъ Тайлора оказывается, что:

Если мы имѣемъ скорость рѣзанія для стружки **съ толщиной**, равной 1, то чтобы найти скорость для стружки, съ толщиной, равной:

	Сталь средней твердости.	Твердая сталь.	Въ среднемъ.
2, нужно первую скорость помножить на . . .	0,63	0,67	0,65
3 » » » » » . . .	0,48	0,54	0,51
4 » » » » » . . .	0,40	0,46	0,43
1/2 » » » » » . . .	1,59	1,48	1,53
1/3 » » » » » . . .	2,08	1,86	1,97
1/4 » » » » » . . .	2,52	2,18	2,35

Точно также, если извѣстна скорость рѣзанія для стружки съ **шириной** равной 1, то для стружки (твердой стали) съ шириной равной

2, скорость рѣзанія найдется умноженіемъ на	0.86
3 » » » » »	0.79
4 » » » » »	0.74
1/2 » » » » »	1.16
1/3 » » » » »	1.27
1/4 » » » » »	1.35

Обратимъ вниманіе на то обстоятельство, что при рѣзцахъ съ кривымъ рѣжущимъ ребромъ увеличеніе допустимой скорости рѣзанія при

уменьшеніи глубины рѣзанія идетъ быстрѣе, чѣмъ при рѣзцахъ съ прямолинейнымъ рѣжущимъ ребромъ, потому что при закругленныхъ рѣзцахъ стружка постепенно утоняется по мѣрѣ приближенія къ вершинѣ рѣзца. Поэтому при такихъ рѣзцахъ, при уменьшеніи глубины рѣзанія, скорость рѣзанія можетъ увеличиваться по двумъ совершенно отличнымъ одна отъ другой причинамъ:

1) потому, что стружка опирается на меньшую часть рѣжущаго ребра;

2) потому, что средняя толщина снимаемой стружки меньше при меньшей глубинѣ рѣзанія, чѣмъ при большей.

Что на скорость рѣзанія вліяетъ болѣе сильно толщина стружки, видно изъ того, что при уменьшеніи толщины стружки въ 3 раза скорость можетъ возрасти въ 1.8 раза, а при такомъ же уменьшеніи глубины рѣзанія скорость увеличивается только въ 1.27 раза.

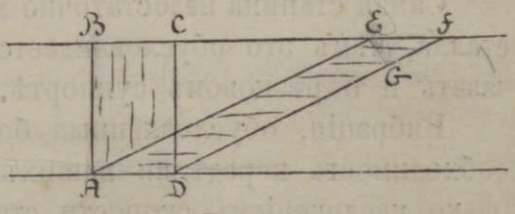
Сказанное объясняетъ тотъ извѣстный фактъ, что всякій хорошій рѣзецъ для грубой обточки долженъ имѣть рѣжущее ребро, постепенно закругляющееся у вершины или въ той его части, которая обезпечиваетъ правильную и чистую отдѣлку поверхности. Рѣзецъ съ округленнымъ ребромъ естественно снимаетъ стружку перемѣнной толщины.

Аккуратность отдѣлки обрабатываемой вещи зависитъ главнымъ образомъ отъ того, въ какой мѣрѣ поддерживается острой и неиспорченной часть рѣжущаго ребра около вершины.

У рѣзца со скругленной вершиной, толщина стружки уменьшается, по мѣрѣ приближенія къ вершинѣ, а такъ какъ допустимая скорость рѣзанія увеличивается съ уменьшеніемъ толщины стружки, то ясно, что принятая скорость рѣзанія, безопасная для болѣе толстыхъ частей стружки, будетъ и подавно вполнѣ безопасной для тонкой части стружки около его вершины. Слѣдовательно, криволинейное очертаніе рѣжущаго ребра предохраняетъ отдѣлывающую часть рѣзца отъ поврежденій, поэтому такое очертаніе и нужно придавать рѣзцу, по крайней мѣрѣ въ той его части, которая придаетъ обрабатываемой вещи требуемый размѣръ.

29. Рѣзцы съ широкимъ рѣжущимъ ребромъ закругленнымъ по кривой большаго радіуса.

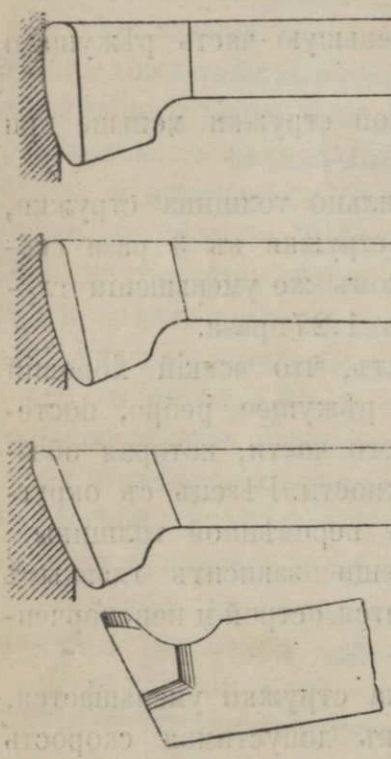
Ставя задачей снять стружку даннаго поперечнаго сѣченія, мы этого можемъ достичь, работая или рѣзцомъ съ короткимъ рѣжущимъ ребромъ AB (фиг. 29) и снимая толстую стружку съ толщиной AD, или же работая рѣзцомъ съ длиннымъ рѣжущимъ ребромъ AE и снимая тонкую стружку съ толщиной EG. Въ виду того, что въ послѣднемъ случаѣ толщина стружки уменьшается во столько же разъ, во сколько увеличивается ширина стружки, а послѣдняя оказываетъ менѣе сильное вліяніе на скорость рѣзанія, чѣмъ толщина, то для болѣе экономичной работы было бы выгоднѣе употреблять рѣзцы съ длиннымъ прямымъ или слегка искривленнымъ рѣжущимъ ребромъ.



Фиг. 29.

(Фиг. 30 — 33). И дѣйствительно рѣзцы такой формы употребляются весьма часто, но *ихъ недостатокъ въ томъ, что они вызываютъ дрожаніе и даютъ нечистую поверхность.*

30. Причину дрожанія нужно искать въ томъ, что давленіе стружки на рѣзецъ, какъ уже сказано, не остается постояннымъ, а все время періодически то увеличивается, то уменьшается; величина этихъ періодовъ зависитъ отъ толщины стружки, и при постоянной толщинѣ стружки и рѣзцахъ съ длиннымъ ребромъ періоды колебаній совпадаютъ. Совпаденіе максимальныхъ нажатій на рѣзецъ по всей длинѣ рѣжущаго ребра и заставляетъ его дрожать. При короткомъ же скругленномъ рѣжущемъ ребрѣ толщина стружки въ различныхъ мѣстахъ различна, а потому и максимальныя нажатія на рѣзецъ для различныхъ частей стружки не совпадаютъ.



30—33.

Дрожаніе обусловливаетъ собой пониженіе скоростей рѣзанія на 10—14 %.

Въ виду вышесказаннаго выгоднѣе примѣнять рѣзцы съ болѣе рѣзкимъ скругленіемъ рѣжущаго ребра и радіусы кривизны для различныхъ работъ нужно выбирать различные, какъ показано на фиг. 27—28 [1]).

Здѣсь можно вкратцѣ упомянуть и о другихъ причинахъ дрожанія;— онѣ могутъ быть раздѣлены на 3 группы:

1) **Плохая конструкція станка,** а именно плохо установленные передачи съ неправильными очертаніями зубьевъ. Передачамъ съ эвольвентными очертаніями зубьевъ слѣдуетъ отдать предпочтеніе.

Валы станка слишкомъ тонкіе или слишкомъ длинные.

Валы и шпиндели плохо пригнаны въ своихъ подшипникахъ, а крышки послѣднихъ установлены съ игрой. Заднія бабки прикрѣпляются къ станинамъ болтами малаго діаметра.

Самая станина недостаточно массивна: содержитъ значительно меньше металла, чѣмъ это обусловливается требованіями жесткости; то же нужно сказать и о рѣзцовомъ суппортѣ.

Вибраціи, обусловленныя большими скоростями рѣзанія, вызываютъ необходимость передѣлки нашихъ станковъ. Во многихъ случаяхъ однимъ только увеличеніемъ скорости станка, можно значительно повысить его экономичность, но почти всегда это увеличеніе скорости вызываетъ дрожаніе, для поглощенія котораго станки старой конструкціи въ большинствѣ случаевъ оказываются слишкомъ легкими.

---

[1]) При стружкѣ, снимаемой съ перерывами, скорость можетъ быть больше, чѣмъ при стружкѣ, снимаемой непрерывно.

2) **Тщательность сборки и установки различныхъ частей станка.** Одна изъ главныхъ причинъ дрожанія можетъ быть устранена, если слѣдить за тѣмъ, чтобы всѣ части станка тщательно были собраны, чтобы крышки подшипниковъ не имѣли игры, чтобы всѣ клинья и чеки, регулирующіе изнашиваніе, были хорошо подтянуты. При этомъ не слѣдуетъ поручать слѣдить за всѣмъ этимъ рабочему, работающему на станкѣ, а заниматься этимъ систиматически надлежитъ заводоуправленію; на большихъ заводахъ для этого полезно имѣть спеціальнаго мастера съ однимъ-двумя ремонтными рабочими [1]).

3) **Способъ установки.** Часто кулаки или поводки, помощью которыхъ работа укрѣпляется на станкѣ или приводится въ движеніе, слишкомъ легки или слишкомъ пружинятъ. При тяжелыхъ работахъ поводокъ долженъ приводиться въ движеніе въ двухъ мѣстахъ съ двухъ противоположныхъ сторонъ планшайбы, и въ этихъ мѣстахъ нужно обезпечить для нихъ вполнѣ одинаковыя опорныя поверхности. Дрожаніе вслѣдствіе вибрацій въ этихъ мѣстахъ часто можно парализовать, всунувъ кусокъ кожи или кусокъ толстаго свинца между поводкомъ и ведущими опорами планшайбы. Также центръ задней бабки, установленный либо слишкомъ туго, либо слишкомъ свободно, а также всякое вообще движеніе задней бабки, вызываетъ дрожаніе.

Замѣтимъ, что если тѣло рѣзца уменьшается, то и радіусы закругленій рѣжущаго ребра тоже нужно дѣлать соотвѣтственно меньше потому, что малыми рѣзцами обрабатываютъ небольшія вещи при малыхъ глубинахъ рѣзанія и малыхъ подачахъ, и съ цѣлью избѣжать дрожанія необходимо закругленіе рѣжущаго ребра выбирать такимъ, чтобы оно давало стружку перемѣнной толщины даже при малыхъ глубинахъ рѣзанія, а отсюда слѣдуетъ, что для избѣжанія дрожанія, радіусъ закругленій при малыхъ глубинахъ рѣзанія и малыхъ подачахъ тоже долженъ быть малъ.

Какъ мы увидимъ ниже, уменьшеніе радіуса закругленія вызываетъ необходимость уменьшенія скорости рѣзанія, поэтому при большихъ станкахъ и большихъ рѣзцахъ нужно стараться дѣлать радіусъ закругленій возможно большимъ, конечно лишь постольку, поскольку это не вызываетъ дрожаній. Большая величина подачи, которая обыкновенно имѣетъ мѣсто при большихъ рѣзцахъ, тоже требуетъ большого радіуса закругленія вершины рѣзца для того, чтобы винтовыя бороздки, оставляемыя рѣзцомъ на обрабатываемой поверхности, имѣли возможно меньшую глубину.

Необходимость имѣть рѣзцы приспособленными къ возможно большему числу разнообразныхъ работъ тоже требуетъ уменьшенія радіуса закругленія въ малыхъ рѣзцахъ, потому что рѣзцы часто должны обрабатывать уголки, заплечики и т. п., радіусы которыхъ тѣмъ меньше, чѣмъ меньше самъ обрабатываемый предметъ.

---

[1]) См. Организація промышленныхъ предпріятій.—Тайлора. Бюл. Политехн. О-ва № 3 и дальше. 1906 г.

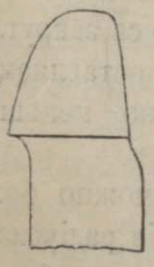
Рѣзцы съ закругленными вершинами хороши еще тѣмъ, что не требуютъ особенной тщательности при установкѣ ихъ въ суппортѣ, чего нельзя сказать о рѣзцахъ съ прямолинейнымъ рѣжущимъ ребромъ.

Сравнивая закругленія рѣзцовъ, показанныхъ на фиг. 27 и 28, мы видимъ, что рѣзцы для чугуна и твердой стали имѣютъ нѣсколько большіе радіусы закругленій, чѣмъ рѣзцы для желѣза и мягкой стали; причина этого заключается въ томъ, что при рѣзаніи твердой стали скорость рѣзанія должна быть значительно меньше, чѣмъ при рѣзаніи мягкой стали; то же, хотя и въ нѣсколько меньшей степени, можетъ быть сказано и по отношенію къ чугуну, сравнивая его съ мягкой сталью.

Изъ практики извѣстно, что чѣмъ меньше скорость рѣзанія, тѣмъ меньше склонность рѣзца къ дрожанію; поэтому съ точки зрѣнія дрожанія, при рѣзаніи чугуна и твердой стали, лучше употреблять большіе радіусы закругленій, чѣмъ это практически возможно при рѣзаніи мягкой стали. Было уже указано, что чѣмъ больше радіусъ закругленій, тѣмъ тоньше стружка и тѣмъ, слѣдовательно, больше можетъ быть скорость рѣзанія; а въ интересахъ экономичности при рѣзаніи твердой стали желательно повышать, на сколько это практически возможно, обусловленную твердостью малую скорость рѣзанія.

Далѣе, при рѣзаніи чугуна радіусъ закругленія дѣлается больше, чѣмъ при рѣзаніи мягкой стали, еще по слѣдующей причинѣ. Чугунъ рѣжется при значительно меньшемъ давленіи на рѣзецъ сравнительно съ мягкой сталью, поэтому при рѣзаніи чугуна можно брать большую глубину рѣзанія и болѣе крупную подачу, чѣмъ при рѣзаніи мягкой стали, а выше уже было указано, что чѣмъ крупнѣе подача, тѣмъ больше долженъ быть радіусъ закругленій рѣзца для того, чтобы отдѣлка обрабатываемой поверхности была чистой.

Во могихъ мастерскихъ значительная часть работъ состоитъ именно въ обработкѣ чугунныхъ издѣлій, при этомъ глубина рѣзанія сравнительно настолько мала, а прочность и устойчивость издѣлія настолько велики, что съ цѣлью использованія всей силы станка размѣры подачъ нужно брать большими. Въ нормальныхъ рѣзцахъ, представленныхъ на фиг. 27. крайнія вершины закруглены по слишкомъ малымъ радіусамъ для того, чтобы ими можно было брать большія подачи, получая въ то же время чистую отдѣлку; желательно поэтому имѣть въ подобныхъ мастерскихъ нормальные рѣзцы, спеціально заточенные для работъ подобнаго рода.

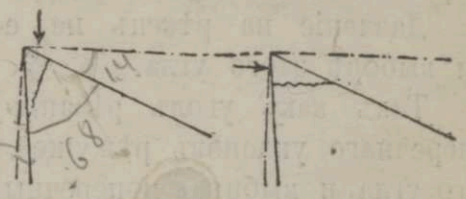


Фиг. 34.

На фиг. 34 представленъ рѣзецъ, рекомендуемый для такихъ работъ; какъ видно, по формѣ онъ соотвѣтствуетъ въ точности рѣзцамъ для рѣзанія чугуна, отличаясь отъ нихъ исключительно тѣмъ, что его вершина скруглена по кривой очень большого радіуса.

31. Углы рѣзанія и углы зазора. Производительность рѣзца зависитъ отъ тѣхъ угловъ, подъ которыми онъ заточенъ, хотя нужно сказать, что эти факторы вліяютъ на успѣхъ рѣзанія значительно менѣе, чѣмъ нѣкоторые другіе, о которыхъ было уже упомянуто.

32. Уголъ зазора. Тайлоръ указываетъ, что чѣмъ больше зазоръ, тѣмъ легче рѣзецъ можетъ быть вдавливаемъ въ обрабатываемую вещь, потому что первое дѣйствіе рѣзца, приведеннаго въ соприкосновеніе съ издѣліемъ — это именно вдавливаніе его ребра въ металлъ. Съ другой стороны, увеличеніе угла зазора вызываетъ уменьшеніе на ту же величину угла заостренія и тѣмъ способствуетъ выкрашиванію рѣжущаго ребра рѣзца, какъ это видно изъ фиг. 35—36. Нужно также помнить, что при обточкѣ относительное движеніе рѣзца происходитъ по винтовой линіи и что уголъ наклона этой линіи въ случаѣ крупныхъ подачъ, при издѣліяхъ малыхъ діаметровъ, становится весьма замѣтной величиной. Слѣдовательно, зазоръ долженъ быть достаточно великъ для того, чтобы избѣжать истиранія бока рѣзца. Сообразно съ этимъ въ нормальныхъ рѣзцахъ, затачиваемыхъ спеціальнымъ рабочимъ или на автоматическомъ станкѣ, уголъ этотъ для грубой предварительной обточки и для всѣхъ работъ долженъ быть равенъ 6^0.



Фиг. 35. Фиг. 36.

Тамъ же, гдѣ затачиваніе рѣзцовъ производится самими рабочими, работающими на станкахъ, углы зазора нужно дѣлать больше, скажемъ, въ 9^0 или 12^0, потому что въ такихъ мастерскихъ въ 9 случаяхъ изъ 10 затачиваніе происходитъ безъ всякихъ шаблоновъ прямо на глазъ, а въ такомъ случаѣ меньше вреда получится при зазорахъ большихъ 6^0, чѣмъ меньшихъ 6^0.

33. Уголъ рѣзанія. Изъ теоретическихъ соображеній видно, что сопротивленіе рѣзанію тѣмъ меньше, чѣмъ меньше уголъ рѣзанія, но при выборѣ этого угла **нужно прежде всего имѣть въ виду предохраненіе рѣзца отъ искрашиванія.** Чѣмъ металлъ тверже, тѣмъ тупѣе долженъ быть уголъ заостренія, а потому имѣя это въ виду и стремясь въ то же время придать угламъ рѣзанія возможно малую величину, Тайлоръ, на основаніи своихъ испытаній, предлагаетъ затачивать рѣзцы съ слѣдующими углами:

A) У нормальныхъ рѣзцовъ *для рѣзанія чугуна и твердыхъ сортовъ стали*, съ содержаніемъ углерода около $0{,}45\%$, съ сопротивленіемъ разрыву около 70 кгр. кв. мм. и удлиненіемъ въ 18%, поперечный уклонъ рѣжущей грани долженъ быть 14^0, а продольный 8^0, что соотвѣтствуетъ углу заостренія въ 68^0.

B) *Для рѣзанія мягкихъ сортовъ стали*, съ содержаніемъ углерода меньше $0{,}45\%$, съ сопротивленіемъ разрыву въ 70 кгр. кв. м.м. и удлиненіемъ въ 18%, продольный уклонъ равняется 8^0, поперечный 22^0, что соотвѣтствуетъ углу заостренія въ 61^0.

C) *Для отбѣленнаго чугуна* уголъ заостренія долженъ равняться 86^0—90^0.

D) *Для стали съ твердостью, равной твердости бандажной стали*, поперечный и продольный уклоны должны быть соотвѣтственно 9^0 и 5^0, что соотвѣтствуетъ углу заостренія въ 74^0.

E) Въ мастерскихъ, обрабатывающихъ преимущественно крайне мягкіе сорта стали, съ содержаніемъ углерода въ 0,10—0,15%, экономичнѣе брать углы заостренія меньше 61° [1]).

Слѣдовательно, важно выбрать уголъ заостренія такимъ, чтобы рѣжущее ребро не крошилось и стараться уменьшить давленіе стружки на рѣзецъ.

Давленіе на рѣзецъ не есть однако наиболѣе важный факторъ при выборѣ этого угла.

Такъ какъ уголъ рѣзанія зависитъ отъ величины продольнаго и поперечнаго уклоновъ рѣжущей грани, то преслѣдуя уменьшеніе рѣжущаго угла и выбирая поперечный и продольный уклоны рѣжущей грани нужно принимать во вниманіе слѣдующія соображенія, приводимыя въ порядкѣ ихъ послѣдовательной важности; эти соображенія говорятъ **въ пользу** большихъ **поперечныхъ** уклоновъ и **противъ** большихъ **продольныхъ** уклоновъ:

a) При сравнительно большемъ поперечномъ уклонѣ рѣзецъ можно затачивать значительно большее число разъ, не вызывая его ослабленія.

b) Стружка сбѣгаетъ съ рѣзца въ бокъ и не задѣваетъ суппорта.

c) Сила тренія стружки стремится отогнуть рѣзецъ отъ издѣлія, а большой поперечный уклонъ противодѣйствуетъ этому стремленію и отклоняетъ результирующую линію давленія на рѣзецъ въ предѣлы опоры рѣзца.

d) Рѣзецъ легче питать (подавать).

Неудобство большого поперечнаго уклона:

a) стремленіе рѣзца заѣдать.

---

[1]) Для многихъ можетъ показаться страннымъ, почему при рѣзаніи сравнительно мягкаго чугуна рекомендуется уголъ заостренія въ 68°, въ то время, какъ для мягкой стали въ 61°. Но при рѣзаніи металловъ приходится встрѣчаться вообще со многими странностями и одна изъ нихъ и заключается въ томъ, что если имѣется очень мягкій чугунъ и очень мягкая сталь, нормальная скорость рѣзанія для которыхъ при глубинѣ рѣзанія въ 4—5 мм. и подачѣ въ 1,5 мм. одинаковы и равны приблизительно 50 м. въ минуту, то наивысшая скорость въ случаѣ мягкой стали можетъ быть достигнута лишь при углѣ не тупѣе 61°, а въ случаѣ чугуна при углѣ не острѣе 68°. Подтвержденіемъ этому служатъ неоднократно продѣланныя тщательныя испытанія Тайлора.

Причина этого явленія, повидимому, заключается въ слѣдующемъ:

Количество теплоты, развивающейся вслѣдствіе тренія стружки, почти пропорціонально давленію стружки на рѣзецъ, поэтому при меньшемъ углѣ рѣзанія и соотвѣтственно меньшемъ давленіи стружки количество теплоты будетъ меньше, чѣмъ при большихъ углахъ. Съ другой стороны, развивающаяся теплота отводится отъ рѣжущаго ребра главнымъ образомъ металломъ самого рѣзца (только малая часть теплоты излучается въ воздухъ), и чѣмъ острѣе уголъ рѣзца, тѣмъ меньше поперечное сѣченіе клиновидной части рѣзца около рѣжущаго ребра, такъ что болѣе тупые углы даютъ и большую площадь поперечнаго сѣченія металла для отведенія теплоты. Въ дополненіе къ этому слѣдуетъ имѣть въ виду еще тотъ фактъ, что при рѣзаніи чугуна давленіе стружки сосредоточивается весьма близко отъ рѣжущаго ребра, и чѣмъ острѣе уголъ, тѣмъ сильнѣе всякое изнашиваніе будетъ вліять на рѣжущее ребро.

Обѣ эти причины, взятыя вмѣстѣ, и обусловливаютъ то, что при болѣе тупыхъ углахъ рѣзанія возможна большая скорость рѣзанія чугуна. Съ другой стороны, было уже указано, что давленіе стружки въ случаѣ рѣзанія мягкой стали прилагается на довольно значительномъ разстояніи отъ рѣжущаго ребра, такъ что въ этомъ случаѣ ребро рѣзца болѣе удалено отъ источника развитія теплоты и подвержено меньшему изнашиванію, чѣмъ въ случаѣ рѣзанія чугуна, сѣченіе же рѣзца въ мѣстѣ приложенія давленія стружки въ этомъ случаѣ значительно больше. Поэтому при мягкихъ сталяхъ и имѣетъ мѣсто тотъ фактъ, что чѣмъ уголъ заострѣнія меньше, доходя до 61°, тѣмъ больше можетъ быть скорость рѣзанія.

Что касается до *продольнаго уклона*, то и здѣсь нельзя переходить извѣстнаго минимума, такъ какъ при отсутствіи продольнаго уклона рѣзецъ стремится отойти отъ издѣлія, вызывая тѣмъ неправильную отдѣлку поверхности и небольшія колебанія въ размѣрѣ издѣлія.

Недостатки большого продольнаго уклона рѣжущей грани:

a) большой продольный уклонъ ослабляетъ рѣзецъ, почему послѣдній можно затачивать меньшее число разъ;

b) въ случаѣ заѣданія рѣзца, работа можетъ быть испорчена скорѣе, чѣмъ при боковомъ заѣданіи.

c) стружка сбѣгаетъ прямо на суппортъ;

d) труднѣе производить подачу.

34. Внѣшняя форма рѣзца. Рѣзецъ долженъ отковываться изъ стали съ поперечнымъ сѣченіемъ въ видѣ прямоугольника, у котораго одна сторона въ 1,5 раза больше другой.

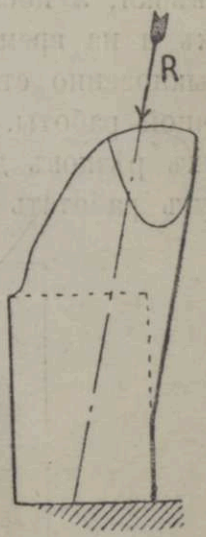
При выборѣ длины рѣзца нужно руководствоваться слѣдующими соображеніями:

A) Рѣзецъ долженъ имѣть достаточную длину, чтобы его можно было закрѣпить въ суппортѣ. Когда длина рѣзца становится недостаточной, его приходится бросать, и такимъ образомъ непроизводительно тратится матеріалъ, стоимость котораго при современныхъ быстрорѣжущихъ сортахъ стали весьма значительна.

B) Съ другой стороны, чѣмъ рѣзецъ длиннѣе, тѣмъ онъ менѣе удобенъ и болѣе копотны всѣ операціи съ рѣзцомъ: ковка, точка, храненіе въ инструментальной и установка въ суппортѣ.

Весьма удобными оказываются рѣзцы, длина которыхъ $L = 14a + 100$ мм., гдѣ a —наименьшій размѣръ поперечнаго сѣченія стали.

Чтобы рѣзецъ не стремился опрокинуться на суппортѣ, нужно, чтобы равнодѣйствующая давленій на рѣзецъ проходила по возможности ближе къ серединѣ его опорной поверхности, а для этого нужно, чтобы рѣжущая часть, или **носокъ** рѣзца былъ отогнутъ въ сторону, какъ это показано на фиг. 37.



Фиг. 37.

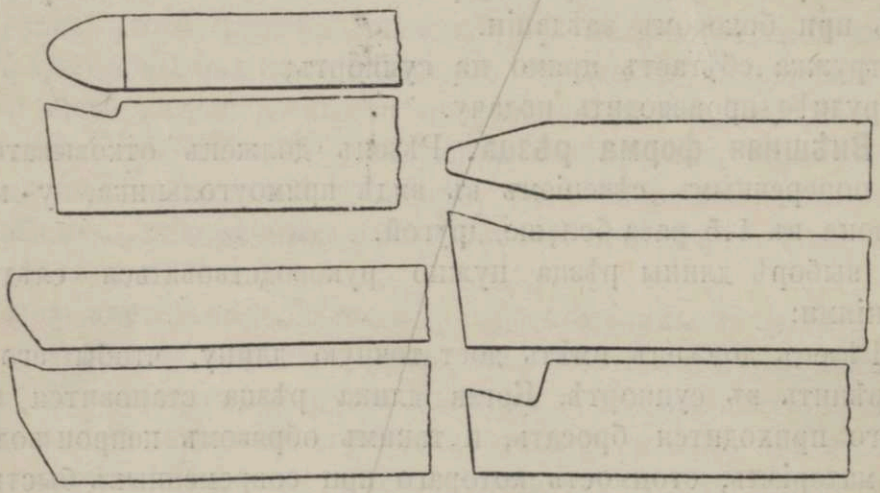
Вообще, останавливаясь на той или иной формѣ рѣзцовъ, нужно стремиться произвести рѣзцомъ максимумъ работы при минимальныхъ затратахъ на ковку и на точку ихъ, а такъ какъ ковка рѣзца стоитъ вообще дороже заточки, то желательно имѣть рѣзецъ такой формы, чтобы его можно было затачивать наибольшее число разъ при одной лишь ковкѣ и чтобъ стоимость заточки была каждый разъ минимальной.

Тайлоръ рѣшаетъ эту задачу слѣдующимъ образомъ:

Современные быстрорѣжущіе рѣзцы, работая при экономичныхъ скоростяхъ, портятся на рѣжущей грани болѣе, чѣмъ на боковыхъ поверхностяхъ. Поэтому при каждой заточкѣ съ рѣжущей грани—приходится снимать слой металла; однако во многихъ случаяхъ боковыя

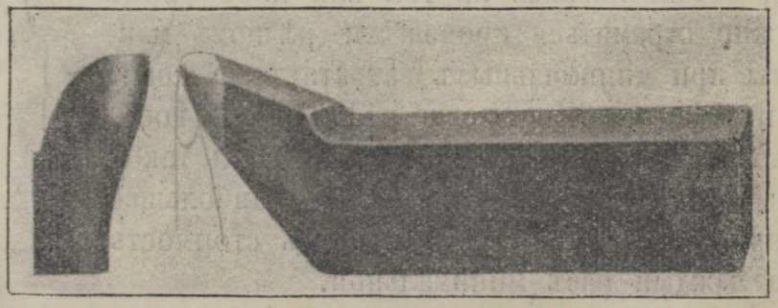
грани тоже портятся болѣе или менѣе значительно, такъ что, въ цѣляхъ наибольшей экономичности, необходимо затачивать рѣзцы, служащіе для грубой обработки какъ со стороны рѣжущей грани, такъ и со стороны зазора.

Во многихъ мастерскихъ до сихъ поръ еще для изготовленія рѣзца отрѣзаютъ кусокъ стали надлежащей длины прямо отъ полосы и затѣмъ образуютъ рѣжущее ребро затачиваніемъ верхней грани рѣзца (см. фиг. 38—41). Такой способъ изготовленія связанъ, конечно, съ мини-



Фиг. 38—41.

мумомъ стоимости ковки рѣзца, но дѣлаетъ зато стоимость заточки черезъ-чуръ высокой, потому что при такомъ способѣ заточки рѣжущую грань рѣзца приходится стачивать угломъ наждачнаго камня, который, находясь все время въ работѣ, скоро изнашивается и требуетъ частой вывѣрки, а послѣдняя связана съ расходами какъ на матеріалъ камня, такъ и на время, потребное для его ремонта, да, кромѣ того—камень обыкновенно становится выпуклымъ къ серединѣ и не пригоднымъ для точной работы. Поэтому, поскольку это возможно, профиль нормальныхъ рѣзцовъ долженъ быть таковъ, чтобы не заставлять наждачный кругъ работать угломъ.

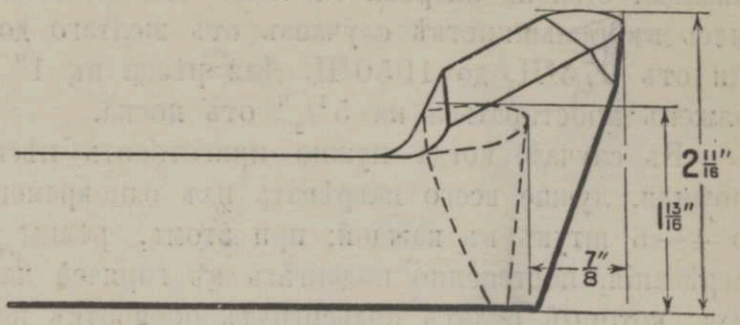


Фиг. 42.

Бѣлое показываетъ поверхность, которую приходится стачивать.

Несомнѣнно, что одной изъ наиболѣе экономичныхъ формъ рѣзца съ точки зрѣнія ковки и послѣдующей точки является форма, показанная на фиг. 42.

Разсматривая эти рѣзцы (фиг. 43), мы видимъ, что у рѣзца въ $1\frac{1}{2}$", напримѣръ, рѣжущее ребро приподнято выше корпуса рѣзца на $\frac{7}{8}$", и если мы допустимъ, что при каждой заточкѣ достаточно сточить рѣжущую грань рѣзца на $\frac{1}{32}$", то ясно, что рѣзецъ такой формы (фиг. 42 — 43) можно затачить 28 разъ, прежде чѣмъ уголъ наждачнаго колеса начнетъ въѣдаться въ тѣло рѣзца. Если мы будемъ затачивать рѣзецъ и послѣ этого, то это можно будетъ сдѣлать еще столько же разъ, сколько и въ рѣзцахъ безъ отогнутаго носка (фиг. 41), пока, наконецъ, наждачное колесо углубится въ тѣло рѣзца настолько, что сильно ослабитъ его.



Фиг. 43.

Пунктиромъ показанъ рѣзецъ послѣ 28 заточекъ.

Такимъ образомъ ясно, что приведенный нормальный рѣзецъ имѣетъ форму, позволяющую затачивать его въ 3—5 разъ болѣе, чѣмъ рѣзцы (фиг. 38—41).

35. Приготовленіе нормальныхъ рѣзцовъ. Отмѣтимъ, что послѣ того, какъ отъ полосы отрѣзанъ надлежащей длины кусокъ, вся ковка рѣзцовъ, размѣрами $1\frac{1}{2}$ дм. включительно, можетъ быть произведена хорошимъ кузнецомъ при одномъ молотобойцѣ въ два нагрѣва, если только въ кузницѣ имѣется небольшой паровой молотъ съ простыми плоскими штампами. При отсутствіи молота—въ 3 нагрѣва при одномъ кузнецѣ и одномъ молотобойцѣ, въ 2 нагрѣва при одномъ кузнецѣ и двухъ молотобойцахъ, при чемъ послѣдніе нужны только на нѣсколько секундъ.

36. Никогда не слѣдуетъ надрубать полосу зубиломъ и отламывать отъ нея кусокъ въ холодномъ состояніи. Практику надрубанія полосы зубиломъ въ мѣстахъ, соотвѣтствующихъ надлежащей длинѣ рѣзца и послѣдующаго затѣмъ отламыванія ея ударами кувалды на наковальнѣ слѣдуетъ признать крайне нецѣлесообразной, потому что при этомъ часто образуются трещины, вполнѣ обнаруживающіяся лишь тогда, когда рѣзецъ находится въ работѣ. При отрубаніи стали необходимо ее нагрѣть, при чемъ тѣмъ же нагрѣвомъ можно воспользоваться для штампованія на заднемъ концѣ рѣзца знаковъ, служащихъ для его распознаванія и отличія отъ другихъ рѣзцовъ.

37. Нагрѣваніе рѣзца при ковкѣ. Нагрѣвать рѣзецъ нужно медленно, поворачивая его нѣсколько разъ въ горнѣ, чтобы обезпечить равномѣрный нагрѣвъ по всей толщинѣ металла. Надлежащей степенью нагрѣва современныхъ рѣзцовъ изъ стали малоуглеродистой, содержащей много вольфрама и хрома, нужно считать такую, при которой рѣзецъ не разлетается на части подъ ударами кувалды. Въ противоположность всѣмъ прежнимъ традиціямъ относительно нагрѣванія стали, эти

рѣзцы ничуть не повреждаются отъ нагрѣванія ихъ при ковкѣ выше вишневаго каленія, если только потомъ рѣзцы еще разъ нагрѣть почти до температуры плавленія стали, согласно процессу Тэйлора-Уайта. Надлежащая степень нагрѣва зависитъ отъ химическаго состава рѣзца, мѣняясь въ большинствѣ случаевъ отъ желтаго до свѣтло-желтаго цвѣта, или отъ 975°Ц. до 1050°Ц. Для рѣзца въ 1″ этотъ желтый нагрѣвъ долженъ простираться на $5^1/_2$″ отъ носка.

Въ случаѣ, когда нужно приготовить нѣсколько рѣзцовъ одного профиля, лучше всего нагрѣвать ихъ одновременно партіями, скажемъ, по 4—6 штукъ въ каждой; при этомъ, рѣзцы нужно, по мѣрѣ ихъ нагрѣванія, постепенно подвигать къ горячей части горна, а тотъ изъ нихъ, который будетъ подвергнутъ обработкѣ первымъ, нужно держать непосредственно надъ самой горячей частью горна. Огонь, разводимый на коксѣ, съ достаточной толщиной слоя топлива, чтобы дутье не соприкасалось непосредственно съ рѣзцомъ, слѣдуетъ предпочесть огню, разводимому обыкновенно кузнецами на углѣ, такъ какъ при коксѣ гораздо легче получить равномѣрный нагрѣвъ, чѣмъ при углѣ. Ниже однако мы увидимъ, что при надлежащихъ предосторожностяхъ горнъ, работая съ хорошимъ углемъ окисляетъ, а слѣдователь но и повреждаетъ рѣзецъ меньше, чѣмъ горнъ, работающій на хорошемъ коксѣ.

Въ нижеслѣдующемъ мы приводимъ операціи, которымъ подвергается рѣзецъ при ковкѣ, послѣ того какъ онъ отрубленъ отъ полосы.

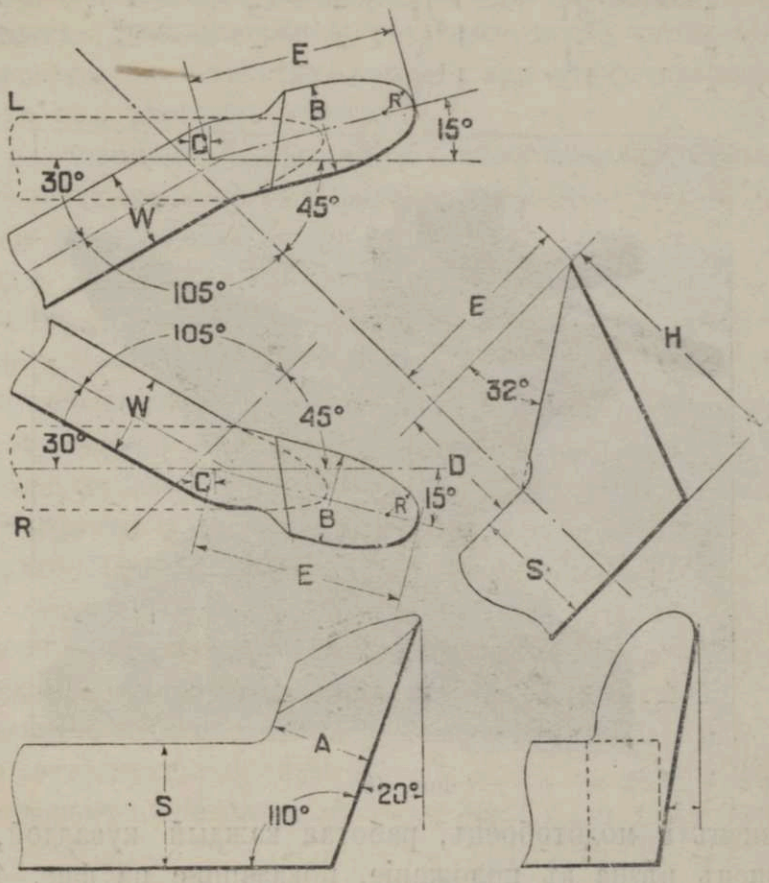
38. Ковка рѣзца, съ закругленнымъ носкомъ, для грубой обточки. На фиг. 44 изображенъ въ откованномъ видѣ рѣзецъ прямой (тѣло рѣзца изображено пуцктиромъ) и согнутый. *L*—лѣвый, *R*—правый.

Размѣры (въ дюймахъ) откованныхъ нормальныхъ рѣзцовъ со скругленнымъ носкомъ (фиг. 44).

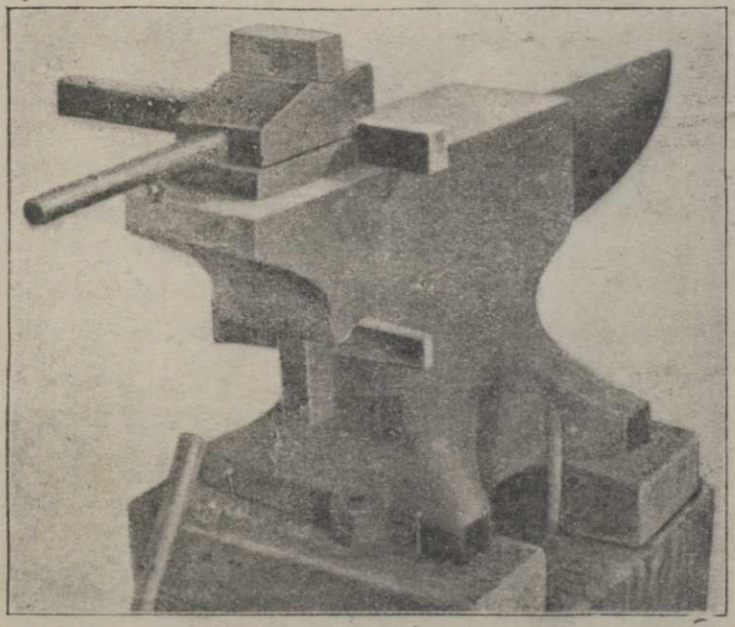
W	S	A	B	C	D	E	H	R	Длина тѣла.
$^1/_2$	$^3/_4$	$^3/_4$	$^1/_2$	$^3/_{16}$	$^{13}/_{16}$	$1^7/_{16}$	$1^5/_8$	$^1/_8$	11
$^5/_8$	1	$^7/_8$	$^{21}/_{32}$	$^{13}/_{64}$	1	$1^{11}/_{16}$	$2^1/_{32}$	$^3/_{16}$	$12^3/_4$
$^3/_4$	$1^1/_8$	1	$^{13}/_{16}$	$^7/_{32}$	$1^5/_{32}$	$1^{15}/_{16}$	$2^5/_{16}$	$^1/_4$	$14^1/_2$
$^7/_8$	$1^3/_8$	$1^1/_8$	$^{31}/_{32}$	$^5/_{64}$	$1^5/_{16}$	$2^3/_{16}$	$2^{23}/_{32}$	$^5/_{16}$	$16^1/$
1	$1^1/_2$	$1^1/_4$	$1^1/_8$	$^1/_4$	$1^1/_2$	$2^1/_2$	3	$^3/_8$	18
$1^1/_4$	$1^7/_8$	$1^1/_2$	$^{17}/_{16}$	$^9/_{32}$	$1^{27}/_{32}$	3	$3^{11}/_{16}$	$^1/_2$	$21^1/_2$
$1^1/_2$	$2^1/_4$	$1^3/_4$	$1^3/_4$	$^5/_{16}$	$2^1/_8$	$3^9/_{16}$	$4^3/_8$	$^5/_8$	25
$1^3/_4$	$2^5/_8$	2	$2^1/_{16}$	$^{11}/_{32}$	$2^7/_{16}$	$4^1/_8$	$5^1/_{16}$	$^3/_4$	$28^1/_2$
2	3	$2^1/_4$	$2^3/_8$	$^3/_8$	$2^3/_4$	$4^5/_8$	$5^3/_4$	$^7/_8$	32

39. Нагрѣваніе рѣзца. *A*) Производится какъ указано выше.

40. Отгибаніе верхушки рѣзца. *B*) Для этого нужно прижать рѣзецъ къ верхушкѣ наковальни, какъ показано на фиг. 45.



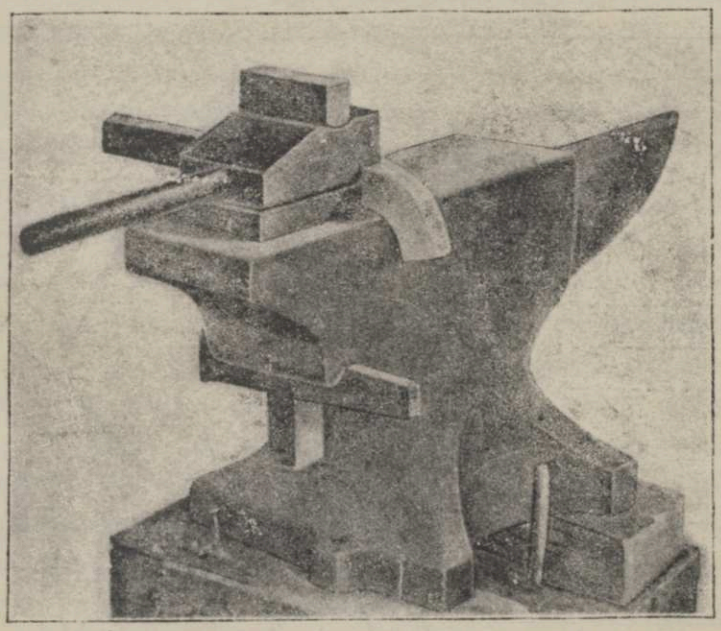
Фиг. 44.



Фиг. 45.

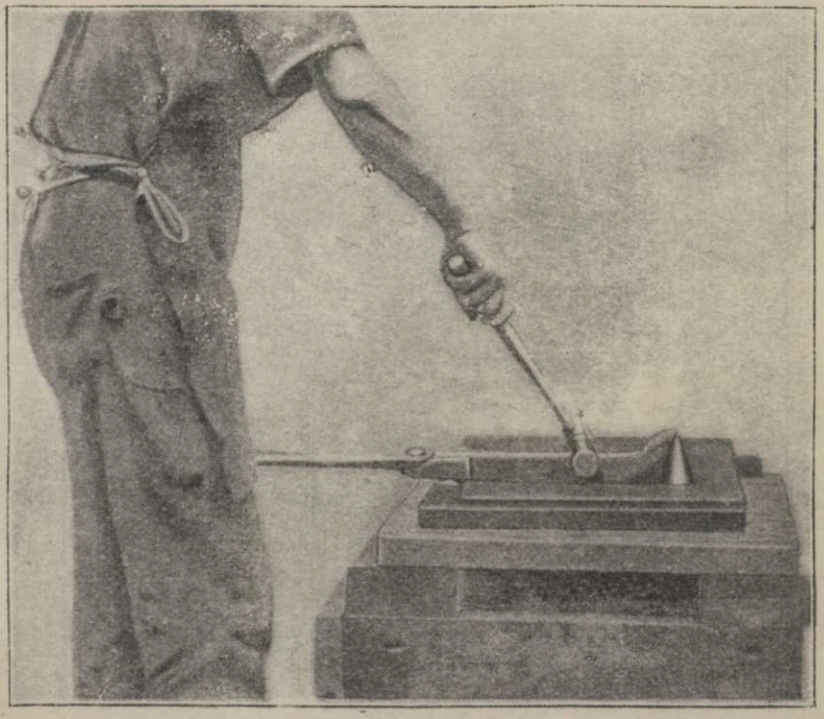
Дѣлается это при посредствѣ скобы и клина. Скоба проходитъ черезъ квадратную дыру въ наковальнѣ; рѣзецъ укрѣпляется такимъ образомъ, что онъ высовывается за наковальню:

для рѣзца въ	$\frac{1}{2}''$	на $1''$		для рѣзца въ	$1\frac{1}{4}$	на	$1\frac{7}{8}$
» »	$\frac{5}{8}''$		$1\frac{1}{8}$	» »	$1\frac{1}{2}$		$2\frac{1}{8}$
» »	$\frac{3}{4}$		$1\frac{1}{4}$	» »	$1\frac{3}{4}$		$2\frac{3}{8}$
» »	$\frac{7}{8}$		$1\frac{3}{8}$	» »	$2''$		$3''$
» »	$1''$		$1\frac{1}{2}$				



Фиг. 46.

C) Кузнецъ и молотобоецъ, работая каждый кувалдой, отгибаютъ нагрѣтый конецъ рѣзца въ положеніе, показанное на фиг. 46.



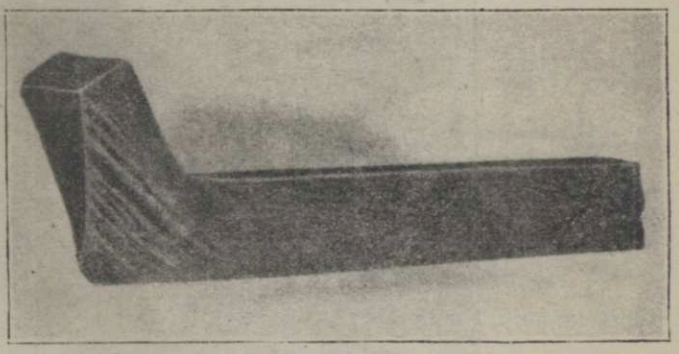
Фиг. 47.

Для того, чтобы кузнецъ могъ опредѣлить, правильно ли отогнутъ рѣзецъ, употребляется шаблонъ (фиг. 47). Послѣдній представляетъ со-

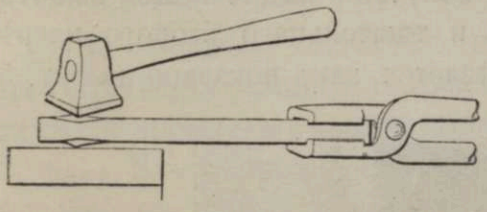
бой плиту, въ которой просверлено отверстіе; въ это отверстіе можно вставлять конусы, отточенные съ различнымъ уклономъ образующихъ соотвѣтственно различнымъ формамъ рѣзцовъ. Не снимая съ рѣзца щипцовъ, его ставятъ нижней гранью на плиту такъ, чтобы боковая грань соприкоснулась съ поверхностью конуса; при этомъ кузнецъ сразу видитъ, такъ ли онъ отогнулъ рѣзецъ.

Такой же шаблонъ нужно имѣть около точила, чтобы точильщикъ могъ сразу видѣть, такъ ли онъ заточилъ рѣзецъ.

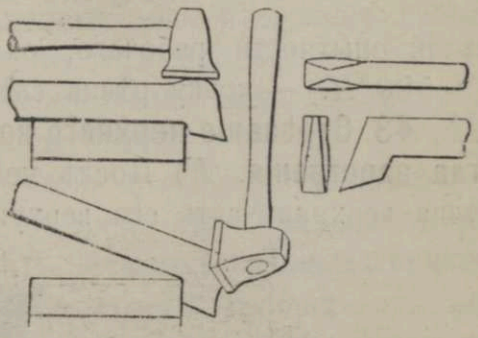
41. Оттягиваніе подошвы рѣзца для полученія хорошей опорной поверхности. *D*) Послѣ отгиба рѣзецъ быстро переносится подъ паровой молотъ при этомъ искривленная часть рѣзца, находящаяся у его подошвы, ставится у ребра наковальни и нѣсколькими ударами оттягивается такъ, чтобы подошва рѣзца приняла клиновидную форму. Это оттягиваніе производитъ такое перемѣщеніе металла,



Фиг. 48.

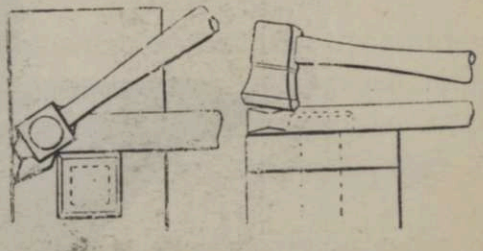


Фиг. 49.



Фиг. 50.

что закругленный уголъ рѣзца становится почти прямымъ, а плоская поверхность основанія рѣзца выдвигается впередъ, перенося опору почти подъ самое рѣжущее ребро (рѣзецъ въ этомъ состояніи показанъ на фиг. 48); въ случаѣ, когда парового молота нѣтъ, оттягиваніе подошвы рѣзца можетъ быть произведено подобнымъ же образомъ при помощи кувалды (фиг. 49—51).



Фиг. 51.

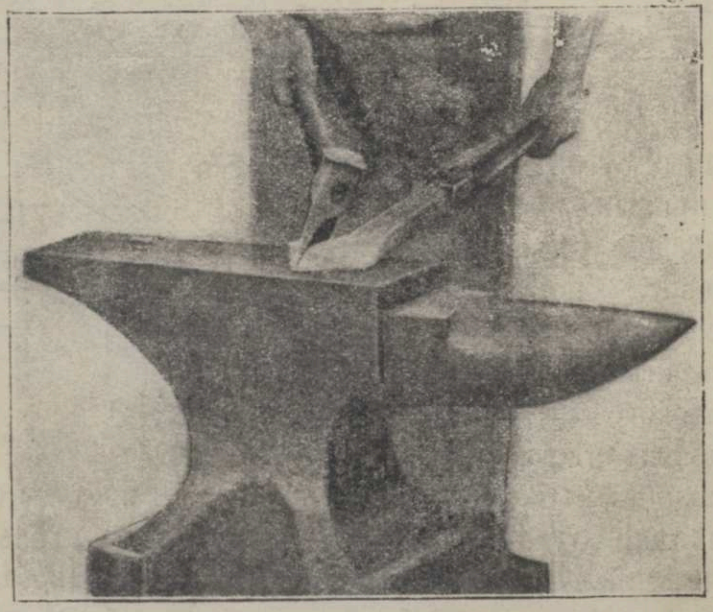
42. Отрѣзаніе угловъ у верхушки рѣзца съ цѣлью уменьшенія работы затачиванія. *E*) Рѣзецъ ставится на ребро наковальни (фиг. 52), и оба его угла отрѣзаются зубиломъ такъ, чтобы придать вершинѣ рѣзца приблизительно требуемую форму. При этомъ же отрѣзается если нужно, и оттянутая подошва рѣзца, чтобы сравнять ее съ опорной поверхностью. Затѣмъ на верхушкѣ рѣзца дѣлается замѣтка для того, чтобы по ней можно было отрѣзать конецъ для полученія надлежащаго

угла заостренія, и рѣзецъ опять кладется въ горно для второго нагрѣва (операціи *B*, *C*, *D* и *E* совершаются всѣ за одинъ нагрѣвъ рѣзца). Если однако въ какой-либо стадіи процесса рѣзецъ, вслѣдствіе промедленія или

Фиг. 52.

малой опытности рабочаго, охладится ниже свѣтло-вишневаго каленія (~ 580° *Ц.*) — ковку рѣзца слѣдуетъ прекратить и вновь его нагрѣть.

43. Отрѣзаніе верхняго конца для полученія надлежащей высоты и угла заостренія. *F*) Послѣ медленнаго и тщательнаго второго нагрѣва рѣзца верхняя часть его верхушки отрѣзается, какъ показано на фиг. 53,

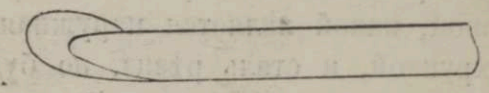


Фиг. 53.

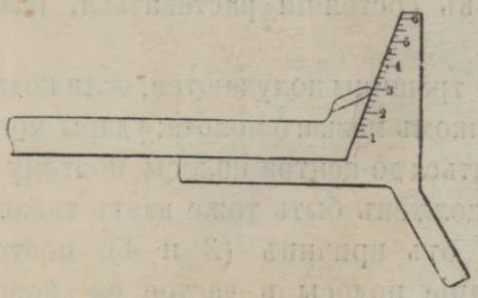
для полученія угла заостренія, заботясь при этомъ о сохраненіи какъ величины этого угла, такъ и высоты рѣзца; при этомъ руководятся шаблономъ фиг. 54.

44. Отгибаніе вершины рѣзца въ сторону и вывѣрка всего рѣзца.

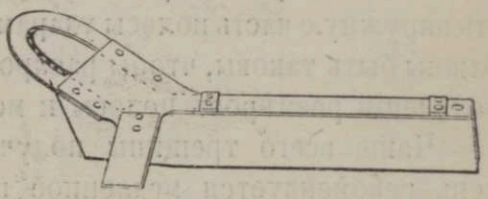
G) Послѣ этого вся вершина рѣзца отгибается въ сторону (фиг. 55) помощью гладилки, пользуясь шаблономъ фиг. 56.



Фиг. 55.



Фиг. 54.



Фиг. 56.

H) **Рѣзецъ нужно тщательно выправить на наковальнѣ** для того, чтобы получить вѣрную опорную поверхность; рѣзецъ долженъ правильно опираться по крайней мѣрѣ на половинѣ его длины. Вывѣрка этой поверхности производится при помощи повѣрочной плиты, поставленной около наковальни. Рѣзецъ долженъ имѣть опору во всѣхъ точкахъ своего основанія у передняго конца, непосредственно подъ рѣжущимъ ребромъ для избѣжанія дрожанія и поломки, возможныхъ при большомъ свѣсѣ, а также долженъ имѣть опору и непосредственно подъ зажимомъ для избѣжанія въ этомъ мѣстѣ поломки отъ изгибанія.

Во избѣжанія появленія трещинъ, нужно при ковкѣ принимать соотвѣтствующія предосторожности, имѣя въ виду, что **трещины въ рѣзцахъ во время нагрѣванія получаются отъ четырехъ главныхъ причинъ.**

1) Внутреннія трещины въ стальной полосѣ зависятъ отъ несовершенства слитка, изъ котораго полоса получена, или черезъ-чуръ быстраго и неравномѣрнаго нагрѣванія полосы во время ея обработки подъ молотомъ.

Кузнецы всегда склонны считать виновникомъ всѣхъ трещинъ въ изготовленныхъ ими рѣзцахъ заводъ, поставляющій сталь; однако наблюденія показываютъ что $^{9}/_{10}$ всѣхъ трещинъ получаются скорѣе вслѣдствіе плохого и неумѣлаго обращенія со сталью въ кузницѣ, чѣмъ отъ несовершенства самой стали.

2) Во-вторыхъ, трещины могутъ получиться отъ отламыванія полосы въ холодномъ состояніи, какъ это уже было указано.

3) Третья причина — это неравномѣрный прогрѣвъ полосы вслѣдствіе того, что ее держали въ горнѣ все время въ одномъ положеніи; при этомъ часть полосы, ближайшая къ огню, расширяется сильнѣе части, лежащей непосредственно за ней, и въ результатѣ — получается разрывъ болѣе холоднаго металла.

4) Четвертая причина—это слишкомъ быстрое нагрѣваніе стали въ сильномъ огнѣ. При этомъ, если даже рѣзецъ все время правильно переворачивать, наружныя части его—особенно въ случаѣ большихъ рѣз-

цовъ—получаютъ высокій ковочный нагрѣвъ ранѣе, чѣмъ центральная часть рѣзца нагрѣется до надлежащей температуры.

Если такой рѣзецъ подвергать обработкѣ молотомъ, то появляются трещины, потому что центральная часть вмѣсто того, чтобы быть ковкой, какой является наружная, остается еще сравнительно холодной и хрупкой, и сталь рѣзца, не будучи въ состояніи растекаться, разрывается, производя внутреннія трещины.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ внутреннія трещины получаются, если подвергать наружную часть полосы ударамъ слишкомъ мелкаго молота; удары молота должны быть таковы, чтобы распространяться до центра полосы, поэтому при увеличеніи размѣровъ полосы и молотъ долженъ быть тоже взятъ тяжелѣе.

Чаще всего трещины получаются отъ причинъ (3 и 4), поэтому, очень рекомендуется медленное нагрѣваніе полосы и частое ея поворачиваніе въ огнѣ, особенно въ первые, болѣе ранніе моменты нагрѣванія. Если съ нагрѣвомъ нужно по той или иной причинѣ спѣшить, то дѣлать это нужно въ послѣдніе моменты подъема температуры отъ вишневаго, скажемъ, до надлежащаго ковочнаго нагрѣва.

Предыдущія замѣчанія относятся, конечно, къ рѣзцамъ изъ быстро-рѣжущей стали, а не къ рѣзцамъ отпускающимся или старымъ самокаламъ, нагрѣвать которые для ковки нужно не выше свѣтло-вишневаго каленія.

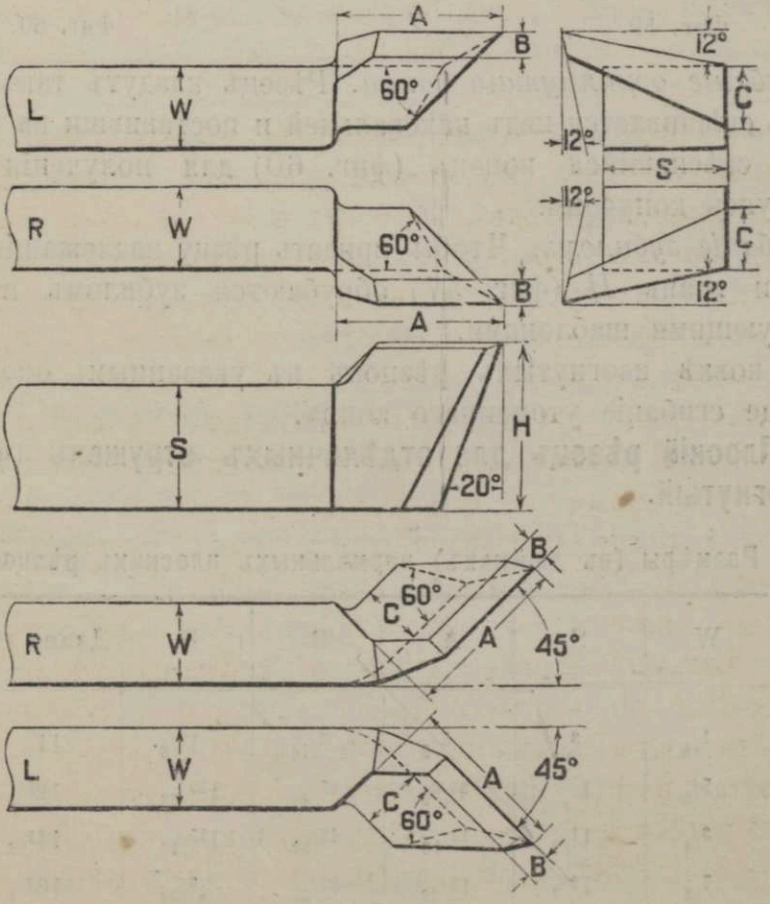
45. Относительная степень обработки, производимой въ кузницѣ и на точильномъ станкѣ, въ цѣляхъ полученія максимальной экономіи при изготовленіи рѣзцовъ зависитъ какъ отъ употребляемыхъ для отковки рѣзца методовъ, такъ и отъ тѣхъ приспособленій, которыми располагаетъ данный заводъ для быстраго и точнаго затачиванія рѣзца. Если затачиваніе производится рукой на точильномъ или наждачномъ камнѣ, то отниметъ, конечно, гораздо больше времени, и будетъ стоить больше, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда затачиваніе производится на автоматическомъ станкѣ, снабженномъ корундовымъ камнемъ, величина зеренъ котораго выбрана самымъ тщательнымъ образомъ такъ, чтобы обезпечить быструю и хорошую отдѣлку рѣзца. Чѣмъ лучше и совершеннѣе методы затачиванія, тѣмъ меньше работы выпадаетъ на долю кузницы и тѣмъ больше придется на долю точильщика, и наоборотъ.

46. Предѣльный шаблонъ для отдѣлыванія рѣзца (фиг. 56). Шаблонъ ставится на верхнюю грань рѣзца такъ, чтобы его криволинейная щель приходилась надъ очертаніемъ рѣжущаго ребра. При отдѣлкѣ рѣзца кузнецу нужно заботиться о томъ, чтобы профиль рѣжущаго ребра былъ видѣнъ черезъ криволинейную щель шаблона. Ширина этой щели берется 3—3,5 мм. Каждый рѣзецъ, изготовляемый въ кузницѣ, нужно внимательно изслѣдовать такимъ путемъ съ цѣлью установить предѣлы, до которыхъ должна вестись отдѣлка рѣзца въ кузницѣ; для этого, понятно, нужно имѣть наборъ шаблоновъ по одному для каждаго размѣра рѣзцовъ. Только при этомъ условіи возможно будетъ окончить ковку рѣзцовъ (размѣрами до $1^1/_2$") въ два нагрѣва и оставить на долю стачиванія лишь минимумъ работы.

47. Подрѣзной рѣзецъ для торцевъ, прямой и согнутый.

Размѣры (въ дюймахъ) нормальныхъ подрѣзныхъ рѣзцовъ (фиг. 57).

W	S	A	B	C	H	Длина тѣла.
1/2	3/4	1 1/4	5/32	3/8	1 1/8	11
5/8	1	1 1/2	3/16	15/32	1 13/32	12 3/4
3/4	1 1/8	1 5/8	15/64	9/16	1 9/16	14 1/2
7/8	1 3/8	1 7/8	17/64	21/32	1 27/32	16 1/4
1	1 1/2	2	5/16	3/4	2	18
1 1/4	1 7/8	2 3/8	25/64	15/16	2 7/16	21 1/2
1 1/2	2 1/4	2 3/4	15/32	1 1/8	2 7/8	25
1 3/4	2 5/8	3 1/8	35/64	1 5/16	3 5/16	28 1/2
2	3	3 1/2	5/8	1 1/2	3 3/4	32



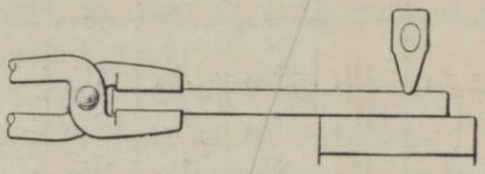
Фиг. 57.

При ковкѣ различаются слѣдующія операціи:

Нагрѣваніе.

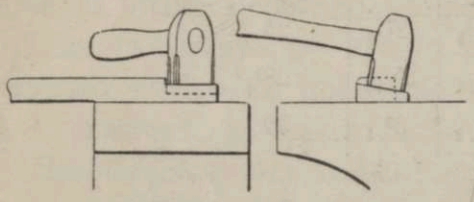
Оттягиваніе конца. Рѣзецъ кладется на наковальню (фиг. 58) и обжимкой дѣлается углубленіе на слѣдующемъ разстояніи отъ конца полосы:

для	рѣзца	1/2″	на	3/4″	для	рѣзца	1 1/4	на	1 5/8
»	»	5/8″	»	7/8″	»	»	1 1/2	»	2″
»	»	3/4″	»	1″	»	»	1 3/4	»	2 3/8
»	»	7/8″	»	1 1/4	»	»	2″	»	2 5/8
»	»	1″	»	1 3/8					

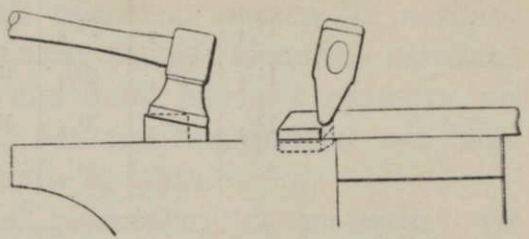


Фиг. 58.

Затѣмъ конецъ оттягивается и приглаживается гладилкой, какъ показано на фиг. 59.



Фиг. 59.



Фиг. 60.

Отгибаніе оттянутаго конца. Рѣзецъ кладутъ такъ, что оттянутый конецъ свѣшивается надъ наковальней и поставивши на него обжимку, отгибаютъ свѣсившійся конецъ (фиг. 60) для полученія угла зазора, руководствуясь конусомъ.

Обрубаніе зубиломъ. Чтобы придать рѣзцу надлежащіе углы зазора грань *A* и грань *H* (фиг. 57) обрубаются зубиломъ и провѣряются соотвѣтствующими шаблонами.

При ковкѣ изогнутыхъ рѣзцовъ къ указаннымъ операціямъ добавляется еще сгибаніе утоненнаго конца.

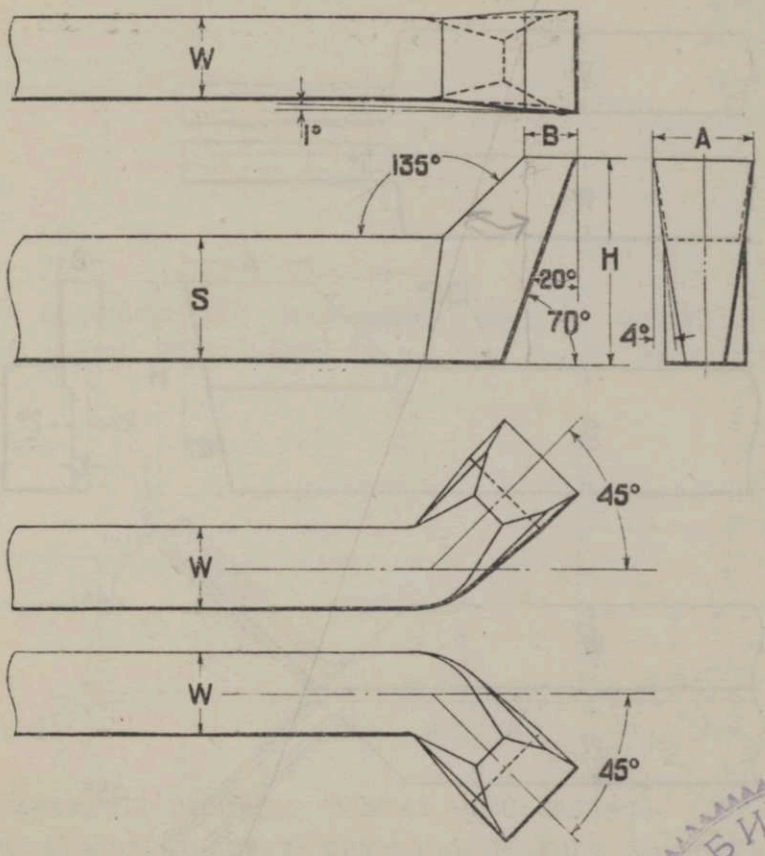
— **48. Плоскій рѣзецъ для отдѣлочныхъ стружекъ** (фиг. 61) **прямой и изогнутый.**

Размѣры (въ дюймахъ) нормальныхъ плоскихъ рѣзцовъ.

W	S	A	B	H	Длина тѣла.
1/2	3/4	5/8	5/16	1 3/8	11
5/8	1	25/32	25/64	1 23/32	12 3/4
3/4	1 1/8	15/16	15/32	1 15/16	14 1/2
7/8	1 3/8	1 3/32	35/64	2 9/32	16 1/4
1	1 1/2	1 1/4	5/8	2 1/2	18
1 1/4	1 7/8	1 9/16	25/32	3 1/16	21 1/2
1 1/2	2 1/4	1 7/8	15/16	3 5/8	25
1 3/4	2 5/8	2 3/16	1 3/32	4 3/16	28 1/2
2	3	2 1/2	1 1/4	4 3/4	32

При ковкѣ различаются слѣдующія операціи:

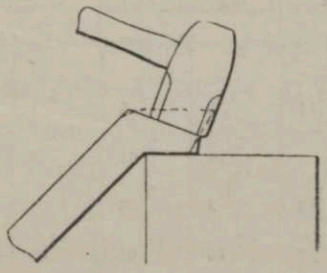
Изгибаніе. Производится какже, какъ и для рѣзца (фиг. 44), выступающій изъ зажима конецъ въ этомъ случаѣ долженъ быть на $^1/_8$" больше.



Фиг. 61.

БИБЛИОТЕКА КЛУБА Имени Тов. Л. Я. КАРЛОВ РАБОЧИХ и СТУДЕНТОВ

Утоненіе изогнутаго конца (фиг. 62).
Выправка угла какъ и на фиг. 49—51.
Обрубка и отдѣлка по шаблонамъ.
Въ изогнутомъ рѣзцѣ прибавляется изгибаніе.



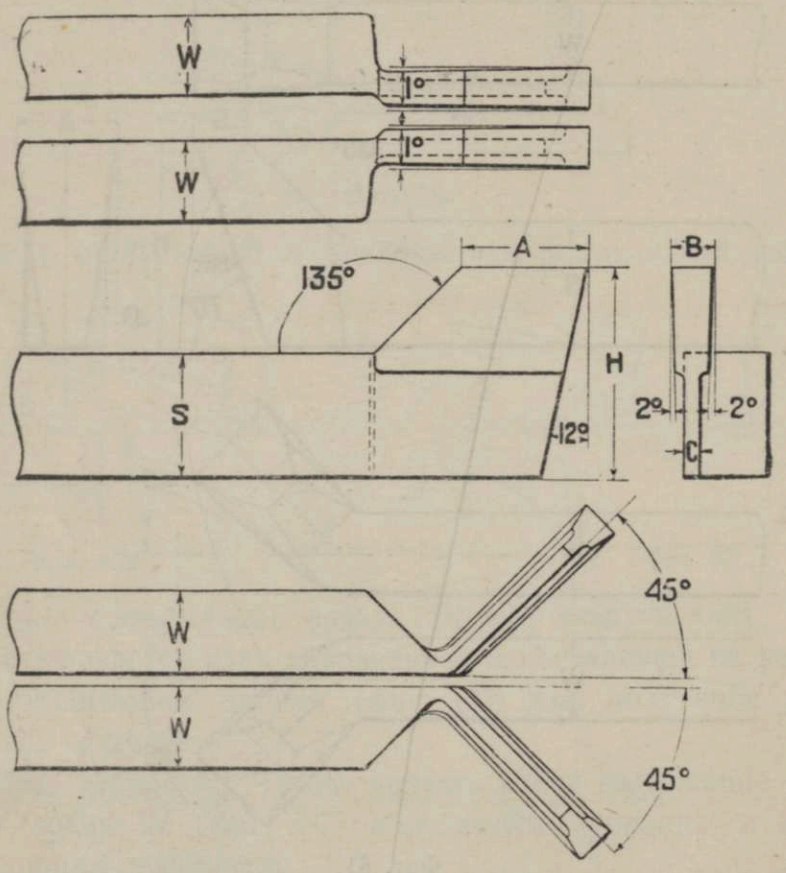
Фиг. 62.

— **49. Рѣзецъ для отрѣзанія** (фиг. 63) **прямой и изогнутый.** (См. табл. стр. 60).

При ковкѣ различаются слѣдующія операціи:

Оттягиваніе конца. Обжимкой дѣлается канавка на разстояніи отъ конца полосы:

для рѣзца $^1/_2$" на $1^1/_8$" для рѣзца $^7/_8$ на $1^{13}/_4$"
„ „ $^5/_8$ „ $1^3/_8$ „ „ 1" „ 2"
„ „ $^3/_4$ „ $1^9/_{16}$ „ „ $1^1/_4$ „ $2^3/_8$



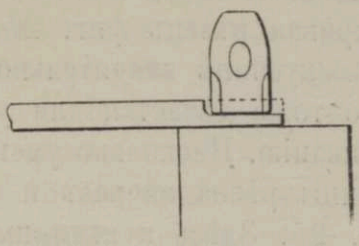
Фиг. 63.

Размѣры (въ дюймахъ) нормальныхъ отрѣзныхъ рѣзцовъ.

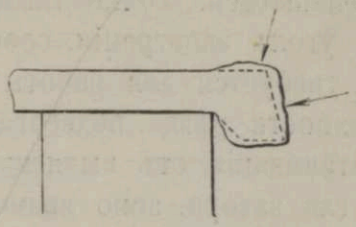
W	S	A	B	C	D	H	Длина тѣла.
$^1/_2$	$^3/_4$	$^3/_4$	$^1/_4$	$^1/_8$	$^3/_4$	$1^3/_8$	11
$^5/_8$	1	1	$^5/_{16}$	$^9/_{64}$	$^7/_8$	$1^{21}/_{32}$	$12^3/_4$
$^3/_4$	$1^1/_8$	$1^1/_8$	$^3/_8$	$^5/_{32}$	1	$1^{15}/_{16}$	$14^1/_2$
$^7/_8$	$1^3/_8$	$1^3/_8$	$^7/_{16}$	$^{11}/_{64}$	$1^1/_8$	$^{27}/_{32}$	$16^1/_4$
1	$1^1/_2$	$1^1/_2$	$^1/_2$	$^3/_{16}$	$1^1/_4$	$2^1/_2$	18
$1^1/_4$	$1^7/_8$	$1^7/_8$	$^5/_8$	$^7/_{32}$	$1^1/_2$	$3^1/_{16}$	$21^1/_2$

послѣ чего гладилкой утоняютъ конецъ до половины (фиг. 64) и затѣмъ ударами, направленными по стрѣлкамъ (фиг. 65), приводятъ утоненную часть къ формѣ рѣзца, какъ показано пунктиромъ.

Сдвиганіе конца въ сторону. Кладутъ рѣзецъ на наковальню такъ, чтобы утоненный конецъ свѣшивался и нанося удары по гладилкѣ сдвигаютъ конецъ, какъ показано пунктиромъ (фиг. 66).

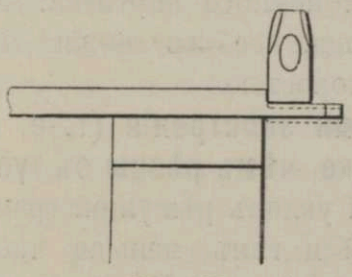


Фиг. 64.

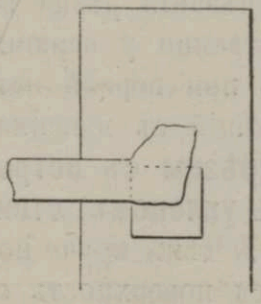


Фиг. 65

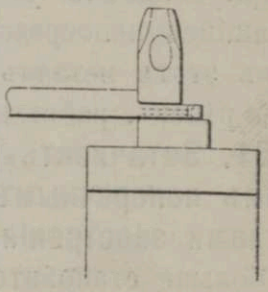
Утоненіе подошвы. На наковальню кладутъ подставку и на нее кладутъ рѣзецъ (фиг. 67), послѣ чего гладилкой утоняютъ подошву



Фиг. 66.



Фиг. 67.



Фиг. 68.

рѣзца до надлежащаго размѣра; затѣмъ выправляютъ уголъ подошвы (фиг. 68) испрямляютъ опорную поверхность, какъ во всѣхъ рѣзцахъ. При изогнутомъ рѣзцѣ прибавляется еще изгибаніе конца въ сторону.

50. Заточка рѣзцовъ. Въ мастерскихъ рѣзцы приходятъ въ негодность больше отъ перегрѣванія при заточкѣ, чѣмъ отъ какихъ бы то ни было другихъ причинъ.

Современные рѣзцы изъ быстро-рѣжущей стали очень часто портятся оттого, что рѣжущее ребро ихъ слишкомъ нагрѣвается при заточкѣ на камнѣ, поэтому при заточкѣ—все равно, производится ли она автоматически или въ ручную, крайне важно заботиться о томъ, чтобы къ тому мѣсту рѣзца, которымъ онъ касается точиломъ, все время подводилась сильная струя воды. Обычный пріемъ, при которомъ вода льется на точило выше рѣзца и уносится точила, нужно оставить, потому что онъ даетъ слишкомъ малый притокъ воды къ самому рѣзцу. Изъ опытовъ найдено, что для избѣжанія перегрѣва рѣзца, къ рѣжушему ребру его нужно подводить не менѣе 20 литровъ воды въ минуту; но и при такомъ притокѣ заточку не слѣдуетъ вести черезъ-чуръ поспѣшно. Подведеніе воды должно происходить при небольшой скорости для того, чтобы она не разбрызгивалась. Необходимость избѣгать перегрѣва рѣзца при точкѣ требуетъ особой формы рѣзца при ковкѣ. Изъ фиг. 25 видно, что рѣзецъ выходитъ изъ кузницы съ угломъ зазора въ 20°, между тѣмъ какъ для работы рѣзца уголъ вазора достаточно имѣть только въ 6°.

Большой уголъ зазора при ковкѣ рѣзца дѣлается для того, чтобы приходилось рѣзецъ меньше затачивать; давленіе между рѣзцомъ и точиломъ при этомъ получается меньше, время, потребное для затачиванія, тоже меньше, отъ тренія развивается меньше теплоты и опасность перегрѣва рѣзца уменьшается. Точно также, разсматривая рѣзецъ фиг. 25, мы видимъ, что уголъ заостренія, сообщаемый въ кузницѣ значительно острѣе, чѣмъ это требуется для работы рѣзца; это тоже дѣлается для уменьшенія поверхности рѣзца, подвергаемой стачиванію. Насколько уменьшается работа затачиванія отъ вытягиванія вершины рѣзца впередъ и отъ увеличенія угла зазора, ясно видно изъ фиг. 25. Здѣсь пунктирныя линіи верхушки рѣзца очерчиваютъ профиль, придаваемый рѣзцу при ковкѣ, а сплошныя линіи—профиль, придаваемый ему при первомъ затачиваніи.

Причина, почему оставляютъ при ковкѣ такъ много лишняго матеріала, который потомъ нужно сточить, заключается въ томъ, что иногда, при сильномъ нагрѣваніи рѣзца въ случаѣ слабаго огня, металлъ, находящійся непосредственно у вершины рѣзца, немного портится, но, сточивъ этотъ металлъ при первой наточкѣ рѣзца, все же можно получить рѣзецъ, работающій съ максимальной скоростью.

51. Затачивать рѣзцы съ острыми углами заостренія (т.-е. съ крутымъ поперечнымъ уклономъ) стоитъ дороже, чѣмъ рѣзцы съ тупыми углами заостренія. Чѣмъ круче поперечный уклонъ рѣжущей грани, тѣмъ больше становится поверхность стачиванія и тѣмъ меньше число разъ можно затачивать рѣзецъ до его вторичной ковки. При крутомъ поперечномъ уклонѣ рѣжущее ребро можетъ также скорѣе перегрѣться при затачиваніи, потому что поперечное сѣченіе части соприкасающейся съ точиломъ слишкомъ мало для отведенія развивающейся теплоты.

Если имѣть въ виду одну лишь стбимость затачиванія, то крутыхъ поперечныхъ уклоновъ въ рѣзцахъ не слѣдуетъ дѣлать. Сказанное поясняетъ также, почему рабочіе, при затачиваніи рѣзца въ ручную, обыкновенно придаютъ рѣзцу малый поперечный уклонъ.

52. Плоскія поверхности тоже способствуютъ нагрѣванію рѣзца при заточкѣ. Плоскія поверхности, приходящія въ соприкосновеніе съ точиломъ сильно способствуютъ нагрѣванію рѣзца главнымъ образомъ потому, что поверхность соприкосновенія быстро прирабатывается и очень плотно прилегаетъ къ поверхности точила, вслѣдствіе чего между ними не можетъ попасть охлаждающая вода.

Этимъ объясняется то, что при затачиваніи въ ручную хорошіе точильщики водятъ рѣзецъ по поверхности точила, когда съ рѣзца снимается много металла и прижимаютъ рѣзецъ неподвижно къ точилу только въ послѣднюю стадію затачиванія, когда рѣжущей грани рѣзца придается окончательный уклонъ. При выборѣ автоматическаго точильнаго станка никогда не слѣдуетъ пріобрѣтать такой, который не позволяетъ водѣ свободно подходить къ плоской поверхности рѣзца, соприкасающейся съ точиломъ. По той же причинѣ рѣзцамъ съ криволинейнымъ рѣжущимъ ребромъ, съ точки зрѣнія затачиванія, нужно отдать предпочтеніе передъ рѣзцами съ прямолинейнымъ рѣжущимъ ребромъ: прямое ребро даетъ

плоскую поверхность зазора, а плоскую поверхность всегда труднѣе заточить безъ перегрѣва, чѣмъ кривую.

53. Выборъ наждачнаго круга. Надлежащій выборъ наждачнаго круга для затачиванія рѣзцовъ является дѣломъ тоже большой важности. Нужно брать камни съ возможно твердыми зернами; для обыкновенныхъ заводскихъ рѣзцовъ лучше всего пригоденъ корундъ. Быстрѣе затачиваніе получается при крупныхъ зернахъ, но рѣжущее ребро получается не вполнѣ правильнымъ. Послѣ многихъ испытаній Тайлоръ принялъ за нормальное точило такое, которое составлено изъ смѣси зеренъ №№ 24 и 30; корундовое точило такого состава быстро точитъ и даетъ достаточно чистую отдѣлку.

54. Желательныя качества автоматическаго точильнаго станка. Рѣзцы никогда не слѣдуетъ затачивать, закрѣпивъ ихъ неподвижно въ суппортѣ или направляющей, питаемой непосредственно по направленію къ точилу винтомъ, потому что при этомъ, вскорѣ послѣ начала затачиванія, поверхность рѣзца прирабатывается къ поверхности камня, самое затачиваніе начинаетъ идти слишкомъ медленно, и рѣзецъ быстро перегрѣвается; можно сказать, что въ тотъ моментъ, когда рѣзецъ получаетъ плоскую поверхность, которая плотно соприкасается съ камнемъ, затачиваніе пріостанавливается и начинается нагрѣваніе рѣзца.

Гораздо скорѣе затачиваніе можно произвести на такомъ станкѣ, который регулируетъ давленіе рѣзца на точило автоматически въ зависимости отъ размѣровъ рѣзца; на такомъ станкѣ затачиваніе можетъ быть произведено вдвое скорѣе по сравненію съ такимъ, у котораго нажатіе рѣзца регулируется рабочимъ.

55. Желательно имѣть инструментальную, большой запасъ рѣзцовъ и автоматическій точильный станокъ даже на небольшихъ заводахъ. При правильной постановкѣ дѣла необходимо имѣть особую инструментальную комнату съ большими комплектами вполнѣ готовыхъ нормальныхъ рѣзцовъ, которые рабочіе могли бы употреблять одинъ за другимъ, не дожидаясь или не прибѣгая къ затачиванію износившихся рѣзцовъ. Для экономіи затачиваніе рѣзцовъ должно производиться партіями, т.-е. рѣзцы должны имѣться въ такомъ количествѣ, чтобы для затачиванія рѣзцовъ даннаго размѣра и профиля накапливалось 10—20 и даже болѣе; тогда и на небольшомъ заводѣ будетъ столь же выгодно имѣть автоматическій точильный станокъ, какъ и на большомъ. Нужно сознаться, что владѣльцевъ завода не легко убѣдить въ важности имѣть большіе запасы рѣзцовъ; тѣмъ болѣе нужно подчеркнуть эту необходимость, Также нужно обратить вниманіе на то, что и при автоматическомъ станкѣ трудно ожидать какой-либо экономіи при затачиваніи рѣзцовъ, если заводомъ не принята будетъ система нормальныхъ профилей для рѣзцовъ и если каждому рабочему строго-на-строго не будетъ воспрещено самому производить затачиваніе своихъ рѣзцовъ.

III. Наиболѣе экономичныя скорости рѣзанія.

Приступая къ обработкѣ какой бы то ни было вещи при помощи рѣзанія, рабочему, или тому лицу, на обязанности котораго это лежитъ, приходится отвѣтить на слѣдующіе 4 вопроса.

1. какой употребить рѣзецъ?
2. какую установить скорость рѣзанія?
3. какую установить подачу?
4. сколько времени работать рѣзцомъ, не перетачивая его?

Если на заводѣ примѣнены нормальные рѣзцы, то отвѣтъ на первый вопросъ затрудненія не представляетъ.

Что касается до выбора скорости рѣзанія и величины подачи, то относительно этого нужно сказать слѣдующее.

На основаніи своихъ испытаній Тайлоръ пришелъ къ заключенію, что вообще **при данной глубинѣ рѣзанія наибольшее количество металла можетъ быть снято при большой подачѣ и сравнительно небольшихъ скоростяхъ рѣзанія.** [1])

---

[1]) Выгодность сниманія крупныхъ стружекъ, установленная Тайлоромъ при помощи опыта, можетъ быть подтверждена и слѣдующими теоретическими соображеніями.

Составимъ выраженіе стоимости работы для срѣзанія опредѣленнаго вѣса металла.

Пусть V скорость рѣзца, P_0—среднее сопротивленіе рѣзанія, Q—вредныя сопротивленія, отнесенныя къ рѣзцу, N—работа для движенія орудія въ паровыхъ силахъ, W—площадь сѣченія стружки, q—объемъ снятыхъ стружекъ, C—стоимость снятія единицы объема стружекъ, C_1—стоимость паровой силы для движенія станка въ секунду, C_2—стоимость, выражающая всѣ накладные расходы (плата рабочему, процентъ на стоимость орудія, двигателя, привода и пр. и на погашеніе капитала) въ секунду.

Тогда $$C = \frac{C_1 N + C_2}{q} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1),$$

но $N = \frac{1}{75} v (P_0 + Q)$; $P_0 = kW$ и $q = vW$, гдѣ k—коэффиціентъ пропорціональности.

Подставляя въ выраженіе (1), получимъ

$$C = \frac{C_1 \frac{1}{75} v (kW + Q) + C_2}{W \cdot v} = C_1 \frac{1}{75} \left(k + \frac{Q}{W}\right) + \frac{C_2}{W \cdot v}$$

Относительно Q нужно замѣтить, что вредныя сопротивленія въ машинахъ-орудіяхъ могутъ быть разсматриваемы, какъ состоящія изъ двухъ частей, одна находится въ зависимости отъ W (треніе въ органахъ машины, въ періодъ дѣйствія рѣзца), другая же часть не зависитъ отъ W (треніе въ тѣхъ же частяхъ въ періодъ холостого хода).

Такимъ образомъ можемъ принять $Q = Q_1 + Q_2$, изъ которыхъ $Q_1 = aW$; (пропорціонально W), а Q_2 не зависитъ отъ W; подставляя Q_1 и Q_2 вмѣсто Q въ послѣднее выраженіе будемъ имѣть:

$$C = C_1 \frac{1}{75} \left(k + a + \frac{Q_2}{W}\right) + \frac{C_2}{v \cdot W} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2).$$

Въ этомъ выраженіи V входитъ только въ послѣдній членъ дѣлителемъ, слѣдовательно увеличеніе V вообще выгодно для уменьшенія C.

Изъ формулы (2) слѣдуетъ еще, что C уменьшается съ увеличеніемъ W, слѣдовательно увеличеніе площади сѣченія стружки безусловно выгодно въ смыслѣ удешевленія работы, но разумѣется только до предѣльнаго сопротивленія $P_0 = kW$, безопаснаго для данной машины-орудія. Такъ какъ C уменьшается быстрѣе съ увели-

Максимальная величина подачи вообще ограничивается, съ одной стороны, силой станка, а съ другой, эластичностью обрабатываемаго предмета и сообразно съ этимъ должна быть установлена. Разъ величина подачи установлена, допустимая скорость рѣзанія можетъ быть опредѣлаена только на основаніи опыта. При этомъ нужно замѣтить, что чѣмъ больше скорость рѣзанія, тѣмъ быстрѣе изнашивается рѣзецъ и тѣмъ чаще приходится его перетачивать.

Зависимость между скоростью рѣзанія и продолжительностью службы рѣзца, на основаніи опытовъ Тайлора, можетъ быть выражена слѣдующей формулой [1])

$$V = \frac{a}{T^{1/n}}$$

гдѣ V — скорость рѣзанія, а T — время, которое рѣзецъ выдерживаетъ, не подвергаясь переточкѣ.

Изъ приведенной фомулы видно, что чѣмъ чаще мы будемъ подвергать рѣзецъ затачиванія, тѣмъ большую скорость рѣзанія мы можемъ допустить и тѣмъ соотвѣтственно больше будетъ количество производимой рѣзцомъ работы, съ другой стороны, слѣдующія 4 соображенія говорятъ **противъ** частаго затачиванія рѣзца:

A) Затачиваніе рѣзца связано съ потерей времени на удаленіе изношеннаго рѣзца изъ суппорта, на полученіе и установку другого остраго рѣзца и на точное подведеніе этого новаго рѣзца къ издѣлію.

B) Затачиваніе связано съ изнашиваніемъ точила точильнаго станка и съ потерей времени точильщика и станка.

C) Затачиваніе связано съ опредѣленной платой кузнецу и молотобойцу за перековку рѣзца, расходами на топливо, дутье и т. п., эти расходы должно раздѣлить на число разъ, которое рѣзецъ перетачивается до того, какъ его нужно подвергнуть перековкѣ.

D) Затачиваніе связано съ расходомъ на рѣзцовую сталь, теряемую всякій разъ при перековкѣ; этотъ расходъ опять-таки нужно раздѣлить на число затачиваній рѣзца, соотвѣтствующихъ одной перековкѣ.

Всѣ эти соображенія были приняты Тайломъ во вниманіе и сведены въ таблицы, **дающія наиболѣе экономичное время для работы рѣзца безъ переточки**.

ченіемъ W нежели съ увеличеніемъ V, то во всѣхъ случаяхъ, гдѣ увеличеніе W возможно, напримѣръ, при грубой обточкѣ крупныхъ частей, слѣдуетъ прежде всего брать крупную стружку до возможнаго предѣла, при чистой же отдѣлкѣ и при обточкѣ мелкихъ частей, когда W не можетъ быть велико и опредѣляется условіями самой работы, увеличеніе скорости рѣзанія становится необходимымъ условіемъ экономіи.

Отсюда же можно сдѣлать слѣдующій выводъ: машины—орудія, назначенныя для перваго рода работы, должны строиться на большое усиліе, въ виду возможности увеличивать размѣры стружки; наоборотъ, машины-орудія, назначенныя для мелкой и чистой работы, должны быть приспособлены для большой скорости и разсчитаны на небольшія усилія, обусловливаемыя малыми размѣрами стружки.

[1]) Эта зависимость вполнѣ точно уставлена для стали. Для чугуна, хотя время службы рѣзца и уменьшается съ увеличеніемъ скорости рѣзанія, точной зависимости установить не удалось.

Данныя, на основаніи которыхъ можно рѣшить, сколько времени рѣзецъ даннаго размѣра можетъ работать безъ переточки.

Размѣръ рѣзца въ дм.	Время, потребное для перековки рѣзца въ мин.	Число переточекъ, приходящихся на одну перековку.	Продолжительность перековки, отнесенная къ одной переточкѣ, въ мин.	Продолжительность перековки, отнесенная къ одной переточкѣ и, выраженная въ эквивалентн. времени рабочаго станка, въ мин. A	Время, потребное для переточки рѣзца, въ мин.	Время, потребное для переточки рѣзца и выраженное въ эквивалентн. времени рабочаго станка. B	Стоимость стали, потерянной при каждой перековкѣ, въ сентахъ.	Стоимость стали для каждой переточки въ сентахъ.	Стоимость стали для каждой переточки, выраженная во времени рабочаго станка. C	Время, потерянное на смѣну рѣзца, въ мин. D	Сумма столбцовъ A, B, C и D въ мин. t	Время, которое рѣзецъ долженъ работать до переточки для того, чтобы дать максимумъ работы. T=7 t	Время въ мин. 10 t	Время, рекомендуемое для работы рѣзца безъ переточки, т.-е. 10 t, выраженное въ круглыхъ цифрахъ, въ часахъ и мин.	Размѣръ рѣзца въ дм.
1/2 × 3/4	8.8	13	0.677	1.130	2.2	3.67	9	0.69	1.38	1.5	7.7	54	77	1 — 15	1/2 × 3/4
5/8 × 1	9.2	15	0.613	0.766	2.4	3.00	17	1.13	1.69	1.6	7.0	49	70	1 — 15	5/8 × 1
3/4 × 1 1/8	9.7	17	0.571	0.571	2.6	2.60	30	1.76	2.11	1.7	1.7	54	77	1 — 15	3/4 × 1 1/8
7/8 × 1 3/8	10.3	18	0.572	0.477	2.8	2.33	47	2.61	2.61	2.8	8.2	57	82	1 — 30	7/8 × 1 3/8
1 × 1 1/2	11.0	19	0.579	0.414	3.0	2.14	70	3.68	3.16	3.0	8.7	61	87	1 — 30	1 × 1 1/2
1 1/4 × 1 7/8	12.7	20	0.635	0.353	3.6	2.00	137	6.85	4.57	3.3	10.2	71	102	1 — 45	1 1/4 × 1 7/8
1 1/2 × 2 1/4	14.8	20	0.740	0.336	4.3	1.95	236	11.80	6.44	3.6	12.3	86	123	2 — 00	1 1/2 × 2 1/4
1 3/4 × 2 3/4	17.2	20	0.860	0.331	5.1	1.96	375	18.75	8.66	4.0	15.0	105	150	2 — 30	1 3/4 × 2 3/4
2 × 3	20.0	20	1.000	0.333	6.0	2.00	448	22.40	8.96	4.5	15.8	110	158	2 — 45	2 × 3

Допустимъ, что заработная плата точильщика + стоимость точильнаго станка, отнесенныя къ часу или минутѣ, такія же, какъ и заработная плата рабочаго, работающаго рѣзцомъ опредѣленнаго размѣра, + + стоимость станка, на которомъ онъ работаетъ, тоже отнесенныя къ часу или минутѣ; положимъ, что для станковъ, на которыхъ работа производится рѣзцами бо́льшаго размѣра, стоимость точильнаго станка пропорціонально меньше, а для станковъ, работающихъ рѣзцами меньшаго размѣра, она пропорціонально больше. Допустимъ долѣе, что заработная плата кузнеца, молотобойца и стоимость топлива, дутья и т. п. также выражены въ условіяхъ времени рабочаго станка и рабочаго. Въ прилагаемой таблицѣ (стр. 66) приведены время, потребное на перековку и переточку рѣзцовъ разныхъ размѣровъ, а также время, потребное для того, чтобы установить ихъ въ станкѣ, снять со станка и

Глубина рѣзанія въ дм.	Величина подачи въ дм.	Нормальный рѣзецъ $1^1/_4$". Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 мин. безъ переточки. Мягкая сталь.	Средняя сталь.	Твердая сталь.	Нормальный рѣзецъ 1". Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 мин. безъ переточки. Мягкая сталь.	Средняя сталь.	Твердая сталь.	Нормальный рѣзецъ $^7/_8$". Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 мин. безъ переточки. Мягкая сталь.	Средняя сталь.	Твердая сталь.
	$^1/_{64}$	518	259	118	490	245	111	476	238	108
	$^1/_{32}$	366	183	83.2	339	169	77.0	325	162	73.8
$^3/_{32}$	$^1/_{16}$	257	129	58.4	235	117	53.4	222	111	50.4
	$^3/_{32}$	209	105	47.5	189	94.5	43.0	177	88.4	40.2
	$^1/_{64}$	450	225	102	427	214	97.0	420	210	95.5
	$^1/_{32}$	317	158	72.0	296	148	67.2	286	143	65.0
$^1/_8$	$^1/_{16}$	223	112	50.7	205	102	46.6	195	97.6	44.4
	$^3/_{32}$	182	90.8	41.4	165	83.0	37.5	156	77.9	35.4
	$^1/_8$	157	78·5	35.7	142	71.0	32.3	133	66.4	30.2
	$^1/_{64}$	370	185	84.1	358	179	81.3	352	176	80.0
	$^1/_{32}$	260	130	59.1	247	124	56.1	240	120	54.5
$^3/_{16}$	$^1/_{16}$	183	91.7	41.6	171	85.5	38.8	164	82	37.3
	$^3/_{32}$	149	74.6	33.8	138	69.0	31.3	131	65.5	29.8
	$^1/_8$	129	64.5	29.3	118	59.0	26.8	112	56.0	25.5
	$^3/_{16}$	105	52.6	23.8	95.0	47.5	21.6			
	$^1/_{64}$	322	161	73.2	315	157	71.6	312	156	70.9
	$^1/_{32}$	227	113	51.6	218	109	49.5	213	107	48.4
$^1/_4$	$^1/_{16}$	159	79.7	36.1	150	75.0	34.1	145	72.6	33.0
	$^3/_{32}$	130	65.0	29.5	121	60.5	27.5	116	58.1	26.4
	$^1/_8$	112	56.1	25.5	104	52.0	23.6			
	$^3/_{16}$	91.4	45.7	20.8						
	$^1/_{64}$	264	132	60.0	263	132	59.8	264	132	60.0
	$^1/_{32}$	186	93.1	42.3	182	91.0	41.4	180	90.2	41.0
$^3/_8$	$^1/_{16}$	131	65.5	29.8	126	62.8	28.5	122	61.1	27.8
	$^3/_{32}$	107	53.4	24.1	101	50.6	23.0			
	$^1/_8$	92.2	46.1	20.8						
	$^1/_{64}$	230	115	52.3	232	116	52.7	237	118	53.8
	$^1/_{32}$	162	80.9	36.8	161	80.5	36.6	162	80.8	36.7
$^1/_2$	$^1/_{16}$	114	56.9	25.9	111	55.7	25.3			
	$^3/_{32}$	92.6	46.3	21.0						

Нормальный рѣзецъ $^3/_4$".

Глубина рѣзанія въ дм.	Величина подачи въ дм.	Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 м. безъ переточки. Мягкая сталь.	Средняя сталь.	Твердая сталь.
$^3/_{32}$	$^1/_{64}$	482	241	110
	$^1/_{32}$	323	161	73.4
	$^1/_{16}$	217	108	49.3
	$^3/_{32}$	172	85.8	39.0
$^1/_8$	$^1/_{64}$	423	212	96.1
	$^1/_{32}$	284	142	64.5
	$^1/_{16}$	190	95.2	43.2
	$^3/_{32}$	151	75.3	34.2
	$^1/_8$	128	63.8	29.0
$^3/_{16}$	$^1/_{64}$	358	179	81.4
	$^1/_{32}$	240	120	54.5
	$^1/_{16}$	161	80.5	36.6
	$^3/_{32}$	127	63.7	28.7
$^1/_4$	$^1/_{64}$	320	160	72.7
	$^1/_{32}$	215	107	48.8
	$^1/_{16}$	144	72	32.7
$^3/_8$	$^1/_{64}$	276	138	62.7
	$^1/_{32}$	185	92.4	42.0

Нормальный рѣзецъ $^5/_8$".

Глубина рѣзанія въ дм.	Величина подачи въ дм.	Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 м. безъ переточки. Мягкая сталь.	Средняя сталь.	Твердая сталь.
$^1/_{16}$	$^1/_{16}$	548	274	125
	$^1/_{32}$	358	179	81.6
	$^1/_{16}$	235	117	53.3
$^3/_{32}$	$^1/_{64}$	467	234	106
	$^1/_{32}$	306	153	69.5
	$^1/_{16}$	200	100	45.5
	$^3/_{32}$	156	78.0	35.5
$^1/_8$	$^1/_{64}$	417	209	94.8
	$^1/_{32}$	273	136	62.0
	$^1/_{16}$	179	89.3	40.6
	$^3/_{32}$	140	69.8	31.7
$^3/_{16}$	$^1/_{64}$	362	181	82.2
	$^1/_{32}$	236	118	53.8
	$^1/_{16}$	155	77	35.2
$^1/_4$	$^1/_{64}$	328	164	74.5
	$^1/_{32}$	215	107	48.8
$^3/_8$	$^1/_{64}$	286	143	65.0

Нормальный рѣзецъ $^1/_2$".

Глубина рѣзанія въ дм.	Величина подачи въ дм.	Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 м. безъ переточки. Мягкая сталь.	Средняя сталь.	Твердая сталь.
$^1/_{16}$	$^1/_{64}$	510	255	116
	$^1/_{32}$	322	161	73.2
	$^1/_{16}$	203	102	46.2
$^3/_{32}$	$^1/_{64}$	445	223	101
	$^1/_{32}$	281	141	63.9
	$^1/_{16}$	177	88.7	40.2
	$^3/_{32}$	135	67.4	30.7
$^1/_8$	$^1/_{64}$	404	202	91.8
	$^1/_{32}$	255	128	57.9
	$^1/_{16}$	161	81	36.6
$^3/_{16}$	$^1/_{64}$	359	179	81.6
	$^1/_{32}$	226	113	51.4
$^1/_4$	$^1/_{64}$	330	165	25.0

Таблицы скоростей рѣзанія для стали.

начать снимать прерванную стружку. Данныя эти получены на основаніи точныхъ наблюденій.

Пусть сумма временъ A, B, C и D равна t (см. стр. 66). Будемъ смотрѣть на этотъ промежутокъ t, какъ на время, которое рабочій, работающій съ рѣзцомъ, долженъ былъ по необходимости потерять послѣ того, какъ онъ работалъ время T: другими словами, допустимъ, что изъ промежутка времени въ $T+t$ минутъ рѣзецъ работалъ T минутъ, послѣ которыхъ онъ износился, и станокъ вслѣдствіе этого въ теченіе послѣдующихъ t минутъ не могъ работать и долженъ былъ оставаться бездѣятельнымъ.

Скорость рѣзанія пусть равна V; количество (или вѣсъ) W мѣталла, спятаго за все время $T+t$, должно быть прямо пропорціонально VT.

Пусть r — количество металла, снимаемаго въ единицу времени, т.-е.

$$r = \frac{W}{T+t} = \text{постоянной} \times \frac{VT}{T+t}.$$

Нормальный рѣзецъ $1^1/_4$".

Глубина рѣзанія въ дм.	Величина подачи въ дм.	Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 м. безъ переточки. Мягкій чугунъ.	Средній чугунъ.	Твердый чугунъ.
$^3/_{32}$	$^1/_{64}$	239	119.6	69.8
	$^1/_{32}$	191	95.3	55.6
	$^1/_{16}$	142	70.8	41.3
	$^3/_{32}$	118	59.1	34.4
	$^1/_8$	103	51.7	30.2
	$^3/_{16}$	85.0	42.5	24.8
$^1/_8$	$^1/_{64}$	216	108	63.1
	$^1/_{32}$	172	86.2	50.3
	$^1/_{16}$	128	64.0	37.3
	$^3/_{32}$	107	53.4	31.2
	$^1/_8$	93.4	46.7	27.3
	$^3/_{16}$	76.8	38.4	22.4
$^3/_{16}$	$^1/_{64}$	187	93.5	54.6
	$^1/_{32}$	149	74.6	43.6
	$^1/_{16}$	111	55.5	32.7
	$^3/_{32}$	92.5	46.3	27.0
	$^1/_8$	73.1	36.5	21.3
	$^3/_{16}$	66.4	33.2	19.4
$^1/_4$	$^1/_{64}$	168	84.1	49.1
	$^1/_{32}$	134	67.2	39.2
	$^1/_{16}$	99.8	49.9	29.1
	$^3/_{32}$	83.2	41.6	24.3
	$^1/_8$	72.6	36.3	21.2
	$^3/_{16}$	59.7	29.8	17.4
$^3/_8$	$^1/_{64}$	144	71.8	41.9
	$^1/_{32}$	115	57.3	33.4
	$^1/_{16}$	85.1	42.6	24.8
	$^3/_{32}$	70.9	35.5	20.7
	$^1/_8$	62.0	31.0	18.1
	$^3/_{16}$	51.0	25.5	14.9
$^1/_2$	$^1/_{64}$	131	55.6	38.3
	$^1/_{32}$	105	52.3	30.5
	$^1/_{16}$	77.6	38.8	22.7
	$^3/_{32}$	64.7	32.4	18.9
	$^1/_8$	56.6	28.3	16.5
	$^3/_{16}$	46.5	23.3	13.6
$^3/_4$	$^1/_{64}$	112	56.0	32.7
	$^1/_{32}$	89.2	44.6	26.0
	$^1/_{16}$	66.2	33.1	19.3
	$^3/_{32}$	55.2	27.6	16.1
	$^1/_8$	48 3	24.2	14.1
	$^3/_{16}$	39.7	19.8	11.6

Нормальный рѣзецъ 1".

Глубина рѣзанія въ дм.	Величина подачи въ дм.	Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 м. безъ переточки. Мягкій чугунъ.	Средній чугунъ.	Твердый чугунъ.
$^3/_{32}$	$^1/_{64}$	226	113	66.0
	$^1/_{32}$	177	88.4	51.6
	$^1/_{16}$	130	64.8	37.8
	$^3/_{32}$	107	53.5	31.2
	$^1/_8$	92.8	46.4	27.1
	$^3/_{16}$	75.7	37.8	22.1
$^1/_8$	$^1/_{64}$	205	102	59.8
	$^1/_{32}$	160	85.1	46.8
	$^1/_{16}$	118	58.8	34.3
	$^3/_{32}$	97.0	48.5	23.3
	$^1/_8$	84.2	42.1	24.6
	$^3/_{16}$	68.6	34.3	20.0
$^3/_{16}$	$^1/_{64}$	181	90.6	52.9
	$^1/_{32}$	142	70.8	41.3
	$^1/_{16}$	104	51.9	30.3
	$^3/_{32}$	85.8	42.9	25.0
	$^1/_8$	74.3	37.2	21.7
	$^3/_{16}$	60.6	30.3	17.7
$^1/_4$	$^1/_{64}$	165	82.3	48.1
	$^1/_{32}$	129	64.4	37.6
	$^1/_{16}$	94.3	47.1	27.5
	$^3/_{32}$	77.8	38.9	22.7
	$^1/_8$	67.5	33.7	19.7
	$^3/_{16}$	55.0	27.5	16.1
$^3/_8$	$^1/_{64}$	143	71.5	41.8
	$^1/_{32}$	112	56.0	32.6
	$^1/_{16}$	81.9	41.0	23 9
	$^3/_{32}$	67.6	33.8	19.7
	$^1/_8$	58.6	29.3	17.1
	$^3/_{16}$	57.5	28.7	16.8
$^1/_2$	$^1/_{64}$	132	66.2	38.6
	$^1/_{32}$	104	51.6	30.2
	$^1/_{16}$	75.8	37.9	22.1
	$^3/_{32}$	62.6	31.3	18.3
	$^1/_8$	54 2	27.1	15.8
	$^3/_{16}$	44.2	22.1	12.9

Нормальный рѣзецъ $^7/_8$".

Глубина рѣзанія въ дм.	Величина подачи въ дм.	Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 м. безъ переточки. Мягкій чугунъ.	Средній чугунъ.	Твердый чугунъ.
$^3/_{32}$	$^1/_{64}$	220	110	64.2
	$^1/_{32}$	169	84.6	49.4
	$^1/_{16}$	122	61.2	35.7
	$^3/_{32}$	99.8	49.9	29.1
	$^1/_8$	86.4	43.2	25.2
	$^3/_{16}$	70.1	35.1	20.5
$^1/_8$	$^1/_{64}$	202	101	58.9
	$^1/_{32}$	156	77.8	45.4
	$^1/_{16}$	112	56.2	32.8
	$^3/_{32}$	91.8	45.9	26.8
	$^1/_8$	79.3	39.7	23.2
	$^3/_{16}$	64.3	32.2	18.8
$^3/_{16}$	$^1/_{64}$	178	89.0	52.0
	$^1/_{32}$	137	68.6	40.1
	$^1/_{16}$	99.4	49.7	29,0
	$^3/_{32}$	81.0	40.5	23.7
	$^1/_8$	70.1	35.0	20.5
	$^3/_{16}$	56.8	28.4	16.6
$^1/_4$	$^1/_{64}$	163	81.5	47.7
	$^1/_{32}$	126	62.9	36.7
	$^1/_{16}$	90.8	45.4	26.5
	$^3/_{32}$	74.1	37.0	21.6
	$^1/_8$	64.1	32.0	18.7
	$^3/_{16}$	52.0	26.0	15.2
$^3/_8$	$^1/_{64}$	144	71.8	41.9
	$^1/_{32}$	111	55.4	32.3
	$^1/_{16}$	80.0	40.0	23.4
	$^3/_{32}$	65.3	32.6	19.1
	$^1/_8$	56.4	28.2	16.5
	$^3/_{16}$	45.8	22.9	13.4
$^1/_2$	$^1/_{64}$	135	67.5	39 4
	$^1/_{32}$	104	52.1	30.4
	$^1/_{16}$	75.2	37.6	22.0
	$^3/_{32}$	61.4	30.7	17.9
	$^1/_8$	43.1	21.6	12.6

Таблицы скоростей для рѣзанія чугуна при разныхъ величинахъ подачи и глубины рѣзанія и при работѣ лучшими современными быстрорѣжущими рѣзцами, напр. состава Va—0,32%; W—17,81%; Cr—5,95%. C—0,682%. Mn—0,07; Si—0,049.

Рѣзцы должны быть перетачиваемы каждые 1 ч. 30 м.

Нормальный рѣзецъ $^3/_4$".

Глубина рѣзанія въ дм.	Величина подачи въ дм.	Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 м. безъ переточки. Мягкій чугунъ.	Средній чугунъ.	Твердый чугунъ.
$^3/_{32}$	$^1/_{64}$	222	111	65.0
	$^1/_{32}$	169	84.3	49.2
	$^1/_{16}$	120	59.8	34.9
	$^3/_{32}$	97.0	48.5	28.3
	$^1/_8$	83.4	41.7	24.4
	$^3/_{16}$	66.4	33.2	19.4
$^1/_8$	$^1/_{64}$	203	102	59.3
	$^1/_{32}$	156	78.2	45.6
	$^1/_{16}$	110	55.0	32.0
	$^3/_{32}$	88.8	44.4	25.9
	$^1/_8$	76.2	38.1	22.3
	$^3/_{16}$	60.9	30.4	17.8
$^3/_{16}$	$^1/_{64}$	181	90.6	52.9
	$^1/_{32}$	137	68.5	40.0
	$^1/_{16}$	97.7	48.9	28.5
	$^3/_{32}$	78.0	39.0	22.8
	$^1/_8$	67.5	33.7	19.7
	$^3/_{16}$	54.2	27.1	15.8
$^1/_4$	$^1/_{64}$	167	83.6	48.8
	$^1/_{32}$	126	63.2	36.9
	$^1/_{16}$	90.8	45.4	26 3
	$^3/_{32}$	72.7	36.3	21.2
	$^1/_8$	62.7	31.3	18.3
$^3/_8$	$^1/_{64}$	150	75.0	43.8
	$^1/_{32}$	113	56.7	33.1
	$^1/_{16}$	81.0	40.5	23.6
	$^3/_{32}$	65.5	32.7	19.1

Нормальный рѣзецъ $^5/_8$".

Глубина рѣзанія въ дм.	Величина подачи въ дм.	Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 м. безъ переточки. Мягкій чугунъ.	Средній чугунъ.	Твердый чугунъ.
$^3/_{32}$	$^1/_{64}$	216	108	63.0
	$^1/_{82}$	160	80.0	46.6
	$^1/_{16}$	110	55.0	32.2
	$^3/_{32}$	88.4	44.2	25.8
	$^1/_8$	75.4	37.7	22.0
$^1/_8$	$^1/_{64}$	200	100	58.6
	$^1/_{32}$	148	74.0	43.3
	$^1/_{16}$	104	51.8	30.2
	$^3/_{32}$	82.6	41.3	24.1
	$^1/_8$	69.6	34.8	20.3
$^3/_{16}$	$^1/_{64}$	183	91.6	68.0
	$^1/_{32}$	135	67.5	39.4
	$^1/_{16}$	94.0	47.0	27.4
	$^3/_{32}$	75.4	37.7	22.0
	$^1/_8$	64.3	32.2	18.8
$^1/_4$	$^1/_{64}$	171	85.7	50.1
	$^1/_{32}$	126	63.2	36.9
	$^1/_{16}$	87.8	43.9	25.6
	$^3/_{32}$	70.4	35.2	20.6
$^3/_8$	$^1/_{64}$	156	77.8	45.4
	$^1/_{32}$	116	57.8	33.8
	$^1/_{16}$	79.7	39.9	23.3

Нормальный рѣзецъ $^1/_2$".

Глубина рѣзанія въ дм.	Величина подачи въ дм.	Скорость рѣзанія въ фут. въ мин. для рѣзца, способнаго работать 1 ч. 30 м. безъ переточки. Мягкій чугунъ.	Средній чугунъ.	Твердый чугунъ.
$^3/_{32}$	$^1/_{64}$	206	103	60.0
	$^1/_{32}$	147	73.3	42.8
	$^1/_{16}$	97.5	48.8	28.5
	$^3/_{32}$	76.0	38.0	22.2
	$^1/_8$	64.1	32.1	18.7
$^1/_8$	$^1/_{64}$	194	97.0	56.7
	$^1/_{32}$	138	69.3	40.4
	$^1/_{16}$	93.1	46.5	27.2
	$^3/_{32}$	72.1	36.1	21.3
	$^1/_8$	41.8	20.9	12.2
$^3/_{16}$	$^1/_{64}$	182	91.0	53.0
	$^1/_{32}$	128	64.0	37.7
	$^1/_{16}$	86.1	43.1	25.1
	$^3/_{32}$	67.4	33.7	19.6
$^1/_4$	$^1/_{64}$	173	86.3	50.4
	$^1/_{32}$	122	61.0	35.7
	$^1/_{16}$	81.9	41.0	23.9

Таблицы скоростей для рѣзанія чугуна.

Но мы видѣли, что $V = \frac{a}{T^{1/8}}$; поэтому

$$r = \text{пос.} \times \frac{a \times T}{(T+t)T^{1/8}} = \text{пост.} \times \frac{T^{7/8}}{T+t}.$$

Пусть $n =$ отношенію $\frac{T}{t}$,

получаемъ:

$$r = \text{пост.} \times \frac{(nt)^{7/8}}{nt+t} = \frac{\text{пост.}}{t^{1/8}} \times \frac{n^{7/8}}{n+1}$$

Для рѣзца опредѣленнаго размѣра—t постоянно, такъ что мы окончательно получаемъ:

$$r = C \times \frac{n^{1/n}}{n+1}.$$

Подставляя для n численныя значенія, мы увидимъ, что r увеличивается быстро при значеніяхъ n близкихъ къ нулю, достигаетъ максимумами при $n = 7$, весьма близко къ этому максимуму при $n = 5$ и почти не измѣняется до $n = 10$; но и при дальнѣйшемъ увеличеніи n значеніе r тоже измѣняется незначительно.

Принимая для n значенія $n = 7$ и $n = 10$ и составлена таблица стр. 66, послѣдній столбецъ который даетъ **наиболѣе экономичное время для работы рѣзца безъ переточки.** Времена эти выражены въ круглыхъ числахъ и измѣняются отъ 1 ч. 15 мин. до 1 ч. 45 мин.;—въ среднемъ 1 ч. 30 мин.

Разъ время, которое долженъ работать рѣзецъ установлено, то этимъ самымъ устанавливаются и соотвѣтствующія допустимыя скорости рѣзанія, опредѣленныя опытомъ. Замѣтимъ, что эти скорости зависятъ также отъ размѣра стружки, какъ объ этомъ было уже сказано. При чемъ толщина стружки вліяетъ болѣе сильно, чѣмъ ширина стружки. А именно ея вліяніе можетъ быть выражено формулой

$$V = \frac{\beta}{\sqrt{F}}, \text{ гдѣ}$$

V—скорость рѣзанія, а F—толщина стружки, или величина подачи.

Сообразно съ этимъ для различныхъ случаевъ практики Тайлоромъ составлены приводимыя выше таблицы, которыми и можно пользоваться.

Обработка при помощи рѣзанія производится на слѣдующихъ типичныхъ машинахъ-орудіяхъ: **самоточкахъ, строгальныхъ, долбежныхъ, фрезерныхъ, сверлильныхъ и спеціальныхъ станкахъ** (зуборѣзныхъ, болторѣзныхъ, ножницахъ и друг.). Рѣзаніе можетъ быть производимо и прямо руками, при помощи особыхъ слесарныхъ инструментовъ (пилъ, шабры, зубилъ) такая ручная обработка металловъ извѣстна подъ названіемъ **слесарной работы.**

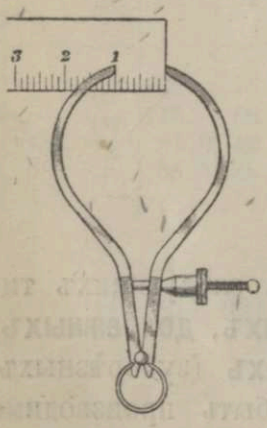
ГЛАВА II.

Мѣрительные и провѣрочные инструменты.

Современная точная обработка при помощи рѣзанія основана на примѣненіи точнаго измѣренія и точныхъ машинъ. **Кто не можетъ точно измѣрить и установить, что издѣліе дѣйствительно получило надлежащіе размѣры, тотъ не въ состояніи точно работать,** каковы бы ни были въ его распоряженіи машины и каково бы ни было искусство рабочаго персонала. А потому при обработкѣ рѣзаніемъ какъ для провѣрки точности машинъ, такъ и для измѣренія приготовляемыхъ на нихъ издѣлій должны примѣняться спеціальныя приспособленія, извѣстныя подъ названіемъ мѣрительныхъ и провѣрочныхъ инструментовъ.

Надлежащій размѣръ издѣлія можетъ быть установленъ или *непосредственнымъ измѣреніемъ* или *при помощи сравненія размѣровъ издѣлія съ какимъ-либо образцомъ*. Для производства такого сравненія въ заводской практикѣ наиболѣе часто примѣняются такъ называемые крумциркули.

56. Крумциркули бываютъ для *внутренняго* и *внѣшняго измѣреній*. На фиг. 69 представленъ крумциркуль для снятія внѣшнихъ размѣровъ. Его ножки разводятся, поворачивая установительный винтъ, и могутъ быть установлены съ большой точностью. Обыкновенно уиотребляются крумциркули, положеніе ножекъ которыхъ обусловливается только треніемъ въ шалнерѣ. Такіе крумциркули дешевле, но ихъ не слѣдуетъ примѣнять, такъ какъ установка ихъ требуетъ большаго времени, а затѣмъ положеніе ножекъ можетъ легко и незамѣтно измѣниться отъ удара и друг. причинъ и повести къ ошибкамъ при измѣреніи.



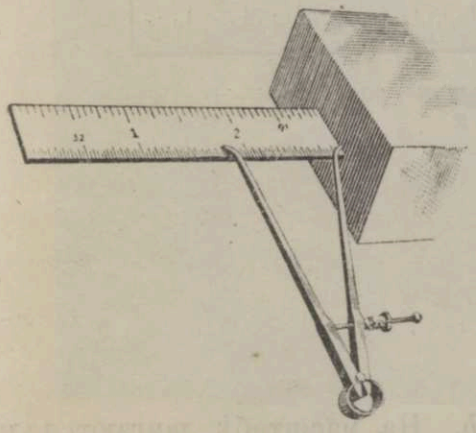
Фиг. 69.

Крумциркулемъ размѣръ издѣлія можетъ быть снятъ и сравненъ съ образцомъ съ большой точностью (до 0,01 мм.), но при этомъ требуется извѣстный навыкъ со стороны измѣряющаго и принятіе извѣстныхъ предосторожностей. Крумциркуль нужно держать между большимъ и первыми двумя пальцами руки *совершенно свободно*, не зажимая его, и затѣмъ, наложивши на то мѣсто издѣлія, которое желаютъ измѣрить, слегка передвигаютъ крумциркуль вверхъ и внизъ. При правильной установкѣ

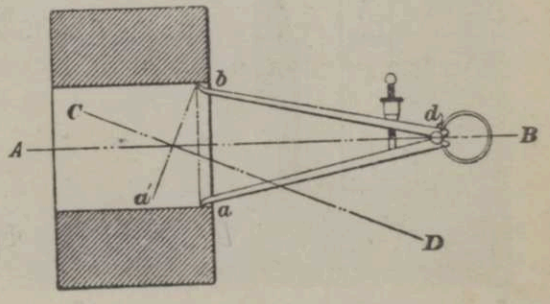
размѣра рука должна ощущать легкое сопротивленіе; если сопротивленіе настолько велико, что крумциркуль не преодолѣваетъ его собственнымъ вѣсомъ, это значитъ, что ножки сдвинуты слишкомъ сильно. Установивши такимъ образомъ положеніе ножекъ на издѣліи, переносятъ крумциркуль на тотъ предметъ, съ которымъ сравниваютъ размѣръ издѣлія. При равенствѣ размѣровъ рука должна испытывать одно и то же сопротивленіе передвиженію. *При измѣреніи нужно ставить крумциркуль такъ, чтобы его ножки лежали какъ разъ по тому направленію, по которому желаютъ получить измѣреніе предмета.* Напримѣръ, при измѣреніи цилиндра нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы ножки находились въ плоскости, перпендикулярной оси цилиндра; при нѣкоторомъ перекосѣ крумциркуля получится большій размѣръ.

Если данный размѣръ издѣлія нужно сравнить съ масштабомъ, то крумциркуль прикладывается къ масштабу такъ, какъ показано на фиг. 69. Установить точный размѣръ издѣлія при помощи этого способа очень трудно, такъ какъ самыя дѣленія на масштабѣ обыкновенно имѣютъ толщину около 0,05 мм., что уже само по себѣ можетъ внести большую неточность. Точно также глазомъ трудно оцѣнить, съ какимъ размѣромъ масштаба совпадаетъ ножка крумциркуля.

57. Крумциркуль для внутренняго измѣренія представленъ на фиг. 70. При обращеніи съ этимъ инструментомъ нужно быть еще болѣе осторожнымъ. При измѣреніи, напримѣръ, внутренняго діаметра цилиндра *крумциркуль долженъ быть*



Фиг. 70.



Фиг. 71.

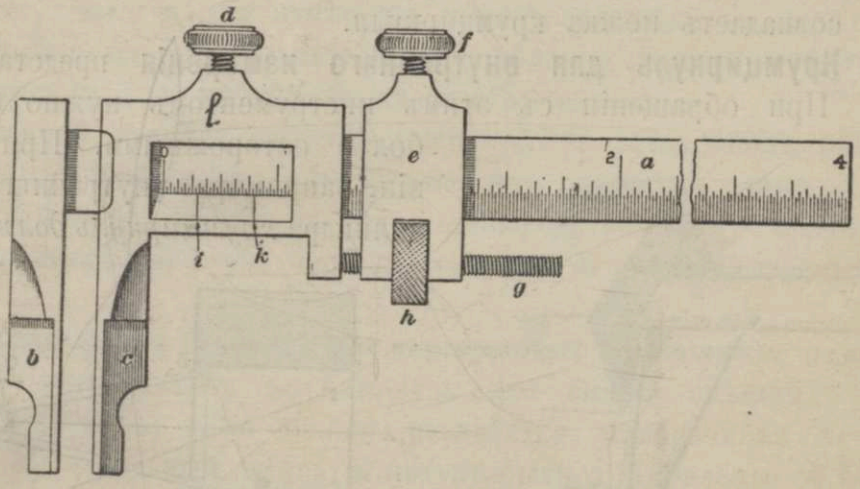
поставленъ какъ разъ по діаметру и такъ, чтобы его средняя линія AB (фиг. 71) совпадала какъ разъ съ осью цилиндра. При отклоненіи отъ этого положенія, напримѣръ, въ *CD* размѣръ будетъ снятъ *слишкомъ большой,* при отклоненіи отъ діаметра въ поперечномъ направленіи размѣръ получится *уменьшенный.* При сравненіи съ масштабомъ крумциркуль прикладывается къ масштабу такъ, какъ показано на фиг. 70. Здѣсь также трудно снять точный размѣръ, какъ и въ предыдущемъ случаѣ.

58. Непосредственное измѣреніе издѣлія можетъ быть наиболѣе просто произведено, прикладывая къ издѣлію какой-либо масштабъ. *Въ механическихъ мастерскихъ масштабы должны приобрѣтаться непремѣнно металлическіе* (стальные) пріобрѣтенные отъ извѣстныхъ фирмъ,

зарекомендовавшихъ себя точностью исполненія подобныхъ предметовъ. Общераспространенные на русскихъ заводахъ *деревянные масштабы ни въ какомъ случаѣ употребляться не должны.* Такіе масштабы, вообще, исполняются недостаточно точно, очень легко портятся, наконецъ, при измѣреніи большихъ предметовъ, значительную погрѣшность можетъ внести и температурное воздѣйствіе, такъ какъ коэффиціенты расширенія дерева и металла различны.

Металлическіе масштабы приготовляются всевозможныхъ размѣровъ и со всевозможными дѣленіями, такъ что сообразно съ родомъ исполняемыхъ на заводѣ предметовъ всегда можно выбрать наиболѣе подходящій размѣръ и тарировку масштаба. Чаще всего приходится рабочимъ брать небольшіе размѣры, и потому каждаго рабочаго слѣдуетъ снабдить небольшимъ масштабомъ (отъ 100 до 300 мм. длины), который онъ долженъ имѣть постоянно при себѣ. Крупные же масштабы хранятся въ инструментальной и выдаются по мѣрѣ надобности.

59. Штангенциркули (фиг. 72) являются болѣе точнымъ мѣрительнымъ инструментомъ. Штангенциркуль состоитъ изъ масштаба *a*, кото-



Фиг. 72.

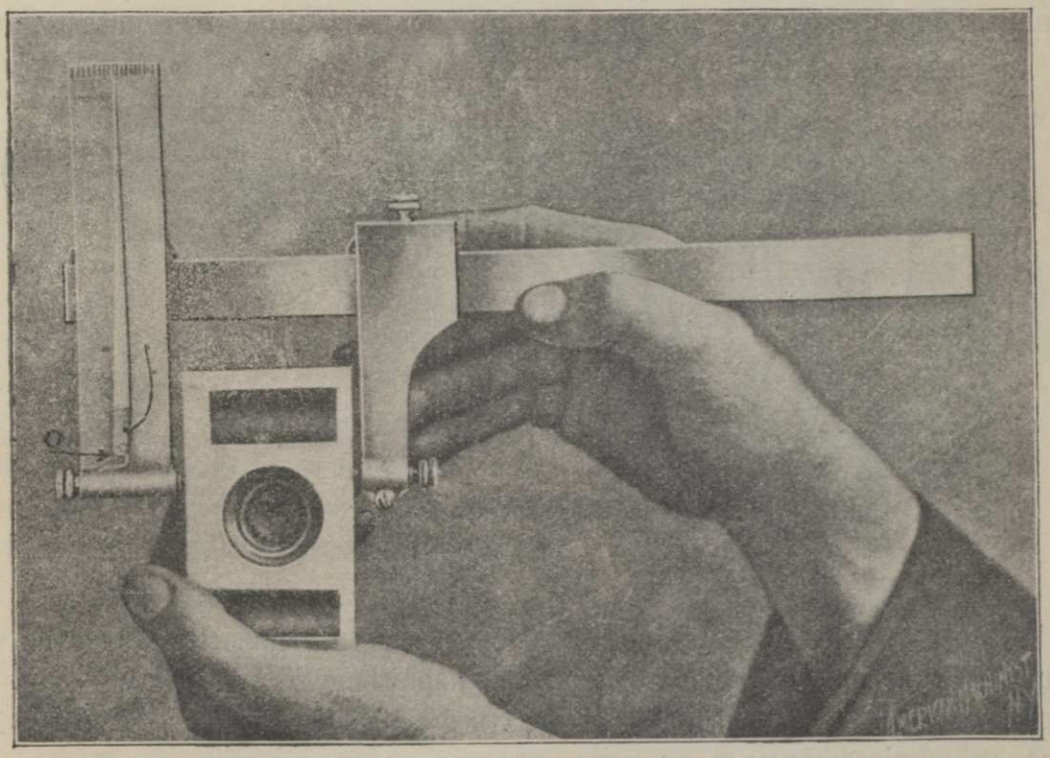
рый оканчивается поперечной ножкой *b*. На масштабѣ двигаются двѣ ползушки *l* и *e*. Ножки *b* и *c* служатъ для снятія размѣра съ издѣлія, такъ же, какъ ножки крумциркуля. Чтобы установить надлежащее разстояніе между ножками винты *d* и *f* освобождаются и обѣ ползушки передвигаются въ приблизительно вѣрное положеніе; затѣмъ винтъ *f* зажимается и, поворачивая гайку *h*, на винтѣ *g* съ мелкой нарѣзкой, можно ползушку *l* подвести къ издѣлію какъ разъ съ надлежащей степенью нажатія, тогда черточка *i* укажетъ на масштабѣ растояніе между ножками. Если нужно промѣрить внутренній размѣръ, то это производится внѣшними гранями ножекъ, и этотъ размѣръ указывается черточкой *k*.

Такіе **штангенциркули** строятся также **съ очень большой точностью**, при чемъ дѣленія наносятся очень тонкія и на части *ik* наносится **ноніусъ**, при помощи котораго *можно отсчитывать измѣренія съ точностью до 0,01 мм.*

Если установленнымъ положеніемъ ползушки *l* нужно пользоваться много разъ, то ее зажимаютъ на масштабѣ при помощи винта *d*. *При каждомъ же передвиженіи ползушекъ предварительно оба винта d и f отпускаютъ.*

Такъ же, какъ и при употребленіи крумциркуля, точность измѣренія штангенциркулемъ зависитъ отъ того, съ какой силой ножки будутъ прижаты къ измѣряемому предмету и въ этомъ отношеніи измѣреніе этимъ инструментомъ требуетъ точно также навыка и всегда точность измѣренія будетъ зависить отъ субъективной чувствительности измѣряющаго.

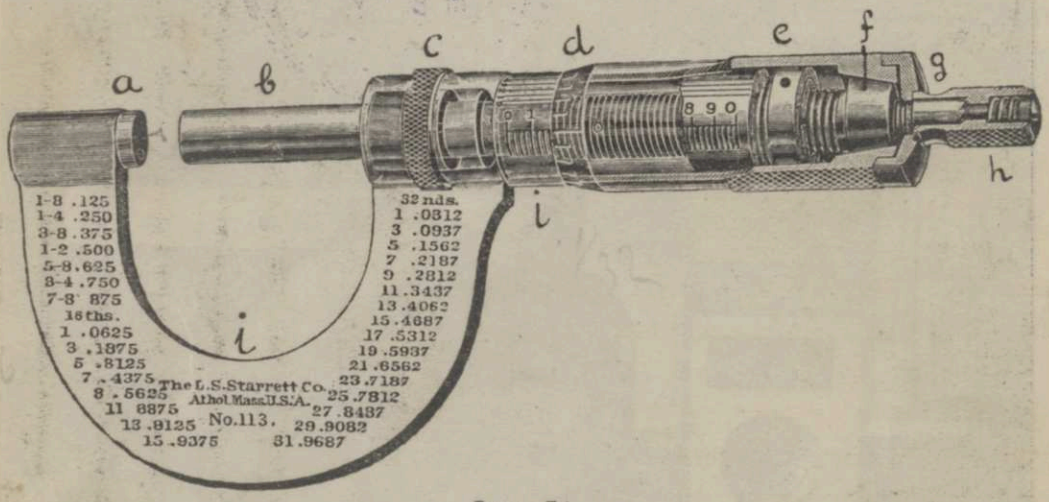
Для устраненія этого элемента субъективности при измѣреніи штангенциркулемъ, можетъ быть введено добавленіе, примѣненное заводомъ Syracuse Twist Drill Company, при исполненіи имъ калибровъ (фиг. 73). Какъ видно изъ фиг. неподвижная ножка штанген-



Фиг. 73.

циркуля имѣетъ внизу горизонтальный штифтъ, который можетъ передвигаться вдоль оси и постоянно пружиной прижимается по направленію вправо; съ этимъ же винтомъ скрѣплена стрѣлка, поворачивающаяся около центра *O*. Издѣліе зажимается между двумя ножками циркуля такъ, чтобы стрѣлка стала на среднемъ дѣленіи шкалы, помѣщенной около верхняго конца стрѣлки. При такомъ снятіи размѣра степень зажатія ножекъ опредѣляется постоянной упругостью пружины; если ножки будутъ зажаты болѣе сильно или болѣе слабо, то это сейчасъ же скажется тѣмъ, что стрѣлка на шкалѣ отклонится въ ту или другую сторону, и соотвѣтственно съ указаніемъ стрѣлки нужно произвести измѣненіе въ установкѣ ножекъ.

60. Микрометрическій винтъ (фиг. 74). Въ этомъ инструментѣ стержень *b* на правомъ концѣ имѣетъ винтовую нарѣзку, входящую въ винтовую нарѣзку гайки, нарѣзанной въ скобѣ *i*. На правомъ концѣ стержня *b* заточенъ конусъ *f*, на который насажена гильза *e*, зажатая на конусѣ гайкой *g*; такъ что при вращеніи гильзы *e* будетъ вмѣстѣ съ ней вращаться и стержень *b* и, вывинчиваясь или ввинчиваясь въ гайку *i*, смотря по направленію вращенія, лѣвый конецъ стержня *b* будетъ приближаться или удаляться отъ торца *a*. Если инструментъ приготовленъ для измѣренія въ дюймахъ, то обыкновенно винтъ имѣетъ 40 нарѣзокъ на 1", такъ что шагъ винта равенъ 1/40" и, слѣдовательно, при одномъ оборотѣ винтъ передвигается на 1/40". Если окружность *d* гильзы *e* раздѣлить на 25 частей, то при поворотѣ на 1 дѣленіе, винтъ перемѣстится на 1/40. 1/25=0,001". Когда стержень *b* придвинутъ плотно къ концу *a*, край *d* гильзы *e* совпадаетъ съ нулевымъ дѣленіемъ; при каждомъ полномъ оборотѣ гильзы она отступаетъ назадъ



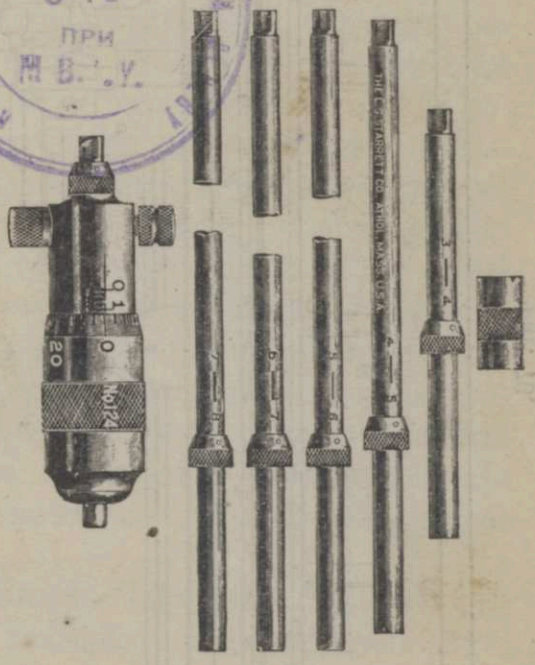
Фиг. 74.

на 1/40 или 0,025" и такое положеніе края *d* гильзы отмѣчается черточками на скобѣ *i*. Такимъ образомъ перемѣщеніе гильзы на одно дѣленіе на скобѣ *i* будетъ соотвѣствовать перемѣщенію стержня на 0,025", а перемѣщеніе гильзы *e* на одно дѣленіе на ея окружности будетъ соотвѣтствовать перемѣщенію стержня *b* на 0,001". Слѣдовательно, если мы вывинтимъ гильзу, напр., настолько, что на скобѣ *i* покажется 12 дѣленій, а по окружности *d* гильза передвинется на 23 дѣленія, то стержень *b* передвинется на $12 \times 0{,}025 + 0{,}023 = 0{,}323$". Такимъ образомъ можно производить легко измѣреніе съ точностью до 0,001", а если на глазъ оцѣнить перемѣщеніе гильзы между ея дѣленіями, то можно отсчитывать и съ большей точностью. Но *отсчитывать и измѣрять съ такой точностью это двѣ разныя вещи*. Здѣсь, какъ и въ предыдущихъ инструментахъ степень точности измѣренія зависитъ отъ силы, съ которой винтъ будетъ зажатъ на издѣліи, и потому измѣреніе одной и той же величины можетъ получиться различное, при различномъ зажатіи;—ошибка легко можетъ простираться до 0,0005". Для устраненія этого, поворачиваніе гильзы *e* производится при помощи придатка *h*, ко-

торый соединенъ съ гильзой *e* при посредствѣ храповичка, нажимаемаго пружинкой; при такомъ устройствѣ храповичекъ можетъ передавать только извѣстный вращающій моментъ, достаточный лишь для преодолѣнія тренія винта. Какъ только винтъ упрется въ измѣряемое издѣліе, храповичекъ *h* начнетъ щелкать, вращаясь свободно, гильза же *e* и винтъ *b* остановятся и такимъ образомъ измѣряемый предметъ будетъ всегда зажиматься очень слабо и съ одинаковой силой.

На микрометрахъ, приготовленныхъ для англійскихъ мѣръ, обыкновенно на скобѣ выштамповывается таблица перевода простыхъ дробей въ десятичныя, чтобы удобнѣе было брать ходовые размѣры. Для метрической системы этого, конечно, не требуется.

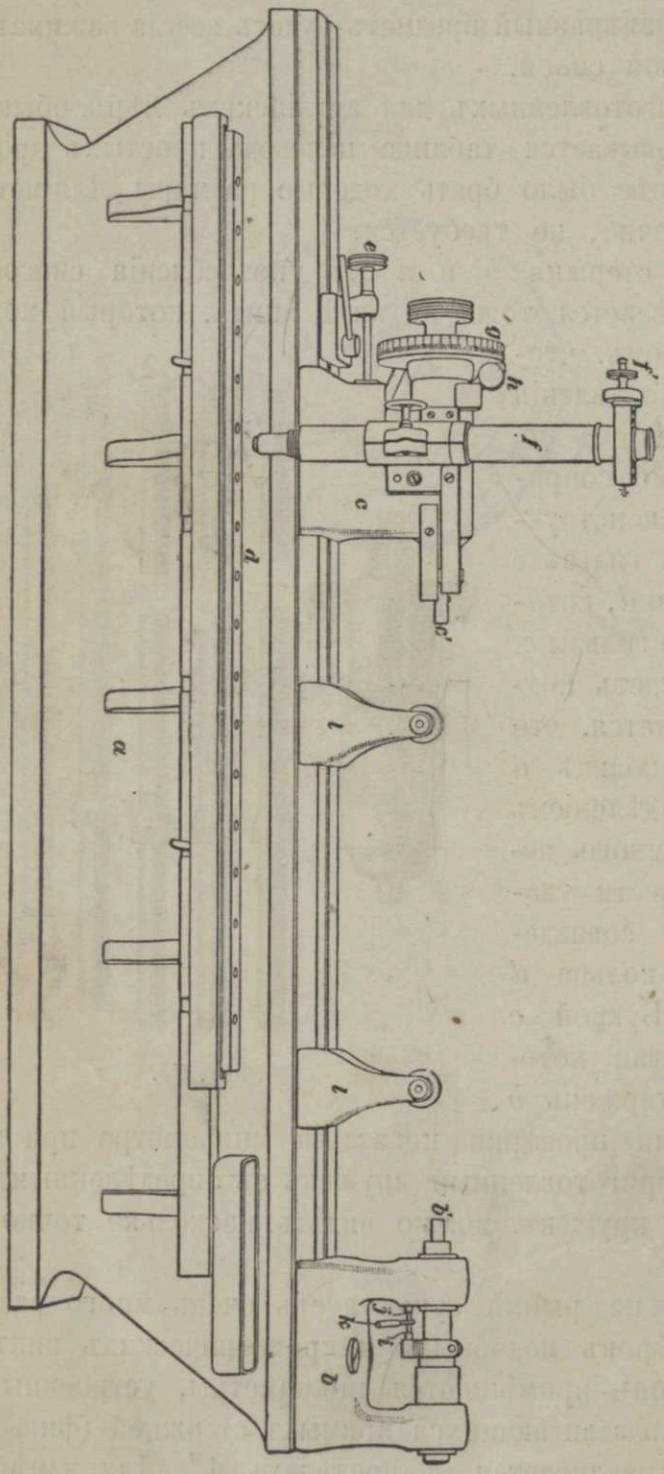
Такъ какъ торцы у стержня *b* и *a* отъ употребленія способны истираться, то часть *a* дѣлается тоже въ видѣ винта, который можно подвертывать такимъ образомъ, чтобы при совпаденіи нулевого дѣленія гильзы съ нулевымъ дѣленіемъ на скобѣ и торцы *a* и *b* точно соприкасались. Въ послѣднихъ конструкціяхъ для той же цѣли на гильзѣ *e* насаживается плотно кольцо *d*, которое можетъ вращаться около гильзы *e*. Если конецъ стержня *b* будетъ подведенъ къ торцу *a* и окажется, что горизонтальная черта на кольцѣ *d* не совпадаетъ съ нулевымъ дѣленіемъ на скобѣ *i*, то можно немного передвинуть кольцо *d* и привести указанную линію къ нужному совпаденію. Для поворачиванія кольца *d* имѣется особый ключъ. Буквой *c* отмѣчена гайка, поворачивая которую, можно закрѣпить стержень *b* въ любомъ положеніи. Для провѣрки показаній микрометра при немъ всегда прилагается точно приготовленный кружекъ съ опредѣленнымъ діаметромъ; — измѣряя этотъ кружекъ, можно видѣть, насколько точно показываетъ микрометръ.



Фиг. 75.

Въ настоящее время на рынкѣ существуетъ очень много различныхъ конструкцій и размѣровъ подобныхъ микрометрическихъ винтовъ. **Длл внутреннихъ промѣровъ** примѣняются микрометры, устроенные на томъ же принципѣ въ видѣ раздвигающихся прямыхъ стержней (фиг. 75). Самый микрометръ перестанавливается въ предѣлахъ 1″. Для измѣренія же большихъ отверстій въ него вставляются различныя стержни, длина которыхъ отличается тоже на 1″. Такъ что, подбирая стержень соотвѣтствующей длины, можно точно измѣрить любое отверстіе. Описаніе всѣхъ такихъ инструментовъ можно найти въ каталогахъ фирмъ, занимающихся распространеніемъ этихъ предметовъ.

Всѣ описанные инструменты примѣняются въ обыденной заводской практикѣ, тамъ, конечно, гдѣ дѣло поставлено на надлежащей высотѣ, и такіе мѣрительные инструменты находятся въ рукахъ обыкновенныхъ рабочихъ. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда изготовляются какіе-либо нормальные калибры, точность этихъ инструментовъ признается недостаточной и для такихъ спеціальныхъ работъ примѣняются еще болѣе точныя мѣрительныя машины.



Фиг. 76.

61. Мѣрительная машина, изготовляемая заводомъ *Праттъ и Уитней*, въ Гартфордѣ (Америка) (фиг. 76). Машина состоитъ изъ солидной станины *a*, имѣющей три опорныхъ точки, чтобы неровности той поверхности, на которой будетъ поставлена машина, не могли оказывать на нее различнаго вліянія. На станинѣ имѣются двѣ *головки:* неподвижная *b* и передвижная *c*. Въ передвижной головкѣ помѣщенъ микрометрическій винтъ, оканчивающійся стержнемъ *c'*, упирающимся въ измѣряемый предметъ, а на другомъ концѣ насаженъ дискъ *g* съ дѣленіями по окружности. Шагъ винта равенъ 1/50″, окружность диска раздѣлена на 400 частей, такъ что при поворотѣ на одно дѣленіе винтъ передвигается на 1/50. 1/200=1/10.000″, а раздѣляя разстояніе между дѣленіями на глазъ на 5 частей, можно отсчитывать 0,00001″. Къ той же головкѣ *c* прикрѣпленъ микроскопъ *f*, расположенный надъ нормальнымъ чрезвычайно точнымъ масштабомъ *d*.

Измѣряемый предметъ зажимается между стержнемъ *c'* и стержнемъ *b'* въ неподвижной головкѣ. Стержень *b'* можетъ передвигаться вдоль оси

и постоянно прижимается спиральной пружиной влѣво. Для того чтобы зажатіе измѣряемыхъ предметовъ между c' и b' происходило всегда съ одной и той же силой, имѣется слѣдующее приспособленіе: со стержнемъ b' соединенъ неподвижно стерженекъ i; между этимъ стержнемъ и стержнемъ j, неподвижно соединеннымъ съ головкой b, закладывается пластинка k. Пружина, передвигающая стержень b' нажимаетъ въ то же время и на стержень i, такъ что пластинка k, поставленная въ горизонтальное положеніе, будетъ держаться въ такомъ положеніи, вслѣдствіе тренія, вызываемаго нажатіемъ i. Если же измѣряемый предметъ прижмется къ стержню b', то зажимъ пластинки k уменьшится и она начнетъ поворачиваться около зажатаго мѣста, опускаясь изъ горизонтальнаго въ вертикальное положеніе. Такое поворачиваніе пластинки и служитъ указаніемъ того, что предметъ зажатъ съ надлежащей силой. ll подставки, подпирающія измѣряемый предметъ.

Для измѣренія машина устанавливается слѣдующимъ образомъ. Головку c подводятъ къ головкѣ b такъ, чтобы штифты b' и c' почти что соприкоснулись. Нулевое дѣленіе на дискѣ g подводятъ къ чертѣ h, которая тоже можетъ немного перемѣщаться при помощи установительнаго винта. Стойку, въ которой закрѣпленъ винтъ e, привинчиваютъ къ станинѣ и, поворачивая осторожно винтъ e, передвигаютъ головку c, пока стержень c' не нажметъ съ надлежащай силой стержень b'. Въ это время нить въ микроскопѣ должна совпасть съ нулевымъ дѣленіемъ на масштабѣ d;—если она не совпадаетъ, то нить точно устанавливаютъ передвигая ее винтомъ f'. Послѣ этого головку c отодвигаютъ на разстояніе, соотвѣтствующее размѣру измѣряемаго предмета и устанавливаютъ такъ, чтобы нить микроскопа совпала съ какимъ-либо ближайшимъ цѣлымъ дѣленіемъ масштаба. Послѣ чего можно начать измѣреніе микрометрическимъ винтомъ c'.

Машина эта требуетъ очень осторожнаго обращенія. При измѣреніи должны быть приняты во вниманіе температурныя воздѣйствія. Чувствительность машины крайне велика: достаточно положить на измѣряемый предметъ руку, чтобы нагрѣваніе его было отмѣчено передвиженіемъ пластинки k. Поэтому измѣренія на этой машинѣ нужно производить всегда при одной и той же температурѣ. На американскихъ заводахъ при изготовленіи калибровъ такія измѣренія производятся при температурѣ 62° Ф. или 16,6° Ц.

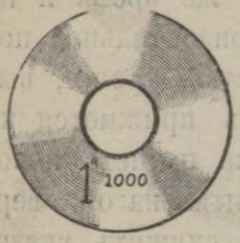
62. Калибры представляютъ собою точно исполненные образцы, съ которыми должны сравниваться исполняемыя издѣлія.

Калибры могутъ исполняться въ видѣ брусковъ различныхъ размѣровъ и служатъ для провѣрки мѣрительныхъ инструментовъ, для установки рѣзцовъ на машинахъ-орудіяхъ, для установки крумциркуля и т. д.

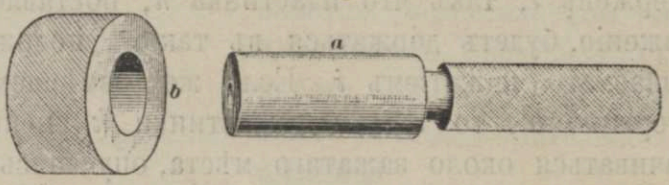
Заводъ Браунъ и Шарпъ (Провиденсъ, Америка) приготовляетъ калибры въ видѣ кружковъ различнаго діаметра, съ отверстіемъ посерединѣ, въ которое можетъ ввинчиваться ручка (фиг. 77). Такіе калибры очень удобны для снятія съ нихъ размѣра крумциркулемъ, а, по-

саженные на ручку, они могутъ служить для непосредственнаго измѣренія отверстій.

Для токарныхъ работъ употребляются калибры, приготовленные въ видѣ цилиндровъ и колецъ (фиг. 78). Съ нихъ точно также могутъ снимат размѣры крумциркулемъ или производится непосредственное измѣреніе самимъ калибромъ.



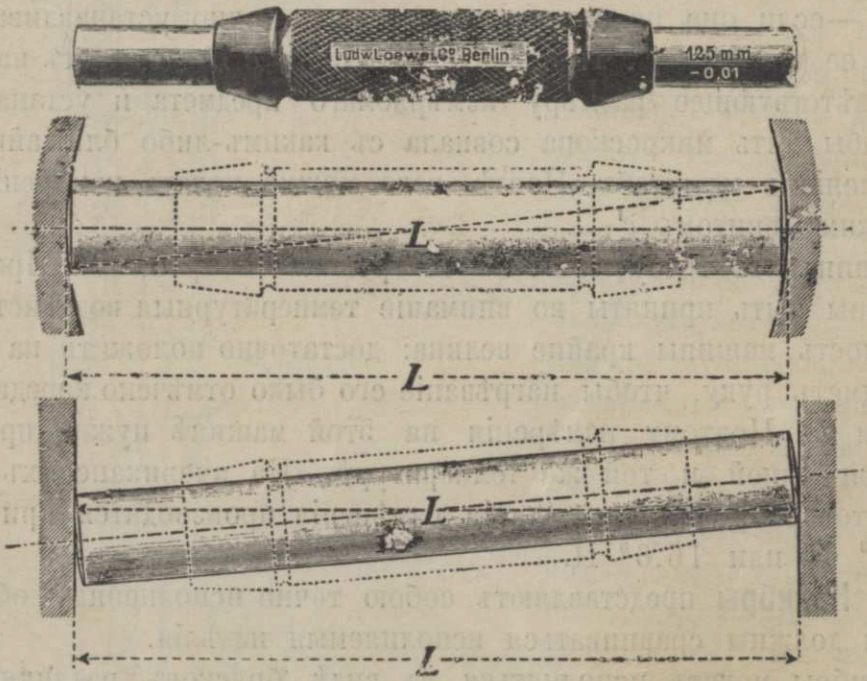
Фиг. 77.



Фиг. 78.

Для измѣренія значительныхъ внутреннихъ размѣровъ (болѣе 100 мм.) употребляются калибры въ видѣ брусковъ, торцы которыхъ представляютъ часть сферы съ діаметромъ такого размѣра, какой желаютъ провѣрить (фиг. 79). На калибръ надѣвается деревянный или резиновый футляръ для предохраненія его отъ нагрѣва рукой.

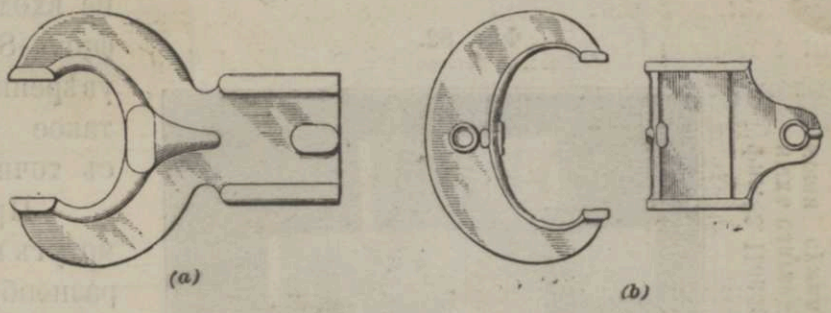
63. Нормальные калибры (фиг. 80) для внѣшняго и внутренняго промѣра. При небольшихъ размѣрахъ тотъ и другой калибры обык-



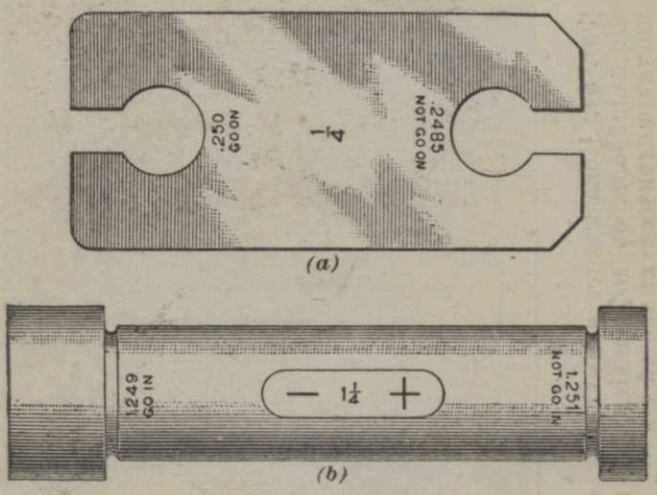
Фиг. 79.

новенно соединяютъ въ одно цѣлое (фиг. 80-a). Для большихъ же размѣровъ, чтобы калибры не выходили слишкомъ тяжелыми ихъ раздѣляютъ (фиг. 80-b). Для внутренняго промѣра цилиндровъ параллельныя стороны обтачиваются по цилиндрической поверхности, а для промѣра между двумя плоскостями, параллельныя стороны приготовляются плоскими.

64. Точность измѣренія. Всѣ описанные мѣрительные инструменты, какъ бы точно сами по себѣ они ни были исполнены, точность измѣренія ставятъ въ зависимость отъ тонкости осязанія, которымъ обладаетъ измѣряющее лицо. Если калибръ служитъ для сравненія съ издѣліемъ, и сравненіе производится при помощи крумциркуля, то точность измѣренія сведется къ тому, насколько тонко чувствуетъ измѣряющій разницу при сниманіи размѣра крумциркулемъ съ калибра и издѣлія; одинъ можетъ произвести измѣреніе съ точностью до 0,005 мм., а другой не замѣтитъ разницы и въ 0,05 мм. Точно также если калибръ употребляется непосредственно для измѣренія издѣлія, то и здѣсь точность измѣренія всецѣло будетъ зависить отъ тонкости осязанія измѣряющаго. Если, напримѣръ, растачивается отверстіе по калибру, то понятно, что въ точно приточенное отверстіе калибръ будетъ входить плотно, по мѣрѣ же того какъ размѣръ отверстія будетъ отдаляться отъ заданнаго, калибръ будетъ входить все слабѣе и слабѣе и нѣтъ возможности указать измѣряющему ту степень, плотности, съ которой калибръ долженъ входить въ отверстіе, чтобы была получена желаемая степень точности; различные рабочіе, примѣняя тотъ же самый калибръ, будутъ получать отверстія, значительно разнящіяся другъ отъ друга. Такимъ образомъ *описанные мѣрительные инструменты не даютъ возможности удерживать точность выполненія издѣлій не выходящей изъ ранѣе установленныхъ предѣловъ, а это требованіе является безусловно необходимымъ въ современномъ машиностроеніи, въ особенности при массовомъ производствѣ, гдѣ всѣ части должны быть смѣняющимися безъ пригонки. Для достиженія этой цѣли примѣняются такъ называемые предѣльные калибры.*



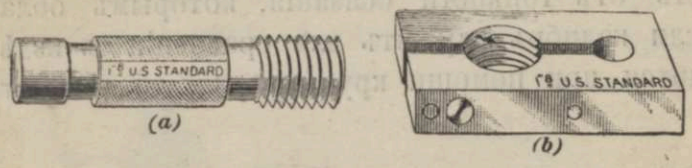
Фиг. 80.



Фиг. 81.

65. Предѣльные калибры. Эти калибры имѣютъ цѣлью обезпечить исполненіе издѣлій съ извѣстной степенью точности. Обыкновенно такіе калибры дѣлаются парными (фиг. 81). Если одинъ калибръ сдѣлать,

напримѣръ, на 0,01 мм. больше, и затѣмъ издѣліе обработать такъ, чтобы черезъ одинъ калибръ оно проходило, а черезъ другой не могло бы пройти (для случая *a*, фиг. 81), или чтобы одинъ конецъ калибра *b* входилъ бы въ отверстіе, а другой не входилъ (для случая *b*, фиг. 81), то можно съ увѣренностью сказать, что такое издѣліе исполнено съ точностью до 0,01 мм.

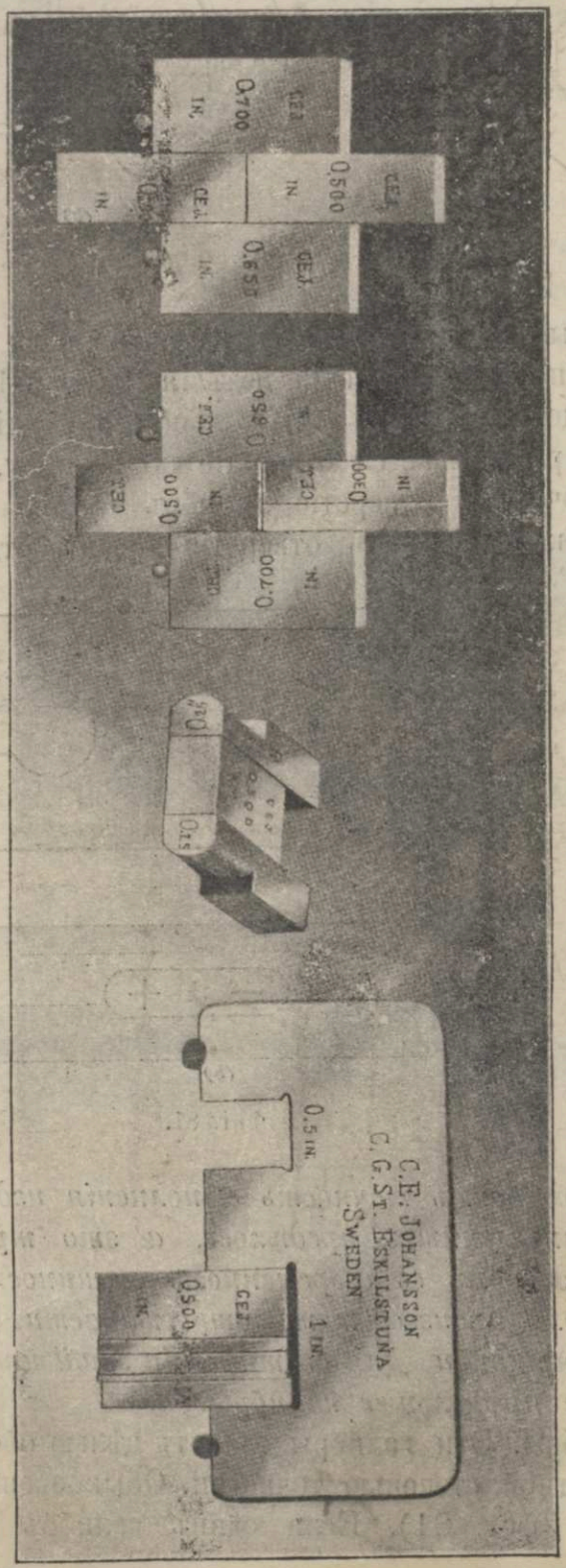


Фиг. 82.

Предѣльные калибры могутъ выполняться весьма разнообразныхъ формъ и съ различной степенью точности.

66. Универсальный предѣльный калибръ. Вмѣсто предѣльныхъ калибровъ для выясненія степени точности исполненія можетъ быть примѣненъ калибръ, конструкція котораго представлена на фиг. 73. При измѣреніи такимъ калибромъ онъ долженъ быть прежде всего установленъ по нормальному калибру, такъ чтобы стрѣлка была на нулѣ, а затѣмъ измѣряютъ издѣліе, и отклоненіе стрѣлки въ ту или другую сторону укажетъ, насколько размѣръ издѣлія отличается отъ нормальнаго.

Примѣненіе предѣльныхъ калибровъ является безусловно необходимымъ для выполненія работъ съ желаемой степенью точности. При примѣненіи предѣльнаго калибра субъективная оцѣнка рабочаго совершенно устраняется и то, что издѣліе исполнено



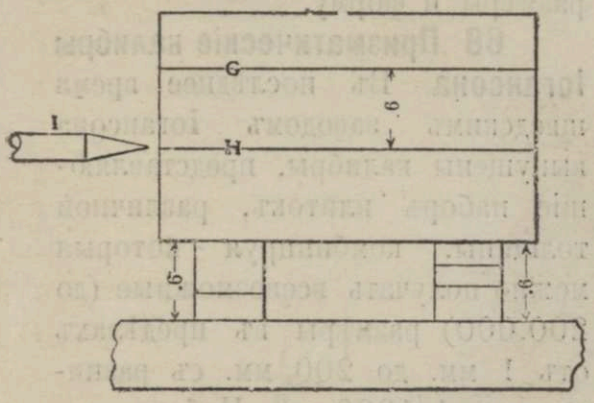
Фиг. 83. Показываетъ провѣрку отдѣльныхъ слагаемыхъ калибровъ при помощи суммарнаго — единичнаго калибра.

Фиг. 84. Показываетъ примѣненіе калибровъ, съ добавленіемъ полуцилиндрическихъ частей для измѣренія діаметра отверстія.

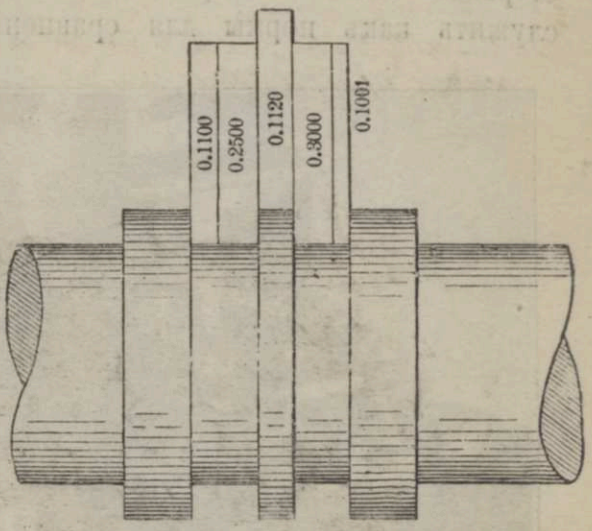
Фиг. 85. Примѣненіе комбинаціи для провѣрки новаго калибра — въ видѣ скобы.

съ точностью внутри заданныхъ предѣловъ, удостовѣряется тѣмъ, что одинъ изъ калибровъ находитъ на издѣліе, а другой не находитъ; тонкость же осязанія рабочаго здѣсь совершенно устранена.

То же замѣчаніе относится и къ универсальному калибру фиг. 73,



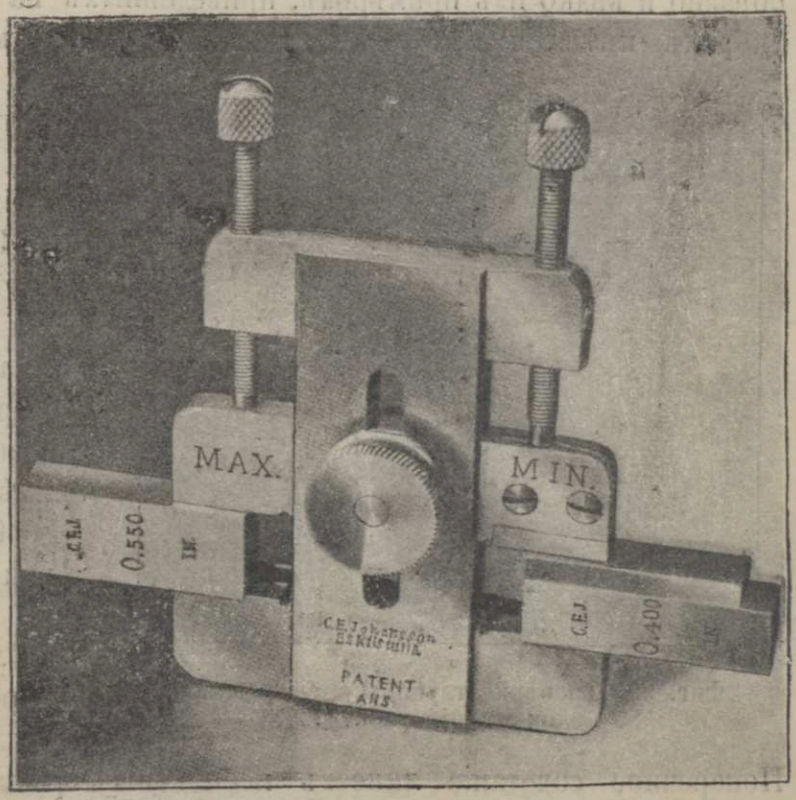
Фиг. 86. Способы точнаго расчерчиванія детали на плитѣ параллельными рисками.



Фиг. 87. Провѣрка проточекъ на валу (годится, напр., при калибрированіи прокатныхъ вальцевъ).

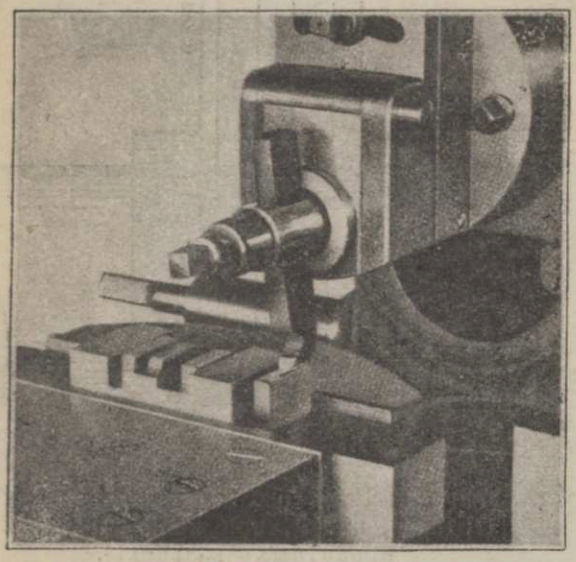
гдѣ отклоненіе отъ нормы сейчасъ же указывается стрѣлкой, при чемъ указывается и точно размѣръ этого уклоненія. Въ этомъ отношеніи этотъ калибръ имѣетъ преимущество и по сравненію съ предѣльными калибрами, такъ какъ послѣдніе только гарантируютъ, что уклоненіе размѣра не выходитъ изъ извѣстныхъ предѣловъ, но самаго размѣра уклоненія предѣльные калибры не даютъ.

67. Калибры для винтовой нарѣзки. На фиг. 82 представлены калибры для измѣренія винтовой нарѣзки въ томъ видѣ, какъ они изготовляются американской фирмой Праттъ и Уитней. Лѣвый гладкій конецъ стержня (*a*) назначенъ для



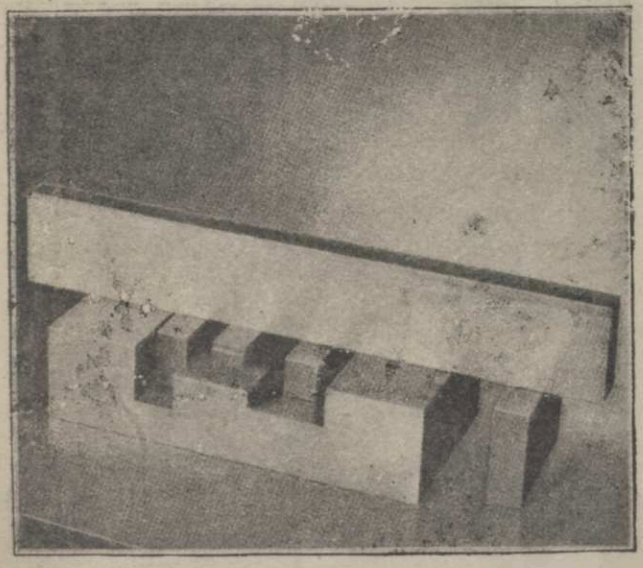
Фиг. 88. Примѣненіе шведскихъ калибровъ, въ соединеніи съ особымъ (направляющимъ) приспособленіемъ для полученія желаемаго въ данную минуту *предѣльнаго* калибра (на чертежѣ maximum=0,550″, minimum=0,545″).

измѣренія отверстія въ гайкѣ, а правый для измѣренія самой рѣзьбы. Плашка (*b*) назначается для измѣренія виптовъ. Для работъ въ мастерской такіе калибры изготовляются закаленными, а назначенные служить какъ нормы для сравненія самихъ калибровъ приготовляются безъ закала, такъ какъ при закалѣ калибры искажаютъ свои размѣры и форму.



Фиг. 89. Провѣрка глубины прострожки во время работы.

68 Призматическіе калибры Іогансона. Въ послѣднее время шведскимъ заводомъ Іогансона выпущены калибры, представляющіе наборъ плитокъ, различной толщины, комбинируя которыя можно получать всевозможные (до 200.000) размѣры въ предѣлахъ отъ 1 мм. до 200 мм. съ разницею въ 1/1000 мм. Наборъ состоитъ изъ 111 плитокъ. Плитки готовятся какъ для метрической системы, такъ и для англійской системы мѣръ и готовятся съ удивительной точностью. Примѣненіе ихъ можетъ быть весьма разнообразно и видно изъ примѣровъ, приведенныхъ на фиг. 83—91. При калибрахъ имѣются особые станки-струбцинки, въ которые плитки могутъ быть устанавливаемы такимъ образомъ, что изъ нихъ получатся предѣльные калибры (см. фиг. 88).

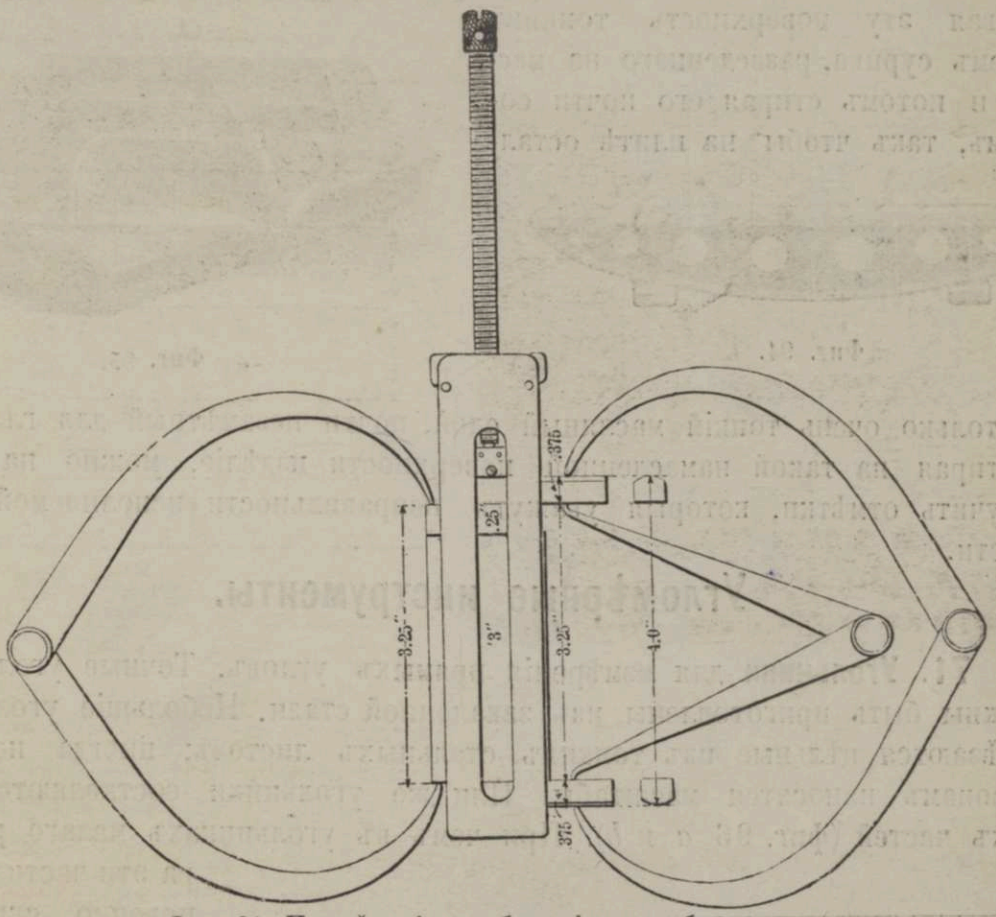


Фиг. 90. Провѣрка глубины прострожки по окончаніи работы.

Эти же плитки-калибры могутъ оказаться очень удобными при установкѣ издѣлій на машинахъ для обработки, при размѣткѣ и т. п., какъ это видно изъ приведенныхъ примѣровъ на фиг. 86 и др.

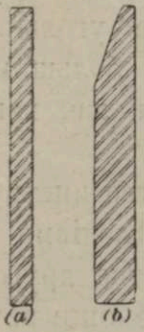
69. Линейки. Для провѣрки правильности плоскихъ поверхностей служатъ металлическія линейки. Тонкія ребра линейки дѣлаютъ параллельными и прямыми. Поперечное сочетаніе линеекъ небольшихъ размѣровъ имѣетъ форму, представленную на фиг. 92 *a*. Для очень точныхъ работъ заводъ Праттъ и Уитней приготовляетъ линейки съ острымъ ребромъ въ видѣ ножа (фиг. 93). Такая линейка очень чувствительна и всякая неточность сейчасъ же будетъ обнаружена пропускомъ свѣта между про-

вѣряемой поверхностью и ребромъ линейки. Чтобы линейки сохраняли лучше правильную форму, ихъ приготовляютъ изъ закаленной стали. Для провѣрки большихъ поверхностей линейки получаютъ очень большіе



Фиг. 91. Примѣчаніе комбинаціи калибровъ для полученія постояннаго, нормальнаго, калибра (съ котораго можно постоянно брать при работѣ— напр., крумциркулемъ) [1].

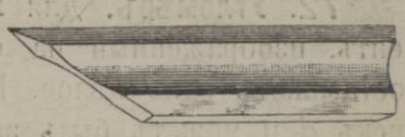
размѣры (до 2-хъ метровъ) и въ такомъ случаѣ ихъ исполняютъ въ видѣ тѣлъ равнаго сопротивленія (фиг. 94). Чтобы судить о томъ, насколько правильно линейка прилегаетъ къ поверхности по своей длинѣ, подъ линейку кладутъ въ различныхъ мѣстахъ кусочки тонкой папиросной бумаги и затѣмъ пробуютъ, одинаково ли туго всѣ бумажки прижимаются линейкой; болѣе сильное или слабое зажатіе бумажекъ въ различныхъ мѣстахъ указываетъ, гдѣ поверхность имѣетъ возвышенности или впадины.



Фиг. 92.

70. Провѣрочныя плиты.

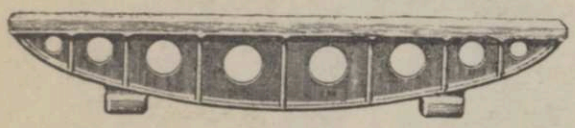
Для провѣрки же плоскихъ поверхностей примѣняются также провѣрочныя плиты (фиг. 95). Провѣрочная плита укрѣпляется ребрами и ставится на три ножки *aaa*, чтобы она всегда получала



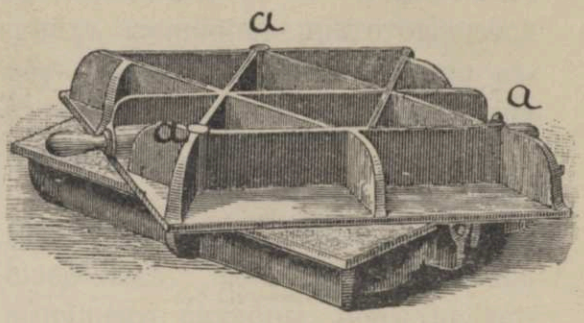
Фиг. 93.

[1] Калибры эти доставляются, между проч., фирмой Grönkvist Drill Chuck Co., of Jersey City, New Jersey.

такую же опору, какую имѣла при исполненіи и не могла бы покоробиться, будучи поставлена на какую-нибудь неправильную поверхность. Верхняя поверхность плиты представляетъ точную плоскость. Покрывая эту поверхность тонкимъ слоемъ сурика, разведеннаго на маслѣ, и потомъ стирая его почти совсѣмъ, такъ чтобы на плитѣ остал-



Фиг. 94.

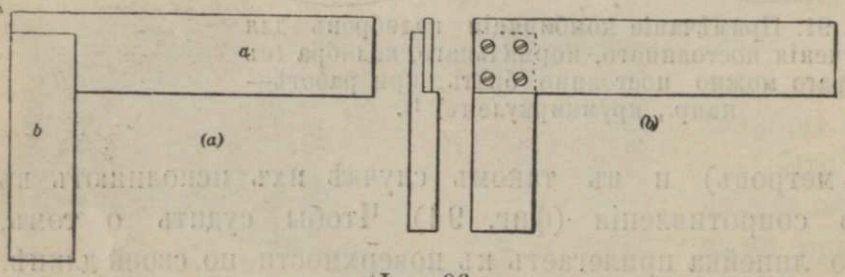


Фиг. 95.

ся только очень тонкій масляный слой, почти незамѣтный для глаза, и притирая на такой намасленной поверхности издѣліе, можно на немъ получить отмѣтки, которыя укажутъ неправильности исполняемой плоскости.

Угломѣрные инструменты.

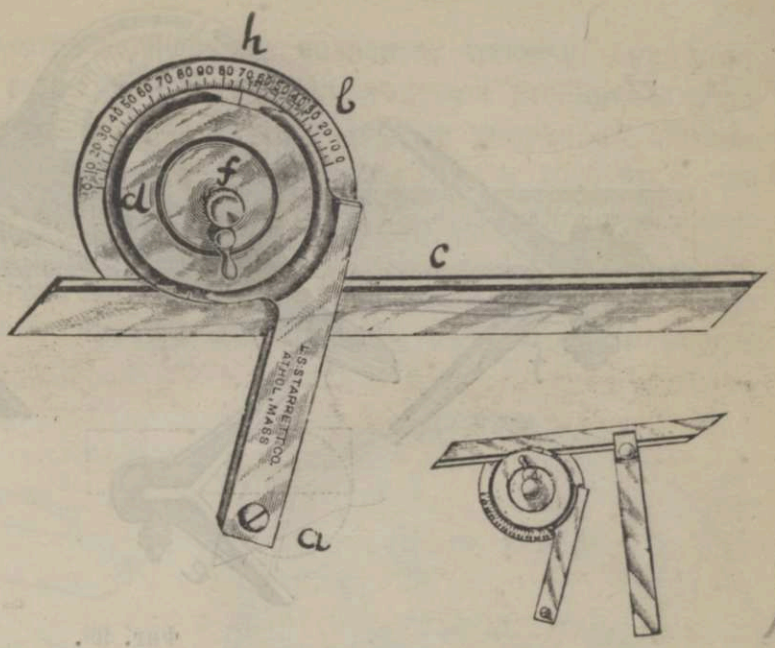
71. Угольники для измѣренія прямыхъ угловъ. Точные угольники должны быть приготовлены изъ закаленной стали. Небольшіе угольники вырѣзаются цѣльные изъ тонкихъ стальныхъ листовъ; иногда по ихъ сторонамъ наносятся масштабы. Или же угольники составляются изъ двухъ частей (фиг. 96 *a* и *b*). При чемъ въ угольникахъ малаго размѣра эти части обыкновенно скрѣпляются при помощи спайки (фиг. 96—*a*). Если же угольники большого размѣра, то обѣ части соединяются при помощи винтовъ; такая конструкція допускаетъ болѣе легкое исправленіе угольниковъ, если они испортятся отъ употребленія. При измѣреніи большими угольниками должны примѣняться куски тонкой бумаги, такъ же, какъ и при измѣреніи большими линейками.



Фиг. 96.

72. Угломѣръ. Для измѣренія всякихъ угловъ примѣняется инструментъ, изображенный на фиг. 97. Часть *a* и дискъ съ дѣленіями *b* составляютъ одно цѣлое. Концентрично съ дискомъ *b* вращается другой дискъ *d* и можетъ быть зажатъ въ любомъ положеніи при помощи винта *f*. Къ диску *d* при помощи зажима прикрѣплена линейка *c*, которая можетъ въ зажимѣ передвигаться вдоль. Индексъ *h* на дискѣ *d* можетъ быть снабженъ ноніусомъ и тогда измѣреніе угловъ такимъ инструментомъ производится съ большой точностью. На фиг. 98 представлены различные случаи примѣненія этого угломѣра.

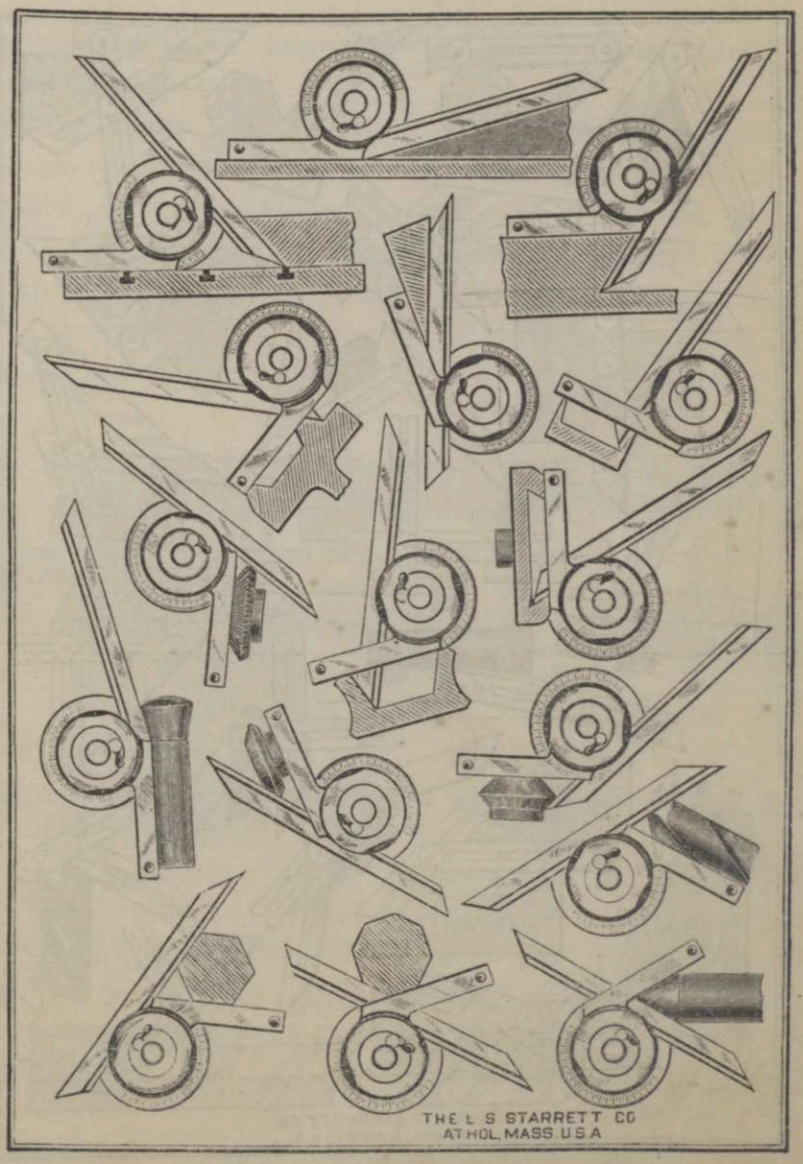
На фиг. 99 изображенъ другой очень удобный угломѣрный инструментъ. На линейкѣ *c* можетъ быть закрѣплена любая изъ трехъ частей *g*, *a* или *f*. Каждая изъ этихъ частей можетъ передвигаться вдоль всей линейки. Если насажена часть *g*, то инструментъ представляетъ обыкновенный угольникъ для измѣренія прямыхъ угловъ и угловъ въ 45°. Кромѣ того, на части *g* имѣется спиртовой уровень *h*, такъ что инструментъ въ то же время можетъ служить какъ уровень и отвѣсъ; — тутъ же вставлена графилка *t*.

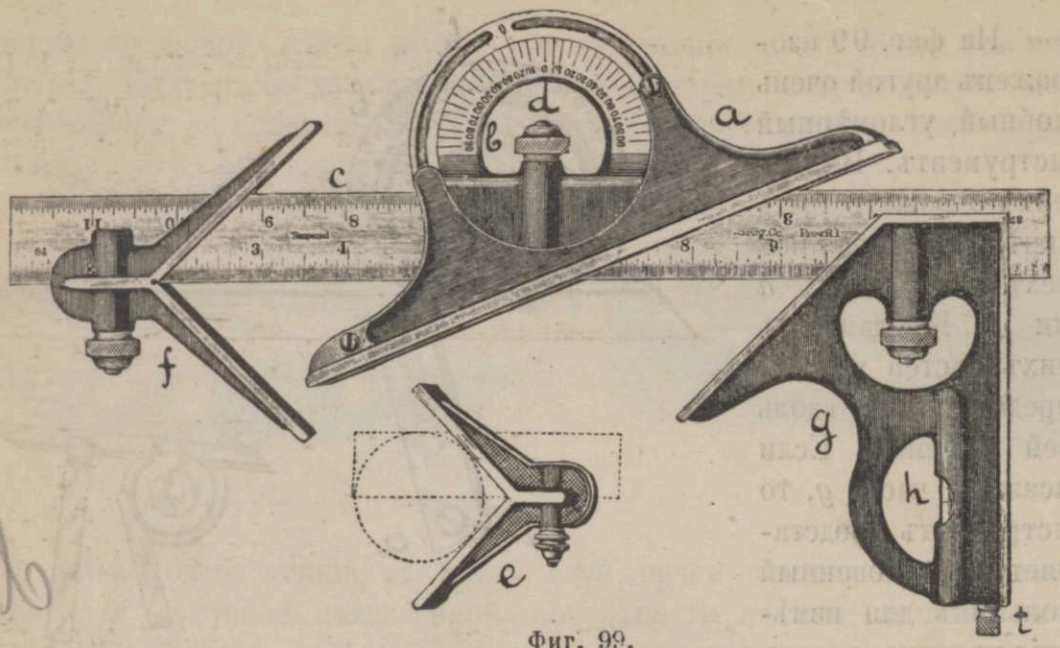


Фиг. 97.

Если насажена часть *a*, то получается угломѣрный инструментъ для измѣренія всевозможныхъ угловъ.

Наконецъ, если употребляется часть *f*, то получается инструментъ для опредѣленія центровъ окружностей. Въ этомъ случаѣ ребро линейки *c* дѣлитъ пополамъ внутренній уголъ части *f* и потому, если этотъ уголъ приставить къ какой-нибудь окружности, то ребро линейки пройдетъ черезъ ея центръ (см. фиг. *e*). Проведя графилкой линію и переставивъ инструментъ въ другое положеніе и снова про-

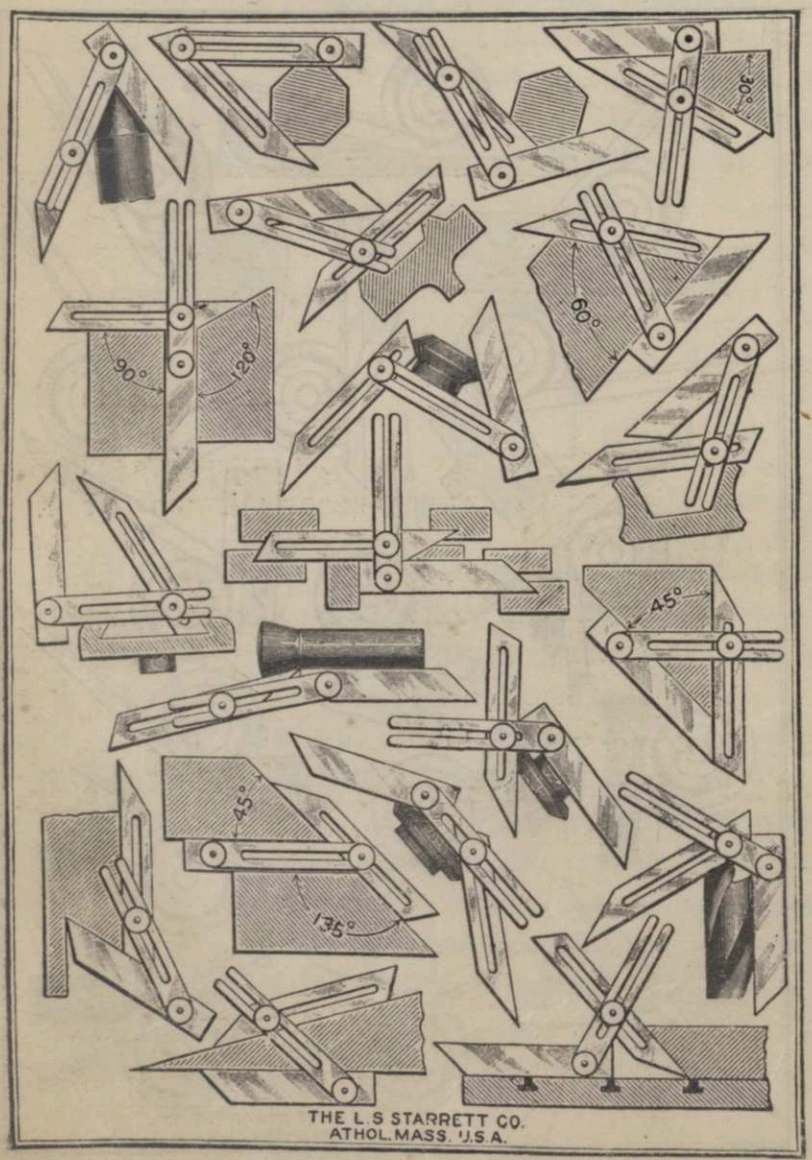




Фиг. 99.

ведя линію черезъ центръ, мы въ пересѣченіи этихъ линій получимъ центръ окружности.

Всѣ части *a*, *g* и *f* закрѣпляются на линейкѣ при помощи нажимныхъ винтовъ *d*. Линейка снабжена дѣленіями такъ, что она въ то же время можетъ служить и масштабомъ.

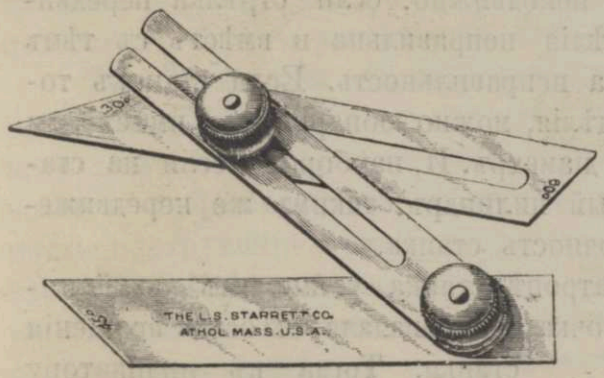


Фиг. 100.

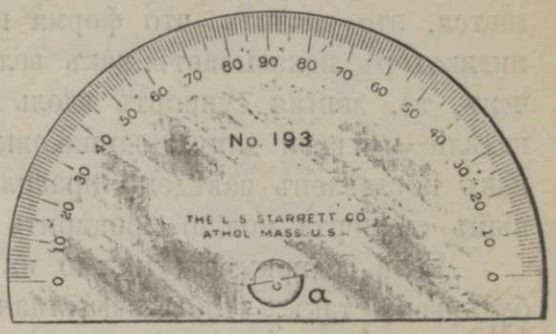
На фиг. 101 изображенъ простой и удобный угломѣрный инструментъ, у котораго двѣ линейки, скрѣпленныя третьей пластинкой могутъ устанавливаться подъ произвольными углами. На самомъ инструментѣ дѣленій не имѣется, и потому онъ можетъ употребляться или для копировки какого-либо угла или же совмѣстно съ транспортиромъ (фиг. 102). Для удобства установки на транспортирѣ въ центрѣ имѣется поворачива-

ющійся штифтъ *a*, у котораго срѣзана половина головки, при чемъ край обрѣза проходитъ какъ разъ черезъ центръ, такъ что прикладывая одну линейку къ основанію транспортира, а другую упирая въ обрѣзъ, мы направимъ линейку какъ разъ черезъ центръ, что и требуется при измѣреніи угловъ транспортиромъ. На фиг. 100 представлены различные случаи примѣненія этого инструмента.

73. Индикаторы. При работахъ на машинахъ и въ другихъ случаяхъ для провѣрки какъ правильности формъ, такъ и правильности



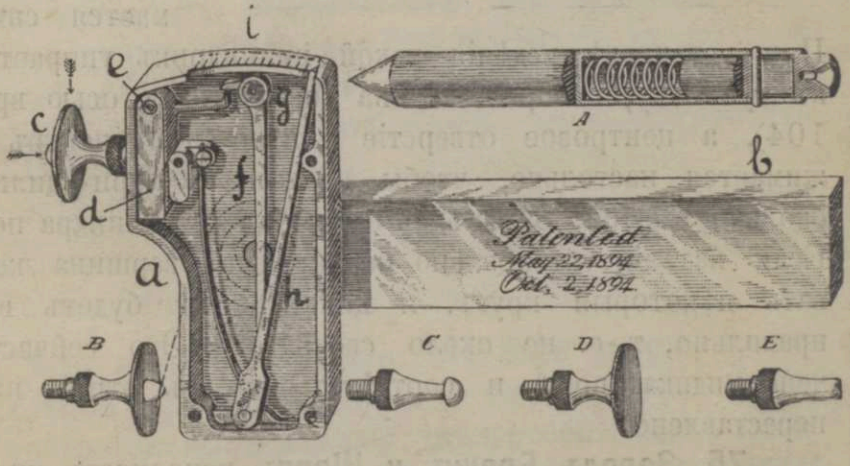
Фиг. 101.



Фиг. 102.

положеній предметовъ очень удобными оказываются инструменты, извѣстные подъ названіемъ *индикаторовъ*.

74. Индикаторъ Батса (фиг. 103). Инструментъ состоитъ изъ державки *b*, къ которой на шалнерѣ прикрѣплена коробка *a*. Внутри коробки помѣщается рычагъ *d*, вращающійся на шалнерѣ *e*; другой конецъ рычага *d*, имѣющій видъ отростка, упирается въ колѣнчатый рычагъ *f*, имѣющій точку вращенія *g*. Нижній конецъ рычага *f* упирается въ штифтъ на рычагѣ *h*, который, въ свою очередь, имѣетъ точку вращенія въ самомъ нижнемъ концѣ, верхній же конецъ рычага *h* представляетъ стрѣлку, перемѣщающуюся по дѣленіямъ шкалы *i*. Такимъ образомъ самыя незначительныя передвиженія рычага *d* увеличиваются во много разъ и отмѣчаются на шкалѣ *i*. Въ рычагѣ *d* имѣется два отверстія, въ которыя ввинчивается штифтъ *c* (смотря по примѣненію индикатора, употребляются различные штифты *B*, *C*, *D*, *E*). Если штифтъ *c* ввинченъ въ отверстіе, наиболѣе удаленное отъ точки вращенія *e*, то при перемѣщеніи штифта *c* на 1/000 дюйма стрѣла на шкалѣ *i* проходитъ путь

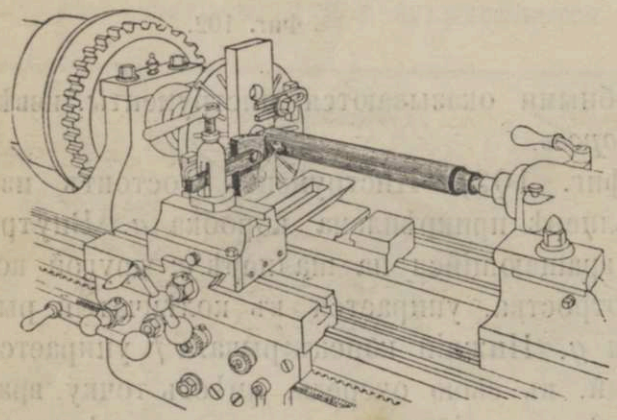


Фиг. 103.

въ 1/12", если же штифтъ *c* ввернуть въ отверстіе, ближайшее къ шалнеру *e*, то при передвиженіи штифта *c* на 1/000 дюйма, стрѣлка по шкалѣ *i* пройдетъ путь въ 1/6".

Такой приборъ можетъ имѣть очень разнообразныя примѣненія. Напримѣръ, на фиг. 104 показано, какъ можно индикаторомъ обнаружить, что издѣліе неправильно обточено. Если издѣліе поставлено на центры и къ нему подведенъ индикаторъ, какъ показано на фиг. 104, то при вращеніи издѣлія, если оно имѣетъ правильную цилиндрическую форму, стрѣлка индикатора должна стоять неподвижно; если стрѣлка передвигается, это значитъ, что форма издѣлія неправильна и вмѣстѣ съ тѣмъ индикаторъ показываетъ, какъ велика неправильность. Если станокъ точенъ, то, двигая суппортъ вдоль издѣлія, можно обнаружить, имѣетъ ли издѣліе по всей длинѣ одинаковый діаметръ. И, наоборотъ, если на станокъ поставленъ завѣдомо правильный цилиндръ, такимъ же передвиженіемъ суппорта можно провѣрить точность станка.

Если, напримѣръ, нужно на патронѣ станка установить какую-нибудь вещь такъ, чтобы извѣстная точка ея совпадала съ осью вращенія станка. Тогда къ индикатору Батса для этого случая прилагается добавочная часть *A* (фиг. 103). Она представляетъ изъ себя точно обработанный цилиндръ, съ одного конца заостренный въ видѣ конуса, а въ другой конецъ вставлена точно пригнанная пробка съ центровымъ отверстіемъ. Эта пробка можетъ немного перемѣщаться вдоль оси и нажимается спиральной пружиной.



Фиг. 104.

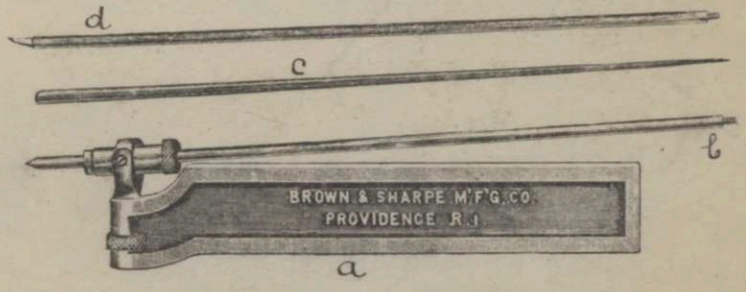
При установкѣ издѣлія такой цилиндрикъ упирается острымъ концомъ въ ту точку, которая должна совпадать съ осью вращенія станка (фиг. 104), а центровое отверстіе упирается въ центръ задней бабки и зажимается настолько, чтобы пружина внутри цилиндра оказалась нѣсколько сжатой. Затѣмъ къ поверхности цилиндра подводятъ индикаторъ. Если издѣліе установлено неправильно, вершина конуса будетъ описывать нѣкоторый кругъ, и цилиндръ *A* будетъ вращаться тоже неправильно, т.-е. не около своей оси. Это сейчасъ же будетъ отмѣчено индикаторомъ и соотвѣтственно съ этимъ издѣліе должно быть переставлено.

75. Заводъ Браунъ и Шарпъ исполняетъ индикаторы какъ представлено на фиг. 105. Здѣсь къ державкѣ *a* придѣланъ универсальный шалнеръ *b*, черезъ втулку котораго продѣвается длинный стержень. Стержень этотъ закрѣпляется въ особомъ зажимѣ, который имѣетъ нѣкоторое передвиженіе вдоль оси стержня и постоянно прижимается пружиной по одному направленію. Короткій конецъ стержня упирается въ

ту часть, правильность которой желаютъ провѣрить, при чемъ нѣсколько сжимается упоминаемая выше пружинка. Если провѣряемая часть правильна, стержень долженъ оставаться безъ движенія;—всякая же неправильность будетъ сказываться движеніемъ длиннаго конца стержня и должна быть соотвѣтственно исправлена. При индикаторѣ прилагаются стержни различной формы соотвѣтственно различнымъ случаямъ, какіе могутъ встрѣтиться при измѣреніяхъ.

Примѣненіе этого индикатора такое же, какъ и индикатора Батса. Различные случаи, въ которыхъ подобные индикаторы могутъ оказаться полезными, будутъ указаны въ дальнѣйшемъ.

76. Обращеніе съ мѣрительными инструментами. Мѣрительные инструменты, представляя изъ себя очень точныя издѣлія, требуютъ самаго тщательнаго и очень осторожнаго обращенія. Всякая неаккуратность и небрежность въ обращеніи можетъ повлечь къ тому, что точность инструмента будетъ нарушена, а вмѣстѣ съ тѣмъ и всѣ исполняемые на заводѣ предметы окажутся неточными. Всѣ мѣрительные инструменты должны храниться въ деревянныхъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и отдѣланныхъ кожей или другой мягкой матеріей ящикахъ, чтобы они не могли подвергаться случайнымъ ударамъ и другимъ вреднымъ воздѣйствіямъ. Трущіяся части не должны подвергаться пыли и должны смазываться. Винты въ микрометрахъ должны смазываться, но не очень обильно и густымъ масломъ (вазелиномъ), такъ какъ обильная жидкая смазка способствуетъ накопленію грязи, которая портитъ точные винты. *Мѣрительные инструменты*, находящіеся въ постоянномъ употребленіи, способны приходить въ разстройство, и потому ихъ *необходимо время отъ времени провѣрять*, для чего на заводѣ должны имѣться очень точные провѣрочные инструменты, которые должны находиться въ умѣлыхъ и опытныхъ рукахъ. Тѣ же лица, на попеченіи которыхъ лежитъ храненіе такого комплекта точныхъ инструментовъ, должны слѣдить и за исправностью всѣхъ остальныхъ мѣрительныхъ инструментовъ, находящихся у рабочихъ.



Фиг. 105.

Нужно твердо разъ навсегда усвоить, что если заводъ не имѣетъ точныхъ мѣрительныхъ инструментовъ, то онъ не можетъ выпускать и точныхъ, первоклассныхъ издѣлій, удовлетворяющихъ современнымъ требованіямъ, каково бы ни было его оборудованіе и искусство рабочаго персонала.

Выше были приведены только главные типы мѣрительныхъ инструментовъ, въ настоящее время существуетъ очень много различныхъ кон-

струкцій, и всякій интересующійся можетъ найти ихъ подробное описаніе въ каталогахъ фирмъ, изготовляющихъ эти предметы.

Всемірною извѣстностью по приготовленію точныхъ мѣрительныхъ инструментовъ пользуются слѣдующія фирмы:

Brown & Sharp. Mfg. Co. Providence, R. I., U. S. A.

Pratt & Whitney Co., Hartford, Conn., U. S. A.

The Starret Co., Athol, Mass., U. S. A.

Ludw. Loewe & Co., Berlin.

Reinecker J. E., Chemnitz—Cablenz.

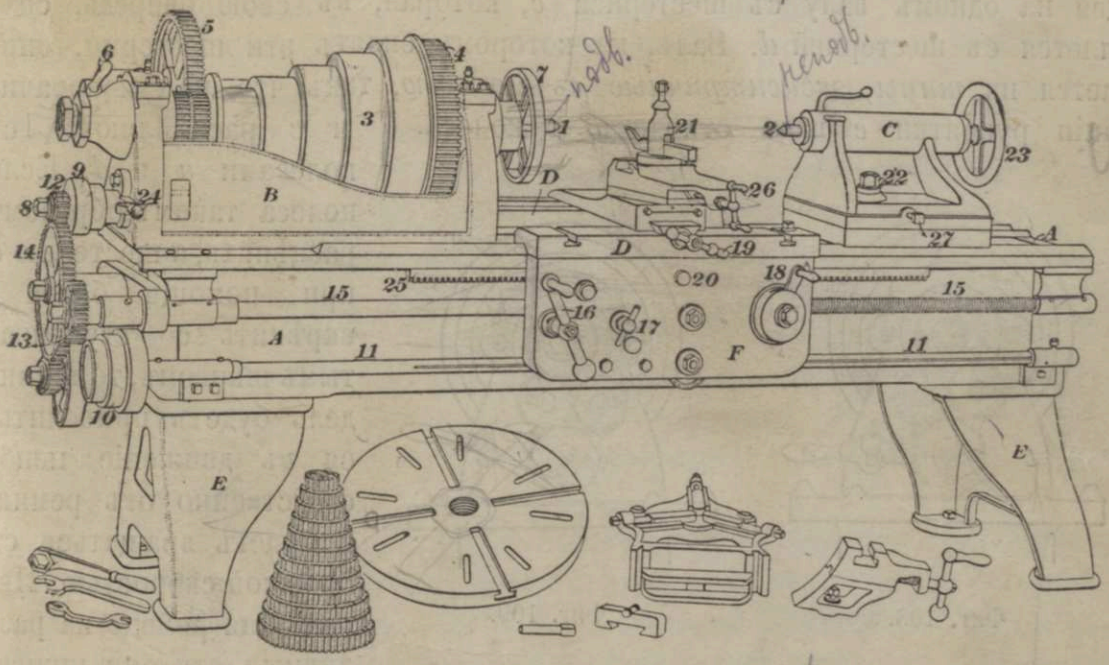
БИБЛИОТЕКА КЛУБА РАБОТНИКОВ И СТУДЕНТОВ

ГЛАВА III.

Работа на токарныхъ станкахъ и самоточкахъ.

Различіе между токарнымъ станкомъ и самоточкой заключается въ томъ, что на первомъ рѣзецъ удерживается и передвигается рукою рабочаго, а на самоточкѣ передвиженіе рѣзца производится при помощи особаго механизма, приводимаго въ движеніе отъ самаго станка, и на долю рабочаго выпадаетъ только забота о томъ, чтобы этотъ механизмъ дѣйствовалъ исправно.

77. Нормальный типъ самоточки для небольшихъ издѣлій изображенъ на фиг. 106. Станокъ состоитъ изъ слѣдующихъ частей: *ста-*

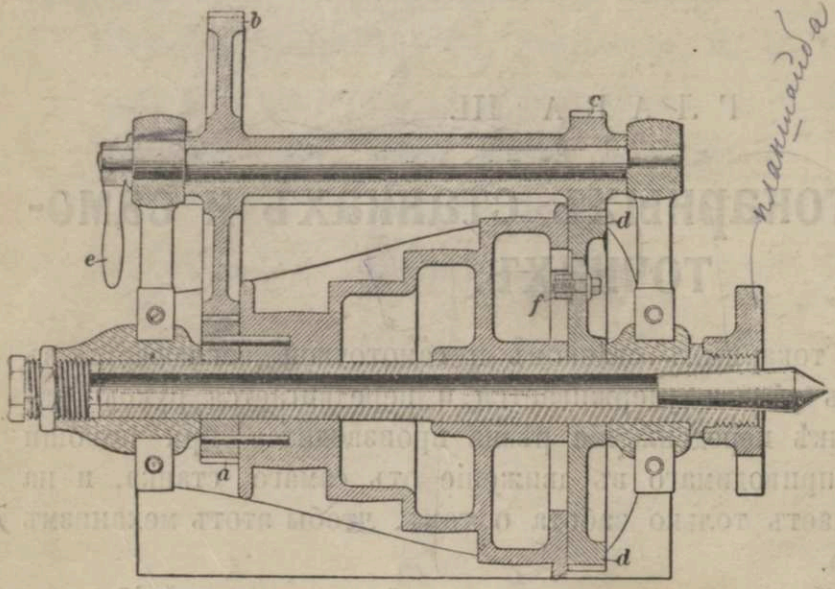


Фиг. 106.

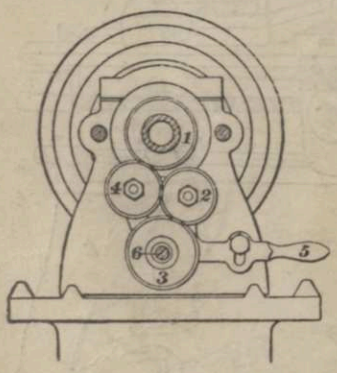
нины A, поддерживаемой *ножками E*. Къ станинѣ прикрѣплена неподвижно *передняя бабка B* и подвижная *задняя бабка C*. По прямолинейнымъ направляющимъ, простроганнымъ на верхней части станины двигается *суппортъ D*, въ которомъ закрѣпляется *рѣзецъ 21*.

Суппортъ состоитъ изъ ползающихъ по направляющимъ вдоль станины *салазокъ D* и прикрѣпленной къ этимъ салазкамъ вертикальной *суппортной доски F*, въ которой помѣщается механизмъ для приведенія суппорта въ движеніе.

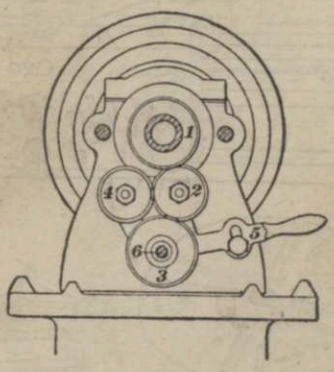
Въ передней бабкѣ помѣщается въ двухъ подшипникахъ *главный шпиндель самоточки*, на которомъ вольно насаженъ *ступенчатый шкивъ 3*, и на шпонкѣ посажена *шестерня 4*. Если шкивъ *3* скрѣпить при помощи болта (это соединеніе показано болѣе ясно на фиг. 107 и обозначено буквой *f*) съ *шестерней 4*, то ремень, надѣтый на шкивъ, приведетъ во вращеніе шпиндель самоточки. На другомъ концѣ къ шкиву прикрѣплены двѣ шестерни; одна изъ нихъ *a* (см. фиг. 107) сцѣпляется съ шестерней *b*, сидящей на одномъ валу съ шестерней *c*, которая, въ свою очередь, сцѣпляется съ шестерней *d*. Валъ, на которомъ сидятъ эти шестерни, опирается на *шипы, эксцентричные съ его осью*, такъ что при поворачиваніи рукоятки *e* валъ отходитъ и колеса *b* и *c* расцѣпляются съ колесами *a* и *d*. Если колеса такимъ образомъ расцѣпить, а шестерню *d* при помощи болта *f* скрѣпить со ступенчатымъ шкивомъ, то шпиндель будетъ приводиться въ движеніе непосредственно отъ ремня, и будетъ вращаться съ большой скоростью. Перемѣщая ремень на различныя ступени шкива, шпинделю можно сообщить различное число оборотовъ. Если же болтъ *f* отпустить, а колеса *b* и *c* ввести въ зацѣпленіе съ колесами *a* и *d*, то передача отъ ремня будетъ совершаться къ шпинделю при посредствѣ этихъ колесъ и число его оборотовъ будетъ уменьшено въ соотвѣтствіи съ числомъ зубьевъ на этихъ шестерняхъ [1]). Такая передача въ маши-



Фиг. 107.



Фиг. 108.



Фиг. 109.

[1]) Если обозначимъ черезъ *a*, *b*, *c* и *d* число зубьевъ на соотвѣтствующихъ колесахъ, то число оборотовъ шпинделя будетъ уменьшено въ $\frac{b \times d}{a \times c}$ разъ. Въ большихъ самоточкахъ эта передача можетъ быть болѣе сложная.

нахъ-орудіяхъ называется въ заводской практикѣ *переборомъ*. Другая шестерня (см. фиг. 106), прикрѣпленная къ ступенчатому шкиву, передаетъ движеніе валу, на которомъ сидятъ другой ступенчатый шкивъ *9* и шестерня *12*. Отъ ступенчатаго шкива *9* при помощи ремня передается движеніе швиву *10*, насаженному на валъ *11*. Валъ *11* можетъ быть сцѣпленъ при помощи фрикціоннаго зацѣпленія, приводимаго въ дѣйствіе рукояткой *17*, съ зубчатой передачей, закрѣпленной въ суппортной *доскѣ F* и сцѣпляющейся съ рейкой *25*, такъ что при вращеніи вала *11* зубчатая передача будетъ упираться въ рейку *25* и передвигать суппортъ вдоль станины. Ту же самую зубчатую передачу, когда расцѣплено *фрикціоное сцѣпленіе 17*, можно приводить въ движеніе и передвигать суппортъ, поворачивая рукоятку *16*. Валу *11* можно сообщать движеніе въ ту и другую сторону переставляя промежуточныя шестерни *2—4* (см. фиг. 108—9). Отъ шестерни *12* (фиг. 106) при посредствѣ шестеренъ *13* и *14* передается вращеніе валу *15*, на которомъ нарѣзана винтовая рѣзьба. Съ этимъ такъ называемымъ *ведущимъ*, *или ходовымъ винтомъ* можетъ зацѣпляться гайка *18*, закрѣпленная въ суппортной доскѣ. Для этого нужно повернуть рукоятку *18*. Если произвести это сцѣпленіе, то суппортъ будетъ передвигаться при помощи винта *15*. Подбирая шестерни *12*, *14* и *15* съ соотвѣтствующимъ числомъ зубьевъ, можно достичь того, что при одномъ поворотѣ шпинделя бабки, винтъ *15* повернется на такой уголъ, что передвинетъ суппортъ и закрѣпленный въ немъ рѣзецъ на желаемое разстояніе. Этимъ пользуются при нарѣзаніи винтовъ на самоточкѣ.

Надъ салазками *D*, передвигающимися вдоль станины, помѣщаются поперечныя *салазки*, перемѣщающіяся поперекъ станины; это перемѣщеніе производится поперечнымъ винтомъ, поворачивая рукоятку *19*, надъ этими салазками помѣщаются еще третьи *верхнія салазки*, которыя, кромѣ продольнаго перемѣщенія могутъ еще поварачиваться около вертикальной оси. Такъ что поворачивая ихъ около этой оси и передвигая вдоль при помощи винта съ рукояткой *26*, можно заставить прикрѣпленный къ нимъ *рѣзецъ 21* перемѣщаться подъ различными углами къ продольной оси станины.

Задняя бабка *C* прикрѣпляется къ станинѣ болтомъ *22*. Ослабивши этотъ болтъ, бабку можно передвигать вдоль станины, а подвинчивая болтъ 27 можно бабкѣ сообщать нѣкоторое поперечное перемѣщеніе. Поворачивая маховичекъ *23*, можно передвигать вдоль оси верхній шпиндель бабки и закрѣпленный въ немъ *неподвижный центръ 2*. Въ передней бабкѣ имѣется другой такой же центръ *1*, но только этотъ *центръ подвижной*, вращающійся вмѣстѣ со шпинделемъ. На переднемъ концѣ шпинделя передней бабки имѣется винтовая нарѣзка, на которую навинчивается *планшайба 7*.

На самоточкѣ могутъ производиться работы крайне разнообразныя, главнымъ же образомъ онѣ сводятся къ слѣдующему:

А. Обточка на центрахъ: обрабатываемый предметъ зажимается между центрами *1—2*, скрѣпляется съ главнымъ шпинделемъ, который и приводитъ предметъ во вращеніе.

B. Обточка на планшайбѣ: обрабатываемый предметъ привертывается къ планшайбѣ и вращается вмѣстѣ съ ней.

Въ обоихъ случаяхъ рѣзецъ закрѣпляется въ суппортѣ, при чемъ если ему будетъ сообщено движеніе параллельно оси вращенія предмета, то обрабатываемая имъ поверхность будетъ цилиндрическая; если рѣзецъ будетъ двигаться перпендикулярно къ оси вращенія, обрабатываемая поверхность будетъ плоскость; если рѣзецъ будетъ двигаться прямолинейно, но подъ угломъ къ оси вращенія предмета, обрабатываемая поверхность будетъ конусъ или гиперболоидъ, наконецъ, при фигурномъ движеніи рѣзца можетъ получиться произвольная поверхность вращенія.

C. Обточка на суппортѣ: обрабатываемый предметъ прикрѣпляется къ суппорту, а рѣзецъ приводится въ движеніе шпинделемъ. Относительныя перемѣщенія рѣзца, а слѣдовательно и обрабатываемыя поверхности, будутъ получаться тѣ же, какъ и въ случаяхъ *A*, *B*.

Такъ какъ правильныя цилиндрическія и плоскія поверхности при обработкѣ на самоточкѣ будутъ получаться лишь въ томъ случаѣ, когда движеніе рѣзца прямолинейно и направленіе движенія параллельно или перпендикулярно къ оси вращенія обрабатываемаго предмета, то, желая достичь точной обработки на самоточкѣ, необходимо быть увѣреннымъ, что эти условія осуществлены. На хорошихъ заводахъ, гдѣ строятся машины орудія, на эти условія обращаютъ большое вниманіе и всѣ изготовляемые станки вывѣряются при помощи очень точныхъ мѣрительныхъ инструментовъ. Но и очень точная вначалѣ машина со временемъ можетъ развѣриться: напримѣръ, шпиндель можетъ разработаться въ подшипникахъ, вслѣдствіе чего его ось вращенія измѣнитъ свое направленіе, самая бабка можетъ сдвинуться на станинѣ; направляющія, по которымъ движутся салазки суппорта тоже могутъ износиться неравномѣрно (обыкновенно они изнашиваются больше около передней бабки, гдѣ суппорту приходится больше всего работать) и рѣзецъ перестаетъ двигаться прямолинейно. Всѣ такіе дефекты должны быть во-время замѣчены и исправлены.

Фиг. 110.

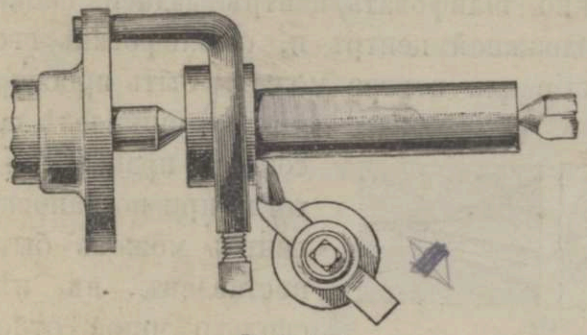
Нужно при этомъ имѣть въ виду, что точность станка не такъ важна, какъ внимательное и сознательное отношеніе къ дѣлу работающаго на немъ. Искусный рабочій и на несовсѣмъ точномъ станкѣ сумѣетъ получить хорошіе результаты, тогда какъ въ рукахъ неумѣлаго и невнимательнаго рабочаго и прекрасный станокъ не дастъ хорошей работы.

Обточка на центрахъ.

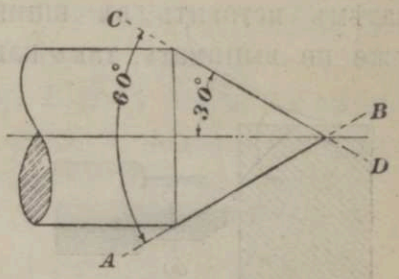
При этой работѣ издѣліе зажимается между центрами и на нихъ вращается. Вращеніе сообщается при помощи закрѣпленнаго на издѣліи поводка (фиг. 110), упирающагося въ планшайбу (фиг. 111).

78. Нормальная форма центра. Для полученія хорошей работы *необходимо, чтобы центры были надлежащей формы и были въ исправ-*

номъ состояніи. Правильная форма центровъ показана на фиг. 112 Они представляютъ коническую поверхность съ угломъ у вершины конуса въ 60°. Многіе, въ особенности у насъ въ Россіи, предпочитаютъ этотъ уголъ дѣлать въ 90°, считая что такіе центры прочнѣе. Но *это совершенно неправильно*. Если центры съ угломъ въ 60° портятся болѣе быстро, то только въ томъ случаѣ, когда издѣліе плохо расцентро-

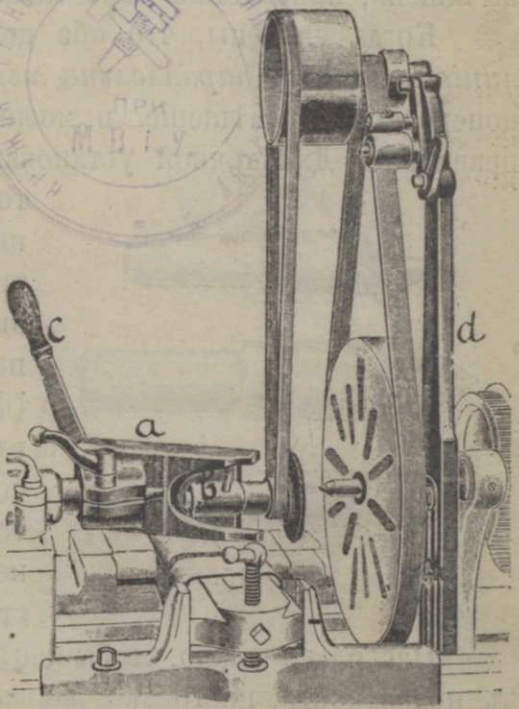


Фиг. 111.



Фиг. 112.

вано и упирается въ вершину центра. На самомъ дѣлѣ удерживать издѣліе на центрахъ въ 90° гораздо труднѣе, такъ какъ они даютъ большій распоръ, и потому ихъ нужно зажимать сильнѣе;—кромѣ того, если центры немного ослабнутъ, то перемѣщеніе издѣлія и его развѣрка будетъ сильнѣе на центрахъ въ 90° чѣмъ на центрахъ въ 60°. Вотъ почему нѣкоторые строители для тяжелыхъ работъ дѣлаютъ центры даже въ 55° и меньше. Центровъ же *съ угломъ большимъ 60° ни въ коемъ случаѣ допускать не слѣдуетъ*, такъ какъ при нихъ легко получается неточная работа.

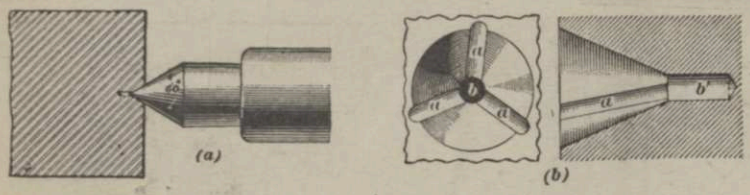


Фиг. 113.

Центры должны находиться всегда въ исправномъ состояніи: имѣть правильную поверхность и быть остро заточенными. Подвижной центръ въ шпинделѣ долженъ быть заточенъ такъ, чтобы ось его конуса совпадала съ осью вращенія шпинделя. Если этого не будетъ, то издѣліе, поставленное на центръ, не снимая съ него, можетъ быть выточено правильно, но ось полученнаго такимъ образомъ центрового отверстія въ издѣліи не будетъ совпадать съ его осью вращенія, и потому если издѣліе снять со станка и снова поставить, лишь слегка повернувши относительно оси, то оно уже будетъ вращаться неправильно и въ дальнѣйшемъ работа будетъ получаться неточная.

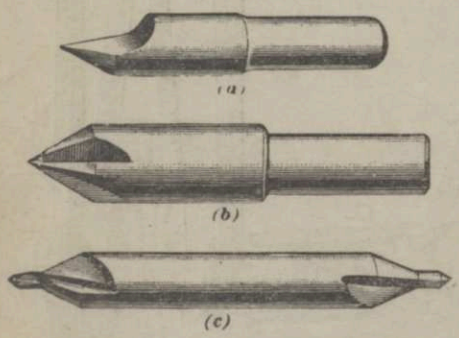
Для того, чтобы центры поддерживать въ надлежащемъ состояніи *при станкѣ должно быть приспособленіе для шлифовки центровъ*.

Такое приспособленіе представлено на фиг. 113. Къ передней бабкѣ привертывается стойка *d* съ закрѣпленными въ ней шкивами. На шпиндель задней бабки надѣваютсн салазки *a*, которыя при помощи рукоятки *c* могутъ перемѣщаться подъ угломъ въ 30° къ оси шпинделя. Къ салазкамъ прикрѣпленъ подшипникъ *b*, въ которомъ вращается ось наждачнаго колеса. Движеніе наждачному колесу передается отъ ремня, надѣтаго на планшайбу. Первымъ нужно шлифовать центръ задней бабки, затѣмъ вставить въ шпиндель подвижной центръ и, отшлифовавъ его, уже не вынимать, такъ какъ отверстіе для центра можетъ быть просверлено въ шпинделѣ несовсѣмъ правильно, и тогда при постановкѣ центръ можетъ быть поставленъ въ нѣсколько иное относительное положеніе и окажется работающимъ неправильно. Если центръ почему-либо нужно вынимать, то на немъ и на шпинделѣ нужно сдѣлать отмѣтку, по которой и ставить центръ на мѣсто. При постановкѣ центра, гнѣздо должно быть хорошо вычищено; присутствіе сора можетъ вызвать перекосъ центра.



Фиг. 114.

Когда увѣрены, что оба центра исправны, *нужно убѣдиться, что линія центровъ параллельна перемѣщенію рѣзца*. Задняя бабка имѣетъ поперечное перемѣщеніе, и можетъ случиться, что она установлена неправильно. Для точной установки при станкѣ долженъ быть точно выточенный цилиндръ около 300 м/м. длины съ правильно сдѣланными въ немъ центровыми отверстіями. Этотъ цилиндръ ставится на центры, въ суппортъ вставляютъ индикаторъ и подводятъ его къ цилиндру (фиг. 104), послѣ чего суппортъ двигается вдоль цилиндра; если ось цилиндра не совпадаетъ съ перемѣщеніемъ суппорта, то индикаторъ это сейчасъ же укажетъ, послѣ чего должно быть сдѣлано соотвѣтствующее перемѣщеніе задней бабки.

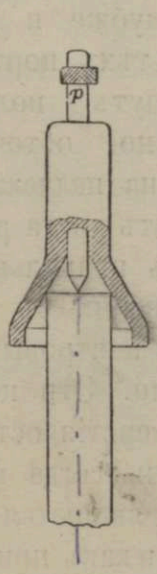


Фиг. 115.

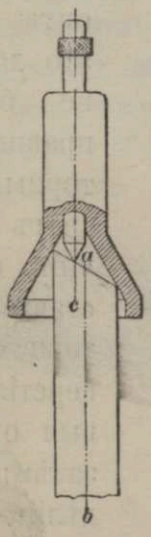
Насколько важно, чтобы центры, на которыхъ вращается издѣліе, были въ исправности, настолько же *важно, чтобы были надлежащимъ образомъ сдѣланы соотвѣтствующія центровыя впадины*, которыми издѣліе опирается на центры самоточки. *Этому требованію на русскихъ заводахъ придаютъ слишкомъ мало значенія*, и много недоброкачественныхъ работъ нашихъ заводовъ надо приписать именно этому обстоятельству. Если издѣліе расцентровано не надлежащимъ образомъ, то оно не получитъ на центрахъ станка нужной опоры и работа выйдетъ неточная. Не такъ давно у насъ повсемѣстно центровыя отверстія наносились керномъ и тѣмъ ограничивались; такой способъ центровки прак-

тикуется во многихъ мѣстахъ и до настоящаго времени. *Это совершенно недопустимо.*

79. Правильно приготовленное центровое отверстіе представлено на фиг. 114. Какъ видно оно должно быть сначала просверлено и затѣмъ разенковано конической разверткой съ надлежащимъ угломъ. Сверленіе должно быть достаточно глубоко, чтобы вершина центра не упиралась въ металлъ. Для тяжелыхъ издѣлій хорошо прорубить три канавки для смазки (фиг. 114 b), въ эти канавки можетъ быть положена шерсть, напитанная масломъ. *Для центровки* употребляются центры — рѣзцы (фиг. 115 a, b). или *спеціальныя сверла* (фиг. 115 c). Когда положеніе центра намѣчено графилкой, въ этомъ мѣстѣ ставятъ керномъ довольно большое углубленіе, съ котораго и начинаютъ сверлить отверстіе глу-

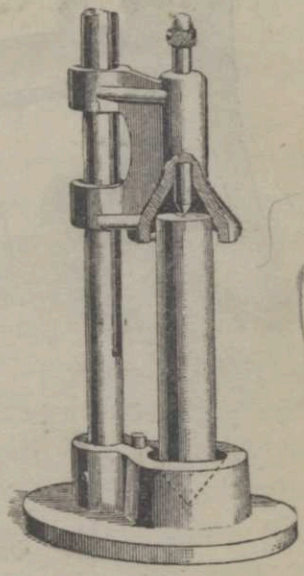


Фиг. 116.



Фиг. 117.

Фиг. 118.

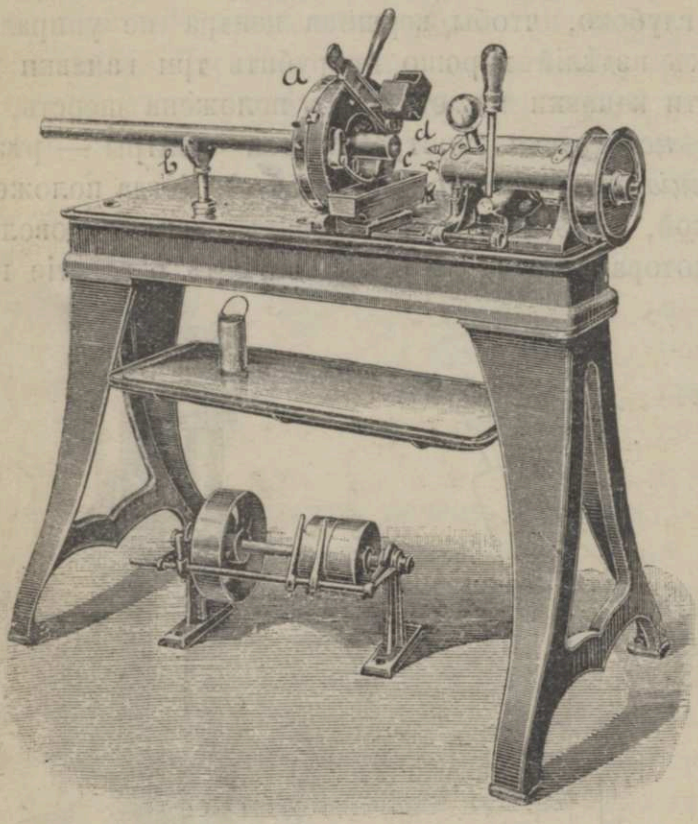


Фиг. 119.

биной около 15 м/м. и діам. 2—3 м/м. Въ цилиндрическихъ предметахъ, чтобы избѣжать расчерчиванія, центры намѣчаютъ при помощи приспособленій, указанныхъ на фиг. 116. Нужно при этомъ заботиться, чтобы не покривить аппарата, какъ показано на фиг. 118. Для устраненія этого иногда примѣняется направляющій приборъ (фиг. 119), хотя это приспособленіе не исправляетъ погрѣшности, которая можетъ произойти отъ косого торца (фиг. 117), на что нужно обращать вниманіе. **Для болѣе быстрой центровки примѣняются спеціальныя машины** (фиг. 120). На столѣ имѣется подставка *b*, на которую кладется предметъ, и универсальный зажимъ *a*, центрирующій предметъ; когда издѣліе зажато, къ торцу его подводится сверло *c* и затѣмъ развертка *d*, дѣлающія въ издѣліи надлежащей формы центровое отверстіе.

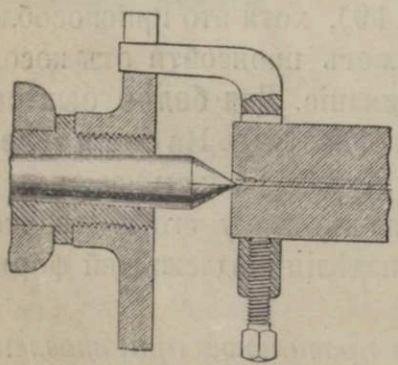
Нужно еще разъ обратить вниманіе, что *правильное приготовленіе центровыхъ отверстій для точной работы на самоточкахъ является вопросомъ первостепенной важности.* То мѣсто издѣлія, въ которомъ дѣлается центръ, должно быть аккуратно облицовано, такъ чтобы торецъ представлялъ плоскость, нормальную къ оси вращенія. Если торецъ бу-

детъ косой, какъ показано на фиг. 117, то опорная поверхность центрового отверстія не будетъ симметрична относительно оси и центръ не дастъ издѣлію надежной опоры, стремясь при работѣ уйти въ сторону меньшей опорной поверхности. Поэтому, *прежде чѣмъ начинать обработку предмета, необходимо его торцы, въ которыхъ помѣщаются центровыя отверстія, довести до надлежащихъ размѣровъ*; если при этомъ центровыя отверстія будутъ сточены, ихъ нужно просверлить глубже и дѣлать это до тѣхъ поръ, пока не будутъ получены правильно обточенные торцы, на надлежащемъ другъ отъ друга разстояніи, съ правильно поставленными въ этихъ торцахъ центровыми отверстіями. Эти центровыя отверстія остаются затѣмъ навсегда въ издѣліи и являются очень нужными какъ при дальнѣйшей обработкѣ, такъ и при его исправленіи во время службы издѣлія.

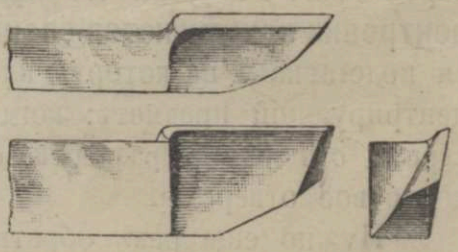


Фиг. 120.

Издѣліе должно ставиться на центры ни слишкомъ свободно, ни слишкомъ зажатымъ, такъ чтобы оно могло свободно вращаться на неподвижномъ центрѣ и въ то же время не имѣло бы игры. Нужно заботиться о томъ, чтобы различныя приспособленія, передающія вращеніе отъ шпинделя издѣлію (поводки) не были бы такъ зажаты, чтобы могли сдвинуть издѣліе съ центра, какъ это показано на фиг. 121.



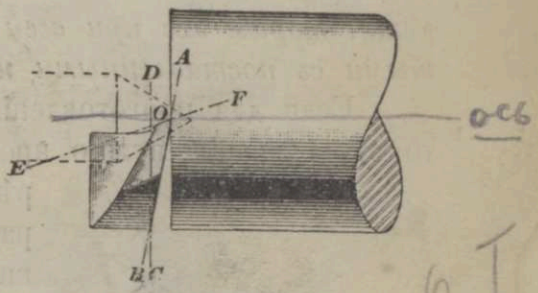
Фиг. 121.



Фиг. 122.

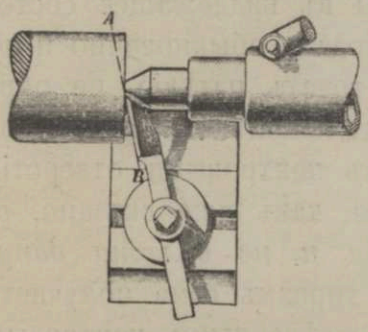
Рѣзецъ для обточки торцовъ съ центровыми отверстіями (подрѣзной рѣзецъ) представленъ на фиг. 122.

На фиг. 123 показано, на какой высотѣ рѣзецъ долженъ быть поставленъ относительно издѣлія; какъ видно рѣжущее ребро должно быть на высотѣ вершины конуса центра. *Уголъ заостренія EOB* затачивается обыкновенно при обработкѣ чугуна въ 60°, для желѣза 55°. Уголъ между гранью *AB* и вертикалью *CD* есть *уголъ зазора* и обыкновено равенъ 6°—8°. При изготовленіи рѣзца на точилѣ нужно обращать вниманіе на то, чтобы грань *AB* получилась плоская, а не выпуклая, иначе рѣзецъ будетъ работать неправильно. При подтачиваніи сшлифовывается главнымъ образомъ грань *EF*. Послѣ наточки на точилѣ *рѣзецъ долженъ быть подправленъ оселкомъ*, чтобы получить острое рѣжущее ребро.



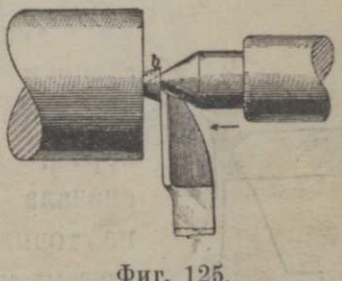
Фиг. 123.

Для обточки торца начерно рѣзецъ ставится такъ, что его рѣжущее ребро *AB* (фиг. 124), образуетъ съ торцомъ уголъ въ 10°—15°. Рѣзецъ долженъ изъ зажима выступать сколь возможно меньше, чтобы онъ не пружинилъ. *Обточку нужно начинать отъ центра*. Рѣзецъ передвигается вдоль оси издѣлія, пока онъ не врѣжется достаточно глубоко въ металлъ, такъ чтобы пройти всю корку у чугуна или окалину у желѣза; затѣмъ рѣзецъ передвигается въ поперечномъ направленіи. Эта операція повторяется до тѣхъ поръ, пока торецъ не будетъ срѣзанъ на желаемую величину. При этомъ можетъ случиться, что центровое отверстіе торца окажется въ выступѣ *b* (фиг. 125). Этотъ выступъ можно легко подрѣзать, освободивъ немного центръ и придвинувъ къ нему вплотную рѣзецъ, какъ показано на фиг. 125, затѣмъ нужно осторожно передвигать рѣзецъ вдоль оси и въ то же время подвигать по тому же направленію и центръ.



Фиг. 124.

Когда оба торца начерно обточены, такъ что между ними получилось приблизительно нужное разстояніе, и если окажется, что при этомъ центровыя отверстія слишкомъ уменьшились, то послѣднія снова высверливаютъ и развертываютъ до размѣровъ, какіе признаются нужными, чтобы поддерживать съ надлежащей прочностью обрабатываемую вещь. Издѣліе снова ставится на центры и торцы окончательно отдѣлываются.



Фиг. 125.

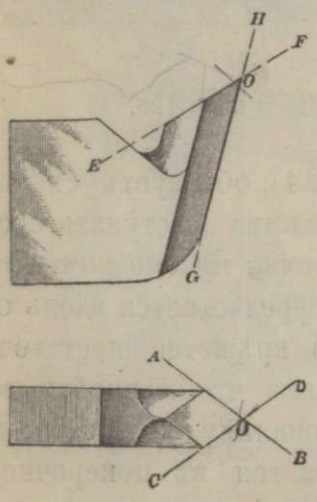
Черновая обработка торцевъ значительно упрощается въ томъ случаѣ, когда матеріалъ, подлежащій обточкѣ, аккуратно **отрѣзается** должной длины **на** особыхъ **спеціальныхъ станкахъ**.

Передъ окончательной отдѣлкой торца рѣзецъ долженъ быть наточенъ и направленъ на оселкѣ; подводится онъ къ издѣлію такъ же, какъ

и при черновой обточкѣ. Если конецъ рѣзца заточить въ видѣ остраго угла, то на торцѣ онъ даетъ слѣдъ въ видѣ винтовой линіи; для избѣжанія этого, чтобы получилась поверхность совершенно гладкая, рѣжущее ребро къ концу слегка скругляютъ.

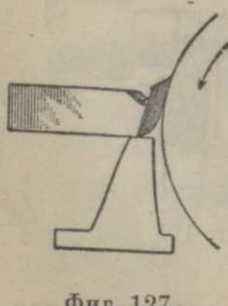
Получивъ торцы съ правильнымъ между ними разстояніемъ и надлежащими центровыми отверстіями, приступаютъ къ обточкѣ самаго издѣлія, *торцы же при всей дальнѣйшей работѣ остаются нетронутыми съ поставленными на нихъ центрами.*

Если для приготовленія издѣлія матеріалъ отрѣзается отъ полосъ, то эту операцію нужно производить на спеціальныхъ машинахъ для отрѣзанія, которыя отрѣзаютъ матеріалъ какъ разъ нужной длины и съ правильными гладкими торцами, такъ что дальнѣйшая обработка торцовъ значительно сокращается. При обычномъ же на русскихъ заводахъ пріемѣ отрубанія матеріала отъ полосы зубиломъ и кувалдами, торцы получаются изуродованными и тратится много времени и работы, прежде чѣмъ они будутъ приведены въ надлежащее состояніе, а на русскихъ заводахъ обыкновенно и объ этомъ не заботятся: точатъ издѣліе, не обработавъ торцовъ, и подъ конецъ отрѣзаютъ торцовую часть вмѣстѣ съ центровыми отверстіями. *Подобная работа*, какъ уже сказано, *совершенно неправильна и не должна допускаться,* такъ какъ обточка на неправильныхъ торцахъ сама получается неправильная, а кромѣ того и издѣліе съ отрѣзанными центровыми отверстіями не можетъ въ дальнѣйшей своей службѣ быть поставлено на центры и провѣрено.

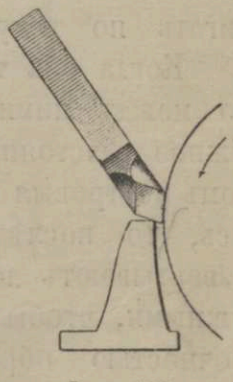


Фиг. 126.

80. Обточка цилиндрической поверхности [1]). Для обточки начерно употребляется рѣзецъ съ рѣжущей гранью въ формѣ ромба—*ромбическій рѣзецъ* (фиг. 126).


Фиг. 127.

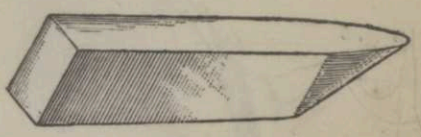
Успѣхъ работы въ значительной степени зависитъ отъ формы рѣзца и отъ того, какъ онъ закрѣпленъ въ суппортѣ. Такой рѣзецъ приготовляется сначала отковкой, а затѣмъ заточкой на точилѣ. *При заточкѣ на точилѣ рѣзецъ нужно держать, какъ показано на фиг. 127;* такъ какъ при этомъ струя воды попадаетъ прежде всего на рѣжущее ребро и, не позволяя ему нагрѣваться, сохраняетъ лучше закалъ. *Никогда не слѣдуетъ прижимать рѣзецъ къ точилу, какъ показано на*


Фиг. 128.

[1]) Здѣсь говорится объ обточкѣ незначительнаго количества металла; въ тѣхъ же случаяхъ, гдѣ металла снимается много и рѣзаніе производится съ большими скоростями, должны примѣняться рѣзцы Тайлора (см. стр. 36).

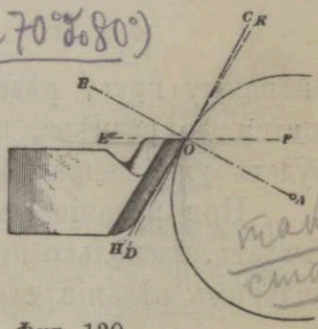
фиг. 128, такъ какъ при этомъ рѣзецъ можетъ быть очень легко защемленъ между опорой и точиломъ съ весьма опасными послѣдствіями какъ для рабочаго, такъ и для точила. Обтачиваются грани *AB* и *CD* (фиг. 126), заботясь о томъ, чтобы онѣ получились плоскія и были получены надлежащіе углы зазора; полученное ребро *GH* слегка скругляется, чтобы вершина *O* не получалась слишкомъ остроконечной.

81. Вліяніе формы рѣзца. Какъ уже сказано, величина угла рѣзанія вліяетъ на сопротивленіе, преодолѣваемое рѣзцомъ;—чѣмъ меньше этотъ уголъ, тѣмъ легче рѣзецъ проникаетъ въ металлъ и тѣмъ съ меньшимъ расходомъ энергіи происходитъ процессъ рѣзанія. Но, съ другой стороны, слишкомъ малый уголъ рѣзанія ведетъ къ тому, что рѣзецъ стремится зарѣсть, начинаетъ дрожать, обрабатываемая поверхность получается неровная, кромѣ того рѣзецъ получается недостаточно прочный и часто ломается. Вслѣдствіе этого практика выработала наиболѣе подходящіе углы рѣзанія для различныхъ металловъ, которые даютъ наилучшіе результаты. Обыкновенно величину угла рѣзанія принимаютъ для желѣза, стали и чугуна согласно указаніямъ на стран. 45.

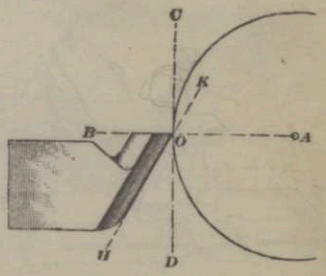


Фиг. 129.

Рѣзецъ для бронзы обыкновенно имѣетъ форму представленную на фиг. 129. Онъ дѣлается скругленнымъ, ограниченъ плоскостью сверху и подводится къ издѣлію такъ, что его верхняя грань направлена перпендикулярно къ обрабатывающейся поверхности; такимъ образомъ уголъ рѣзанія у такого рѣзца будетъ 90°. Уголъ зазора дѣлается значительно больше, чѣмъ у рѣзцовъ для желѣза и чугуна.



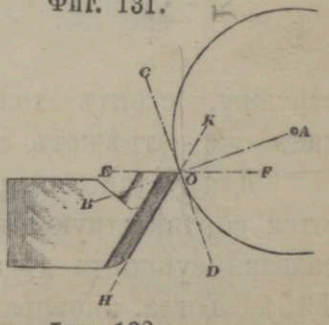
Фиг. 130.



Фиг. 131.

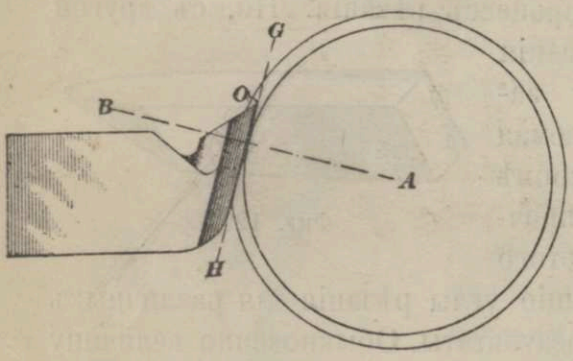
82. Вліяніе способа закрѣпленія рѣзца. Какъ извѣстно, угломъ рѣзанія называется уголъ между рѣжущей гранью рѣзца и направленіемъ движенія вершины острея; — слѣдовательно, на фиг. 130 уголъ рѣзанія будетъ *EOD*, т.-е. уголъ между рѣжущей гранью *EF* и касательной *CD*, проведенной нормально къ радіусу *AB*.

Нетрудно видѣть, что уголъ *EOD* зависитъ отъ положенія рѣзца и если мы будемъ тотъ же самый рѣзецъ ставить ниже относительно обтачиваемаго предмета (фиг. 131), то этотъ уголъ изъ остраго можетъ перейти въ прямой и даже въ тупой; — слѣдовательно, при томъ же рѣзцѣ условія рѣзанія будутъ совершенно измѣняться. Кромѣ того будетъ измѣняться и уголъ зазора *HOD*; — имѣя надлежащую величину и давая надлежащую опору острею рѣзца при положеніи на фиг. 130, этотъ же уголъ

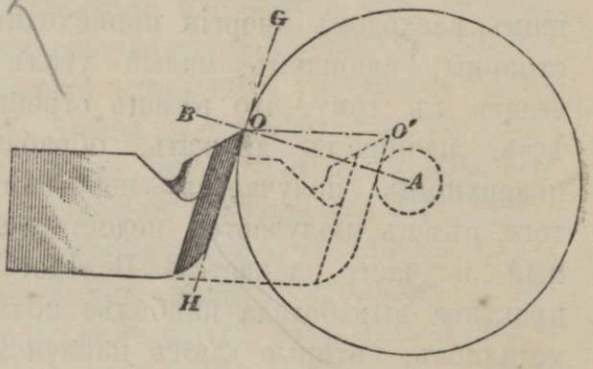


Фиг. 132.

уголъ оказывается несообразно большимъ на фиг. 132, при чемъ острее рѣзца остается совершенно безъ опоры и можетъ легко сломаться. Изъ сказаннаго видно, что положеніе рѣзца будетъ тѣмъ выгоднѣе, чѣмъ онъ стоитъ выше (до извѣстнаго предѣла). Но и слишкомъ высокое положеніе рѣзца будетъ неправильно (фиг. 133), такъ какъ при этомъ онъ будетъ упираться въ издѣліе бокомъ и рѣзаніе станетъ невозможно. Нужно замѣтить, что наивысшее допустимое положеніе рѣзца зависитъ отъ размѣра издѣлія. Такъ, напримѣръ, на фиг. 134 по отношенію къ



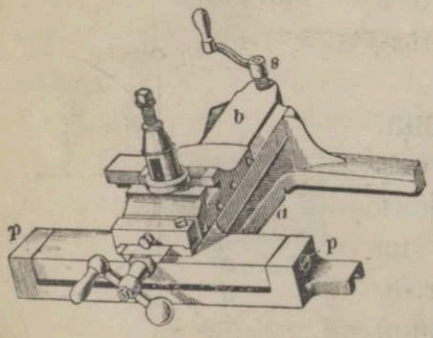
Фиг. 133.



Фиг. 134.

внѣшнему кругу рѣзецъ поставленъ правильно, а когда издѣліе уменьшится до размѣра, показаннаго пунктиромъ, то то-же положеніе рѣзца будетъ уже неправильно.

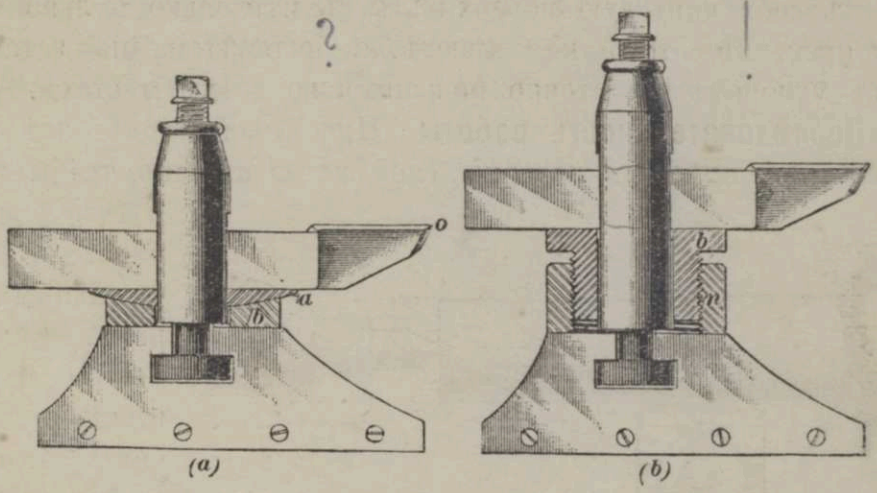
При рѣзаніи вязкихъ металловъ, какъ желѣзо, видъ стружки указываетъ, насколько правильно заточенъ и поставленъ рѣзецъ. При правильномъ рѣзаніи стружка должна сниматься непрерывной лентой; если стружка разрывается на мелкіе кусочки, это указываетъ на неправильную постановку или неправильную форму рѣзца. У хрупкихъ металловъ, конечно, сплошной длинной стружки нельзя вообще получить. Неопытныхъ слѣдуетъ предупредить, что если почему-либо желаютъ оторвать образующуюся длинную стружку, то никогда не слѣдуетъ этого дѣлать голыми руками, такъ какъ сбѣгающая съ рѣзца стружка легко можетъ нанести сильный порѣзъ рукѣ. Для того, чтобы отдѣлить стружку, стоитъ только пріостановить питаніе и рѣзецъ самъ сейчасъ же отрѣжетъ стружку.



Фиг. 135.

Для установки рѣзца на надлежащей высотѣ въ суппортахъ дѣлаются соотвѣтствующія приспособленія. На мелкихъ станкахъ поперечныя салазки суппорта дѣлаютъ поворачивающимися около шиповъ *pp* (фиг. 135). Тогда, поворачивая установительный винтъ *s* часть суппорта *b* подымается, а вмѣстѣ съ ней подымается и рѣзецъ. На большихъ станкахъ рѣзецъ устанавливается на нужной высотѣ при помощи подкладокъ или примѣняя спеціальные зажимы (фиг. 136 *a*), въ которыхъ рѣзецъ

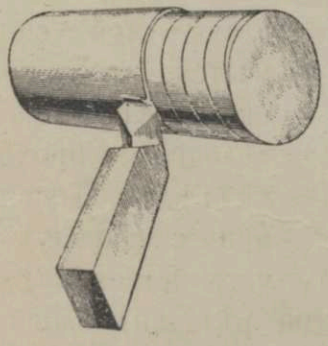
опирается на выпуклую шайбу *a*, поворачивающуюся въ соотвѣтствующей впадинѣ шайбы *b*, или же (фиг. 136 *b*) рѣзецъ опирается на шайбу *b* съ винтовой рѣзьбой; шайба можетъ вывинчиваться изъ втулки *n* и такимъ образомъ подымать рѣзецъ. Послѣднее устройство лучше, такъ



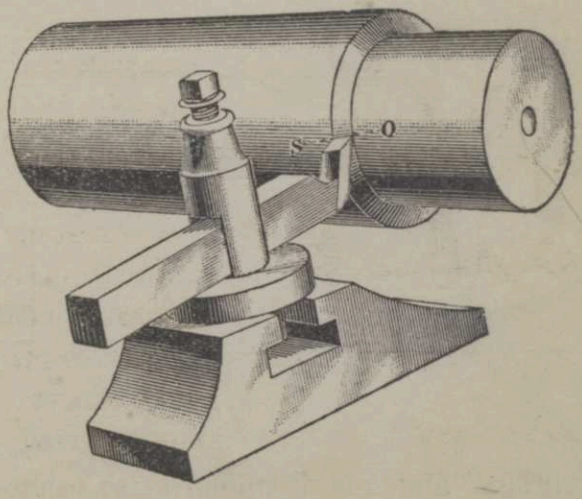
Фиг. 136.

какъ оно даетъ болѣе твердую опору для рѣзца и кромѣ того при подыманіи рѣзецъ все время остается въ горизонтальномъ положеніи, вслѣдствіе чего легче получить установку надлежащаго угла.

Рѣжущая грань помимо продольнаго уклона можетъ имѣть и поперечный уклонъ (см. фиг. 14). Если рѣзецъ снимаетъ тонкій слой, при большомъ питаніи (фиг. 137), то въ этомъ случаѣ надлежащій уголъ рѣзанія придается для продольнаго уклона. Если же съ издѣлія снимается толстый слой, при небольшомъ питаніи рѣзца (фиг.



Фиг. 137,

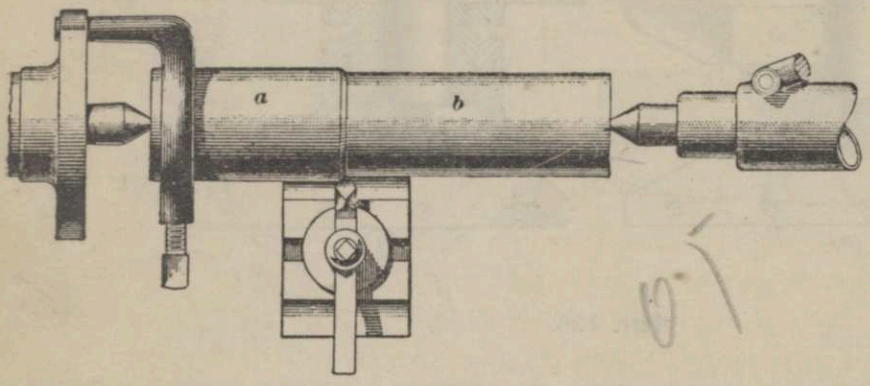


Фиг. 138.

138) то въ этомъ случаѣ главная работа выпадаетъ на долю рѣжущаго ребра *OS*, и потому надлежащій уголь рѣзанія надо придать поперечному уклону. *Тому и другому уклону придать наивыгоднѣйшіе углы рѣзанія нельзя, такъ какъ при этомъ получится слишкомъ острая вершина рѣзца и рѣзецъ будетъ легко ломаться.*

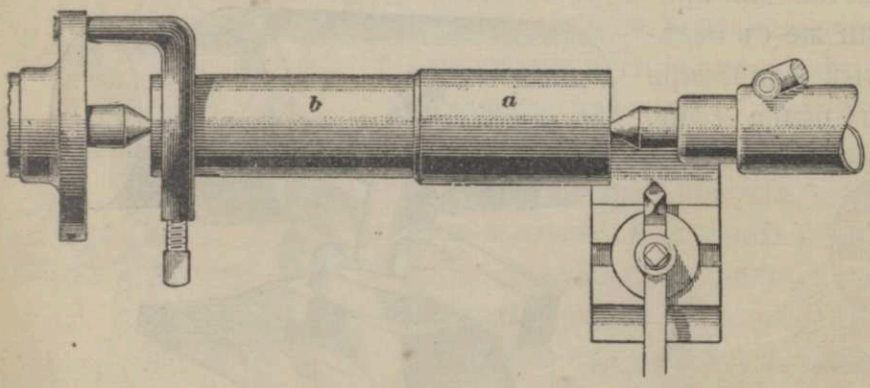
83. Боковой уголъ зазора долженъ быть различный для различныхъ діаметровъ, такъ какъ боковая грань рѣзца должна имѣть уклонъ нѣсколько большій, чѣмъ уклонъ винтовой поверхности, снимаемой рѣзцомъ, а такъ какъ уклонъ этой поверхности различный на различномъ разстояніи отъ оси, то и боковая грань рѣзца должна собственно представлять изъ себя винтовую поверхность съ нѣсколько большимъ уклономъ. На практикѣ этого не дѣлаютъ, а боковую грань затачиваютъ плоской съ уклономъ достаточно большимъ во всѣхъ мѣстахъ.

84. Послѣдовательность работы. Приступая къ обточкѣ издѣлія, прежде всего нужно снять начерно слой металла, такъ чтобы подвести издѣліе возможно близко къ его окончательнымъ размѣрамъ. Если возможно, то нужно всегда стараться снять этотъ слой съ одного прохода рѣзца. Возможно это сдѣлать или нѣтъ, будетъ зависить отъ прочности



Фиг. 139.

станка, а также и отъ прочности самого издѣлія. Иногда обтачиваемый предметъ настолько зыбокъ, что приходится снять нѣсколько тонкихъ слоевъ, хотя болѣе выгодно было бы снять весь этотъ матеріалъ сразу. Во всякомъ случаѣ при обработкѣ начерно діаметръ обрабатываемаго предмета долженъ быть оставленъ отъ 0,5 до 1 мм. больше (смотря по размѣрамъ издѣлія) и этотъ слой снимается уже при окончательномъ отдѣлочномъ проходѣ рѣзца. Только при спеціальныхъ устройствахъ (напримѣръ, при точкѣ приводныхъ валовъ нѣсколькими рѣзцами) обточка начерно и отдѣлка производится съ одного прохода.



Фиг. 140.

Для обточки начерно рѣзецъ зажимается въ суппортъ (во избѣжаніе дрожанія) такъ, чтобы онъ возможно меньше выступалъ изъ державки и подводится къ издѣлію (фиг. 140). Рѣзецъ подводятъ къ издѣлію, питая руками, пока онъ начнетъ рѣзать, приблизительно снимая желательной толщины слой металла. Потомъ пускаютъ питаніе (самоходъ) и даютъ рѣзцу пройти небольшое разстояніе, обточенную часть измѣ-

ряютъ какимъ-либо мѣрительнымъ инструментомъ. Если полученный діаметръ не соотвѣтствуетъ желаемымъ размѣрамъ,—переставляютъ немного суппортъ, и когда должный діаметръ полученъ, пускаютъ въ работу самоходъ, продолжая рѣзаніе до тѣхъ поръ, пока станокъ не обточитъ приблизительно половину длины издѣлія (фиг. 139). Послѣ этого рѣзецъ, не двигая въ поперечномъ направленіи, передвигаютъ въ положеніе фиг. 140, издѣліе снимаютъ съ центровъ, переставляютъ поводокъ на другой конецъ и ставятъ издѣліе на станокъ, при чемъ оно изъ положенія фиг. 139 переходитъ въ положеніе фиг. 140, послѣ этого снова пускаютъ питаніе и снимаютъ металлъ съ части *a*. Такъ какъ рѣзецъ въ поперечномъ направленіи не перемѣщался, то діаметръ издѣлія на всей длинѣ получится одинаковый. Если начерно приходится снимать нѣсколько слоевъ, то лучше переставлять на центрахъ издѣліе при каждомъ проходѣ.

Дѣлая пробныя заточки на концѣ издѣлія для того, чтобы убѣдится въ томъ, что рѣзецъ снимаетъ правильный слой, передвигать рѣзецъ можно въ поперечномъ направленіи только по направленію къ издѣлію. Если мы послѣ пробной заточки отодвинемъ рѣзецъ отъ издѣлія, то не будемъ знать, насколько нужно подвергнуть поперечный питательный винтъ, чтобъ внести нужную поправку. Кромѣ того, такъ какъ между винтомъ и гайкой всегда существуетъ небольшой зазоръ, то необходимо, начиная рѣзаніе, подводить суппортъ къ издѣлію такимъ образомъ, чтобы треніе было направлено въ ту же сторону, какъ и давленіе стружки на рѣзецъ. При этомъ зазоръ будетъ уничтоженъ треніемъ и нажатіе стружки уже не сможетъ перемѣстить суппортъ по винту. Если поступать обратно, то, послѣ начала рѣзанія, давленіе стружки можетъ передвинуть суппортъ по винту на величину зазора и размѣры издѣлія получатся неточные.

Послѣ обточки начерно діаметръ издѣлія долженъ быть провѣренъ по всей длинѣ. Если онъ окажется неодинаковымъ, то это можетъ произойти по слѣдующимъ причинамъ: *вслѣдствіе неправильной установки центровъ, вслѣдствіе изнашиванія рѣзца, вслѣдствіе зыбкости рѣзца, вслѣдствіе зыбкости издѣлія, отъ способа сообщенія движенія издѣлію и отъ неточностей самоточки.* Рабочій долженъ на все это обратить вниманіе и выяснить, какая изъ этихъ причинъ имѣетъ мѣсто. Вниманіе со стороны рабочаго требуется тѣмъ большее, чѣмъ большая требуется точность работы.

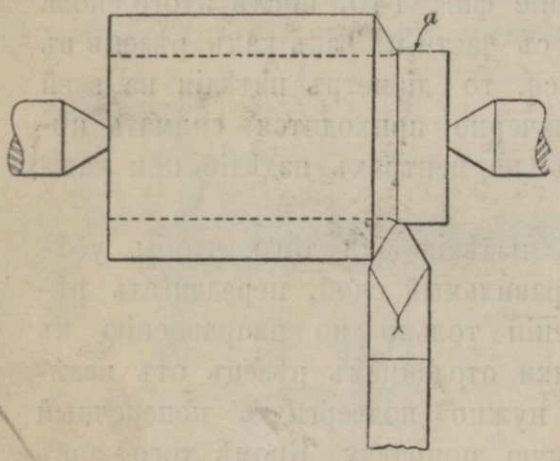
85. Вліяніе зыбкости рѣзца. При установкѣ рѣзца нужно стараться, чтобы онъ по возможности меньше выступалъ изъ зажима и нужно придавать тѣлу рѣзца солидные размѣры.

Нужно также обращать вниманіе на то, чтобы размѣръ стружки оставался по возможности одинаковый: напримѣръ, когда начинаютъ обточку, то, подводя рѣзецъ къ должному положенію, снимаютъ постепенно нѣсколько небольшихъ стружекъ (фиг. 141).

Когда же должный діаметръ у конца *a* полученъ, то пускаютъ самоходъ и сразу нагружаютъ рѣзецъ стружкой съ полнымъ сѣченіемъ,

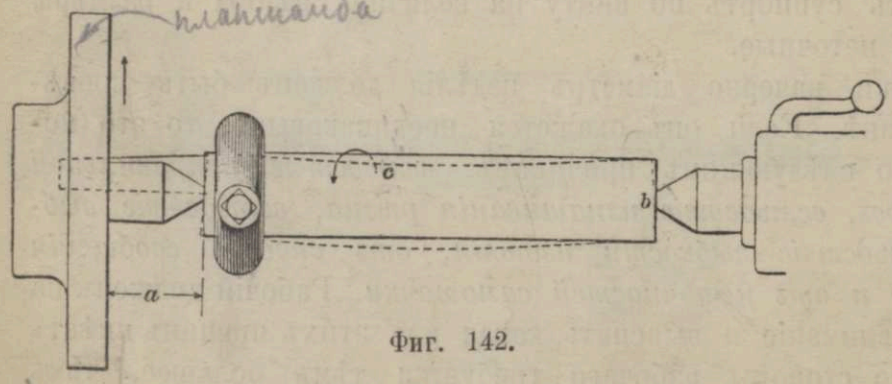
вслѣдствіе чего онъ больше пружинитъ и углубляется больше въ металлъ, а издѣліе при этомъ получаетъ діаметръ нѣсколько меньшаго размѣра, какъ это показано на фиг. 141 пунктиромъ. Въ виду этого и необходимо при черновой обточкѣ оставлять діаметръ по крайней мѣрѣ на 0,5 мм. больше того, который требуется.

Точно также, если при обточкѣ издѣлія послѣднее имѣетъ неровную поверхность, такъ что рѣзцу приходится снимать стружку различной толщины въ различныхъ мѣстахъ, то тамъ, гдѣ рѣзецъ нагружается болѣе толстой стружкой, онъ прогибается сильнѣе и здѣсь получаются впадины.



Фиг. 141.

86. Вліяніе зыбкости издѣлія. Издѣліе можетъ прогибаться какъ подъ дѣйствіемъ давленія рѣзца, такъ и подъ дѣйствіемъ собственнаго вѣса. Если на центрахъ обтачивается сравнительно длинное издѣліе, то рѣзецъ, нажимая на него въ серединѣ, заставитъ его прогнуться сильнѣе, чѣмъ нажимая на концахъ; издѣліе, такъ сказать, будетъ уходить отъ рѣзца, по мѣрѣ того, какъ рѣзецъ приближается къ серединѣ, все болѣе и болѣе, а потому издѣліе въ серединѣ получитъ большій діаметръ, чѣмъ около центровъ. Для предупрежденія такого явленія, отдѣлочную стружку нужно снимать возможно малыхъ размѣровъ, чтобы уменьшить давленіе рѣзца, или же около рѣзца ставить подвижную опору (люнетъ) для издѣлія, которая не позволяла бы издѣлію прогибаться.



Фиг. 142.

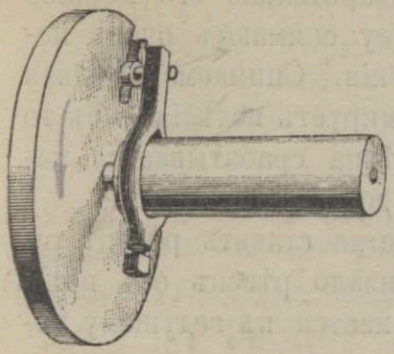
То же самое нужно сказать и относительно дѣйствія собственнаго вѣса издѣлія.

87. Способъ передачи движенія издѣлію можетъ вызвать его искривленіе по слѣдующимъ причинамъ.

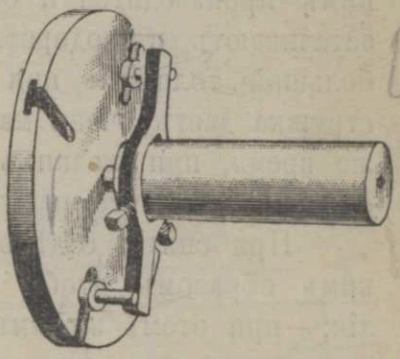
Если на издѣліе насаженъ поводокъ, съ загнутымъ концомъ, который заходитъ въ планшайбу станка, то на этотъ поводокъ будетъ дѣйствовать давленіе планшайбы по направленію стрѣлки (фиг. 142). Это усиліе дастъ изгибающій моментъ съ плечомъ a, который и будетъ гнуть издѣліе, какъ показано на фиг. пунктиромъ.

Чтобы избѣжать такого дѣйствія поводка, слѣдуетъ послѣднему придавать конструкцію, показанную на фиг. 143, тогда весь изгибъ передастся на планшайбу, а поводокъ будетъ сообщать издѣлію кручeніе.

Но вмѣстѣ съ тѣмъ къ издѣлію, тамъ, гдѣ закрѣпляется поводокъ, будетъ приложена сила, которая тоже можетъ сообщить прогибъ издѣлію. Чтобы уничтожить эту силу и оставить только одну вращающую пару, поводокъ долженъ приводиться въ движеніе двумя штифтами (фиг. 144). Такъ какъ поводокъ имѣетъ различную толщину по своей длинѣ, то передвигая штифты въ прорѣзахъ планшайбы можно достичь того, что штифты будутъ одинаково прижиматься къ поводку, въ этомъ можно убѣдиться, прокладывая между штифтомъ и поводкомъ тонкую бумагу. Такого же равномѣрнаго нажатія можно достичь и при конструкціи поводка, изображенной на фиг. 145 подвинчивая винты *a* и *b*, поводокъ можно всегда установить такъ, что онъ будетъ равномѣрно прижиматься къ штифтамъ планшайбы.

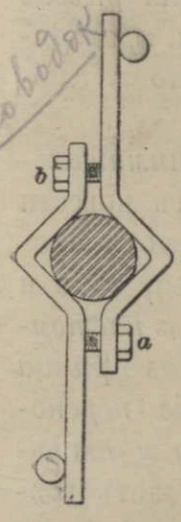


Фиг. 143.



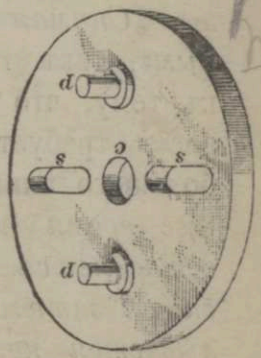
Фиг. 144.

Еще лучше вводить между поводкомъ и планшайбой **уравнивающую промежуточную деталь** (фиг. 146), которая устанавливаетъ автоматично одинаковое нажатіе на штифты. Поводокъ опирается на штифты *pp* промежуточной детали, которая сама прорѣзами *ss* надѣвается на штифты планшайбы; отверстіе *c* свободно находитъ на центръ шпинделя. Если поводокъ прижмется только къ одному штифту *p*, то вслѣдствіе давленія на этотъ штифтъ, промежуточная деталь будетъ передвигаться на планшайбѣ до тѣхъ поръ, пока не упрется и другой штифтъ *p*.



Фиг. 145.

Для окончательной отдѣлки цилиндрической поверхности долженъ вездѣ, гдѣ только возможно, примѣняться широкій плоскій рѣзецъ (фиг. 147). Такой рѣзецъ долженъ подводится къ обрабатываемой поверхности такимъ образомъ, чтобы передній (въ направленіи движенія) конецъ рѣжущаго ребра только касался къ обрабатываемой поверхности, а задній край рѣжущаго ребра углублялся на желаемую величину. Стружка при этомъ снимается очень тонкая, а питаніе рѣзцу сообщается большое. При такой постановкѣ рѣзца поверхность можетъ быть получена совершенно гладкая, блестящая [1]).



Фиг. 146.

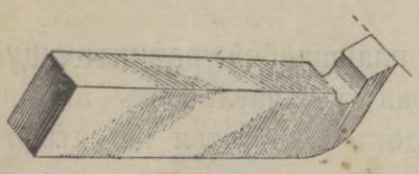
Плоскій рѣзецъ, снимая тонкую стружку, очень мало изнашивается и потому даетъ возможность получить очень точную обработку. Хотя плоскій рѣзецъ снимаетъ и очень тонкую стружку, но, вслѣдствіе ея боль-

[1]) При обточкѣ желѣза и стали для полученія еще большей гладкости рѣзецъ слѣдуетъ смачивать содовой или мыльной водой, а еще лучше растительнымъ масломъ.

шой ширины, онъ оказываетъ на издѣліе довольно значительное давленіе, а потому онъ можетъ примѣняться лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда издѣліе достаточно жестко, чтобы не пружинить подъ этимъ давленіемъ, иначе оно получитъ неточные размѣры.

Въ случаѣ очень мелкихъ и очень зыбкихъ издѣлій отдѣлочную стружку снимаютъ ромбическимъ рѣзцомъ, т.-е. тѣмъ же рѣзцомъ, какимъ производится и обточка начерно, но предварительно его хорошо затачиваютъ и подправляютъ на оселкѣ. Стружку снимаютъ очень небольшой толщины при большой скорости рѣзанія. Снимаемая мелкая стружка даетъ очень малое давленіе и не деформируетъ издѣлія;—въ то же время, при мелкихъ предметахъ вершина рѣзца срабатывается настолько мало, что размѣры издѣлія получаются достаточно точные.

При снятіи отдѣлочной стружки, нужно всегда ставить рѣзецъ такимъ образомъ, чтобы давленіе стружки отталкивало рѣзецъ отъ издѣлія;—при этомъ зажимъ суппорта плотно прижимается къ ведущему поперечному винту и уничтожаетъ существующій зазоръ между винтомъ и гайкой, такъ что достаточно самаго незначительнаго поворота рукоятки винта, чтобы рѣзецъ началъ передвигаться и измѣнилъ толщину снимаемаго слоя, слѣдовательно, возможна очень точная установка рѣзка.



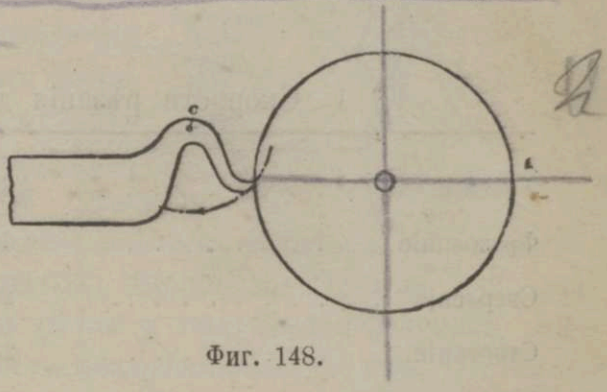
Фиг. 147.

Если же рѣзецъ поставленъ такъ, что давленіе стружки притягиваетъ его къ издѣлію, то этимъ самымъ рѣзецъ вмѣстѣ съ суппортомъ можетъ быть передвинутъ на величину зазора и внесетъ неточность въ размѣръ работы. При тѣхъ же углахъ рѣзанія *рѣзецъ будетъ отталкиваться, если онъ стоитъ выше горизонтали, проходящей черезъ центръ вращенія, поэтому при отдѣлкѣ такъ его и слѣдуетъ ставить.*

Снимая отдѣлочную стружку, нужно быть очень внимательнымъ, такъ какъ при этомъ малѣйшая неосторожность можетъ повести къ тому, что издѣліе будетъ испорчено. Въ виду того, что этотъ процессъ требуетъ со стороны рабочаго какъ большого искусства, такъ и большого вниманія, и бываютъ частые случаи порчи издѣлія, *въ настоящее время на благоустроенныхъ заводахъ отдѣлка изъ-подъ рѣзца оставляется и начерно обточенное на самоточкѣ издѣліе переносится затѣмъ на шлифовальные станки, гдѣ окончательно и отдѣлывается наждачными кругами.* Такой способъ обработки даетъ возможность достичь большей точности обработки при меньшемъ рискѣ получить испорченное издѣліе.

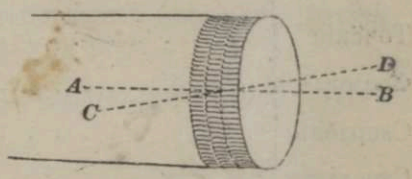
Нужно замѣтить, что на русскихъ заводахъ еще до сихъ поръ сохранился обычай придавать окончательную отдѣлку на самоточкахъ при помощи подпилковъ и шлифовки наждачной бумагой. Такой способъ на благоустроенныхъ заводахъ давно уже брошенъ и не долженъ допускаться. При обработкѣ подпилкомъ, начерно обточенному издѣлію не только не будетъ сообщена большая точность, а, наоборотъ, оно будетъ удалено отъ правильной цилиндрической формы, такъ какъ токарь, на-

жимая на пилу рукой, не можетъ снять совершенно равномѣрнаго слоя по всей окружности цилиндра, а непремѣнно будетъ въ одномъ мѣстѣ снимать больше, а въ другомъ меньше. Вообще при такомъ способѣ обработки въ автоматичное дѣйствіе станка вносится ручная работа, и, какъ таковая, понижаетъ точность исполненія. Шлифовка бумагой и при помощи колодокъ тоже не должна допускаться на самоточкахъ, такъ какъ она, подобно обработкѣ пилами, понижаетъ точность, искажаетъ цилиндрическую форму издѣлія, а кромѣ того и загрязняетъ станокъ: наждакъ съ масломъ попадаетъ на трущіяся части самоточки, онѣ болѣе быстро изнашиваются и станокъ теряетъ свою точность.



Фиг. 148.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при обточкѣ широкимъ плоскимъ рѣзцомъ издѣліе начинаетъ дрожать. Это дрожаніе можетъ происходить отъ различныхъ причинъ: отъ зыбкости самого издѣлія, отъ способа сообщенія движенія издѣлію; отъ недостаточно плотной пригонки шпинделя въ подшипникахъ бабки; отъ неплотно подтянутаго суппорта на салазкахъ, отъ слабо упертыхъ центровъ, наконецъ отъ способа постановки рѣзца. Чтобъ уменьшить дрожаніе, примѣняютъ иногда **пружинные рѣзцы** (фиг. 148). Какъ видно, рѣзецъ изогнутъ такимъ образомъ, что онъ не можетъ заѣсть въ металлъ; при склонности углубиться въ металлъ рѣзецъ сейчасъ же отгибается прочь отъ обрабатываемой поверхности. Если при постановкѣ такого рѣзца дрожаніе продолжается, то нужно его рѣжущую грань нѣсколько наклонить въ другое положеніе (изъ *AB* въ *CD* на фиг. 149), и это можетъ помочь.



Фиг. 149.

88. Скорости рѣзанія. О скоростяхъ для быстрорѣжущей стали при грубой обработкѣ было уже сказано. Здѣсь нужно добавить, что при обыкновенныхъ работахъ, чѣмъ тверже обрабатываемый матеріалъ, тѣмъ болѣе тупой уголъ заостренія нужно придавать рѣзцу, иначе рѣзецъ получается недостаточно прочнымъ и крошится; но такъ какъ при большомъ углѣ заостренія требуется сравнительно большое усиліе, чтобы заставить рѣзецъ проникать въ металлъ, и развивается при этомъ большая сила тренія, то будетъ развиваться и большое количество теплоты, а потому *при обточкѣ твердыхъ металловъ слѣдуетъ примѣнять рѣзцы съ большими углами заостренія и рѣзать съ небольшими скоростями; при обработкѣ же мягкихъ металловъ углы заостренія могутъ быть меньше и скорости рѣзанія больше.* Рѣзаніе бронзы идетъ наиболѣе выгодно въ томъ случаѣ, когда уголъ заостренія приближается къ 90°, и уголъ рѣзанія равенъ 90°; несмотря на это, бронзу можно рѣзать съ очень большими скоростями, такъ какъ она очень хорошо отводитъ теплоту, и потому рѣзецъ не нагрѣвается такъ сильно, какъ при обработкѣ желѣза или стали.

Допустимыя скорости рѣзанія для рѣзцовъ изъ углеродистой стали. (На основаніи американской практики).

Величина подачи (питаніе) мм. .	1,25	0,75	0,5	0,25
Толщина снимаемаго слоя мм. .	1,6	3	6	14
Площадь сѣченія стружки кв. мм.	2	2,25	3	3,5

Скорости рѣзанія для бронзы мм./секунду.

Точеніе	465	415	335	195
Фрезованіе	345	310	250	150
Сверленіе	280	250	200	120
Строганіе	230	210	170	100

Скорости рѣзанія для чугуна мм./секунду.

Точеніе	290	260	210	125
Фрезованіе	230	195	165	90
Сверленіе	175	155	125	75
Строганіе	145	130	105	60

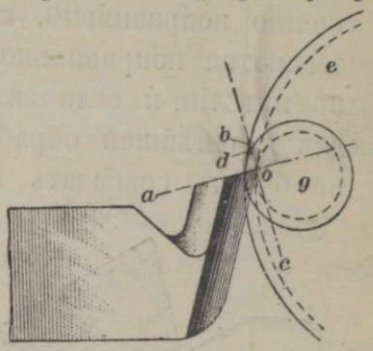
Скорости рѣзанія для желѣза и мягкой стали.

Точеніе	230	210	170	100
Фрезованіе	175	155	125	75
Сверленіе	140	125	100	60
Строганіе	115	105	85	50

Скорости рѣзанія для твердой стали.

Точеніе	145	130	105	60
Фрезованіе	110	100	80	45
Сверленіе	85	80	65	35
Строганіе	70	65	50	30

Если обтачиваются два цилиндра различнаго діаметра и при этомъ снимается слой одинаковой толщины, то давленіе на рѣзецъ получается меньшее при обточкѣ цилиндра съ меньшимъ діаметромъ. Объясненіе этого видно изъ фиг. 150. При обточкѣ цилиндровъ *e* и *g* рѣзцу приходится скалывать стружки по направленію линіи *co*, и изъ чертежа видно, что при обточкѣ цилиндра *e* величина скалывающейся поверхности будетъ *ob*, а при обточкѣ цилиндра *g* величина скалывающейся поверхности будетъ *od*, а потому давленіе на рѣзецъ въ послѣднемъ случаѣ будетъ меньше. Вслѣдствіе этого *при обточкѣ мелкихъ издѣлій можно допускать сравнительно большія скорости рѣзанія.*



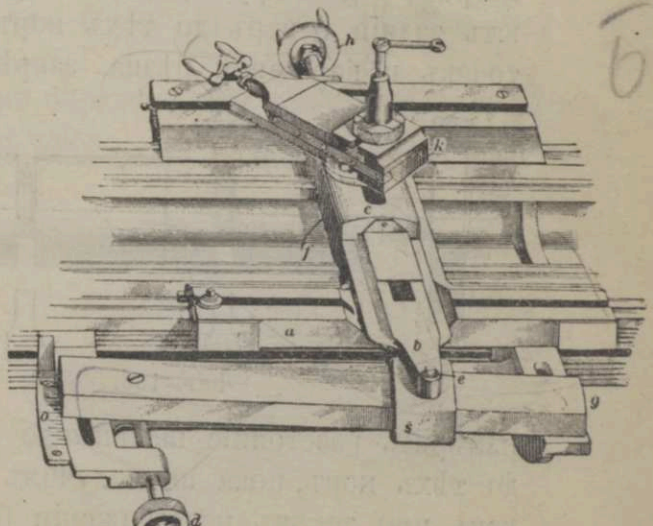
Фиг. 150.

При отдѣлкѣ нужно *примѣнять большія скорости,* въ особенности для чугуна, такъ какъ при малыхъ скоростяхъ рѣзанія у чугуна стружки отламываются еще впереди рѣзца и получаются маленькія впадины, которыя сообщаютъ поверхности ноздреватый видъ, такъ что такую поверхность нельзя хорошо отшлифовать.

89. Обточка коническихъ поверхностей. Коническая поверхность на самоточкѣ можетъ быть получена слѣдующими способами:

1) *Центры передней и задней бабокъ сдвигаются въ поперечномъ направленіи*, такъ что линія центровъ оказывается непараллельной направляющимъ станины и оси вращенія издѣлія.

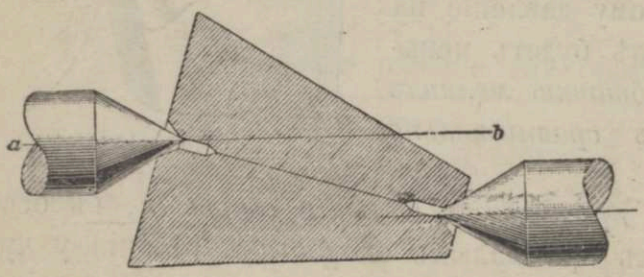
2) *Верхнія салазки суппорта поворачиваются подъ нужнымъ угломъ около вертикальной оси*, вслѣдствіе чего направляемый этими салазками рѣзецъ движется подъ желаемымъ угломъ къ оси вращенія издѣлія.


Фиг. 151.

3) *Къ станку придѣлывается особое приспособленіе* (фиг. 151), состоящее изъ полосы *g*, устанавливаемой подъ различными углами къ оси станины. На этой полосѣ движется ползушка *s*, съ которой при помощи шалнера *e* сцѣпляются поперечныя салазки *b*. Понятно, что при такомъ устройствѣ и при движеніи салазокъ *a* вдоль станины, будетъ передвигаться и ползушка *s*, которая, въ свою очередь, будетъ увлекать въ поперечномъ направленіи поперечныя салазки *b*, а скрѣпленный съ ними рѣзецъ будетъ двигаться параллельно направляющей полосѣ *g* [1]).

[1]) Если, вмѣсто прямолинейной полосы *g*, поставить какой-либо шаблонъ, произвольнаго очертанія, и заставить поперечныя салазки, при передвиженіи вдоль станины, постоянно опираться на этотъ шаблонъ (что можно осуществить или при помощи такой

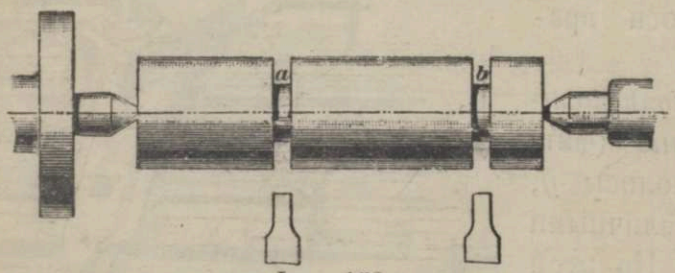
90. Обточка конусовъ на сдвинутыхъ центрахъ. *Обточку конусовъ на сдвинутыхъ центрахъ нельзя рекомендовать*, такъ какъ при сдвинутыхъ центрахъ опорная поверхность центровыхъ отверстій работаетъ совершенно неправильно, какъ это видно на фиг. 152. При этомъ срабатываются неправильно какъ самые центры, такъ и центровыя отверстія въ издѣліи, и если затѣмъ такое издѣліе будетъ поставлено на центры для дальнѣйшей обработки цилиндрическихъ поверхностей, то оси ихъ не будутъ совпадать съ осями ранѣе полученныхъ поверхностей, т.-е. работа получится неточная. Самые центры послѣ такой работы обыкновенно оказываются испорченными и требуютъ заточки.



Фиг. 152.

Если извѣстны размѣры конуса, тогда нетрудно вычислить, на какое разстояніе должны быть сдвинуты центры, чтобы получить нужный уклонъ. Для надлежащаго сдвига центровъ задняя бабка придвигается къ передней и центры сдвигаются, измѣряя разстояніе между ними при помощи масштаба. На нѣкоторыхъ станкахъ на самой задней бабкѣ нанесены дѣленія, по которымъ и можно смѣстить центры на желаемую величину.

Надлежащій сдвигъ центровъ можно получить, протачивая въ цилиндрѣ на разстояніи, равномъ высотѣ конуса, двѣ канавки (фиг. 153); діаметръ шейки *a* долженъ равняться діаметру основанія конуса, а діаметръ *b*—діаметру вершины конуса. Проточивъ такія канавки, передвигаютъ задній центръ до тѣхъ поръ, пока разстояніе между шейками проточекъ и вершиной рѣзца, закрѣпленнаго въ супортѣ, не будутъ одинаковы. При каждомъ перемѣщеніи центровъ нужно производить измѣреніе разстоянія какъ шейки *a*, такъ и шейки *b*, такъ какъ, двигая центръ, измѣняютъ одновременно и то и другое разстояніе. Было бы неправильно



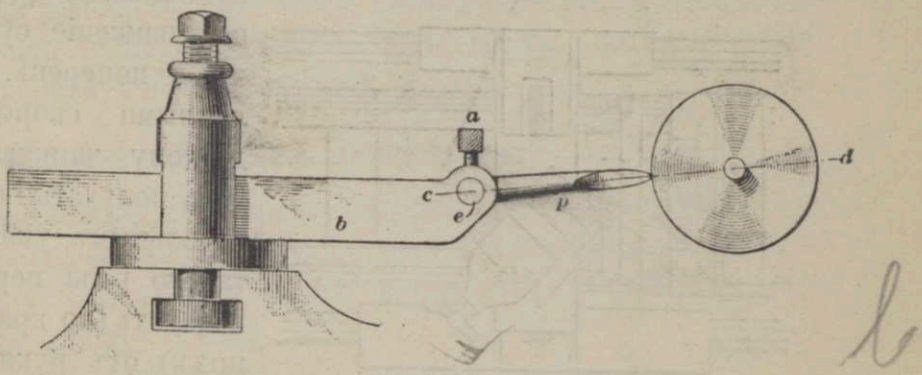
Фиг. 153.

измѣрить разстояніе шейки *a* до инструмента и затѣмъ передвигать центръ до тѣхъ поръ, пока не получимъ такое же разстояніе отъ шейки *b*, такъ какъ при такомъ передвиженіи будетъ измѣняться и разстояніе отъ шейки *a*. Измѣрять разстояніе можно и при помощи крумциркуля, но для болѣе точныхъ измѣреній удобнѣе примѣнять одинъ изъ индикаторовъ. Удобный инструментъ для такого измѣренія представленъ на фиг. 154. Здѣсь штифтъ *p* вращается на шалперѣ *e*, въ державкѣ *b* и можетъ быть закрѣпленъ винтомъ *a*.

же ползушки, какъ изображена на фиг. 151, или же, прижимая салазки къ шаблону при помощи привѣшеннаго къ нимъ груза), то рѣзецъ будетъ двигаться параллельно очертанію шаблона и обточитъ соотвѣтствующую поверхность вращенія. Этимъ пріемомъ пользуются для *обточки фигурныхъ поверхностей*.

Вмѣсто того, чтобы протачивать канавки, можно цилиндръ обточить до двухъ діаметровъ: съ лѣваго конца до діаметра *a* и съ праваго конца до діаметра *b*, а затѣмъ сдвигать центры и измѣрять какъ и въ первомъ случаѣ. Второй способъ будетъ удобнѣе въ томъ отношеніи, что здѣсь большая часть металла будетъ снята съ издѣлія въ то время, когда послѣднее опирается правильно на центры, и потому указанныя выше неудобства отъ сдвига центровъ будутъ въ значительной мѣрѣ устранены.

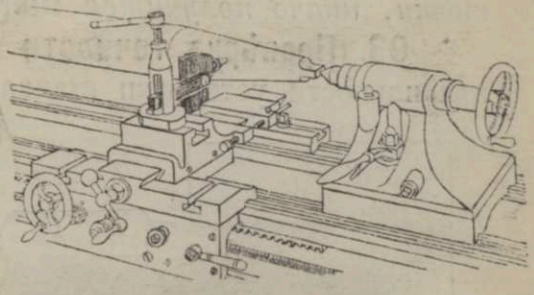
Если уже имѣется готовый конусъ и его нужно скопировать, то такой конусъ ставится на центры и послѣдніе сдвигаются до тѣхъ поръ, пока при продольномъ передвиженіи суппорта зажатый въ него брусокъ съ округленнымъ концомъ не будетъ одинаково прикасаться къ поверхности конуса по всей его длинѣ.



Фиг. 154.

Чтобы болѣе точно произвести эту установку между брускомъ и поверхностью конуса, прокладываютъ кусочекъ тонкой бумаги и замѣчаютъ, насколько плотно бумага зажимается съ одного и другого края конуса. Еще болѣе просто и болѣе точно можно произвести ту же установку при помощи индикатора.

На фиг. 155 представлено, какимъ образомъ при помощи индикатора провѣряется правильное смѣщеніе центровъ, для того, чтобы обточить конусъ по данному образцу. На станкѣ поставленъ образцовый конусъ, въ суппортъ зажатъ индикаторъ и подведенъ къ конусу. При правильномъ смѣщеніи центровъ стрѣлка индикатора должна стоять на одномъ мѣстѣ во время передвиженія индикатора вдоль конуса.



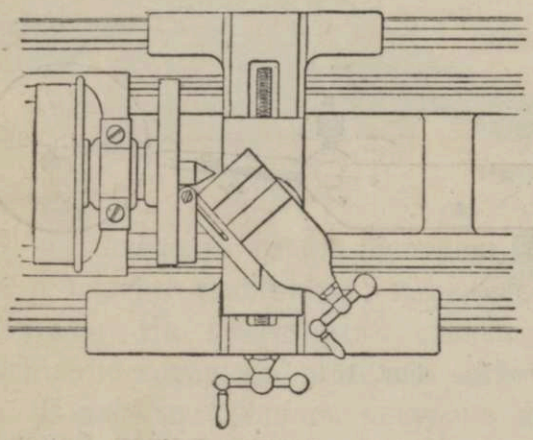
Фиг. 155.

Какъ при обточкѣ, такъ и при устновкѣ *нужно* обращать особое вниманіе на то, *чтобы вершина рѣзца двигалась въ той же плоскости, въ которой лежатъ оси сдвинутыхъ центровъ*; для обыкновенныхъ случаевъ практики *нужно*, слѣдовательно, *чтобы вершина рѣзца прикасалась къ обрабатываемой поверхности на высотѣ центровъ*; если рѣзецъ будетъ поставленъ выше или ниже, то, вмѣсто конической поверхности, получится гиперболоидъ вращенія, такъ какъ направленіе движенія рѣзца т.-е. образующая, не будетъ проходить черезъ ось вращенія.

91. Обточка конуса при помощи установки суппорта. Если верхнія салазки суппорта самоточки можно поворачивать около вертикальной оси, то тогда эти салазки устанавливаютъ при помощи угломѣрнаго инструмента, какъ показано на фиг. 156, и затѣмъ обточка идетъ точно также, какъ при обточкѣ цилиндра, при чемъ нижнія салазки остаются неподвижными, а передвигаются верхнія салазки вдоль питающаго ихъ верхняго винта.

Если копируется конусъ, то установка суппорта производится при помощи индикатора.

Если верхнія салазки не поварачиваются, то грубо обточить конусъ можно, производя одновременное передвиженіе суппорта вдоль станины и поперекъ. Передвигая съ различными скоростями по тому и другому направленіямъ, рѣзецъ будетъ получать перемѣщеніе подъ произвольнымъ уклономъ; но такъ какъ такого рода перемѣщенія надо производить (по крайней мѣрѣ, одно изъ нихъ) отъ руки, то вполнѣ точнаго движенія рѣзцу сообщить нельзя и поверхность получается лишь грубо приближенная.

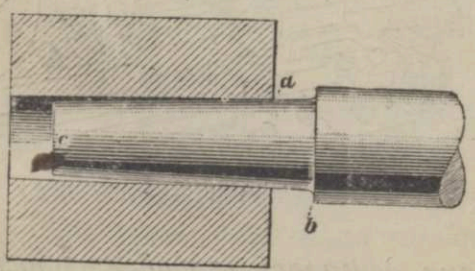


Фиг. 156.

92. Обточка конуса при помощи особаго приспособленія на самоточкѣ, разъ направляющая полоса *g* (фиг. 151) установлена подъ надлежащимъ угломъ, производится точно также, какъ и цилиндрической поверхности.

Во всѣхъ случаяхъ при обточкѣ конуса нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы рѣзецъ былъ установленъ на одной высотѣ съ центрами самоточки, иначе получится гиперболоидъ вращенія.

93. Провѣрка точности полученнаго конуса. Чтобы убѣдиться въ правильности установки станка для обточки конуса, его обтачиваютъ начерно, не доводя до настоящаго размѣра; затѣмъ снимаютъ съ центровъ и вставляютъ въ то коническое отверстіе, къ которому конусъ долженъ быть пригнанъ (фиг. 157). Если конусъ не плотно сидитъ въ отверстіи, слегка покачивается, то, смотря какой конецъ упирается — *a* или *c*, соотвѣтственно измѣняютъ установку станка и снова снимаютъ тонкую стружку. Такъ продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока конусъ не будетъ сидѣть плотно въ отверстіи. Тогда проводятъ по конусу три продольныхъ полосы мѣломъ и, вставивъ конусъ въ отверстіе, поворачиваютъ его тамъ; по вынутіи изъ отверстія смотрятъ, въ какихъ мѣстахъ мѣлъ стерся, и эти части подтачиваютъ. При окончательной подточкѣ конуса



Фиг. 157.

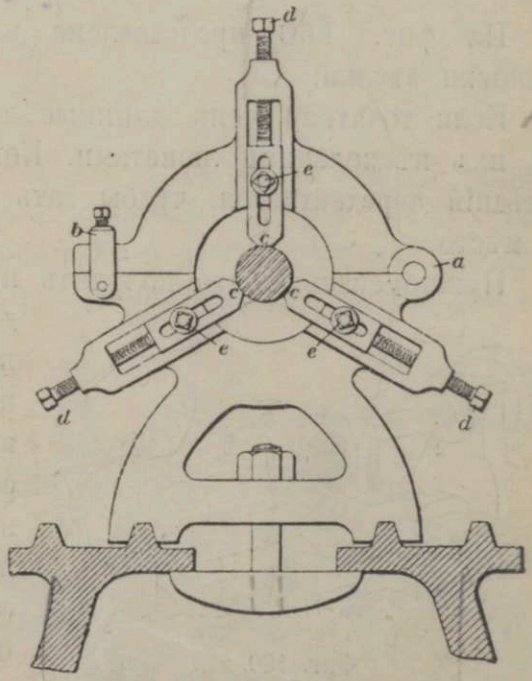
нужно быть очень осторожнымъ, если конусъ долженъ заходить въ отверстіе и входить при этомъ до заточки *b*, то снятіе слишкомъ большой стружки, даже и при правильномъ уклонѣ, можетъ совершенно испортить работу. Поэтому окончательную пригонку конуса ведутъ или при помощи пилы, снимая ей лишь только знаки отъ рѣзца или, еще лучше, оканчивая отдѣлку конуса на шлифовальномъ станкѣ, на которомъ можно снимать самыя тонкія стружки. При точной пригонкѣ толщина слоя мѣла уже можетъ внести нежелательную неточность, и въ такихъ случахъ вмѣсто мѣла поверхность конуса покрываютъ слоемъ сурика или берлинской лазури, разведенныхъ на маслѣ. Слой краски слегка наносится пальцемъ и затѣмъ почти совсѣмъ вытирается, такъ что поверхность остается лишь слегка масляной, но этого совершенно достаточно, чтобы при притиркѣ получить нужныя указанія тѣхъ мѣстъ, которыя нужно спять, чтобы поверхности конусовъ вполнѣ совпали.

Обточка длинныхъ цилиндровъ.

При обточкѣ длинныхъ цилиндровъ (напримѣръ приводныхъ валовъ) они оказываются настолько зыбки, что прогибаются даже подъ дѣйствіемъ собственнаго вѣса, и будутъ еще болѣе прогибаться и дрожать, если къ нимъ приложить усиліе рѣзца. Для устраненія этого примѣняются особые опоры, такъ называемые *люнеты*.

Люнеты бываютъ *неподвижные* и *подвижные*.

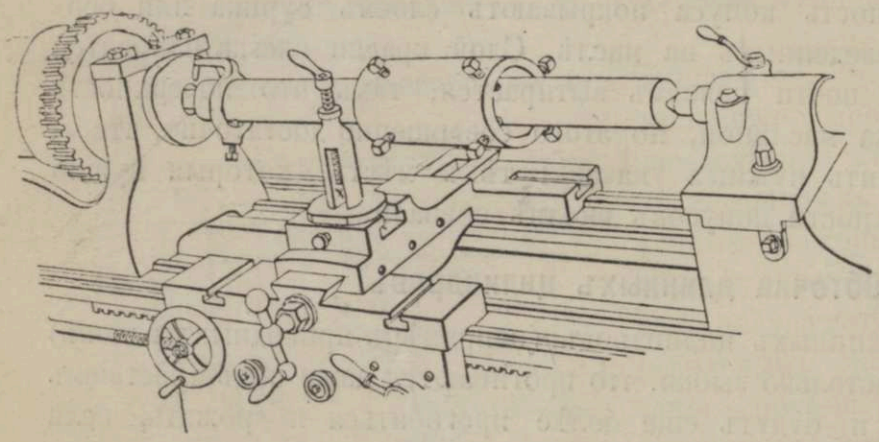
94. Неподвижный люнетъ (фиг. 158) привертывается къ станинѣ самоточки болтомъ. Верхняя часть люнеты откидывается на шарнирѣ *a*. Когда издѣліе поставлено на центры, верхняя часть люнеты закрывается и зажимается скобой *b*; къ издѣлію подводятся зажимы *c* и прижимаются установительными болтами *d* такъ, чтобы издѣліе свободно и точно вращалось внутри зажимовъ, послѣ чего послѣдніе закрѣпляются болтами *e*. Трущаяся поверхность должна быть хорошо смазана. Указаннымъ способомъ зажимы могутъ быть подведены къ точно обработанной части, а потому, если цилиндръ еще не обточенъ и его передъ обточкой желаютъ подпереть люнетомъ, то на цилиндрѣ нужно сдѣлать заточку, которая бы вращалась совершенно точно на центрахъ. Если валъ достаточно жестокъ, такъ что онъ не прогибается отъ собственнаго вѣса, то такую заточку можно сдѣлать въ средней части, беря очень малую стружку, послѣ чего въ этомъ мѣстѣ издѣліе можно подпе-



Фиг. 158.

реть люнетомъ; если же валъ настолько длиненъ, что такой заточки посрединѣ сдѣлать нельзя, то нужно сдѣлать заточку недалеко отъ центра, поставить въ этомъ мѣстѣ люнетъ, затѣмъ сдѣлать другую заточку недалеко отъ люнета, передвинуть люнетъ въ эту новую заточку и такъ постепенно можно довести люнетъ до средины.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ на валъ, вмѣсто того, чтобы на немъ дѣлать заточки, надѣвается цилиндрическая втулка, которая закрѣпляется на валу установительными винтами (фиг. 159). Подвинчивая винты, можно достичь того, что втулка будетъ правильно вращаться на центрахъ, послѣ чего ее можно подпереть люнетомъ.

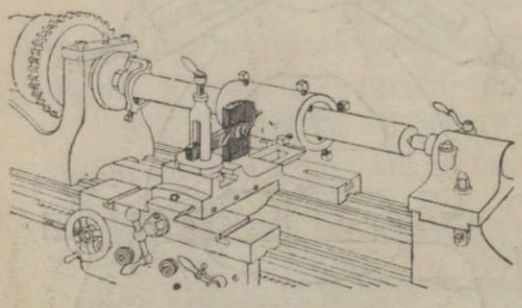


Фиг. 159.

На фиг. 160 представлена провѣрка индикаторомъ правильной установки втулки.

Если точатся очень длинные валы, то иногда приходится подпирать ихъ нѣсколькими люнетами. Когда рѣзецъ подходитъ къ люнету, послѣдній передвигается, чтобы дать возможность рѣзцу пройти черезъ это мѣсто.

Нужно сказать, что получить прямо обточкой совершенно прямой, длинный валъ почти что невозможно. При прокаткѣ валъ обыкновенно получаетъ верхнюю оболочку съ внутренними напряженіями, а потому если часть вала обточить точно, въ то время какъ другая его часть покрыта этой оболочкой, то при снятіи оболочки на этой части, ранѣе обточенная часть подъ дѣйствіемъ измѣнившихся внутреннихъ напряженій согнется. Единственное средство въ такихъ случаяхъ получить прямой валъ, это править его послѣ того какъ онъ обточенъ.



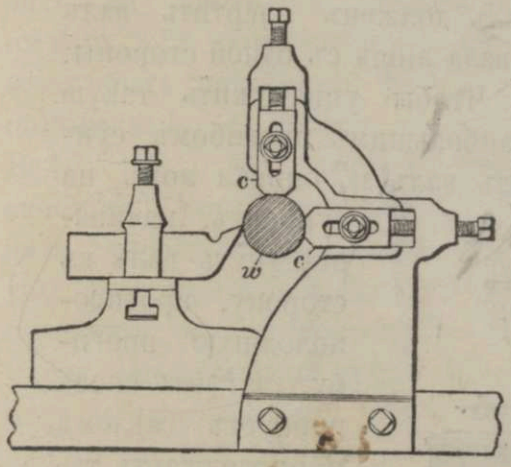
Фиг. 160.

95. Подвижные люнеты привертываются къ суппорту и движутся вмѣстѣ съ нимъ (фиг. 161). Упоры ставятся возможно ближе къ рѣзцу. Такъ какъ рѣзецъ давитъ на издѣліе въ горизонтальномъ и вертикальномъ направленіяхъ, то обыкновенно достаточно поставить только два упора *cc*.

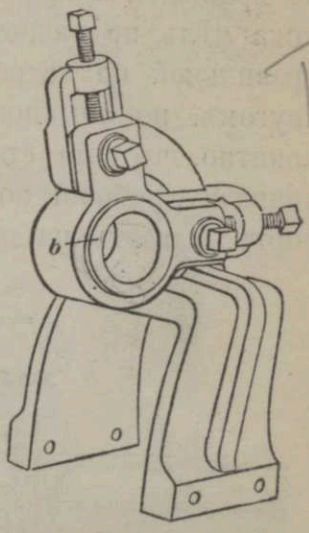
Еще лучше, если къ люнету прикрѣпляется цилиндрическая втулка (фиг. 162), которая довольно плотно облегаетъ обточенную часть

вала, но въ то же время допускаетъ свободное вращеніе вала внутри втулки, для чего, конечно, требуется хорошая смазка. Внутренняя втулка *b* приготовляется изъ закаленной стали и мѣняется для различныхъ діаметровъ валовъ. И въ данномъ случаѣ, чѣмъ ближе будетъ поставленъ рѣзецъ къ втулкѣ, тѣмъ солиднѣе получится опора и тѣмъ точнѣе будетъ работа.

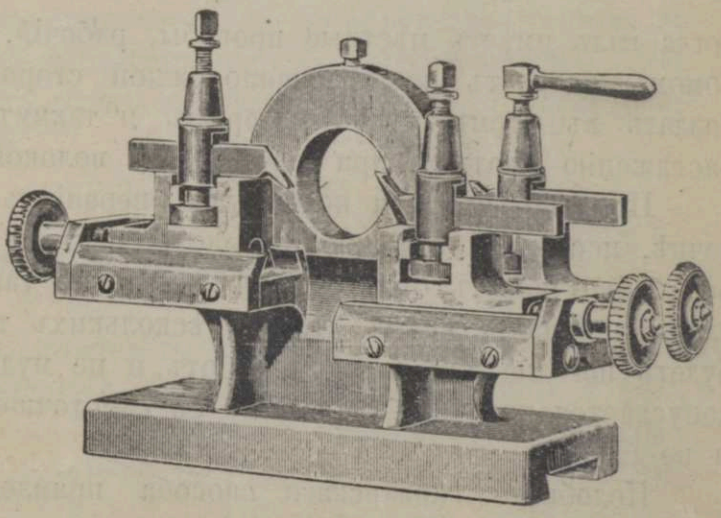
96. Спеціальная обточка валовъ. Когда приходится на заводѣ точить много приводныхъ валовъ, то для этого употребляется спеціальный станокъ. Отличительныя особенности его: большая длина, особо солидная конструкція; движеніе валу можетъ быть сообщено не только отъ передней, но и отъ задней бабки; салазки суппорта снабжаются нѣсколькими поперечными салазками (обыкновенно 3) съ соотвѣтствующими зажимами для рѣзцовъ, такъ что въ такой суппортъ могутъ быть вставлены 3 рѣзца, каждый изъ нихъ можетъ быть независимо устанавливаемъ въ поперечномъ направленіи (фиг. 163); рѣзцы работаютъ одновременно. Между передней парой и заднимъ рѣзцомъ помѣщается люнетъ съ направляющей втулкой. Передніе рѣзцы ставятся съ закругленными носками, а задній плоскій, широкій—для приданія валу гладкой поверхности и точнаго размѣра. Всѣ рѣзцы обильно поливаются водой съ содой или съ мыломъ; втулка хорошо смазывается. Вслѣдствіе того, что работаютъ сразу 3 рѣзца, валъ испытываетъ довольно сильное крученіе, и чтобы онъ не пружинилъ и не дрожалъ, движеніе ему сообщается съ обоихъ концовъ; кромѣ того, имѣя возможность сообщать валу движеніе отъ задней бабки, валъ можно обточить по всей длинѣ, не снимая съ центровъ и не поворачивая его, какъ это дѣлается при обточкѣ обыкновенныхъ цилиндровъ.



Фиг. 161.

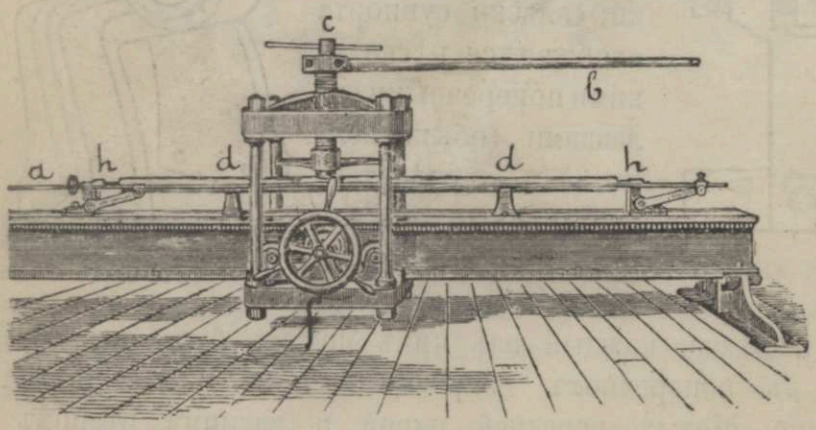


Фиг. 162.


Фиг. 163.

97. Выпрямленіе валовъ. Передъ обточкой валовъ приходится выпрямлять обыкновенно нѣсколько изогнутое круглое желѣзо, изъ котораго точатся валы. Точно также послѣ точки приходится править уже обточенные, но случайно погнутые или погнутые отъ указанной выше причины валы. Эту операцію на многихъ заводахъ производятъ на тѣхъ же самоточкахъ, на которыхъ валы точатся, поступая слѣдующимъ образомъ.

Расцентрованное круглое желѣзо ставится на центры и приводится во вращеніе. Токарь беретъ кусокъ мѣла и подводитъ его къ валу, пока мѣлъ не начнетъ задѣвать за вращающійся валъ. При совершенно правильной цилиндрической поверхности мѣлъ долженъ очертить валъ кругомъ, но обыкновенно мѣлъ касается до вала лишь съ одной стороны; понятно, что эта сторона будетъ выпуклой. Чтобы уничтожить такую кривизну, рабочій подводитъ къ мѣсту съ наибольшимъ прогибомъ суппортъ, кладетъ на него ломъ, подводитъ подъ валъ и, опирая ломъ на суппортъ, начинаетъ гнуть валъ въ сторону, противоположную прогибу, затѣмъ снова пробуетъ мѣломъ и продолжаетъ такимъ образомъ до тѣхъ поръ, пока валъ не станетъ приблизительно прямой. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда валъ имѣетъ мѣстные прогибы, рабочій, подпирая въ этомъ мѣстѣ ломомъ, ударяетъ по противоположной сторонѣ вала кувалдой, чтобы раздать въ этомъ мѣстѣ матеріалъ и такимъ образомъ способствовать растяженію сжатыхъ при изгибѣ вала волоконъ.



Фиг. 164.

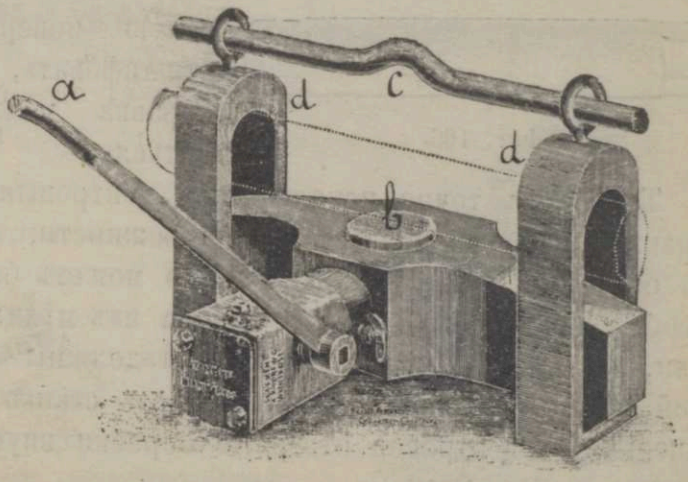
Понятно, что при подобныхъ операціяхъ, производимыхъ на самоточкѣ, послѣдняя страшно страдаетъ: центры сейчасъ же развѣряются, ось бабки можетъ быть искривлена, точно также можетъ быть искривлена и самая станина. Послѣ нѣсколькихъ такихъ операцій самоточка будетъ негодна для точныхъ работъ, и не мудрено, что на заводахъ, гдѣ допускается подобное обращеніе съ самоточкой, точной работы никогда и не бываетъ.

Подобнаго варварскаго способа прямленія валовъ допускать не слѣдуетъ, *а прямленіе валовъ должно производится на спеціально назначенныхъ для этого станкахъ; на самоточкахъ же править валы допустимо лишь съ большой осторожностью и при непремѣнномъ условіи употребленія особыхъ назначенныхъ для этого прессовъ, но ни въ какомъ случаѣ при помощи лома и кувалды.*

98. Станокъ для правки валовъ въ томъ видѣ, какъ онъ строится заводомъ Селерса, представленъ на фиг. 164. Станокъ состоитъ

изъ станины, на которой помѣщаются двѣ бабки *h* съ центрами. Бабки устроены такимъ образомъ, что при передвиженіи полосы *a*, центры опускаются и раздвигаются, такъ что зажатый между ними валъ ложится на подставки *dd*. Неправильность вала опредѣляется поворачиваніемъ его на центрахъ и дѣлая отмѣтку или мѣломъ или при правкѣ обточенныхъ валовъ—индикаторомъ. Когда валъ опущенъ на подставки, къ искривленному мѣсту подводятъ прессъ, поворачивая маховичокъ *f*, и нажимаютъ на валъ винтомъ *c* при помощи рукоятки *b*.

За неимѣніемъ такой машины правку валовъ можно производить на самоточкѣ, примѣняя гидравлическій прессъ, изображенный на фиг. 165. Прессъ долженъ быть подвѣшенъ на подъемникѣ за полосу *c*. Валъ проходитъ внутри скобъ *dd*. Когда кривизна вала опредѣлилась, центры ослабляютъ и прессъ, подводятъ къ изогнутому мѣсту. Поворачивая рукоятку *a*, производятъ накачиваніе воды въ гидравлическій цилиндръ пресса, при чемъ подымается плонжеръ *b* и сгибаетъ валъ въ противоположную сторону тому, какъ онъ былъ изогнутъ ранѣе. Примѣняя этотъ прессъ нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы прессъ не нажималъ на валъ, поставленный на центры, а былъ подвѣшенъ свободно около вала и съ послѣднимъ приходилъ въ соприкосновеніе лишь во время работы изгибанія послѣ того, какъ центры поддерживающіе валъ, ослаблены. Если не принимать этихъ, предосторожностей, то самоточка легко можетъ быть испорчена.



Фиг. 165.

Обточка на оправкахъ.

Очень часто приходится обтачивать пустотѣлыя издѣлія или предметы, имѣющіе въ центрѣ отверстія (наприм., шкивы, втулки и т. п.). Такіе предметы поставить прямо на центры не представляется возможнымъ, а потому ихъ сначала сажаютъ на *оправку*, которая уже и ставится на центры.

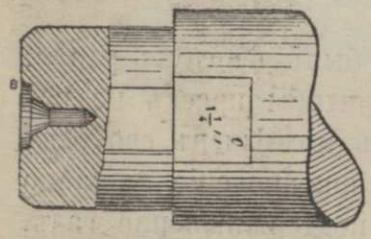
99. Простая оправка представляетъ цилиндръ, приготовленный изъ инструментальной стали (фиг. 166) [1]. Концы оправки имѣютъ нѣсколько меньшій діаметръ и имѣютъ срѣзанныя плоскія поверхности для болѣе удобнаго закрѣпленія поводка. Центровыя отверстія должны быть

[1]) Обыкновенно простыя оправки дѣлаются не болѣе 75 мм. въ діаметрѣ.

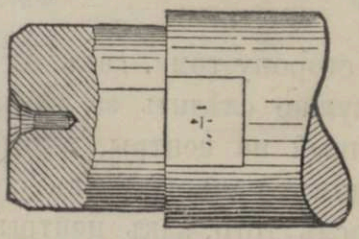
приготовлены согласно сказанному раньше (см. фиг. 167 — 8) съ тѣмъ отличіемъ, что въ данномъ случаѣ конусъ у основанія долженъ быть значительно скругленъ (168) или въ торцѣ оправки должно бы быть предварительно сдѣлано углубленіе (167) на днѣ котораго и поставлено центровое отверстіе. Это дѣлается въ виду того, что при заколачиваніи оправки въ отверстіе издѣлія и нанесенія при этомъ ударовъ на торецъ оправки безъ указанныхъ предосторожностей центровое отверстіе можетъ быть легко расчеканено, а это поведетъ къ неправильному вращенію оправки [1]). Чтобы придать большую точность и прочность оправкѣ, ее закаливаютъ, отпуская затѣмъ до желаемой твердости, послѣ чего какъ центры, такъ и самую поверхность оправки нужно отшлифовать, такъ какъ при закалкѣ оправка можетъ нѣсколько покоробиться.

Фиг. 166.

Такъ какъ точно исполненныя центровыя отверсія являются для оправки вопросомъ первостепенной важности, то ихъ нужно отшлифовать особенно тщательно. Для этого можетъ быть примѣненъ слѣдующій способъ. Приготовляются два центра изъ мѣди: одинъ для грубой шлифовки, другой для отдѣлки; центры должны быть правильно заточены. Такой центръ вставляется въ шпиндель станка и приводится въ быстрое вращеніе. Въ центровое отверстіе оправки впускаютъ немного масла и всыпаютъ мелкаго наждаку, затѣмъ упираютъ оправку въ центръ задней бабки и другимъ концомъ оправку подводятъ къ вращающемуся мѣдному центру. Какъ только оправка прикоснется къ центру, ее нужно сейчасъ же отвести прочь, такъ какъ, оставаясь долго въ соприкосновеніи съ центромъ, центровое отверстіе можетъ быть легко исцарапано наждакомъ; нужно, слѣдовательно шлифовку отверстія производить кратковременными нажатіями оправки на вращающійся центръ. Когда нагрубо отверстіе отшлифовано, центръ мѣняютъ и производятъ окончательную отдѣлку другимъ центромъ такими же пріемами.



Фиг. 167.



Фиг. 168.

---

[1]) **Нормальные размѣры для центровыхъ отверстій.** Если діаметръ оправки обозначимъ черезъ D, діаметръ сверла—d, глубина сверленія—l и діаметръ наибольшаго основанія конуса—h, то должно быть:

1) для $D < 25$ мм.

$$d = \frac{D}{5}\,;\; l = \frac{3D}{5}\,;\; h = \frac{D}{2}\,.$$

2) для $D > 25$ мм.

$$d = \frac{D-25}{20} + 5 \text{ мм.} \quad l = \frac{D-25}{6} + 15 \text{ мм.;} \quad h = \frac{D-25}{8} + 12 \text{ мм.}$$

Шлифовку цилиндрической части оправки производятъ на шлифовальномъ станкѣ или на самоточкѣ при помощи особаго приспособленія, которое будетъ впослѣдствіи описано.

Средняя часть оправки точно шлифуется съ небольшимъ уклономъ, такъ что разница въ діаметрѣ оправки съ одного и другого конца измѣняется отъ 0,050 до 0,075 мм. Наиболѣе толстый конецъ обыкновенно отмѣчается тѣмъ, что на немъ штампуется размѣръ оправки, которому точно соотвѣтствуетъ діаметръ тонкаго конца. Оправка должна плотно входить въ отверстіе издѣлія, совершенно законченное, т.-е. просверленное и развернутое. Кромѣ того, нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы центровыя отверстія оправки были въ полной исправности и чтобы оправка точно вращалась на своихъ центрахъ. Если этого не будетъ, то обточенное на ней издѣліе и посаженное затѣмъ на какую-нибудь ось съ точнымъ вращеніемъ будетъ бить и окажется негоднымъ.

Фиг. 169.

Оправка, вначалѣ точно исполненная, можетъ затѣмъ оказаться невѣрной вслѣдствіе порчи центровыхъ отверстій при закалачиваніи оправки въ отверстіе или вслѣдствіе изнашиванія ихъ подъ дѣйствіемъ слишкомъ тяжелой работы, не соотвѣтствующей размѣру опорныхъ поверхностей центровыхъ отверстій.

При постановкѣ на центры *необходимо особо внимательно слѣдить за неподвижнымъ центромъ и снабжать вращающійся на немъ конецъ оправки обильной смазкой*; кромѣ того, *нужно обращать вниманіе, чтобы оправка не была слишкомъ зажата на центрахъ*, иначе вслѣдствіе тренія она можетъ разогрѣться, отъ этого удлиннившись еще сильнѣе, нажметъ на центры и при этомъ легко могутъ быть повреждены какъ центровыя отверстія оправки, такъ и центры самоточки.

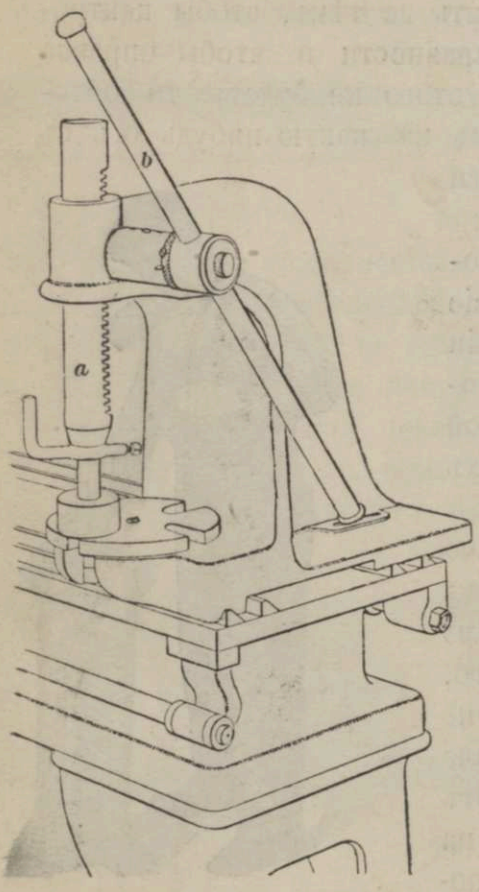
Оправки забиваются въ отверствіе издѣлія обыкновенно при помощи молотковъ и кувалдъ, смотря по размѣру оправки (фиг. 169). *Молотки должны употребляться непремѣнно мягкіе*: свинцовые или обтянутые кожей. Сила заколачиванія должна быть лишь такова, чтобы предметъ держался на оправкѣ достаточно прочно (при помощи тренія); слишкомъ сильно заколачивать не слѣдуетъ, такъ какъ этимъ можно покоробить издѣліе. Наносить удары нужно центрально, чтобы опять не покоробить издѣлія. Передъ забивкой *поверхность оправки и самого отверстія смазывается масломъ*, чтобы не происходило заѣданія.

Гораздо **лучше**, вмѣсто заколачиванія, **зажимать оправку** въ отверстіе **при помощи пресса**. Конструкція такого пресса изображена на фиг. 170. Поворачивая рычагъ *b*, при помощи зубчатой передачи опускаютъ стержень *a*, который и нажимаетъ на оправку. Работа съ

такимъ прессомъ болѣе удобна, чѣмъ при заколачиваніи и меньше риска покоробить издѣліе. Тѣмъ же прессомъ и выпимаютъ оправку вонъ изъ отверстія.

Нужно замѣтить, что загоняя оправку въ неправильно просверленное отверстіе, ее легко искривить, если отверстіе длинное и оправка небольшого діаметра. Работа на такой оправкѣ будетъ неточная.

Послѣ посадки издѣлія на оправку необходимо центровыя отверстія оправки хорошо протереть. Присутствіе грязи въ отверстіяхъ также, какъ и испорченная поверхность ихъ, можетъ повести къ тому, что оправка будетъ вращаться неправильно на центрахъ и дастъ неточную работу.



Фиг. 170.

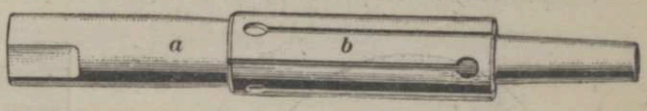
Необходимо величину стружки и соотвѣтствующее давленіе рѣзца сообразовать съ размѣрами оправки. Если отверстіе въ издѣліи небольшого діаметра, то стружку нужно снимать небольшую, иначе оправка будетъ кривиться и работа получится неточная. Точно также если внѣшній діаметръ издѣлія слишкомъ великъ (наприм., при обточкѣ шкива), то передавать вращеніе при помощи поводка, посаженнаго на оправку, будетъ неправильно, такъ какъ вращающій моментъ при этомъ будетъ слишкомъ великъ и легко можетъ искривить оправку; — въ такихъ случаяхъ движеніе должно сообщаться непосредственно издѣлію отъ какого-либо штифта, закрѣпленнаго въ планшайбѣ станка.

При облицовкѣ торцевъ издѣлія нужно быть осторожнымъ и не подводить слишкомъ близко рѣзца къ оправкѣ, чтобы ее не поцарапать.

100. Чугунныя оправки. Если нужно приготовить оправку большого діаметра (болѣе 75 мм.), то ихъ дѣлаютъ изъ чугуна, а въ торцы вставляютъ стальныя пробки съ просверленными въ нихъ центровыми отверстіями. Эти пробки должны быть закалены.

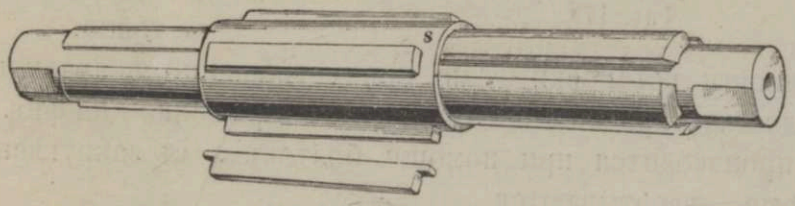
101. Удобство и недостатокъ простыхъ оправокъ. Описанныя простыя оправки удобны по своей простотѣ, прочности и точности, съ которой на нихъ можно работать; кромѣ того, если оправки имѣютъ точные, нормальные размѣры, онѣ служатъ въ то же время и повѣрочнымъ калибромъ для отверстія того издѣлія, которое на нихъ обтачивается. Если отверстіе въ издѣліи просверлено невѣрно, то такое издѣліе нельзя будетъ обточить на соотвѣтствующей оправкѣ, такъ какъ оно или не налезетъ на оправку или не будетъ на ней держаться.

Недостатокъ простыхъ оправокъ въ томъ, что онѣ имѣютъ опредѣленный діаметръ, и потому будутъ удобны лишь для тѣхъ заводовъ, на которыхъ обрабатываются не очень разнообразныя издѣлія. Если же заводу приходится точить издѣлія всевозможныхъ размѣровъ, то пришлось бы имѣть громадный запасъ простыхъ оправокъ, что потребовало бы большихъ затратъ, и потому предпочитаютъ въ такихъ случаяхъ прибѣгать къ расширяющимся оправкамъ.



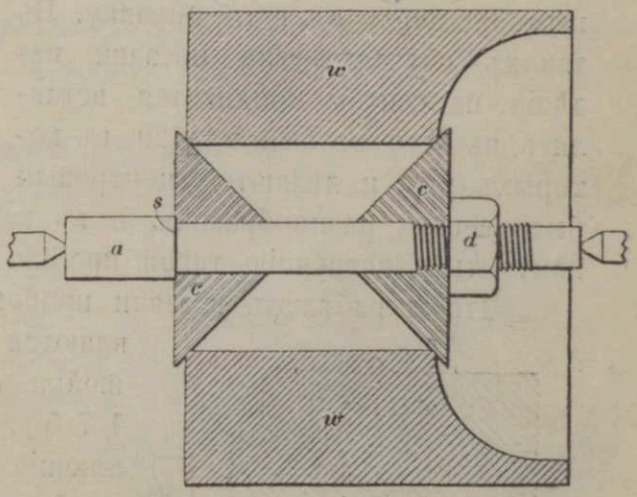
Фиг. 171.

102. Расширяющіяся оправки. Онѣ устраиваются такимъ образомъ, что ихъ діаметръ можетъ измѣняться въ извѣстныхъ предѣлахъ. Конструкцій расширяющихся оправокъ очень много. На фиг. 171, представлена оправка, состоящая изъ конуса *a* и надѣтой на него прорѣзанной втулки *b*. Передвигая втулку по конусу, можно измѣнять діаметръ оправки въ довольно большихъ предѣлахъ.



Фиг. 172.

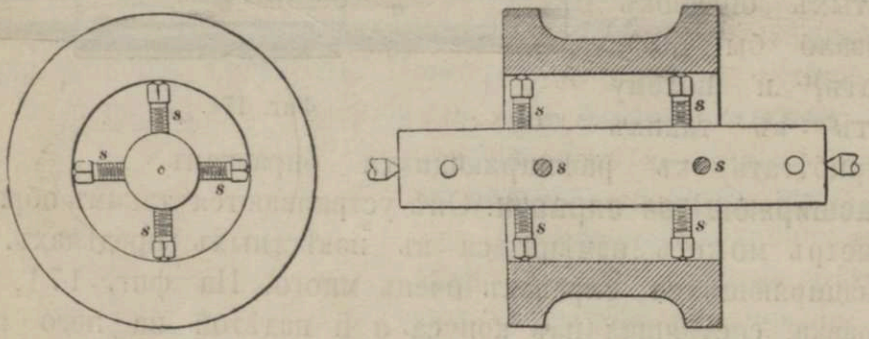
На фиг. 172 представлена другая конструкція расширяющейся оправки. Въ стальномъ цилиндрическомъ стержнѣ простругано нѣсколько канавокъ, постепенно углубляющихся по направленію къ одному концу стержня. Въ эти канавки вставлены клинообразныя шпонки, которыя удерживаются на мѣстѣ при помощи цилиндрической втулки *s*. Если втулку со шпонками передвигать вдоль стержня, то послѣднія будутъ углубляться или выходить изъ простроганныхъ канавокъ. Если обрабатываемое издѣліе достаточно жестко, такъ что подпертое шпонками въ нѣсколькихъ точкахъ не покоробится, то такая оправка будетъ вполнѣ пригодна для работы и, перемѣняя шпонки, можетъ служить для обработки издѣлій съ весьма разнообразными по діаметру отверстіями [1]). Если же издѣліе не достаточно жестко, то лучше примѣнять оправку фиг. 171.



Фиг. 173.

[1]) Такія оправки изготовляетъ американскій заводъ Никольсона. Достаточно имѣть наборъ изъ 9 оправокъ Никольсона, чтобы можно было закрѣплять издѣлія съ отверстіями всевозможныхъ діаметровъ отъ 25 мм. до 175 мм.

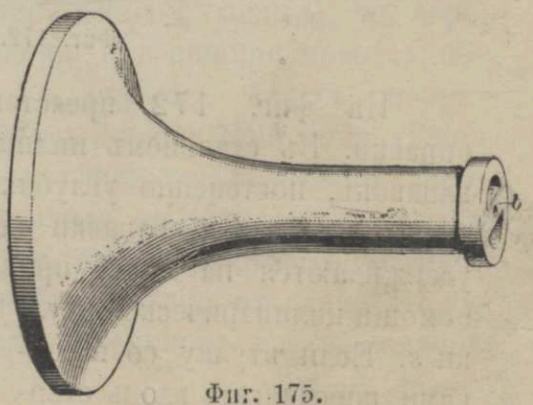
103. Универсальныя оправки. Если отверстіе въ издѣліи обработано неточно или совсѣмъ не обработано, то обточка такого издѣлія съ достаточной точностью можетъ быть произведена на оправкѣ, устройство которой представлено на фиг. 173. Какъ видно, на цилиндрическомъ стержнѣ, *a* хорошо расцентрованномъ, насажены два конуса *c*; одинъ изъ нихъ упирается въ заплечико *s*, а другой нажимается гайкой *d*. Зажатое между такими конусами издѣліе *w* устанавливается довольно точно.



Фиг. 174.

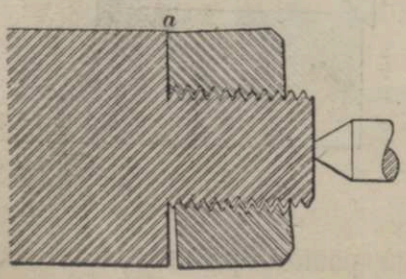
Бо́льшей точности установки даже при совершенно неправильномъ отверстіи можно достичь при помощи оправки, изображенной на фиг. 174. Здѣсь установка производится при помощи болтовъ *s* съ закругленными головками, которые ввертываются или вывертываются изъ центральнаго стержня.

104. Вставные центры. Укажемъ также на то, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ, вслѣдствіе особой формы издѣлія, представляется невозможнымъ вставить въ него оправку. Въ такихъ случаяхъ для посадки издѣлія на центры приходится вставлять въ него особыя пробки, въ которыхъ уже и дѣлаются центровыя отверстія. Форма пробокъ можетъ быть весьма разнообразная, и въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ не трудно намѣтить конструкцію такой пробки.

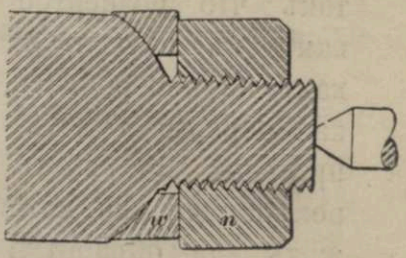


Фиг. 175.

Чтобы избѣжать вставки пробокъ въ издѣліяхъ при отливкѣ, оставляются перешейки *b* (фиг. 175), замѣняющіе собой пробки. Эти перешейки послѣ обточки издѣлія, если они мѣшаютъ, срубаютъ прочь. Но если представляется возможность, то лучше оставить перешеекъ, чтобы сохранить на издѣліи центровыя отверстія, которыя очень часто могутъ пригодиться.

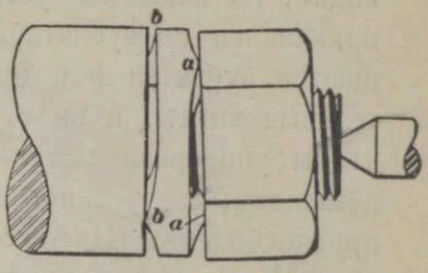


Фиг. 176.



Фиг. 177.

105. Оправки для обточекъ гаекъ. Для обточки гаекъ послѣднія навинчиваются на оправку, имѣющую винтовую рѣзьбу. Но если при нарѣзкѣ гайки ось ея рѣзьбы получилась не совсѣмъ перпендикулярно къ опорной поверхности, то, соприкоснувшись съ заплечикомъ оправки (фиг. 176), гайка прежде всего упрется бокомъ *a* и перекосится на нарѣзкѣ. Обточенная въ такомъ положеніи и надѣтая затѣмъ на болтъ, гайка окажется съ неправильно обточенной поверхностью относительно оси болта.



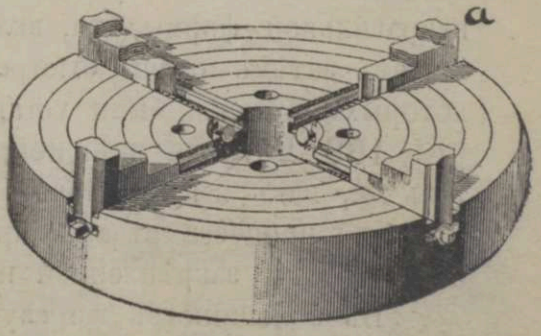
Фиг. 178.

Чтобы устранить это затрудненіе копецъ оправки дѣлаютъ съ шаровой поверхностью и прокладываютъ шайбу *w* (фиг. 177), или же между гайкой и заплечикомъ оправки (фиг. 178) прокладываютъ шайбу, находящую свободно на оправку и имѣющую выступы *aa*, расположенные по діаметру съ одной стороны шайбы, и такіе же выступы *bb* съ другой стороны, но расположенные по діаметру, повернутому на 90° къ діаметру *aa*. Когда гайка начинаетъ опираться на подобную шайбу, то послѣдняя сама собой устанавливается въ положеніе, при которомъ гайка получаетъ надлежащую опору.

Обточка на планшайбѣ и патронахъ.

Если издѣліе неудобно обтачивать на центрахъ, его прикрѣпляютъ къ планшайбѣ, съ которой издѣліе и вращается. Мелкія издѣлія удобнѣе закрѣплять въ особыхъ патронахъ, навинчивающихся на шпиндель самоточки, вмѣсто планшайбы. Патроны раздѣляются на *простые* и *универсальные*.

106. Обыкновенный кулачный патронъ изображенъ на фиг. 179 и 180. Онъ состоитъ изъ металлическаго диска, въ которомъ сдѣланы радіальные прорѣзы. Въ этихъ прорѣзахъ передвигаются посредствомъ винтовъ *кулаки a*. Подобные патроны исполняются до 1000 мм. въ діаметрѣ. Издѣлія большаго размѣра болѣе удобно закрѣплять прямо на планшайбѣ, какъ будетъ указано дальше.

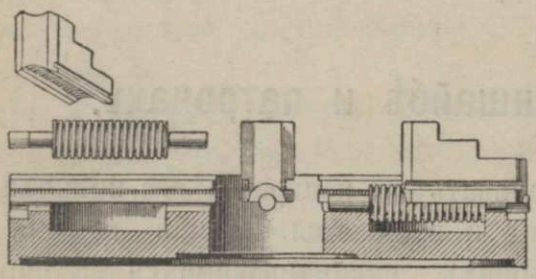


Фиг. 179.

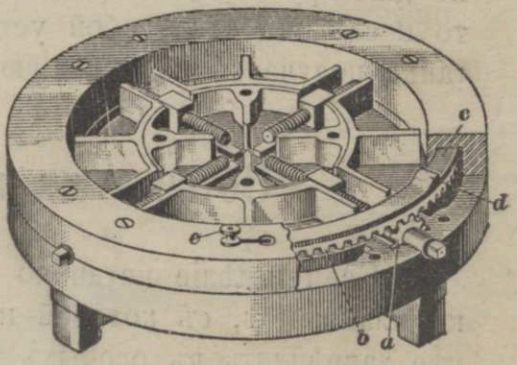
Въ обыкновенныхъ патронахъ каждый кулачокъ можетъ переставляться независимо на произвольную величину и въ такомъ патронѣ можетъ быть закрѣплено издѣліе любой формы. Если въ такомъ патронѣ обтачиваются одно за другимъ одни и тѣ же издѣлія, то ихъ установка можетъ быть обезпечена тѣмъ, что два кулачка отмѣчаются (напр., мѣломъ) и оставляются все время

въ одномъ положеніи, а ослабляются остальные два кулачка; тогда, опирая издѣлія на неподвижные кулачки можно, очень быстро производить его установку.

107. Универсальный патронъ устраивается такимъ образомъ, что при передвиженіи одного изъ кулачковъ передвигаются и всѣ остальные на такую же величину. Такой патронъ представленъ на фиг. 181. Какъ видно, на каждомъ установительномъ винтѣ имѣется шестерня *a*, сцѣпляющаяся съ зубчаткой *b*. При поворотѣ одной изъ шестерней *a*, вращается зубчатка *b* и приводитъ во вращеніе всѣ остальные установительные винты, а вмѣстѣ съ тѣмъ и передвигаетъ кулачки. Для того, чтобы универсальный патронъ могъ превращаться въ обыкновенный съ независимымъ установомъ отдѣльныхъ кулачковъ, имѣется слѣдующее приспособленіе. На зубчаткѣ *b* положено плоское кольцо *c* съ выступами *d*. На эти выступы нажимаетъ внѣшняя крышка, вслѣдствіе чего зубчатка и находится въ зацѣпленіи съ шестернями. Если при помощи штифта *e* повернуть нѣсколько кольцо *c*, лежащее на зубчаткѣ, то его выступы *d* очутятся подъ соотвѣтствующими впадинами въ крышкѣ и тогда зубчатка *b* вмѣстѣ съ кольцомъ *c* можетъ быть отжата (особыми пружинками) и выйдетъ изъ зацѣпленія съ шестернями *a*, послѣ чего каждый кулачокъ можно будетъ переставлять самостоятельно. Если описаннымъ способомъ кулачки будутъ разведены для закрѣпленія издѣлія неправильной формы, то, включивъ снова въ зацѣпленіе зубчатку, мы можемъ затѣмъ очень быстро закрѣплять въ патронѣ тѣ издѣлія, для которыхъ кулачки были установлены.



Фиг. 180.



Фиг. 181.

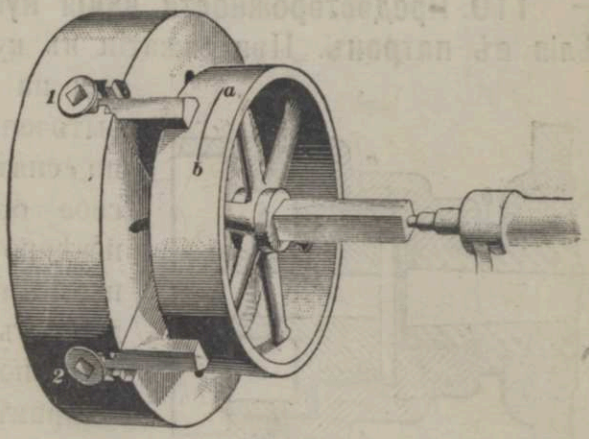
108. Обточка внѣшней поверхности на планшайбѣ производится такъ же, какъ и при обточкѣ на центрахъ, и почти все сказанное относительно процесса рѣзанія при послѣднемъ родѣ работъ относится также и къ работѣ, закрѣпленной на планшайбѣ.

Въ большинствѣ же случаевъ къ закрѣпленію издѣлія на планшайбѣ или въ патронѣ приходится прибѣгать *при просверливаніи* въ издѣліи *отверстій* или *разсверливаніи имѣющихся уже отверстій*.

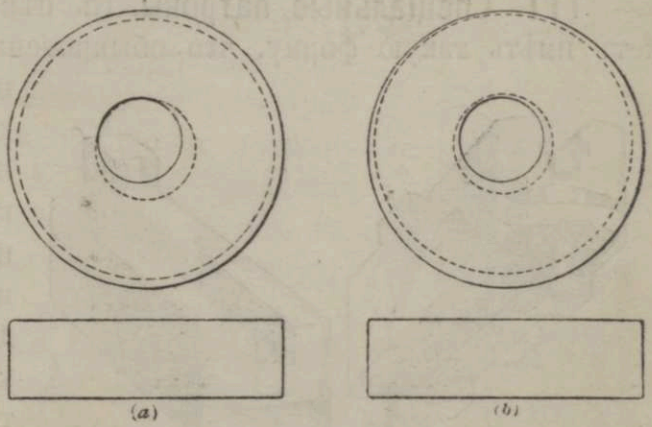
109. Установка издѣлія въ патронѣ. Если отверстіе, которое нужно просверлить концентрично съ внѣшней поверхностью издѣлія, то такое издѣліе можно закрѣпить въ универсальномъ патронѣ, и дѣлается это очень быстро. При нѣкоторомъ несовпаденіи мѣста для отверстія съ

осью вращенія шпинделя можно получить надлежащее его положеніе въ патронѣ, нѣсколько поворачивая издѣліе, или между кулачкомъ и издѣліемъ можно проложить кусочекъ желѣза, мѣди и т. п. Если это не помогаетъ, тогда нужно примѣнить обыкновенный патронъ съ независимыми кулачками.

Чтобы издѣліе было легче устанавливать въ патронѣ, его прижимаютъ къ патрону при помощи задней бабки, прокладывая между центромъ и издѣліемъ деревянный брусокъ (фиг. 182). Зажавъ приблизительно вѣрно издѣліе въ кулачкахъ, станокъ приводятъ въ достаточно быстрое движеніе и, взявъ кусокъ мѣла, подводятъ его къ поверхности вращающагося предмета; обыкновенно мѣлъ начинаетъ касаться издѣлія лишь съ одной стороны, наиболѣе удаленной отъ оси вращенія. Если, напр., мѣлъ далъ на поверхности черту *ab* (фиг. 182), лежащую какъ разъ около кулачка 1, то это указываетъ, что кулачокъ 1 нужно нѣсколько приблизить къ центру, предварительно нѣсколько отодвинувъ противолежащій кулачокъ. Если отмѣтка получится между двумя кулачками, тогда оба эти кулачка нужно слегка приблизить къ центру, а противоположные отдалить. При этомъ нужно наблюдать за величиной, на которую передвигаютъ кулачки, чтобы этимъ руководствоваться при дальнѣйшихъ перестановкахъ кулачковъ. Такое перемѣщеніе кулачковъ производятъ до тѣхъ поръ, пока подводимый осторожно мѣлъ, оставаясь неподвижнымъ не дастъ отмѣтокъ, расположенныхъ по всей окружности издѣлія. Если издѣліе должно быть обточено по нѣсколькимъ поверхностямъ, то всѣ такія поверхности должны быть провѣрены, чтобы убѣдиться, что во всѣхъ этихъ мѣстахъ имѣется достаточно матеріала для снятія при обточкѣ. Это будетъ болѣе ясно изъ слѣдующихъ примѣровъ.



Фиг. 182.

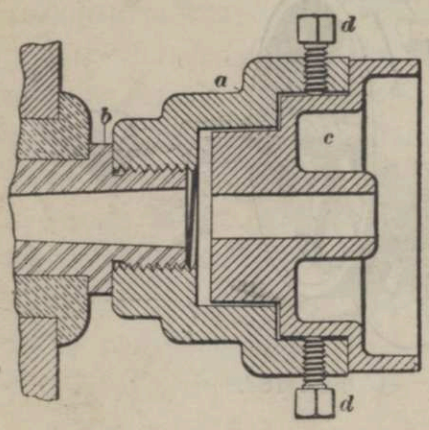


Фиг. 183.

Предположимъ, что намъ нужно обточить дискъ снаружи и расточить въ немъ отверстіе, которое при отливкѣ вышло сдвинутымъ въ сторону (фиг. 183*a*). Если мы установимъ такой дискъ въ патронъ такъ, чтобы внѣшняя поверхность его вращалась правильно, то при этомъ

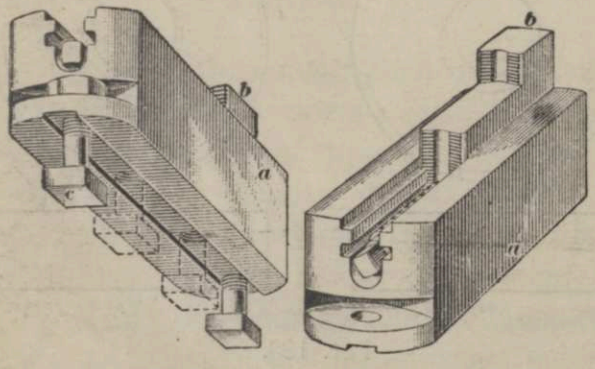
окажется, что внутреннее отверстіе настолько сильно уйдетъ въ сторону отъ центра, что его нельзя будетъ обточить по надлежащему размѣру (фиг. 183*a*). Точно такъ же если мы центрально установимъ внутреннее отверстіе, то нельзя будетъ обточить внѣшнюю поверхность. Въ такомъ случаѣ неправильность отливки нужно разбить между внѣшней и внутренней поверхностью, и при этомъ можно будетъ обточить до надлежащихъ размѣровъ какъ ту, такъ и другую (фиг. 183*b*).

110. Предосторожности, какія нужно принимать при зажатіи издѣлія въ патронъ. При зажатіи въ кулачкахъ послѣдніе могутъ, нажимая на издѣліе, искривить его такъ, что выточенное точно въ зажатомъ состояніи, по снятіи съ патрона, издѣліе приметъ свое естественное состояніе и окажется невѣрно обточеннымъ. Для предупрежденія этого кулачки патрона нужно подводить къ такимъ мѣстамъ издѣлія, которыя способны наименѣе деформироваться. Напримѣръ, при зажатіи въ патронъ шкива нужно кулачки ставить противъ спицъ. Если же издѣліе такихъ мѣстъ не имѣетъ, напримѣръ, при обточкѣ кольца, то болѣе точную работу можно получить, отпустивъ нѣсколько зажатіе кулачковъ передъ снятіемъ отдѣлочной стружки, оставляя зажатіе лишь съ такой силой, которая необходима, чтобы держать издѣліе при снятіи очень мелкой стружки.



Фиг. 184.

111. Спеціальные патроны. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ издѣліе можетъ имѣть такую форму, что обыкновенный кулачный патронъ будетъ не въ состояніи держать его достаточно прочно, чтобы можно было снимать крупную стружку. Въ такихъ случаяхъ, если издѣліе изготовляется въ большемъ числѣ экземпляровъ, будетъ раціональнѣе выработать какой-либо спеціальный патронъ. Напримѣръ, на фиг. 184 представленъ спеціальный патронъ *a* для обтачиванія ступеньчатыхъ шкивовъ. Въ такомъ патронѣ шкивъ *c* зажимается болтами *d* и держится болѣе прочно, а потому работа можетъ итти успѣшнѣе, чѣмъ при обыкновенномъ патронѣ. Подобно этому могутъ быть придуманы для различныхъ случаевъ различные виды спеціальныхъ патроновъ, которые значительно упростятъ и улучшатъ работу по установкѣ.

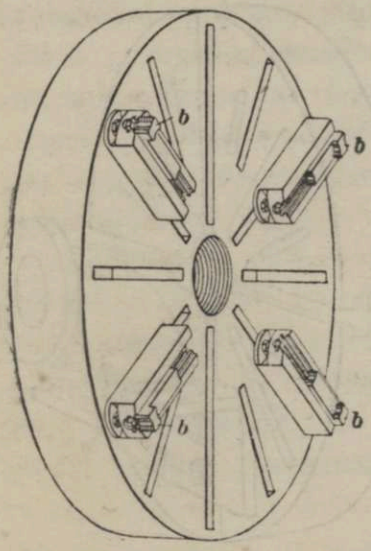


Фиг. 185.

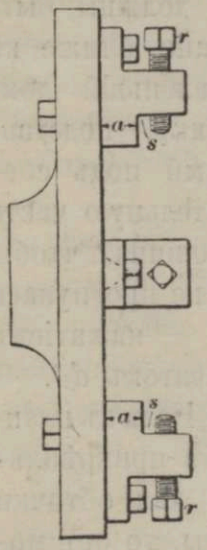
112. Закрѣпленіе на планшайбѣ. Когда издѣліе слишкомъ велико или слишкомъ тяжело или по своей формѣ не можетъ быть закрѣ-

пленно въ патронѣ, тогда его прикрѣпляютъ къ планшайбѣ при помощи *болтовъ, скобъ, подпорокъ* и *спеціальныхъ кулачковъ*. Издѣліе должно закрѣпляться очень прочно, чтобы оно не могло сдвинуться ни подъ вліяніемъ своего вѣса ни отъ усилія рѣзца.

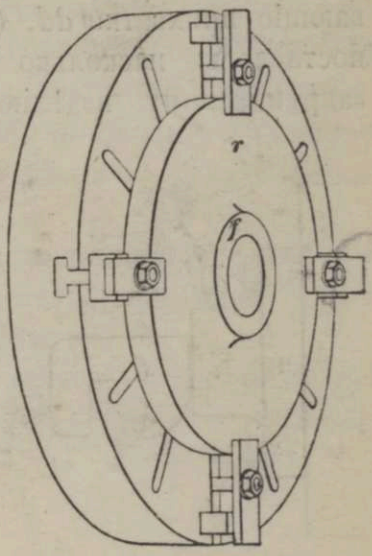
Для большаго удобства при установкѣ и закрѣпленіи къ планшайбѣ привинчиваются кулачки (фиг. 185), которые состоятъ изъ бруска *a* и



Фиг. 186.

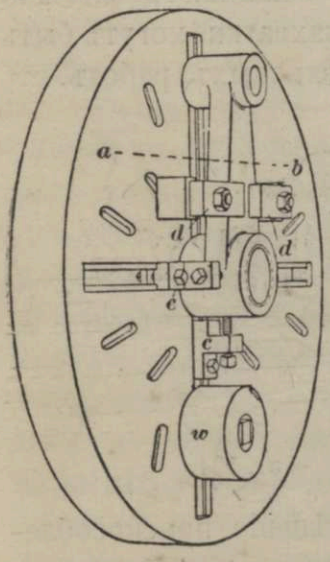


Фиг. 187.



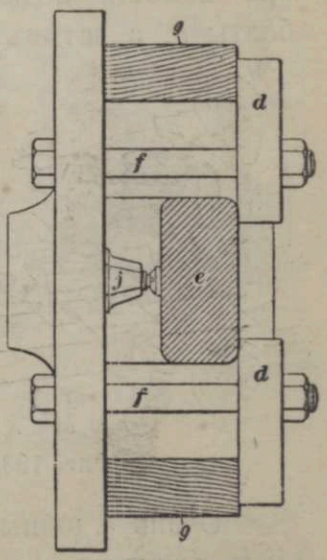
Фиг. 188.

передвигаемаго въ пазу при помощи винта собственно кулачка *b*. Такіе кулачки, когда они привинчены къ планшайбѣ, обращаютъ ее въ патронъ (фиг. 186). На фиг. 187 показано болѣе простое устройство кулачковъ, въ которыхъ издѣліе зажимается винтами *r*. Здѣсь размѣръ заплечика *a* долженъ быть во всѣхъ кулачкахъ одинаковъ, чтобы на это заплечико можно было опирать издѣліе при установкѣ.



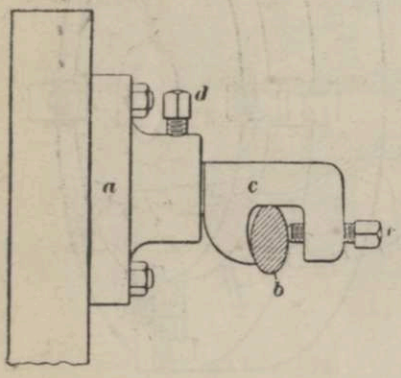
Фиг. 189.

113. Примѣры установки деталей на планшайбѣ. Фиг. 188 представляетъ очень простой способъ прикрѣпленія къ планшайбѣ фланца, у котораго нужно обточить внутреннюю втулку *f*. Фланецъ прямо прижимается къ планшайбѣ и держится 4-мя прихватками. Если у такого фланца нужно обточить и поверхность *r* или требуется произвести обточку многихъ фланцевъ, то такое закрѣпленіе не годится и нужно прибѣгнуть къ одному изъ способовъ, указанныхъ на фиг. 186 или 187.

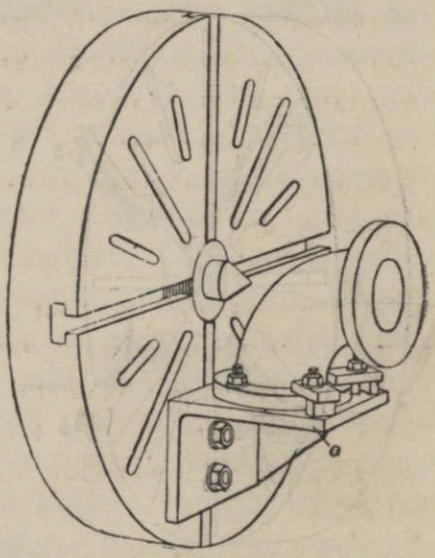


Фиг. 190.

Когда нужно къ планшайбѣ прикрѣпить для обработки кривошипъ (фиг. 189), то это можно сдѣлать, захватывая ступицу кривошипа тремя кулачками *c*, подобными изображеннымъ на фиг. 186. Соединительная часть кривошипа закрѣпляется двумя прихватками *dd*. W—контръ-грузъ, уравновѣшивающій привернутый къ планшайбѣ кривошипъ. Фиг. 190 представляетъ разрѣзъ по *ab* фиг. 189 и показываетъ расположеніе прихватокъ: *gg* подставки, *ff* — болты, притягивающіе прихватки *dd*. (Болты должны быть поставлены насколько возможно ближе къ закрѣпляемому издѣлію), *i* маленькій домкратикъ, подставленный подъ соединительную часть кривошипа, чтобы она не прогнулась подъ нажатіемъ прихватокъ *dd*.

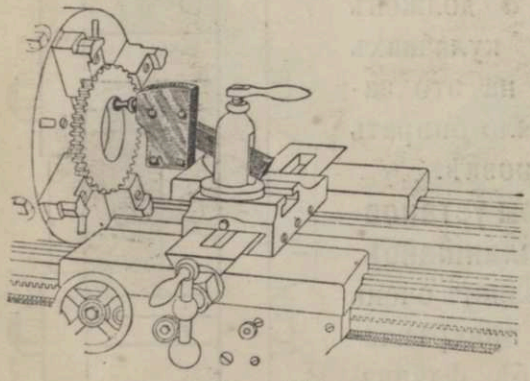


Фиг. 191.

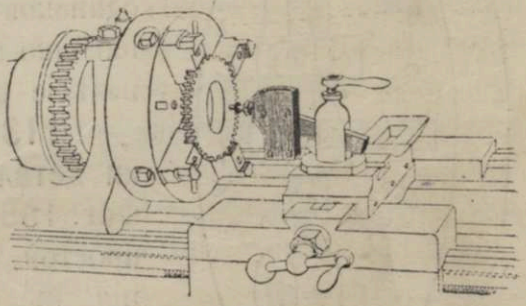


Фиг. 192.

Если къ планшайбѣ прикрѣпляются для обточки шкивы, то они могутъ быть очень удобно закрѣплены за спицы, для этого къ планшайбѣ привертываются кулачки, устройство которыхъ показано на фиг. 191. Часть *c* имѣетъ цилиндрическій шипъ, который входитъ плотно въ отверстіе въ части *a* и закрѣпляется тамъ болтомъ *d*. Сама спица *b* прижимается болтомъ *e*. Когда шкивъ при помощи подкладокъ вывѣренъ на планшайбѣ, зажимаютъ сначала болты *e*, а затѣмъ зажимаютъ болты *d*. Подобные захватки могутъ быть придуманы для различныхъ работъ.



Фиг. 193.



Фиг. 194.

Очень удобнымъ и имѣющимъ большое примѣненіе приспособленіемъ является *угольникъ* (фиг. 192). Угольникъ имѣетъ три обстроганныя плоскости, расположенныя подъ углами въ 90°. Если желаютъ обточить двѣ плоскости взаимноперпиндикулярныя, какъ, наприм., фланцы колѣна, то такую деталь привертываютъ къ угольнику, обтачиваютъ одинъ фланецъ, затѣмъ ставятъ обработанную поверхность на угольникъ и обтачиваютъ другой фланецъ. Подобно этому можетъ встрѣтиться очень много другихъ работъ.

При закрѣпленіи на планшайбѣ или на угольникѣ издѣлій, опирающихся на обработанныя поверхности, всегда является опасность, что они соскользнутъ. Для предупрежденія этого слѣдуетъ между обработанными поверхностями прокладывать листъ бумаги, что увеличиваетъ треніе.

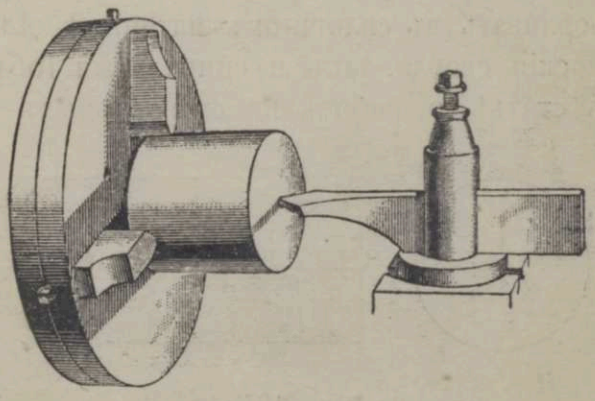
При установкѣ на планшайбѣ и въ патронахъ незамѣнимымъ инструментомъ является индикаторъ, при помощи котораго издѣліе можетъ быть установлено очень быстро и очень точно. Отмѣтки мѣломъ, о которыхъ было говорено, примѣнимы только при установкѣ еще необработанныхъ издѣлій. *Если же на издѣліяхъ имѣются уже обработанныя поверхности, руководствуясь которыми издѣліе и должно быть установлено на планшайбѣ, то въ такихъ случаяхъ всегда долженъ примѣняться индикаторъ.*

На фиг. 193—194 представлена провѣрка индикаторомъ правильности установки въ патронѣ шестерни, руководствуясь ранѣе расточеннымъ отверстіемъ и обточенной плоской поверхностью.

Такимъ же образомъ можно провѣрить правильность движенія отверстія въ шпинделѣ, въ который вставляется центръ, а также и правильность самого шпинделя и центра.

Сверленіе и разсверливаніе отверстій.

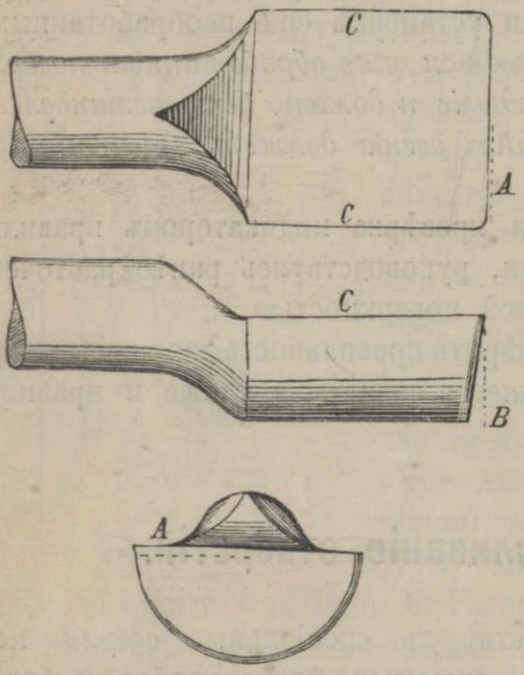
Для сверленія отверстій существуютъ спеціальные *сверлильные станки*, на которыхъ эта работа совершается болѣе удобно и болѣе быстро, и потому *къ сверленію на самоточкахъ прибѣгаютъ въ исключительныхъ случаяхъ*, а именно: *когда требуется просверлить отверстіе на строго опредѣленномъ мѣстѣ*. Въ этомъ случаѣ центръ отверстія можетъ быть точно отмѣченъ на издѣліи и затѣмъ издѣліе устанавливается на планшайбѣ такъ, чтобы ось вращенія издѣлія строго совпадала съ центромъ отверстія (этого легко можно достичь при помощи индикатора фиг. 104). Если затѣмъ въ суппортѣ будетъ прочно закрѣпленъ рѣзецъ, то онъ вырѣжетъ отверстіе, ось котораго *непремѣнно* будетъ совпадать съ осью вращенія издѣлія, а слѣдовательно и съ центромъ отверстія. Въ этомъ и состоитъ существенное отличіе сверленія на самоточкахъ и на сверлильныхъ станкахъ: на самоточкахъ издѣліе вращается и, при прочно зажатомъ рѣзцѣ, ось отверстія непремѣнно совпадетъ съ осью вращенія издѣлія (прогибъ рѣзца можетъ только увеличить діаметръ отверстія), а на сверлильныхъ станкахъ вращается



Фиг. 195.

сверло, которое, въ силу упругости, можетъ отклониться въ сторону и отверстіе получится не на желаемомъ мѣстѣ.

Затѣмъ къ сверленію на самоточкахъ прибѣгаютъ въ томъ случаѣ, *когда въ издѣліи, кромѣ отверстія, приходится обтачивать и другія концентричныя съ нимъ поверхности*, наприм., въ шкивахъ—просверливаніе центральнаго отверстія и обточка обода. Понятно, что для полнаго совпаденія осей такихъ концентричныхъ поверхностей будетъ удобнѣе сверленіе и обточку дѣлать на одномъ станкѣ.

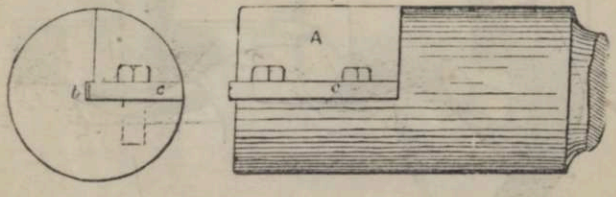


Фиг. 196.

Точно также *необходимо на самоточкахъ производить высверливаніе длинныхъ отверстій, ось которыхъ должна совпадать съ осью издѣлія*, напримѣръ высверливаніе дула орудія, пустотѣлаго вала, шпинделя самоточки и т. п. При такихъ работахъ, если вращается издѣліе, то ось отверстія, какъ было сказано, непремѣнно будетъ совпадать съ осью вращенія издѣлія, а при сверленіи вращающимся сверломъ и неподвижномъ издѣліи ось отверстія можетъ сильно уклониться въ сторону.

Вполнѣ точно отверстіе можно получить только при помощи развертки.

Отверстія небольшого діаметра (примѣрно до 25 мм.) лучше просверливать въ сплошномъ матеріалѣ. Для этого могутъ примѣняться какъ плоскія сверла, такъ и спиральныя (объ ихъ устройствѣ будетъ сказано въ статьѣ о работѣ на сверлильныхъ машинахъ), которыя вставляются въ особыхъ патронахъ въ заднюю бабку. Въ началѣ сверленія, пока въ металлъ врѣзается конусъ сверла, направленіе свободнаго сверла неустойчиво и оно можетъ уйти въ сторону; только послѣ того какъ въ металлъ нѣсколько углубится цилиндрическая часть сверла, оно получаетъ болѣе надежное направленіе. Поэтому, прежде чѣмъ начинать работу сверломъ, нужно точно намѣтить направляющую впадину для сверла. Для этого въ суппортъ плотно зажимается сверло-рѣзецъ, представленное на фиг. 195, которое и продѣлываетъ направляющій конусъ. Сверло имѣетъ плоскую верхнюю грань, которая подводится горизонтально и какъ разъ на высотѣ оси вращенія издѣлія. Такое сверло, прочно закрѣпленное въ суппортѣ, образуетъ въ издѣліи конусное отверстіе, ось котораго будетъ точно

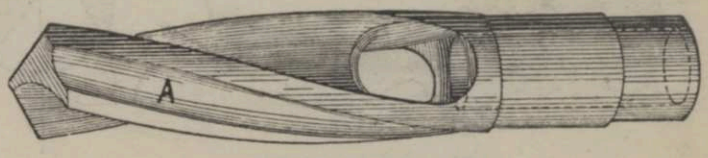


Фиг. 197.

совпадать съ осью вращенія издѣлія; это отверстіе служитъ затѣмъ направляющимъ для дальнѣйшаго сверленія спиральнымъ сверломъ.

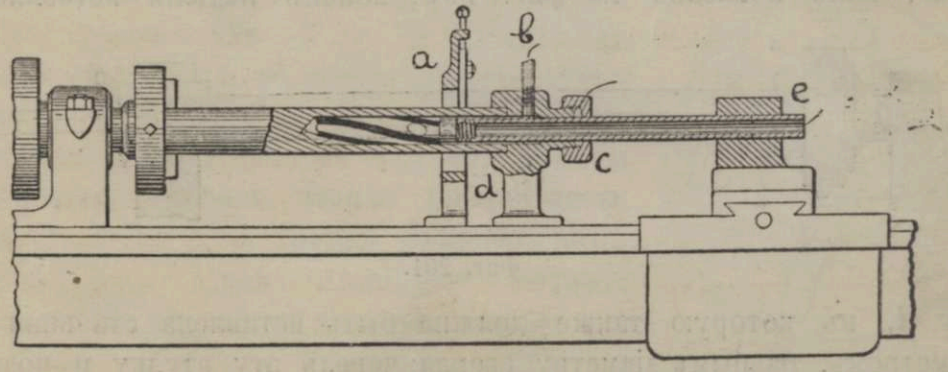
Если приходится сверлить много однихъ и тѣхъ же предметовъ, то къ суппорту можетъ быть привернутъ люнетъ съ поправляющей стальной втулкой, которой спиральное сверло будетъ сразу точно направляться, безъ предварительнаго вытачиванія конуса.

Прекраснымъ **орудіемъ для просверливанія очень длинныхъ** отверстій въ сплошномъ металлѣ является сверло, изображенное на фиг. 196. Часть *CC* вытачивается цилиндрической съ діаметромъ, равнымъ діаметру отверстія; рѣжущимъ ребромъ является часть A. Уголъ зазора (*B*) дѣлается небольшой. Острымъ затачивается только ребро *A*, остальныя части имѣютъ слегка скругленныя ребра и служатъ только для направленія, но не должны рѣзать металла. Для такого сверла нужно только начать отверстіе рѣзцомъ, а затѣмъ оно пойдетъ само и дастъ правильное отверстіе съ гладкой поверхностью. *Скорость рѣзанія* должна быть небольшая, *не больше 5 метр. въ мин.* Имѣя въ виду возможность расширенія сверла при закаливаніи, діаметръ его цилиндрической части долженъ быть исполненъ на станкѣ приблизительно на 1/50 меньше.



Фиг. 198.

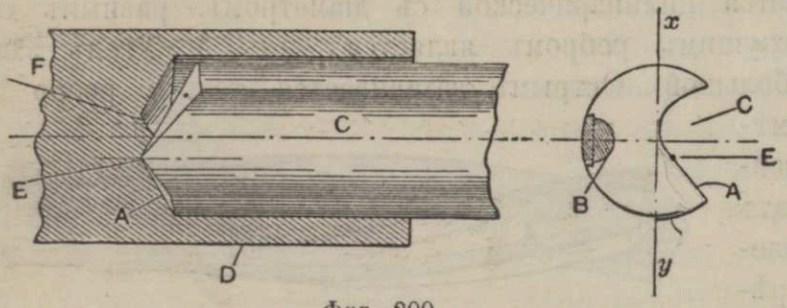
Если приходится высверливать **очень длинныя отверстія** и **очень большого діаметра**, напримѣръ, при исполненіи артиллерійскихъ орудій, тогда сверлу придаютъ форму, изображенную на фиг. 197. Здѣсь самый стержень сверла можетъ быть приготовленъ изъ болѣе дешеваго матеріала; *изъ инструментальной же стали приготовляется лишь рѣжущая часть c*, которая привертывается болтами къ стержню. Для того, чтобы получить болѣе выгодный уголъ рѣзанія, около рѣжущаго ребра, на рѣжущей грани, можетъ быть вынута небольшая канавка; уголъ зазора придается тотъ же, какъ и въ предыдущемъ случаѣ. Стержень сверла дѣлается нѣсколько меньшаго діаметра, чѣмъ головка и въ образующемся кольцевомъ промежуткѣ могутъ быть проложены



Фиг. 199.

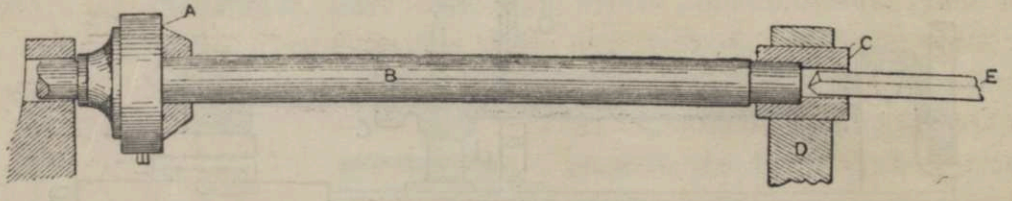
трубки, по которымъ будетъ приводиться содовая вода или масло для смазки рѣжущаго ребра и охлажденія, а также этой водой могутъ вымываться изъ отверстія получающіяся стружки.

Чтобы уменьшить количество срѣзаемаго металла при высверливаніи отверстій въ сплошномъ металлѣ, иногда стержни такихъ сверлъ дѣлаютъ не сплошными, а въ видѣ трубки, и на торцевомъ концѣ закрѣпляютъ нѣсколько рѣзцовъ; тогда такое сверло вырѣзаетъ только кольцевую часть, сердцевина же металла остается нетронутой и проходитъ внутрь трубчатаго сверла. Эту сердцевину можно, вынимая сверло, постепенно отламывать, вводя внутрь клинообразный инструментъ.



Фиг. 200.

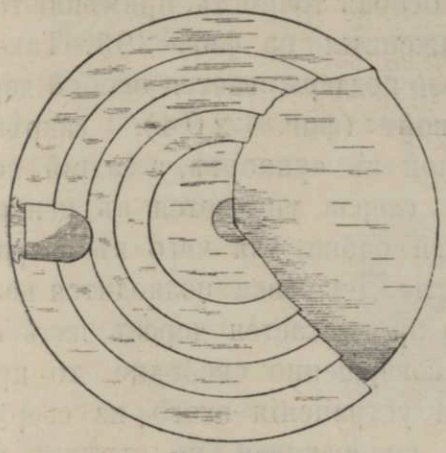
На фиг. 198 представлено спиральное сверло, изготовляемое заводомъ Morse Twist-Drill C°, New Bedford, Mass, для сверленія длинныхъ отверстій. Сверло пустотѣлое, кромѣ того, на боковыхъ граняхъ прорѣзаны канавки *A*, по которымъ къ рѣжущему ребру подводится масло. Сверло привинчивается къ трубкѣ нѣсколько меньшаго діаметра чѣмъ діаметръ просверливаемаго отверстія, которая закрѣпляется въ суппортъ (фиг. 199). Издѣліе, въ которомъ должно быть просверлено отверстіе, однимъ концомъ зажато въ патронѣ станка, а другой конецъ поддерживается люнетомъ *a*. Для направленія сверла сначала отверстіе на небольшую глубину высверливаютъ рѣзцомъ или же, какъ показано на фиг. 199, конецъ издѣлія вставляется во



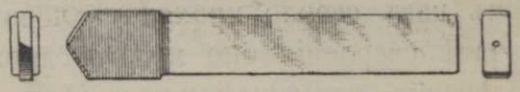
Фиг. 201.

втулку *d*, въ которую также должна быть вставлена стальная втулка съ діаметромъ, равнымъ діаметру сверла; черезъ эту втулку и подводится сверло, и такимъ образомъ получаетъ вполнѣ точное направленіе. По трубкѣ *b*, подъ большимъ давленіемъ, накачивается масло, которое по канавкамъ *A* проходитъ къ рѣжущему ребру, уменьшаетъ треніе, охлаждаетъ сверло и затѣмъ вмѣстѣ со стружками выходитъ по трубкѣ *e*; *c* сальникъ, не позволяющій маслу вытекать изъ втулки. Заводъ приготовляетъ такія сверла до 75 мм. въ діаметрѣ и рекомендуетъ для нихъ скорость рѣзанія на внѣшней поверхности отверстія, при сверленіи инструментальной стали до 7 метр. въ минуту и подачу 0,0625 мм. при каждомъ оборотѣ; для машинной стали соотвѣтственно 14 метр. при подачѣ 0,0875 мм.

Заводъ *Праттъ и Уйтней* (Pratt & Whitney C°., Hartford Conn.) для сверленія длинныхъ отверстій (напримѣръ, на оружейныхъ заводахъ) предлагаетъ сверла, изображенныя на фиг. 200. Рѣжущимъ ребромъ является *A*; канавка *C* служитъ для отведенія стружекъ, канавка *B*—для подведенія масла подъ большимъ давленіемъ. Торецъ сверла затачивается такимъ образомъ, что вершина конуса *E* не совпадаетъ съ осью сверла, вслѣдствіе чего при сверленіи на днѣ отверстія получается центральное возвышеніе *EF*, которое направляетъ сверло; отверстіе получается очень точное.



Фиг. 202.

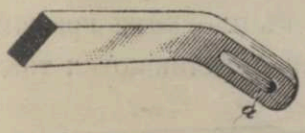


Фиг. 203.

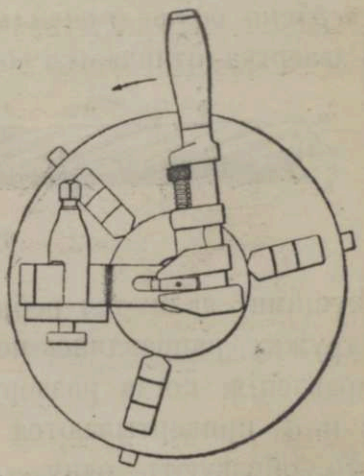
Заводъ рекомендуетъ вести сверленіе при очень малыхъ подачахъ и при большихъ скоростяхъ рѣзанія, доходящихъ до 45 метр. въ минуту на цилиндр. поверхности отверстія. Сверла приготовляются изъ очень твердой стали, такъ что рѣжущее ребро мало изнашивается.

Издѣліе, какъ всегда, закрѣпляется въ патронѣ *A* (фиг. 201) другой конецъ закрѣпляется въ люнетѣ *D*. Сверло *E* подводится къ издѣлію черезъ втулку *c*, плотно пригнанную къ сверлу, такъ, что сверло центрируется вполнѣ точно.

При высверливаніи большихъ отверстій конусъ дѣлается ступеньчатый и масло подводится при давленіи отъ 10 до 13 атм., рѣжущее ребро получается въ видѣ ломаной линіи (фиг. 202), чтобы разбивать стружку на отдѣльные кусочки и облегчать ей выходъ. Какъ и въ предыдущемъ случаѣ, сверло припаивается къ трубкѣ, діаметръ которой нѣсколько меньше, чѣмъ діаметръ сверла.



Фиг. 204.

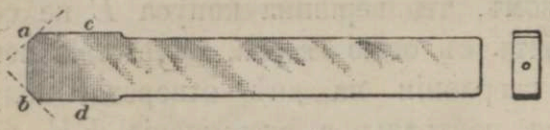


Фиг. 205.

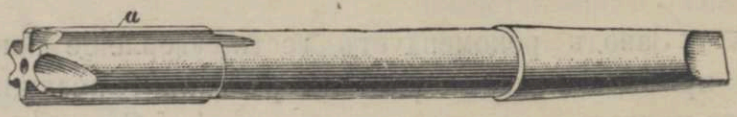
Рѣжущее ребро *A* (фиг. 200) у такого сверла направлено по радіусу и рѣжетъ по всей длинѣ не такъ, какъ у спиральнаго сверла, гдѣ у центра рѣжущія ребра не рѣжутъ.

Величина угла зазора рѣжущей грани, насколько долженъ быть сдвинутъ центръ отъ оси, на какое число ступеней долженъ быть разбитъ конусъ, зависятъ отъ матеріала, въ которомъ сверлится отверстіе: въ мягкомъ матеріалѣ центральная опора должна быть болѣе солидна и центръ долженъ быть смѣщенъ больше, чѣмъ въ твердой стали.

Отверстія значительной величины (отъ 25 до 75 мм.) въ отливкахъ получаются обыкновенно при помощи простановки стержней, а въ желѣзѣ или пробиваются или предварительно просверливаются меньшаго размѣра указаннымъ способомъ, а затѣмъ разсверливаются и доводятся до желаемой величины. Гдѣ не требуется особая точность, примѣняются для разсверливанія **плоскія сверла**, изображенныя на фиг. 203. Такое сверло поддерживается особой державкой (фиг. 204), закрѣпленной въ суппортѣ, а задній конецъ сверла упирается въ центръ задней бабки, для чего въ сверлѣ имѣется соотвѣтствующее центровое отверстіе. Державка подводится возможно близко къ мѣсту сверленія и сверло пропускается черезъ пазъ *a*. Такъ какъ сверло проходитъ черезъ пазъ совершенно свободно, то при началѣ сверленія оно можетъ дрожать; для устраненія этого на сверло надѣваютъ *разводной ключъ* (фиг. 205) и, поворачивая по стрѣлкѣ въ сторону вращенія шпинделя самоточки, прижимаютъ сверло плотно къ прорѣзу державки, чѣмъ и устраняютъ его дрожаніе въ началѣ сверленія.

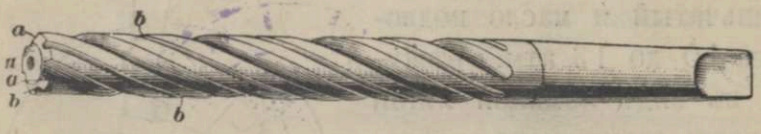


Фиг. 206.

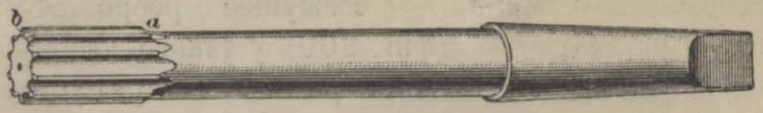


Фиг. 207.

Отверстіе, полученное такимъ образомъ, ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть ни вполнѣ круглымъ ни вполнѣ прямымъ. Просверленное плоскимъ сверломъ отверстіе *можетъ быть разсверлено болѣе правильно* при помощи **плоской развертки** (фиг. 206). Развертка отличается отъ сверла тѣмъ, что у нея части *c* и *d* представляютъ правильныя цилиндрическія поверхности съ діаметромъ, равнымъ діаметру отверстія; рѣжущими являются ребра *a* и *b*; они должны снимать лишь тонкую стружку, направляясь поверхностями *c* и *d*. Иногда для еще лучшаго направленія, когда развертка имѣетъ большіе размѣры, къ плоскимъ гранямъ *c* и *d*, привертываются деревянныя подушки, которыя обтачиваются такъ, что образуютъ одну цилиндрическую поверхность съ поверхностями *c* и *d*.



Фиг. 208.

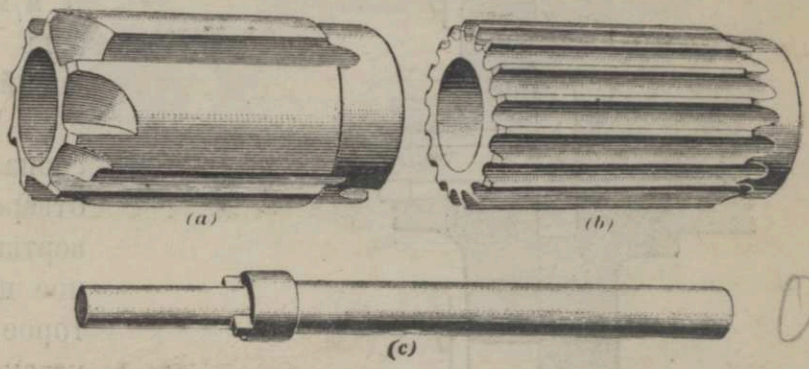


Фиг. 209.

Болѣе совершеннымъ инструментомъ для разсверливанія отверстій является **сверло-развертка**, представленное на фиг. 207. Часть *a* представляетъ цилиндрическую поверхность съ діаметромъ, равнымъ діаметру отверстія. *Этотъ инструментъ даетъ обыкновенно размѣръ отверстія нѣсколько большій, чѣмъ діаметръ части a*, вслѣдствіе истиранія поверхности отверстія бокамп развертки.

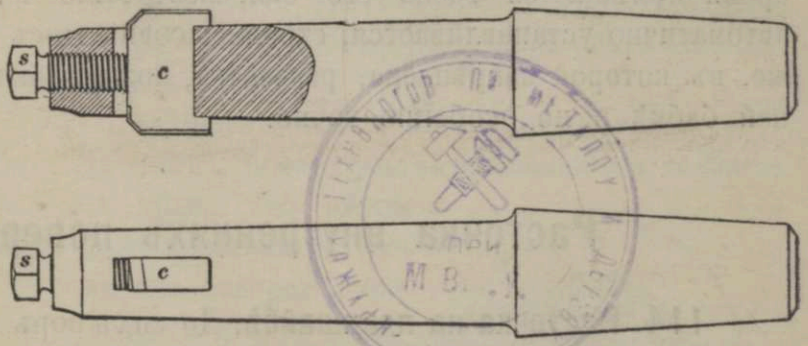
Очень хорошимъ инструментомъ для разсверливанія длинныхъ отверстій *представляется сверло-развертка*, изображенное на фиг. 208. Здѣсь рѣжущія ребра *a*; стружки выходятъ по большимъ канавкамъ; малыя канавки *b* сдѣланы для того, чтобы получить зазоръ и чтобы вводить масло или другія смазывающія вещества къ рѣжущимъ ребрамъ.

Для вполнѣ точной отдѣлки отверстій употребляются развертки, изображенныя на фиг. 209. (Объ изготовленіи всѣхъ этихъ инструментовъ будетъ сказано болѣе подробно въ другомъ мѣстѣ). Здѣсь рѣжущими ребрами являются ребра *ab*. *Развертка* эта *должна сообщать отверстію нормальный размѣръ* и *должна снимать слой не больше 0,125 мм.* Сообразно съ этимъ отверстію долженъ быть приданъ предварительный размѣръ инструментами фиг. 208. Въ виду того, что отъ развертки требуется очень точная работа (точность до 0,01 мм.), обращеніе съ ней должно быть очень осторожное: *скорость рѣзанія и размѣръ питанія должны быть очень небольшіе*, кромѣ того, *нужно постоянно слѣдить, чтобы развертка не утеряла своихъ надлежащихъ размѣровъ.*



Фиг. 210.

Чтобы удешевить приготовленіе описанныхъ инструментовъ, ихъ рѣжущую часть приготовляютъ отдѣльно отъ стержня, какъ это представлено на фиг. 210 (*a* и *b* развертки, *c* стержень); въ такомъ случаѣ на одинъ и тотъ же стержень могутъ надѣваться развертки различныхъ размѣровъ.

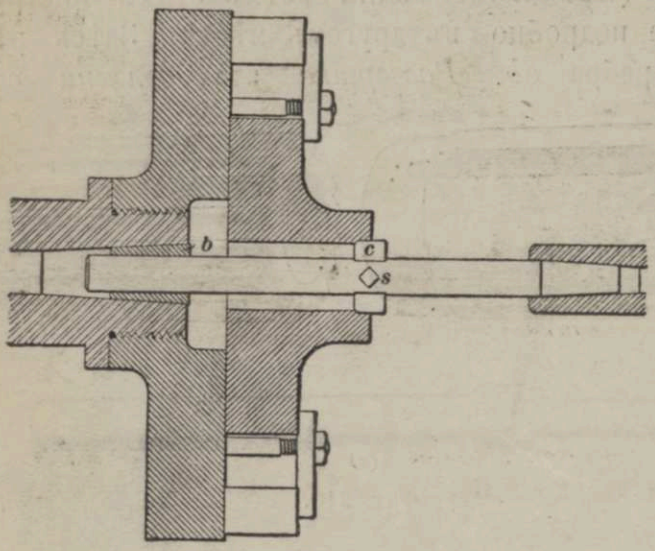


Фиг. 211.

Понятно, что описанныя сверла-развертки могутъ имѣться на заводѣ лишь для опредѣленныхъ нормальныхъ размѣровъ. Если бы пришлось разсверливать отверстіе, не подходящее къ этимъ размѣрамъ, то эта работа можетъ быть произведена при помощи **разбуровки**,—инструмента, изображеннаго на фиг. 211. Здѣсь рѣзецъ *c* можетъ быть легко приготовленъ любого размѣра. Если отверстіе очень длинно, то для лучшаго направленія стержень, въ который вставляется рѣзецъ, пропускается черезъ втулку *b*, вставленную въ шпиндель самоточки (фиг. 212). Разсверливаніе такимъ инструментомъ даетъ очень хорошіе результаты,

такъ что если не требуется особенно высокая точность, то можно имъ обойтись и безъ развертокъ.

Нужно замѣтить, что при началѣ работы разверткой-сверломъ, если отверстіе поставлено не центрально, сверло не въ состояніи начать правильно рѣзать, и потому въ такихъ случаяхъ необходимо начать разсверливаніе отверстія при помощи рѣзца, закрѣпленнаго въ суппортъ (фиг. 195), и углубить его настолько, чтобы сверло вошло въ отверстіе около 3—5 м/м., послѣ чего оно пойдетъ уже правильно само собой.

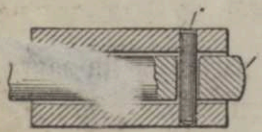


Фиг. 212.

Чтобы ось развертки совпала какъ разъ съ осью отверстія, на торцѣ развертки должно имѣться точное центровое отверстіе, которое упирается въ точно установленный центръ задней бабки. Или же стержень развертки долженъ закрѣпляться во втулку при помощи подвижного соединенія, представленнаго на фиг. 213. Какъ видно, здѣсь стержень развертки можетъ поворачиваться около штифта и въ то же время помѣщается вдоль его оси, вслѣдствіе чего ось развертки сама автоматично устанавливается, стремясь совпасть съ осью отверстія. Втулка же, въ которой закрѣплена, развертка, можетъ быть установлена на задней бабкѣ и не особенно точно.

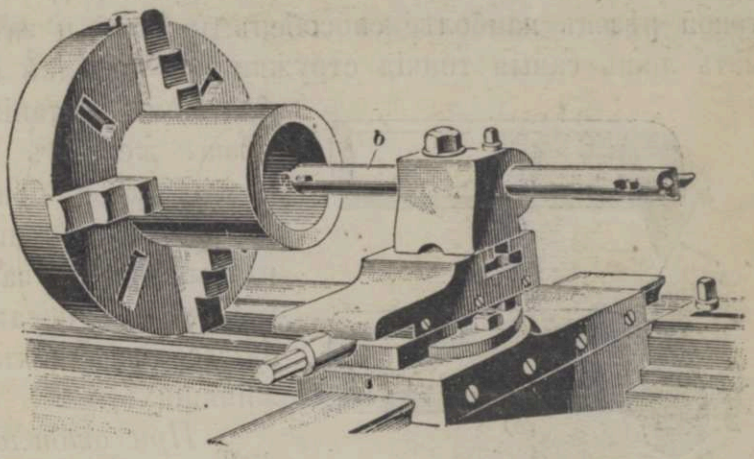
Расточка внутреннихъ поверхностей.

114. Расточка на планшайбѣ. До сихъ поръ мы разсматривали *разсверливаніе* сравнительно небольшихъ отверстій, до 75 м/м. Если обрабатывается внутренняя поверхность съ большимъ радіусомъ кривизны, то ее приходится уже *не разсверливать* сверломъ, *а растачивать рѣзцомъ*, зажатымъ въ суппортъ (фиг. 214).


Фиг. 213.

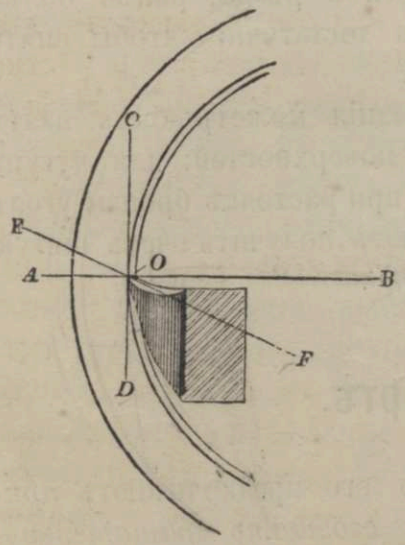
115. Форма рѣзцовъ для расточки внутреннихъ поверхностей. При рѣзаніи внутреннихъ цилиндрическихъ поверхностей угломъ рѣзанія будетъ DOF (фиг. 215); какъ видно, условія рѣзанія въ этомъ случаѣ менѣе выгодны, чѣмъ при обработкѣ наружныхъ выпуклыхъ поверхностей. Здѣсь такъ же, какъ и при обработкѣ внѣшнихъ поверхностей, уголъ рѣзанія для одного и того же рѣзца будетъ измѣняться съ измѣненіемъ перемѣщенія рѣзца въ вертикальномъ направленіи. Если рѣзецъ стоитъ

такъ, какъ показано на фиг. 215, то правильный уголъ рѣзанія уже довольно трудно придать рѣзцу, такъ какъ при необходимомъ большомъ углѣ зазора уголъ заострѣнія будетъ получаться слишкомъ острый и рѣзецъ окажется непрочнымъ. При повышеніи рѣзца уголъ рѣзанія будетъ становиться все болѣе и болѣе невыгоднымъ. Поэтому при обточкѣ внутреннихъ поверхностей стараются поставить рѣзецъ насколько возможно ниже, но ниже средины рѣдко опускаютъ, такъ какъ при этомъ рѣзецъ очень легко можетъ заѣсть, а, заѣдая, онъ еще больше будетъ углубляться въ металлъ, что еще больше будетъ вызывать заѣданіе, и потому рѣзаніе получится совершенно неправильное.



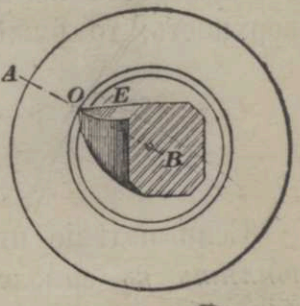
Фиг. 214.

Наиболѣе трудно придать правильные углы рѣзанія при расточкѣ отверстій малаго діаметра (фиг. 216). Здѣсь тѣло рѣзца заполняетъ почти все отверстіе. Вершина рѣзца помѣщается выше центра отверстія и уголъ рѣзанія получается тупымъ. Чтобы нѣсколько исправить этотъ недостатокъ, приходится въ рѣзцѣ около его рѣжущаго ребра OE дѣлать впадину.



Фиг. 215.

Невыгодныя условія обтачиванія внутреннихъ поверхностей заключаются также и въ томъ, что рѣзцы для прониканія ихъ внутрь отверстій приходится дѣлать длинными, далеко выступающими изъ зажима суппорта, вслѣдствіе чего такіе рѣзцы склонны пружинить, и потому въ данномъ случаѣ снятіе крупныхъ стружекъ и быстрое рѣзаніе трудно осуществить.



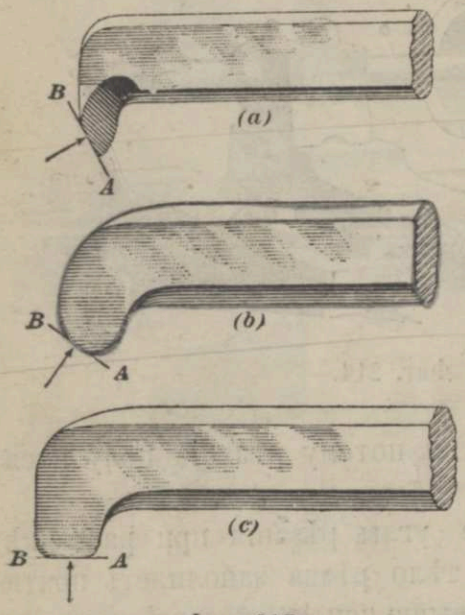
Фиг. 216.

Обыкновенно рѣзцамъ для внутренней обработки придаютъ форму, изображенную на фиг. 217 *a*, *b*, *c*.

Фиг. *a* представляетъ хорошую форму рѣзца для мелкихъ работъ. Онъ заточенъ подобно ромбоидальному рѣзцу; рѣжущее ребро *AB*. Сила, стремящаяся согнуть рѣзецъ, направлена по стрѣлкѣ, перпендикулярно къ этому ребру.

Фиг. *b* представляетъ рѣзецъ для болѣе крупныхъ предметовъ и для снятія болѣе крупныхъ стружекъ; рѣжущее ребро AB слегка скруглено.

Фиг. *c*. представляетъ рѣзецъ съ прямымъ широкимъ рѣжущимъ ребромъ. Давленіе на рѣзецъ направлено подъ прямымъ угломъ къ тѣлу рѣзца и будетъ давать наибольшій сгибающій моментъ. Въ виду этого такой рѣзецъ наиболѣе способенъ дрожать и заѣдать; имъ можно снимать лишь самыя тонкія стружки при отдѣлкѣ поверхностей и при небольшомъ питаніи. Если же подобные рѣзцы желаютъ примѣнить для отдѣлки поверхностей при большомъ питаніи, то это возможно лишь въ томъ случаѣ, если рѣзцы будутъ закрѣпляться въ особыхъ головкахъ, посаженныхъ на толстыхъ разсверливающихъ полосахъ, мало пружинящихъ.



Фиг. 217.

При отдѣлочной стружкѣ нужно быть очень осторожнымъ, чтобы не снять лишняго матеріала. Если при измѣреніи крумциркулемъ или калибромъ кажется, что издѣліе получило уже почти надлежащій размѣръ, то нужно снять стружку еще разъ, не переставляя рѣзца, и этого бываетъ достаточно, такъ при этомъ какъ прогибъ рѣзца, ранѣе болѣе нагруженнаго, будетъ меньше и этого будетъ достаточно, чтобы снять необходимую стружку, при меньшей нагрузкѣ.

При расточкѣ желѣза и стали уголъ рѣзанія можетъ быть взятъ такимъ же, какъ и при обточкѣ внѣшнихъ поверхностей; для чугуна уголъ рѣзанія долженъ быть болѣе тупой, а при расточкѣ бронзы уголъ рѣзанія берется не меньше 90^0, а если желаютъ получить очень чистую поверхность, то нужно его взять и больше 90^0.

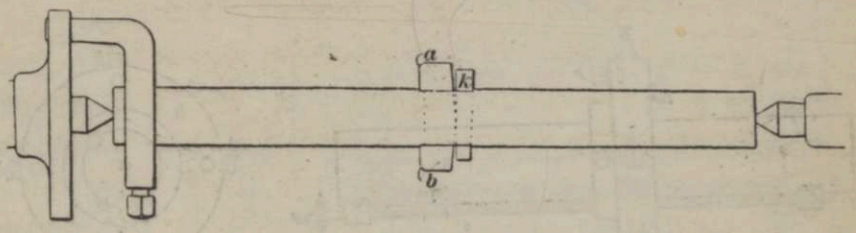
Расточка на суппортѣ.

Если издѣліе имѣетъ большую длину, то его предпочитаютъ *прикрѣплять къ салазкамъ суппорта, а рѣзцу сообщать вращательное движеніе при помощи особой* **полосы**, *посаженной на центрахъ.* *Рѣзцы въ полосѣ могутъ закрѣпляться неподвижно*, и въ такомъ случаѣ продольное перемѣщеніе сообщается суппорту съ закрѣпленнымъ на немъ издѣліемъ, или же *рѣзцы вмѣстѣ съ вращеніемъ перемѣщаются въ то же время и вдоль полосы*; въ такомъ случаѣ суппортъ съ закрѣпленнымъ на немъ издѣліемъ остается неподвижнымъ.

Закрѣпленные неподвижно въ полосѣ рѣзцы могутъ рѣзать или съ одной стороны или же обѣими выступающими изъ полосы концами. На фиг. 218 представленъ рѣзецъ, который заклинивается клиномъ *k* и

рѣжетъ обоими концами *a* и *b*. Такой рѣзецъ долженъ быть предварительно заточенъ до надлежащаго діаметра и затѣмъ закаленъ.

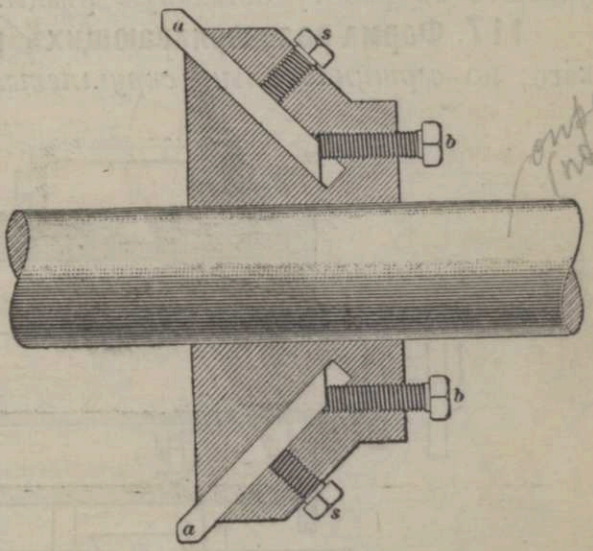
Если діаметръ растачиваемой поверхности очень великъ, такъ что рѣзецъ слишкомъ выступалъ бы изъ полосы, то въ такихъ случаяхъ на полосу надѣваютъ особую головку (фиг. 219), въ которой и закрѣпляются уже рѣзцы *aa*, удерживаемые болтами *ss* и *bb*. Такихъ рѣзцовъ обыкновенно берутъ нѣсколько, до 4-хъ. Изъ чертежа видно, что, подвинчивая болты *b*, рѣзцы могутъ быть установлены на большемъ или меньшемъ діаметрѣ. Если рѣзцы сработаются и будутъ коротки, то между ними и упорными болтами *b* нужно положить прокладки.



Фиг. 218.

Неудобство полосы съ неподвижно закрѣпленными рѣзцами въ томъ, что она должна имѣть большую длину,—длину разсверливаемаго отверстія, плюсъ длину самого издѣлія —и требуетъ большаго разстоянія между центрами, что не всегда можетъ быть удовлетворено и, кромѣ того, полоса пружинитъ, давая неправильную цилиндрическую поверхность, поэтому для *крупныхъ предметовъ обыкновенно употребляются полосы съ передвижными на нихъ рѣзцами*.

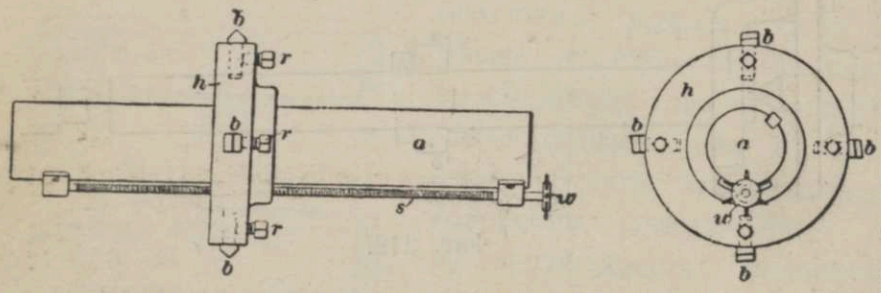
Такая полоса представлена на фиг. 220. На цилиндрическую полосу *a* надѣта на шпонкѣ шайба *h*; въ шайбѣ сдѣлана винтовая нарѣзка, черезъ которую проходитъ винтъ *s*, такъ что при вращеніи этого винта шайба *h* будетъ перемѣщаться по полосѣ *a*. Винтъ приводится во вращеніе при помощи звѣздочки *w*, которая цѣпляется за упоръ, при каждомъ поворотѣ полосы *a* и сама при этомъ повертывается. Въ шайбу вставляются рѣзцы *b* и закрѣпляются болтами *r*.



Фиг. 219.

На фиг. 221 представлено примѣненіе такой полосы для разсверливанія парового цилиндра. Верхніе салазки суппорта сняты, цилиндръ поставленъ на нижнія салазки и укрѣпленъ соотвѣтствующимъ образомъ, чтобы стоять на мѣстѣ. Движеніе полосѣ сообщается при помощи поводка, а перемѣщеніе шайбы производится при помощи звѣздочки *w*, упирающейся въ штифтъ *t*, закрѣпленный на задней бабкѣ. При такомъ устройствѣ при поворотѣ звѣздочки рѣзцы будутъ сразу подаваться впе-

редъ на нѣкоторую величину, и хотя, вслѣдствіе упругости всего механизма, особаго скачка въ рѣзаніи не будетъ, тѣмъ не менѣе рѣзаніе будетъ итти не совсѣмъ равномѣрно. Поэтому правильнѣе передачу къ винту, ведущему шайбу, сдѣлать при помощи шестерни, посаженной неподвижно на шпиндель задней бабки, и съ ней заставить сцѣпляться шестерню, посаженную на ведущій винтъ, вмѣсто звѣздочки *w*; тогда питаніе будетъ итти непрерывно и рѣзцы опишутъ правильныя винтовыя поверхности, которыя и образуютъ внутреннюю поверхность цилиндра.

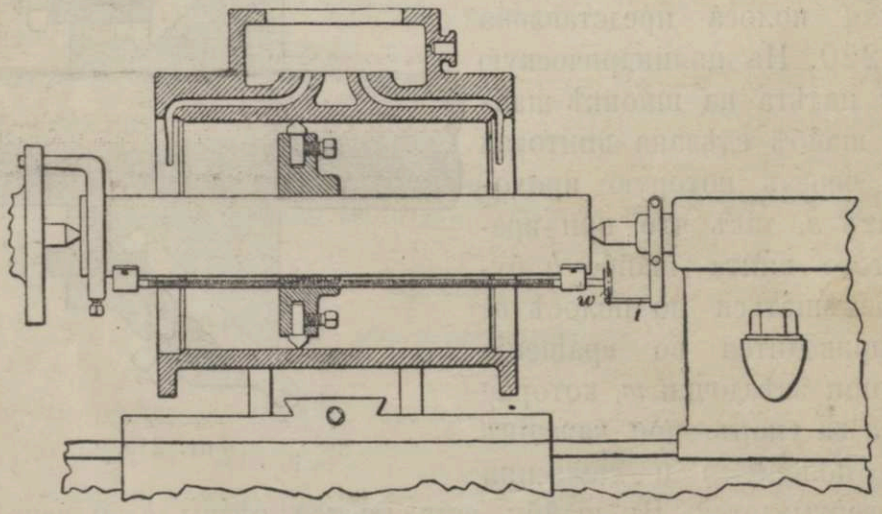


Фиг. 220.

Измѣняя отношеніе чиселъ зубцовъ у сцѣпляющихся шестерней, можно измѣнять по произволу величину питанія рѣзцовъ.

116. Установка рѣзцовъ на разсверливающей полосѣ. Когда издѣліе установлено, начинаютъ разсверливаніе сперва однимъ рѣзцомъ, пока не получатъ желательную глубину рѣзанія, и, пройдя небольшое разстояніе, пускаютъ въ работу остальные рѣзцы.

117. Форма разсверливающихъ рѣзцовъ такая же, какъ у ромбическаго, но *вершина сильно скругляется, уголъ зазора* дѣлается очень *не-*

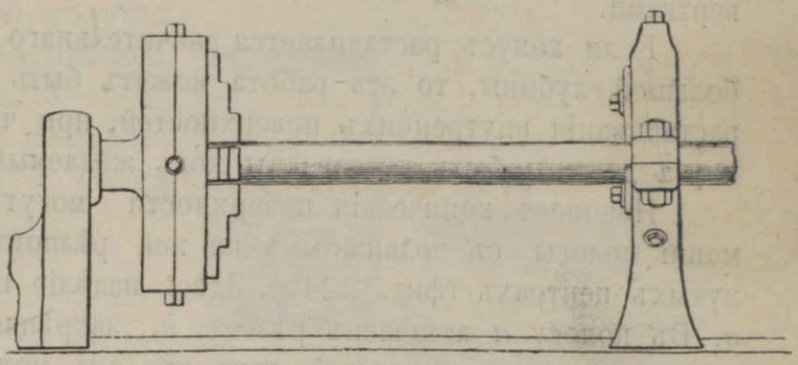


Фиг. 221.

большой. Первую стружку устанавливаютъ такъ, чтобы снимать толстый слой при небольшомъ питаніи. Отдѣлочную стружку, наоборотъ, берутъ для тонкаго слоя и большого питанія, поэтому *отдѣлочный рѣзецъ ставится съ широкимъ рѣжущимъ ребромъ и съ минимальнымъ угломъ зазора.*

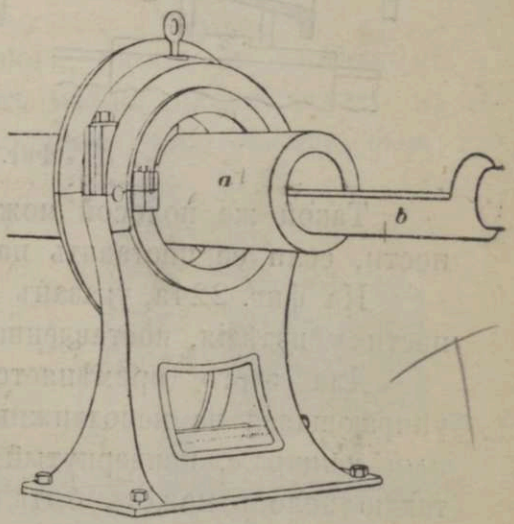
118. Возможныя погрѣшности работы. Если рѣжутъ всѣ 4 рѣзца приблизительно одинаково, то ихъ давленіе на полосу почти уравновѣши-

вается, и потому даже при снятіи крупной стружки нечего опасаться, что полоса прогнется или сдадутъ центры самоточки. Но если снятіе стружки распредѣлено между рѣзцами неравномѣрно, то при большой стружкѣ усиліе, уже не уравновѣшенное, можетъ оказаться слишкомъ большимъ для центровъ самоточки и полоса, не находя надлежащей опоры, дастъ неточную работу. Кромѣ того, самая полоса пружинитъ, давая неправильную цилиндрическую поверхность, наконецъ, конструкція салазокъ не приспособлена, чтобы на нихъ можно было удобно привертывать большіе предметы, и они усиліями рѣзцовъ легко могутъ быть сдвинуты съ мѣста. Въ виду этого *на самоточкахъ разсверливаніе крупныхъ предметовъ вести нераціонально; для этой работы существуютъ спеціальные станки:* **горизонтальные сверлильные**, на которыхъ полоса помѣщается въ спеціально конструированныхъ опорахъ. На такихъ станкахъ можно вести обработку очень энергично, не боясь получить неточную работу. Къ подобной же работѣ на самоточкахъ можно прибѣгать лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда не имѣется въ распоряженіи указанныхъ горизонтальныхъ сверлильныхъ станковъ.



Фиг. 222.

119. Примѣненіе люнета при разсверливаніи. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при обработкѣ тяжелыхъ издѣлій, когда нѣтъ спеціальныхъ разсверливающихъ станковъ и когда употребляется массивная полоса для разсверливанія, ее закрѣпляютъ не на центрахъ, а въ патронѣ и подпираютъ еще люнетомъ, какъ показано на фиг. 222. Для точной установки люнетъ подводится сначала къ патрону, здѣсь кулачки его устанавливаются по зажатой въ патронѣ полосѣ, закрѣпляются и затѣмъ, откинувъ верхнюю половину люнета, но не ослабляя кулачковъ, люнетъ отодвигаютъ до желаемаго мѣста.



Фиг. 223.

Люнетомъ иногда поддерживается также и зажатое въ патронѣ и подвергающееся растачиванію издѣліе. Такой случай представленъ на фиг. 223. Здѣсь *a* дуло орудія, закрѣпленнаго въ патронѣ станка и поддерживаемое люнетомъ; *b* сверло особой конструкціи, которымъ разсверливается внутренность дула [1]).

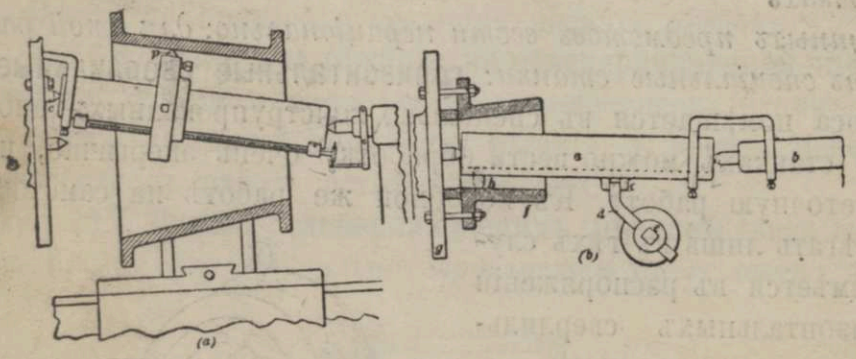
[1]) Для такихъ работъ скорость рѣзанія берется очень незначительная (2—3 мет. въ мин.), такъ какъ найдено, что большія скорости въ данномъ случаѣ невыгодны вслѣдствіе частыхъ поломокъ очень цѣнныхъ инструментовъ.

Разсверливаніе и расточка коническихъ поверхностей.

Небольшія коническія отверстія могутъ быть просверлены сначала цилиндрическими, какъ это было описано, при помощи обыкновенныхъ сверлъ, а затѣмъ развернуты до желаемаго конуса коническими развертками.

Если конусъ растачивается значительнаго діаметра, но не особенно большой глубины, то эта работа можетъ быть произведена рѣзцомъ для растачиванія внутреннихъ поверхностей, при чемъ верхнія салазки суппорта должны быть поставлены подъ желаемымъ уклономъ.

Наконецъ, коническія поверхности могутъ быть обточены при помощи полосы съ подвижнымъ на ней рѣзцомъ, поставленной на сдвинутыхъ центрахъ (фиг. 224b). Здѣсь издѣліе привернуто къ планшайбѣ *g*. Въ полосу *a* вставленъ рѣзецъ *h*, закрѣпленный въ прорѣзѣ (при помощи ласточкина хвоста), такъ что онъ можетъ передвигаться вдоль полосы при нажатіи на выступъ *c*. Это нажатіе производится при помощи стержня *d*, закрѣпленнаго въ суппортѣ, который передвигается отъ самохода станка.



Фиг. 224.

Такой же полосой можно разсверливать и цилиндрическія поверхности, если ее поставить на точно установленные центры.

На фиг. 224a, указанъ способъ разсверливанія конической поверхности у издѣлія, поставленнаго на салазки суппорта.

Для этого примѣняется обыкновенная полоса, однимъ концомъ упирающаяся на неподвижный центръ, а другимъ опирающаяся на *ложный центръ c*, привернутый къ планшайбѣ. Изъ чертежа видно, что въ такую полосу можетъ быть вставленъ только одинъ рѣзецъ *p* при чемъ рѣжущее остріе этого рѣзца должно лежать въ плоскости, проходящей черезъ всѣ три центра самоточки, иначе получится не коническая поверхность.

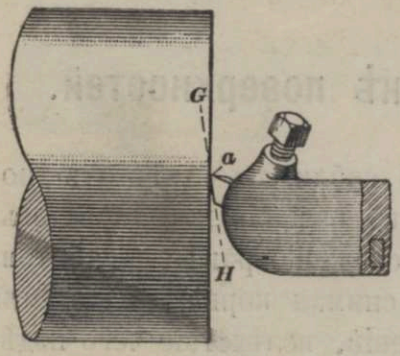
Обточка плоскихъ поверхностей.

Облицовка фланцевъ, торцевъ и др. производится, закрѣпляя издѣліе на планшайбѣ и передвигая рѣзецъ поперекъ станины. *Чтобы получить правильную плоскую поверхность, шпиндель станка долженъ плотно лежать въ опорахъ, салазки суппорта должны плотно прилегать къ направляющимъ*; всякій имѣющійся въ движеніи зазоръ

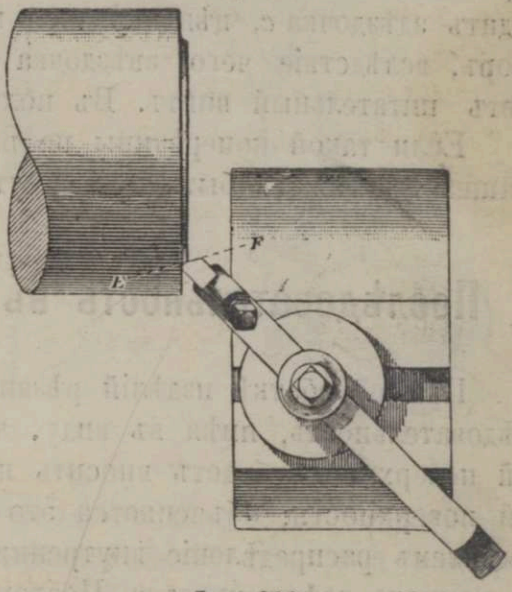
внесетъ неточность работы. Кромѣ того, *передвиженіе салазокъ должно быть строго перпендикулярно къ оси вращенія издѣлія.*

120. Рѣзцы примѣняются со округленнымъ рѣжущимъ ребромъ уголъ зазора 3—5; уголъ рѣзанія устанавливается нѣсколько меньше, чѣмъ при обточкѣ цилиндрическихъ поверхностей.

Фиг. 225—6 показываютъ, какъ рѣзецъ долженъ подводиться къ издѣлію. Если рѣзецъ прямой, то тѣло его ставится къ обрабатываемой плоскости подъ угломъ въ 30—45°. Рѣжущее ребро должно совпадать съ направленіемъ линіи E. F. Очень



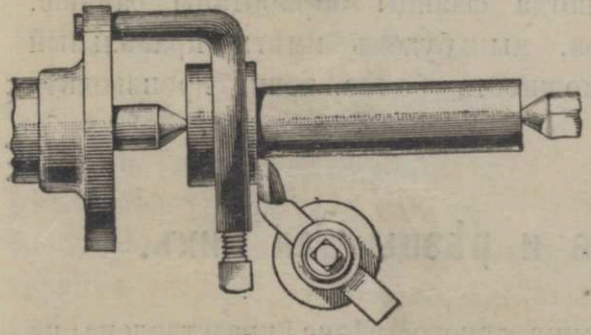
Фиг. 225.



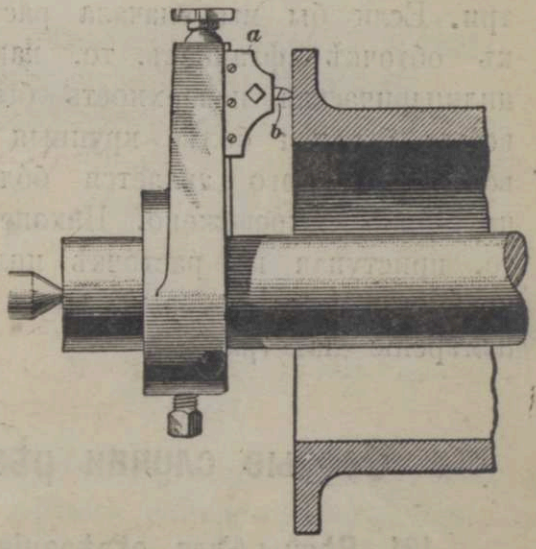
Фиг. 226.

часто, вмѣсто прямыхъ рѣзцовъ, употребляютъ рѣзцы съ изогнутымъ концомъ (фиг. 227), такъ какъ такой рѣзецъ можно ближе зажать въ суппортѣ и получить болѣе жесткимъ. *Рѣжущее ребро должно быть на высотѣ оси вращенія.*

Для **отдѣлки плоской поверхности** можетъ быть примѣненъ **подрѣзной рѣзецъ** (фиг. 227) или же съ **прямымъ поперечнымъ рѣжущимъ ребромъ**. Послѣдній имѣетъ то преимущество, что его можно питать въ любомъ направленіи. Если питаніе большое и стружка крупная, то нужно остерегаться, чтобы рѣзецъ не заѣлъ.



Фиг. 227.



Фиг. 228.

Такъ какъ скорость рѣзанія будетъ мѣняться по мѣрѣ приближенія отъ периферіи къ центру, то приходится или мѣнять число оборотовъ

станка, передвигая ремень съ одной ступени на другую, или устанавливать какую-либо среднюю скорость.

Если издѣліе очень велико, то обточку его плоскихъ поверхностей, какъ и расточку, *производятъ устанавливая издѣліе на салазкахъ станка.* Тогда на ту же полосу, къ которой прикрѣпляются рѣзцы для разсверливанія, надѣвается **поперечина** (фиг. 228), въ которой передвигается ползунъ *a*, приводимый въ движеніе винтомъ; на винтѣ сидитъ здѣздочка *c*, цѣпляющаяся при каждомъ оборотѣ за какой-либо упоръ, вслѣдствіе чего звѣздочка немного поворачивается и поворачиваетъ питательный винтъ. Въ ползушкѣ *a* закрѣпленъ рѣзецъ *b*.

Если такой поперечины не имѣется, то для той же работы къ планшайбѣ можетъ быть привернутъ суппортъ.

Послѣдовательность въ обработкѣ поверхностей.

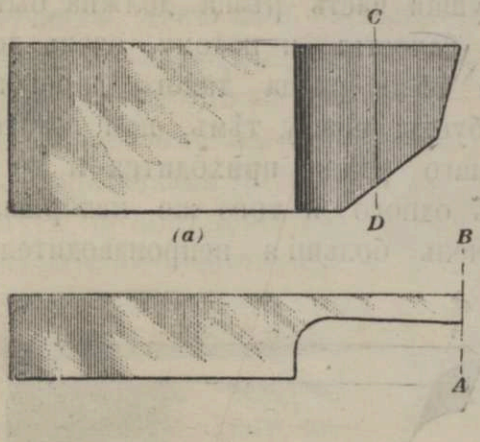
При обработкѣ издѣлій рѣзаніемъ нужно соблюдать извѣстную послѣдовательность, имѣя въ виду, что обработка каждой послѣдовательной поверхности будетъ вносить нѣкоторое искаженіе ранѣе обработанной поверхности; объясняется это тѣмъ, что, снимая корку, мы всегда измѣняемъ распредѣленіе внутреннихъ напряженій, вслѣдствіе чего издѣліе немного деформируется. Поэтому **заканчивать обработку нужно тѣми поверхностями, которыя должны имѣть наибольшую точность.** Въ частномъ случаѣ при расточкѣ цилиндровъ и облицовкѣ фланцевъ нужно всегда сначала, по крайней мѣрѣ начерно, обработать фланцы и внѣшнія цилиндрическія поверхности, а потомъ растачивать цилиндръ внутри. Если бы мы сначала расточили цилиндръ, а потомъ приступили къ обточкѣ фланцевъ, то, какъ сказано, вслѣдствіе снятія корки, цилиндрическая поверхность была бы искажена; кромѣ того, снаружи всегда берутся болѣе крупныя стружки, чѣмъ при обточкѣ внутри, вслѣдствіе этого является бо́льшая опасность, что издѣліе будетъ какъ-либо потревожено. Наконецъ, когда фланцы обработаны раньше, то, приступая къ расточкѣ цилиндра, мы будемъ имѣть правильный край цилиндра, который дастъ возможность болѣе точно производить измѣреніе діаметра.

Особые случаи рѣзанія и рѣзцы для нихъ.

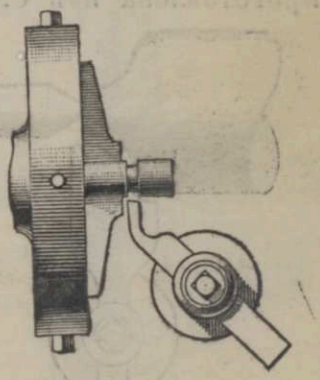
121. Рѣзцы для отрѣзанія. Форма такого рѣзца представлена на фиг. 229. Уголъ рѣзанія обыкновенно равенъ 90°. Установка рѣзца производится такимъ образомъ, что линія движенія его вершины проходитъ черезъ ось вращенія издѣлія. *Этимъ же рѣзцомъ производится прорѣзаніе глубокихъ канавокъ, подрѣзаніе прямыхъ угловъ и отрѣзаніе части издѣлія, закрѣпленнаго въ патронѣ* (фиг. 230). Вполнѣ перерѣзать предметъ, закрѣпленный на центрахъ такимъ рѣзцомъ нельзя;

предметъ можетъ быть только надрѣзанъ до извѣстной величины (фиг. 231), а затѣмъ онъ долженъ быть сломанъ или перерѣзанъ ножевкой. Если продолжать рѣзать рѣзцомъ, то образующійся тонкій перешеекъ не въ состояніи сопротивляться давленію рѣзца и издѣліе, прогнувшись, зажметъ рѣзецъ, что можетъ повести къ весьма непріятнымъ послѣдствіямъ.

122. Фасонные рѣзцы. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ для обточки неправильныхъ поверхностей, когда издѣліе повторяется въ большомъ числѣ

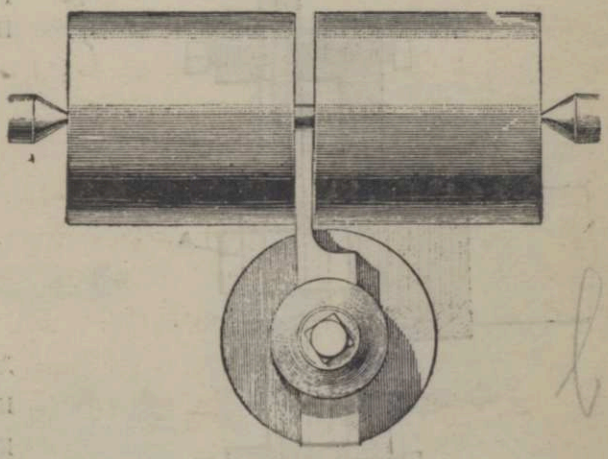


Фиг. 229.



Фиг. 230.

экземпляровъ, бываетъ выгодно приготовлять отдѣлочные фасонные рѣзцы, рѣжущее ребро которыхъ представляетъ образующую той поверхности, которую желаютъ получить (фиг. 232). Такіе рѣзцы имѣютъ одинъ и тотъ же уголъ зазора, получаемаго строганіемъ куска стали подъ уклономъ GH (фиг. 233) тонкимъ рѣзцомъ, приготовленнымъ опиливаніемъ отъ руки. Рѣзецъ получается массивнымъ и затачивается только верхняя грань. Рѣзецъ устанавливается такимъ образомъ, чтобы верхняя плоскость рѣзца проходила черезъ ось вращенія предмета, т.-е. уголъ рѣзанія берется равнымъ 90°. Длина рѣжущаго ребра можетъ быть взята очень большая (встрѣчаются рѣзцы съ рѣжущимъ ребромъ до 200 мм.) сообразно съ силой станка. Начерно матеріалъ снимается какимъ-либо другимъ рѣзцомъ, и только отдѣлочная стружка снимается фасоннымъ. Работа получается точная, и для сообщенія надлежащей гладкости поверхности при обработкѣ стали и желѣза рѣзецъ долженъ обильно смазываться масломъ.



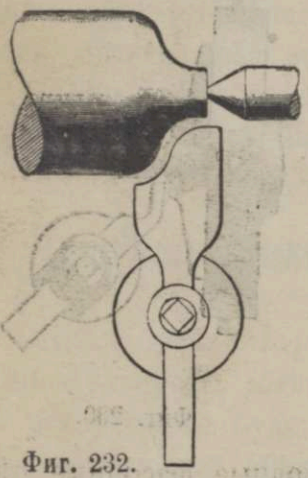
Фиг. 231.

На фиг. 234 представленъ фасонный рѣзецъ для обточки маховичковъ на заводѣ Landis Tool Co. Разсверленный и развернутый маховичекъ надѣвается на штифтъ A, вставленный въ шпиндель станка, привертывается прихватками къ патрону и затѣмъ его ободъ обтачивается

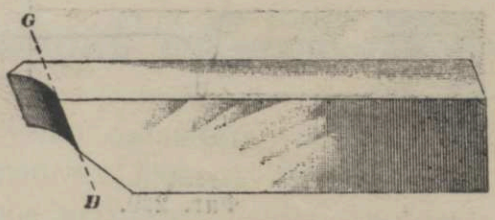
фасонными рѣзцами: сначала начерно рѣзцомъ R, а затѣмъ начисто рѣзцомъ F. Какъ видно, рѣзцы имѣютъ такую форму, что достаточно, подведя рѣзецъ къ издѣлію по направленію радіуса, продвинуть его въ одну и другую сторону вдоль оси, чтобы получить правильно обточенную поверхность обода.

Вставные рѣзцы.

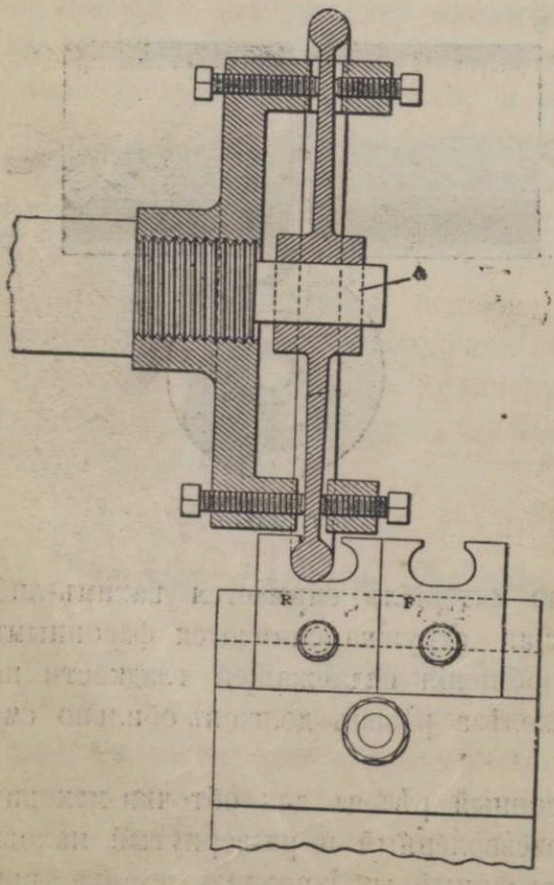
123. Державки для рѣзцовъ. Рѣжущая часть рѣзца должна быть приготовлена изъ стали очень высокихъ качествъ, и потому очень дорогой, самое же тѣло рѣзца такого дорогого матеріала не требуетъ; между тѣмъ, при изготовленіи обыкновеннаго рѣзца приходится и то и другое дѣлать изъ одного и того же матеріала, что вызываетъ очень большія непроизводительныя затраты. Для устраненія этого предложены особыя державки, которыя замѣняютъ собой тѣло рѣзца, закрѣпляющееся въ суппортъ. Въ такую державку вставляются небольшіе куски инструментальной стали, заточенные соотвѣтствующимъ образомъ и являющіеся собственно рѣзцомъ. На фиг. 235 и 236 представлены два образца такихъ державокъ. Въ державкѣ фиг. 235 приходится у рѣзца затачивать боковыя грани, дающія уголъ зазора; уголъ рѣзанія можетъ быть измѣненъ соотвѣтствующей установкой рѣзца; на фиг. 236, наоборотъ, затачивается рѣжущая



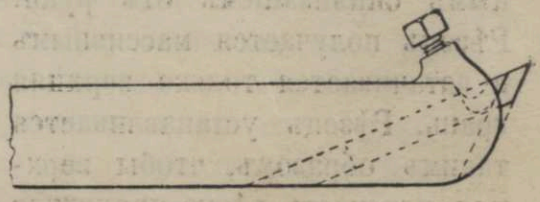
Фиг. 232.



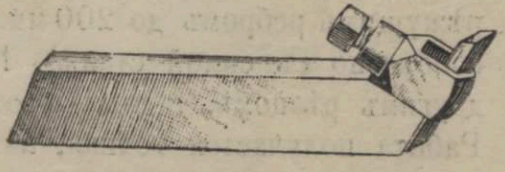
Фиг. 233.



Фиг. 234.



Фиг. 235.

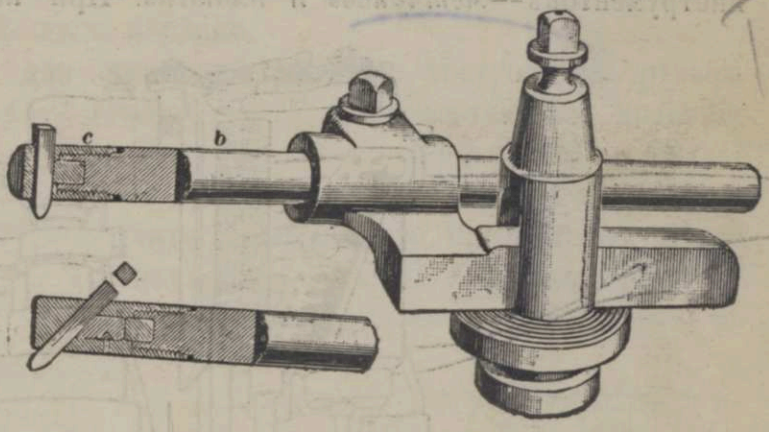


Фиг. 236.

грань рѣзца, а установкой получается соотвѣтствующій уголъ зазора. Въ такіе державки можетъ вставляться сталь съ различнымъ поперечнымъ сѣченіемъ, такъ что рѣзцы могутъ получаться очень разнообразной формы безъ отковки, а только заточкой.

Выгоды державокъ: сбереженіе дорогого матеріала и экономія на приготовленіи рѣзцовъ.

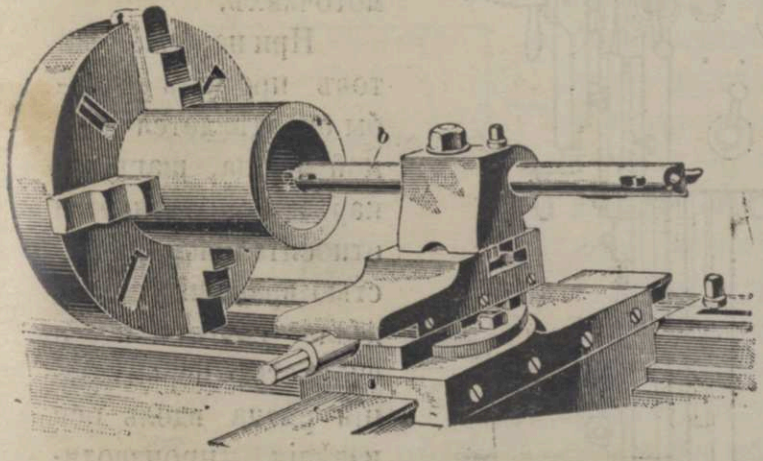
Недостатки державокъ: невозможность примѣнить ихъ во всѣхъ случаяхъ, такъ какъ большіе размѣры державокъ не позволяютъ иногда подвести надлежащимъ образомъ рѣзецъ къ издѣлію, поэтому на ряду съ державками нужно имѣть и обыкновенные рѣзцы; способность державокъ приходить въ разстройство, послѣ чего онѣ не даютъ такой устойчивости рѣзцу, какой обладаетъ обыкновенный рѣзецъ.



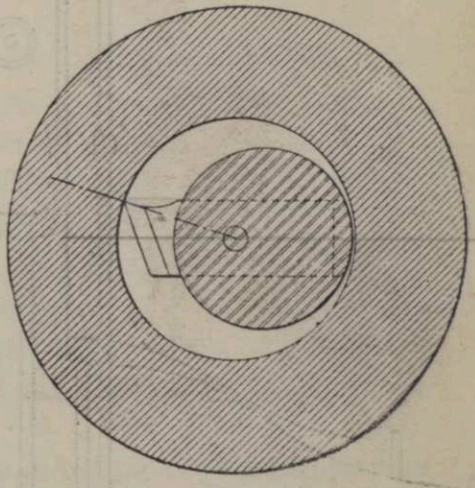
Фиг. 237.

Подобныя же державки употребляются и для рѣзцовъ для отрѣзанія и нарѣзки винтовой рѣзьбы.

Особенно удобны державки для разсверливанія внутреннихъ поверхностей. На фиг. 237 представлена державка для мелкихъ работъ: рѣзецъ зажимается въ полосѣ *b* при помощи гайки *c*, нарѣзка дѣлается



Фиг. 238.



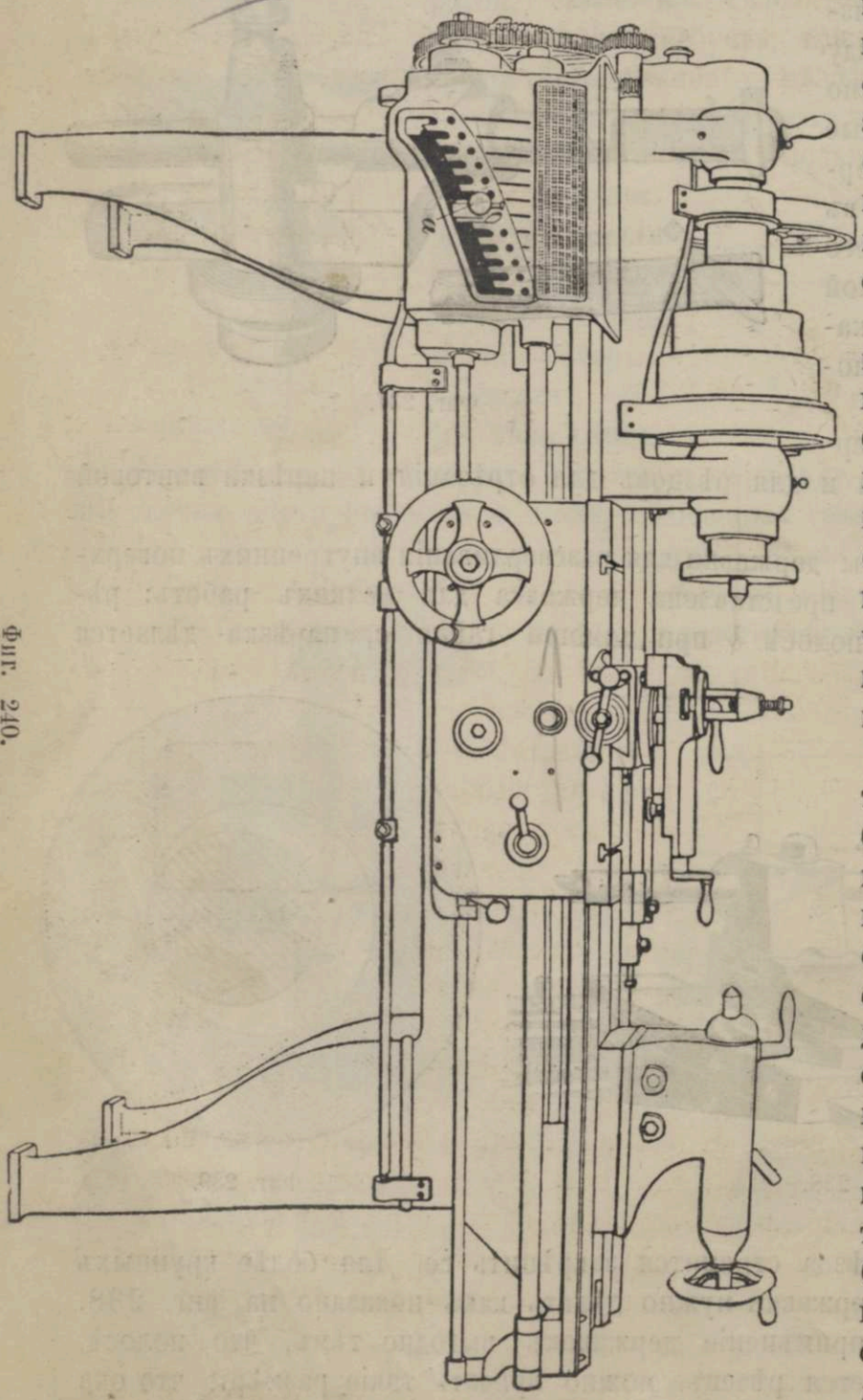
Фиг. 239.

такъ, что давленіе рѣзца стремится закрѣпить ее. Для болѣе крупныхъ работъ закрѣпленіе державки нужно дѣлать какъ показано на фиг. 238. При разсверливаніи примѣненіе державокъ выгодно тѣмъ, что полосѣ, въ которой закрѣпляется рѣзецъ, можно придать такіе размѣры, что она почти заполнитъ разсверливаемое отверстіе (фиг. 239), и вслѣдствіе

этого получится болѣе жесткой, чѣмъ обыкновенный рѣзецъ. Кромѣ того, вставленный въ такую державку рѣзецъ будетъ находиться въ болѣе выгодныхъ условіяхъ рѣзанія, чѣмъ обыкновенный рѣзецъ, такъ какъ при помощи державки легче рѣзецъ установить на надлежащей высотѣ.

Нарѣзка винтовъ и гаекъ.

Нарѣзать винты и гайки можно въ ручную, при помощи особыхъ инструментовъ—*метчиковъ* и *плашекъ*. При помощи тѣхъ же инструментовъ винты и гайки могутъ нарѣзаться на особыхъ спеціальныхъ станкахъ—**болторѣзкахъ**, и, наконецъ, винты и гайки нарѣзаются на самоточкахъ.



Фиг. 240.

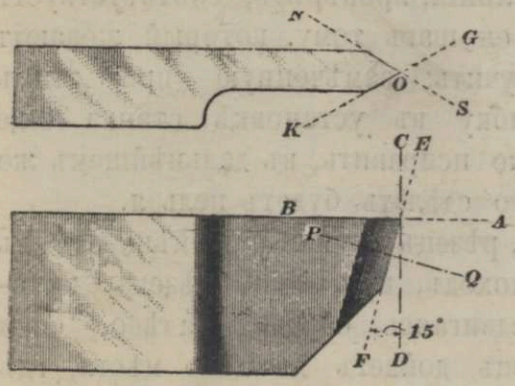
При помощи плашекъ винты могутъ нарѣзаться лишь небольшого діаметра и въ тѣхъ случаяхъ, когда не требуется большой точности, въ противномъ же случаѣ нарѣзка должна производиться на самоточкахъ.

При нарѣзкѣ винтовъ профиль рѣзьбы опредѣляется формой рѣзца, шагъ же нарѣзки опредѣляется относительной скоростью вращенія шпинделя самоточки и скоростью перемѣщенія рѣзца вдоль оси издѣлія, производимаго ходовымъ винтомъ самоточки. Подбирая соотвѣтствующія зубчатыя колеса въ передачѣ движенія отъ шпинделя къ ходовому винту можно достичь того, что при одномъ оборотѣ

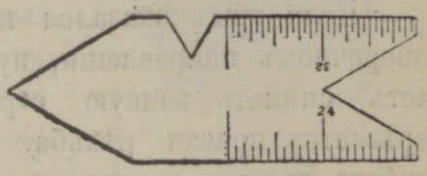
шпинделя самоточки рѣзецъ пройдетъ нужное разстояніе и такимъ образомъ нарѣжетъ рѣзьбу съ желательнымъ шагомъ [1]).

Нѣкоторые заводы строятъ самоточки, у которыхъ всѣ шестерни, необходимыя для нарѣзки винтовъ, помѣщены въ бабкѣ станка такъ, что ихъ не приходится мѣнять, нужно вводить только различныя шестерни въ сцѣпленіе, для чего у станка имѣется рукоятка *a* (фиг. 240), переставляя которую въ различные прорѣзы, мы и будемъ получать нужную комбинацію шестерней. Тутъ же, на станкѣ, прикрѣплена таблица, въ которой указана, въ какое положеніе нужно поставить рычагъ *a*, чтобы получить желаемый шагъ нарѣзки.

124. Форма рѣзца для винтовой нарѣзки треугольной рѣзьбы представлена на фиг. 241. Уголъ *KON* затачивается по шаблону (фиг. 242), соотвѣтственно нормальному профилю нарѣзки. Нужно обратить вниманіе, что при заточкѣ рѣзца *измѣреніе угла KON должно производиться въ плоскости AB*, а не въ

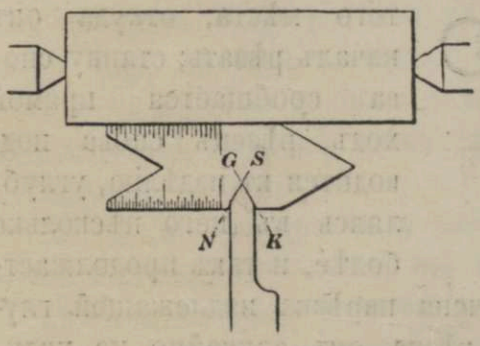


Фиг. 241.

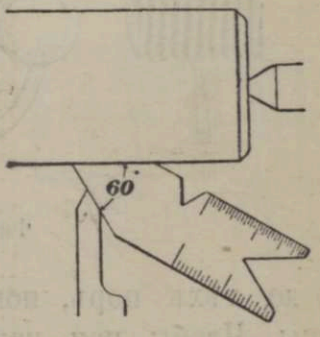


Фиг. 242.

плоскости *PQ*, такъ какъ профиль рѣзьбы будетъ соотвѣтствовать именно углу въ плоскости *AB*. Верхняя грань рѣзца затачивается плоской. *Уголъ зазора* дѣлается около 15°. Заточку такого рѣзца, хотя и производящуюся въ большинствѣ случаевъ на обыкновенномъ точилѣ, лучше производить на спеціальномъ станкѣ, на которомъ форма рѣзца можетъ быть получена болѣе точно.



Фиг. 243.



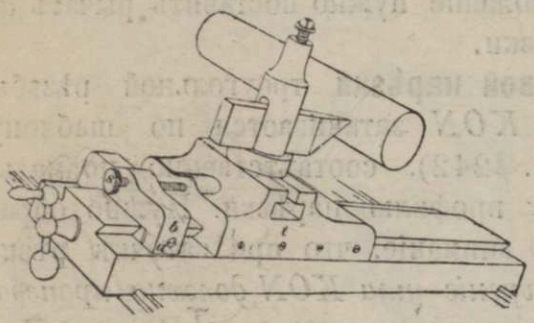
Фиг. 244.

125. Установка рѣзца производится при помощи того же шаблона, который употреблялся при заточкѣ (фиг. 243). Нужно обращать вниманіе на то, чтобы наклонъ линій *GK* и *NS* былъ одинаковъ къ оси цилиндра. Если уголъ нарѣзки 60°, то бываетъ удобнѣе устанавливать рѣзецъ, прикладывая шаблонъ, какъ показано на фиг. 244.

---

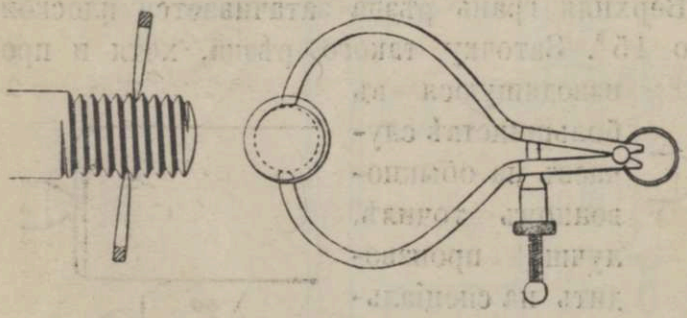
[1]) Обыкновенно при самоточкахъ прилагается таблица, указывающая, съ какимъ числомъ зубьевъ нужно поставить шестерни для нарѣзки винта съ даннымъ шагомъ.

126. Производство нарѣзки. *Прежде чѣмъ начать нарѣзку, нужно убѣдиться:* 1) *что рѣзецъ плотно зажатъ въ суппортѣ*, 2) *что поводокъ прочно закрѣпленъ на издѣліи* и 3) *что шестерни передаточнаго механизма правильно установлены* другъ относительно друга, такъ что, послѣ того какъ началась работа, ни одна изъ этихъ деталей не сдвинется, что поведетъ къ неправильной работѣ. Когда все провѣрено, станокъ пускается въ ходъ и рѣзецъ подводится къ цилиндрической поверхности такъ, чтобъ онъ чуть-чуть ея касался, затѣмъ пускается самоходъ, при чемъ рѣзецъ чертитъ на поверхности цилиндра тонкую винтовую линію. Полезно, послѣ того какъ рѣзцомъ начерчена эта линія, провѣрить, соотвѣтствуетъ ли ея шагъ тому, который желаютъ получить; замѣченную при этомъ ошибку въ установкѣ станка еще легко исправить, въ дальнѣйшемъ же этого сдѣлать будетъ нельзя.



Фиг. 245.

Если шагъ оказался правильнымъ, рѣзецъ слегка перемѣщаютъ въ поперечномъ направленіи, пускаютъ самоходъ, при чемъ рѣзецъ начинаетъ снимать тонкую стружку, передвигаясь справа налѣво, если нарѣзается правая рѣзьба. Когда рѣзецъ дойдетъ до того мѣста, гдѣ нарѣзка должна кончаться, рабочій быстро отодвигаетъ рѣзецъ отъ издѣлія, поворачивая правой рукой винтъ поперечныхъ салазокъ суппорта и въ то же время лѣвой рукой переводитъ отводку станка, сообщая ему обратный ходъ, при чемъ рѣзецъ, не производя работы, перемѣщается до того мѣста, откуда онъ началъ рѣзать; станку снова сообщается прямой ходъ, рѣзецъ снова подводится къ издѣлію, углубляясь въ него нѣсколько болѣе, и такъ продолжается до тѣхъ поръ, пока не будетъ получена нарѣзка надлежащей глубины. Чтобы при каждой перестановкѣ рѣзца онъ случайно не углубился въ металлъ слишкомъ много, на суппортѣ слѣдуетъ устанавливать автоматическій остановъ (фиг. 245). На суппортъ надѣвается скоба *b*, которая плотно зажимается болтомъ *d*. Въ скобѣ имѣется отверстіе, черезъ которое проходитъ свободно винтъ *s*, ввинченный въ салазки *t*, съ которыми скрѣпленъ рѣзецъ. Если рѣзецъ подвести осторожно къ цилиндру, такъ, чтобы онъ только касался поверхности и чертилъ по ней тонкую винтовую линію, и завинтить винтъ *s* такъ, чтобы онъ уперся своей головкой въ скобу *b*, то при такомъ положеніи винта *s* салазки *t* можно будетъ отодвинуть отъ издѣлія, такъ какъ винтъ *s* проходитъ сво-



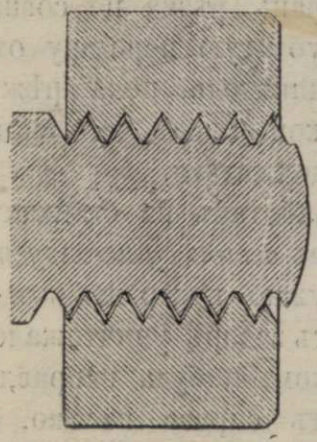
Фиг. 24.6

бодно черезъ отверстіе въ скобѣ *b*, но въ то же время винтъ *s*, упираясь въ скобу *b*, не позволитъ рѣзцу углубиться въ металлъ. Поворачивая понемногу винтъ *s*, мы можемъ углублять рѣзецъ на желаемую величину.

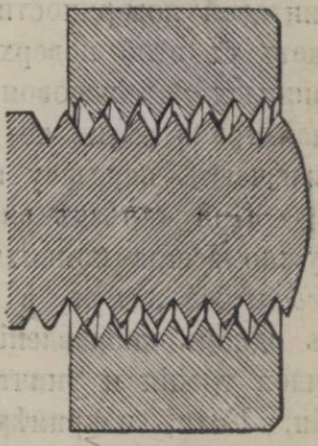
127. Надлежащее углубленіе рѣзца опредѣляется или при помощи измѣренія крумциркулемъ или же пробными навинчиваніями гайки.

Крумциркуль для измѣренія глубины рѣзьбы приготовляется съ остро заточенными ножками (фиг. 246) и устанавливается по калибру.

При измѣреніи гайкой нужно имѣть въ виду, что если гайка имѣетъ рѣзко очерченный внутренній профиль, то такой же профиль долженъ имѣть и винтъ, а для этого необходимо, чтобы вершина рѣзца не притупилась. *Если вершина рѣзца притупится* и это не будетъ замѣчено, *то гайка будетъ находить туго на винтъ, опираясь лишь на дно нарѣзки винта* (фиг. 247), вся же остальная поверхность винтовой нарѣзки не будетъ соприкасаться. *Такое исполненіе неправильно*, такъ какъ малыя опорныя поверхности гайки сейчасъ же обомнутся и она будетъ сидѣть свободно на винтѣ (болтаться). Такъ какъ сохранять вершину рѣзца совершенно острой затруднительно, то во многихъ случаяхъ гайки приготовляютъ такимъ образомъ, что внутренній діаметръ ихъ берется нѣсколько больше, вслѣдствіе чего рѣзьба получается какъ бы притупленная. Понятно, что то же явленіе получится и при слишкомъ острой наружной нарѣзкѣ винта и не совсѣмъ точномъ выполненіи внутренняго углубленія въ нарѣзкѣ гайки тупымъ рѣзцомъ или метчикомъ.

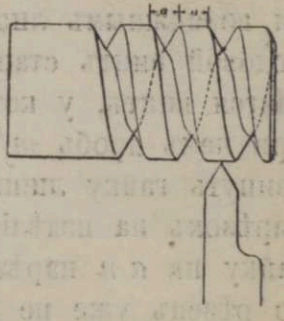


Фиг. 247.



Фиг. 248.

Если шагъ нарѣзки у гайки и винта не совсѣмъ точно совпадаютъ, то винтъ при пригонкѣ будетъ сначала входить въ гайку свободно, а затѣмъ все туже и туже, будетъ казаться, какъ будто рѣзьба конична. При дальнѣйшемъ срѣзываніи металла винтъ пройдетъ черезъ гайку и можетъ казаться хорошо пригнаннымъ къ ней, но на самомъ дѣлѣ онъ будетъ прикасаться къ гайкѣ лишь въ началѣ ея рѣзьбы и въ концѣ (фиг. 248), средняя же часть гайки прикасаться не будетъ. Разница въ шагѣ будетъ сказываться тѣмъ сильнѣе, чѣмъ длиннѣе гайка. Въ виду сказаннаго для точной работы желательно, чтобы гайка и винтъ исполнялись на одномъ и томъ же станкѣ, тогда шагъ ихъ нарѣзки долженъ точно совпадать.



Фиг. 249.

Если винтъ для пробнаго навинчиванія гайки снимается со станка, то при постановкѣ его снова на станокъ *нужно обращать вниманіе, чтобы поводокъ былъ закрѣпленъ совершенно въ томъ же положеніи, какъ и до снятія винта со станка.* Если поводокъ будетъ сдвинутъ, то рѣзецъ начнетъ рѣзать уже не ту поверхность, какую онъ рѣзалъ раньше, и можетъ начать рѣзать другой оборотъ винтовой нарѣзки (фиг. 249).

Если рѣзецъ былъ снятъ со станка для наточки, то *при постановкѣ его на мѣсто нужно поступать слѣдующимъ образомъ:* установивъ рѣзецъ по шаблону, подводятъ его къ обработанной уже имъ винтовой поверхности; почти всегда рѣжущая грань рѣзца не совпадаетъ съ этой поверхностью, тогда выключаютъ зубчатую передачу отъ шпинделя къ ходовому винту и поворачиваютъ шпиндель, пока рѣжущая грань рѣзца не совпадетъ съ винтовой нарѣзкой, послѣ чего снова включаютъ передачу и нарѣзка винта можетъ продолжаться.

При нарѣзкѣ винтовъ, какъ и при другихъ работахъ на станкахъ, нужно всегда помнить, что *въ питающихъ винтахъ всегда существуетъ небольшой зазоръ,* а потому рѣзцы къ издѣлію нужно подводить всегда въ одномъ направленіи и именно такъ, чтобы этотъ зазоръ уничтожался силой тренія и уничтожался всегда въ одномъ какомъ-нибудь направленіи. Если, напримѣръ, мы начнемъ рѣзать винтъ справа налѣво, а затѣмъ пустимъ самоходъ въ обратномъ направленіи, то рѣзецъ вслѣдствіе зазора въ передачѣ, отстанетъ и уже не будетъ вполнѣ заполнять канавку нарѣзки, а начнетъ снимать только одну лѣвую поверхность нарѣзки.

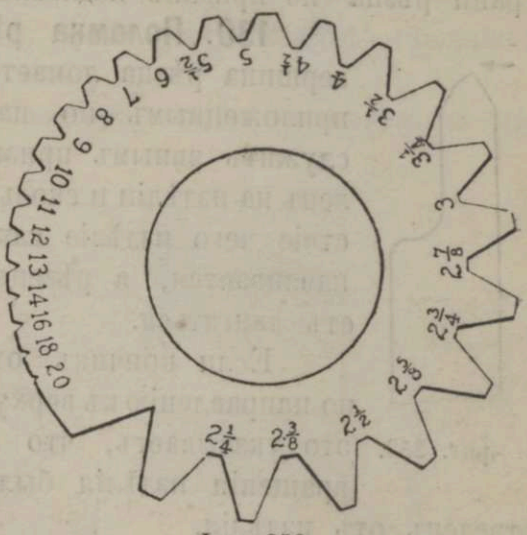
При нарѣзкѣ винтовъ приходится обыкновенно рѣзецъ передвигать обратно, сообщая станку обратный ходъ, такъ какъ выключить салазки изъ соединенія съ ходовымъ винтомъ, первести ихъ обратно быстро отъ руки и затѣмъ снова замкнуть гайку на ходовомъ винтѣ представляется возможнымъ лишь при извѣстныхъ условіяхъ. Дѣйствительно, если ходовой винтъ станка имѣетъ на единицѣ длины n нарѣзокъ, а нарѣзается винтъ, у котораго на той же длинѣ должно быть m нарѣзокъ, при чемъ дробь m/n не можетъ быть сокращена, то мы можемъ передвинуть гайку лишь на $a.n$ нарѣзокъ; при этомъ рѣзецъ пройдетъ $a.m$ нарѣзокъ на издѣліи и снова попадетъ въ рѣзьбу. Передвинуть быстро гайку на $a.n$ нарѣзокъ довольно трудно, а если произойдетъ ошибка, то рѣзецъ уже не попадетъ въ рѣзьбу, и потому въ такомъ случаѣ для обратнаго перемѣщенія рѣзца сообщаютъ станку обратный ходъ. На нѣкоторыхъ станкахъ имѣется приспособленіе, при которомъ можно сообщить обратное движеніе только ходовому винту, а издѣліе продолжаетъ вращаться въ томъ же направленіи.

Если числа n и m кратныя между собой, такъ что $m=b.n$, то мы можемъ передвигать гайку на ходовомъ винтѣ на любое число c нарѣзокъ и при этомъ рѣзецъ пройдетъ на нарѣзаемомъ винтѣ $c.b$ нарѣзокъ и снова попадетъ въ рѣзьбу. Въ послѣднемъ случаѣ передвигать рѣзецъ можно, не сообщая станку задняго хода, а разобщая гайку на

ходовомъ винтѣ и переводя салазки назадъ быстро отъ руки, при чемъ шпиндель будетъ вращаться все въ томъ же направленіи; гдѣ бы мы ни сомкнули гайку на ходовомъ винтѣ, все равно рѣзецъ попадетъ въ рѣзьбу.

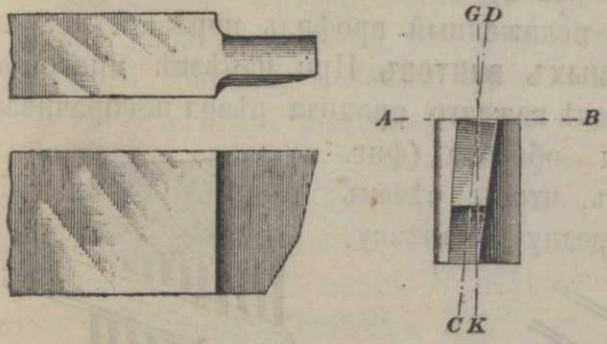
Рѣзаніе нужно вести при обильномъ смазываніи масломъ и послѣднія стружки нужно снимать очень тонкія.

Въ машиностроеніи примѣняются различныя нарѣзки. Само собой понятно, что рѣзцы для различныхъ нарѣзокъ должны приготовляться по особымъ шаблонамъ, дающимъ точный профиль рѣзьбы. На фиг. 250 представленъ такой шаблонъ для нарѣзки Селерса. Приготовляется такой рѣзецъ при помощи фрезера; устанавливается, какъ сказано, по шаблону фиг. 242.



Фиг. 250.

128. Прямоугольная нарѣзка выполняется рѣзцомъ, представленнымъ на фиг. 251. Боковая грань его должна имѣть уклонъ *DC*, соотвѣтствующій уклону нарѣзки (фиг. 252).

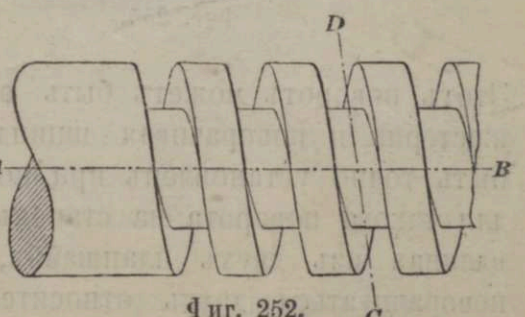


Фиг. 251.

Если нарѣзка очень крупна и желаютъ поверхность получить очень гладкой, то рѣзецъ фиг. 251 дѣлается нѣсколько уже, чѣмъ окончательный размѣръ рѣзьбы, и когда рѣзьба прорѣзана такимъ рѣзцомъ на достаточную глубину, доводятъ ее до надлежащаго размѣра при помощи подрѣзного рѣзца (фиг. 122).

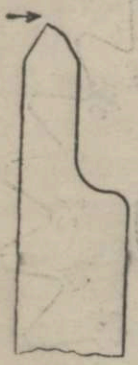
При нарѣзкѣ нужно особенно заботиться о томъ, чтобы рѣзецъ былъ хорошо закрѣпленъ въ суппортѣ, не дрожалъ и не заѣдалъ.

129. Предосторожности при нарѣзаніи винтовъ. При началѣ рѣзанія рѣзецъ входитъ въ металлъ, срѣзая его лишь одной стороной, и затѣмъ, когда рѣзецъ нѣсколько продвинется, онъ начнетъ рѣзать обѣими рѣжущими ребрами. Вслѣдствіе этого въ началѣ рѣзанія рѣзецъ испытываетъ большее боковое давленіе и больше пружинитъ, чѣмъ спустя нѣкоторое время, а это ведетъ къ тому, что на концѣ винта рѣзецъ снимаетъ болѣе тонкую стружку и гайка въ этомъ мѣстѣ будетъ проходить болѣе туго, чѣмъ въ дальнѣйшей части винта. Для устраненія



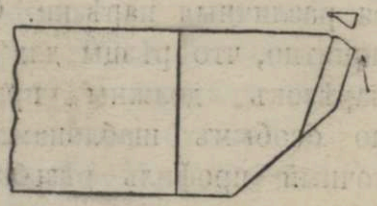
Фиг. 252.

этого явленія около конца винта нужно снимать стружку нѣсколько разъ, не переставляя рѣзца. Такое отклоненіе рѣзца особенно замѣтно при нарѣзаніи прямоугольной рѣзьбы, въ особенности, если боковой грани рѣзца не приданъ надлежащій уклонъ.



Фиг. 253.

130. Поломка рѣзца. Если при работѣ случится, что вершина рѣзца ломается набокъ, какъ будто бы усиліемъ, приложеннымъ по направленію стрѣлки (фиг. 253), это служитъ явнымъ признакомъ, что поводокъ непрочно закрѣпленъ на издѣліи и скользитъ, вслѣдствіе чего издѣліе какъ бы останавливается, а рѣзецъ продолжаетъ двигаться.

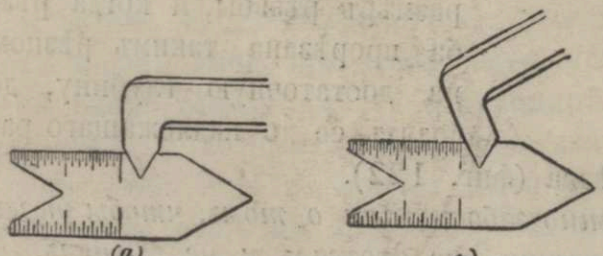


Фиг. 254.

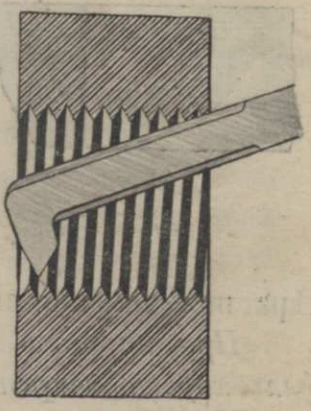
Если кончикъ отламывается по направленію къ верху (фиг. 254), это указываетъ, что направленіе вращенія издѣлія было измѣнено прежде, чѣмъ рѣзецъ былъ отведенъ отъ издѣлія.

131. Установка рѣзца. Рѣзецъ затачивается такъ, что правильный профиль нарѣзки лежитъ въ плоскости его верхней грани, поэтому онъ и долженъ быть установленъ такимъ образомъ, чтобы плоскость верхней грани проходила черезъ ось вращенія издѣлія. Если этого не будетъ выполнено, то получится искаженный профиль нарѣзки.

132. Нарѣзка многооборотныхъ винтовъ. При нарѣзкѣ многооборотныхъ винтовъ приходится послѣ каждаго прохода рѣзца поворачивать издѣліе на $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ и т. д. оборота (фиг. 249), смотря по числу нарѣзокъ, чтобы рѣзецъ началъ рѣзать слѣдующую очередную нарѣзку.



Фиг. 255.



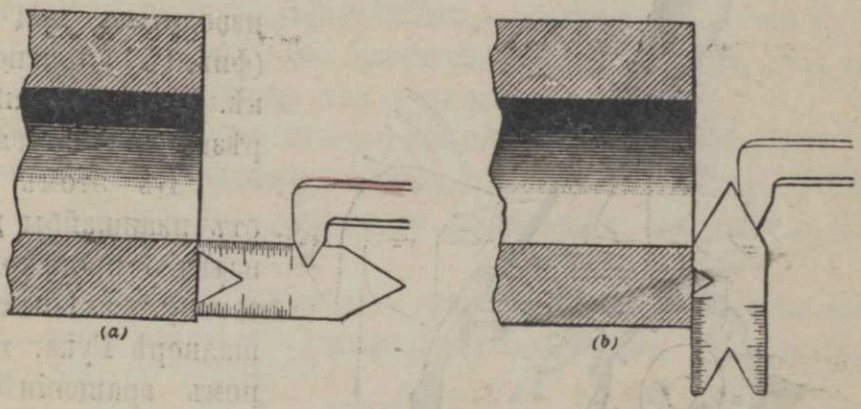
Фиг. 256.

Этотъ поворотъ можетъ быть произведенъ или включая передаточныя шестерни и поворачивая шпиндель, при чемъ уголъ поворота можетъ быть точно установленъ при помощи отсчета зубьевъ на шестернѣ, или для такого поворота на станокъ надѣвается особая планшайба, составленная изъ двухъ планшайбъ, при чемъ обѣ эти планшайбы могутъ поворачиваться другъ относительно друга на опредѣленный уголъ и такъ закрѣпляться.

133. Нарѣзка гаекъ. Издѣліе въ этомъ случаѣ закрѣпляется въ патронѣ или планшайбѣ. Рѣзцамъ придается форма, сходная съ той, какую они получаютъ при внутренней расточкѣ. Для приданія надле-

жащаго профиля нарѣзкѣ, рѣзецъ затачивается по шаблону. *Затачиваніе должно быть произведено такимъ образомъ, чтобы параллельныя стороны шаблона стояли параллельно тылу рѣзца* (фиг. 255a); если рѣзецъ будетъ заточенъ такъ, какъ показано на фиг. 255b, то при нарѣзаніи гайки тѣло рѣзца можетъ скоро упираться въ противоположную сторону (фиг. 256).

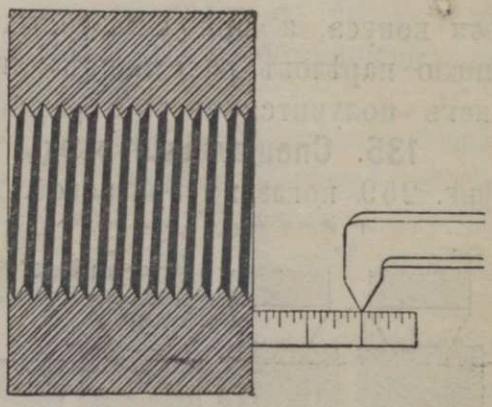
Способы установки рѣзца при помощи шаблона показаны на фиг. 257a и b.



Фиг. 257.

Для того, *чтобы не зарѣзать нарѣзку слишкомъ глубоко*, можетъ быть примѣненъ тотъ же остановъ, какъ и при нарѣзкѣ винтовъ (фиг. 245), но только головку винта нужно поставить между поперечными салазками и скобой *b*.

Для пробы нарѣзки калибромъ рѣзецъ нужно отводить въ сторону. Если это дѣлать, сообщая станку обратный ходъ, то приходится тратить много времени, а потому обыкновенно суппортъ съ рѣзцомъ перемѣщаютъ отъ руки, размыкая гайку на ходовомъ винтѣ. При этомъ нужно имѣть въ виду сказанное относительно перестановки суппорта по ходовому винту, а именно, если число нарѣзокъ на единицѣ длины у издѣлія является кратнымъ числомъ нарѣзокъ на единицѣ длины ходового винта, то гайку можно размыкать и замыкать на любомъ мѣстѣ винта и рѣзецъ всегда будетъ попадать въ нарѣзку; если же это условіе не удовлетворено, то переставлять гайку можно только черезъ извѣстное число нарѣзокъ. Чтобы облегчить эту операцію, обыкновенно замѣчаютъ, ставя, напримѣръ, масштабъ, на какомъ мѣстѣ была разомкнута гайка (фиг. 258), и замыкаютъ гайку, снова подводя ее къ этому же мѣсту; *нужно при этомъ слѣдить, чтобы шпиндель не двигался съ мѣста.*

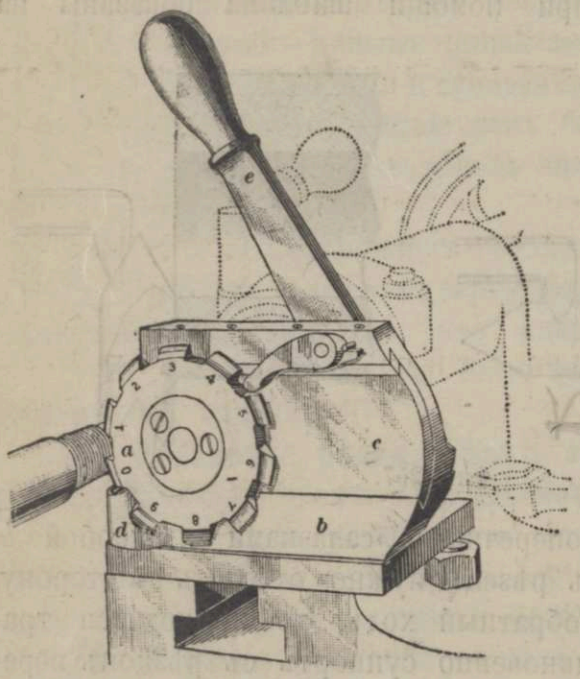


Фиг. 258.

При нарѣзкѣ гайки также, какъ и при нарѣзкѣ винта, нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы первыя нарѣзки не получились меньшаго діаметра (вслѣдствіе пружиненія рѣзца). Иногда вмѣсто калибра для обмѣра рѣзьбы употребляется метчикъ, и тогда метчикомъ снимается очень тонкая стружка съ первыхъ нарѣзокъ, послѣ чего онъ идетъ уже свободно.

Если отдѣлочную стружку снимаютъ метчикомъ (что очень часто примѣняется при нарѣзкѣ прямоугольной рѣзьбы), то рѣзецъ отводятъ въ сторону, а метчикъ упираютъ въ центръ задней бабки, которымъ его и направляютъ.

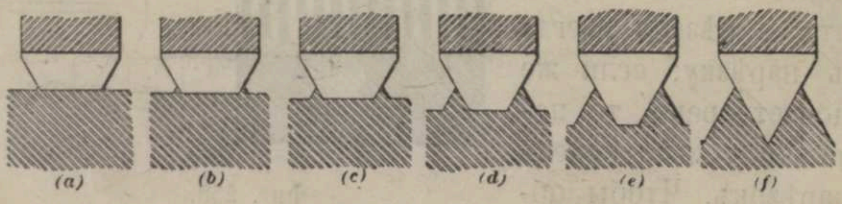
134. Коническая рѣзьба. Иногда приходится нарѣзать винтовую рѣзьбу на конической поверхности. Рѣзецъ устанавливается такъ же, какъ и для цилиндрической нарѣзки. Коническая рѣзьба должна производиться при помощи особаго (фиг. 151) приспособленія на станкѣ. При смѣщеніи центровъ нарѣзка получается неправильная.



Фиг. 259.

Въ этомъ случаѣ передача отъ планшайбы къ вращающемуся издѣлію происходитъ по тому же закону, какъ и въ универсальномъ шалнерѣ Гука, т.-е. при равномѣрномъ вращеніи шпинделя станка издѣліе будетъ вращаться неравномѣрно; слѣдовательно и шагъ нарѣзки по окружности конуса получится тоже неодинаковый. Кромѣ того, при нарѣзкѣ конической поверхности дается обыкновенно, число нарѣзокъ на единицѣ длины оси конуса, а при смѣщенныхъ центрахъ мы будемъ получать такое число нарѣзокъ на единицѣ длины образующей конуса, слѣдовательно, шагъ получится не того размѣра, какой былъ заданъ,

135. Спеціальные рѣзцы для нарѣзанія винтовой нарѣзки. На фиг. 259 показано приспособленіе для нарѣзки винтовъ, которое устраняетъ многія изъ указанныхъ неудобствъ, встрѣчающихся при этой работѣ. Приспособленіе состоитъ изъ части *b*, привертываемой къ суппорту станка; въ имѣющемся въ этой части пазу передвигается при помощи рукоятки *e* ползунъ *c*, въ которомъ закрѣпленъ дискъ *a*. На этомъ дискѣ нанесены въ видѣ фрезера 10 рѣзцовъ; при движеніи рукоятки собачка упирается въ одинъ изъ рѣзцовъ и поворачиваетъ весь дискъ, при чемъ при каждомъ такомъ передвиженіи къ издѣлію поочередно подходятъ рѣзцы и упираются на подставку *d*. Форма рѣзцовъ представлена на фиг. 260. Изъ нихъ *a* является собственно остановомъ и опредѣляетъ только, на какую величину слѣдуетъ подвести приборъ къ издѣлію. Слѣ-



Фиг. 260.

дующіе рѣзцы начинаютъ поочередно прорѣзать нарѣзку все глубже и глубже и окончательный размѣръ придается рѣзцомъ *f*. Рѣзецъ *f* можетъ еще передвигаться при помощи микрометрическаго винта на очень незначительную величину (0,01 мм.), такъ что этимъ передвиженіемъ нарѣзаемому винту можетъ быть сообщенъ очень точный размѣръ.

Преимущества нарѣзанія посредствомъ этого прибора въ томъ, что здѣсь нарѣзаніе производится 10 рѣзцами, и потому каждый изъ нихъ притупляется гораздо меньше, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда нарѣзка производится однимъ рѣзцомъ. Послѣдній рѣзецъ снимаетъ очень тонкую стружку, его вершина почти не притупляется и рѣзьба получается болѣе отчетливая. Вслѣдствіе того же скорость рѣзанія можетъ быть примѣнена болѣе высокая безъ вреда для рѣзцовъ.

Для грубой работы многіе заводы предпочитаютъ примѣнять обыкновенный способъ рѣзанія однимъ рѣзцомъ, при чемъ нарѣзка производится въ 6—7 проходовъ, т.-е. скорость исполненія получается какъ бы даже большая.

136. Вставные рѣзцы. Упомянемъ, также что для нарѣзанія винта примѣняются вставные рѣзцы съ державками, подобными тѣмъ, которыя описаны на стр. 150.

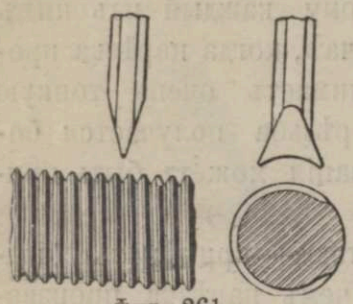
137. Неточности при нарѣзаніи винтовъ. Неточность исполненія винта можетъ получиться отъ неточной установки рѣзца, а также отъ неточности станка, главнымъ образомъ отъ неточности ходового винта. Такъ какъ ходовые винты срабатываются и теряютъ свою точность отъ работы, то *нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы ходовой винтъ примѣнялся исключительно для нарѣзанія винтовъ*, а всѣ остальныя работы на самоточкѣ производились самоходомъ отъ приводнаго валика. На заводахъ, приготовляющихъ самоточки, гдѣ точность приготовленія винтовъ является очень важнымъ условіемъ, имѣется обыкновенно одна спеціальная самоточка съ вывѣреннымъ винтомъ.

На заводѣ Людвигъ Леве, въ Берлинѣ, для приготовленія точныхъ ходовыхъ винтовъ имѣется спеціальная самоточка, съ тремя ходовыми винтами: одинъ изъ нихъ служитъ для черновой нарѣзки винта, другой— для снятія отдѣлочной стружки и третій является провѣрочнымъ; съ нимъ время отъ времени свѣряется точность второго винта. Когда замѣтятъ, что второй винтъ сработался и утерялъ точность, его ставятъ на мѣсто перваго и замѣняютъ новымъ. Кромѣ того, въ этой самоточкѣ винты точатся не на центрахъ, а шпиндель передней бабки пустотѣлый, точно также имѣетъ сквозное отверстіе и задняя бабка, такъ что на такомъ сравнительно короткомъ станкѣ можетъ быть пропущенъ черезъ упомянутыя отверстія винтъ произвольной длины. Винтъ при нарѣзкѣ зажимается въ патронахъ.

Вообще приготовленіе точнаго винта съ однообразной нарѣзкой по всей длинѣ представляется очень сложной работой. Исполненіе очень точныхъ винтовъ, напримѣръ для точныхъ астрономическихъ и мѣрительныхъ приборовъ, требуетъ примѣненія особыхъ пріемовъ и очень длиннаго времени, иногда нѣсколькихъ мѣсяцевъ.

138. Нарѣзка длинныхъ винтовъ. При нарѣзкѣ длинныхъ винтовъ послѣдніе могутъ прогибаться какъ отъ давленія рѣзца, такъ и отъ дѣйствія собственнаго вѣса, а потому при этой работѣ долженъ примѣняться люнетъ, какъ это было указано относительно обточки длинныхъ валовъ.

139. Правка изогнутыхъ винтовъ. Правка винтовъ производится тѣми же пріемами, какъ и правка валовъ. Если винтъ очень искривленъ, то, изогнувъ его въ противоположную сторону при помощи лома, наносятъ на выпуклой сторонѣ нѣсколько ударовъ при помощи инструмента, представленнаго на фиг. 261, который вставляется между нарѣзками. Нанеся нѣсколько ударовъ между нѣсколькими нарѣзками, можно выправить сильно искривленный винтъ. Понятно, что если требуется очень точная нарѣзка, то такого пріема примѣнять нельзя, такъ какъ расчеканенныя волокна нѣсколько исказятъ шагъ рѣзьбы, поэтому точные винты должны правиться безъ ударовъ.



Фиг. 261.

Опиловка издѣлій на токарномъ станкѣ.

Если желаютъ отшлифовать поверхность издѣлія, то для этого нужно его обточить возможно гладко отдѣлочнымъ плоскимъ рѣзцомъ. При умѣломъ обращеніи съ подобнымъ рѣзцомъ можно получить поверхность настолько гладкую, что ее можно прямо начать шлифовать наждачной бумагой. Если же отдѣлку закончили ромбическимъ рѣзцомъ, то оставленные имъ штрихи, прежде чѣмъ начать шлифовку бумагой, нужно удалить подпилкомъ. При этой работѣ нужно быть очень осторожнымъ и снимать лишь столько матеріала, чтобы скрылись штрихи. Нажимая сильно подпилокъ, можно легко исцарапать поверхность издѣлія. Царапаніе происходитъ отъ засариванія подпилка стружками, которыя и царапаютъ. За этимъ нужно слѣдить и время отъ времени счищать съ подпилка стружки проволочными щетками. Засариванія подпилка опилками и царапанія до нѣкоторой степени можно избѣжать, натирая подпилокъ мѣломъ. Лучше всего употреблять подпилки съ ординарной мелкой насѣчкой, такъ какъ они меньше забиваются стружками и меньше царапаютъ. При опиловкѣ подпилокъ нужно держать наклонно къ оси издѣлія и передвигать его по направленію перпендикулярному оси, при чемъ будетъ казаться, что подпилокъ какъ бы перемѣщается вдоль издѣлія.

Скорость опиловки должна быть такая же, какъ и скорость рѣзанія (13—17 метр. въ мин.); при большой скорости подпилокъ будетъ быстро изнашиваться.

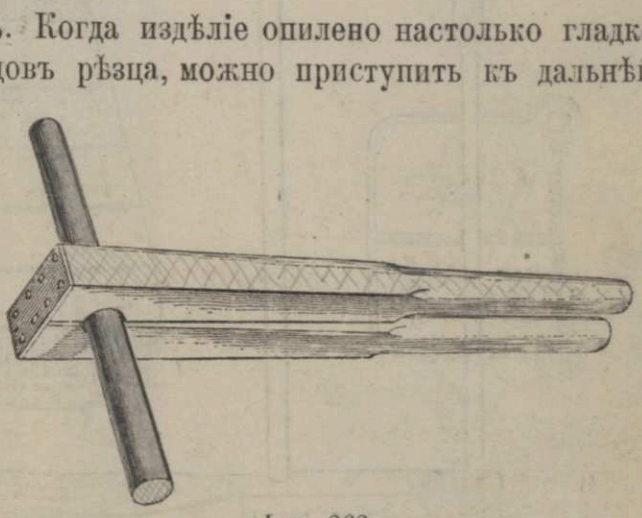
Если опиливается издѣліе малаго діаметра, то нужно стараться сообщить ему возможно большее число оборотовъ, не выходя изъ указанныхъ скоростей рѣзанія. Желательно, чтобы при одномъ продольномъ перемѣщеніи подпилка издѣліе сдѣлало нѣсколько оборотовъ, при этомъ будетъ сниматься равномѣрный слой металла по всей окружности. Если издѣліе будетъ вращаться медленно, такъ что, напримѣръ, подпилокъ при движеніи

впередъ снимаетъ металлъ только съ половины окружности, а возвращаясь назадъ, не будетъ снимать металла, затѣмъ, дѣлая снова ходъ впередъ, опъ опять будетъ снимать съ той же половины, съ которой онъ снялъ слой и при первомъ ходѣ, то такимъ образомъ съ каждымъ ходомъ подпилокъ будетъ все больше и больше искажать правильную форму издѣлія.

Точно также, передвигая подпилокъ вдоль издѣлія, очень трудно снять слой одинаковой толщины во всѣхъ мѣстахъ, поэтому чѣмъ дольше будетъ продолжаться опиловка, тѣмъ больше будетъ издѣліе отходить отъ правильной цилиндрической формы.

Въ виду сказаннаго *обработка подпилкомъ можетъ допускаться только при издѣліяхъ, не требующихъ большой точности*, и при томъ если на зазодѣ нѣтъ шлифовальныхъ станковъ. *При всѣхъ же точныхъ работахъ отдѣлка издѣлій должна непремѣнно заканчиваться на шлифовальныхъ станкахъ.*

140. Отдѣлка наждакомъ. Когда издѣліе опилено настолько гладко, что на немъ не осталось слѣдовъ рѣзца, можно приступить къ дальнѣйшей полировкѣ при помощи наждачной бумаги, начиная съ болѣе крупныхъ сортовъ и переходя постепенно къ болѣе мелкимъ, смотря по степени полировки, которую желаютъ получить. Бумага навертывается на деревянный брусокъ и плотно прижимается къ издѣлію.



Фиг. 262.

При шлифовкѣ наждакомъ скорость вращенія издѣлія должна быть возможно высока, насколько это допускаетъ прочность станка и надежность закрѣпленія на немъ издѣлія. Все время бумагу нужно передвигать вдоль оси, чтобы царапины, оставляемыя наждакомъ, взаимно уничтожали другъ друга. Для болѣе тонкой полировки наждачную бумагу можно слегка смазывать масломъ.

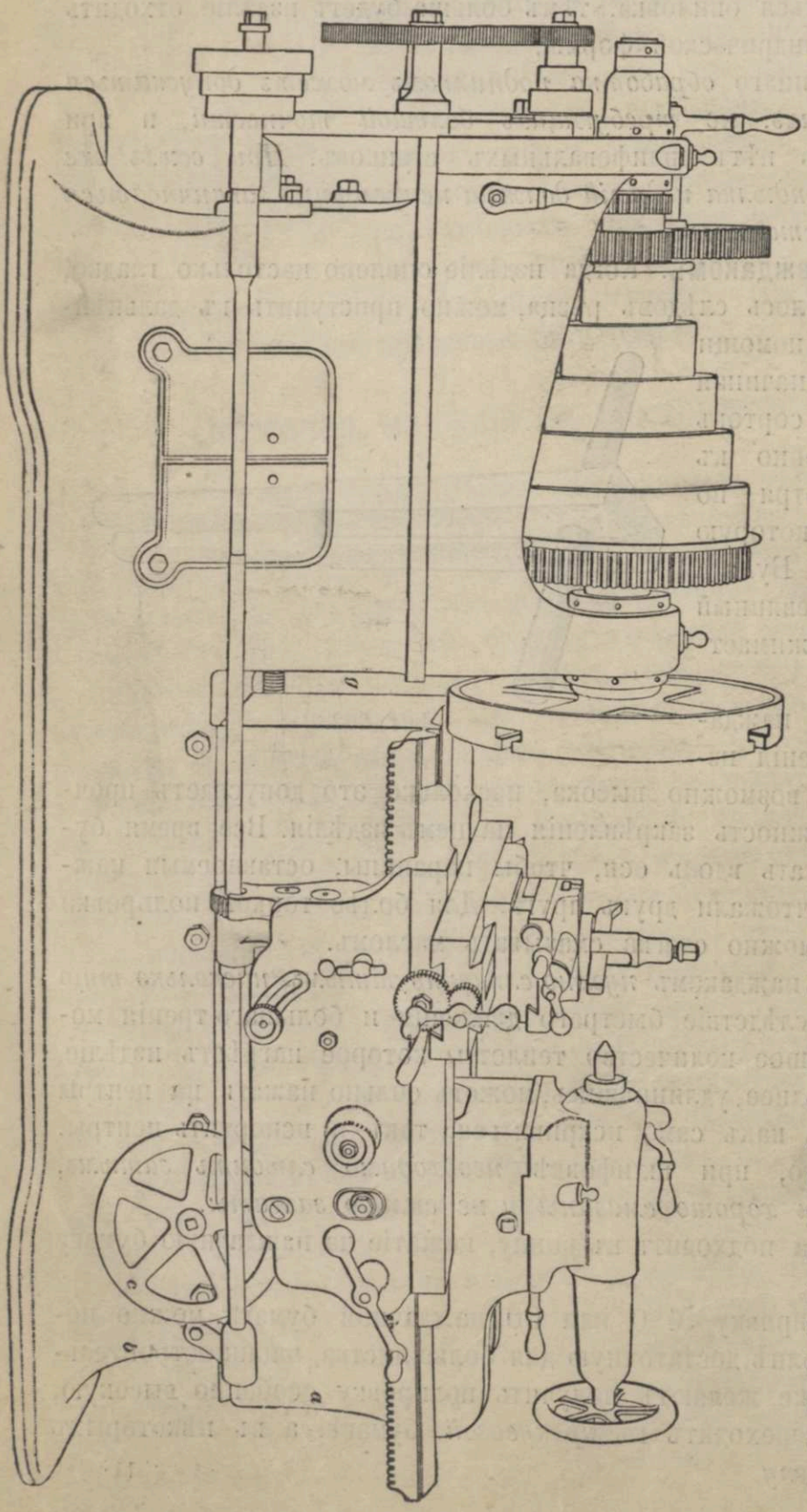
При шлифовкѣ наждакомъ *нужно слѣдить затѣмъ, насколько туго зажаты центры.* Вслѣдствіе быстраго движенія и большаго тренія можетъ развиться большое количество теплоты, которое нагрѣетъ издѣліе, вслѣдствіе чего послѣднее, удлинившись, можетъ сильно нажать на центры и при этомъ можетъ какъ само искривиться, такъ и испортить центры. Вслѣдствіе сказаннаго, при шлифовкѣ *необходимо слѣдить затѣмъ, чтобы центры были хорошо смазаны и не сильно зажаты.*

Когда полировка подходитъ къ концу, нажатіе на наждачную бумагу можно уменьшить.

Заканчивая полировку № 0 или 00 наждачной бумаги, можно получить гладкость вполнѣ достаточную для большинства машиностроительныхъ цѣлей. Если же желаютъ получить полировку особенно высокую, то послѣ наждака переходятъ къ *крокусовой* бумагѣ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и къ *трепелу.*

Иногда, вмѣсто наждачной бумаги, употребляютъ наждачный порошокъ. При такой работѣ очень удобно примѣнять приспособленіе, изображенное на фиг. 262. Тиски приготовляются изъ дерева, на дерево посыпается наждакъ и затѣмъ тиски прижимаются къ издѣлію и передвигаются вдоль его оси. Для лучшей шлифовки прибавляется немного масла.

Различные типы токарныхъ станковъ.

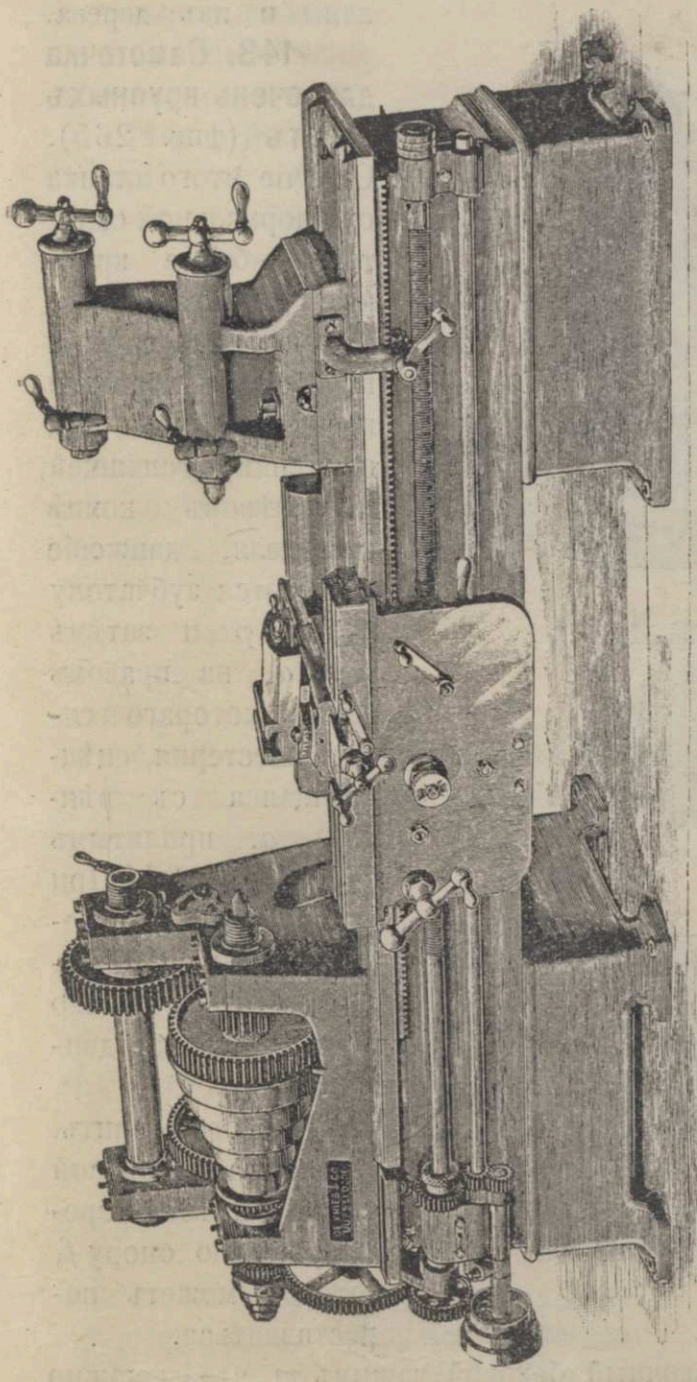


Фиг. 263.

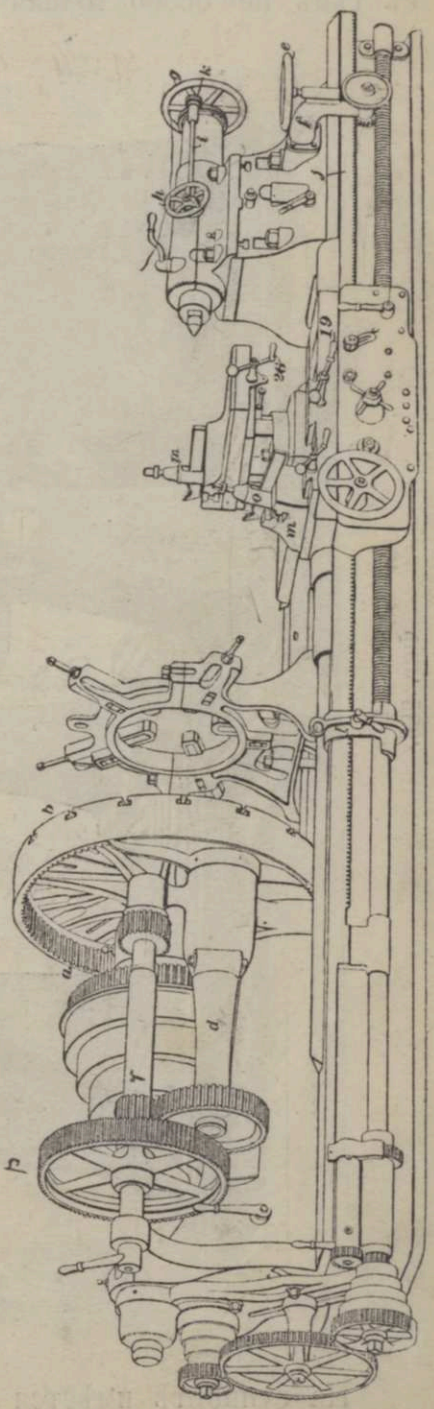
141. Станокъ съ гапомъ (фиг. 263). Вообще размѣръ самоточки долженъ соотвѣтствовать размѣрамъ исполняемыхъ на ней издѣлій; будетъ невыгодно обрабатывать мелкія издѣлія на крупныхъ самоточкахъ, такъ какъ онѣ и стоятъ дорого и требуютъ больше работы для приведенія ихъ въ дѣйствіе, а также нельзя тяжелыя издѣлія обрабатывать на мелкихъ станкахъ но въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходится обтачивать сравнительно легкіе предметы, имѣющіе большой діаметръ. Въ такихъ случаяхъ оказывается удобной конструкція *станка съ гапомъ*. Какъ видно, въ такихъ станкахъ часть станины *a* дѣлается подвижной;— если ее сдвинуть относительно части *b* вправо, то около патрона получится большое углубленіе *g*, которому присвоено англійское названіе *гапъ*. Это углубленіе

и даетъ возможность привернуть къ патрону или поставить на центры вещь большаго діаметра.

Нѣкоторые строители вмѣсто отодвигающейся части *a* дѣлаютъ часть станины около патрона отъемной. Такая конструкція проще и дешевле, но станокъ получается менѣе точный, такъ какъ при обработкѣ вещей



Фиг. 264.



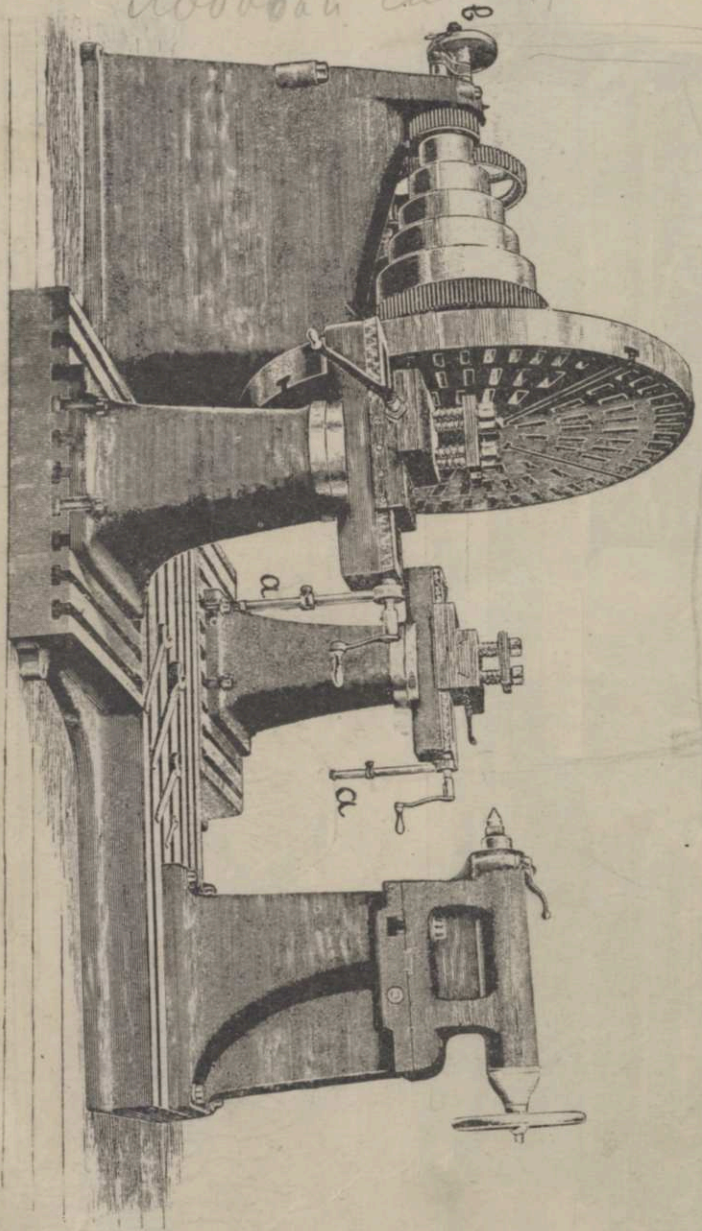
Фиг. 265.

небольшого діаметра суппорту главнымъ образомъ приходится работать, опираясь на отъемную часть, которая не можетъ сохранять такой точности, какъ цѣльная деталь *a* на фиг. 263.

Съ тою же цѣлью—дать возможность удобно обрабатывать издѣлія малыхъ и большихъ діаметровъ строятся

142. Станки съ двумя шпинделями (фиг. 264), устройство которыхъ ясно изъ чертежа.

Наконецъ, на заводахъ, гдѣ подобныхъ станковъ не имѣется, въ случаѣ необходимости обточить издѣліе большаго діаметра, не помѣщающееся на самоточкѣ, имѣющейся на заводѣ, *подъ бабки подкладываются особыя подкладки, приготовленныя изъ чугуна и точно обработанныя*, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда требуется очень спѣшная и вмѣстѣ съ тѣмъ не особо точная работа, эти подкладки могутъ быть приготовлены и изъ дерева.



Фиг. 266.

143. Самоточка для очень крупныхъ работъ (фиг. 265). Отличіе этого станка отъ нормальной самоточки—болѣе крупные размѣры; болѣе сложная конструкція перебора въ передней головкѣ: здѣсь отъ шестерни, сидящей на лѣвомъ концѣ шпинделя, движеніе передается зубчатому колесу p и затѣмъ валу d, на правомъ концѣ котораго сидитъ шестерня, сцѣпляющаяся съ вѣнцомъ a, прилитымъ къ планшайбѣ b. При такомъ способѣ передачи планшайбѣ можетъ быть сообщено очень медленное движеніе.

Ходовой винтъ, вслѣдствіе большой длины, имѣетъ промежуточную опору f, которая можетъ переставляться.

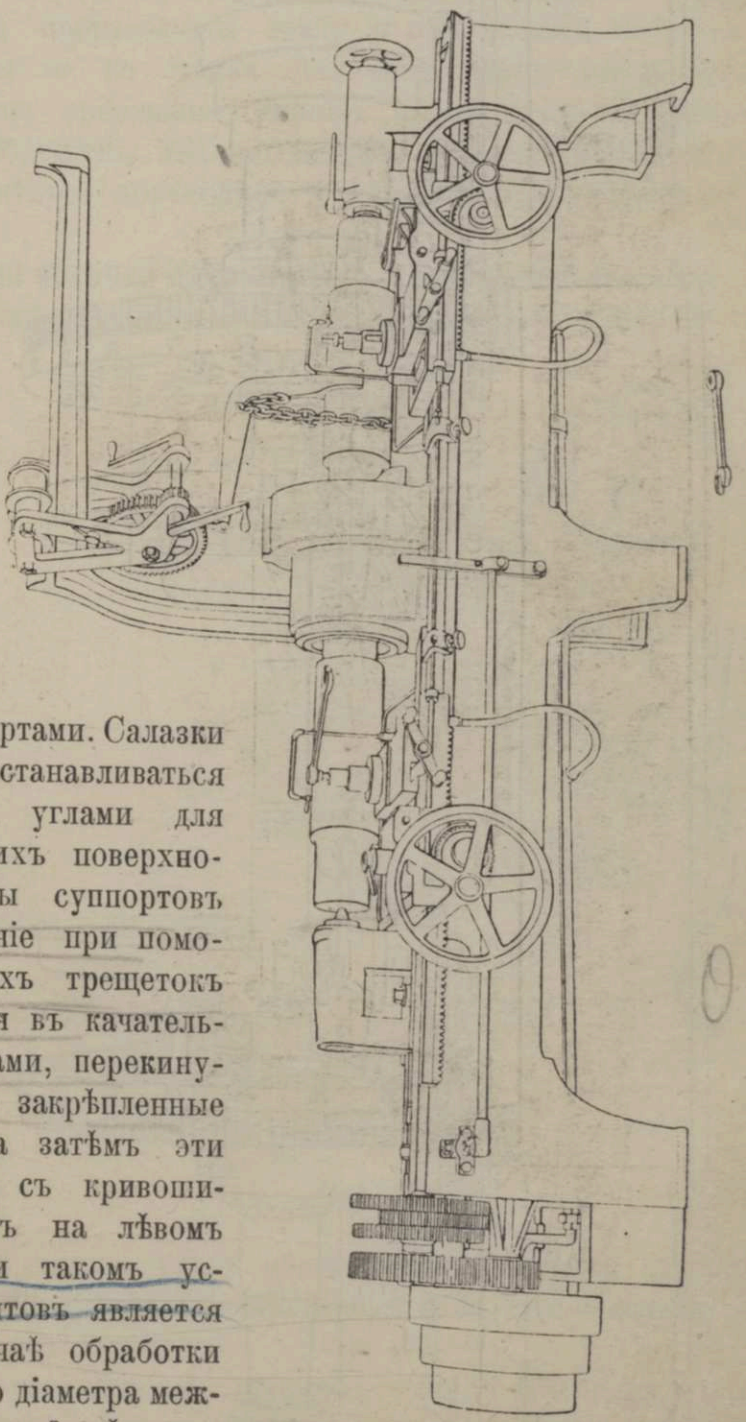
На суппортѣ имѣется добавочный боковой зажимъ m, чтобы можно было рѣзать сразу двумя рѣзцами; боковой рѣзецъ позволяетъ также обтачивать предметы большаго діаметра, непомѣщающіеся надъ поперечными салазками, къ которымъ прикрѣпленъ зажимъ n.

Задняя бабка настолько тяжела, что передвигать ее прямо рукой очень трудно, и потому передвиженіе совершается при помощи маховичка e и зубчатой передачи, помѣщающейся въ детали f и упирающейся

въ рейку j. Въ виду большой длины шпинделя задней бабки устанавливать центръ въ центровое отверстіе, поворачивая рукой маховичокъ g было бы неудобно, поэтому здѣсь добавлена передача отъ маховичка h, черезъ валикъ i къ шестернѣ, которой и поворачивается маховичокъ.

Для обточки предметовъ небольшой длины, но большого діаметра (маховиковъ, шкивовъ и т. п.), примѣняются такъ называемые

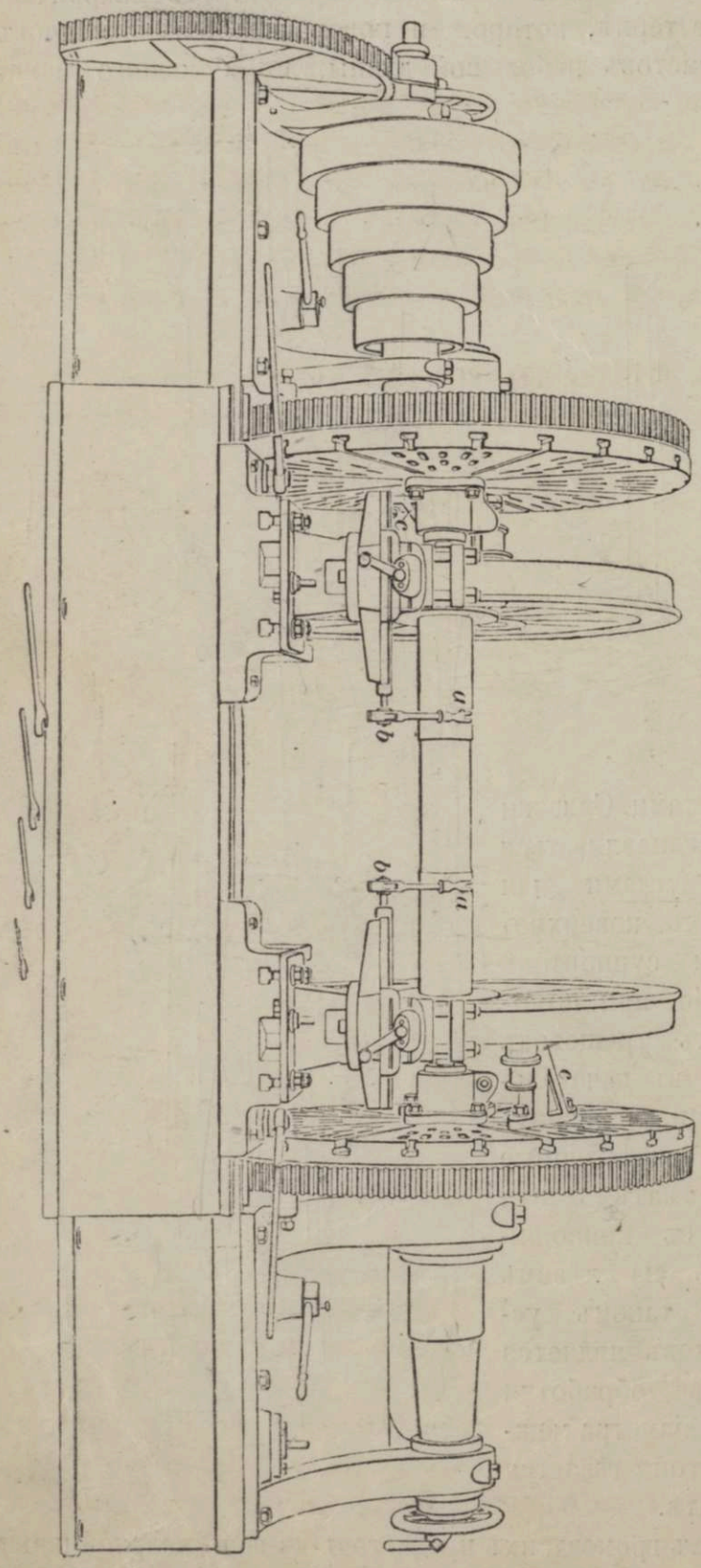
144. Лобовые станки (фиг. 266). Устройство бабки въ этихъ станкахъ такое же, какъ и въ ранѣе описанныхъ, станину же замѣняетъ солидная плита, устанавливаемая прямо на фундаментѣ. На плитѣ, въ различныхъ мѣстахъ, смотря по размѣрамъ и формѣ издѣлія, устанавливаются задняя бабка и колонки съ суппортами. Салазки суппортовъ могутъ устанавливаться подъ произвольными углами для обтачиванія коническихъ поверхностей. Ходовые винты суппортовъ приводятся въ движеніе при помощи надѣтыхъ на нихъ трещетокъ a, которыя приводятся въ качательное движеніе цѣпочками, перекинутыми черезъ блоки, закрѣпленные къ потолку зданія, а затѣмъ эти цѣпочки скрѣпляются съ кривошипомъ b, насаженнымъ на лѣвомъ концѣ шпинделя. При такомъ устройствѣ нарѣзка винтовъ является невозможной. Въ случаѣ обработки издѣлій очень большого діаметра между планшайбой и плитой дѣлается углубленіе въ фундаментѣ.



Фиг. 267.

Установка тяжелыхъ громоздкихъ предметовъ на вертикальной плоскости планшайбы самоточекъ представляетъ большія затрудненія, такъ какъ здѣсь приходится все время бороться съ дѣйствіемъ вѣса устанавливаемаго предмета. Кромѣ того закрѣпленное къ планшайбѣ тяжелое издѣліе

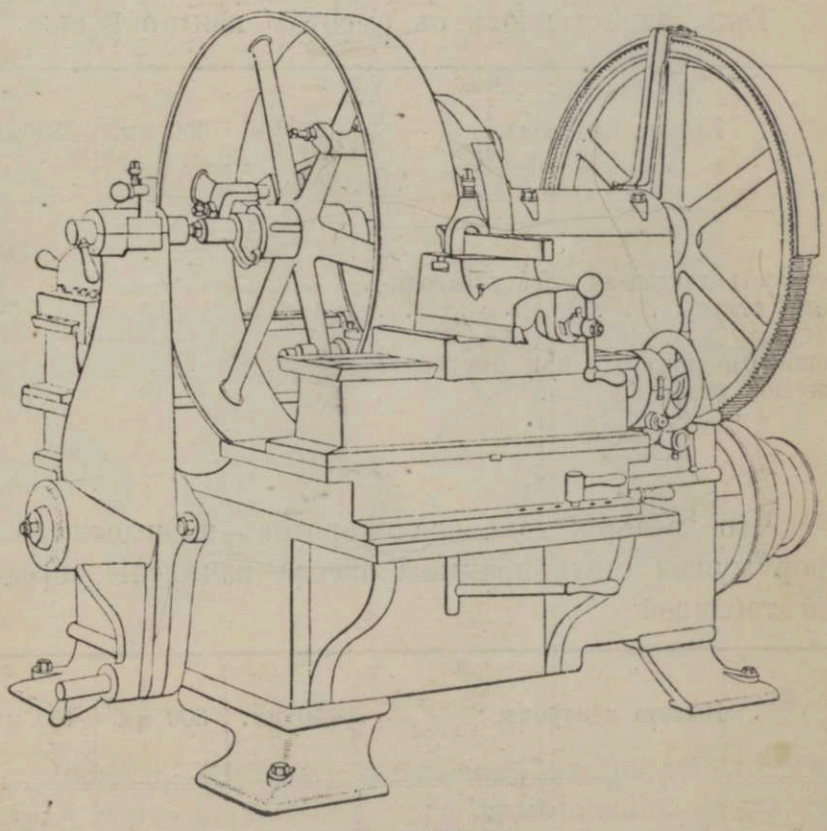
вызываетъ прогибъ шпинделя и связанное съ этимъ дрожаніе издѣлія, такъ что приходится или мириться съ неточной работой или придавать шпинделю громадные размѣры, что также невыгодно, такъ какъ сильно удорожаетъ самый станокъ и, увеличивая затрату работы на приведеніе въ движеніе станка, повышаетъ стоимость обработки. Въ виду сказанныхъ неудобствъ въ послѣднее время для обработки громоздкихъ предметовъ, какъ маховики, канатные блоки, арматура большихъ динамо-машинъ и т. п., вмѣсто лобовыхъ станковъ, стали примѣнять такъ называемые **карусельные станки**, у которыхъ планшайба представляетъ горизонтальную плоскость и вращается около вертикальной оси. Понятно, что при такомъ устройствѣ всѣ указанные недостатки отпадаютъ, такъ какъ издѣліе, положенное на горизонтальную поверхность, лежитъ спокойно, установка его производится безъ всякихъ затрудненій, и шпиндель не прогибается. Въ виду того, что типъ подобныхъ станковъ совершенно отличается отъ самоточки и постепенно выработался изъ спеціальныхъ машинъ для разсверливанія, работа карусельныхъ станковъ будетъ разсмотрѣна при описаніи работъ на машинахъ для разсверливанія.



Фиг. 268.

145. Станокъ для обточки вагонныхъ осей. Работа эта можетъ быть произведена на обыкновенной самоточкѣ, но если оси приходится обтачивать въ большомъ количествѣ, то будетъ выгодно поставить для этого спеціально конструированный станокъ (фиг. 267). Здѣсь ось ставится на центры и приводится въ движеніе отъ головки, помѣщающейся въ серединѣ; при такомъ устройствѣ обработка обоихъ концовъ оси производится сразу и ось можетъ быть вполнѣ закончена, не снимая ея со станка. Для того, чтобы имѣть возможность вести обработку энергично, станокъ строится очень солидно и снабжается приспособленіемъ для подведенія обильной смазки къ рѣзцамъ. При станкѣ имѣется подъемникъ для удобной постановки и снятія оси со станка.

146. Станокъ для обточки паровозныхъ колесъ (скатовъ) (фиг. 268) представляетъ соединеніе въ одно цѣлое двухъ лобовыхъ станковъ. Движеніе обѣимъ планшайбамъ сообщается отъ одного вала, расположеннаго внутри станины станка. Когда скатъ поставленъ на центры, къ планшайбѣ привертываютъ поводки *c*, которые и упираются каждый въ свое колесо. Питаніе суппорта производится, какъ и въ лобовыхъ станкахъ, при помощи трещетки *a—b*.



Фиг. 269.

На планшайбахъ могутъ также растачиваться бандажи для колесъ, но подобную работу болѣе удобно производить на карусельныхъ станкахъ, о чемъ будетъ сказано дальше.

147. Станокъ для обточки шкивовъ (фиг. 269) здѣсь шкивъ предварительно просверленный на обыкновенной самоточкѣ, или еще лучше на небольшомъ карусельномъ станкѣ, сажается на оправку и ставится на центры. Приводится шкивъ во вращеніе особыми поводками, закрѣпленными къ планшайбѣ и упирающимися въ спицы шкива. У станка имѣются два суппорта, такъ что обработку можно вести сразу съ двухъ сторонъ, что значительно ускоряетъ работу.

Измѣненія въ конструкціи самоточекъ, вызванныя введеніемъ быстрорѣжущей стали.

Введеніе быстрорѣжущей стали, допускающей большія скорости рѣзанія и позволяющей снимать очень крупныя стружки, вызвало стремленіе использовать эти выгодныя качества новаго матеріала, и такъ какъ прежнія машины оказались слишкомъ слабыми для работы съ той интенсивностью, которую допускаетъ быстрорѣжущая сталь, то пришлось ихъ переконструировать. Для мелкихъ стружекъ скорость рѣзанія повысилась до 7 разъ, а для крупныхъ стружекъ скорость рѣзанія повысилась до 3-хъ разъ, соотвѣтственно съ этимъ и работа, поглощаемая станкомъ, повысилась отъ 3-хъ разъ (въ крупныхъ станкахъ) до 7-ми разъ (въ мелкихъ станкахъ).

Такъ, для станковъ съ высотою центровъ въ:

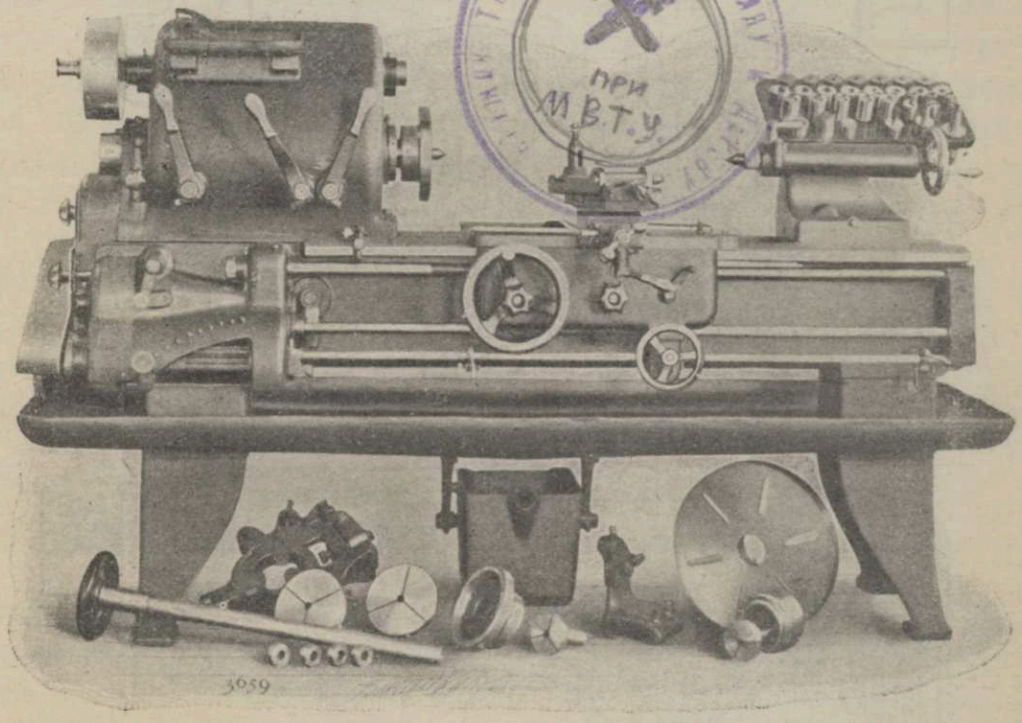
Высота центровъ.	150 мм.	300 мм.	450 мм.	900 мм.	1500 мм.
Мощность двигателя при углеродистой стали	1 л. с.	3,5	6,5	16	25 л. с.
Мощность двигателя при быстрорѣжущей стали	7 „	13	19	50	75 „

Что касается до числа оборотовъ шпинделя, то съ введеніемъ быстрорѣжущей стали практика внесла измѣненіе, представленое слѣдующей таблицей:

Высота центровъ.	150 мм.	300 мм.	450 мм.	900 мм.	1500 мм.
При рѣзцахъ изъ углеродист. стали. Число оборотовъ шпинделя max. и min.	300	150	102	50	30
	6	3	1,7	0,5	0,16
Отношеніе	50	50	60	100	180
Тоже для быстрорѣжущихъ рѣзцовъ	600	300	200	100	60
	60	10	4	1	0,5
Отношеніе	10	30	50	100	120

Изъ этой таблицы видно, что наивысшее число оборотовъ было удвоено, а наименьшее число оборотовъ увеличилось для быстрорѣжущей стали въ 10 разъ для малыхъ станковъ и въ два раза для большихъ станковъ. Такимъ образомъ, отношеніе наибольшаго числа оборотовъ къ наименьшему въ новыхъ станкахъ оказалось меньше, чѣмъ это было въ станкахъ при рѣзцахъ изъ углеродистой стали. Слѣдовательно, въ станкахъ для быстрорѣжущихъ рѣзцовъ измѣненіе скоростей и число передачъ не такъ велико, какъ это было при рѣзцахъ изъ углеродистой стали (это болѣе справедливо для станковъ малаго размѣра).

Съ увеличеніемъ потребляемой станкомъ работы пришлось увеличивать какъ скорость ремня, такъ и его размѣры, а потому сажать приводный шкивъ на главный шпиндель, какъ это дѣлалось въ прежнихъ станкахъ, оказалось неудобнымъ, такъ какъ при большихъ скоростяхъ

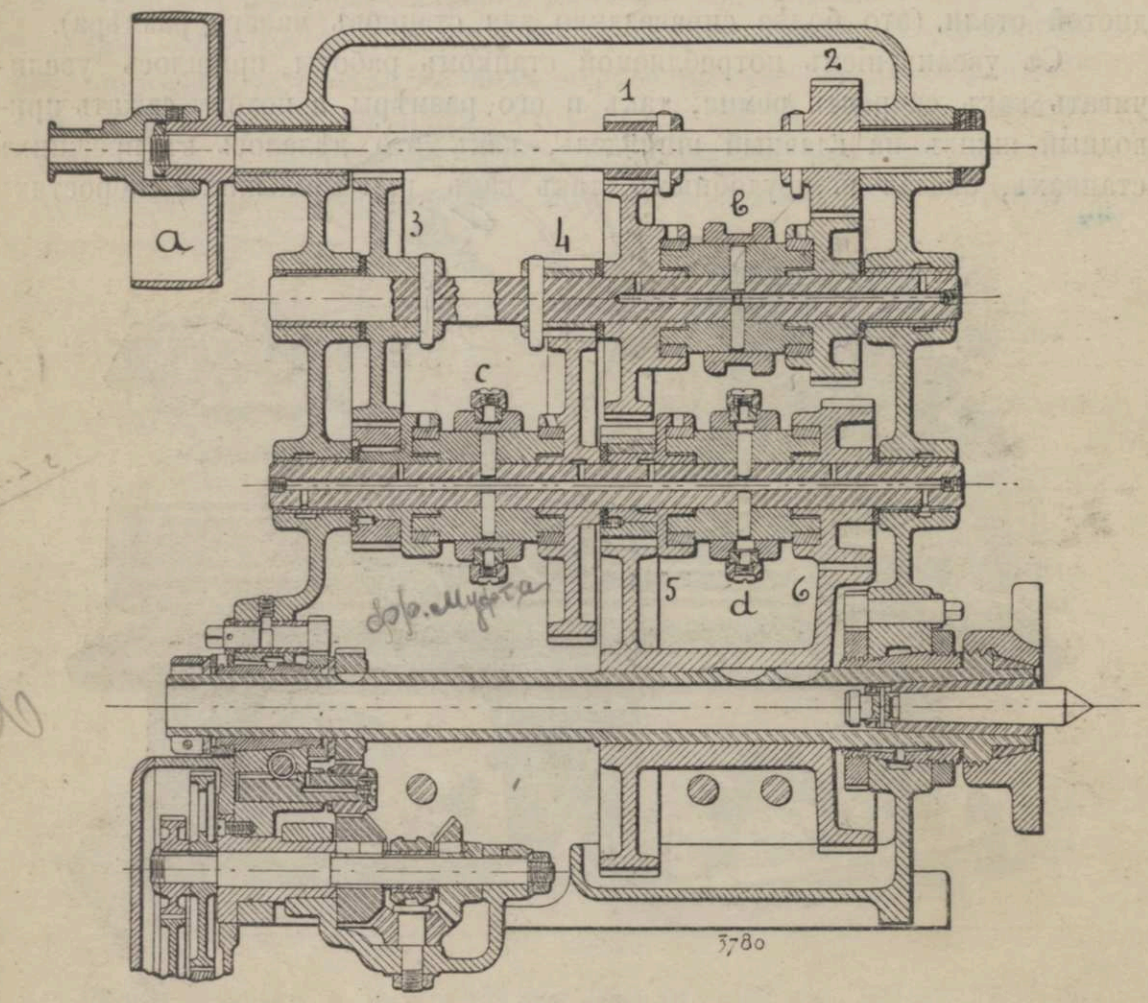


Фиг. 270.

ремня приходилось шпинделю сообщать слишкомъ большое число оборотовъ. Для устраненія этого неудобства приводный шкивъ стали сажать на второмъ шпинделѣ и передавать движеніе къ главному шпинделю при помощи зубчатыхъ передачъ. Благодаря такому расположенію шкива является возможность придать ремню большую скорость (10 — 15 метр.). Но и при такой скорости ремни для передачи большой работы получаются слишкомъ широкими, вслѣдствіе чего примѣненіе ступеньчатыхъ шкивовъ становится неудобнымъ, такъ какъ передвигать съ одного шкива на другой широкій ремень очень трудно. Вслѣдствіе этого строители перешли отъ примѣненія ступеньчатыхъ шкивовъ въ современныхъ станкахъ къ простому шкиву, а для измѣненія числа оборотовъ примѣнили зубчатыя передачи. Конечно, всѣ зубчатыя передачи,

вслѣдствіе большихъ скоростей и большихъ усилній, дѣйствующихъ на нихъ, должны быть точно обработаны и солидныхъ размѣровъ.

Станины стали строить болѣе солидными съ коробчатымъ поперечнымъ сѣченіемъ. Переднюю бабку многіе заводы отливаютъ вмѣстѣ со станиной, чтобы сообщить станку большую жесткость при сниманіи очень крупныхъ стружекъ. Точно также обращается больше вниманія на солидное прикрѣпленіе задней бабки.



Фиг. 271.

Питающій механизмъ стали дѣлать очень прочнымъ, чтобы онъ могъ передавать такія же усилія вдоль станины, какія усилія испытываетъ рѣзецъ по вертикальному направленію.

Для этого движеніе салазкамъ суппорта болѣе раціонально передавать при помощи винта, а не реекъ.

На фиг. 270 представленъ типъ современной самоточки для быстрорѣжущихъ рѣзцовъ, изготовляемой заводомъ Праттъ и Уитней.

Движеніе отъ ремня передается шкиву *a* (вмѣсто шкива можетъ быть поставленъ электромоторъ). При помощи зубчатыхъ зацѣпленій 1, 2, 3, 4, 5, 6 и фрикціонныхъ муфтъ *b*, *c*, *d* (фиг. 271) при одномъ и томъ же числѣ оборотовъ шкива *a* главный шпиндель можетъ получить 8 различныхъ скоростей, измѣняя ихъ въ отношеніи 1 : 45.

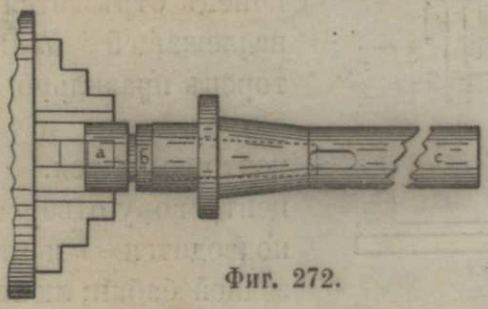
Шпиндель сдѣланъ пустотѣлымъ, что позволяетъ пропускать черезъ него обрабатываемыя полосы, а также дозволяетъ вставлять втулки для направленія полосы при разсверливаніи. Патронъ закрѣпляется при помощи конуса, что даетъ патрону очень точную опору и позволяетъ подвести патронъ близко къ опорному подшипнику.

Станина станка снабжена корытомъ для собиранія воды, выливаемой въ изобиліи на стружку для охлажденія рѣзца.

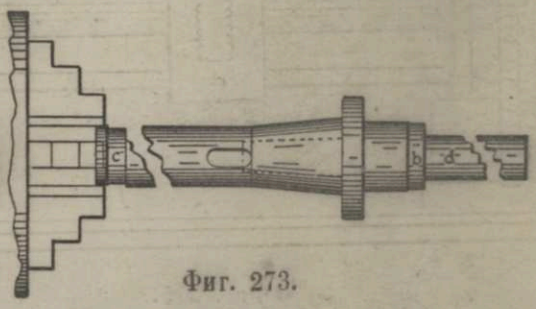
Примѣры работъ на самоточкахъ.

148. Исполненіе точнаго шпинделя для самоточки или фрезовой машины. Требованіе состоитъ въ томъ, чтобы ось внѣшней поверхности шпинделя точно совпадала съ осью коническаго отверстія, въ которое вставляется центръ или другіе инструменты при работѣ.

Шпиндель грубо обтачивается снаружи и въ немъ просверливается отверстіе, которое затѣмъ точно развертывается конической разверткой до требующихся размѣровъ (при массовомъ производствѣ на разверткѣ должно быть установительное кольцо, которое позволяетъ разверткѣ углубиться лишь на должную глубину). Затѣмъ въ патронъ вставляется кусокъ стали *a* (фиг. 272), и на немъ точно затачивается конусъ, кото-



Фиг. 272.

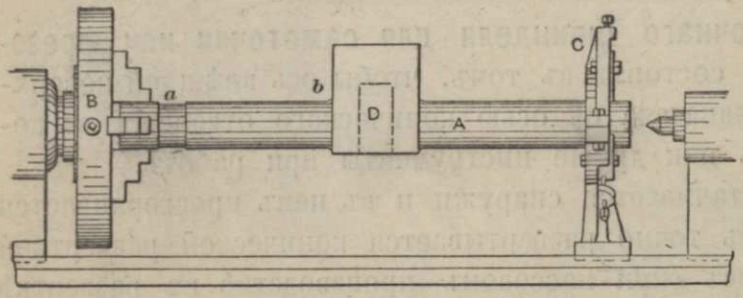


Фиг. 273.

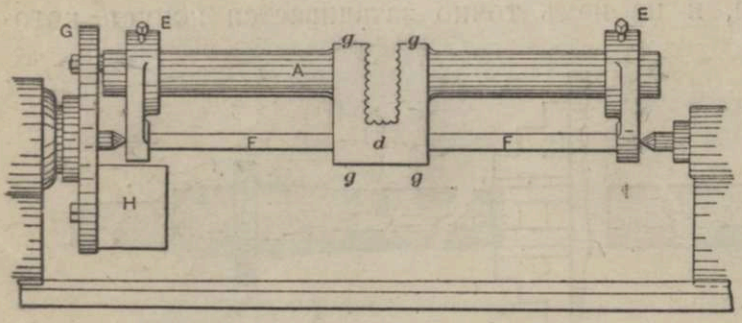
рый какъ разъ входитъ въ просверленное коническое отверстіе шпинделя приблизительно на глубину 10 мм. Шпиндель надѣвается на этотъ штифтъ настолько туго, чтобы можно было обточить шейку *b* для люнета. Шпиндель затѣмъ снимается, зажимается концомъ *c* въ патронъ, а шейка *b* устанавливается въ люнетѣ, не показанномъ на фиг. 273. Въ коническое отверстіе вставляется спеціально приготовленный повѣрочный цилиндръ длиной 600 мм., точно выточенный и отшлифованный съ конусомъ на одномъ концѣ, который точно входитъ въ коническое отверстіе. При этомъ нужно заботиться, что-бы какъ коническое отверстіе, такъ и конусъ, вставляемый въ него, были совершенно чисты, такъ какъ самое незначительное загрязненіе можетъ въ дальнѣйшемъ повести къ неточной работѣ. Затѣмъ люнетъ и зажимы патрона устанавливаются, наблюдая при помощи индикатора, чтобы вставленный повѣрочный цилиндръ не давалъ никакихъ отклоненій около люнета и чтобы на другомъ концѣ цилиндра эти отклоненія не превосходили 0,005 мм. Послѣ этого снимаютъ тонкую стружку какъ около шейки *b*, такъ и съ конца

c, зажатаго въ патронъ, чтобы получить шейку *c* для люнета. Пробную полосу вынимаютъ и на мѣсто ея вкладываютъ въ конусное отверстіе закаленную и точно пришлифованную пробку съ центровымъ отверстіемъ. Этой пробкой шпиндель опирается на вращающійся центръ станка, а конецъ *c* зажимается въ люнетъ и расцентровывается. Послѣ этого шпиндель ставится на центры и окончательно отдѣлывается сначала на самоточкѣ, а затѣмъ на шлифовальномъ станкѣ.

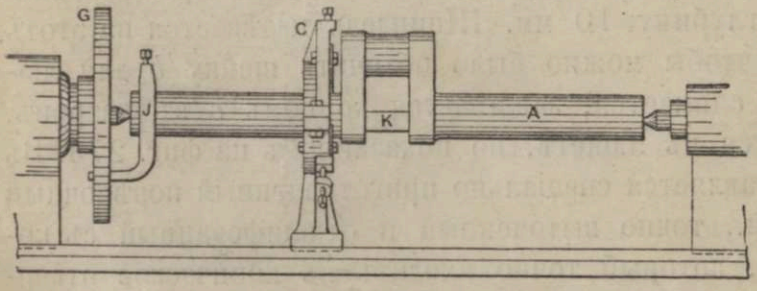
149. Обточка колѣнчатаго вала. Отковка (фиг. 274) зажимается въ патронъ и въ люнетъ *c*. При помощи мѣла вывѣряютъ положеніе кулачковъ въ патронѣ и люнетѣ, чтобы валъ *A* вращался возможно точно. Около патрона затачивается шейка *a* для люнета. Валъ повертывается такъ, что шейка *a* зажимается въ люнетѣ, а другой конецъ въ патронѣ. Зажатый въ люнетѣ конецъ отрѣзается до надлежащей длины; торецъ правильно облицовывается и расцентровывается. Къ центровому отверстію подводится центръ задней бабки; люнетъ снимается. Между патрономъ и колѣномъ, возможно ближе къ послѣднему, протачивается шейка для люнета и къ ней подводится люнетъ, послѣ чего часть вала отъ задней бабки до колѣна обтачивается, оставляя отъ 2-хъ до 3-хъ мм., смотря по размѣру вала, для отдѣлочной стружки. Тѣ же операціи повторяются и надъ другой частью вала. Затѣмъ валъ снимается со станка и кладется на размѣточный столъ. На средней части вала расчерчивается то мѣсто, которое подлежитъ удаленію (на фиг. *D*). Для удаленія металла по контуру *D* намѣчаются круги для сверленія и высверливаютъ черезъ одинъ и затѣмъ высверливаются и остальные; такой порядокъ



Фиг. 274.



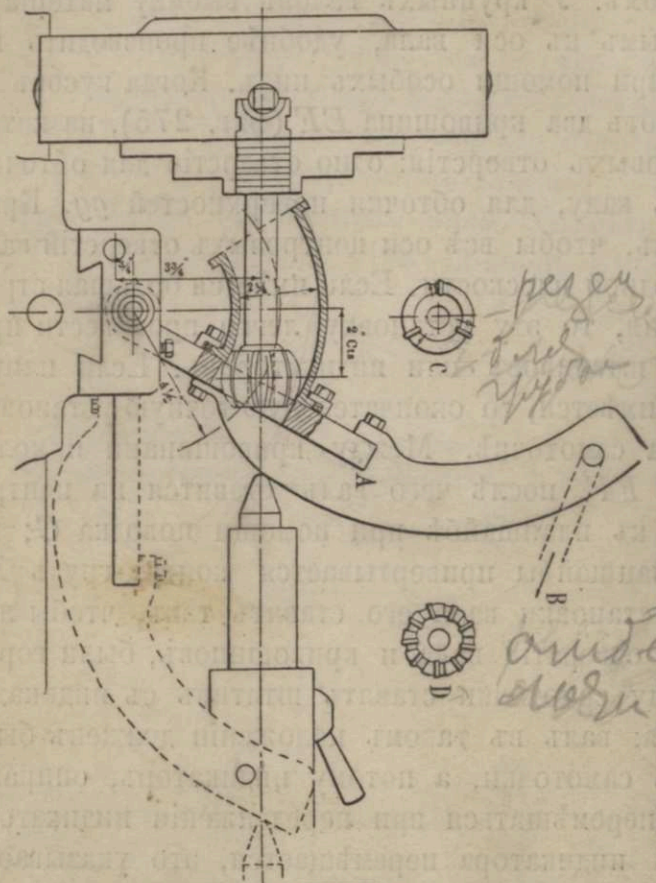
Фиг. 275.



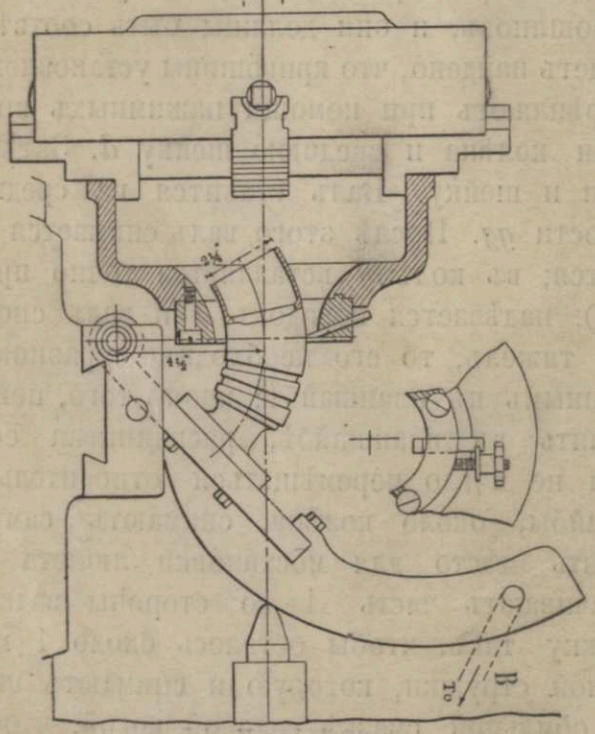
Фиг. 276.

примѣняется потому, что при сверленіи отверстія расположенныя рядомъ, близко другъ къ другу, труднѣе сверлить. Остающійся между отверстіями матеріалъ вырубается зубиломъ. У крупныхъ валовъ выемку матеріала по линіямъ, перпендикулярнымъ къ оси вала, удобнѣе производить на долбежныхъ машинахъ или при помощи особыхъ пилъ. Когда кусокъ *D* вырѣзанъ, на валъ *a* надѣваютъ два кривошипа *EE* (фиг. 275), на которыхъ имѣются по два центровыхъ отверстія: одно отверстіе для обточки шипа *d*, а другое, ближе къ валу, для обточки поверхностей *gg*. Кривошипы устанавливаются такъ, чтобы всѣ оси центровыхъ отверстій вала и кривошиповъ лежали въ одной плоскости. Если имѣется большая строганая плита для расчерчиванія, то эту установку легко произвести при помощи такъ называемыхъ штативовъ или индикаторовъ. Если плиты достаточныхъ размѣровъ не имѣется, то окончательную точную установку кривошиповъ производятъ на самоточкѣ. Между кривошипами и колѣномъ вставляются распорки *FF*, послѣ чего валъ ставится на центры (фиг. 275) и прикрѣпляется къ планшайбѣ при помощи поводка *G*; на противоположной сторонѣ планшайбы привертывается контръ-грузъ *H*. Чтобы провѣрить точность установки вала его ставятъ такъ, чтобы линіи, соединяющія центровыя отверстія вала и кривошиповъ, были горизонтальны; затѣмъ на станину самоточки ставятъ штативъ съ индикаторомъ и проводятъ вдоль вала; валъ въ такомъ положеніи долженъ быть параллеленъ направляющимъ самоточки, а потому индикаторъ, опирающійся на валъ, не долженъ перемѣщаться при передвиженіи индикатора вдоль станины; если стрѣлка индикатора перемѣщается, это указываетъ на неправильное положеніе кривошиповъ, и они должны быть соотвѣтственно переставлены. Когда будетъ найдено, что кривошипы установлены вполнѣ точно, ихъ прочно закрѣпляютъ при помощи нажимныхъ винтовъ и грубо обтачиваютъ щеки колѣна и среднюю шейку *d*. Затѣмъ окончательно обтачиваютъ щеки и шейку. Валъ ставится на средніе центры и обтачиваются поверхности *gg*. Послѣ этого валъ снимается со станка, кривошипы *EE* удаляются; въ колѣно вставляется точно пригнанная распорка *K* (фиг. 276), надѣвается поводокъ *J* и валъ снова ставится на центры. Если валъ тяжелъ, то его необходимо уравновѣсить контръ-грузомъ, прикрѣпленнымъ къ планшайбѣ; кромѣ того, поводокъ необходимо плотно закрѣпить въ планшайбѣ, расклинивая его, чтобы колѣно при поворачиваніи не могло перемѣщаться относительно планшайбы. Со стороны планшайбы, около колѣна, снимаютъ самую тонкую стружку, чтобы вывѣрить мѣсто для постановки люнета *C*. Когда люнетъ поставленъ, обтачиваютъ часть *A* со стороны задней бабки; сначала снимаютъ стружку такъ, чтобы осталось около 1 мм. въ діаметрѣ для снятія отдѣлочной стружки, которую и снимаютъ широкимъ плоскимъ рѣзцомъ при обильной смазкѣ содовой водой, чтобы сообщить поверхности гладкость. Затѣмъ отдѣлываютъ внѣшнюю шейку колѣна и валъ переставляютъ на центрахъ, послѣ чего обтачиваютъ и окончательно отдѣлываютъ другую часть вала, чѣмъ и заканчивается работа.

150. Обточка и расточка предметовъ съ кривой осью. На фиг. 277–8 представлено, какимъ образомъ на самоточкѣ могутъ быть обточены предметы съ кривой осью, напримѣръ изогнутое колѣно трубы. Вмѣсто верхнихъ салазокъ ставятся салазки особой конструкціи, къ которымъ при помощи шалнера прикрѣпляется доска *A*. Эта доска особымъ изогнутымъ шаблономъ опирается на опору, вставленную въ заднюю бабку и плотно прижимается къ ней при помощи шнура *B*, натянутаго грузомъ. Къ доскѣ *A* привертывается колѣно, подлежащее обработкѣ. Перемѣщая шпиндель задней бабки, поворачиваютъ около шалнера доску *A*, при чемъ закрѣпленный въ патронѣ рѣзецъ и будетъ обтачивать колѣно. На фиг. 277 представленъ рѣзецъ для внутренней расточки. Рѣзецъ имѣетъ видъ части окружности; *C* рѣзецъ для грубой обточки, *D* для отдѣлочной. На фиг. 278 представленъ рѣзецъ для внѣшней обточки.



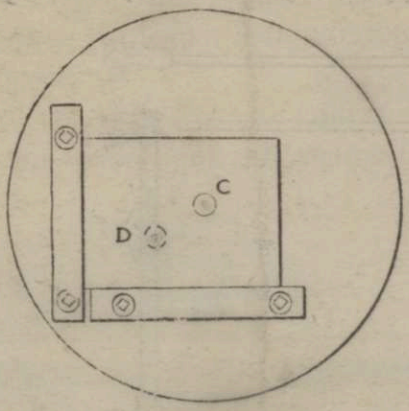
Фиг. 277.



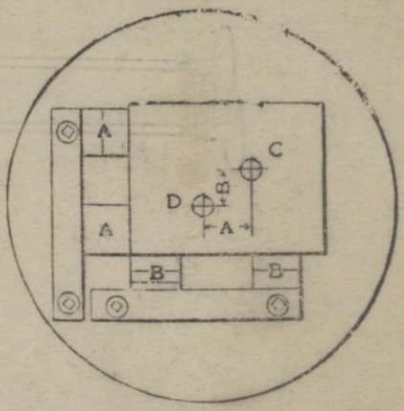
Фиг. 278.

151. Просверливаніе отверстій на строго опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга. Положимъ, что въ прямоугольникѣ, изображенномъ на фиг. 279, требуется просверлить два отверстія *D* и *C* очень точно и на опредѣленномъ разстояніи. Одно изъ отверстій намѣчается и издѣліе при помощи индикатора устанавливается на планшайбѣ; рядомъ съ прямоугольной пластинкой привертываютъ къ планшайбѣ двѣ линейки. Когда отверстіе *c* просверлено, на линейки кладутъ призматическіе калибры (фиг. 279),

размѣръ которыхъ соотвѣтствуетъ разстоянію между отверстіями по сторонамъ четырехугольника (*A* и *B*); опирая на эти калибры, пластинку снова привертываютъ къ планшайбѣ и сверлятъ въ ней второе отверстіе *D*, которое должно получиться точно на соотвѣтственномъ мѣстѣ.



Фиг. 279.



279*a*

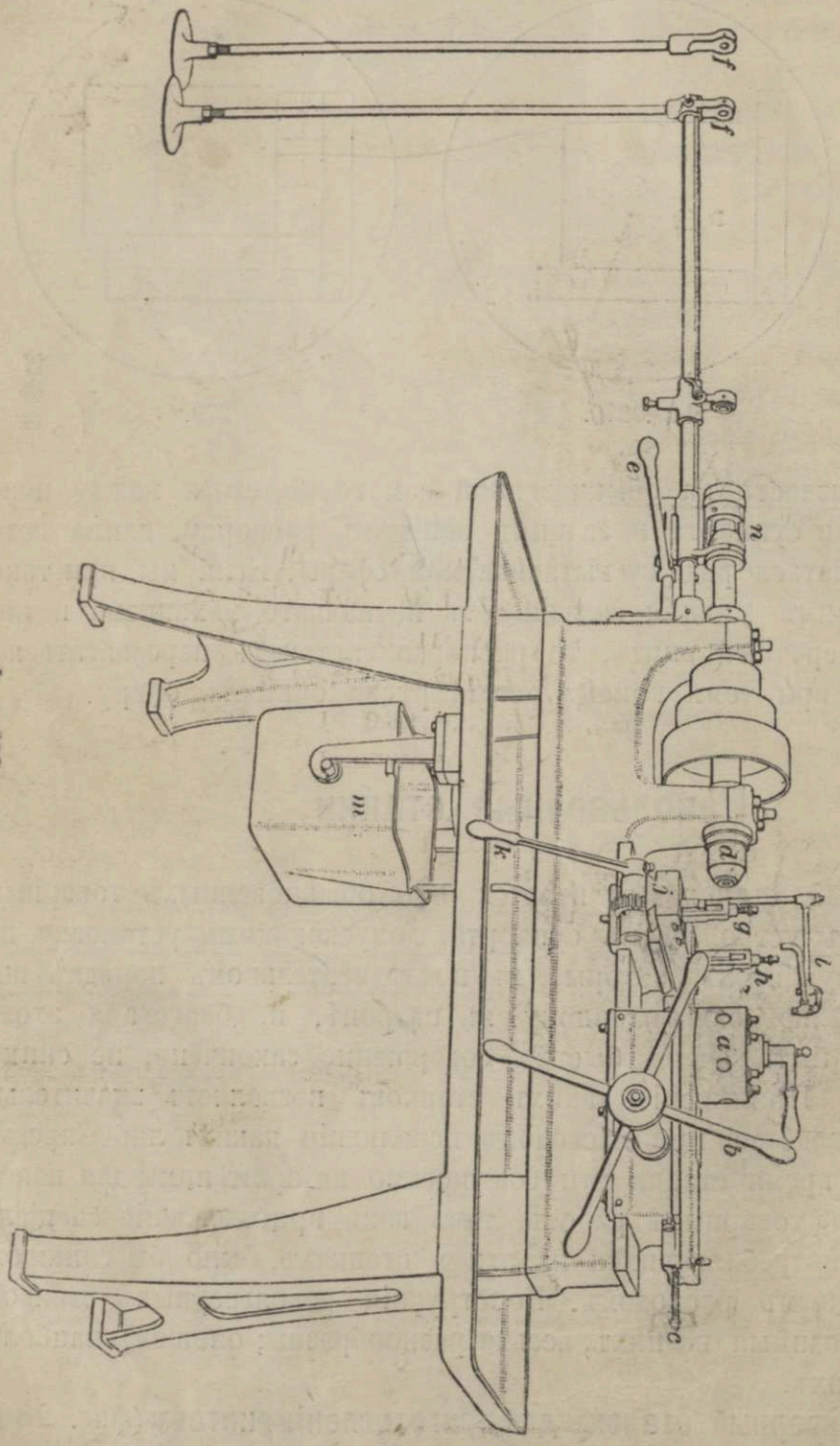
152. Обточка вогнутой шаровой поверхности, напримѣръ, для подшипниковъ съ шаровой опорой. Эту работу можно произвести на обыкновенной самоточкѣ, ставя между поперечными салазками суппорта и заднимъ центромъ распорку, длина которой должна равняться радіусу вытачиваемой сферы. Если мы при такой распоркѣ расцѣпимъ нижнія салазки отъ питающаго механизма и начнемъ питать поперечный винтъ, то распорка заставитъ передвигаться и нижнія салазки, при чемъ конецъ острія рѣзца опишетъ сферу.

Револьверные станки.

Револьверный станокъ отличается отъ обыкновенныхъ токарныхъ станковъ особымъ устройствомъ суппорта, допускающимъ установку нѣсколькихъ инструментовъ, которые въ послѣдовательномъ порядкѣ подводятся къ издѣлію, закрѣпленному въ патронѣ, и, благодаря этому, издѣліе можетъ быть очень быстро совершенно закончено, не снимая его съ патрона. Примѣненіе такихъ станковъ позволяетъ значительно удешевить производство при массовомъ исполненіи какихъ-либо предметовъ. Въ то же время станки эти совершенно не примѣнимы для исполненія отдѣльныхъ токарныхъ работъ, такъ какъ приготовленіе спеціальныхъ рѣзцовъ, употребляющихся на этихъ станкахъ, было бы слишкомъ дорогимъ накладнымъ расходомъ. Конструкціи револьверныхъ станковъ и работы, производимыя на нихъ, весьма разнообразны; опишемъ наиболѣе типичныя изъ нихъ.

15. Револьверный станокъ для приготовленія винтовъ (фиг. 280). Здѣсь *a*, *вращающаяся* около вертикальной оси *головка суппорта*; въ ней имѣется нѣсколько отверстій, въ которыхъ закрѣпляются направленные по радіусамъ рѣзцы, *b* рукоятки, при помощи которыхъ передвигаются вдоль станины верхнія салазки суппорта съ закрѣпленной на нихъ головкой *a*; *c* упорный установительный винтъ, опредѣляющій величину перемѣщенія салазокъ по направленію къ патрону

шпинделя [1]). При поворотѣ рукоятки *b* по стрѣлкѣ часовъ салазки суппорта отходятъ вправо и при этомъ головка *a* автоматично повертывается на нѣкоторый уголъ и подводитъ къ работѣ слѣдующій инструментъ; затѣмъ, поворачивая рукоятку *b* въ обратномъ направленіи, салазки двигаются влѣво и инструментъ производитъ работу, пока упорный винтъ *c* не остановитъ движенія салазокъ; *j* поперечныя салазки другого суппорта; *k* рукоятка для передвиженія этихъ салазокъ; *g* и *h* два зажима для закрѣпленія рѣзцовъ на этихъ салазкахъ; *l* трубка, подводящая масло для смазки рѣзцовъ при рѣзаніи; *m* резервуаръ съ масломъ.



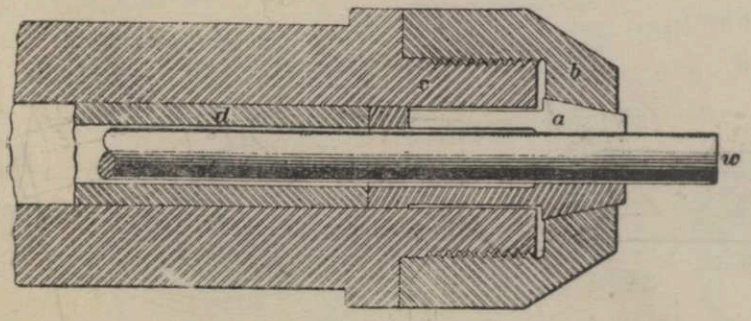
Фиг. 280.

Шпиндель въ этомъ станкѣ пустотѣлый; на переднемъ концѣ сидитъ патронъ, зажимающій издѣліе при работѣ, и черезъ него пропускается полоса, изъ которой приготовляются винты. На переднемъ концѣ шпинделя насаженъ патронъ *d*, которымъ зажимается передній конецъ полосы, подлежащей обработкѣ; на заднемъ концѣ шпинделя, выдающемся изъ подшипника, насажена муфта *n*, связанная съ патрономъ *d*, такъ что при передвиженіи рукоятки *e* влѣво,

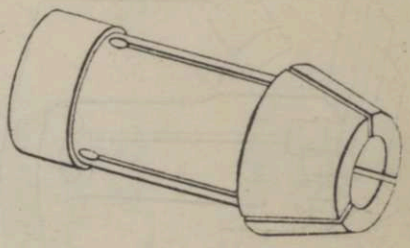
[1]) Такихъ упорныхъ винтовъ дѣлается нѣсколько для каждаго изъ инструментовъ.

передвигается влѣво и муфта, освобождаетъ патронъ *d* и черезъ отверстіе въ шпинделѣ полоса можетъ быть передвинута на нужную величину; при обратномъ движеніи вправо муфта замыкаетъ патронъ *d*, послѣ чего можетъ быть приступлено къ обработкѣ выступающаго изъ патрона конца полосы, *ff* стойки для поддержанія длинной полосы, продѣтой черезъ шпиндель.

На фиг. 281 представлена конструкція зажимающаго патрона. Зажимъ производится разрѣзной втулкой *a* (см. также фиг. 282), упираю-

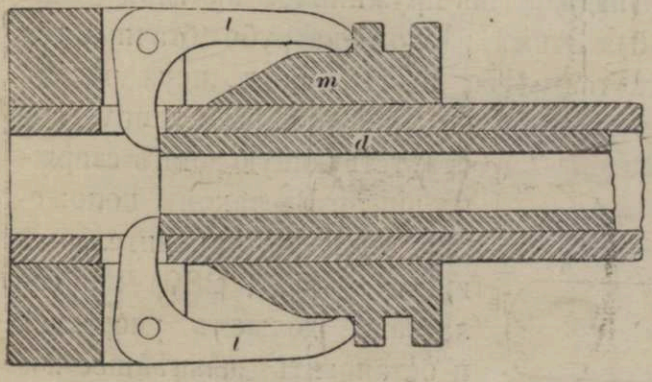


Фиг. 281.

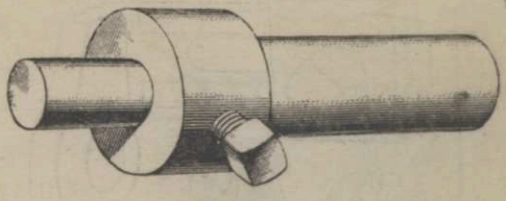


Фиг. 282.

щейся конусомъ въ насадокъ *b*, навинченный на шпиндель *c*. Втулка *a* мѣняется сообразно съ размѣромъ полосы *w*, которую желаютъ зажать въ патронѣ. Нажатіе на втулку *a* отъ муфты *n* (фиг. 280) передается при помощи втулки *d* (фиг. 281 и 283). Когда муфта *m* передвигается влѣво, она распираетъ колѣнчатые рычаги *l*, которые другими концами нажимаютъ на втулку *d* и зажимаютъ патронъ; при обратномъ движеніи втулка *d* освобождается отъ давленія рычаговъ *l* и



Фиг. 283.



Фиг. 284.

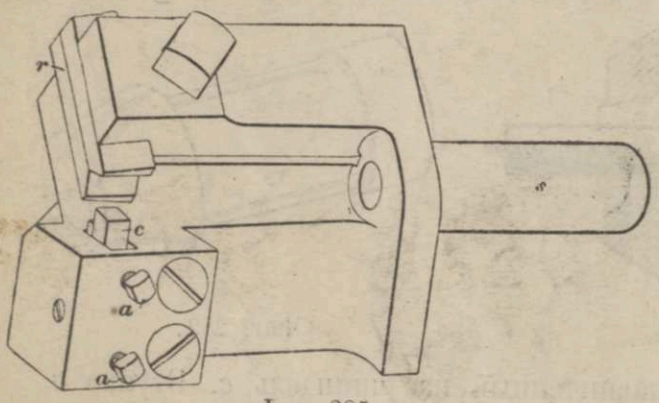
втулки *d* и *a* оттягиваются назадъ пружинами, которыя на чертежѣ не показаны.

154. Примѣры работъ на такомъ станкѣ. Предположимъ, что требуется исполнить въ большомъ количествѣ винты, изображенные на фиг. 292. Для этого револьверный станокъ долженъ быть извѣстнымъ образомъ установленъ, т.-е. въ суппортъ должны быть вставлены соотвѣтствующіе инструменты; черезъ шпиндель должна быть пропущена подлежащая обработкѣ полоса соотвѣтствующаго размѣра и въ патронъ должна быть вставлена втулка такого размѣра, чтобы она эту полосу прочно зажимала.

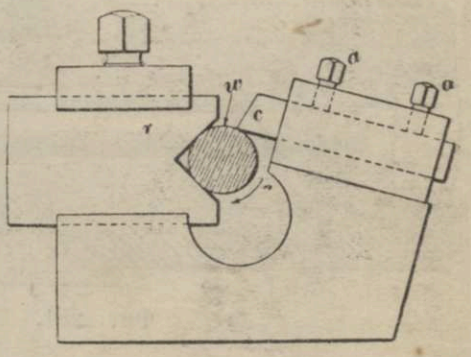
155. Остановъ. Первымъ инструментомъ, который вставляется во вращающуюся головку и первымъ подводится къ патрону, будетъ остановъ (фиг. 284). Онъ долженъ быть установленъ такимъ образомъ, чтобы

при выдвиганіи полосы изъ патрона она уперлась въ этотъ остановъ и при этомъ вышедшій изъ патрона конецъ оказался какъ разъ достаточнымъ для приготовленія изъ него винта. Зажавъ затѣмъ полосу въ патронѣ, отводятъ салазки съ вращающейся головкой вправо, при чемъ головка поворачивается и подводитъ слѣдующій инструментъ — коробку съ черновыми рѣзцами.

156. Коробка съ черновыми рѣзцами (фиг. 285). Часть *s* вставляется во вращающуюся головку; рѣзецъ *c* прижимается нажимными болтами *aa*.

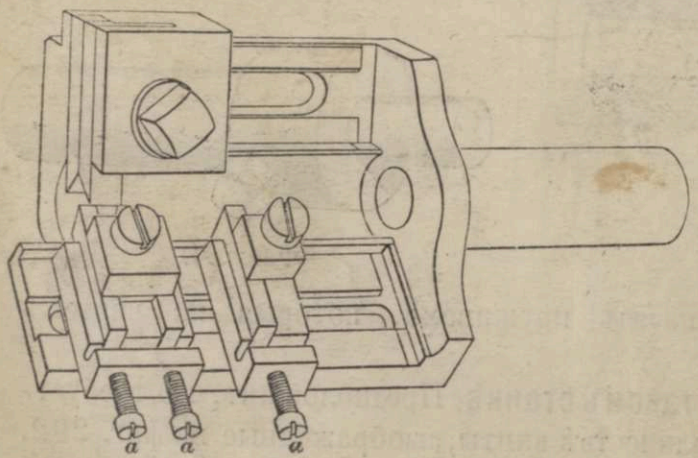


Фиг. 285.



Фиг. 286.

Рѣзецъ затачивается такъ же, какъ и рѣзецъ токарнаго станка, и этимъ рѣзцомъ полоса грубо обтачивается до желаемаго діаметра; положеніе рѣзца должно быть опредѣлено послѣдовательными пробами, пока не получится нужный діаметръ. Чтобы издѣліе не пружинило, противъ рѣзца устанавливается упоръ *r* (фиг. 286). Этимъ рѣзцомъ нагрубо обтачивается стержень болта и суппортъ подвигается влѣво до тѣхъ поръ, пока рѣзецъ не пройдетъ всю длину, соотвѣтствующую длинѣ стержня винта. Въ такомъ положеніи рѣзца установительный винтъ *c* (фиг. 280) на салазкахъ долженъ упереться и остановить дальнѣйшее передвиженіе суппорта. Послѣ этого суппортъ отводится вправо, вращающаяся головка повертывается и подводитъ слѣдующій инструментъ—коробку съ отдѣлочными рѣзцами.

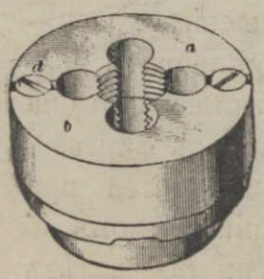


Фиг. 287.

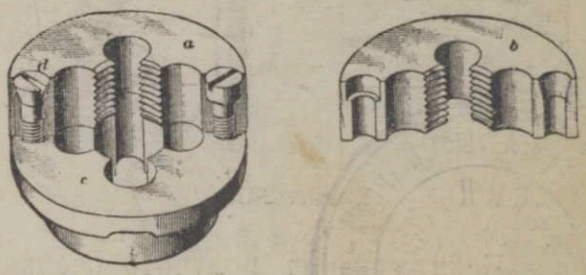
157. Коробка съ отдѣлочными рѣзцами (фиг. 287). Рѣзцовъ вставляется въ коробку нѣсколько, и они могутъ передвигаться какъ въ продольномъ, такъ и въ поперечномъ направленіи; такимъ образомъ, различные рѣзцы могутъ сточить издѣліе до различныхъ діаметровъ. Въ данномъ случаѣ будетъ рѣзать только одинъ рѣзецъ и сообщитъ точный діаметръ стержню винта. Рѣзецъ долженъ быть установленъ такимъ образомъ, чтобы онъ

дошелъ какъ разъ до нужнаго предѣла, когда установительный винтъ *c* на суппортѣ упрется въ неподвижную часть и остановитъ дальнѣйшее передвиженіе суппорта. Затачиваются рѣзцы такъ же, какъ и отдѣлочные рѣзцы обыкновеннаго токарнаго станка, точно устанавливаются при помощи винтовъ *aaa* и при работѣ обильно смазываются масломъ. Когда стержень винта обточенъ, на торцѣ нужно заточить конусъ; это дѣлается, подводя къ издѣлію слѣдующую коробку, такую же, какъ на фиг. 285, но съ рѣзцомъ, соотвѣтственно заточеннымъ. Послѣ заточки конуса стержень винта готовъ для нарѣзки. Винтовую нарѣзку на револьверныхъ станкахъ почти всегда производятъ плашками.

158. Плашки для винтовой нарѣзки представляютъ изъ себя гайку, приготовленную изъ закаленной стали, при чемъ рѣзьба въ нѣсколькихъ мѣстахъ прорѣзана канавками, чтобы образовать рѣжущія ребра (фиг. 288). Плашки составляются изъ двухъ частей *a* и *b*, которыя привинчиваются къ общему основанію. На фиг. 289 представлены плашки въ разобранномъ видѣ. Винтъ *d* дѣлается съ конической головкой, такъ что при завинчиваніи въ основаніе *e* онъ распираетъ плашки и этимъ можно пользоваться для того, чтобы нѣсколько измѣнять діаметръ нарѣзаемаго болта. Плашки вкладываются въ коробку и съ внѣшней стороны закрѣпляются нажимными болтами.

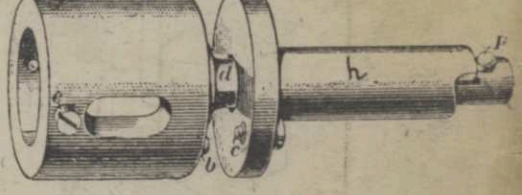


Фиг. 288.



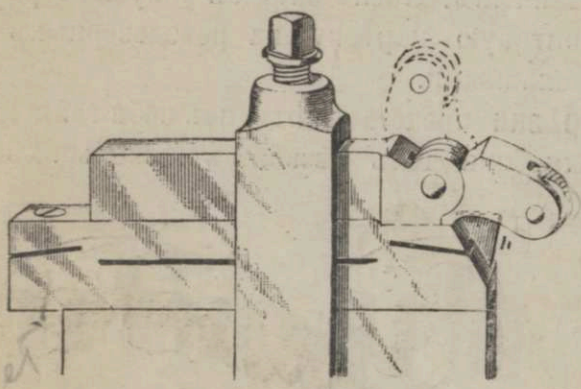
Фиг. 289.

159. Коробка для закрѣпленія плашекъ (фиг. 290). Сама коробка *a* имѣетъ обыкновенно цилиндрическую форму и плашки для нарѣзки рѣзьбы закрѣпляются въ ней при помощи винтовъ *e*. Если бы мы такую коробку съ плашками закрѣпили неподвижно во вращающуюся головку суппорта, то, начавъ нарѣзку винта, нужно бы было остановить станокъ какъ разъ въ тотъ моментъ, когда нужная длина нарѣзки будетъ получена, иначе плашки продолжали бы нарѣзку дальше и, упершись въ головку винта, сорвали бы всю сдѣланную рѣзьбу; для предупрежденія этого коробкѣ придаютъ особую конструкцію съ автоматическимъ остановомъ. Какъ видно, коробка имѣетъ цилиндрическій хвостъ *d* (фиг. 290), который проходитъ черезъ втулку *h*; эта втулка и закрѣпляется во вращающейся головкѣ суппорта. Такимъ образомъ коробка *a* можетъ свободно вращаться внутри втулки. Когда коробка подведена къ стержню винта и упрется въ него, она двигается внутри втулки вправо и въ то



Фиг. 290.

же время вращается около своей оси, увлекаемая трепіемъ о стержень винта; это продолжается до тѣхъ поръ, пока штифтъ *b* не зацѣпится за штифтъ *c*, послѣ чего вращеніе коробки прекращается и плашки начинаютъ рѣзать; суппортъ при этомъ слегка пододвигаютъ влѣво, слѣдуя за навинчиваніемъ плашекъ на стержень винта. Когда остановъ суппорта остановитъ его, то коробка будетъ продолжать навинчиваться на стержень, вытягивая хвостъ изъ втулки *h*. При этомъ, какъ только штифты *b* и *c* расцѣпятся, нарѣзаніе прекратится и коробка начнетъ вращаться вмѣстѣ съ винтомъ. Тогда станку сообщаютъ обратный ходъ; суппортъ отодвигаютъ вправо, при этомъ штифтъ *p* на хвостѣ коробки войдетъ въ зацѣпленіе съ вырѣзомъ на втулкѣ *h*, остановитъ вращеніе коробки, вслѣдствіе чего она начнетъ свинчиваться съ винта.

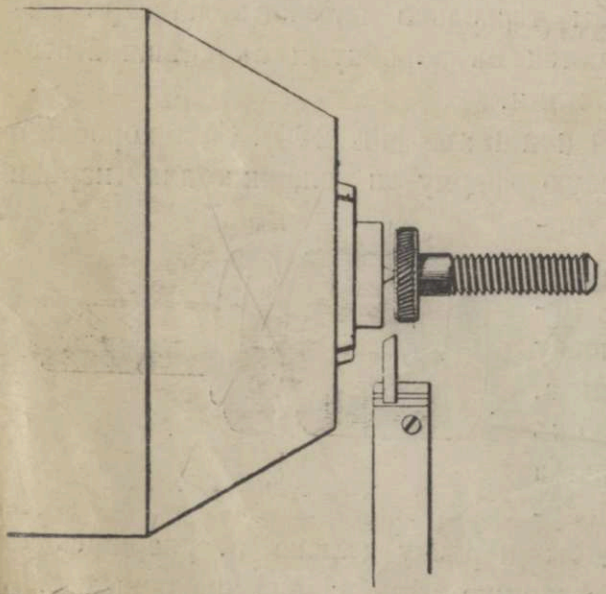


Фиг. 291.

Нарѣзаніе производится при обильномъ смазываніи масломъ.

Если желаютъ получить очень точную нарѣзку, то иногда вслѣдъ за черновой нарѣзкой къ издѣлію подводятъ слѣдующую коробку съ отдѣлочными плашками, которыми снимаютъ отдѣлочную стружку.

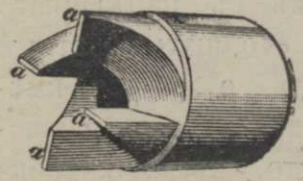
160. Накатка. Чтобы сообщить головкѣ винта рубчатую поверхность, къ издѣлію подводятъ особый инструментъ — *накатку*, которая закрѣпляется въ одномъ изъ зажимовъ поперечныхъ салазокъ. Накатка представляетъ изъ себя рифленый роликъ, приготовленный изъ инструментальной стали и сильно закаленный; такой роликъ закрѣпленъ въ особой державкѣ. Если роликъ подвести къ издѣлію и нажать, то, катаясь по поверхности издѣлія, онъ и накатаетъ на немъ рифты.



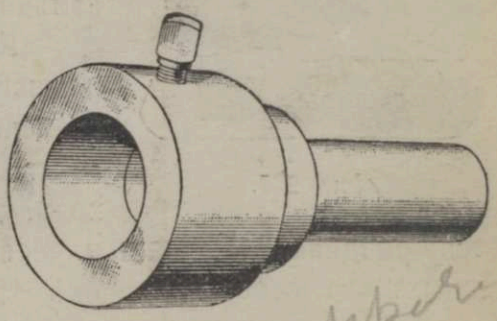
Фиг. 292

Иногда накатка зажимается въ суппортѣ вмѣстѣ съ отрѣзнымъ рѣзцомъ *h* (фиг. 291). Въ такомъ случаѣ конецъ накатки съ роликомъ *a* дѣлается на шалнерѣ откидным. Работа ведется такъ. Накатка откидывается вверхъ, какъ показано пунктиромъ; отрѣзной рѣзецъ подводится къ издѣлію и прорѣзается неглубокая канавка, чтобы ограничить очертаніе головки; затѣмъ цилиндрическая поверхность головки можетъ быть сглажена до желаемаго размѣра и углы скруглены при помощи рѣзца, закрѣпленнаго въ другой зажимъ поперечнаго суппорта. Понятно, что

этотъ рѣзецъ, какъ работающій съ противоположной стороны, долженъ быть повернутъ верхней частью къ низу. Когда головка сглажена, къ ней подводятъ накатку, дѣлаютъ рифты, затѣмъ накатку откидываютъ и подводятъ отрѣзной рѣзецъ. Если подвести обыкновенный отрѣзной рѣзецъ съ передней гранью, заточенной параллельно оси издѣлія, то онъ можетъ, не дорѣзавъ до конца, отломить обточенный винтъ и на его головкѣ останется торчащій кончикъ. Для устраненія этого подрѣзной рѣзецъ долженъ быть заточенъ наискось, какъ показано на фиг. 292, тогда наиболѣе тонкая часть перешейка получится около самой головки, и если даже этотъ перешеекъ сломается, то сломается именно около головки, почти не оставляя никакого отростка. Хорошо заточенный рѣзецъ долженъ отрѣзать винтъ, сообщивъ его головкѣ совершенно гладкую поверхность.



Фиг. 293.

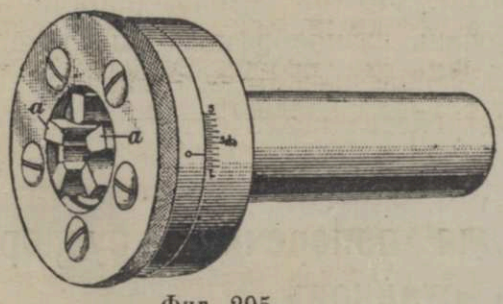


Фиг. 294.

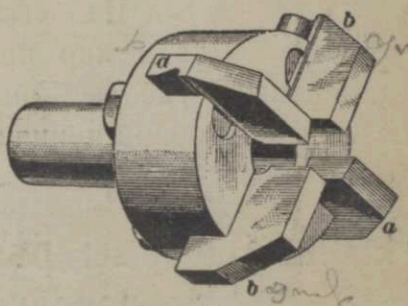
Еще разъ повторяемъ, *что всѣ работы на револьверномъ станкѣ при обточкѣ стали, желѣза и чугуна должны вестись при обильной смазкѣ масломъ.*

Приведенный примѣръ указываетъ одно изъ многочисленныхъ примѣненій револьвернаго станка. Для исполненія разсмотрѣнной работы были указаны нѣкоторые типы инструментовъ, но для тѣхъ же работъ инструменты могутъ примѣняться и иныхъ конструкцій. Такъ, напримѣръ, для черновой обточки можетъ примѣняться:

161. Пустотѣлый фрезеръ (фиг. 293), который вставляется въ державку (фиг. 294). Фрезеръ рѣжетъ ребрами *ааа*. Какъ только началось



Фиг. 295.



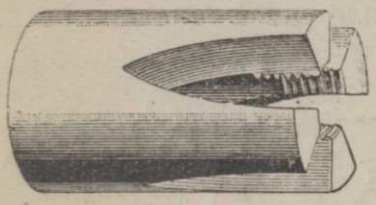
Фиг. 296.

рѣзаніе, издѣліе сейчасъ же входитъ внутрь фрезера и такимъ образомъ получаетъ хорошее направленіе, такъ что дальнѣйшая обточка идетъ правильно. 4 рѣжущихъ ребра уравновѣшиваютъ давленіе рѣзца на издѣліе, что тоже способствуетъ точной обработкѣ.

162. Пустотѣлый фрезеръ съ установомъ (фиг. 295). Здѣсь внутреннія лезвія могутъ переставляться поворачиваніемъ рифленой части и ослабляя шурупы на торцѣ, такъ что можно точно устанавливать діаметръ обрабатываемой вещи. Рѣзаніе производится, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, ребрами *аа*.

Послѣ такихъ пустотѣлыхъ фрезеровъ всегда лучше проходить отдѣлочнымъ рѣзцомъ или закрѣпленнымъ въ описанную ранѣе коробку или же исполненнымъ согласно фиг. 296. Здѣсь отдѣлочныхъ рѣзца 2, а именно *aa*; *bb* являются только упорами, чтобы издѣліе не пружинило.

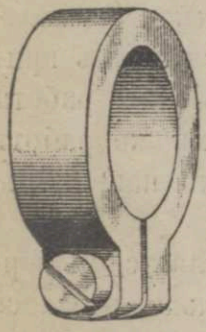
163. Пружинящія плашки (фиг. 297). Помимо сплошныхъ плашекъ могутъ примѣняться и пружинящія. Чтобы при помощи такихъ плашекъ получать точный размѣръ рѣзьбы, на нихъ надѣвается **зажимъ** (фиг. 298). При помощи этого зажима діаметръ нарѣзаемаго винта можетъ въ небольшихъ предѣлахъ измѣняться.



Фиг. 297.

Какъ пружинящія, такъ и сплошныя плашки неудобны тѣмъ, что тратится много времени на снятіе плашекъ съ нарѣзаннаго винта, на что нужно станку сообщать обратный ходъ. Для устраненія этого неудобства имѣются **раздвижныя плашки**, состоящія изъ двухъ половинокъ, заключенныхъ въ особой коробкѣ такой конструкціи, что, когда коробка подходитъ къ опредѣленному положенію, плашки автоматично расходятся и ихъ можно сдвинуть съ винта.

164. Мѣтчики. Если приходится нарѣзать рѣзьбу въ просверленныхъ отверстіяхъ, то для этого во вращающуюся головку суппорта вставляются мѣтчики, которые и подводятся къ отверстію. Чтобы эти мѣтчики не срѣзывали рѣзьбы, ихъ нужно закрѣплять въ головкѣ, руководствуясь тѣмъ же принципомъ, какой былъ указанъ для плашекъ (фиг. 290).



Фиг. 298.

Для **просверливанія отверстій** въ головку могутъ вставляться сверла различной конструкціи.

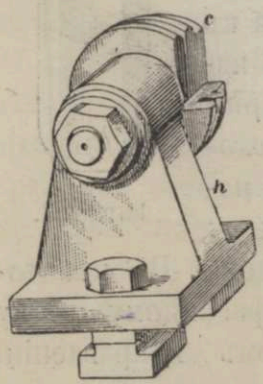
Изъ сказаннаго ясно, что въ револьверномъ станкѣ можно примѣнять очень разнообразные инструменты для различныхъ работъ. Конструкція и форма ихъ будетъ зависить отъ назначенія, но общій принципъ ихъ устройства вездѣ остается одинъ и тотъ же.

Различные формы рѣзцовъ для поперечнаго суппорта револьверныхъ станковъ.

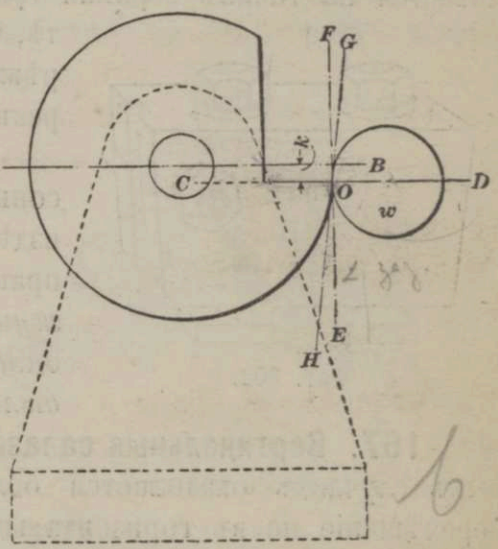
Въ зажимы поперечнаго суппорта могутъ вставляться рѣзцы весьма разнообразной формы, подобно фасоннымъ рѣзцамъ, употребляемымъ на самоточкахъ. Подводя такіе рѣзцы къ издѣлію, можно получать столь же разнообразныя издѣлія. Если такіе рѣзцы приготовлять для револьверныхъ станковъ такъ же, какъ это дѣлается для самоточекъ, т.-е. въ видѣ стальной полосы, переднему концу которой придано желаемое очертаніе, то примѣненіе такихъ рѣзцовъ въ массовомъ производствѣ будетъ неудобно тѣмъ, что такой рѣзецъ выдерживаетъ сравнительно небольшое число заточекъ и потому скоро срабатывается. Въ виду этого для ре-

вольверныхъ станковъ болѣе практичными оказываются круглые фасонные рѣзцы какъ вслѣдствіе большей долговѣчности, такъ и вслѣдствіе легкости ихъ исполненія.

65. Круглые фасонные рѣзцы [1]). На фиг. 299 представлена типичная конструкція круглаго рѣзца: c — самый рѣзецъ, h — державка, въ которой рѣзецъ закрѣпляется. Рѣзецъ вытачивается на токарномъ станкѣ, затѣмъ въ немъ вынимается углубленіе, край котораго и даетъ рѣжущее ребро.

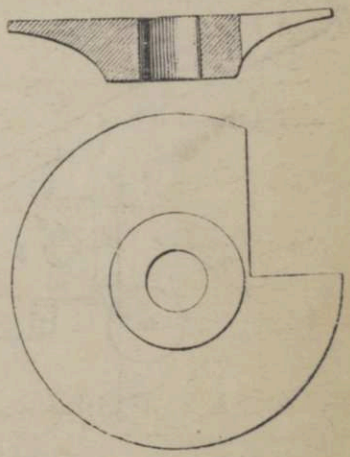


Фиг. 299.



Фиг. 300.

При затачиваніи на точилѣ *слѣдятъ* за тѣмъ, *чтобы* поверхность CD (фиг. 300) *проходила бы ниже центра рѣзца*, такъ что, когда рѣзецъ установленъ на державкѣ, рѣжущая грань CD, поставленная горизонтально, окажется на величину k ниже центра рѣзца. k берется отъ 3 до 7 мм. для рѣзцовъ различныхъ діаметровъ (до 50 мм. діам.). Высота державки h берется такъ, чтобы рѣжущая грань рѣзца CD была бы какъ разъ на высотѣ оси вращенія изд҃лія w. При такомъ положеніи рѣзца получается необходимый уголъ зазора EOH, а уголъ рѣзанія равенъ 90^0. Нужно имѣть въ виду, что указанная заточка рѣзца при пониженіи рѣжущей грани на величину k, нѣсколько искажаетъ профиль, который получился бы, если бы мы провели рѣжущую грань черезъ центръ рѣзца; это искаженіе очень незначительно и для большинства работъ значенія не имѣетъ; если же требуется воспроизвести профиль съ большой точностью, то указанное обстоятельство должно быть принято во вниманіе и соотвѣтственно съ этимъ долженъ быть измѣненъ профиль рѣзца при его изготовленіи такъ, чтобы при заточкѣ онъ получился какъ разъ желаемаго очертанія.


Фиг. 301.

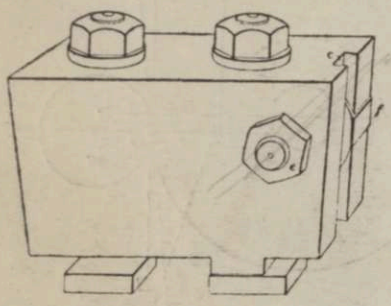
По мѣрѣ притупленія рѣзца стачивается грань CD.

Такіе же рѣзцы могутъ примѣняться для отрѣзанія изд҃лія и для скругленія отрѣзаемаго торца (фиг. 301).

166. Прямые фасонные рѣзцы. На фиг. 302—3 представлена конструкція прямого фасоннаго рѣзца. Рѣзецъ выстрогивается изъ стальнаго

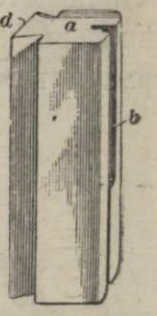
[1]) Различныя примѣненія круглыхъ фасонныхъ рѣзцовъ на револьверныхъ станкахъ описаны въ журналѣ „Machinery“ 1910 г. March, стр. 535 и далѣе.

бруска съ желаемымъ профилемъ поперечнаго сѣченія (фиг. 303) и вставляется въ державку (фиг. 302), при помощи ласточкина хвоста d, который входитъ въ прорѣзъ c и зажимается винтомъ e съ головкой f особой конструкціи. Пазъ e въ державкѣ прострогивается такимъ образомъ, что передняя грань рѣзца b получаетъ надлежащій уголъ зазора. Затачивается на точилѣ верхняя грань a и устанавливается на такой высотѣ, чтобы верхняя плоскость или рѣжущая грань a проходила черезъ ось вращенія издѣлія.



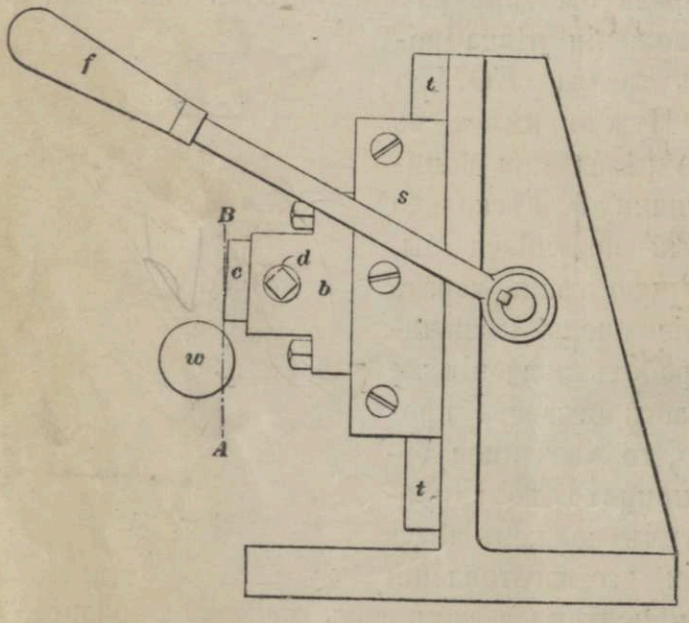
Фиг. 302.

Оба описанные типа фасонныхъ рѣзцовъ подводятся къ издѣлію въ горизонтальномъ направленіи *такъ, чтобы рѣжущая грань всегда проходила черезъ ось вращенія издѣлія.*

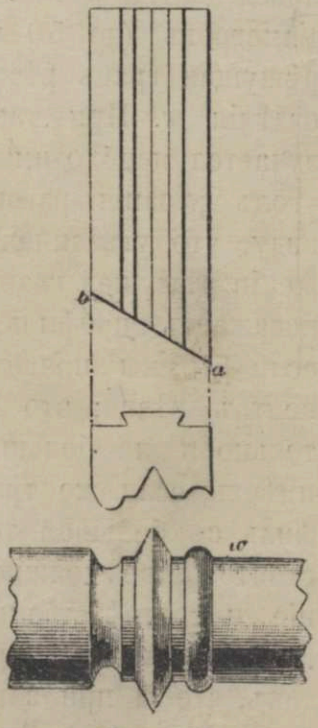


Фиг. 303.

167. Вертикальныя салазки для фасонныхъ рѣзцовъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ оказывается болѣе удобно сообщать фасонному рѣзцу перемѣщеніе не въ горизонтальномъ, а въ вертикальномъ направленіи. Для этого къ поперечному суппорту привертываются вертикальныя салазки (фиг. 304). Здѣсь f рукоятка, при помощи которой перемѣщаются



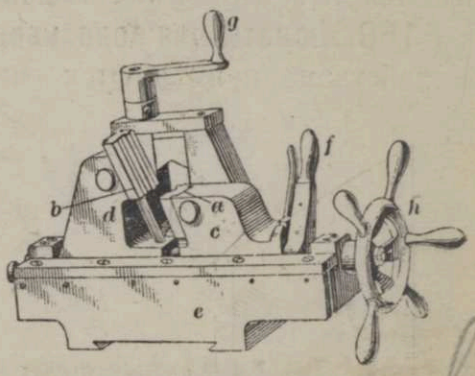
Фиг. 304.



Фиг. 305.

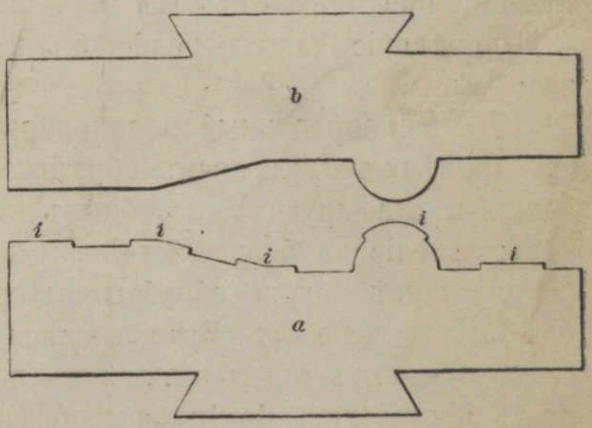
салазки s по направляющимъ t. Къ салазкамъ прикрѣплена державка для рѣзца b. Самый рѣзецъ c зажимается болтомъ d. Какъ видно, при опусканіи внизъ рѣжущее ребро движется по линіи AB, не проходящей черезъ ось вращенія издѣлія w. Такое движеніе рѣзца въ нѣкоторыхъ случаяхъ оказывается выгоднымъ.

Выгода заключается въ томъ, что при такомъ передвиженіи рѣзца мы можемъ скосить его переднюю грань, какъ показано на фиг. 305. При опусканіи такого рѣзца внизъ прежде всего начнетъ рѣзать вершина *a*, и рѣзецъ будетъ углубляться въ металлъ постепенно; вершина *a* можетъ уже пройти издѣліе насквозь, а рѣзецъ будетъ продолжать еще рѣзать другими частями рѣжущаго ребра *ab*. Такимъ образомъ, какой бы ширины фасонный рѣзецъ мы ни ставили, онъ будетъ рѣзать лишь небольшой частью своей рѣжущей грани и потому не будетъ оказывать большого давленія на издѣліе и не будетъ вызывать дрожанія и прогиба. При питаніи рѣзца такъ, что его рѣжущая грань проходитъ черезъ ось вращенія издѣлія, рѣзаніе происходитъ сразу по всей длинѣ рѣжущаго ребра, что при широкихъ рѣзцахъ и сравнительно недостаточно толстыхъ издѣліяхъ недопустимо, такъ какъ издѣліе при этомъ пружинитъ и дрожитъ.



Фиг. 306.

168. Спеціальные суппорты для револьверныхъ станковъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда желаютъ вести обработку на револьверныхъ станкахъ фасонными рѣзцами большого размѣра и очень энергично, примѣняются спеціальные суппорты. Одинъ изъ такихъ суппортовъ изображенъ на фиг. 306. Здѣсь два фасонныхъ рѣзца *a* и *b* подводятся къ издѣлію съ двухъ сторонъ и закрѣпляются въ двухъ зажимахъ *c* и *d*, которые сдвигаются или раздвигаются однимъ и тѣмъ же винтомъ, имѣющимъ съ одного конца правую рѣзьбу, а съ другого—лѣвую; винтъ поворачивается маховичкомъ *h*. Рѣзцы рѣжутъ одновременно, но ихъ профили не совсѣмъ одинаковые. Одинъ рѣзецъ *b* (фиг. 307) имѣетъ профиль, соотвѣтствующій очертанію издѣлія, а другой имѣетъ тотъ же профиль, но съ выступами *i* (фиг. 307 *a*). Дѣлается это для того, чтобы стружка не получалась сплошной, а разбивалась бы на части; рѣзецъ *a* снимаетъ стружку выступами *i*, а рѣзецъ *b* срѣзаетъ дополнительный профиль. При такомъ условіи является возможность рѣзать съ большей скоростью и брать крупную стружку, не вызывая дрожанія и не напрягая чрезмѣрно издѣлія. Когда рѣзаніе подходитъ къ концу, тогда рычагомъ *f* (фиг. 306) зажимъ съ рѣзцомъ *a* немного отодвигаютъ и заканчиваютъ рѣзаніе рѣзцомъ *b*, который и сообщаетъ издѣлію надлежащее

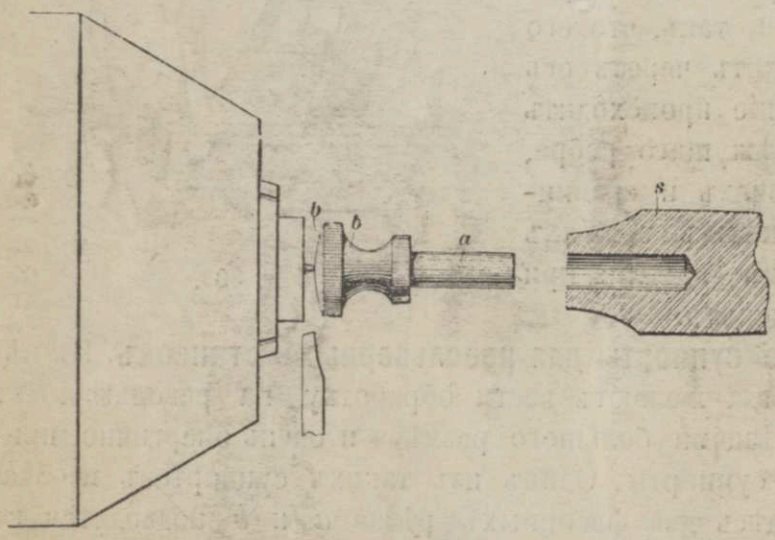


Фиг. 307.

очертаніе и гладкую поверхность. Хотя при такомъ устройствѣ давленіе рѣзцовъ на издѣліе взаимно уничтожается, но, чтобы еще болѣе обезпечить точную работу и устранить дрожаніе и пружиненіе издѣлія, суппортъ снабжается люнетомъ, который устанавливается при помощи рукоятки *g*.

Подобные суппорты имѣютъ большое примѣненіе при фабрикаціи велосипедовъ, гдѣ при ихъ помощи втулки, конусы и др. детали вытачиваются изъ цѣльныхъ стальныхъ полосъ.

169. Люнеты для револьверныхъ станковъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ съ удобствомъ примѣняются спеціальные люнеты, примѣръ которыхъ показанъ на фиг. 308. Здѣсь въ одно изъ отверстій вращающейся головки суппорта вставляется втулка *s*, которая и служитъ люнетомъ. Отверстіе въ этой втулкѣ должно быть такого размѣра, чтобы въ него аккуратно входила часть *a* издѣлія. Такая втулка надвигается на издѣліе и поддерживаетъ его отъ искривленія при обработкѣ части *b* и при отрѣзаніи.

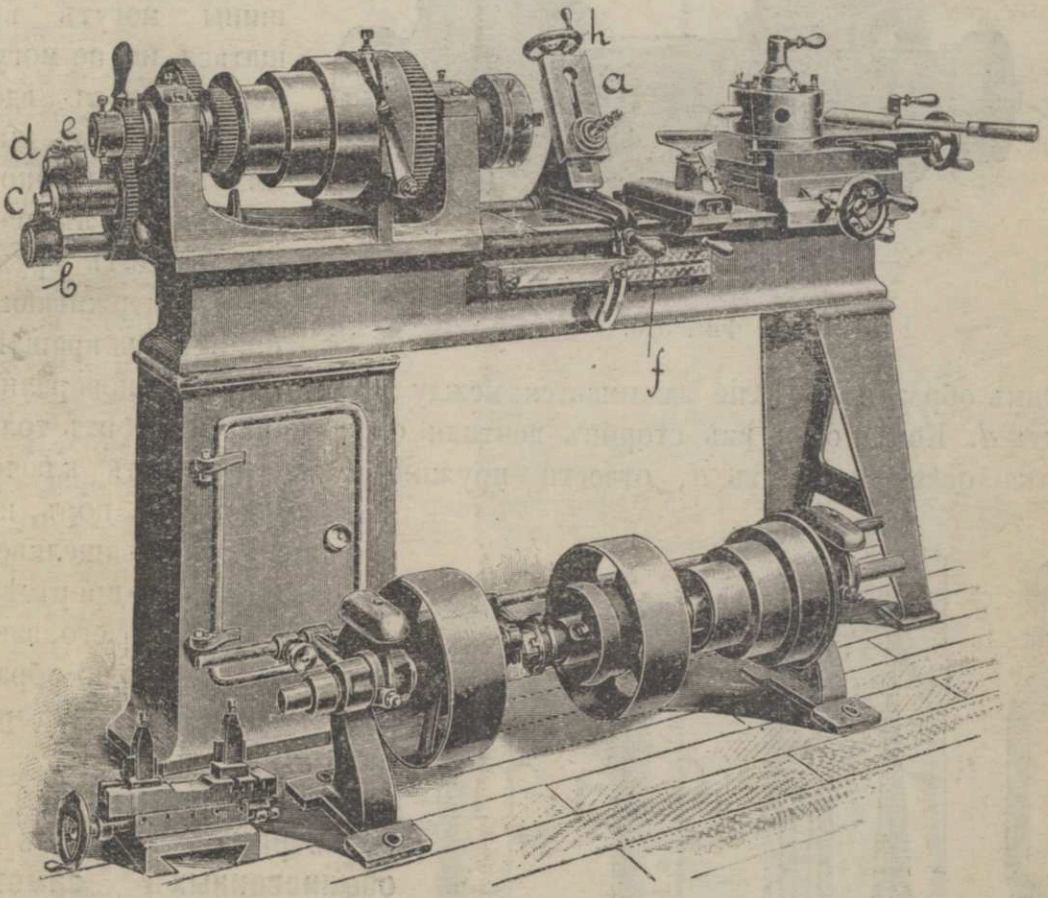


Фиг. 308.

Примѣненіе такихъ подпорокъ или люнетовъ можетъ быть весьма разнообразно.

170. Универсальный револьверный станокъ (фиг. 309). Станокъ этотъ примѣняется, главнымъ образомъ, для обточки бронзовой арматуры, а также и для другихъ подобныхъ издѣлій, приготовляемыхъ не изъ полосъ; издѣліе въ большинствѣ случаевъ зажимается въ патронѣ. Такъ какъ на станкѣ могутъ обрабатываться крупные предметы, то передняя бабка имѣетъ переборъ. Вращающаяся головка поставлена на поперечныя салазки и можетъ передвигаться въ поперечномъ направленіи, что позволяетъ производить болѣе разнообразныя операціи на этомъ станкѣ, по сравненію со станкомъ, ранѣе описаннымъ. Кромѣ того, на этомъ станкѣ имѣется *особое приспособленіе для нарѣзанія винтовой рѣзьбы*. Рѣзецъ для нарѣзки вставляется въ суппортъ *a*, который закрѣпленъ на валу *b*, вращающемся въ подшипникахъ и имѣющемъ возможность перемѣщаться вдоль оси. На лѣвомъ концѣ вала насаженъ кривошипъ *d*, къ которому привинчивается *часть гайки e съ нарѣзкой*. Если суппортъ *a* поставить въ положеніе, изображенное на чертежѣ, то гайка *e* соприкоснется съ винтомъ *c*, который приводится во вращеніе отъ шпинделя при помощи зубчатыхъ колесъ. Соприкасаясь съ винтомъ, гайка движется вдоль вин-

та и ведетъ за собой валъ *b* вмѣстѣ съ прикрѣпленнымъ къ нему суппортомъ, при чемъ рѣзецъ будетъ нарѣзать на издѣліи винтовую нарѣзку. Мѣняя винты *c* и передаточныя шестерни, можно получить нарѣзку съ любымъ шагомъ. Работа, слѣдовательно, ведется такимъ образомъ: вообще суппортъ *a* откинутъ назадъ и гайка *e* выведена изъ зацѣпленія съ винтомъ *c*; суппортъ *a*, слѣдовательно, стоитъ неподвижно и издѣліе обрабатывается другими инструментами, закрѣпленными во вращающейся головкѣ. Когда рабочій хочетъ дѣлать нарѣзку, онъ береть лѣвой рукой за рукоятку *f* и, ставя суппортъ въ положеніе, изображенное на чертежѣ, вводитъ въ зацѣпленіе гайку *e*; суппортъ при этомъ начинаетъ

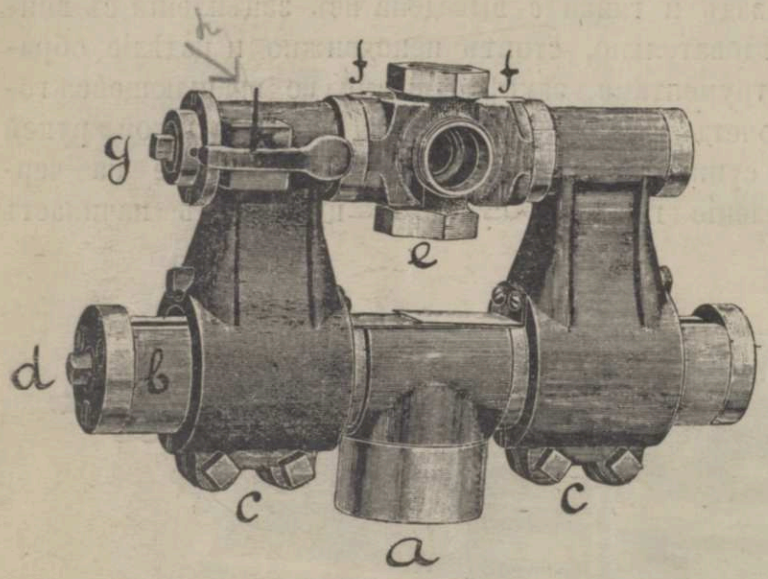


Фиг. 309.

двигаться; въ то же время правой рукой рабочій подвертываетъ маховичокъ *h* и углубляетъ рѣзецъ въ металлъ, какъ при нарѣзаніи винтовой рѣзьбы на обыкновенномъ станкѣ. Когда рѣзецъ дойдетъ до того мѣста, гдѣ рѣзьба должна окончиться, рабочій быстро приподымаетъ рукоятку *f*, выводитъ гайку *e* изъ зацѣпленія и передвигаетъ суппортъ *a* назадъ, затѣмъ снова повторяетъ ту же операцію и т. д. до тѣхъ поръ, пока не получитъ рѣзьбу надлежащей глубины.

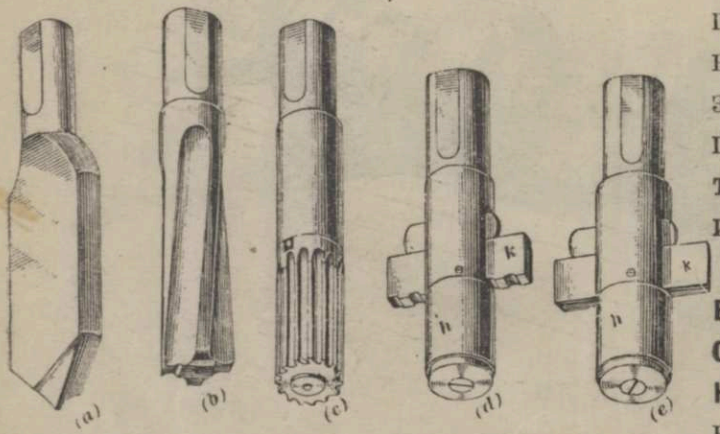
Какъ сказано, подобные станки употребляются главнымъ образомъ при обработкѣ арматуры; закрѣпляется издѣліе въ патронахъ, при чемъ самые патроны получаютъ спеціальную конструкцію, чтобы по возможности облегчить какъ закрѣпленіе, такъ и обработку.

На фиг. 310 представленъ *одинъ изъ такихъ патроновъ, назначенный для закрѣпленія бронзовыхъ паровыхъ вентилей.* Патронъ навинчивается на шпиндель частью *a*. Состоитъ патронъ изъ цилиндра *b*, на который насажены два зажима *cc*, перемѣщающіеся вдоль оси цилиндра *b* при помощи винта *d*. Другіе концы зажимовъ представляютъ втулки, въ которыхъ вставлены шипы, оканчивающіеся прихватками *ff*. Эти шипы могутъ вращаться, но не могутъ передвигаться вдоль оси. На лѣвомъ шипѣ имѣется заплечико съ прорѣзами, въ которые входитъ пружина *h*, удерживающая шипы отъ вращенія.



Фиг. 310.

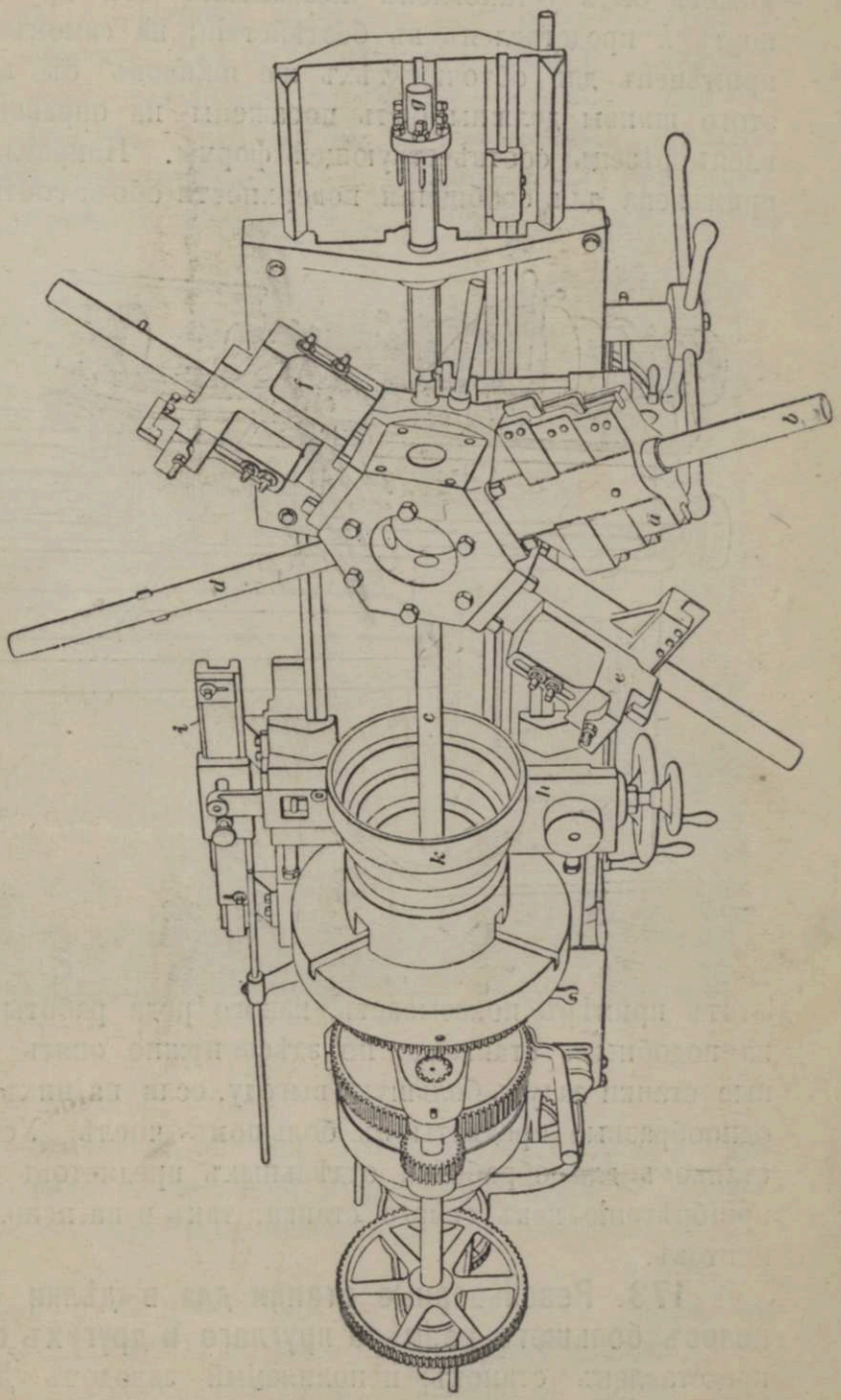
Такимъ образомъ, издѣліе зажимается между прихватками *ff*, поворачивая винтъ *d*. Когда одна изъ сторонъ вентиля обработана, то стоитъ только слегка ослабить винтъ *d*, отвести пружину *h* и повернуть ключомъ шипъ *g*, до тѣхъ поръ, пока пружина *h* не защелкнется въ слѣдующемъ прорѣзѣ на заплечикѣ, послѣ чего, закрѣпивъ винтъ *d*, можно обрабатывать слѣдующую сторону издѣлія и т. д.



Фиг. 311.

171. Примѣненіе револьверныхъ головокъ на обыкновенныхъ самоточкахъ. На станинѣ обыкновенной самоточки могутъ быть поставлены салазки съ вращающейся головкой, что можетъ внести большое удобство при исполненіи многихъ работъ. Напримѣръ, положимъ, что требуется у большого числа шкивовъ расточить и облицовать втулки. Вмѣсто того, чтобы различные употребляющіеся при этомъ инструменты закрѣплять въ суппортѣ, можно, имѣя вращающуюся головку, поставить въ нее сразу всѣ инструменты и затѣмъ подводить ихъ по очереди. Фиг. 311 представляетъ наборъ такихъ инструментовъ: *a*—инструментъ, которымъ разсверливаютъ начало отверстія, полученнаго отливкой въ ступицѣ; этимъ сверломъ дѣлаютъ, слѣдовательно, начало отверстія, въ которое затѣмъ вставляется сверло *b*,

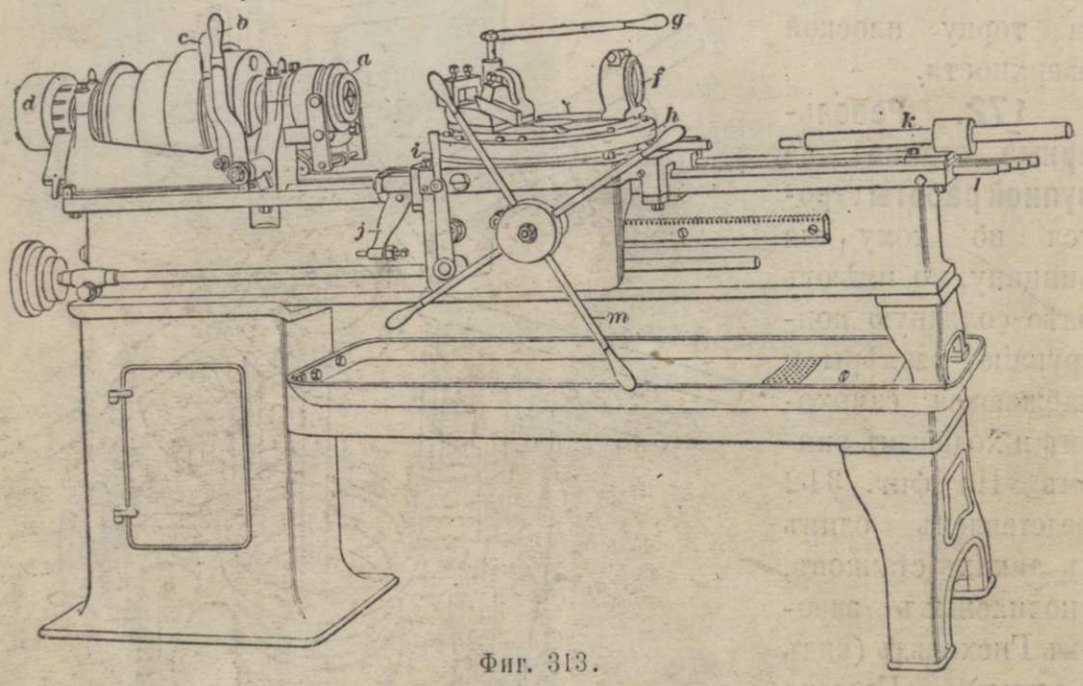
и имъ проходятъ насквозь; окончательно отверстіе развертывается до нормальнаго размѣра разверткой *c*; затѣмъ слѣдуютъ облицовочные инструменты *d* и *e*. Часть *h* у этихъ инструментовъ плотно приходится въ отверстіе, сдѣланное разверткой, и даетъ направленіе, когда рѣжетъ рѣзецъ *k*. У перваго инструмента рѣзецъ *k* рубчатый, чтобы легче срѣзать корку литья, а у второго рѣзецъ совершенно прямой для сообщенія торцу плоской поверхности.



Фиг. 312.

172. Револьверные станки для крупной работы строятся по тому же принципу, но имѣютъ болѣе солидную конструкцію, размѣры и снабжаются самоходомъ и ходовымъ винтомъ. На фиг. 312 представленъ одинъ изъ такихъ станковъ, исполняемыхъ заводомъ Гисхольдъ (видъ сверху). *Головка станка выполнена въ видѣ шестигранника для того, чтобы къ гранямъ можно было при помощи болтовъ болѣе прочно прикрѣплять тяжелые инструменты.* На фиг. 312 станокъ установленъ для обточки ступенчатыхъ шкивовъ *k*. Отверстіе ступицы разсверливается рѣзцомъ, закрѣпленнымъ на полосѣ *c*, и затѣмъ окончательно отдѣлывается рѣзцомъ-разверткой *d*. Внутренность ступенчатаго шкива обтачивается фасоннымъ рѣзцомъ *a*, закрѣпленнымъ на полосѣ *b*. Внѣшній торецъ облицовывается и внутри наибольшей ступени отдѣлочная стружка снимается рѣзцами *e* и *f*. Всѣ инструменты имѣютъ впереди выступающія полосы, которыми они входятъ во втулку, помѣщающуюся

въ шпинделѣ, и такимъ образомъ получаютъ солидное направленіе, благодаря чему обработку можно вести очень энергично. На стержнѣ *g* помѣщается нѣсколько упорныхъ винтовъ, которые служатъ остановами для соотвѣтствующихъ инструментовъ; каждый изъ этихъ винтовъ можетъ быть установленъ независимо отъ другого. На чертежѣ суппортъ *h* представленъ въ бездѣйствіи; на самомъ дѣлѣ онъ можетъ быть примѣненъ для обточки тѣхъ же шкивовъ съ внѣшней стороны. Для этого шкивы должны быть посажены на оправки и въ суппортъ вставленъ рѣзецъ соотвѣтствующей формы. Направляющая *i* можетъ быть примѣнена для сообщенія поверхности обода соотвѣтствующей кривизны.

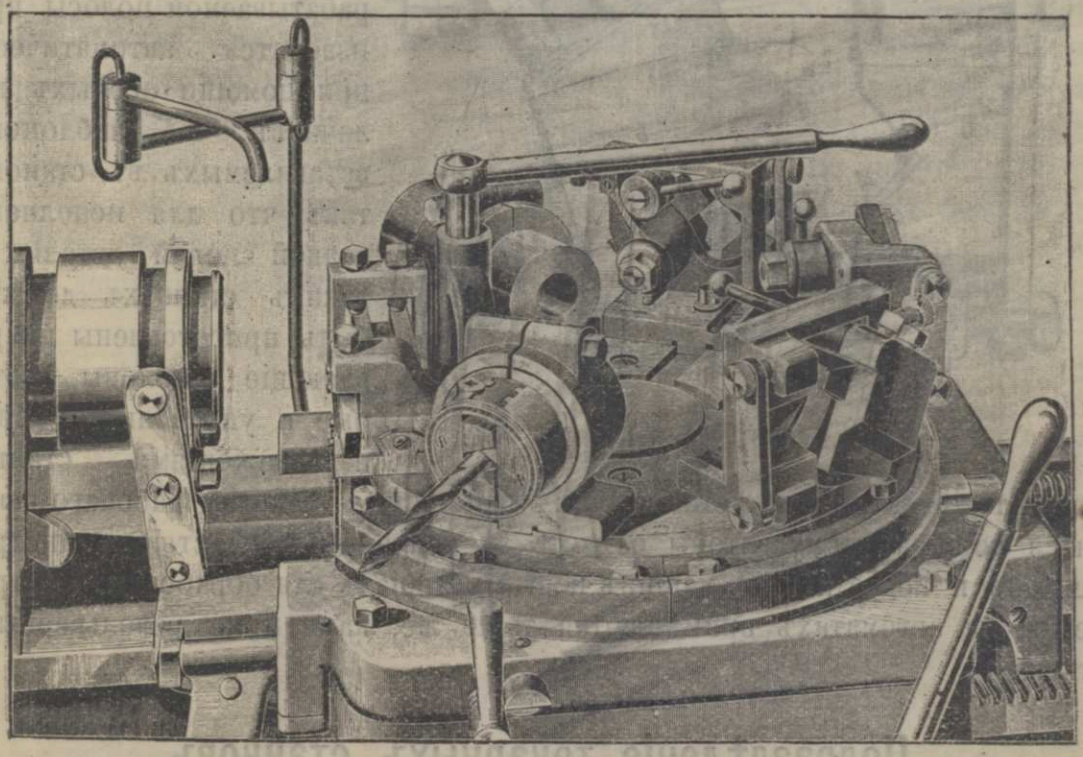


Фиг. 313.

Этотъ примѣръ показываетъ, какого рода работы могутъ производиться на подобныхъ станкахъ; но здѣсь нужно опять повторить, что подобные станки дадутъ большую выгоду, если на нихъ будутъ обрабатываться однообразные предметы въ большомъ числѣ. Установка же подобныхъ станковъ для обработки отдѣльныхъ предметовъ не окупитъ затратъ на пріобрѣтеніе какъ самаго станка, такъ и на исполненіе дорогихъ инструментовъ.

173. Револьверные станки для выдѣлки крупныхъ издѣлій изъ полосъ большого размѣра круглаго и другихъ сѣченій. На фиг. 313, представленъ станокъ, исполняемый заводомъ Джонсъ и Ламсонъ. На чертежѣ обозначаютъ: *a*—патронъ, въ которомъ зажимается обрабатываемая полоса, пропущенная черезъ шпиндель станка; *b*—рычагъ, которымъ патронъ зажимается; *c*—рычагъ для включенія перебора; *d*—муфта съ питающими роликами для подачи обрабатываемой полосы впередъ; *e*—*вращающаяся плоская головка особой конструкціи, составляющая особенность подобнаго рода станковъ*. Головка выполняется въ видѣ плоскаго диска, на которомъ и располагаются различныя коробки съ

инструментами; благодаря такому расположенію, можно пропускать обрабатываемый стержень черезъ коробку и такимъ образомъ получается возможность обрабатывать очень длинные предметы. *f*—одна изъ такихъ коробокъ, въ которыхъ закрѣпляются рѣзцы; *g*—рычагъ для передвиженія поперечныхъ салазокъ; *h*—кольцо, которымъ удерживается на мѣстѣ вращающійся дискъ; *i*—рычагъ для включенія самохода; *j*—остановъ (откидывающійся въ сторону) для подачи полосы: *k*—остановъ при обратномъ передвиженіи суппорта; *l*—остановы для выключенія самохода при обработкѣ различными инструментами; *m*—рукоятки для передвиженія суппорта. Подача полосы роликами устроена такимъ образомъ, что



Фиг. 314.

какъ только патронъ, зажимающій полосу, будетъ разжатъ, полоса начинаетъ передвигаться впередъ автоматично и двигается, пока не упрется въ остановъ *j*, который на чертежѣ показанъ въ откинутомъ въ сторону положеніи.

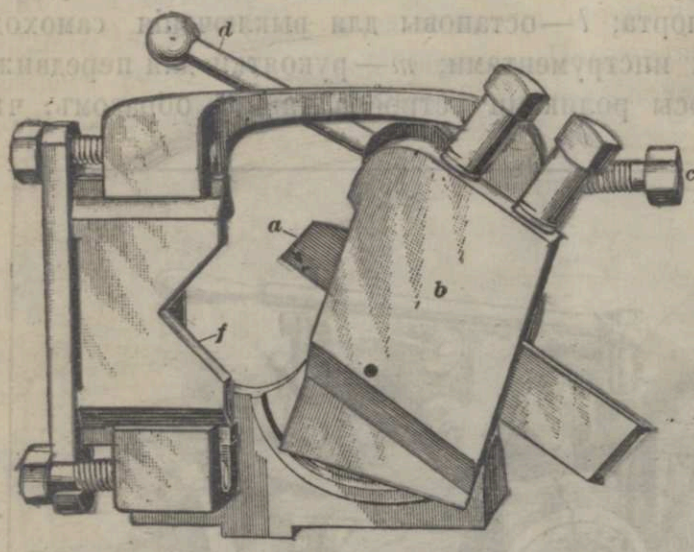
Устройство рѣзцовъ въ общемъ такое же, какъ и въ ранѣе описанныхъ револьверныхъ станкахъ; главное отличіе въ устройствѣ коробокъ состоитъ въ томъ, что онѣ дѣлаются сквозныя и черезъ нихъ можно пропускать длинныя полосы, тогда какъ въ обыкновенныхъ револьверныхъ станкахъ устройство коробокъ таково, что длина обрабатываемыхъ предметовъ очень ограничена.

На фиг. 314 представлена головка съ расположенными на ней рѣзцами. Одна изъ коробокъ представлена отдѣльно на фиг. 315. Здѣсь рѣзецъ *a* закрѣпленъ въ зажимѣ *b* при помощи болтовъ; самый зажимъ можетъ вращаться при поворачиваніи болта *c*, при чемъ рѣзецъ

будетъ подходить или отходить отъ издѣлія; поворачивая рычагъ d, можно производить это передвиженіе болѣе быстро. f люнетъ для поддержки обрабатываемаго предмета.

174. Вертикальные револьверные станки. См. въ статьѣ о разсверливаніи, тамъ же, гдѣ описаны карусельные станки.

175. Автоматическіе револьверные станки. Помимо описанныхъ револьверныхъ станковъ, существуютъ еще автоматы, на которыхъ всѣ передвиженія суппорта и обрабатываемой полосы производятся автоматически при помощи особыхъ кулачковъ и шаблоновъ, вставляемыхъ въ станокъ, такъ что для исполненія всякой новой детали на такихъ станкахъ должны быть приготовлены направляющіе шаблоны, которые и управляютъ всѣми передвиженіями станка.



Фиг. 315.

Разъ такой станокъ установленъ, дальнѣйшее участіе рабочаго сводится лишь къ тому, чтобы слѣдить за исправнымъ дѣйствіемъ инструментовъ и подводить къ машинѣ новый матеріалъ для обработки. Инструменты на автоматахъ примѣняются такіе же, какъ и на револьверныхъ станкахъ.

Подраздѣленіе токарныхъ станковъ.

Такимъ образомъ, современные токарные станки могутъ быть подраздѣлены на:

a.—Автоматы, для которыхъ рѣжущіе инструменты приготовляются и вставляются въ машину очень искусными рабочими, матеріалъ же, подлежащій обработкѣ, подается въ машину рабочими безъ всякаго искусства.

b.—Полуавтоматы, въ которыхъ инструментамъ придается извѣстная форма, чтобы сообщить требуемое очераніе обрабатываемому предмету, и на машинѣ устанавливаются нужные остановы, чтобы производить обработку до надлежащихъ предѣловъ; рабочему остается почти только поворачивать различныя рукоятки.

Къ этому разряду должны быть отнесены револьверные станки, винторѣзныя машины. Въ этихъ машинахъ инструменты должны приготовляться и вставляться искусными рабочими, а затѣмъ управленіе машинами можетъ быть поручено малоискуснымъ рабочимъ.

c. — Машины, на которыхъ работа производится очень искусными рабочими по чертежамъ при помощи измѣреній точными инструментами: микрометрами, калибрами и др. Къ такимъ машинамъ относятся самоточки, тяжелые револьверные станки съ питающими винтами.

d. — Отдѣлочныя (шлифовальныя) машины, [1]) при работѣ на которыхъ искусство требуется, главнымъ образомъ, для измѣреній, а не для управленія самой машиной.

Сложные автоматы выгодны при обработкѣ очень мелкихъ деталей. Построенные же для обработки крупныхъ деталей автоматы выходятъ столь дорогими, что они не окупаютъ своей стоимости той экономіей, которую они приносятъ на сбереженіе цѣннаго труда. Въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ необходимо сдѣлать точный подсчетъ стоимости работы, и въ большинствѣ случаевъ окажется, что болѣе выгодно будетъ обрабатывать крупныя части на самоточкахъ. Въ особенности это справедливо теперь, послѣ введенія быстрорѣжущей стали. Болѣе раціонально примѣнять типы простыхъ самоточекъ, приспособленныхъ для даннаго сорта работы (при массовомъ производствѣ). На такихъ станкахъ могутъ работать дешевые рабочіе и ученики.

---

[1]) Описанію работы на такихъ станкахъ будетъ посвящена особая глава.

ГЛАВА IV.

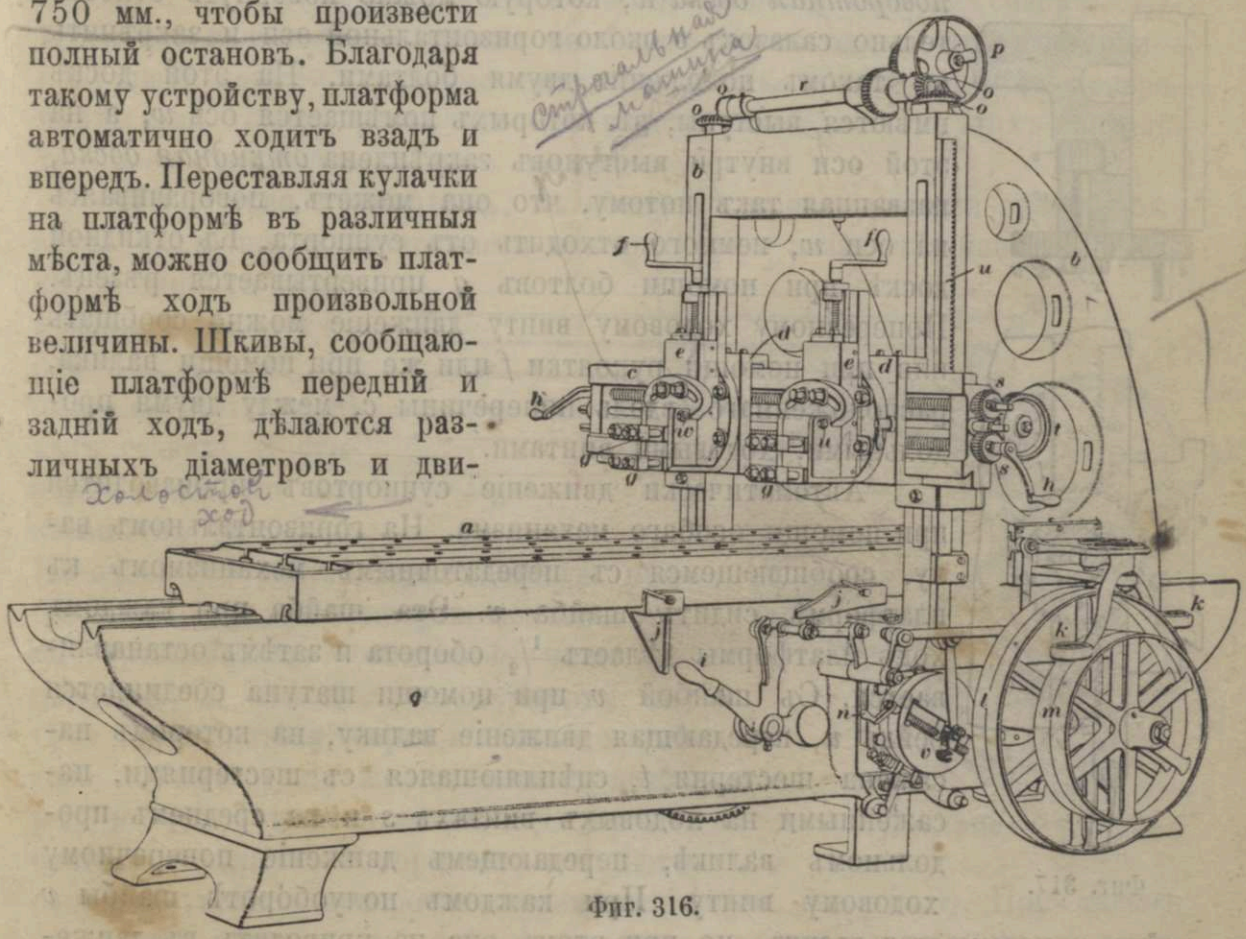
Работа на строгальныхъ станкахъ.

При строганіи рѣзцу сообщается всегда *относительное* прямолинейное движеніе во время рѣзанія, при чемъ рѣзецъ двигается попеременно взадъ и впередъ, производя рѣзаніе въ одномъ направленіи и совершая холостой ходъ въ другомъ. Вслѣдствіе такихъ условій работы рѣзца, *строганіе является процессомъ рѣзанія менѣе совершеннымъ*, чѣмъ рѣзаніе на самоточкахъ, гдѣ процессъ идетъ непрерывно. Хотя строганіе главнымъ образомъ назначено для образованія плоскихъ поверхностей, но тѣмъ не менѣе, перемѣщая извѣстнымъ образомъ или рѣзецъ, или издѣліе послѣ каждаго прохода рѣзца, при помощи строганія можно обработать коническую и цилиндрическую поверхность. Если же рѣзецъ во время рѣзанія заставлять перемѣщаться по какому-либо шаблону, то можно получать и разнообразныя криволинейныя поверхности.

176. Строгальная машина. На фиг. 316 представлена *нормальная* строгальная машина. Она состоитъ изъ станины *q*, по которой по точно обработаннымъ направляющимъ ползаетъ взадъ и впередъ платформа *a*. Движеніе платформѣ сообщается отъ шкивовъ *m* и *l*. На шкивъ *m* надѣвается открытый ремень, двигающійся съ большой скоростью и сообщающій платформѣ движеніе назадъ (холостой ходъ) при помощи передачъ, описанныхъ ниже. На шкивъ *l* надѣтъ перекрестный ремень, двигающійся гораздо медленнѣе и сообщающій платформѣ рабочій ходъ, во время котораго происходитъ рѣзаніе. Какъ видно изъ рисунка, шкивовъ *m* и *l* насажено по два, изъ нихъ внутренніе шкивы холостые, а внѣшніе посажены на шпонкахъ. Ремни съ холостого на коренной шкивъ переводятся при помощи отводокъ *kk*. Отводки устроены такимъ образомъ, что въ среднемъ положеніи они удерживаютъ оба ремня на холостыхъ шкивахъ, а при передвиженіи въ ту или другую сторону отъ средняго положенія отводки переводятъ ремень съ холостого на тотъ или другой коренной шкивъ, и сообщаютъ платформѣ движеніе въ ту или другую сторону. Перемѣщеніе отводки производится рукояткой *i*. Если рукоятка стоитъ въ среднемъ положеніи, ремни находятся на холостыхъ шкивахъ и платформа стоитъ неподвижно; перемѣщая рукоятку въ ту или другую сторону, заставляютъ платформу перемѣщаться въ соотвѣтственномъ направленіи. Такое же перемѣщеніе отводки можетъ быть сообщено отъ кулачковъ *jj*, привернутыхъ къ платформѣ. Когда при движеніи платформы кулачекъ упрется въ одно изъ плечъ рукоятки *i*, то ремень сна-

чала сталкивается на холостой шкивъ, но платформа, продолжая (вслѣдствіе инерціи) двигаться и увлекая вмѣстѣ съ собой отводку, передвигаетъ ремень съ другого холостого шкива на коренной; при этомъ ремень, двигаясь въ другомъ направленіи, сначала затормаживаетъ платформу, а затѣмъ сообщаетъ ей движеніе въ другомъ направленіи; платформа продолжаетъ двигаться до тѣхъ поръ, пока другой кулачекъ не упрется въ рукоятку и не сообщитъ опять платформѣ обратнаго хода.

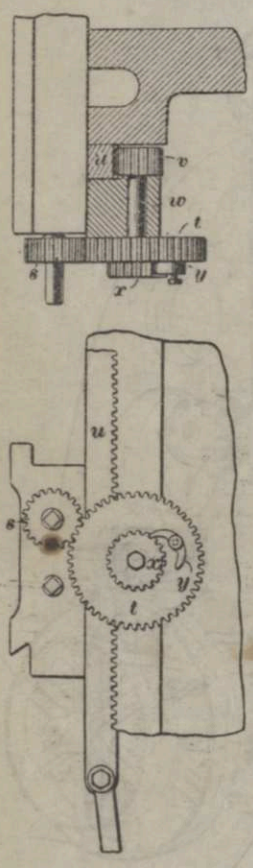
Обыкновенно ремень очень быстро затормаживаетъ столъ и если подсчитать живую силу стола и шкива, то окажется, что для силы тренія ремня (окружнаго усилія) будетъ достаточно пройти путь въ 750 мм., чтобы произвести полный остановъ. Благодаря такому устройству, платформа автоматично ходитъ взадъ и впередъ. Переставляя кулачки на платформѣ въ различныя мѣста, можно сообщить платформѣ ходъ произвольной величины. Шкивы, сообщающіе платформѣ передній и задній ходъ, дѣлаются различныхъ діаметровъ и двигаются съ различными скоростями съ тою цѣлью, чтобы получить болѣе быстрый обратный ходъ платформы и этимъ съэкономить время холостого хода, когда рѣзецъ не рѣжетъ. Отношеніе скорости холостого хода къ скорости рѣзанія въ различныхъ машинахъ измѣняется отъ 4-хъ до 8-ми разъ.



Фиг. 316.

Съ боковъ станины привернуты *стойки b*, сверху соединенныя вмѣстѣ. Къ стойкамъ привернута *поперечина c*, которая можетъ перемѣщаться вверхъ и внизъ при помощи вертикальныхъ винтовъ, помѣщающихся внутри стоекъ; на верхнемъ концѣ подъемныхъ винтовъ насажены коническія шестерни *o*, которыя сцѣпляются съ такими же шестернями *o*, насаженными на горизонтальномъ валу *r*. Этотъ валъ можетъ получать вращеніе при помощи шестерней отъ шкива *p*, такъ что,

приводя въ движеніе шкивъ *p*, можно перемѣщать поперечину *c* вверхъ или внизъ (у малыхъ машинъ валъ *p* приводится въ движеніе прямо отъ руки). Установивши поперечину *c* на желаемой высотѣ, ее плотно привертываютъ къ стойкамъ *b* при помощи особыхъ болтовъ. Вдоль поперечины перемѣщаются *салазки d*, при помощи продольныхъ ходовыхъ винтовъ *s* и рукоятокъ *h*. На салазкахъ *d* привернуты *поперечныя салазки e*, которыя могутъ поворачиваться около горизонтальной оси и закрѣпляться въ любомъ положеніи при помощи четырехъ болтовъ, а кромѣ того салазки *e* при помощи рукоятки *f* и *ходового винта* имѣютъ продольное перемѣщеніе. Къ верхней плоскости салазокъ *e* прикрѣплена *поворотная доска w*, которую можно повернуть относительно салазокъ *e* около горизонтальной оси и закрѣпить въ такомъ положеніи двумя болтами. На этой доскѣ имѣются выступы, въ которыхъ помѣщается ось *w*, а на этой оси внутри выступовъ закрѣплена *откидная доска*, названная такъ потому, что она можетъ, поворачиваясь на оси *w*, немного отходить отъ суппорта. Къ откидной доскѣ при помощи болтовъ *g* привертывается рѣзецъ. Поперечному ходовому винту движеніе можно сообщать или при помощи рукоятки *f* или же при помощи валика, расположеннаго вдоль поперечины *c*, между двумя продольными, ходовыми винтами.



Фиг. 317.

Автоматически движеніе суппортовъ производится при помощи особаго механизма. На горизонтальномъ валу, сообщающемся съ передаточнымъ механизмомъ къ платформѣ, сидитъ шайба *v*. Эта шайба при каждомъ ходѣ платформы дѣлаетъ $^1/_2$ оборота и затѣмъ останавливается. Съ шайбой *v* при помощи шатуна соединяется рейка *u*, передающая движеніе валику, на которомъ насажена шестерня *t*, сцѣпляющаяся съ шестернями, насаженными на ходовыхъ винтахъ *s* и на среднемъ продольномъ валикѣ, передающемъ движеніе поперечному ходовому винту. При каждомъ полуоборотѣ шайбы *v* рейка *u* подымается вверхъ, но при этомъ она не приводитъ въ движеніе валика *t*, такъ какъ сцѣпленіе рейки съ валикомъ выполнено при посредствѣ храповичка; когда же шайба *v* при, обратномъ ходѣ платформы, совершаетъ второй полуоборотъ, и рейка опускается внизъ, то она приводитъ во вращеніе шестерню *t*. Если при помощи особой защелки закрѣпить неподвижно шестеренку, сидящую на винтѣ *s*, послѣдній тоже придетъ въ движеніе и будетъ перемѣщать суппортъ. Поворачивая рукояткой *n* винтъ, можно приблизить или удалить отъ центра шайбы *v* шипъ, съ которымъ сцѣпленъ шатунъ, и этимъ самымъ можно измѣнять величину перемѣщенія рейки *u*, а слѣдовательно и величину перемѣщенія суппорта или питаніе рѣзца.

Детальное устройство питающаго механизма представлено на фиг. 317. Рейка *u* сцѣпляется съ шестерней *v*, сидящей мертво на

валу w. Этотъ валъ проходитъ черезъ шестерню t, сидящую на немъ свободно, и оканчивается шестерней x. На шестернѣ t имѣется собачка y. Если собачка стоитъ такъ, какъ показано на чертежѣ, то при движеніи рейки внизъ шестерня x будетъ вертѣться свободно, а собачка будетъ по ней щелкать; при движеніи же рейки вверхъ шестерня x увлечетъ за собой собачку и вмѣстѣ съ ней шестерню t, которая и сообщитъ движеніе шестернѣ s и ходовому питающему винту, на которомъ насажена на шпонкѣ шестерня s. Если переставить собачку y такимъ образомъ, чтобы въ зацѣпленіе пришелъ другой рожокъ, то шестерня t будетъ получать движеніе при опусканіи рейки, и питаніе будетъ происходить по другому направленію; если, наконецъ, собачку совсѣмъ вывести изъ зацѣпленія, питанія не будетъ происходить. Отъ шестерни t получаютъ движеніе ходовые винты и валикъ, помѣщенные въ поперечинѣ; если хотятъ выключить изъ работы какой-либо изъ этихъ винтовъ, то просто снимаютъ съ него шестерню s.

177. Число суппортовъ, къ которымъ привертывается рѣзецъ, бываетъ различно въ зависимости отъ размѣра и назначенія машины. У малыхъ станковъ обыкновенно ставится одинъ суппортъ, въ болѣе крупныхъ станкахъ ставятъ 2 суппорта, какъ это показано на фиг. 316. На очень большихъ станкахъ иногда прибавляютъ еще два суппорта, помѣщая ихъ на вертикальныхъ стойкахъ b, ниже поперечины c. Эти боковые суппорты могутъ перемѣщаться вверхъ и внизъ и кромѣ того имѣютъ такія же салазки e, которыя могутъ устанавливаться подъ произвольными углами къ горизонту и имѣютъ свое собственное поперечное перемѣщеніе (см. фиг. 348). При такомъ устройствѣ машины строганіе производится одновременно 4-мя рѣзцами.

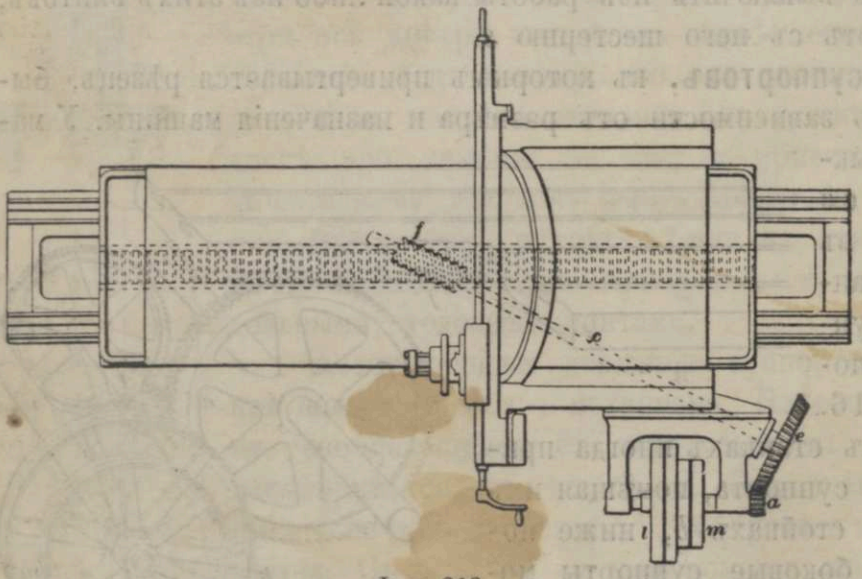
Фиг. 318.

178. Передача движенія платформѣ. Платформа кладется свободно на станину и движется въ направляющихъ, простроганныхъ въ станинѣ. Движеніе отъ шкивовъ передается платформѣ или при помощи *цилиндрическихъ колесъ*, или при помощи *червячной передачи*.

На фиг. 318 представлена передача при помощи зубчатыхъ колесъ. Холостые и коренные шкивы m и l сидятъ на валу 1, подшипники котораго задѣланы въ станину. На томъ же валу посажена шестерня a, зацѣпляющаяся съ зубчатымъ колесомъ b. На валу 2, вмѣстѣ съ колесомъ b, посажена шестерня c, зацѣпляющаяся съ колесомъ e, сидящимъ на оси 3; это же колесо e сцѣпляется съ рейкой f, прикрѣпленной къ нижней сторонѣ платформы. Введеніе промежуточной шестерни e большого діаметра сдѣлано потому, что при этомъ является

возможность помѣстить всѣ зубчатыя колеса внутри станины, а при зацѣпленіи непосредственно шестерни *c* съ рейкой колесо *b* не помѣстилось бы подъ платформой и его пришлось бы вынести наружу станины, что нежелательно. Кромѣ того колесо большого діаметра даетъ лучшее зацѣпленіе съ рейкой и не даетъ значительнаго слагающаго усилія по вертикали, вслѣдствіе чего платформа не стремится приподняться со станины и работаетъ болѣе плавно.

На фиг. 319 представлена передача движенія къ платформѣ при помощи червяка. Чертежъ представляетъ планъ машины: отъ приводныхъ шкивовъ *l* и *m* движеніе при помощи коническихъ колесъ сообщается валу *c*, на которомъ насаженъ червякъ *f*, сообщающій движеніе рейкѣ, скрѣпленной съ платформой. Такая передача, болѣе трудная для выполненія, сообщаетъ платформѣ болѣе плавный ходъ. Передача эта была предложена Селлерсомъ и примѣняется въ машинахъ, строящихся на извѣстномъ заводѣ Селлерсъ и К°, въ Филадельфіи.



Фиг. 319.

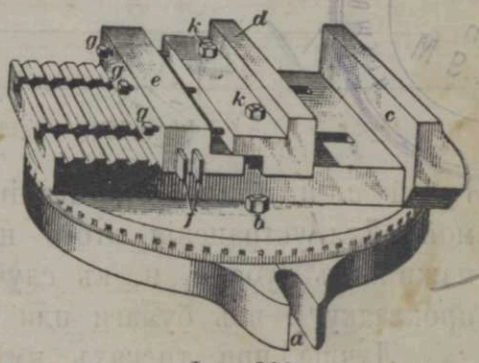
Станина можетъ стоять на ножкахъ (удобнѣе выгребать изъ-подъ нее стружки) или опираться по всей длинѣ на фундаментъ (болѣе устойчиво). Подъ фундаментомъ для большихъ машинъ должно быть сдѣлано углубленіе для удобнаго осмотра и ремонта передаточного механизма. Станина (направляющія) должна быть жестка и правильна; платформа можетъ быть гибка, чтобы принимать правильное очертаніе станины, и вмѣстѣ съ тѣмъ жестка въ отдѣльныхъ мѣстахъ, чтобы не коробиться отъ затяжки болтовъ, прикрѣпляющихъ обрабатываемую вещь. Средняя часть машины, гдѣ прикрѣплены вертикальныя стойки, должна быть болѣе массивна и жестка, чтобы предупредить дрожаніе рѣзца. Платформа тоже должна быть настолько тяжела, чтобы предупреждать дрожаніе при рѣзаніи.

179. Размѣръ строгальныхъ станковъ опредѣляется размѣромъ издѣлія, которое можно положить для обработки на платформу, при чемъ, конечно, издѣліе должно проходить между вертикальными стойками. Такъ что размѣръ строгальной 1000 мм. × 1000 мм. × 2000 мм. означаетъ, что между вертикальными стойками можетъ пройти издѣліе, имѣющее 1000 мм. въ ширину, 1000 мм. въ высоту и ходъ платформы 2000 мм.

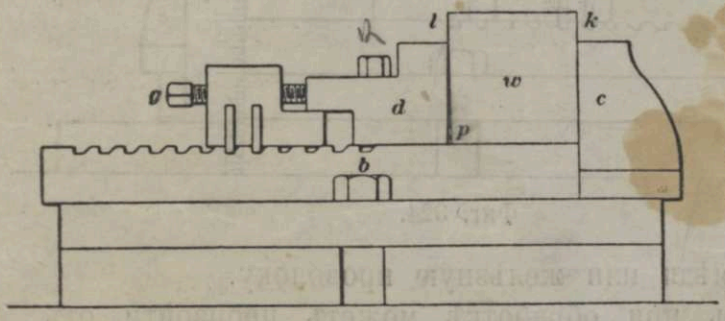
Для обработки издѣліе кладется на платформу, прикрѣпляется къ ней и затѣмъ движется вмѣстѣ съ платформой взадъ и впередъ, при чемъ при движеніи впередъ рѣзцы, закрѣпленные въ суппорты, снимаютъ стружку, а при движеніи назадъ—рѣзанія не происходитъ.

Установка издѣлій при строганіи.

180. Установка посредствомъ тисокъ. На фиг. 320 представлено устройство тисокъ, употребляющихся для этой цѣли. Тиски состоятъ изъ нижней плиты, которая привертывается къ платформѣ строгальной машины при помощи болтовъ, входящихъ въ прорѣзы платформы и въ прорѣзы *a* на плитѣ. На этой плитѣ помѣщается другая плита, могущая вращаться около вертикальной оси и закрѣпляемая въ любомъ положеніи при помощи болтовъ *b*. Съ верхней плитой одно цѣлое составляютъ самыя тиски. *C неподвижная губа* тисокъ, *d* — *подвижная губа*. Издѣліе, подлежащее установкѣ на машинѣ, притыкается къ губѣ *c*, къ издѣлію подводится губа *d* и вмѣстѣ съ ней планка *e*, которая закрѣпляется на мѣстѣ планками *f*, входящими въ зазубрины. Когда губа *d* подведена къ издѣлію, слегка зажимаютъ болты *kk*, затѣмъ подвертываютъ установительные болты *ggg* и, когда издѣліе плотно зажато этими болтами, окончательно закрѣпляютъ болты *kk*.

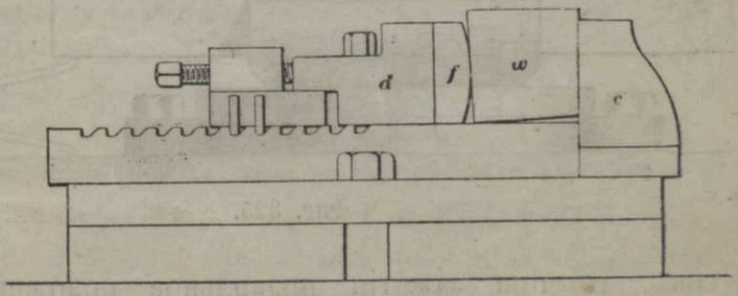


Фиг. 320.



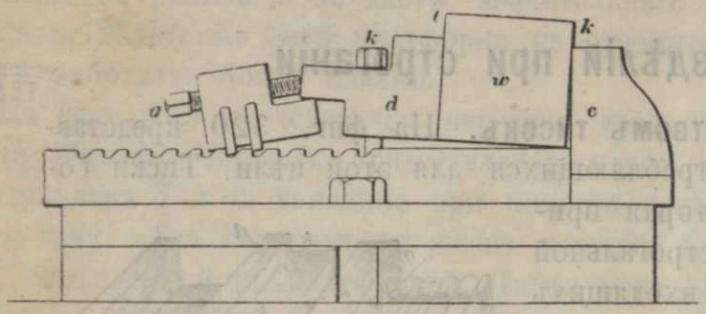
Фиг. 321.

Въ такихъ тискахъ удобно закрѣплять небольшое издѣліе, если на немъ нужно **обстрогать взаимноперпендикулярныя поверхности**. Предположимъ, что намъ нужно обстрогать прямоугольную призму. Чтобы получить вполнѣ правильныя плоскости и углы, работа должна быть произведена въ два пріема: сначала призма должна быть обстрогана начерно, и потомъ окончательно отдѣлана. Для черновой отдѣлки издѣліе зажимается въ тиски и сострагивается одна поверхность. Затѣмъ издѣліе повертывается на 90 град. и обстрагивается слѣдующая грань. Чтобы уголъ получился между этими



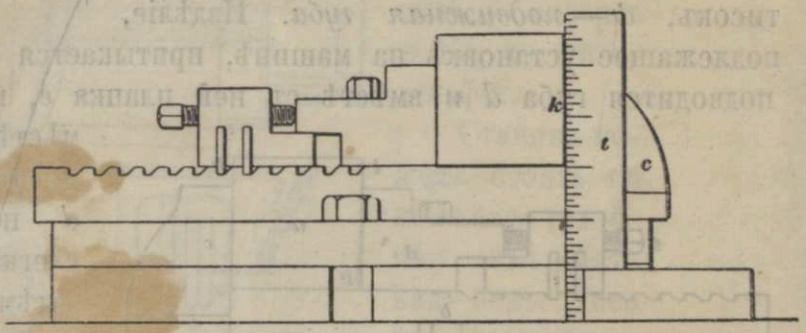
Фиг. 322.

гранями прямой, первоначально обстроганная грань должна быть поставлена перпендикулярно къ плоскости платформы. Если тиски вѣрны и грань c (фиг. 321) перпендикулярна къ платформѣ, то требуется только ранѣе обстроганную поверхность плотно прижать къ губѣ c. При этомъ нужно обращать вниманіе на слѣдующее. Если издѣліе имѣетъ неправильную форму, то при зажатіи въ тиски губа d можетъ нажать издѣліе только верхней частью (поверхность k обработана, а поверхность l не обработана). Тогда поверхность k не соприкоснется плотно съ губой c и при обстрагиваніи верхней грани уголъ не получится прямой. Для устраненія этого нужно при зажатіи слѣдить за тѣмъ, какъ нажимаетъ губа d, и, въ случаѣ неплотнаго нажатія, положить тонкую прокладку p изъ бумаги или жести.



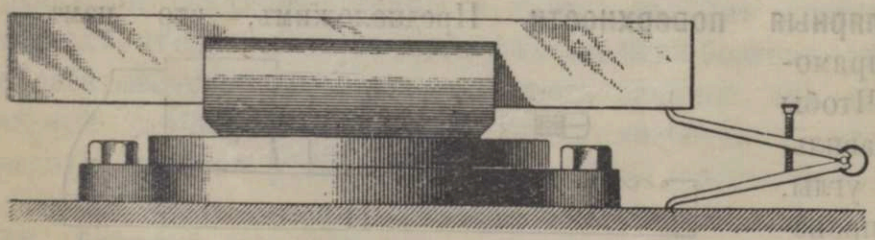
Фиг. 323.

Лучше при тискахъ имѣть прокладку f съ закругленной поверхностью (фиг. 322), которая зажимаетъ правильно издѣліе w, несмотря на то, что само издѣліе имѣетъ неправильную форму. Если такой прокладки не имѣется, ее можно замѣнить, прокладывая между губой d и издѣліемъ пластинку изъ мягкой мѣди или желѣзную проволоку.



Фиг. 324.

Такая же неправильность при обработкѣ можетъ произойти отъ недостаточнаго зажатія болтовъ k, при чемъ губа d перекашивается, какъ это представлено въ преувеличенномъ видѣ на фиг. 323. Слѣдовательно, прежде чѣмъ зажимать плотно издѣліе болтами gg, нужно съ достаточной силой притянуть болты k.

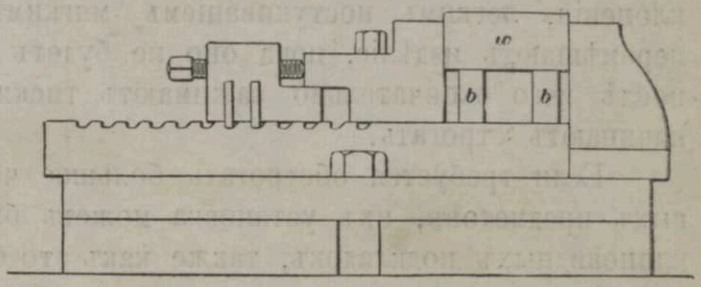


Фиг. 325.

Если издѣліе выступаетъ изъ тисокъ, то при зажатіи правильное положеніе издѣлія можетъ быть провѣрено при помощи угольника t, примкнутаго къ обработанной плоскости k (фиг. 324). Замѣченная неправильность можетъ быть исправлена, прокладывая между издѣліемъ и губами тисокъ бумагу или тонкое желѣзо.

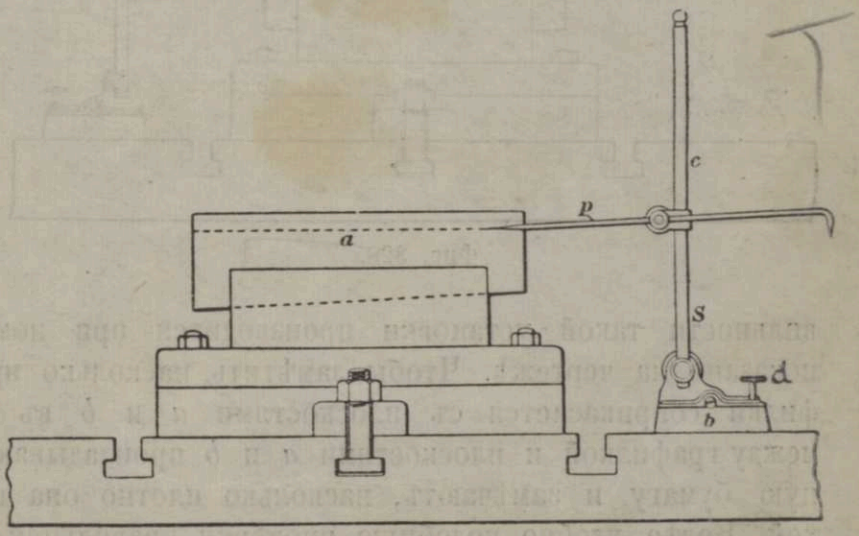
При обстрагиваніи третьей грани для полученія прямого угла нужно поступать, какъ было указано. Для полученія же параллельности между первой и третьей гранями нужно поступать такъ. Если издѣліе недлинно и тиски точно исполнены, то достаточно будетъ положить издѣліе плотно на тиски. Чтобы убѣдиться въ томъ, что издѣліе соприкасается плотно съ поверхностью тисокъ, прежде чѣмъ окончательно зажимать издѣліе, нужно ударить по немъ нѣсколько разъ свинцовымъ молоткомъ.

Если издѣліе выходитъ изъ предѣловъ тисокъ, нижнюю грань, уже обстроганную, можно установить параллельно поверхности платформы, измѣряя крумциркулемъ и постукивая слегка мягкимъ молоткомъ (фиг. 325). Такое же измѣреніе можетъ быть произведено и короткаго издѣлія, не выходящаго за предѣлы тисокъ и слишкомъ малаго, чтобы оно могло опереться о дно тисокъ. При этомъ, вмѣсто платформы нужно руководиться нижней плоскостью тисокъ. Въ послѣднемъ случаѣ болѣе удобно устанавливать издѣліе при помощи параллельныхъ подкладокъ *bb* (фиг. 326). Такія подкладки должны быть точно обработаны и имѣться различныхъ размѣровъ.



Фиг. 326.

Когда верхняя грань начерно обстрогана, нужно провѣрить толщину бруска съ обѣихъ концовъ крумциркулемъ, чтобы убѣдиться въ правильности установки и въ томъ, что верхняя грань обстрогана дѣйствительно параллельно нижней.



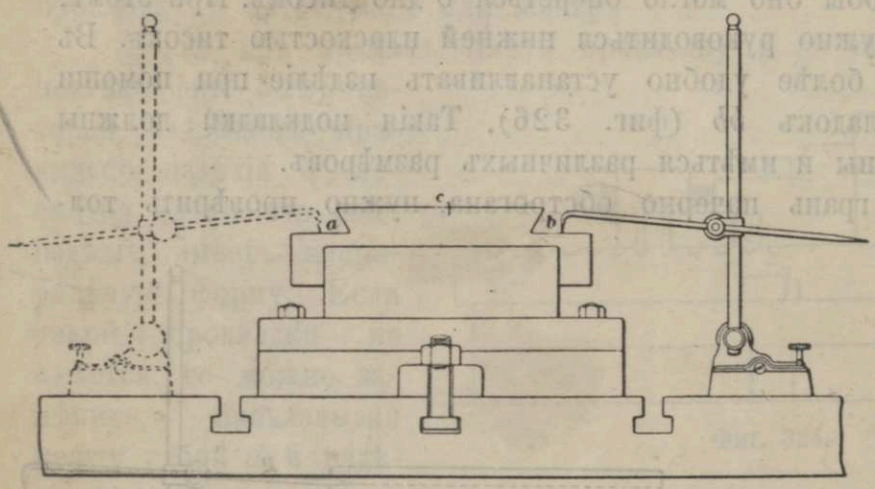
Фиг. 327.

181. Вывѣрка посредствомъ штатива. Если требуется обстрагивать не призму, а издѣліе съ непараллельными сторонами, то примѣняется для установки *штативъ*. Наприм., требуется установить клиновидный предметъ такъ, чтобы верхнюю поверхность состругать по линіи *a*, намѣченной на издѣліи. Въ такомъ случаѣ примѣняется штативъ, который представляетъ изъ себя (фиг. 327) тяжелую плитку *b*, съ правильно обработанной плоской нижней поверхностью. Въ плиткѣ *b* на шалнерѣ закрѣпленъ стержень *s*. На стержнѣ передвигается вверхъ и внизъ зажимъ *c*, въ которомъ зажимается стальная графилка *p*. Графилку можно

въ зажимѣ передвигать вдоль ея оси, можно поворачивать и наклонять подъ различными углами; точно также графилку можно перемѣщать, наклоняя самый стержень *s*. Для болѣе точныхъ перемѣщеній графилки, имѣется винтъ *d*, подвинчивая который сообщаются очень малыя перемѣщенія стержню *s* около шалнера *b*. Зажавши въ тискахъ издѣліе такъ, чтобы линія *a* была приблизительно горизонтальна, подводятъ конецъ графилки къ чертѣ *a* и, водя штативъ по платформѣ, замѣчаютъ на всемъ ли протяженіи линіи *a* совпадаетъ съ ней острее графилки. Въ случаѣ отклоненія, легкимъ постукиваніемъ мягкимъ молоткомъ соотвѣтственно перемѣщаютъ издѣліе, пока оно не будетъ установлено вполнѣ точно, послѣ чего окончательно зажимаютъ тиски и, еще разъ провѣривъ, начинаютъ строгать.

Если требуется обстрогать большое число клиновидныхъ одинаковыхъ предметовъ, ихъ установка можетъ быть произведена при помощи клиновидныхъ подкладокъ, также какъ это было описано выше. Въ этомъ случаѣ штатива для установки не потребуется.

При помощи штатива можетъ быть вообще провѣрена параллельность какой-либо плоскости съ плоскостью платформы. Напримѣръ, намъ нужно обстрогать поверхность *c* (фиг. 328) такъ, чтобы она была параллельна поверхностямъ *a* и *b*. Для этого нужно плоскости *a* и *b* установить параллельно платформѣ. Провѣрка правильности такой установки производится при помощи штатива, какъ показано на чертежѣ. Чтобы замѣтить, насколько правильно острее графилки соприкасается съ плоскостями *a* и *b* въ различныхъ точкахъ, между графилкой и плоскостями *a* и *b* прокладываютъ тонкую папиросную бумагу и замѣчаютъ, насколько плотно она прижимается графилкой. Болѣе удобно подобную провѣрку правильной установки производить при помощи одного изъ описанныхъ индикаторовъ (см. стр. 89), прикрѣпляя его къ штативу вмѣсто иглы.



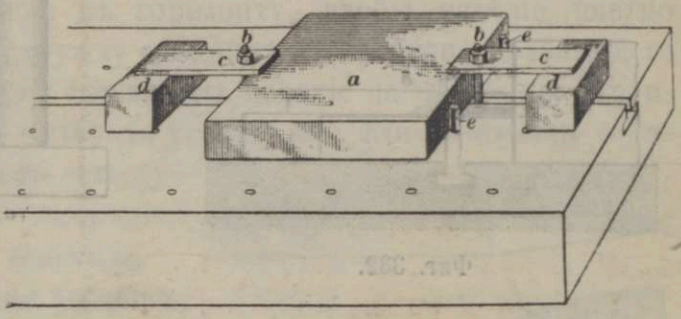
Фиг. 328.

182. Провѣрка тисокъ. Если при работѣ будетъ замѣчено, что тоски не даютъ правильной опоры для издѣлія, и, благодаря этому, издѣліе получается обстроганнымъ не подъ прямыми углами, тогда тиски необходимо провѣрить на той же строгальной, привертывая ихъ къ платформѣ и снимая тонкую стружку съ грани *c* (фиг. 320) и съ нижней поверхности. При установкѣ тисокъ нужно внимательно слѣдить за тѣмъ, чтобы между тисками и платформой не попалъ какой-либо

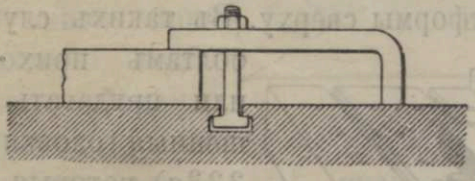
соръ, иначе при обстрагиваніи поверхности тисокъ опять получатся неправильными.

183. Спеціальныя тиски. Для спеціальныхъ работъ, производимыхъ въ большомъ числѣ, могутъ устраиваться спеціальныя тиски или зажимы, въ которые было бы удобно сразу устанавливать издѣліе въ надлежащее положеніе и закрѣплять.

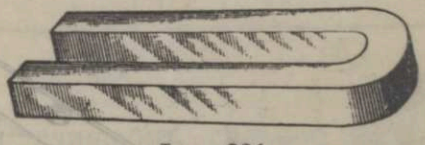
184. Установка издѣлія безъ тисокъ. Если издѣліе слишкомъ велико или по какимъ-либо другимъ причинамъ не можетъ быть зажато въ тискахъ, его прикрѣпляютъ непосредственно къ платформѣ при помощи прихватокъ (фиг. 329). *a* — издѣліе, *c* — **прихватки**, которыя однимъ концомъ опираются на подкладки *d*, а другимъ прижимаются къ издѣлію при помощи болтовъ *b*. Головки болтовъ закладываются въ *пазы*, простроганные въ платформѣ. Чтобы передать на издѣліе большую часть усилія, дѣйствующаго по болту, послѣдній долженъ ставиться возможно ближе къ издѣлію. Размѣръ подкладокъ *d* долженъ выбираться такой, чтобы прихватка лежала возможно ближе къ горизонтальному положенію. Если подкладка *d* слишкомъ низка, то прихватка *ложится наклонно*; при этомъ кривится зажимающій болтъ и *прихватка сминаетъ ребро издѣлія*, на которое она упирается; если наклонъ прихватки слишкомъ великъ, можетъ появиться горизонтальная слагающая, которая будетъ отталкивать издѣліе отъ прихватки. То же самое будетъ и въ томъ случаѣ, если прихватка слишкомъ тонка и сильно кривится. Лучше подкладку брать немного выше издѣлія, тогда при нажатіи болта, вслѣдствіе упругости, прихватка нѣсколько прогибается и правильно ложится на



Фиг. 329.



Фиг. 330.



Фиг. 331.

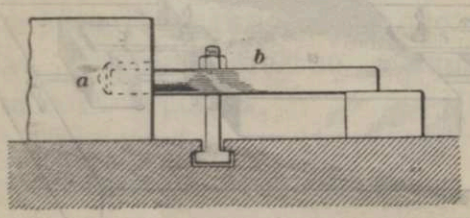
поверхность издѣлія, не сминая его края. На чертежѣ ее показываютъ *упоры*, которые представляютъ изъ себя желѣзные штифты, вставляемые въ отверстія, просверленныя въ платформѣ; упираясь въ эти штифты, издѣліе получаетъ бо́льшую устойчивость.

Если приходится обстрагивать однородные предметы, то съ большимъ удобствомъ могутъ быть примѣнены изогнутыя прихватки (фиг. 330), не требующія подкладокъ.

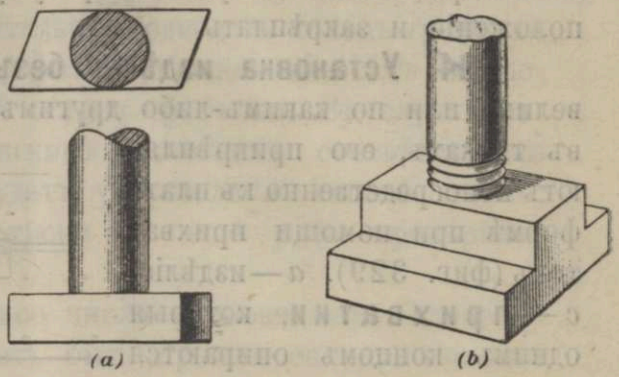
Очень удобными оказываются также прихватки, представляющія изогнутую полосу (фиг. 331); ихъ можно снимать съ издѣлія, не отвинчивая совсѣмъ гайки съ болта; кромѣ того болтъ можно передвигать

вдоль прихватки, устанавливая его въ наиболѣе удобное положеніе. Подъ гайку всегда слѣдуетъ класть шайбу.

Если поверхность, на которую опираются прихватки, должна обстрагиваться, то приходится прихватки переставлять съ мѣста на мѣсто. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при такого рода работахъ прибѣгаютъ къ прихваткамъ, изображеннымъ на фиг. 332. Здѣсь въ издѣліи просверливается отверстіе *a*, въ которое свободно входитъ прихватка *b*. По окончаніи работы отверстіе можетъ быть задѣлано, если нужно.



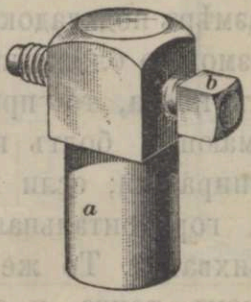
Фиг. 332.



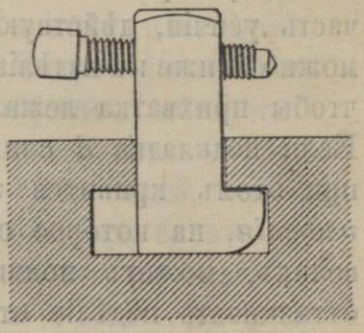
Фиг. 333.

185. Зажимные болты.

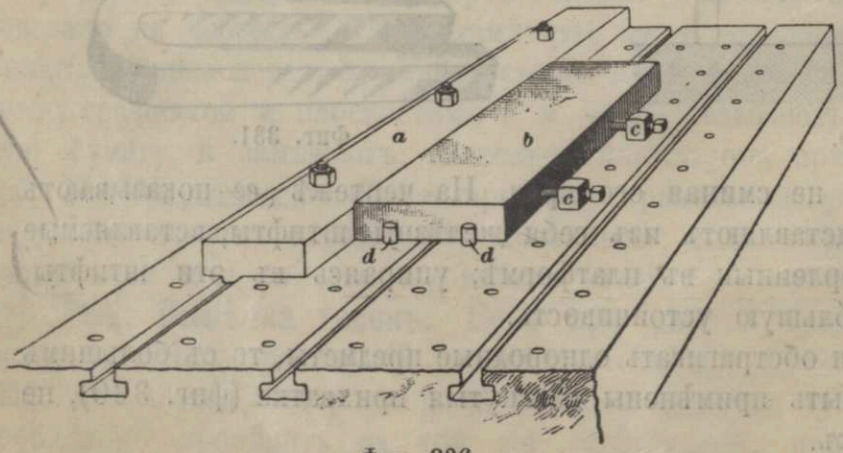
Для закрѣпленія прихватокъ употребляются обыкновенные болты, съ квадратной головкой, которая входитъ въ **пазы**, простроганные въ платформѣ машины. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при установкѣ тяжелыхъ вещей приходится ставить болты, послѣ того какъ вещь уже поставлена на платформу; при этомъ обыкновеннаго болта нельзя продвинуть съ боку, а приходится вводить его въ пазъ платформы сверху. Въ такихъ случаяхъ болтамъ приходится или придавать скошенныя головки (фиг. 333*a*), которыя можно просунуть въ пазъ и затѣмъ тамъ повернуть, или же, вмѣсто головки, на болтъ надѣвается гайка (фиг. 333*b*), которая продвигается въ пазъ.



Фиг. 334.



Фиг. 335.

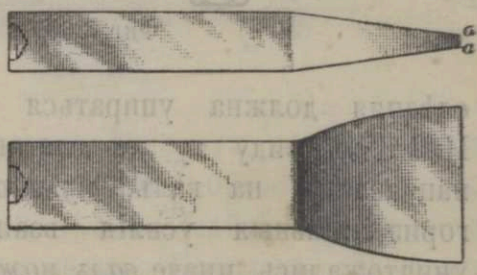


Фиг. 336.

Очень удобно прикрѣплять издѣліе къ платформѣ при помощи *нажимныхъ болтовъ* (фиг. 334—5). На фиг. 334 изображенъ штифтъ, который цилиндрической частью *a* встав-

ляется въ отверстіе, просверленное въ платформѣ. Въ верхней части его проходитъ нажимной болтъ *b*. На фиг. 335 штифтъ имѣетъ форму скобы;—зажимной болтъ проходитъ черезъ скобу, которая вставляется въ пазъ платформы.

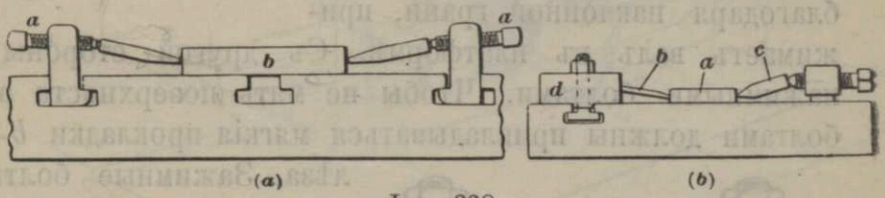
Способъ закрѣпленія представленъ на фиг. 336. Къ платформѣ сначала привертывается планка *a*, обстроганная подъ угольникъ и имѣющая обстроганный выступъ, входящій плотно въ пазъ платформы. Издѣліе *b* прижимается къ планкѣ двумя нажимными болтами *cc*, направленными нѣсколько наклонно къ горизонту, чтобы издѣліе плотно прилегало къ платформѣ. Если стружку снимаютъ не особенно большую, то достаточно одного тренія, чтобы удерживать издѣліе на мѣстѣ; при крупныхъ же стружкахъ приходится ставить упорки *dd*. *Для точности обработки необходимо соблюдать всѣ тѣ предосторожности, о которыхъ говорилось при описываніи зажатія въ тискахъ.*



Фиг. 337.

186. Зажимъ при помощи упорокъ. При строганіи очень тонкихъ предметовъ ихъ приходится закрѣплять при помощи упорокъ (фиг. 337). Упорки имѣютъ форму клина и приготовляются изъ инструментальной стали; тупой конецъ имѣетъ углубленіе, въ которое упирается нажимной болтъ, а тонкій конецъ обыкновенно закаленъ, такъ чтобы его ребра *aa* могли въѣдаться въ зажимаемый предметъ и не скользить по немъ. Если приходится упирать въ уже обработанныя поверхности, то упорки приготовляются изъ мягкаго желѣза, чтобы онѣ не портили отдѣланныхъ поверхностей.

На фиг. 338*a* представлено, какимъ образомъ упорки прижимаютъ издѣліе *b* къ платформѣ. Упорки должны быть наклонены къ горизонту, чтобы давать вертикальную слагающую внизъ, прижимающую издѣліе къ платформѣ, но уклонъ не долженъ быть больше 10^0, иначе получится слишкомъ сильное изгибающее дѣйствіе на нажимающіе болты *aa*. Такихъ упорокъ вдоль издѣлія ставится нѣсколько штукъ.



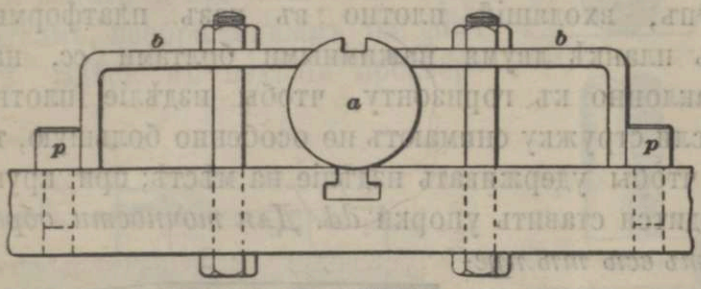
Фиг. 338.

Иногда, вмѣсто отдѣльныхъ упорокъ, издѣліе закрѣпляется при помощи тонкой линейки. На фиг. 338*b* *a* представляетъ издѣліе, которое съ одной стороны зажато упорками *c*, а съ другой стороны прижимается къ платформѣ линейкой *b*, упирающейся въ планку *d*.

Такіе способы *закрѣпленія* тонкихъ издѣлій, *при помощи упорокъ* и тонкихъ линеекъ *могутъ примѣняться и въ тискахъ*, гдѣ вмѣсто зажимныхъ болтовъ соотвѣтствующее нажатіе будетъ получаться отъ губъ тисокъ, а издѣліе будетъ прижиматься ко дну тисокъ, при чемъ вся его поверхность будетъ доступна для обработки.

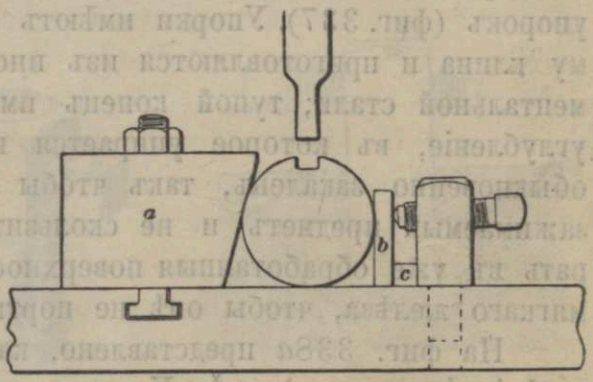
Такъ какъ только что *описанный способъ* закрѣпленія *не представляетъ большого сопротивленія для усилій, дѣйствующихъ вдоль издѣлія*, то послѣднее всегда *слѣдуетъ упирать въ особыя задержки*, вставляемыя въ платформу машины.

187. Закрѣпленіе цилиндрическихъ предметовъ. Если, напримѣръ, на валу требуется прострогать углубленіе для шпонки, то валъ можетъ быть закрѣпленъ, какъ представлено на фиг. 339. Валъ *a* кладется въ пазъ платформы и прижимается прихватками *b*. Такъ какъ при нажатіи прихватки *b* является горизонтальная слагающая, стремящаяся сдвинуть прихватку, то послѣдняя должна упираться въ упоръ *p*, вставленный въ платформу. Имѣя въ виду ту же слогающую, дѣйствующую въ горизонтальномъ направленіи на валъ, *нужно болты нажимать равномѣрно*, чтобы горизонтальныя усилія взаимно уничтожались, иначе *валъ можетъ искривиться и работа получится не точная*.

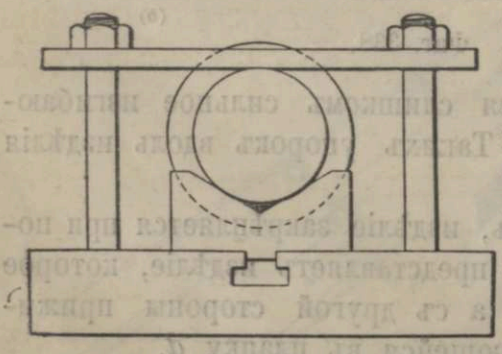


Фиг. 339.

Для устраненія возможнаго искривленія вала, *болѣе совершеннымъ будетъ способъ зажатія*, представленный на фиг. 340. Здѣсь валъ упирается въ правильно обстроганную планку *a*, которая, благодаря наклонной грани, прижимаетъ валъ къ платформѣ. Съ другой стороны валъ нажимается нажимными болтами. Чтобы не мять поверхности вала, между нимъ и болтами должны прикладываться мягкія прокладки *b* изъ мѣди или желѣза. Зажимные болты должны быть не ниже оси вала, а лучше, для болѣе надежнаго зажатія, нѣсколько выше. Въ послѣднемъ случаѣ прокладки *b* должны упираться въ подкладки *c*. Чтобы предупредить продольное скольженіе вала, онъ долженъ упираться въ особыя упорки.



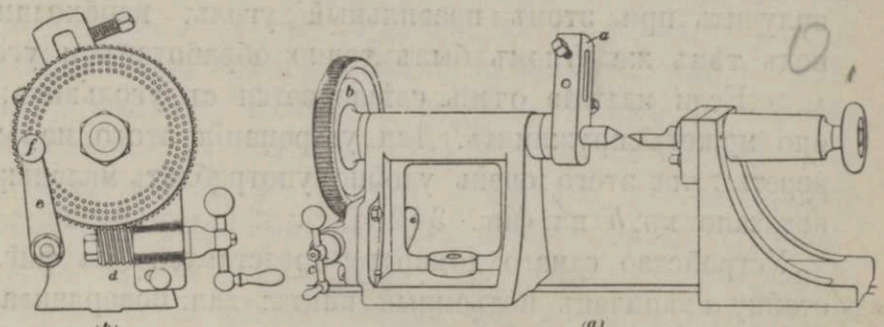
Фиг. 340.


Фиг. 341.

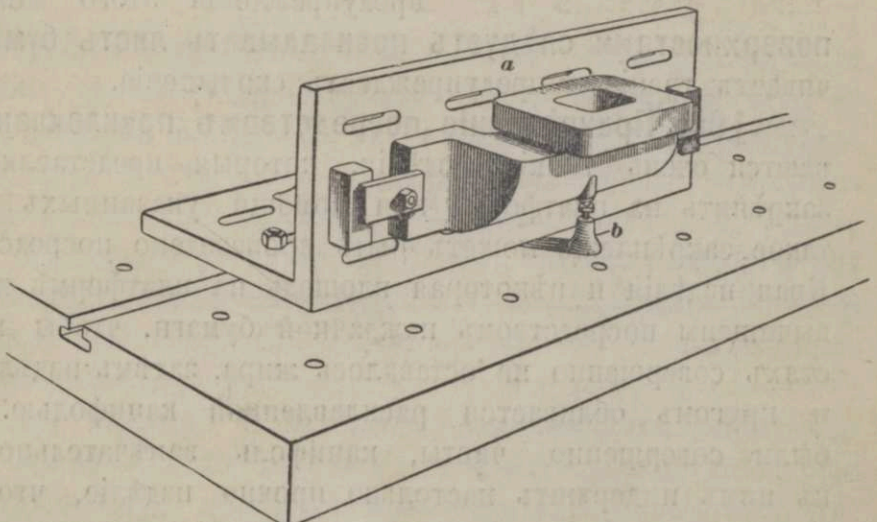
Если обстрагивается цилиндрическое тѣло, у котораго по длинѣ діаметръ не одинаковый, описанными способами закрѣпить такой цилиндръ на платформѣ нельзя и въ этомъ случаѣ нужно примѣнять **подкладки съ угловыми желобками** (фиг. 341). Подкладки эти на нижней поверхности имѣютъ выступъ, который плотно входитъ въ пазы платформы. Подкладки должны быть обработаны такимъ обра-

зомъ, чтобы при установкѣ въ пазъ платформы всѣ плоскости, дѣлящія пополамъ простроганные въ подкладкахъ углы, совпадали между собой; высота отдѣльныхъ подкладокъ должна быть такова, чтобы положенное на нихъ издѣліе плотно соприкасалось съ ними.

188. Закрѣпленіе на центрахъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходится обстрагивать граненые или рифленые предметы (гайки) и т п. Въ такихъ случаяхъ удобно издѣліе устанавливать на центрахъ, закрѣпленныхъ на платформѣ. На фиг. 342 представлено устройство подобныхъ центровъ. Имѣющійся на нижней опорной поверхности выступъ плотно входитъ въ пазъ платформы, и сразу устанавливаетъ центры такимъ образомъ, что ихъ ось совпадаетъ съ направленіемъ движенія рѣзца. Издѣліе закрѣпляется такъ же, какъ и на центрахъ токарнаго станка. Поводокъ, закрѣпленный на издѣліи, входитъ въ зажимъ *a* и прочно закрѣпляется нажимнымъ болтомъ. Зажимъ *a* составляетъ одно цѣлое со шпинделемъ бабки; на другомъ концѣ шпинделя — сидитъ червячное колесо *b*, которое находится въ зацѣпленіи съ червякомъ *d*. Поворачивая червякъ, можно повернуть издѣліе на произвольный уголъ. Для того, чтобы закрѣпить издѣліе въ желаемомъ положеніи, на плоской сторонѣ червячнаго колеса *b* имѣется нѣсколько окружностей и отверстій, расположенныхъ на равномъ другъ отъ друга разстояніи. Въ отверстія плотно входитъ штифтъ *f*, закрѣпленный въ скобѣ *e* и постоянно прижимаемый къ отверстію пружиной. Понятно, что, переставляя штифтъ изъ отверстія въ отверстіе, можно шпиндель и закрѣпленное на немъ издѣліе повернуть на желаемую часть окружности. Такимъ образомъ это устройство представляетъ простой дѣлительный приборъ.



Фиг. 342.



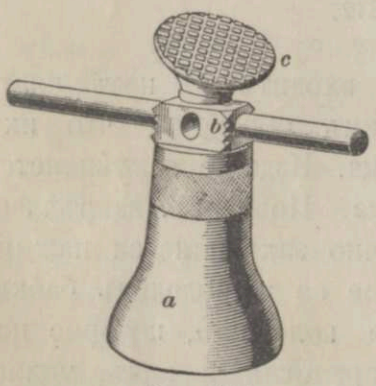
Фиг. 343.

189. Закрѣпленіе на угольникахъ. Очень часто форма издѣлія такова, что прикрѣпить его непосредственно къ горизонтальной поверх-

ности платформы неудобно, и болѣе выгодно имѣть вертикальную поверхность. Такую поверхность и даетъ намъ угольникъ, привернутый къ платформѣ, какъ представлено на фиг. 343. Къ угольнику издѣліе прикрѣпляется тѣми же способами, что и къ платформѣ. Если желаютъ обострогать двѣ поверхности подъ угольникъ, то, обострогавши одну поверхность, ее привертываютъ къ угольнику и строгаютъ другую. Чтобы получить при этомъ правильный уголъ, необходимо, конечно, чтобы подъ тѣмъ же угломъ былъ точно обработанъ и угольникъ.

Если издѣліе очень свѣшивается съ угольника, то при строганіи оно можетъ пружинить. Для устраненія этого, необходимо издѣліе подпереть; для этого очень удобно употреблять маленькіе **домкратики**, какъ показано въ *b* на фиг. 343.

Устройство самаго домкрата представлено на фиг. 344. Въ чугунную стойку *a* ввинченъ подъемный винтъ; для поворачиванія винта въ верхней части имѣются два взаимноперпендикулярныя отверстія, въ которыя вкладывается стержень *b* для повертыванія. На верхушкѣ винта на шаровомъ шалнерѣ посажена шляпка *c*. Шляпка можетъ слегка повертываться и приспособляться къ уклону поверхности, которую подпираютъ домкратомъ.



Фиг. 344.

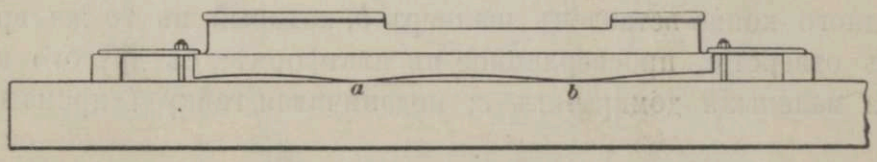
При закрѣпленіи издѣлій, соприкасающіяся между собой обработанныя поверхности могутъ сравнительно легко скользить. Для предупрежденія этого **между обработанными поверхностями слѣдуетъ прокладывать листъ бумаги**, которая увеличиваетъ треніе и предупреждаетъ скольженіе.

190. Прикрѣпленіе посредствомъ приклеиванія. Если обрабатываются очень тонкія издѣлія, которыя представляется невозможнымъ закрѣпить на платформѣ при помощи указанныхъ выше пріемовъ, то такое закрѣпленіе можетъ быть произведено посредствомъ приклеиванія. Края издѣлія и нѣкоторая площадь на платформѣ должны быть хорошо вычищены посредствомъ наждачной бумаги, чтобы на этихъ поверхностяхъ совершенно не оставалось жира, затѣмъ издѣліе ставится на мѣсто и кругомъ обливается расплавленной канифолью. Если поверхности были совершенно чисты, канифоль замѣчательно прочно пристаетъ къ нимъ и держитъ настолько прочно издѣліе, что оно можетъ быть обстрогано, снимая не особенно крупныя стружки. Этотъ способъ хорошъ еще и въ томъ отношеніи, что издѣліе при такомъ закрѣпленіи совершенно не пружинитъ и работа получается очень точная. Вмѣсто канифоли употребляется иногда шелакъ, воскъ, смола, но наиболѣе удобнымъ является канифоль.

191. Закрѣпленіе при помощи электро-магнитовъ. Болѣе совершеннымъ способомъ, по сравненію съ приклееваніемъ, является прикрѣпленіе издѣлія при помощи электромагнитовъ. Для этого къ платформѣ привинчивается особый патронъ, плоская поверхность котораго пред-

ставляетъ электромагнитъ. Если на такую поверхность положить издѣліе и замкнуть токъ, то издѣліе настолько прочно будетъ удерживаться магнитомъ, что его можно обстрогать. Такіе патроны очень удобны при обработкѣ мелкихъ и тонкихъ издѣлій. Необходимо имѣть въ виду, что такіе патроны черезъ нѣкоторое время намагничиваются и удерживаютъ издѣліе послѣ размыканія тока, а потому совмѣстно съ магнитными патронами надо пріобрѣтать и особые приборы для ихъ размагничиванія.

192. Предосторожности, которыя нужно принимать при закрѣпленіи на платформѣ издѣлій, чтобы не искривить ихъ. Необработанное издѣліе, положенное на платформу, соприкоснется съ ней лишь въ нѣсколькихъ точкахъ. Въ такомъ случаѣ прихватки нужно ставить въ такихъ мѣстахъ, чтобы подъ ними издѣліе соприкасалось съ платформой и при нажатіи прихваткой не могло пружинить. Если, напримѣръ, намъ нужно прикрѣпить къ платформѣ издѣліе (фиг. 345), которое соприкасается съ платформой въ точкахъ *a* и *b*, при нажатіи прихватками, какъ показано на чертежѣ, края издѣлія прогнутся. Если въ такомъ состояніи издѣліе будетъ обстрогано, такъ что верхняя часть издѣлія представитъ плоскость, то послѣ того, какъ прихватки будутъ сняты, издѣліе снова выпрямится и плоская обработанная поверхность искривится. Для предупрежденія подобнаго искривленія, если прихватки нельзя поставить надъ мѣстами издѣлія, плотно соприкасающимися съ платформой, то въ этихъ мѣстахъ, гдѣ ставятся прихватки, необходимо положить подкладки изъ бумаги или тонкаго желѣза, или загнать металлическіе клинушки до тѣхъ поръ, пока издѣліе не получитъ въ этомъ мѣстѣ такой опоры, что при нажатіи прихваткой оно не прогнется. **На возможность подобнаго искривленія при закрѣпленіи издѣлія нужно обращать большое вниманіе,** *такъ какъ невнимательность въ этомъ отношеніи причиняетъ очень часто неточную работу.*

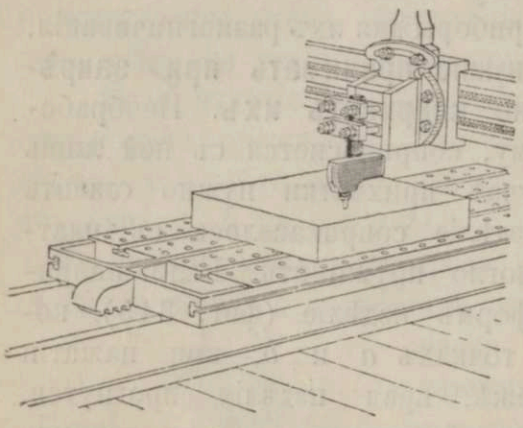


Фиг. 345.

При установкахъ издѣлій, у которыхъ уже имѣются обработанныя поверхности, нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы эти поверхности при закрѣпленіи не искривились; провѣрка производится, прикладывая линейки. Если издѣліе очень крупное, сохраненіе правильныхъ плоскостей при установкѣ можетъ быть провѣрено при помощи уровня, ставя его въ различныхъ мѣстахъ и направленіяхъ и наблюдая, чтобы при всѣхъ положеніяхъ уровня онъ показывалъ горизонтальную поверхность. Понятно, что такая провѣрка возможна только въ томъ случаѣ, если строгальная машина установлена такимъ образомъ, что ея платформа представляетъ горизонтальную поверхность; поэтому **при установкѣ машинъ орудій необходимо ихъ всегда точно вывѣрять по уровню.** Это полезно еще и потому, что послѣ окончательной обработки

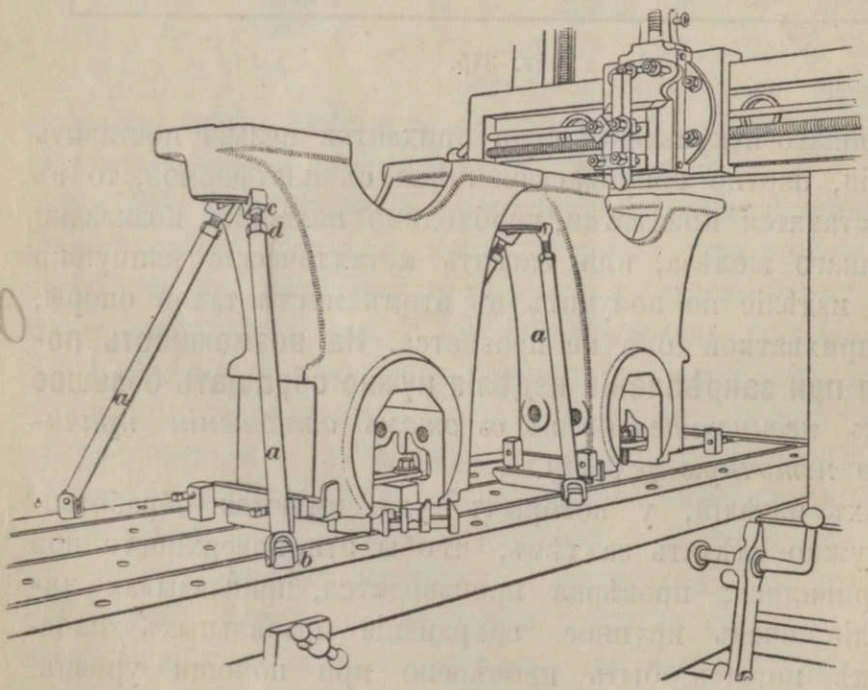
на вывѣренной по уровню машинѣ правильность поверхностей при сборкѣ тоже можетъ вывѣряться уровнемъ, что значительно упрощаетъ работу.

Кромѣ указанныхъ пріемовъ очень удобно вывѣрять сохраненіе плоскихъ поверхностей своей формы при закрѣпленіи издѣлія при помощи индикатора, который ставится вмѣсто рѣзца и подъ нимъ проводится издѣліе (фиг. 345а): всякая неправильность поверхности сейчасъ же будетъ отмѣчена индикаторомъ.



Фиг. 345а.

193. Примѣры установокъ и закрѣпленія издѣлій. Когда на платформѣ устанавливаются высокіе предметы (см. фиг. 346), для предупрежденія ихъ перевертыванія при сниманіи крупныхъ стружекъ приходится ставить *подпорки*. Очень удобной конструкціей подобныхъ подпорокъ является представленная на чертежѣ. Подпорки *a* приготовлены изъ газовыхъ трубъ, съ одного конца вставленъ шалнеръ *b*, который въ то же время вставляется въ отверстіе, просверленное въ платформѣ; съ другого конца вставляется маленькій домкратикъ *c*; подвинчивая гайку *d* производится желаемая сила нажатія. Мѣняя длину газовыхъ трубокъ, можно такую подпорку приспособить къ любому случаю.

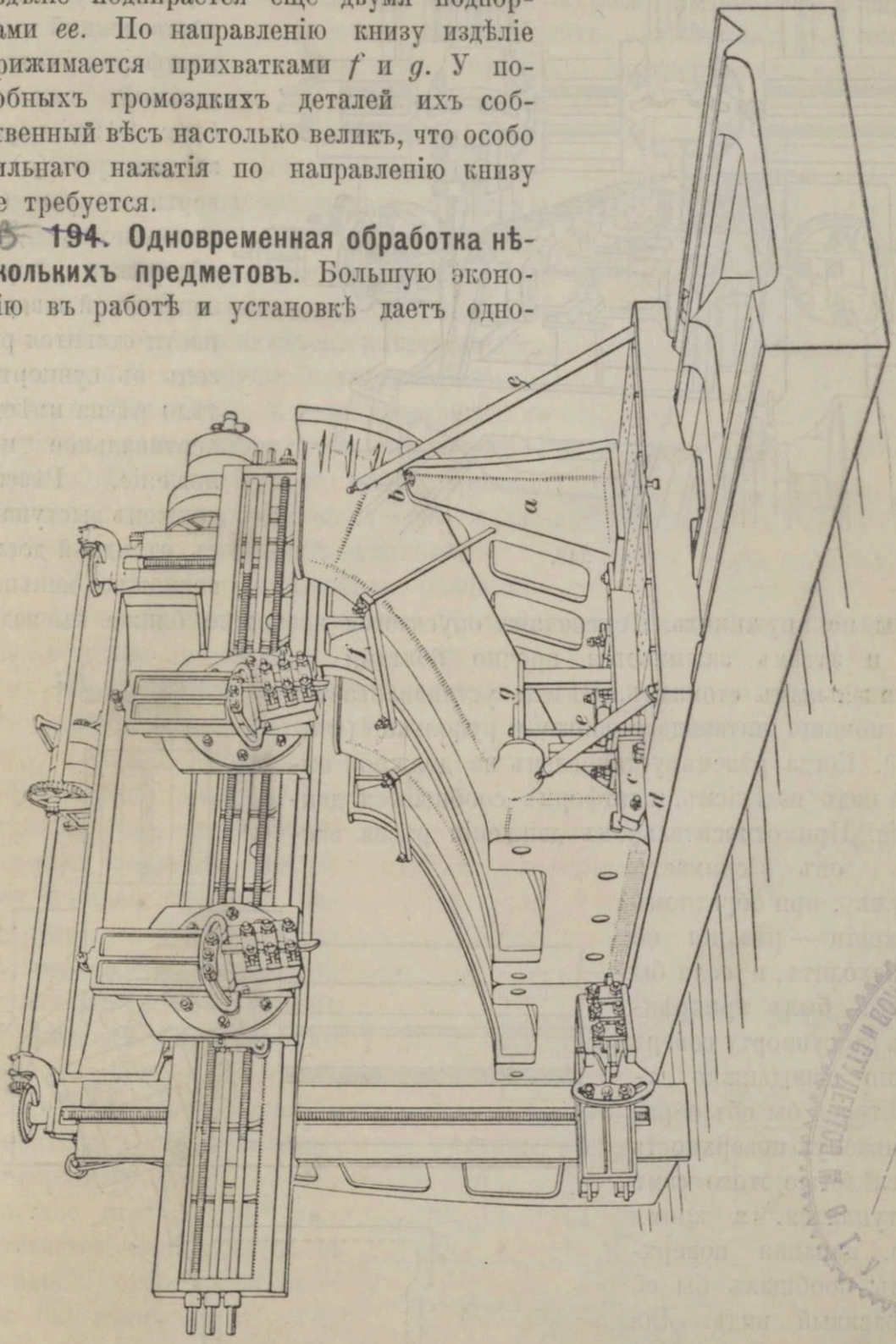


Фиг. 346.

На фиг. 347 представлено закрѣпленіе на платформѣ очень тяжелой детали (станины паровой вертикальной машины), для установки которой, благодаря ея причудливой формѣ, пришлось примѣнить спеціальную подкладку *a*, которая привертывается къ платформѣ, а на подкладку кладется обрабатываемая деталь; въ верхней части подкладки имѣются установительные болты *b*, которые упираются въ издѣліе и даютъ ему правильную опору. Лѣвая часть станины свѣшивается съ платформы; чтобы издѣліе не скользило вдоль платформы, къ ней привернута упор-

ная планка *c*, въ которой имѣется установительный болтъ *d*, упирающійся въ самое издѣліе и допускающій точную установку. Кромѣ планки *c*, издѣліе подпирается еще двумя подпорками *ee*. По направленію книзу издѣліе прижимается прихватками *f* и *g*. У подобныхъ громоздкихъ деталей ихъ собственный вѣсъ настолько великъ, что особо сильнаго нажатія по направленію книзу не требуется.

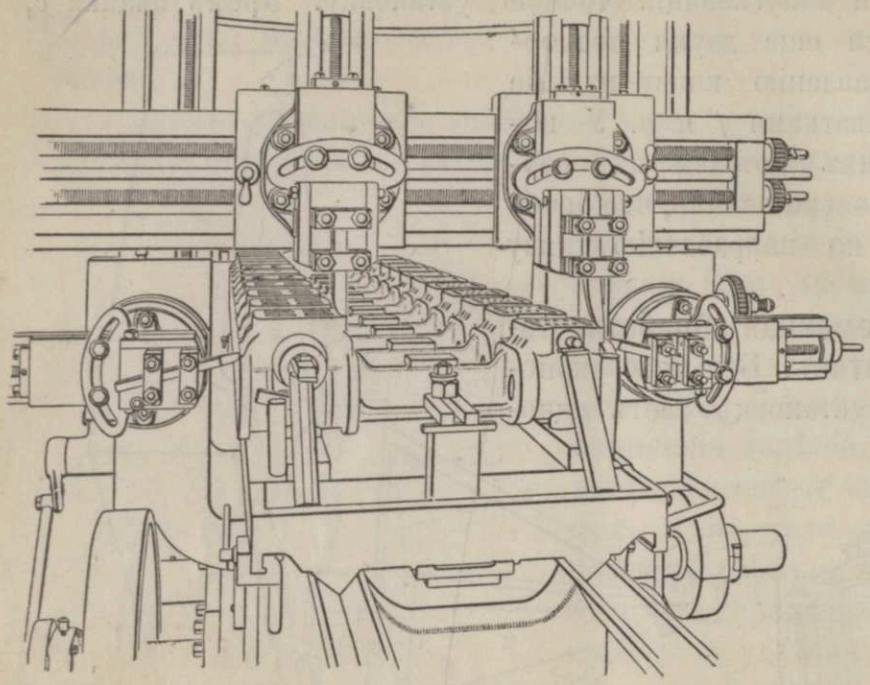
194. Одновременная обработка нѣсколькихъ предметовъ. Большую экономію въ работѣ и установкѣ даетъ одно-



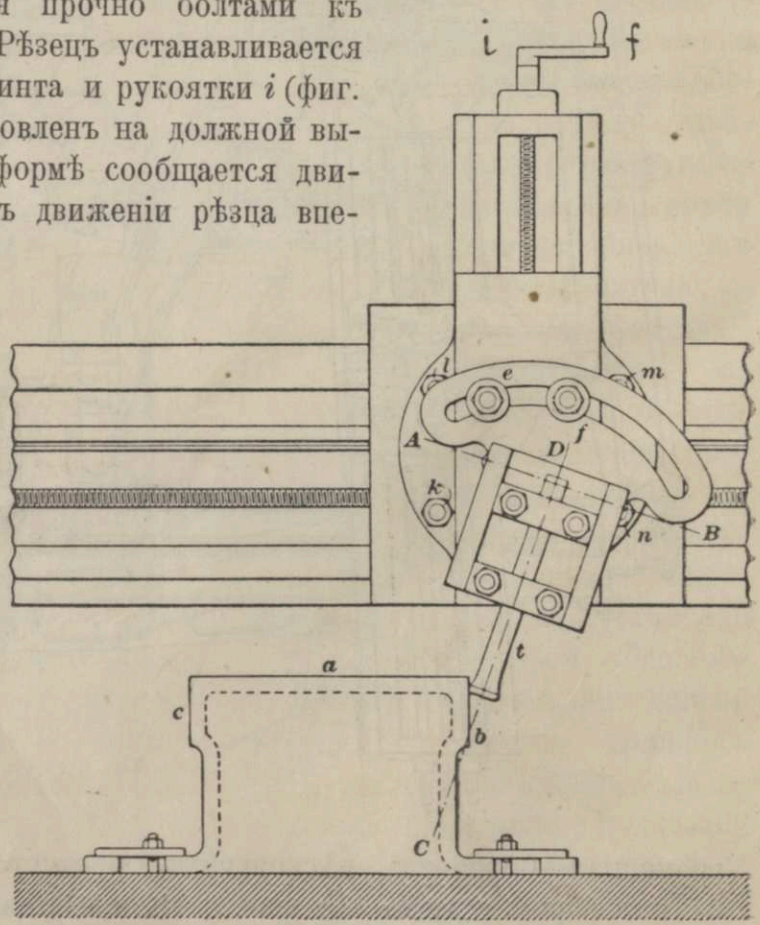
Фиг. 347.

временная обработка нѣсколькихъ предметовъ, поставленныхъ сразу на платформу станка. На фиг. 348 представлено одновременное обстрагиваніе цѣлаго ряда насосовъ сразу 4-мя рѣзцами, двумя сидящими въ суппортахъ на поперечинѣ и двумя боковыми. При массовомъ производствѣ подобные пріемы строжки должны всегда примѣняться.

195. Способы обработки на строгальной машинѣ. Предположимъ, что требуется обстрогать у вещи, поставленной на платформу строгальной машины (фиг. 349), горизонтальную (*a*) и вертикальную (*b*) поверхность. Для обстрожки горизонтальной поверхности ставится рѣзецъ въ суппортъ; тѣло рѣзца имѣетъ вертикальное положеніе. Рѣзецъ долженъ выступать съ откидной доски возможно меньше, чтобы не пружинить. Поперечина опускается возможно ближе къ издѣлію и затѣмъ зажимается прочно болтами къ вертикальнымъ стойкамъ. Рѣзецъ устанавливается при помощи питающаго винта и рукоятки *i* (фиг. 349). Когда рѣзецъ установленъ на должной высотѣ надъ издѣліемъ, платформѣ сообщается движеніе. При относительномъ движеніи рѣзца впередъ онъ снимаетъ стружку; при обратномъ движеніи — рѣзанія не происходитъ, и если бы рѣзецъ былъ прикрѣпленъ къ суппорту совершенно неподвижно, то онъ терся бы объ обрабатываемую поверхность и вслѣдствіе этого самъ притуплялся, а кромѣ того, царапая поверхность, сообщалъ бы ей некрасивый видъ. Для предупрежденія этого рѣзецъ и прикрѣпляется къ имѣющейся на суппортѣ откидной доскѣ *a* (фиг. 350), которая можетъ вращаться около оси *w*; тогда при движеніи рѣзца впередъ

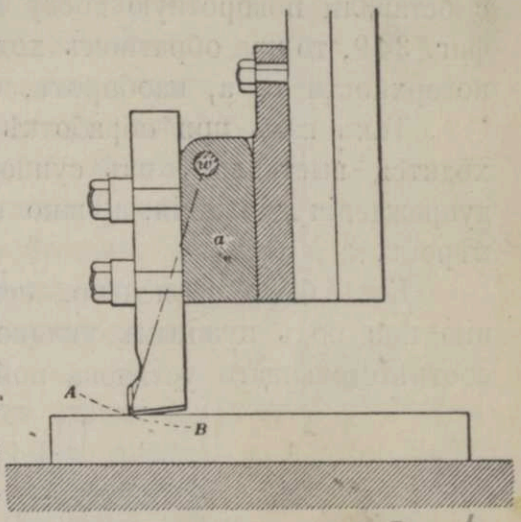


Фиг. 348.



Фиг. 349.

откидная доска плотно прижимается къ суппорту и рѣзецъ является какъ бы неподвижно закрѣпленнымъ, а при обратномъ движеніи, откидная доска поворачивается на шалнерѣ и рѣзецъ отклоняется по AB. Вслѣдствіе такого устройства рѣзецъ будетъ прижиматься къ издѣлію только *своимъ вѣсомъ*; въ очень крупныхъ машинахъ, гдѣ треніе, вызванное дѣйствіемъ вѣса рѣзца можетъ вызвать указанныя нежелательныя явленія, устраивается особый механизмъ, который автоматично подымаетъ откидную доску и такимъ образомъ при обратномъ ходѣ рѣзецъ совершенно не соприкасается съ обрабатываемой поверхностью.

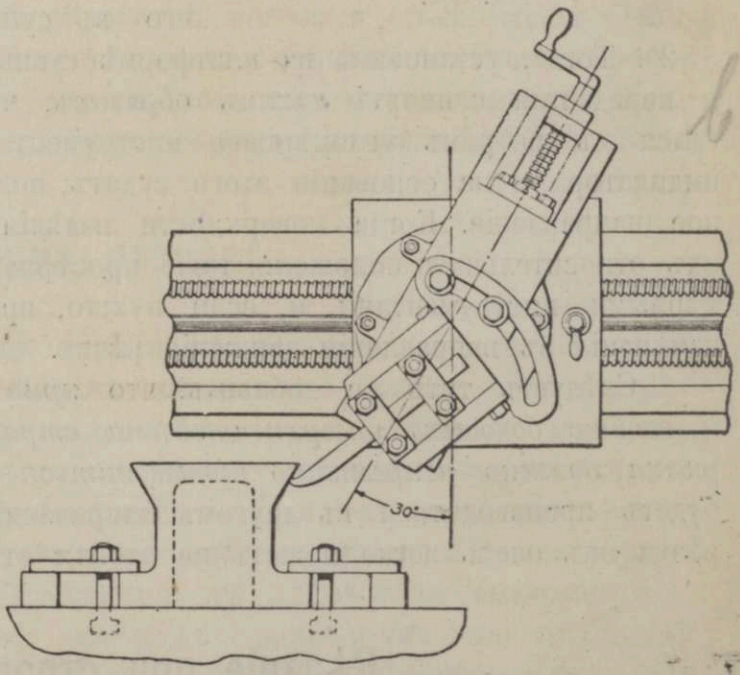


Фиг. 350.

Первоначально рѣзецъ питается вдоль поперечины отъ руки, поворачивая рукоятку h (фиг. 316) и устанавливается въ вертикальномъ напрлленіи рукояткой f (фиг. 349). Послѣ того какъ строганіе началось и рѣзецъ снимаетъ слой желаемой толщины, пускается самоходъ.

Послѣ каждаго прохода рѣзца питающій механизмъ передвигаетъ рѣзецъ въ горизонтальномъ поперечномъ направленіи на толщину стружки.

При отдѣлкѣ чугунныхъ поверхностей широкимъ, плоскимъ рѣзцомъ, его приходится передвигать на столь большую величину (до 30 мм.), что питающій механизмъ обыкновенно для этого оказывается недостаточнымъ, и такое передвиженіе приходится дѣлать рабочему отъ руки, поворачивая продольный ходовой винтъ поперечины на одинъ и даже большее число оборотовъ.



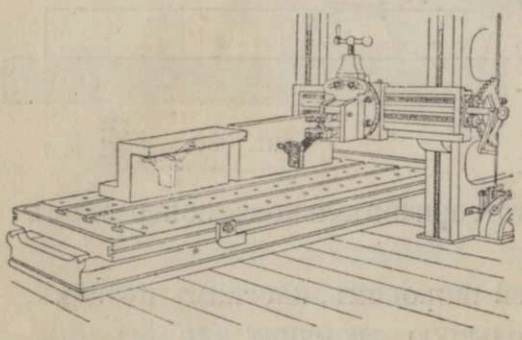
Фиг. 351.

Когда начинаютъ обрабатывать вертикальную поверхность b (фиг. 349), то для этого рѣзецъ выдвигаютъ изъ зажима на столько, чтобы, при опусканіи рѣзца внизъ, суппортъ не упирался въ издѣліе. Если бы мы оставили рѣзецъ въ вертикальномъ положеніи, то при обратномъ ходѣ онъ продолжалъ бы нажимать на обрабатываемую поверхность, даже и при отклоненіи откидной доски; поэтому для устраненія истиранія рѣзца и царапанія поверхности нужно, ослабивъ болты

e и *f*, повернуть поворотную доску суппорта, какъ показано на фиг. 349. Тогда откидная доска, вращаясь около оси *AB*, наклонной къ плоскости *b*, будетъ отводить отъ послѣдней рѣзецъ при обратномъ ходѣ. При обработкѣ поверхности *c* поворотную доску придется повернуть въ обратную сторону. Если бы мы при обрабатываніи поверхности *c* оставили поворотную доску въ томъ же положеніи, какъ показано на фиг. 349, то при обратномъ ходѣ рѣзецъ не только не отходилъ бы отъ поверхности *c*, а, наоборотъ, стремился бы углубиться въ нее.

Такъ какъ при обработкѣ вертикальныхъ поверхностей рѣзецъ приходится выставлять изъ суппорта на большое разстояніе, то, для предупрежденія дрожанія, нужно его дѣлать по возможности большихъ размѣровъ.

Какъ было объяснено, движеніе рѣзца по вертикальному направленію или подъ нужнымъ уклономъ (фиг. 351) производится посредствомъ соотвѣтствующаго установа поперечныхъ салазокъ суппорта, поворачивая ихъ около горизонтальной оси. Для облегченія этого установа на поворотномъ кругѣ салазокъ, который закрѣпляется въ нужномъ положеніи четырьмя болтами, *k*, *l*, *m*, *n*, имѣются дѣленія, при помощи которыхъ и можетъ быть установленъ нужный уголъ поворота. Для болѣе точной провѣрки можно пользоваться индикаторомъ, закрѣпляя его въ суппортъ вмѣсто рѣзца (фиг. 352). Тогда, установивъ на платформѣ станка угломѣрный инструментъ и передвигая суппортъ такимъ образомъ, чтобы индикаторъ соприкасался съ ребромъ угломѣрнаго инструмента, слѣдятъ за показаніями индикатора и на основаніи этого судятъ, получаетъ ли рѣзецъ правильное направленіе. Когда поверхности издѣлія обстроганы, правильность ихъ относительнаго положенія тоже провѣряютъ соотвѣтствующими угломѣрными инструментами, и, если нужно, производятъ соотвѣтствующія измѣненія въ направленіи движенія рѣзца.



Фиг. 352.

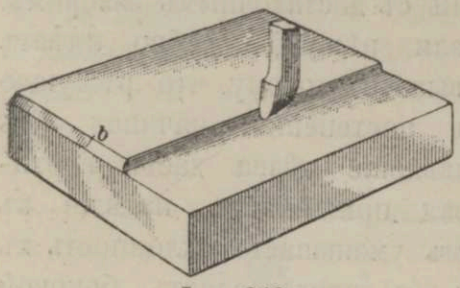
Слѣдуетъ тутъ же добавить, что *при обработкѣ вертикальныхъ и вообще боковыхъ поверхностей, на строгальномъ станкѣ питаніе рѣзца должно непремѣнно производиться сверху внизъ*; если питаніе будетъ производиться въ другомъ направленіи, то при обратномъ ходѣ рѣзца онъ очень легко можетъ не отойти отъ издѣлія и заѣсть.

Рѣзаніе при строганіи.

При строганіи законы рѣзанія остаются тѣ же, что и при токарной работѣ. Форма рѣзца измѣняется, сообразуясь съ качествомъ обрабатываемаго матеріала, и съ тѣмъ, производится ли грубая или отдѣлочная обработка.

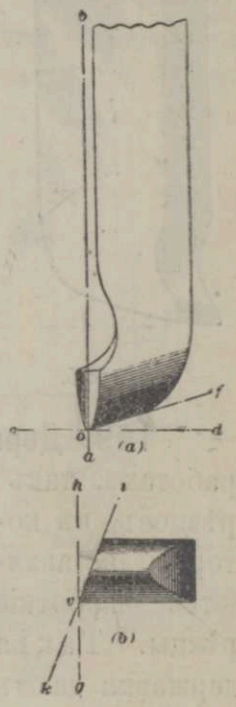
При строганіи, какъ и при точеніи, производится *грубая* и *отдѣлочная* обработка.

При грубой обработкѣ нужно снимать возможно толстый слой и брать возможно большое питаніе, при условіи, чтобы рѣзецъ не нагрѣвался и не пружинилъ, а также сообразуясь съ размѣрами станка, чтобы слишкомъ большое усиліе на рѣзецъ не вызвало опасныхъ напряженій въ станкѣ, а также чтобы усиліе, прилагаемое рѣзцомъ, не вызвало искривленія самаго издѣлія, иначе поверхности будутъ получаться неправильными.



Фиг. 353.

При грубой обстрожкѣ рѣзецъ имѣетъ стремленіе обламывать край издѣлія, вслѣдствіе чего кромка можетъ получится не ровная. Для устраненія этого, слѣдуетъ передъ строганіемъ край издѣлія обрубать подъ угломъ въ 45^0, какъ показываетъ полоска *b* на фиг. 353, тогда рѣзецъ при концѣ своего хода будетъ снимать тонкую стружку, и не будетъ обламывать края.



Фиг. 354.

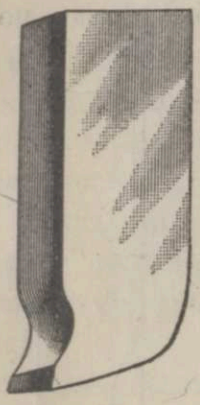
При отдѣлкѣ поверхности всегда снимается тонкая стружка; ширина же стружки зависитъ отъ обрабатываемаго металла. При обработкѣ желѣза и стали нужно брать небольшое питаніе; при отдѣлкѣ чугуна должны примѣняться очень широкіе рѣзцы (20—30 мм.) и питаніе можетъ равняться почти ширинѣ рѣзца, такъ что вся отдѣланная поверхность покрывается широкими полосами.

Форма рѣзцовъ.

196. Рѣзецъ для грубой обработки. На фиг. 354 представлена обычная форма рѣзца строгальныхъ машинъ для грубаго снятія матеріала. Направленіе движенія рѣзца совпадаетъ съ *od* (фиг. *a*); линія *ab*, проходящая черезъ вершину *o*, направлена перпендикулярно къ *od* и совпадаетъ съ рѣжущей гранью, слѣдовательно, у такого рѣзца *продольнаго уклона рѣжущей грани не дѣлается*. *Уголъ зазора* въ вертикальной плоскости (уголъ *fod*) дѣлается отъ 3^0 до 5^0, и такъ какъ рѣзецъ прикрѣпляется къ суппорту всегда въ одномъ и томъ же положеніи, то уголъ зазора не можетъ мѣняться отъ положенія рѣзца, какъ это имѣло мѣсто у рѣзцовъ на самоточкахъ. Фиг. *b* представляетъ видъ рѣзца снизу; линія *gh* перпендикулярна къ *od* и направлена горизонтально; уголъ *hvi* есть поперечный уклонъ рѣжущей грани. Уголъ рѣзанія будетъ дополнительный къ углу поперечнаго уклона до прямого. Величина угловърѣзанія выбирается такъ же, какъ и при работѣ на самоточкахъ. См. стр. 44 и 103.

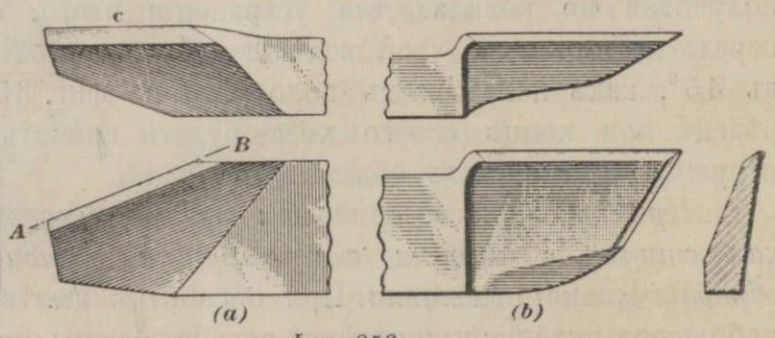
197. Плоскій рѣзецъ. На фиг. 355 представленъ плоскій рѣзецъ для снятія отдѣлочныхъ стружекъ; форма его ясна изъ чертежа.

198. Боковой рѣзецъ (фиг. 356a). Рѣзаніе производится ребромъ *c* по всей его длинѣ; ребро это затачивается по прямой линіи съ достаточнымъ зазоромъ. По отношенію къ вертикали рѣжущее ребро имѣетъ уклонъ *AB;*—такая форма выгодна потому, что рѣжущее ребро входитъ въ металлъ постепенно, начиная отъ точки *B*, и кромѣ того давленіе рѣзца даетъ вертикальную слагающую, которая прижимаетъ издѣліе къ платформѣ, и такимъ образомъ уменьшаетъ склонность къ сколь- женію издѣлія. Фиг. (*a*) представляетъ боковой рѣзецъ для грубой обработки, фиг. (*b*) представляетъ боковой рѣзецъ для отдѣлочной работы и для работы въ тѣсныхъ мѣстахъ.

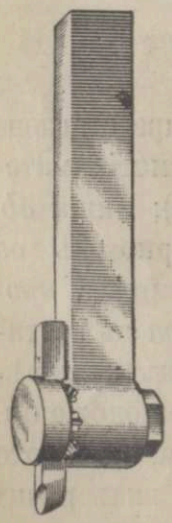


Фиг. 355.

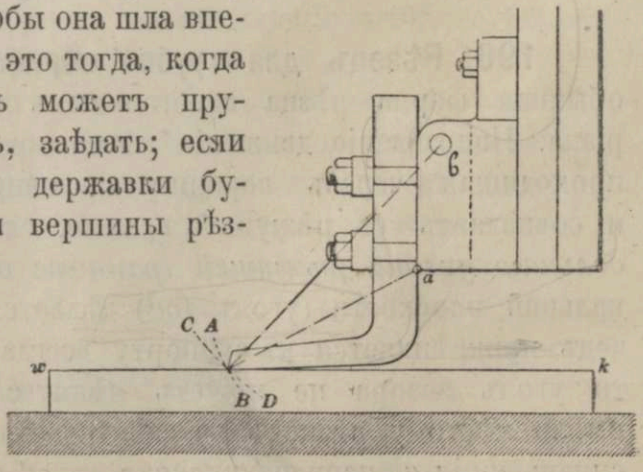
199. Державки для рѣзцовъ. Подобно тому какъ при токарныхъ работахъ, такъ же и при строганіи могутъ примѣняться державки для рѣзцовъ, въ которыя вставляются короткіе рѣзцы. Такія державки даютъ тѣ же выгоды, которыя были уже указаны (см. стр. 150). На фиг. 357 представлена одна изъ такихъ державокъ. Рѣзецъ можетъ закрѣпляться въ державкѣ подъ различными углами, сообразуясь съ различными случаями рѣзанія. При нѣкоторыхъ работахъ предпочитаютъ привертывать державку къ суппорту такимъ образомъ, чтобы она шла впереди рѣзца; дѣлается это тогда, когда боятся, что рѣзецъ можетъ пружинить и, отгибаясь, заѣдать; если же плоскость опоры державки будетъ лежать впереди вершины рѣзца, то при изгибаніи онъ будетъ отходить отъ издѣлія и заѣданіе не можетъ имѣть мѣста.



Фиг. 356.



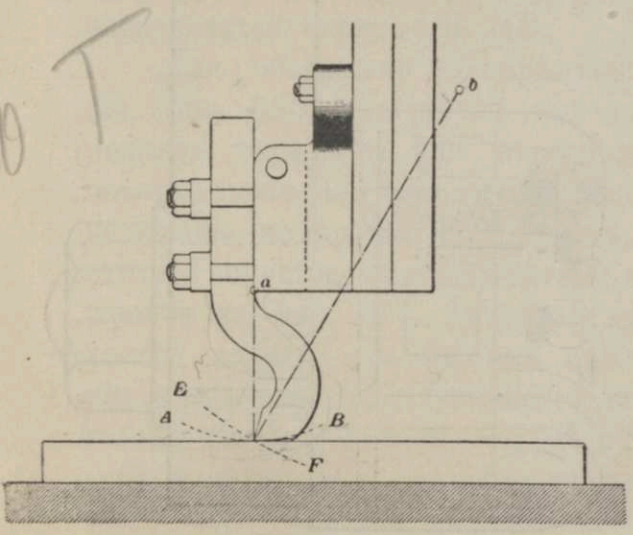
Фиг. 357.



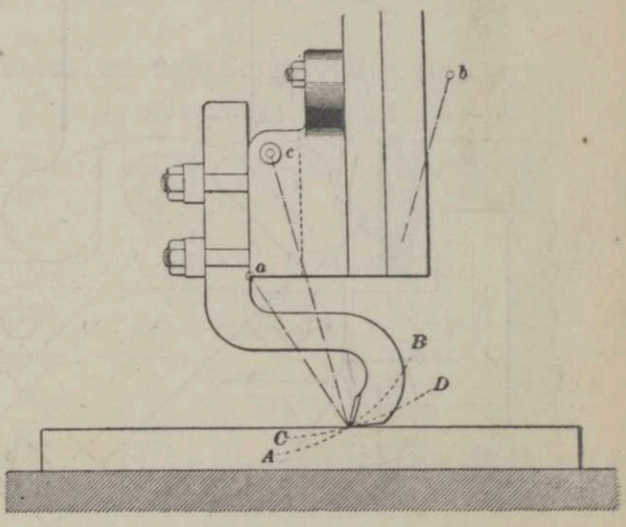
Фиг. 358.

Рѣзцы на строгальныхъ машинахъ по необходимости должны выступать на большое разстояніе изъ суппорта, а потому они всегда имѣютъ склонность пружинить. Если

рѣзецъ выступаетъ изъ суппорта такъ, какъ представлено на фиг. 358, то при строганіи онъ будетъ перегибаться около точки a и вершина рѣзца будетъ двигаться по окружности AB, стремясь углубиться въ металлъ; — слѣдовательно, такое закрѣпленіе вообще невыгодно и требуетъ очень прочныхъ солидныхъ рѣзцовъ. Если рѣзцу придать форму, показанную на фиг. 359, гдѣ вершина рѣзца и точка перегиба a лежатъ на одной вертикали, то при изгибѣ вершина рѣзца будетъ

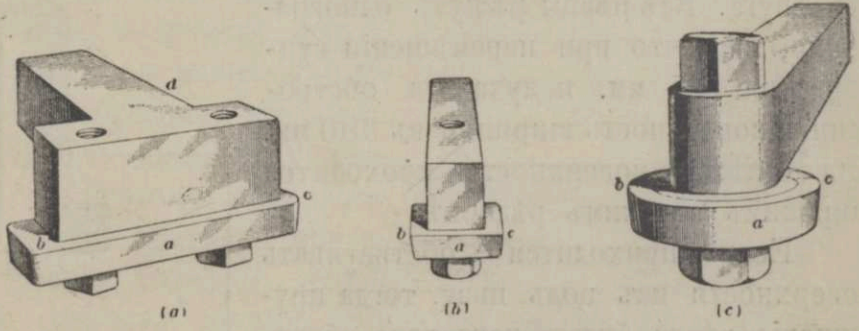


Фиг. 359.



Фиг. 360.

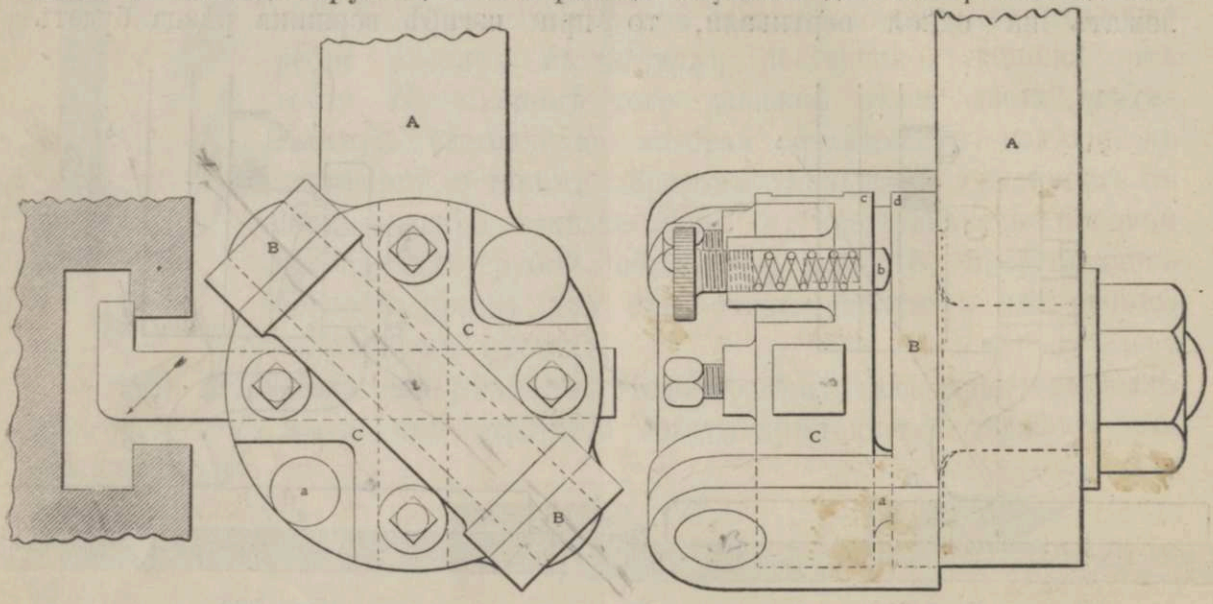
двигаться по окружности AB, касательной къ обрабатываемой поверхности, и заѣданія рѣзца отъ его изгиба происходить не будетъ. Но если самый суппортъ не прочно закрѣпленъ на поперечинѣ, или если сама поперечина слишкомъ слаба, то весь суппортъ можетъ получить вращеніе около точки b, и тогда заѣданіе снова будетъ имѣть мѣсто, такъ какъ вершина рѣзца можетъ получить перемѣщеніе по окружности EF. Для устраненія этого можно бы было рѣзцу придать форму, представленную на фиг. 360, но въ такомъ случаѣ рѣзецъ сталъ бы сильно заѣдать при обратномъ ходѣ, что еще опаснѣе, и потому къ такимъ формамъ рѣзцовъ прибѣгать не рекомендуется. При обратномъ ходѣ заѣданіе могло бы быть устранено лишь въ томъ случаѣ, если бы при концѣ хода рѣзецъ сходилъ съ обрабатываемой поверхности и его приподымали передъ обратнымъ ходомъ; если это можно осуществить, то можно придать и указанную форму рѣзцу.



Фиг. 360а.

200. Особые виды рѣзцовъ. На фиг. 360a представленъ широкій рѣзецъ для отдѣлки чугунныхъ плоскихъ поверхностей. Къ тѣлу рѣзца

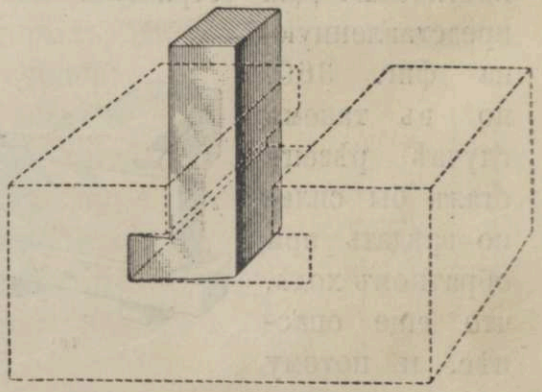
d привертывается стальная пластина *a*, которая рѣжетъ ребромъ *bc*. На фиг. (*b*) пластина привертывается однимъ шурупомъ, такъ что, когда ребро *bc* затупится, пластину *a* перевертываютъ на 90° и продолжаютъ работу другимъ ребромъ, и такъ, разъ заточивши пластину *a*, можно использовать всѣ 4 ея ребра. На фиг. (*c*) привертывается стальная пластина *a* въ видѣ кружка; такой рѣзецъ служитъ для обстрожки цилиндрическихъ канавокъ. Кружокъ тоже по мѣрѣ затупленія можно повертывать и подставлять для работы болѣе острое ребро.



Фиг 361.

Понятно, что подобные рѣзцы можно приготовлять крайне разнообразныхъ формъ, для обстрожки различныхъ фигурныхъ поверхностей.

На американскомъ заводѣ Ландиса, для ускоренія работы къ суппорту прикрѣпляется чугунная державка, въ которой закрѣплены рядомъ 12 рѣзцовъ, на разстояніи 25 мм. другъ отъ друга. Всѣ рѣзцы рѣжутъ одновременно, такъ что при перемѣщеніи суппорта на 25 мм. получается обстроганная поверхность шириной въ 300 мм. Для отдѣлки поверхность проходится широкимъ плоскимъ рѣзцомъ.



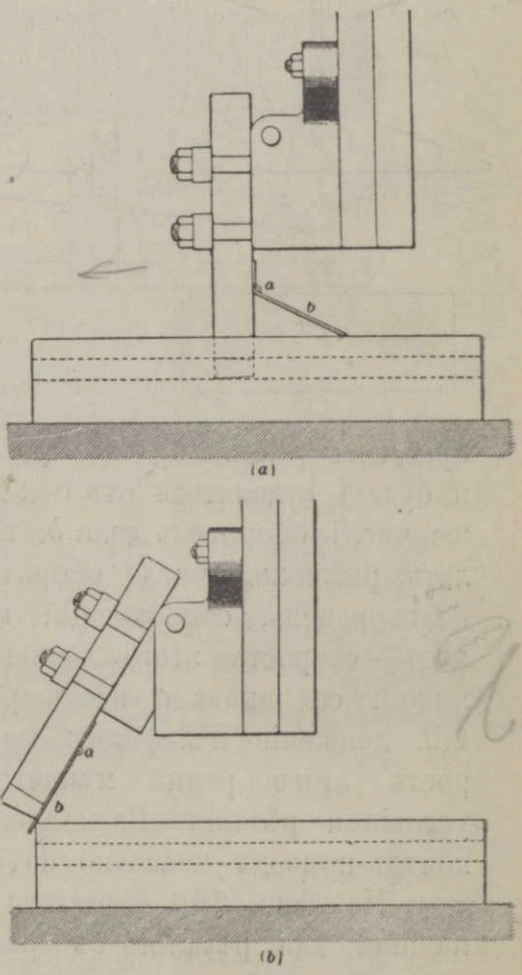
Фиг. 362.

Если приходится обстрагивать поверхности изъ подъ низу, тогда пружиненіе рѣзца будетъ какъ разъ обратнымъ. Если бы на фиг. 358 пришлось обрабатывать *wk* при томъ условіи, что эта поверхность является не верхней, а нижней стороной, тогда рѣзецъ, двигаясь по *AB*, отошелъ отъ поверхности *wk*, но, двигаясь обратно, онъ могъ бы повернуться вмѣстѣ съ откидной доской около оси *b* и тогда, двигаясь по направленію *DC*, онъ врѣзался бы въ металлъ. Если встрѣчаются такіе случаи строганія, то для предупрежденія заѣданія рѣзца приходится закрѣплять рѣзецъ такимъ образомъ, что-

бы онъ не могъ поворачиваться вмѣстѣ съ откидной доской; для этого можно загнать клинъ между верхнимъ концомъ рѣзца и поворотной доской.

Болѣе удобно въ подобныхъ случаяхъ при обстрожкѣ изъ-подъ низу пользоваться боковымъ суппортомъ, если таковой имѣется, а если такового нѣтъ, то можно устроить спеціальную державку (фиг. 361), которая отклоняетъ рѣзецъ въ надлежащемъ направленіи. Стержень A закрѣпляется въ суппортѣ, рѣзецъ закрѣпленъ въ доскѣ c, которая поворачивается около оси BB.

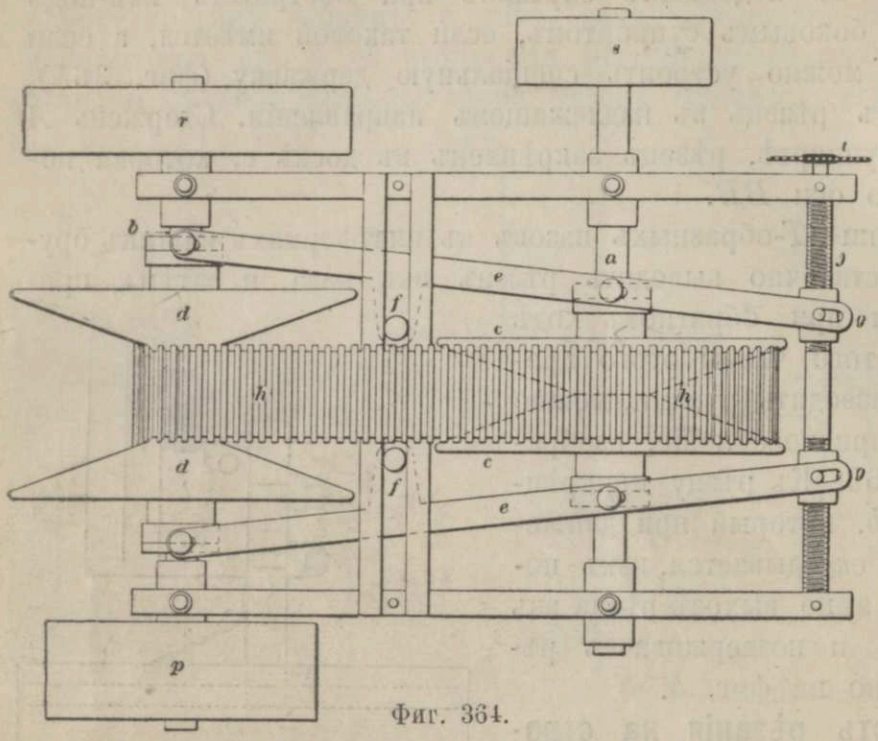
Для обстрожки T-образныхъ пазовъ въ платформахъ машинъ орудій (фиг. 362) достаточно выводить рѣзецъ изъ паза, и затѣмъ, приподнявъ, перевести при обратномъ ходѣ поверхъ паза. Для того, чтобы этого преподыманія не производить руками, можно сдѣлать простое приспособленіе, изображенное на фиг. 363. Къ рѣзцу прикрѣпляется шалнеръ ab, который при движеніи рѣзца впередъ складывается, какъ показано на фиг. a, а по выходѣ рѣзца изъ паза выпрямляется и поддерживаетъ рѣзецъ, какъ показано на фиг. b.



Фиг. 363.

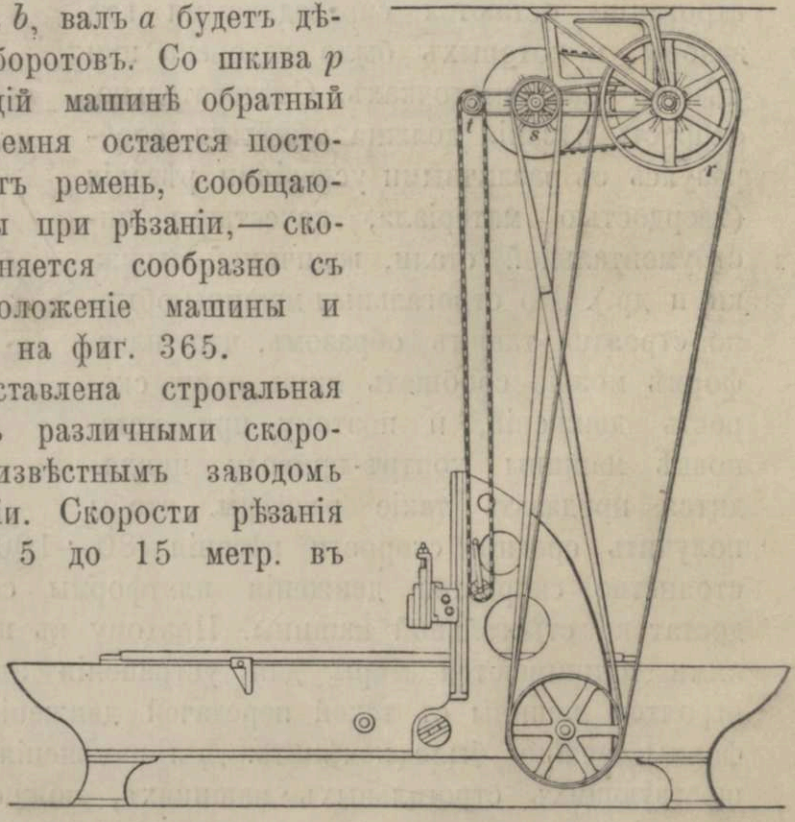
201. Скорость рѣзанія на строгальныхъ и скорость движенія машины. По отношенію къ скорости рѣзанія при строганіи остаются справедливыми всѣ законы, о которыхъ было говорено при рѣзаніи на самоточкахъ. Слѣдовательно, скорость рѣзанія должна мѣняться, сообразуясь съ различными условіями рѣзанія (твердостью матеріала, качествомъ инструментальной стали, величиной стружки и др.). Но строгальныя машины обычно строятся такимъ образомъ, что платформѣ можно сообщать лишь одну скорость движенія, и поэтому при установкѣ машины контръ-приводу приходится придавать такіе размѣры, чтобы получить среднія скорости рѣзанія (80—100 мм. въ сек.). Такое постоянство скоростей движенія платформы составляетъ, конечно, недостатокъ строгальной машины. Поэтому въ послѣднее время строителями принимаются мѣры для устраненія этого неудобства, а именно строятся машины съ такой передачей движенія, чтобы скорость платформы можно было измѣнять. Для измѣненія скорости рѣзанія на существующихъ строгальныхъ машинахъ, можно примѣнить особой конструкціи контръ-приводъ, напримѣръ изображенный на фиг. 364. Здѣсь ремень отъ главнаго привода передаетъ движеніе шкиву p. Самый контръ-приводъ состоитъ изъ двухъ валовъ a и b; на этихъ валахъ насажены

конусы *c* и *d*, которые могутъ передвигаться вдоль валовъ при помощи рычаговъ *ee*; эти рычаги, которые, въ свою очередь, приводятся въ движеніе гайками *gg*, двигающимися по винту *j*, поворачиваемому при помощи звѣздочки *t*. На конусы надѣтъ ремень *h*, къ которому, для того, чтобы онъ не сжимался конусами, прикрѣплены деревянныя планки въ поперечномъ направленіи. Поворачивая звѣздочку *t*, мы одни конусы будемъ сдвигать, а другіе въ то же время раздвигать, при чемъ ремень будетъ приближаться къ оси одного изъ валовъ *a* и *b* и будетъ отдаляться отъ оси другого вала, такъ что при одномъ и томъ же числѣ оборотовъ вала *b*, валъ *a* будетъ дѣлать различное число оборотовъ. Со шкива *p* идетъ ремень, сообщающій машинѣ обратный ходъ — скорость этого ремня остается постоянной; со шкива *c* идетъ ремень, сообщающій движеніе платформы при рѣзаніи, — скорость этого ремня мѣняется сообразно съ условіями рѣзанія. Расположеніе машины и контръ-привода показано на фиг. 365.



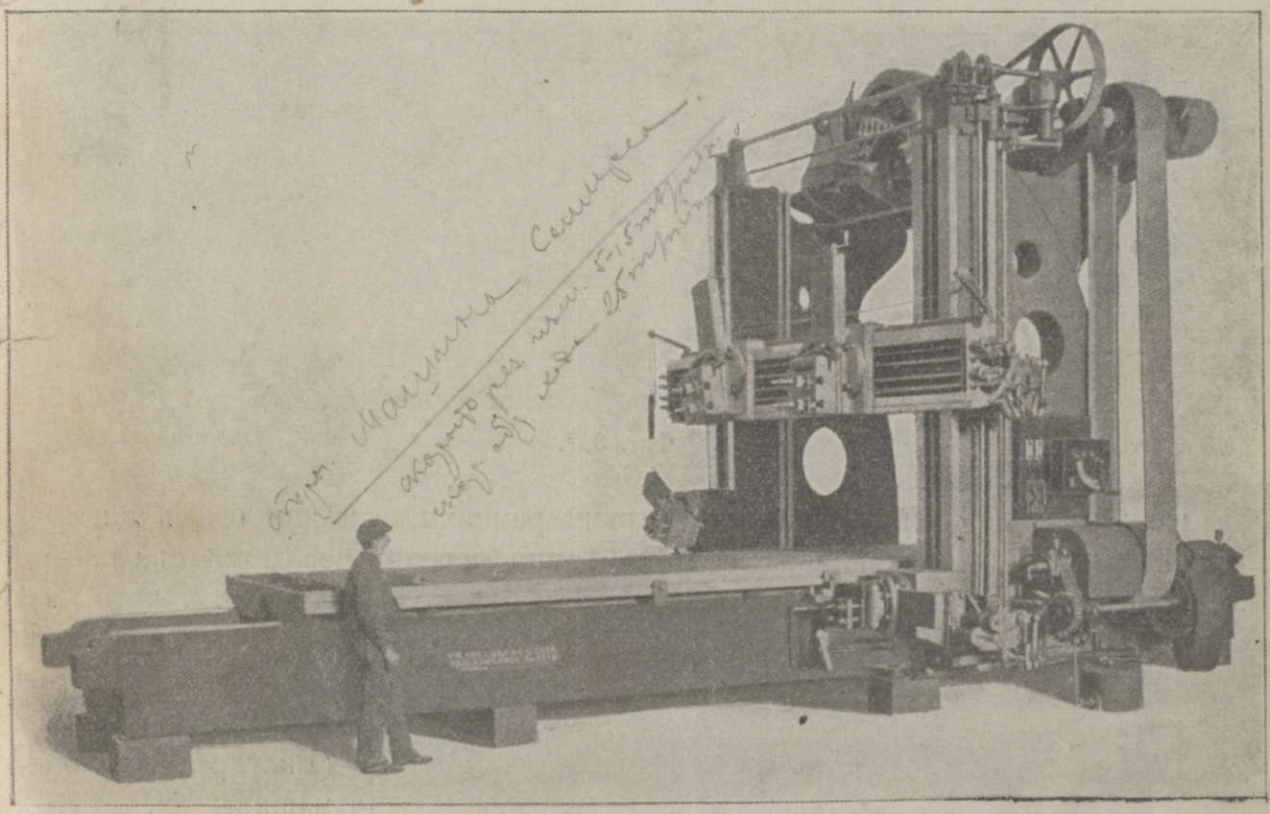
Фиг. 364.

На фиг. 366 представлена строгальная машина для рѣзанія съ различными скоростями, выработанная извѣстнымъ заводомъ Селлерса въ Филадельфіи. Скорости рѣзанія могутъ измѣняться отъ 5 до 15 метр. въ мин.; скорость обратнаго хода остается постоянной и равной 25 метр. въ мин. Какъ видно, у машины имѣется одинъ приводный ремень, измѣненіе скорости и направленія движенія производится при помощи особаго механизма, изображеннаго на фиг. 367. На этой фиг. *P* представ-



Фиг. 365.

ляетъ ось вала, на которомъ сидитъ червякъ, слѣпляющійся съ платформой машины, какъ это было объяснено на фиг. 319. Движеніе валу P сообщается при помощи винтовыхъ колесъ O и N. Колесо N сидитъ на валу K; на томъ же валу посаженъ свободно шкивъ A, получающій движеніе отъ ремня. На ступицѣ шкива A сидитъ шестерня B, которая при посредствѣ зубчатыхъ колесъ C, D, E и F передаетъ движеніе зубчатому колесу G, тоже сидящему свободно на валу K. Сцѣпленіе шкива A съ валомъ K производится при помощи фрикціонной муфты. Муфта состоитъ изъ двухъ конусовъ M и J, свинченныхъ между собой такъ, что внутренность ихъ образуетъ цилиндръ, въ которомъ помѣщается поршень H, закрѣпленный при помощи шпонки на

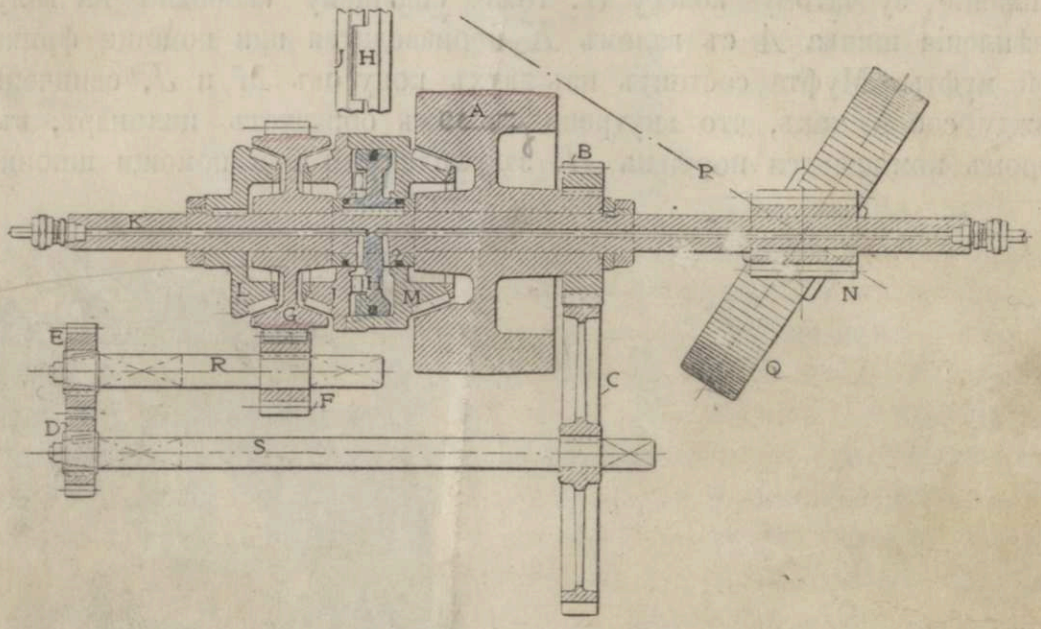


Фиг. 366.

валу K. Поршень H сцѣпляется съ конусомъ J при помощи зубцовъ. По оси вала K идетъ каналъ, по которому приводится сжатый воздухъ. Если пустить воздухъ между поршнемъ H и конусомъ M, то послѣдній прижнется къ шкиву A, и, прійдя во вращеніе, увлечетъ съ собой поршень H и валъ K, который при этомъ будетъ вращаться въ одномъ направленіи со шкивомъ A и будетъ сообщать машинѣ быстрый холостой ходъ. Если пустить воздухъ между конусомъ J и поршнемъ H, тогда конусъ J прижметъ шестерню G къ конусу L, сидящему плотно на валу, и движеніе валу будетъ сообщено черезъ систему шестерней B, C, D, F, G уже въ обратную сторону и съ меньшей скоростью. Для измѣненія скорости платформы нужно мѣнять колеса E и D, что дѣлается очень просто и быстро. Для впуска воздуха въ ту или другую

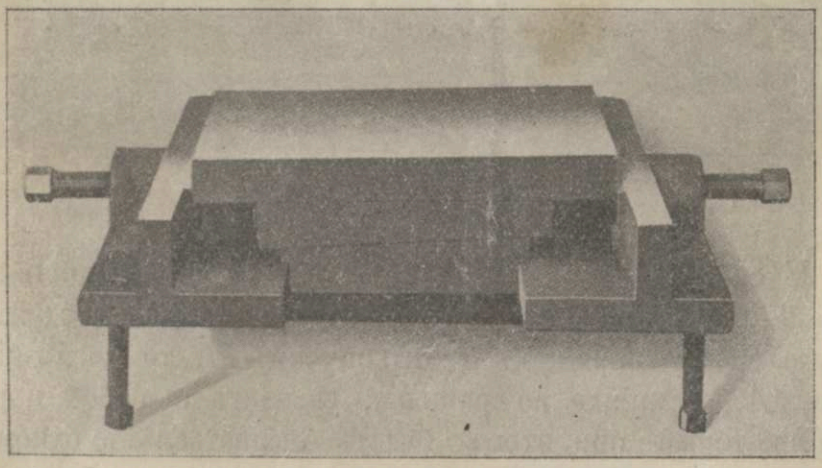
сторону упорки на платформѣ упираются въ клапаны и производятъ это распредѣленіе. Машина можетъ приводиться въ движеніе или отъ контръ-привода или отъ электро-мотора, какъ и показано на чертежѣ.

Чтобы приспособить строгальную машину къ работѣ съ рѣзцами изъ быстрорѣжущей стали, американскій заводъ Niles-Bement-Pond Com-



Фиг. 367.

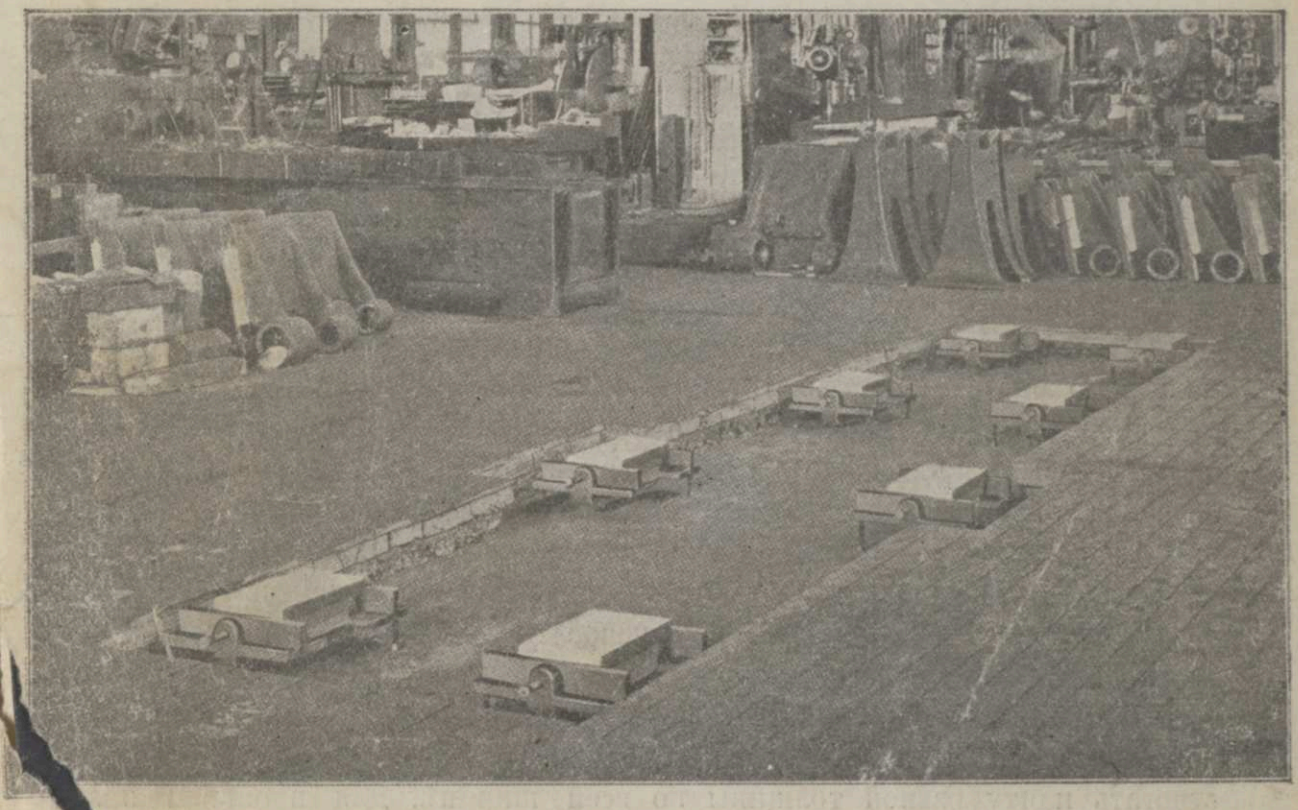
pany снабжаетъ свои машины четырьмя ремнями, замѣняя одинъ широкій ремень двумя узкими. При этомъ ремни легко переводятся съ одного шкива на другой и въ то же время передаютъ большую работу, которая требуется при работѣ съ современными рѣзцами. (Рисунокъ такой машины см. American Machinist 234 стр. 1910 г.).



Фиг. 368.

Многіе заводы строятъ строгальныя машины совершенно безъ ременнаго привода, сообщая движеніе машинѣ непосредственно отъ электромотора, направленіе движенія котораго мѣняется особымъ распредѣлительнымъ приборомъ. Скорость движенія мотора можетъ измѣняться въ предѣлахъ 1 къ 4. (Рисунокъ подобной машины, исполняемой заводомъ Niles-Bement-Pond Company, см. A. M. 1228 стр. 1910 г).

202. Точность работы на строгальныхъ машинахъ. Строгальныя машины, разъ онѣ пріобрѣтаютъ значительный размѣръ, должны устанавливаться на солидномъ фундаментѣ. При установкѣ необходимо провѣрять при помощи точной линейки и уровня, что направляющія для платформы стоятъ горизонтально и не даютъ никакихъ искривленій. Очень удобными при установкѣ подобныхъ машинъ оказываются особыя опоры, предложенныя заводомъ Norton Grinding C°, Worcester, Mass. (Фиг. 368). которыя при передвиженіи клина двумя винтами могутъ давать самыя незначительныя перемѣщенія въ вертикальномъ направленіи. Такія опоры задѣлываются въ фундаментъ (фиг. 369) и значительно облегчаютъ точную установку машины, а также и дальнѣйшую ея вы-



Фиг. 369.

вѣрку послѣ нѣкотораго времени работы. Дѣло въ томъ, что направляющія у строгальныхъ всегда срабатываются неравномѣрно, такъ что, имѣя правильную форму въ началѣ работы машины, онѣ затѣмъ могутъ оказаться искривленными и давать неточную работу на машинѣ. Тогда такія незначительныя искривленія могутъ быть исправлены перестановкой опоръ, пользуясь тѣмъ, что, благодаря своей упругости, станина строгальной можетъ быть немного искривлена такимъ образомъ, что направляющія снова станутъ правильными. При хорошей установкѣ на солидномъ фундаментѣ строгальная долгое время сохраняетъ свою точность.

203. Искривленіе платформы. Совершенно плоская платформа, находясь въ работѣ, можетъ искривиться. Это происходитъ отчасти

вслѣдствіе слишкомъ тугого заколачиванія упорныхъ штифтовъ въ отверстія платформы, а затѣмъ вслѣдствіе неосторожнаго нагруженія издѣлій на платформу, при чемъ послѣдняя получаетъ удары и верхняя поверхность платформы наклепывается. Какъ извѣстно, при наклепываніи металлъ раздается, а потому платформа, раздаваясь на своей верхней поверхности, искривляется, дѣлаясь выпуклой кверху. Въ такомъ состояніи платформа опирается на направляющія только своими концами; если платформа сходитъ съ направляющихъ, то движеніе ея перестаетъ уже быть прямолинейнымъ. На такой платформѣ выстрогать правильную плоскость не представляется возможнымъ. Для исправленія платформы ее нужно снова обстрогать; при этомъ *не слѣдуетъ такую провѣрку дѣлать сразу, снимая толстую стружку, а необходимо обстрагивать верхнюю сторону по крайней мѣрѣ два раза.* Если снимать сразу толстую стружку, то, по мѣрѣ того какъ поверхность обстрагивается, дѣйствіе наклепки уничтожается, и платформа начинаетъ постепенно выпрямляться, изгибаясь въ обратную сторону; такъ что полученная при началѣ строганія плоская поверхность можетъ оказаться вогнутой, когда рѣзецъ подойдетъ къ другому краю платформы. Если снимаются два слоя, то при первомъ проходѣ будетъ уничтожено дѣйствіе наклепки, а при второмъ проходѣ получена совершенно правильная поверхность.

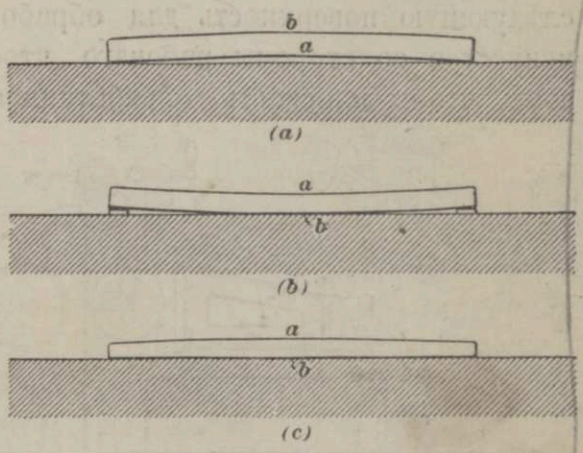
204. Правильность положенія поперечины. Поперечина должна постоянно быть параллельна платформѣ. Такъ какъ она перемѣщается при посредствѣ вертикальныхъ винтовъ, имѣющихъ одинаковый шагъ, и приводимыхъ въ движеніе отъ одинаковыхъ шестерней, то, разъ поперечина точно установлена, она должна оставаться вообще параллельной платформѣ. Но вслѣдствіе небрежнаго обращенія, напримѣръ, когда снимаютъ крупныя стружки, не прикрѣпивъ прочно поперечину къ вертикальнымъ стойкамъ, слишкомъ большое усиліе передается вертикальнымъ винтамъ, не разсчитаннымъ на это, и вслѣдствіе смятія матеріала точная установка поперечины можетъ быть нарушена. Разъ параллельность поперечины съ платформой нарушена, уже нельзя будетъ выстрогать плиту равной толщины по всей ширинѣ. Для провѣрки правильнаго положенія поперечины можетъ быть съ удобствомъ примѣненъ индикаторъ (фиг. 352), который прикрѣпляется къ суппорту, и послѣдній передвигается вдоль всей поперечины, при чемъ замѣчаютъ, мѣняетъ ли свое положеніе штифтъ индикатора, упирающійся въ платформу. Точно такую же провѣрку можно произвести въ нѣсколькихъ мѣстахъ платформы и этимъ выяснить точность и самой платформы.

205. Искривленіе издѣлій. Наиболѣе часто причиной неточной работы оказывается искривленіе издѣлій, вызванное какъ слишкомъ сильнымъ и неправильнымъ нажатіемъ зажимовъ, при помощи которыхъ издѣліе прикрѣпляется къ платформѣ, такъ и тѣмъ обстоятельствомъ, что при сниманіи корки съ отливокъ, уничтожаются внутреннія напряженія, полученныя при отливкѣ, вслѣдствіе чего издѣліе искривится. *Оба эти обстоятельства очень важныя, и ихъ нужно постоянно имѣть въ виду, если желаютъ получить точную работу.* Въ нѣкоторыхъ слу-

чаяхъ очень значительныя деформаціи могутъ быть вызваны даже самыми незначительными нажатіями.

Издѣлія могутъ получиться также неточными вслѣдствіе прогиба отъ дѣйствія собственнаго вѣса. Если издѣлія будутъ впослѣдствіи находиться въ томъ же положеніи, въ какомъ они находились при обработкѣ, то прогибъ отъ собственнаго вѣса не важенъ, такъ какъ онъ останется все время и не измѣнитъ вида поверхности; если же издѣліе будетъ впослѣдствіи перевернуто, то дѣйствіе вѣса измѣнится и обстроганная точно поверхность можетъ оказаться при иномъ положеніи неправильной. Въ такихъ случаяхъ необходимо при обработкѣ подпирать издѣліе домкратами или другими подкладками, чтобы парализовать дѣйствіе вѣса.

206. Искривленія вслѣдствіе внутреннихъ напряженій. Какъ при отливкѣ, такъ и при ковкѣ всегда на поверхности получается слой, который находится въ напряженномъ состояніи. Напряженія эти вызываются какъ неравномѣрнымъ охлажденіемъ тѣла, такъ и ударами при обработкѣ или давленіемъ при довольно низкихъ температурахъ. Если такой напряженный слой въ какомъ-нибудь мѣстѣ снять, то вслѣдствіе нарушенія равновѣсія внутреннихъ силъ издѣліе искривляется. Особенно это бываетъ замѣтно въ издѣліяхъ не очень массивныхъ съ большой внѣшней поверхностью. Положимъ, напримѣръ, что намъ нужно обстрогать плиту, отлитую настолько правильно, что она плотно ложится на платформу строгальной машины. Когда мы снимемъ верхній слой и уничтожимъ въ этомъ мѣстѣ напряженія, равновѣсіе внутреннихъ напряженій съ противоположной стороны будетъ нарушено; нижній слой сожмется и плита искривится, какъ показано на фиг. 370*a*. Если затѣмъ мы такую плиту перевернемъ и, положивши на платформу, подопремъ съ двухъ концовъ такъ, чтобы плита не искривлялась подъ нажатіемъ рѣзца, затѣмъ, плотно прикрѣпивши къ платформѣ, обстрогаемъ поверхность *a*, то, вслѣдствіе снятія второго напряженнаго слоя, равновѣсіе внутреннихъ силъ нарушится опять и плита согнется въ противоположномъ направленіи, такъ что въ результатѣ мы получимъ плоскую поверхность *b*, а поверхность *a* окажется выпуклой. Изъ сказаннаго видно, что точность обработки въ большой мѣрѣ зависитъ отъ порядка, въ которомъ обрабатываются различныя поверхности. Если издѣлія очень массивныя и на нихъ обрабатываются сравнительно небольшія поверхности, вліяніе внутреннихъ напряженій почти незамѣтно. Если же размѣръ обрабатываемыхъ поверхностей по сравненію съ массой издѣлія пріобрѣтаетъ значительную величину, тогда внутреннія напряженія сильно

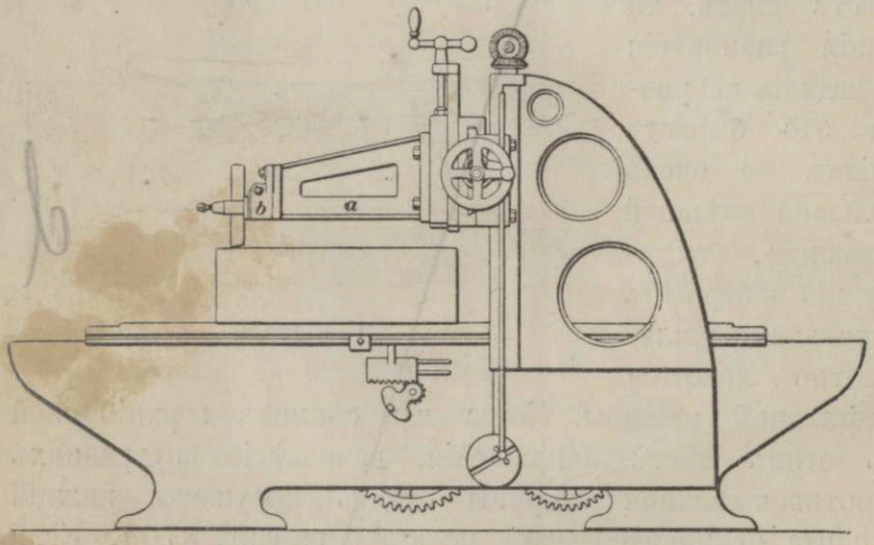


Фиг. 370.

вліяютъ на результатъ работы и въ такихъ случаяхъ, *если желаютъ* получить точную работу, *необходимо всѣ поверхности обработать сначала начерно*, чтобы снять напряженные слои металла, *а затѣмъ приступать къ отдѣлочной обработкѣ; безъ такого пріема получить точную работу почти невозможно.*

Особые случаи обработки на строгальныхъ машинахъ.

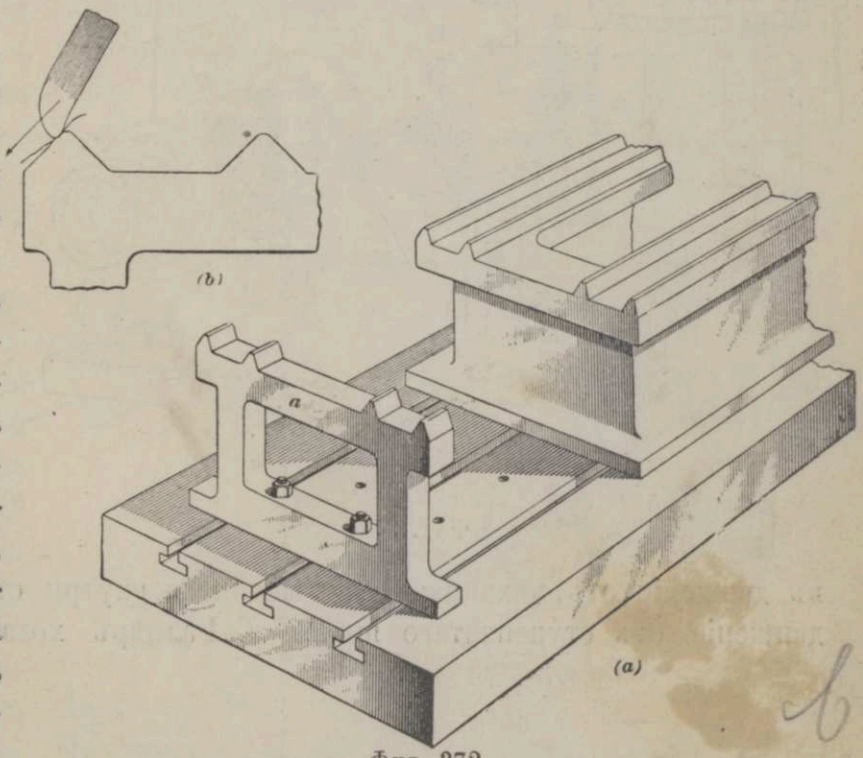
207. Обстрагиваніе предметовъ слишкомъ длинныхъ для данной машины. Иногда приходится обстрагивать издѣліе, которое длиннѣе платформы машины. Въ такихъ случаяхъ строганіе производятъ по частямъ. Издѣліе кладутъ на платформу такимъ образомъ, что часть его свѣшивается; эту часть подпираютъ на полозьяхъ или на роликахъ и, закрѣпивъ издѣліе, обстрагиваютъ ту часть его, которая находится въ предѣлахъ дѣйствія рѣзца; затѣмъ издѣліе переставляютъ, подводя къ рѣзцу слѣдующую поверхность для обработки. При этомъ требуется большое искусство со стороны рабочаго, чтобы установить издѣліе такимъ образомъ, чтобы плоскость, обработанная ранѣе, и плоскость, обрабатываемая вслѣдъ за ней, совпадали между собой и составляли продолженіе другъ друга. Въ этомъ случаѣ большое облегченіе въ установкѣ можетъ оказать индикаторъ, который прикрѣпляется къ суппорту на длинной полосѣ, такъ чтобы онъ доставалъ до обработанной уже ранѣе поверхности и, руководствуясь его показаніями, устанавливаютъ издѣліе, передвигая осторожно платформу и наблюдая за тѣмъ, чтобы обработанная ранѣе поверхность совпадала съ указателемъ индикатора.



Фиг. 371.

208. Обстрагиваніе предметовъ, которые не проходятъ между вертикальными стойками. Въ такихъ случаяхъ къ суппорту привертываютъ добавочную часть *a* (фиг. 371), на которой уже устанавливается откидная доска *b*. Понятно, что такой надставокъ долженъ быть достаточно длиненъ, чтобы рѣзецъ могъ пройти надъ всѣмъ издѣліемъ. Вслѣдствіе большого вылета рѣзца и появляющихся при этомъ прогибовъ, съ такимъ приспособленіемъ можно снимать лишь небольшія стружки, иначе рѣзецъ будетъ заѣдать и работа будетъ получаться неточная.

209. Спеціальные шаблоны для установки рѣзца. Когда приходится обстрагивать много однообразныхъ предметовъ, требующихъ точной установки рѣзца, то въ такихъ случаяхъ съ большой выгодой примѣняются особые шаблоны. Для примѣра разсмотримъ обработку на строгальной станины токарнаго станка (фиг. 372). Обработка направляющихъ требуетъ особой точности, и потому установка рѣзца обыкновеннымъ способомъ потребовала бы много времени и большого искусства. Для облегченія этой работы приготовляется изъ стали шаблонъ (фиг. 372*b*), представляющій точную копію контура направляющихъ. Такой шаблонъ устанавливается на платформѣ около издѣлія, подлежащаго обработкѣ (фиг. 372*a*) и когда издѣліе обстрогано начерно, тогда рѣзецъ подводится къ шаблону и устанавливается такимъ образомъ, чтобы онъ едва касался до шаблона (правильное положеніе рѣзца можно опредѣлить, прокладывая между нимъ и шаблономъ тонкую папиросную бумагу). Надлежащій уклонъ суппортной доски устанавливаютъ или передвигая рѣзецъ вдоль наклонной поверхности шаблона и пробуя тонкой бумагой, или закрѣпляя въ суппортъ вмѣсто рѣзца индикаторъ, которымъ эту операцію установки суппорта можно производить болѣе удобно. Когда рѣзецъ установленъ по шаблону, передвигаютъ платформу такимъ образомъ, чтобы издѣліе стало подъ рѣзцомъ, и начинаютъ строжку. Работа получается вполнѣ точная и однообразная.



Фиг. 372.

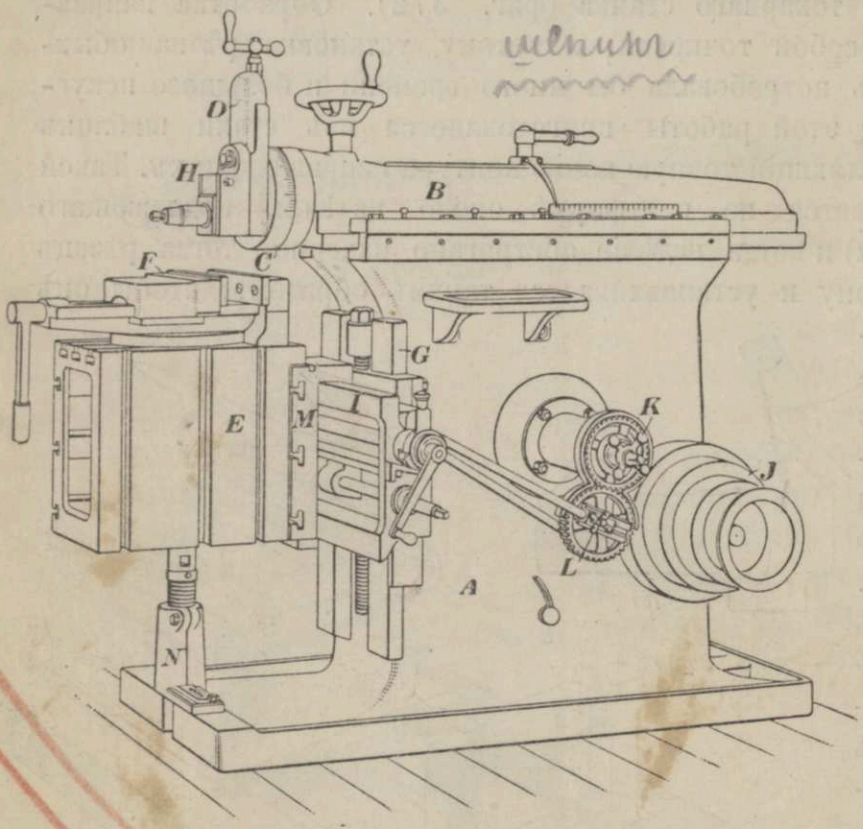
Приведенное выше даетъ понятіе о томъ, какимъ образомъ издѣлія устанавливаются на платформѣ для обработки, какія мѣры должны быть приняты, чтобы получить точную работу и какъ установить рѣзецъ. Конечно, въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ рабочій долженъ сообразоваться съ обстоятельствами; въ нѣкоторыхъ случаяхъ требуется большая сообразительность для того, чтобы издѣліе было установлено надлежащимъ образомъ и получились желательные результаты.

Типы строгальныхъ станковъ.

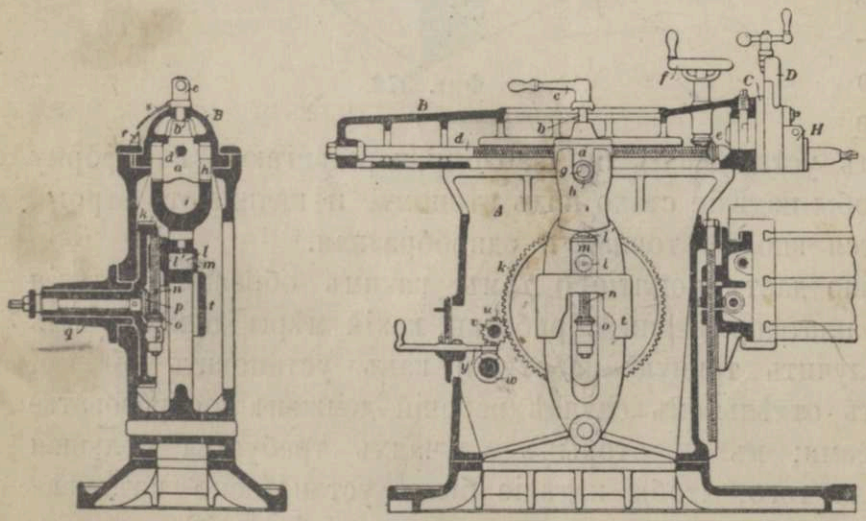
210. Шепингъ. Подъ такимъ названіемъ извѣстенъ особый типъ строгальной машины. Главное различіе отъ нормальнаго типа строгальной

заключается въ томъ, что у шепинга, во время рѣзанія движется рѣзецъ, а издѣліе остается неподвижнымъ; для питанія передвигается издѣліе, при обратномъ ходѣ рѣзца.

На фиг. 373 представлена типичная конструкція шепинга. Онъ состоитъ изъ станины *A*, на верхней части которой въ направляющихъ движется ползунъ *B*. Къ передней части ползуна прикрѣпленъ суппортъ *D* съ откидной доской *H*, такого же устройства, какъ и на описанномъ ранѣе строгальномъ станкѣ. Суппортъ *D* можетъ поворачиваться подъ различными углами и обстрагивать поверхности подъ различными углами къ горизонту. Ползунъ *B* приводится въ движеніе отъ механизма, помѣщеннаго внутри станины, получающаго движеніе отъ ступенчатаго шкива *J*. Размѣръ хода ползуна *B* можетъ устанавливаться по желанію, даже во время движенія. Съ передней стороны станины прикрѣпленъ на салазкахъ столъ *E*, къ которому прикрѣпляется издѣліе. Самъ столъ привинченъ къ ползуну *M*, который перемѣщается на салазкахъ *I* въ горизонтальномъ направленіи; это перемѣщеніе производится при помощи ходового винта или отъ руки или отъ привода посредствомъ передачи отъ шестерни *K*. Величина питанія можетъ устанавливаться соотвѣтствующимъ зажатіемъ рычага *L* въ радіальной кулисѣ шестерни. Салазки *I* могутъ передвигаться



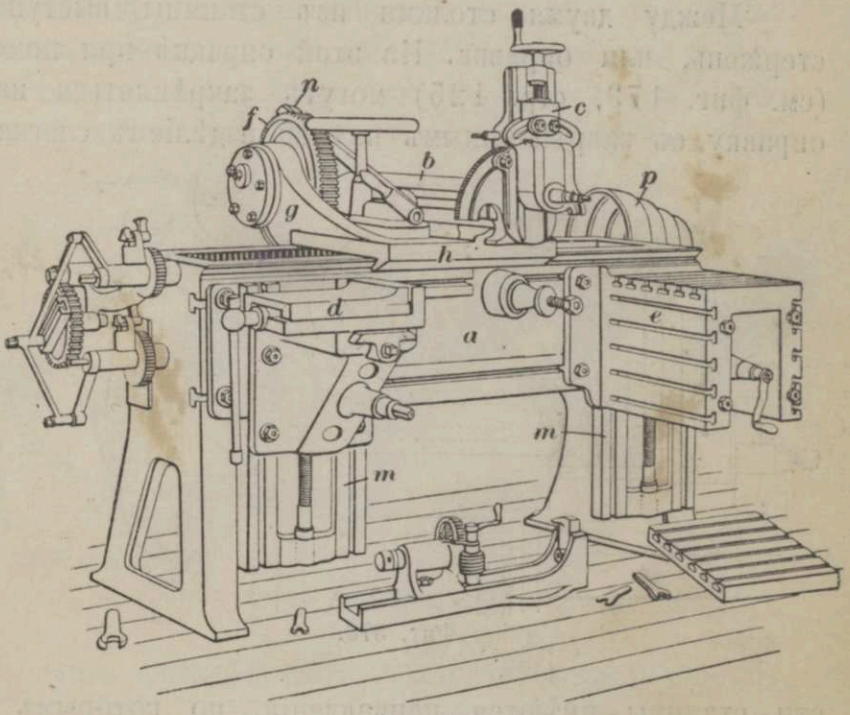
Фиг. 373.



Фиг. 374.

по другимъ салазкамъ G въ вертикальномъ направленіи. Чтобы сообщить большую жесткость столу E, онъ подпирается домкратомъ N. На столѣ обыкновенно привертываются тиски F для зажатія издѣлія.

Механизмъ, сообщающій движеніе ползуну B, представленъ на фиг. 374. Отъ ступенчатаго шкива при помощи шестерни движеніе сообщается зубчатому колесу k. Въ радіальномъ направленіи этого колеса имѣется пазъ, въ которомъ передвигается ползунъ l' при помощи винта n и коническихъ шестерней o и p и валика q, такъ что, поворачивая этотъ валикъ, можно ползунъ l' удалять или приближать къ центру зубчатаго колеса и закрѣплять въ любомъ положеніи при помощи зажима K (фиг. 374). Въ ползунѣ l' имѣется шипъ l, на который надѣта ползушка m, скользящая въ прорѣзѣ качающагося рычага o. Такимъ образомъ при вращеніи колеса k ползушка m будетъ перемѣщаться внутри прорѣза рычага o и будетъ сообщать ему качательное движеніе. Приближая или удаляя отъ центра колеса k ползунъ l, а вмѣстѣ съ нимъ и ползушку m, будемъ измѣнять величину размаховъ рычага o. Верхняя часть рычага o соединена съ ползуномъ B слѣдующимъ образомъ. Внутри ползуна перемѣщается по винту d гайка a, у которой имѣются шипы g, на эти шипы и опирается качающійся рычагъ o; чтобы уменьшить треніе, на шипъ g надѣтъ стальной роликъ h. Поворачивая маховичекъ f при помощи шестерней e, поворачиваютъ винтъ и этимъ перемѣщаютъ гайку a вдоль ползуна B, вслѣдствіе чего перемѣщается средняя линія хода рѣзца, удаляясь или приближаясь къ станинѣ. Въ любомъ положеніи гайка a можетъ быть закрѣплена винтомъ b и рукояткой c. Такимъ образомъ, поворачивая валикъ q, мы можемъ измѣнять величину хода рѣзца, а поворачивая маховичекъ f мы можемъ перемѣщать среднюю линію хода рѣзца, передвигая ее такъ, какъ этого требуютъ условія рѣзанія. Рычажекъ y и муфта w представляютъ части перебора служащаго для измѣненія числа оборотовъ колеса k. Размѣръ хода рѣзца указывается индексомъ s и шкалой r, прикрѣпленной къ станинѣ.

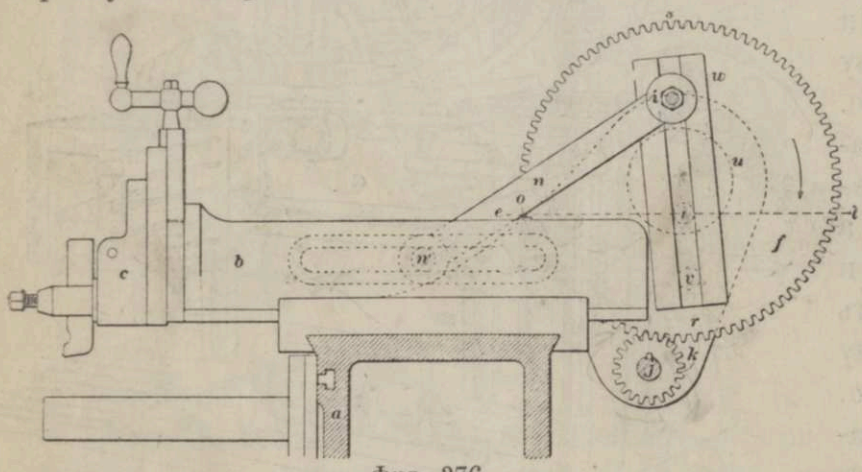


Фиг. 375.

На фиг. 375 представленъ другой типъ шепинга. Здѣсь издѣліе, прикрѣпленное къ столу, остается при питаніи неподвижнымъ, а послѣ

каждаго хода рѣзца передвигаются салазки h, въ которыхъ движется ползунъ съ прикрѣпленнымъ къ нему рѣзцомъ. Сама машина состоитъ изъ станины a, къ которой въ различныхъ мѣстахъ привертываются одинъ или нѣсколько столовъ e. Столы при помощи рукоятки и вертикальныхъ винтовъ могутъ переставляться въ вертикальномъ направленіи на салазкахъ m. Иногда на столѣ прикрѣпляются особой конструкціи тиски d. Издѣлія небольшого размѣра удобнѣе зажимать въ тискахъ; болѣе крупные предметы можно привертывать непосредственно къ столу. Очень длинные предметы устанавливаются одновременно на двухъ столахъ. Или же на одномъ столѣ можетъ производиться установка издѣлія въ то время, когда установленное на другомъ столѣ издѣліе обрабатывается, такимъ образомъ работа идетъ болѣе производительно.

Между двумя столами изъ станины выступаетъ цилиндрическій стержень, или оправка. На этой оправкѣ при помощи двухъ конусовъ (см. фиг. 173, стр. 125) могутъ закрѣпляться издѣлія. Если такую оправку съ закрѣпленнымъ на ней издѣліемъ слегка поворачивать послѣ каждаго хода рѣзца, то рѣзецъ обстрагаетъ на издѣліи цилиндрическую поверхность. Какимъ образомъ оправкѣ сообщается вращательное движеніе будетъ объяснено при описаніи долбежныхъ машинъ.



Фиг. 376.

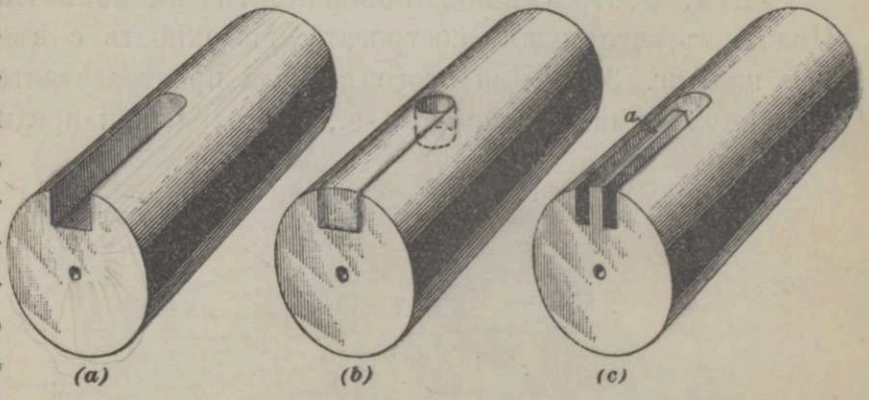
На верхней части станины имѣются направленія, по которымъ передвигаются при помощи ходового винта салазки h; въ этихъ салазкахъ въ поперечномъ направленіи движется ползунъ b, на концѣ котораго помѣщается суппортъ c, съ откидной доской, такого же устройства, какъ и на строгальныхъ машинахъ. Салазки съ ползуномъ въ большомъ масштабѣ изображены на фиг. 376. Движеніе сообщается отъ ремня или отъ электромотора къ шкиву p, насаженному на валъ, идущій вдоль всей станины, на этомъ валу на передвижной шпонкѣ надѣта шестерня k (фиг. 376), зацѣпляющаяся съ зубчатымъ колесомъ f; на этомъ колесѣ имѣется шипъ v, который входитъ въ прорѣзъ полосы w, вращающейся около центра t. Съ другой стороны полосы w, въ прорѣзѣ закрѣпляется шипъ i, къ которому прикрѣпляется шатунъ n. Закрѣпляя шипъ i дальше или ближе отъ центра, измѣняютъ величину размаха ползуна b, или ходъ рѣзца; переставляя закрѣпленіе n', перемѣщаютъ середину хода рѣзца ближе или дальше отъ станины. Благодаря тому, что оси вращенія полосы w и колеса f не совпадаютъ, ползунъ движется при рѣзаніи болѣе медленно, чѣмъ при обратномъ ходѣ; дѣй-

ствительно, равномѣрно двигающаяся шестерня k при рѣзаніи должна пройти часть окружности osl, а при обратномъ ходѣ должна пройти меньшую часть окружности orl.

На шепингѣ такого типа можно обстрагивать очень тяжелыя издѣлія, такъ какъ они устанавливаются неподвижно на столѣ или даже могутъ быть установлены прямо на полу около машины.

На шепингѣ, описанномъ ранѣе, тяжелаго издѣлія обрабатывать нельзя, такъ какъ оно должно передвигаться послѣ каждаго хода рѣзца. При такомъ условіи столъ не можетъ имѣть достаточно солиднаго скрѣпленія со станиной, вслѣдствіе чего тяжелое издѣліе отгибаетъ его и вноситъ неточность въ обработку.

Какъ видно изъ описанныхъ конструкцій шепинга передній и обратный ходъ рѣзца совершается при одномъ оборотѣ большого зубчатаго колеса; отсюда ясно, что при одномъ и томъ же числѣ оборотовъ колеса скорость рѣзанія будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше ходъ рѣзца. Такъ какъ скорости рѣзанія при работѣ на шепингѣ обусловливаются тѣми же законами, какъ и при рѣзаніи на самоточкахъ, то необходимо при измѣненіи хода рѣзца имѣть возможность соотвѣтственно устанавливать и соотвѣтствующія скорости: это достигается тѣмъ, что на приводный валъ сажается ступенчатый шкивъ, который и позволяетъ устанавливать подходящее число оборотовъ машины.



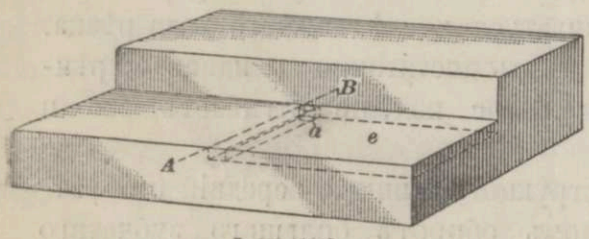
Фиг. 377.

Рѣзцы для шепинговъ примѣняются тѣ же, какъ и для строгальныхъ.

Для закрѣпленія издѣлій въ большинствѣ случаевъ пользуются тисками; если же издѣліе прикрѣпляется прямо къ столу, то при этомъ примѣняются тѣ же приспособленія, какъ и при закрѣпленіи издѣлія на столѣ обыкновенной строгальной машины.

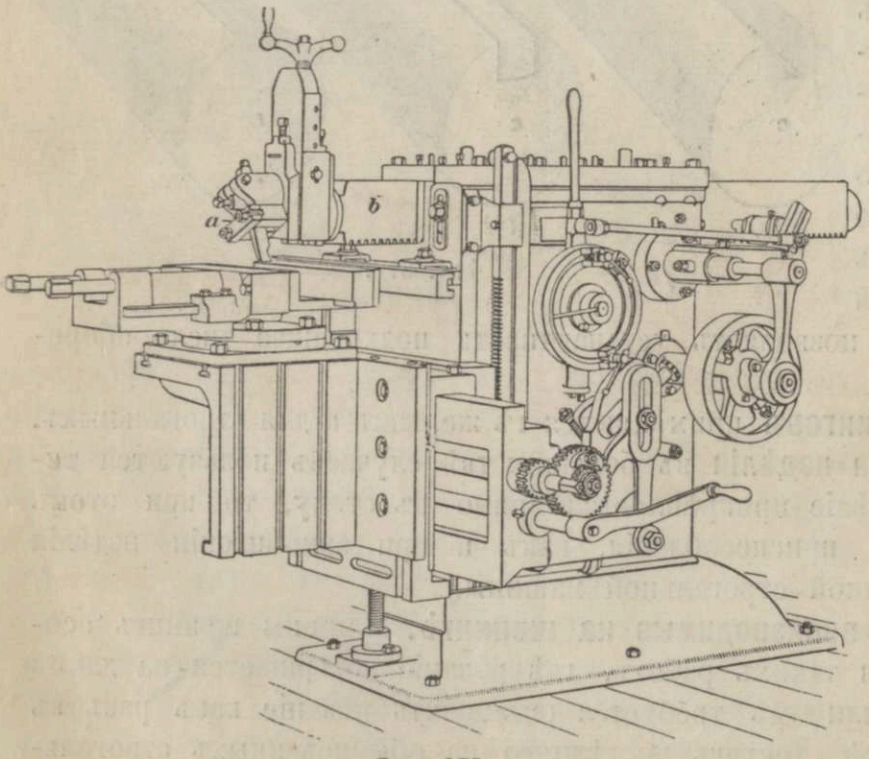
211. Работы, производимыя на шепингѣ. Машины шепингъ особенно пригодны для такихъ работъ, гдѣ рѣзаніе совершается на длинѣ небольшого хода или гдѣ требуется остановить рѣзаніе какъ разъ въ опредѣленномъ мѣстѣ. Достичь послѣдняго на обыкновенныхъ строгальныхъ машинахъ трудно, вслѣдствіе того, что на этихъ машинахъ перемѣна хода рѣзца производится обыкновенно при помощи перевода ремня съ одного шкива на другой, а при этомъ всегда возможно скольженіе ремня, которое вноситъ извѣстную неточность. Въ тѣхъ случаяхъ, когда рѣзаніе должно останавливаться внутри самаго металла, какъ, напримѣръ, при простраживаніи канавокъ для шпонокъ и друг., поступаютъ слѣдующимъ образомъ.

212. Пространиваніе канавки для шпонки. Положимъ, что требуется прострогать канавку, какъ представлено на фиг. 377*a*. Для этого на валу аккуратно расчерчиваютъ размѣры канавки (377*b*) и въ концѣ просверливаютъ отверстіе; затѣмъ валъ зажимаютъ въ тиски или прикрѣпляютъ къ столу такимъ образомъ, чтобы начерченныя на торцѣ линіи стояли вертикально и пространиваютъ 2 канавки, какъ показано на фиг. 377*c*, послѣ чего можетъ быть простругана и средняя часть *a*. Если канавка не очень широка, то она можетъ быть простругана сразу. Если бы мы начали строгать безъ просверленнаго сначала отверстія, то рѣзецъ при концѣ каждаго хода упирался бы въ металлъ и по мѣрѣ углубленія долженъ былъ бы или сломаться или сдвинуть съ мѣста издѣліе.



Фиг. 378.

213. Состраниваніе поверхности на извѣстномъ пространствѣ. Положимъ, что нужно состругать поверхность *e* въ детали, изображенной на фиг. 378. Для этого сначала пространивается канавка *AB*, по указанному выше способу, т.-е., просверливши предварительно отверстіе *a*, а затѣмъ уже можетъ быть состругана и площадка *e*. Если издѣліе приготовляется отливкой, то значительное сокращеніе работы можетъ быть произведено, получая канавку *AB* при отливкѣ, оставляя такимъ образомъ такъ называемыя *рабочія поверхности*.



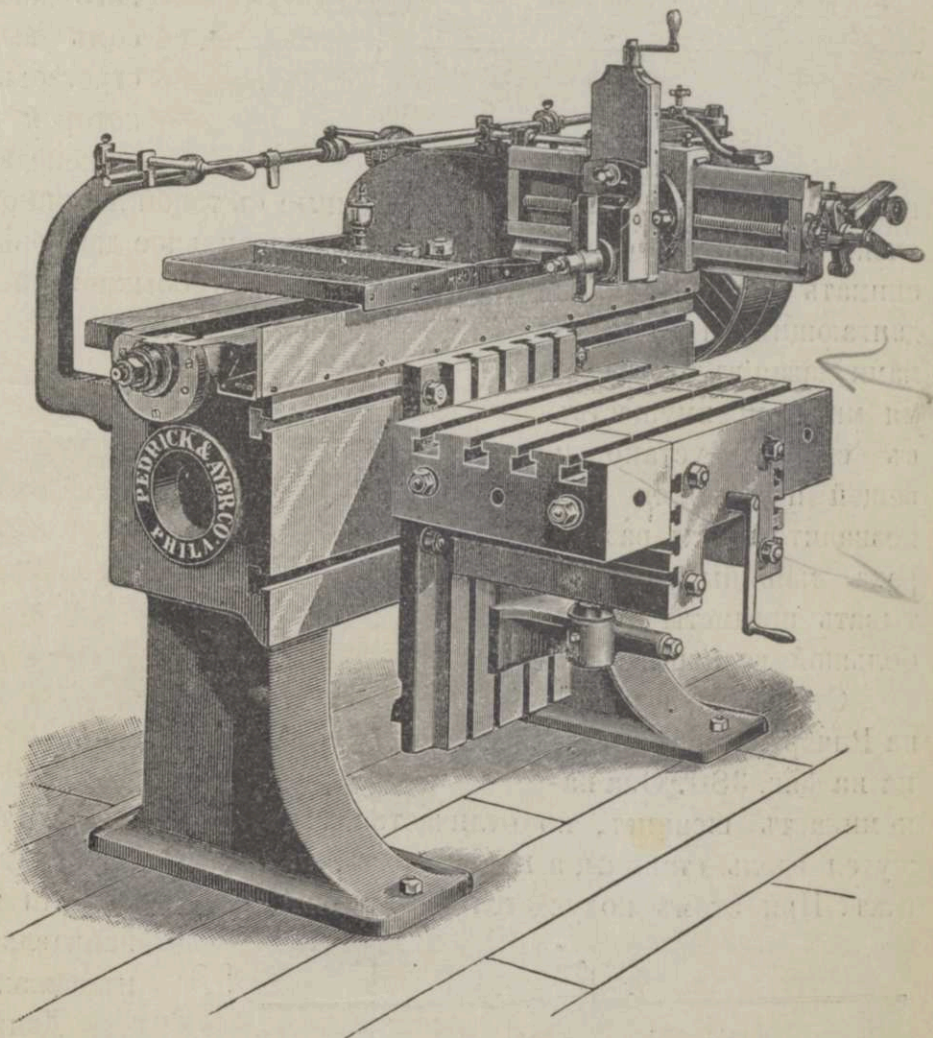
Фиг. 379.

Шепингъ можетъ имѣть приспособленіе для обработки цилиндрическихъ поверхностей, принципъ устройства котораго будетъ описанъ въ долбежныхъ машинахъ (см. стр. 243).

214. Пружиненіе. При работѣ на шепингѣ нужно имѣть въ виду, что здѣсь склонность пружинить какъ самого издѣлія, такъ и рѣзца гораздо значительнѣе, чѣмъ на обыкновенной строгальной машинѣ. Издѣліе, поставленное на столъ, прикрѣпленный на вѣсу къ станинѣ,

стремится отогнуть столъ; особенно это замѣтно въ тѣхъ случаяхъ, когда столъ долженъ передвигаться по станинѣ. Точно также и рѣзецъ, закрѣпленный въ ползунъ, который выдвигается изъ станины на различное разстояніе, вслѣдствіе имѣющихся зазоровъ въ ползунѣ, отклоняется тѣмъ больше, чѣмъ больше выдвинутъ ползунъ. Вслѣдствіе этого крайне трудно получить точную работу на шепингѣ при обработкѣ большихъ поверхностей и вслѣдствіе этой же причины обыкновенно не строятъ шепинговъ съ ходомъ больше 750 м/м.

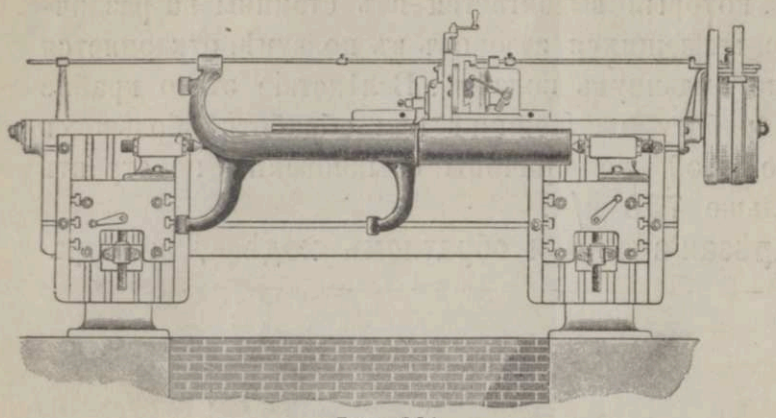
215. Шепингъ съ рѣзаніемъ при обратномъ ходѣ. Для устраненія указанныхъ недостатковъ шепингу придаютъ конструкцію, изображенную на фиг. 379. Главное отличіе этого шепинга отъ ранѣе описанныхъ заключается въ томъ, что рѣзаніе производится въ то время, когда рѣзецъ движется по направленію къ станинѣ. Сообразно съ этимъ и откидная доска *a* у суппорта должна быть устроена нѣсколько иначе. При такомъ способѣ рѣзанія усиліе, вызываемое рѣзцомъ, дѣйствуетъ въ сторону, противоположную дѣйствію вѣса стола и самого издѣлія и такимъ образомъ нѣсколько умѣряетъ вредное вліяніе вѣса.



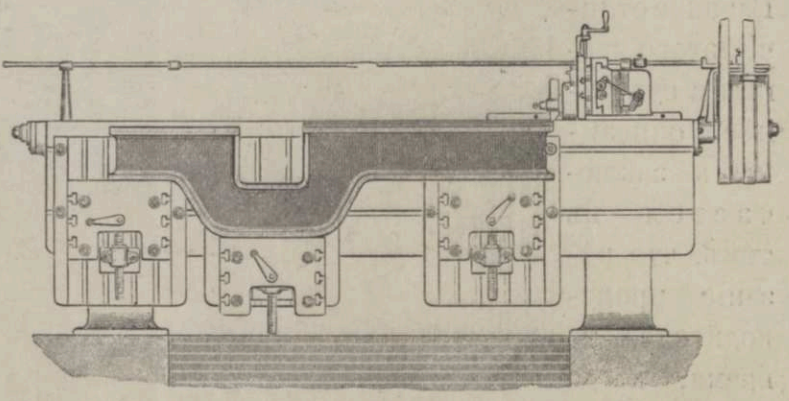
Фиг. 380.

216. Шепингъ — строгальная Ричардса. Строгальная машина съ двигающейся платформой представляется вообще крайне нераціональной машиной, такъ какъ здѣсь приходится двигать громадныя массы платформы и лежащей на ней вещи, для того, чтобы снимать иногда стружки незначительной величины. Раціональнѣе заставлять двигаться рѣзецъ, тогда, независимо отъ вѣса обрабатываемаго предмета, работа, потребляемая на снятіе металла даннаго вѣса, будетъ одна

и та же; при двигающейся же платформѣ главная работа затрачивается именно на перемѣщеніе обрабатываемыхъ предметовъ. Если строгальныя машины съ двигающимися платформами являются въ громадномъ большинствѣ, то только потому, что при подобной конструкціи болѣе легко достичь правильнаго движенія. Ричардсомъ выработанъ типъ строгальной машины, въ которой издѣліе остается неподвижнымъ, а двигается рѣзецъ, и результаты, полученные съ такой машиной оказываются очень хорошими: она даетъ не менѣе правильное движеніе и позволяетъ снимать столь же крупныя стружки, какъ и обыкновенныя машины съ двигающимися платформами, давая въ то же время много преимуществъ въ смыслѣ установки вещей и дозволяя при незначительныхъ размѣрахъ машины обрабатывать предметы очень большой величины.

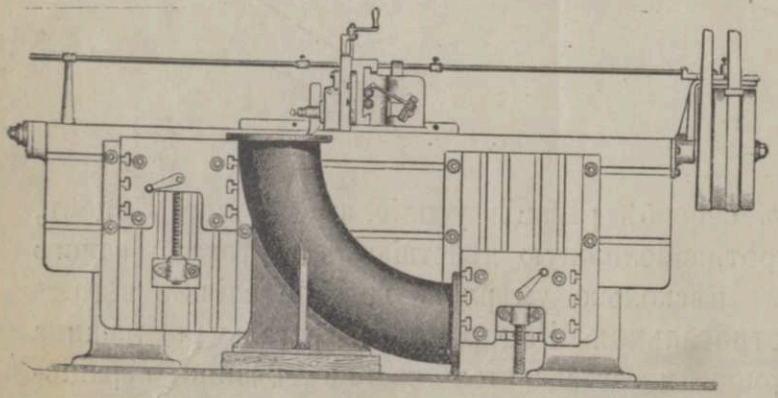


Фиг. 381.



Фиг. 382.

Строгальная машина Ричардса представлена на фиг. 380. Она напоминаетъ шепингъ, но отличается тѣмъ, что салазки съ рѣзцомъ движутся вдоль станины, а не поперекъ, какъ это имѣетъ мѣсто въ шепингахъ. При этомъ получается достаточная жесткость, если только придать направляющимъ частямъ надлежащіе размѣры.

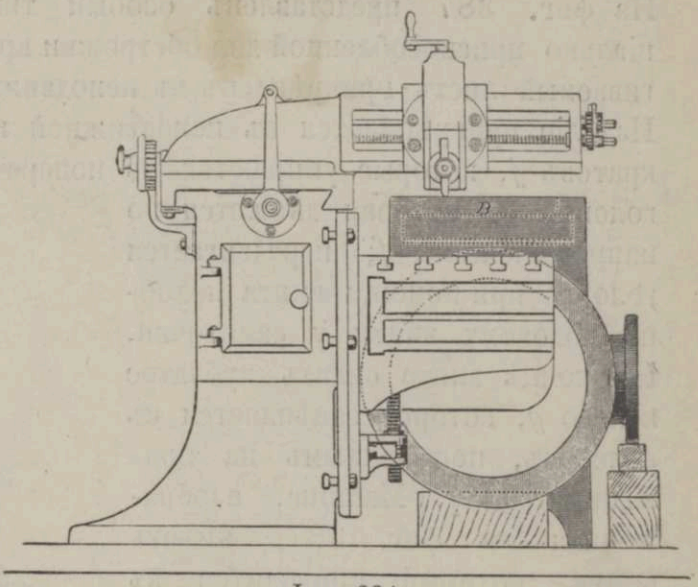


Фиг. 383.

Движеніе салазкамъ сообщается винтомъ, проходящимъ вдоль станины и приводимымъ въ движеніе шкивами, съ открытымъ и перекрестнымъ ремнемъ, какъ и въ обыкновенныхъ строгальныхъ машинахъ. Вдоль всей машины идетъ стержень, передвигая который переводятъ ремни съ холостого шкива на коренной. На стержнѣ устанавливаются остановы, упираясь въ которые, салазки при своемъ движеніи автоматично переводятъ ремни.

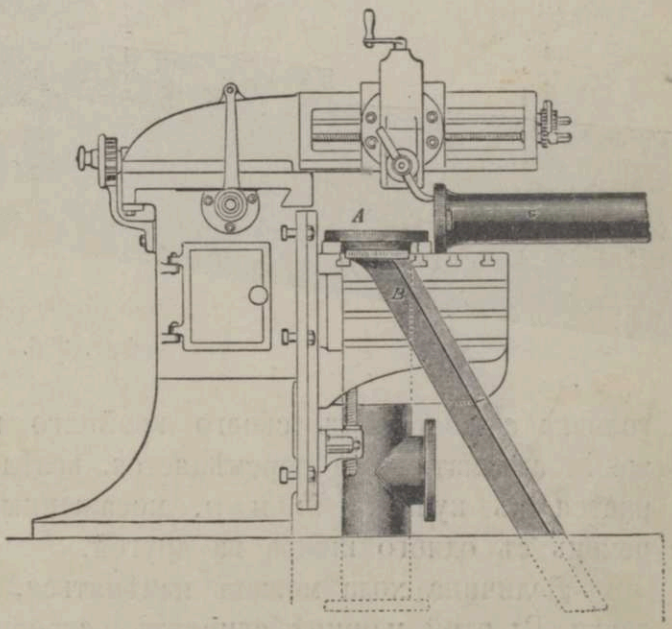
Винтъ является наилучшимъ средствомъ для приведенія въ движеніе платформы строгальной машины, съ точки зрѣнія работы строганія, и если нѣкоторые не пользуются имъ, то только желая повысить коэффиціентъ полезнаго дѣйствія машины (к. п. д. винта не высокъ).

Въ машинахъ съ двигающейся платформой примѣненіе винта неудобно въ томъ отношеніи, что на него нельзя посадить ременные шкивы, такъ какъ столъ перекрываетъ винтъ и его приходилось бы дѣлать слишкомъ длиннымъ, что очень неудобно; поэтому въ такихъ случаяхъ прибѣгаютъ къ передачѣ при помощи шестерней, а это неудобно, такъ какъ при перемѣнѣ хода происходитъ стукъ и удары.



Фиг. 384.

Въ машинахъ Ричардса шкивы можно посадить прямо на винтѣ, вслѣдствіе чего движеніе получается очень плавное и безшумное. Выбирая размѣры шкивовъ, можно обратному ходу сообщить любую скорость. Хотя винтовая передача и потребляетъ больше работы на треніе, чѣмъ передача шестернями, но это обстоятельство не имѣетъ въ данномъ случаѣ значенія, если принять въ соображеніе, что на платформѣ приходится передвигать громадныя тяжести, а на машинѣ Ричардса передвигаются только салазки съ рѣзцомъ, не говоря уже о тѣхъ преимуществахъ, которыя получаются вслѣдствіе плавнаго хода и отсутствія шума.



Фиг. 385.

На фиг. 381—385 показано, какъ на машинѣ Ричардса при небольшихъ ея размѣрахъ, могутъ быть удобно установлены и обработаны очень громоздскія вещи.

217. Строгальныя съ боковой колонной. Иногда, чтобы имѣть возможность обрабатывать громоздскія вещи, строгальныя машины строятъ съ одной стойкой, какъ показано на фиг. 386. На платформу такой машины можетъ быть положено очень большое издѣліе, которое можетъ

даже свѣшиваться съ платформы, и въ такихъ случаяхъ на полу устанавливаются еще добавочныя направляющія, по которымъ издѣліе и ползаетъ. Сопоставляя такую машину со строгальной Ричардса, ясно видны всѣ преимущества типа съ подвижнымъ рѣзцомъ.

218. Строгальныя машины для обстрагиванія кромокъ у листовъ. На фиг. 387 представленъ особый типъ строгальной машины, спеціально приспособленной для обстрожки кромокъ у листовъ; здѣсь обстрагиваемый листъ прикрѣпленъ къ неподвижному столу, а движется рѣзецъ. Издѣліе прикрѣпляется къ неподвижной платформѣ *a* при помощи домкратовъ *j*, которые упираются въ поперечину *b*. Рѣзецъ закрѣпленъ въ головкѣ *e*, которая движется по направляющимъ *f*; передвигается головка при помощи винта подобно ходовому винту у самоточки. На концѣ винта сидитъ зубчатое колесо *g*, которое зацѣпляется съ колесомъ, посаженнымъ на приводномъ валу. Машина, изображенная на фиг. 387, имѣетъ винтъ, который приводится въ движеніе съ обоихъ концовъ при помощи шкивовъ *h* и *i*. Когда

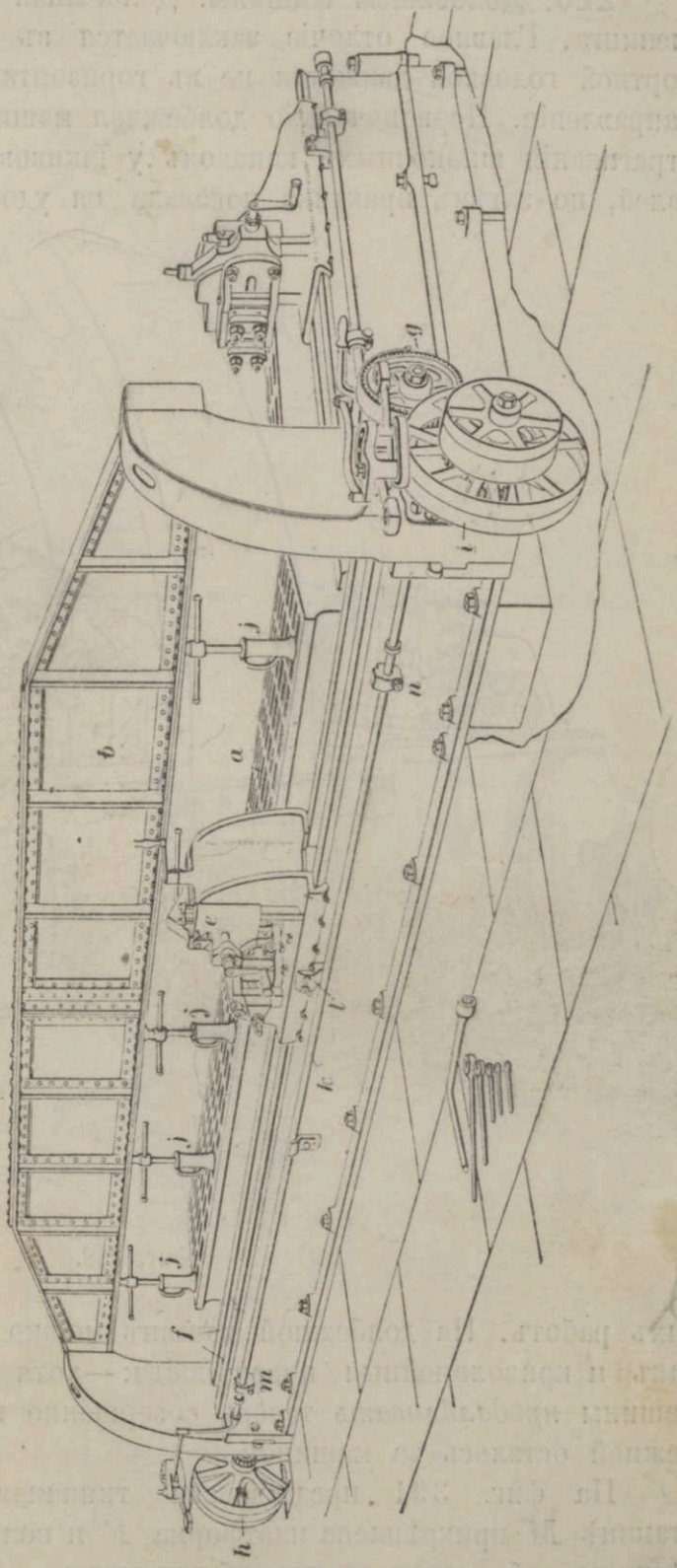
Фиг. 386.

головка *e* достигаетъ своего крайняго положенія, направленіе ея движенія автоматически перемѣняется, вслѣдствіе того, что остановъ *l* упирается въ кулачки *m* и *n*, посаженные на отводкѣ *k*, переводящей ремень съ одного шкива на другой.

Величина хода можетъ измѣняться, переставляя соотвѣтственно кулачки. Въ этой машинѣ суппортъ устроенъ такимъ образомъ, что рѣзецъ можетъ перевертываться и рѣзать въ оба хода. У большихъ машинъ иногда къ головкѣ *e* привертывается платформа, на которой могъ бы стоять рабочій и все время наблюдать за работой рѣзца.

219. Спеціальные типы шепинговъ. При массовомъ производствѣ часто работу, которую вообще возможно исполнить на обыкновенныхъ машинахъ, бываетъ болѣе выгодно исполнять на машинахъ, спеціально построенныхъ для этихъ работъ.

На фиг. 388 представленъ примѣръ подобной спеціальной конструкціи шепинга, назначеннаго для простраги-ванія выемокъ на отдѣльныхъ сегментахъ большихъ маховыхъ колесъ, въ которыя закладываются анкерныя соединенія *d* (фиг. 389). Отдѣльные сегменты колеса точно обстрагиваются на поверхностяхъ *a*, *b* и затѣмъ анкерныя соединенія закладываются въ нагрѣтомъ состояніи; по остываніи они плотно притягиваютъ отдѣльные сегменты другъ къ другу. Такъ какъ сила зажатія будетъ зависѣть отъ того, насколько усядетъ нагрѣтый анкерный болтъ по охлажденіи, то весьма важно, чтобы какъ самые болты, такъ и отверстія, въ которыя они закладываются, были точно обработаны и размѣръ *e* имѣлъ точную величину.

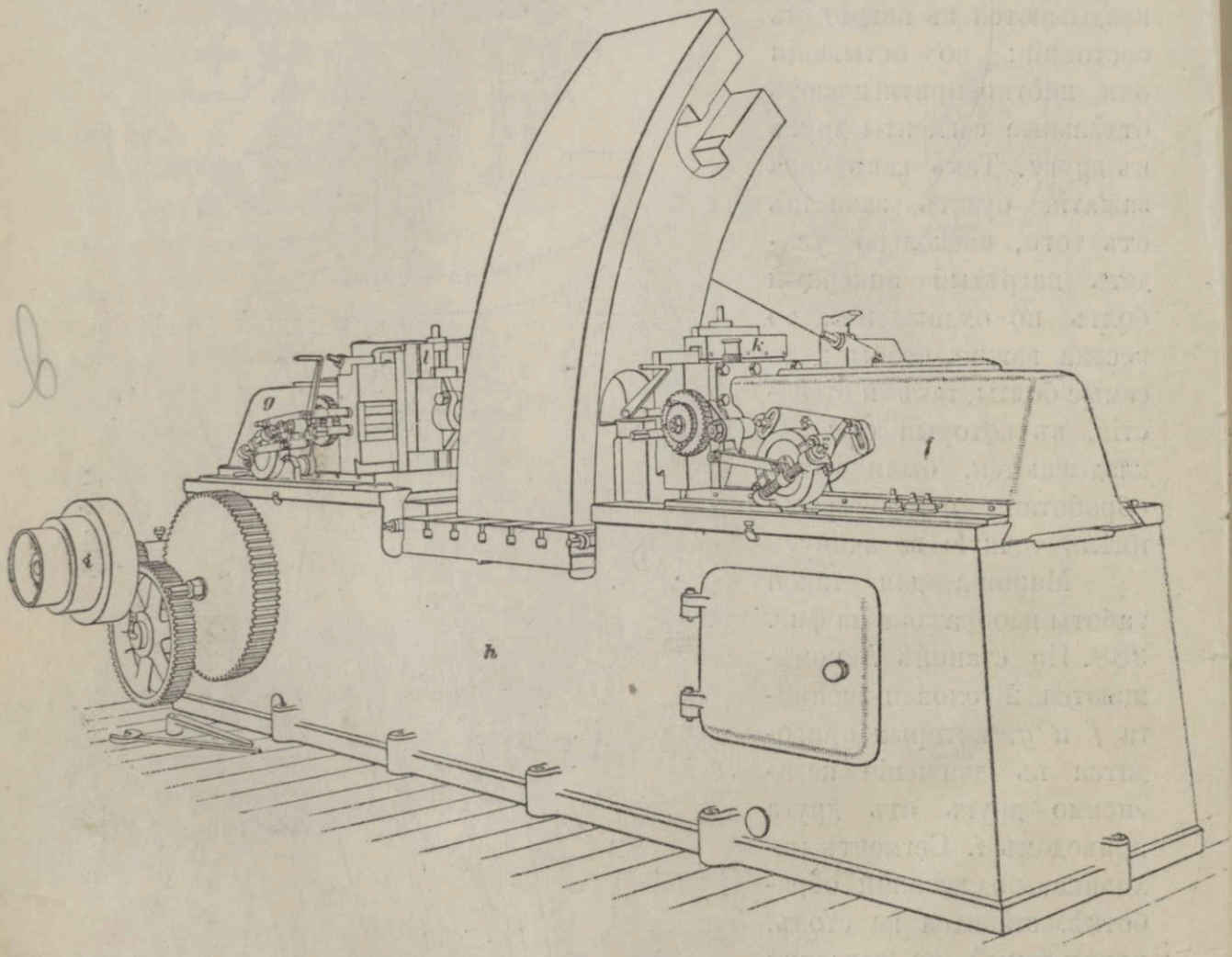


Фиг. 387.

Машина для такой работы изображена на фиг. 388. На станинѣ *h* помѣщаются 2 головки шепинга *f* и *g*, которыя приводятся въ движеніе независимо другъ отъ друга приводомъ *i*. Сегментъ маховика, подлежащій обработкѣ, ставится на столъ, помѣщенный по серединѣ станины; столъ этотъ для большаго удобства установки можетъ перемѣщаться въ горизонтальномъ направленіи. На фиг. 390 представлена въ увеличенномъ масштабѣ головка шепинга съ закрѣпленнымъ въ ней рѣзцомъ. Въ суппортную доску вставлена полоса *o*, въ которую закрѣпляется вставленный рѣзецъ *p*. Вертикальное перемѣщеніе рѣзца производится при помощи винта *m*; горизонтальное перемѣщеніе про-

изводится при помощи винта n. Для того чтобы получить точный размѣръ e (фиг. 389), рѣзецъ устанавливается при помощи шаблона, который ставится на платформу r и по немъ устанавливается рѣзецъ.

220. Долбежныя машины. Долбежная машина есть видоизмѣненіе шепинга. Главное отличіе заключается въ томъ, что ползунъ съ суппортной головкой движется не въ горизонтальномъ, а въ вертикальномъ направленіи. Первоначально долбежная машина была устроена для простраживанія шпоночныхъ канавокъ у шкивовъ и другихъ подобныхъ деталей, но затѣмъ практика показала ея удобопримѣнимость и для дру-

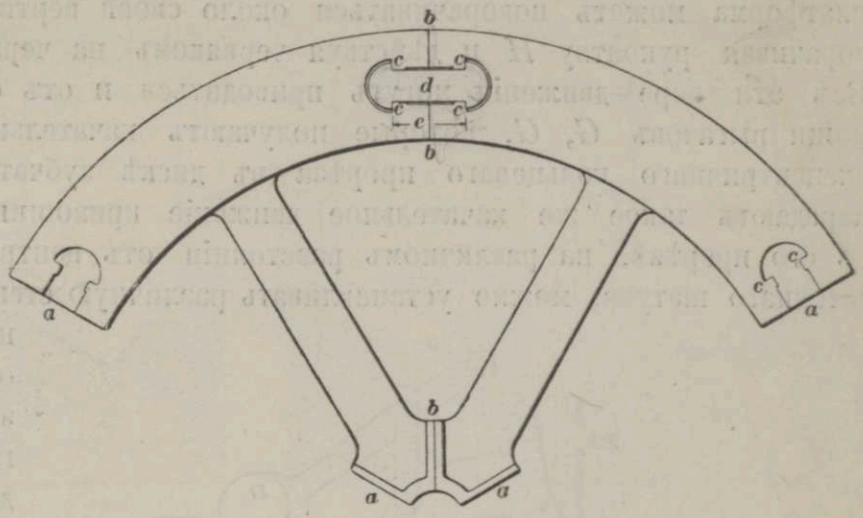


Фиг. 388.

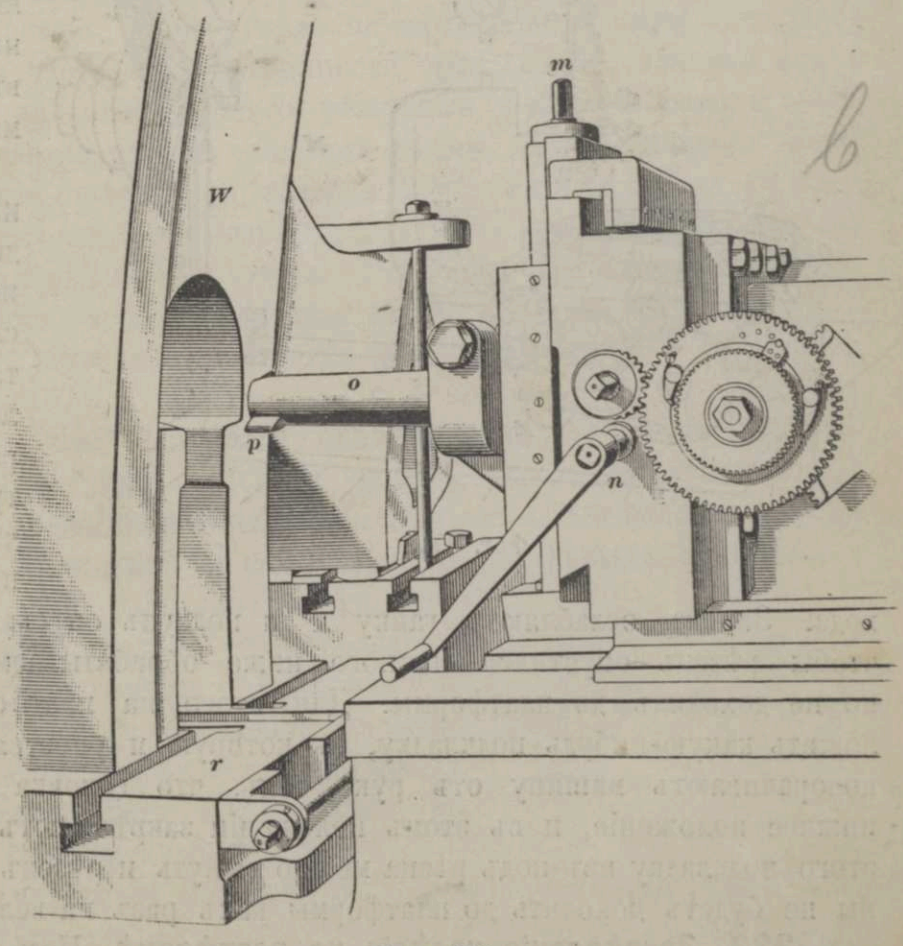
гихъ работъ. На долбежной машинѣ можно обрабатывать какъ плоскія, такъ и криволинейныя поверхности;—хотя первоначальное назначеніе машины *продалбливать* теперь совершенно измѣнилось, но названіе долбежной осталось за машиной.

На фиг. 391 представлена типичная долбежная машина. Къ станинѣ M прикрѣплена платформа F и ползунъ суппортной головки A. Машина собирается такимъ образомъ, что рѣзецъ движется перпендикулярно къ плоскости платформы F. Движеніе сообщается отъ контръпривода ступенчатому шкиву E; на одномъ валу съ коническимъ шкивомъ сидитъ шестерня, зацѣпляющаяся съ зубчатымъ колесомъ N. На

одномъ съ нимъ валу съ другого конца посаженъ кривошипъ *B*, въ прорѣзѣ котораго закрѣпляется головка *O* шатуна *C*; другой конецъ шатуна прикрѣпляется къ ползуну *A*. болтомъ *P*. Болтъ *P* закрѣпляетъ гайку, которая при помощи ходового винта перемѣщается вдоль ползуна; — переставляя гайку выше или ниже, можно и самый ползунъ переставлять относительно обрабатываемаго издѣлія; въ этомъ долбежная машина является сходной съ шепингомъ. Если желаютъ измѣнить величину хода ползуна, то нужно головку шатуна *O* закрѣпить дальше или ближе отъ центра кривошипа *B*. На нижнемъ концѣ ползуна имѣются прихватки *L*, при помощи которыхъ рѣзецъ можетъ быть закрѣпленъ въ двухъ взаимно перпендикулярныхъ положеніяхъ (вертикальной и горизонтальной). Вѣсъ ползуна уравновѣшенъ контръгрузомъ *D*.



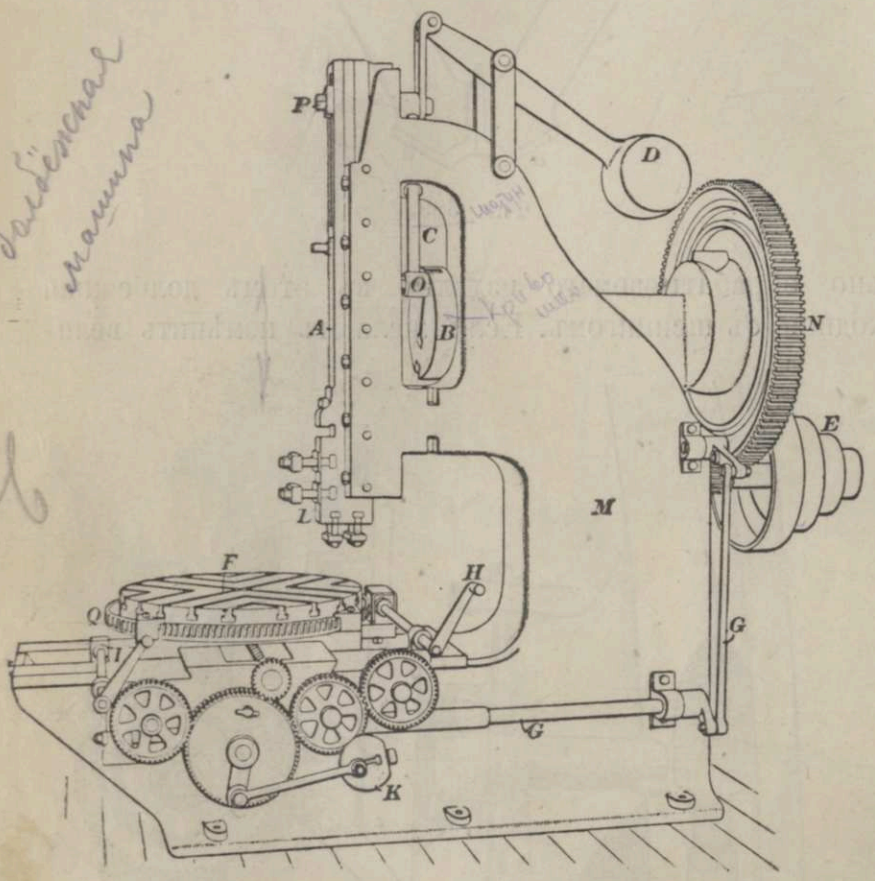
Фиг. 389.



Фиг. 390.

Платформа *F* поставлена на салазки, подобныя салазкамъ самоточки; на этихъ салазкахъ платформа можетъ перемѣщаться поперекъ станины, кромѣ

того эти салазки стоятъ сами на нижнихъ салазкахъ, перемѣщающихся вдоль станины при помощи рукоятки *I*. Кромѣ этихъ перемѣщеній платформа можетъ поворачиваться около своей вертикальной оси, поворачивая рукоятку *H* и дѣйствуя червякомъ на червячное колесо *Q*. Всѣ эти пере—движенія могутъ приводиться и отъ самохода при помощи рыгачовъ *G*, *G*, которые получаютъ качательное движеніе отъ эксцентричнаго кольцеваго прорѣза въ дискѣ зубчатаго колеса *N* и передаютъ такое же качательное движеніе кривошипу *K*; закрѣпляя въ его прорѣзѣ, на различномъ разстояніи отъ центра, головку передаточнаго шатуна, можно устанавливать различную степень перемѣщенія платформы *F* при одномъ ходѣ ползуна. *A*. Передвигающія органы вводятся въ зацѣпленіе или останавливаются при помощи особыхъ *собачекъ* въ передаточномъ механизмѣ, подобнымъ описаннымъ въ строгальныхъ машинахъ.

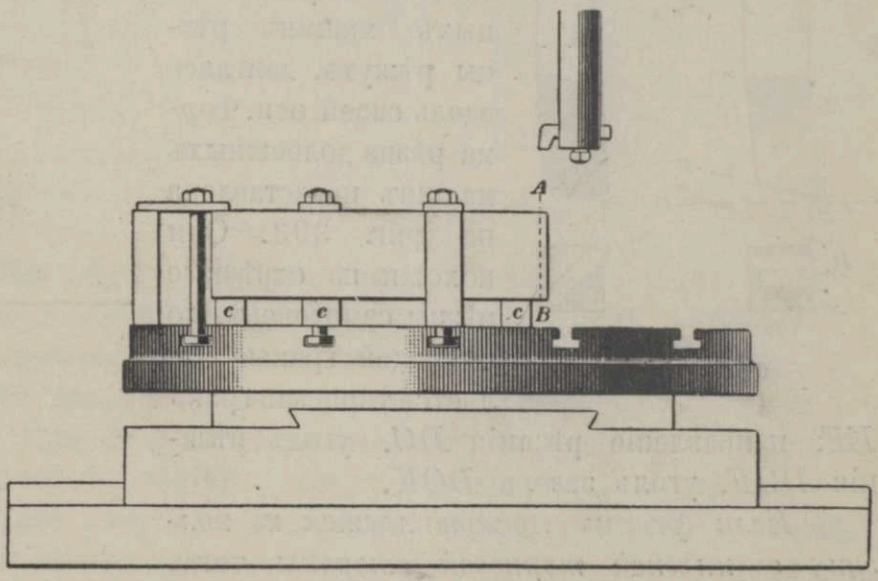


Фиг. 391.

221. Установка ползуна. Когда долбежная машина устанавливается къ работѣ, устанавливаютъ головку *O* на такомъ разстояніи отъ центра кривошина *B*, чтобы получить нужную величину хода. Затѣмъ ослабляютъ гайку *P* и ползунъ опускаютъ внизъ такъ, чтобы рѣзецъ опустился немного ниже обрабатываемой поверхности, но не доходилъ до платформы. Для этого на платформу можно положить какую-нибудь подкладку, въ которую и упрется рѣзецъ. Затѣмъ поворачиваютъ машину отъ руки такъ, что головка *O* приходитъ въ нижнее положеніе, и въ этомъ положеніи закрѣпляютъ болтъ *P*. Послѣ этого подкладку изъ-подъ рѣзца можно вынуть и рѣзецъ при ходѣ машины не будетъ доходить до платформы какъ разъ на величину подкладки.

222. Закрѣпленіе издѣлія на платформѣ. Издѣліе на платформѣ закрѣпляется такъ же, какъ и на столѣ строгальной машины или на шепингѣ. При этомъ необходимо заботиться о томъ, чтобы издѣліе было точно установлено, и чтобы при закрѣпленіи оно не покоробилось.

Для болѣе точной установки издѣліе должно быть предварительно расчерчено и затѣмъ установку производятъ, руководствуясь нанесенными на издѣліи линіями, провѣряя ихъ положеніе *иглой штатива*. Но графилкой, прикрѣпленной къ штативу, стоящему на платформѣ F, можно провѣрить положеніе только горизонтальныхъ линій, двигая штативъ по платформѣ машины; при работѣ же на долбежномъ станкѣ приходится обрабатывать вертикальныя поверхности, и потому приходится провѣрять правильность установки вертикальныхъ линій;—этого штативомъ сдѣлать нельзя и приходится для этого, установивъ издѣліе на подкладкахъ c, c, c, какъ показано на фиг. 392, провѣрять правильное положеніе линій AB, двигая около нея рѣзецъ и замѣчая, насколько вершина рѣзца совпадаетъ съ направленіемъ линіи AB. Если замѣчается отклоненіе, то его можно исправить, мѣняя подкладки. Подкладки подъ издѣліе необходимо подкладывать и для того, чтобы рѣзецъ имѣлъ возможность проходить всю обрабатываемую поверхность, не задѣвая платформы. Вмѣсто рѣзца для провѣрки вертикальныхъ линій можетъ быть закрѣплена въ суппортѣ графилка.



Фиг. 392.

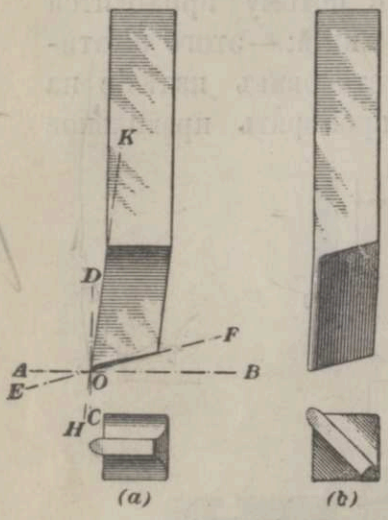
223. Обработка цилиндрическихъ поверхностей. При обработкѣ цилиндрическихъ поверхностей, издѣліе должно быть установлено такъ, чтобы ось цилиндрической поверхности какъ разъ совпадала съ осью вращенія платформы. Если закрѣпить такимъ образомъ издѣліе и отвести платформу отъ рѣзца такъ, чтобы рѣзецъ отстоялъ отъ ея оси вращенія на величину радіуса цилиндра, а затѣмъ послѣ каждаго хода рѣзца слегка поворачивать платформу, то въ результатѣ получится обстроганный многогранникъ, близко подходящій къ цилиндрической поверхности.

Для облегченія установки въ такихъ случаяхъ рѣзанія, на платформѣ наносятся концентрическія окружности, по которымъ и устанавливается приблизительно издѣліе, а затѣмъ провѣряется болѣе точно при помощи графлики или индикатора, закрѣпленнаго въ суппортъ. Для установки рѣзца на точномъ разстояніи отъ центра платформы удобно примѣнять калибры, которые вставляются въ центральное отверстіе платформы, а по нимъ ставится рѣзецъ. На долбежномъ станкѣ могутъ обрабатываться какъ внѣшнія, такъ и внутреннія цилиндрическія поверхности.

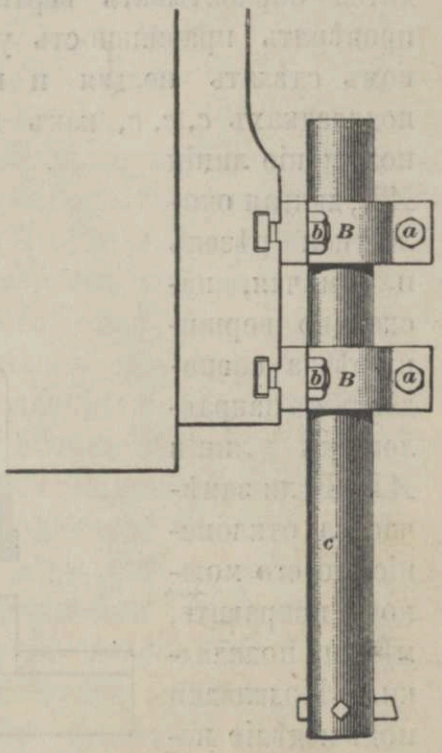
Напримѣръ, головки шатуновъ, въ которыхъ встрѣчаются не полныя цилиндрическія поверхности, являются типичнымъ примѣромъ для обработки на долбежныхъ машинахъ (фиг. 396).

Подобное же приспособленіе для обработки цилиндрическихъ поверхностей можетъ быть устроено и на шепингахъ.

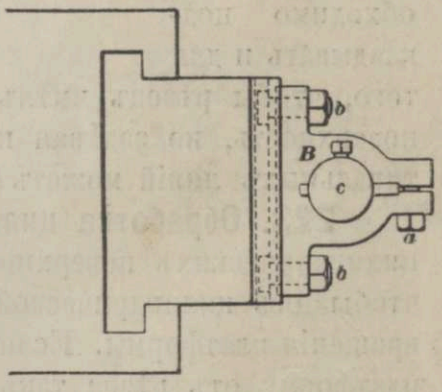
224. Рѣзцы долбежныхъ машинъ. Рѣзцы для долбежныхъ машинъ имѣютъ нѣсколько иной видъ, чѣмъ рѣзцы строгальныхъ и самоточекъ, такъ какъ у долбежныхъ машинъ рѣзцы рѣжутъ, двигаясь вдоль своей оси. Форма рѣзца долбежныхъ машинъ представлена на фиг. 393. Они похожи на отрѣзные рѣзцы самоточекъ, но рѣжущей гранью является торцевая грань EF; направленіе рѣзанія DC, уголъ рѣзанія DOF, уголъ зазора DOK.



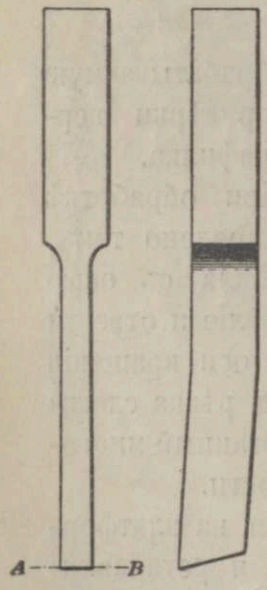
Фиг. 393.



Если рѣзецъ прикрѣпляется къ ползуну съ нижней торцевой стороны, тогда *онъ получаетъ форму обыкновеннаго рѣзца строгальной машины.*



Фиг. 395.



Фиг. 394.

Для *грубой*, предварительной *обстрожки* рѣзцы отковываются *съ узкимъ закругленнымъ рѣжущимъ ребромъ*, для *отдѣлочной* стружки *рѣзцу придаютъ плоскую широкую форму*, какъ и на строгальныхъ машинахъ. Если желаютъ отдѣлка можетъ производиться тѣмъ же рѣзцомъ, какъ и грубая обработка.

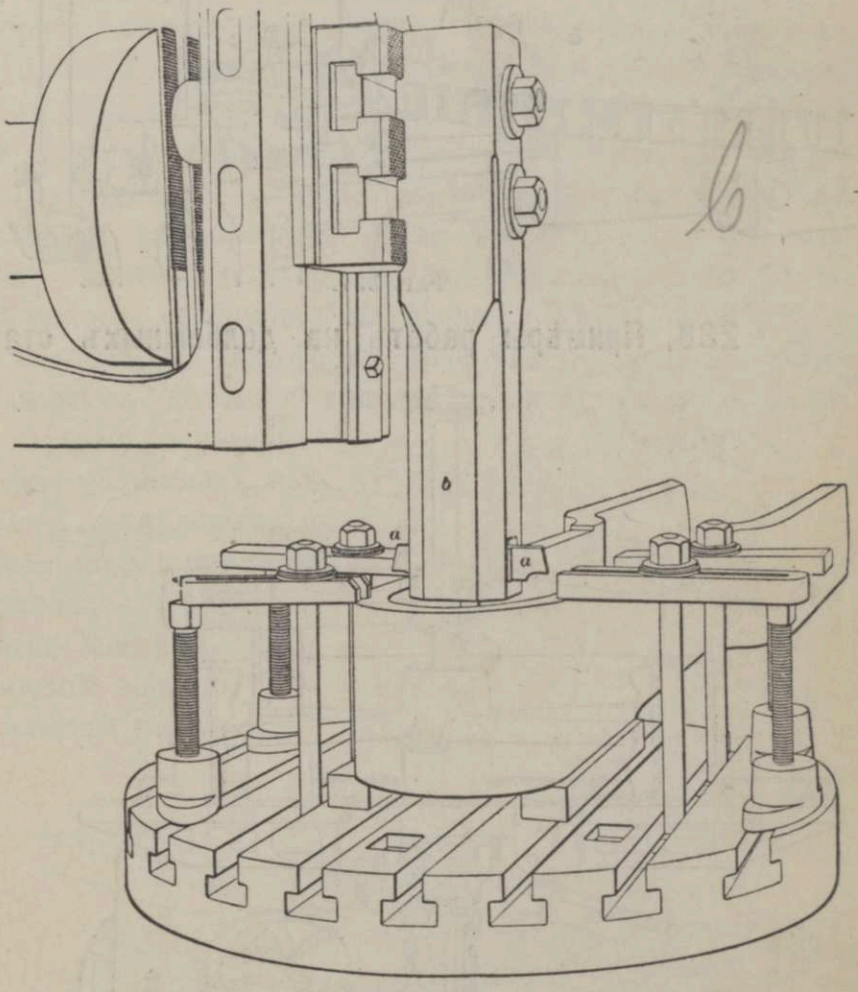
Въ нѣкоторыхъ случаяхъ болѣе удобно для грубой обработки придавать форму, показанную на фиг. 393 *в*, поворачивая рѣжущую часть подъ угломъ къ тѣлу рѣзца.

Часто долбежной машиной пользуются для **прострагиванія шпоночныхъ канавокъ** въ ступицахъ шкивовъ и др. деталей. Въ такихъ случаяхъ рѣзцу придаютъ форму, изображенную на фиг. 394: здѣсь рѣжущимъ ребромъ является AB. Если приходится прострагивать длинную канавку, рѣзецъ получается очень зыбкій и спосо-

бенъ пружинить. Для того *чтобы получить точную работу съ подобнымъ рѣзцомъ, нужно снимать очень тонкія стружки.*

225. Державки для рѣзцовъ у долбежныхъ машинъ. Во многихъ случаяхъ болѣе удобно, вмѣсто рѣзцовъ, откованныхъ изъ цѣльнаго куска стали, употреблять державки, въ которыя вставляются небольшіе рѣзцы. На фиг. 395 представлена подобная державка. Она представляетъ цилиндрическую полосу, закрѣпленную въ особыя прихватки *B*, привинченныя болтами *b* къ ползуну. Цилиндрическая форма полосы удобна въ данномъ случаѣ тѣмъ, что полосу можно поворачивать, и такимъ образомъ устанавливать рѣзецъ въ наиболѣе удобное положеніе.

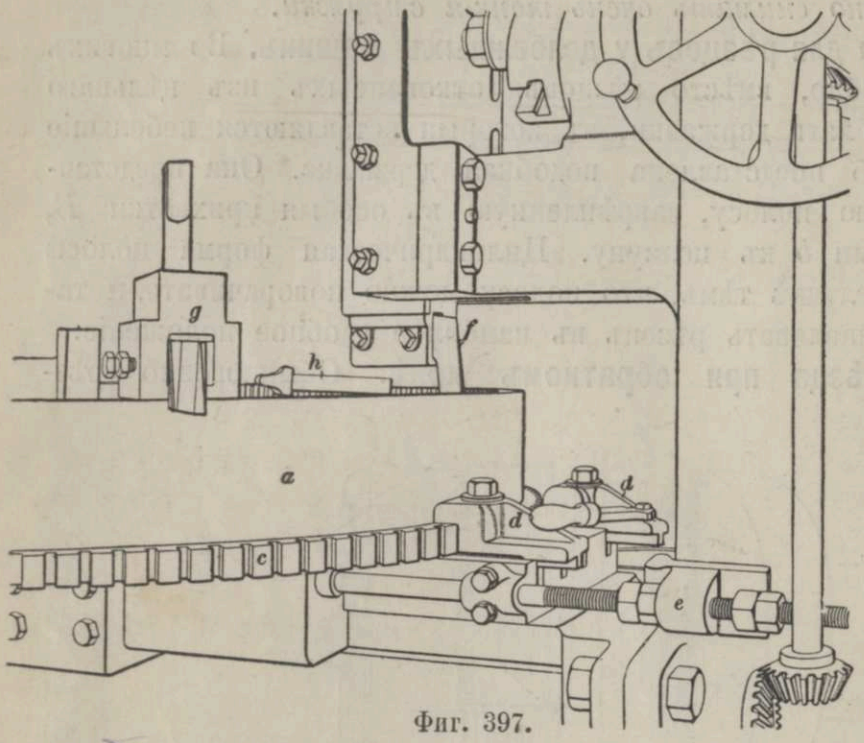
226. Треніе рѣзца при обратномъ ходѣ. Обыкновенно рѣзцы прикрѣпляются вполнѣ неподвижно къ ползуну; вслѣдствіе этого при обратномъ ходѣ рѣзца послѣдній трется объ издѣліе, но на практикѣ это обстоятельство большого неудобства не представляетъ; впрочемъ, нѣкоторые строители у большихъ станковъ для тяжелой работы **снабжаютъ ползунъ откидной доской,** подобно тому, какъ это дѣлается на строгальныхъ машинахъ, и въ такомъ случаѣ рѣзецъ получаетъ возможность слегка отклоняться при обратномъ ходѣ.



Фиг. 396.

Такъ какъ въ такихъ устройствахъ вѣсъ рѣзца стремится отклонить его отъ вертикальнаго положенія, то для удержанія рѣзца въ надлежащемъ положеніи откидная доска должна прижиматься пружиной. *Подобныя устройства требуютъ очень внимательнаго къ нимъ отношенія:* — если пружина не достаточно плотно прижметъ откидную доску, или если подъ доску случайно попадетъ засоръ, то рѣзецъ при началѣ рѣзанія будетъ находиться не въ нормальномъ положеніи; затѣмъ, когда давленіе стружки заставитъ его стать на мѣсто, рѣзецъ сразу углубится

въ матеріалъ, результатомъ чего можетъ быть или неточная работа или поломка рѣзца.

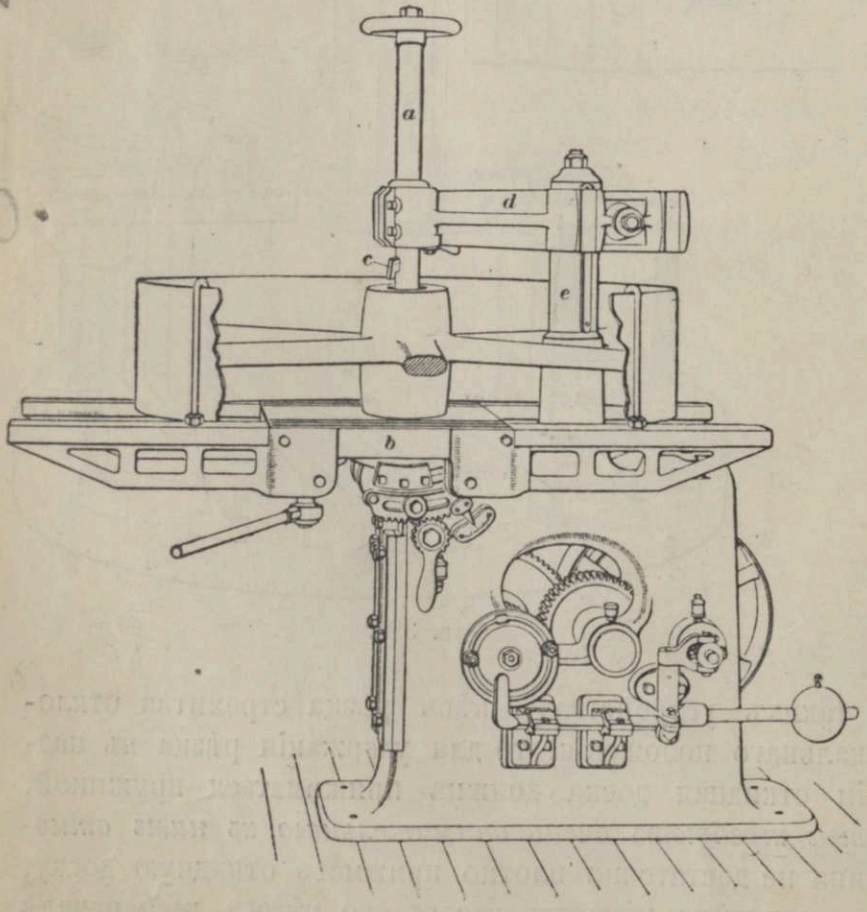


Фиг. 397.

227. Уголъ рѣзанія не долженъ быть слишкомъ малъ, иначе, при большой длинѣ рѣзца, онъ пружинитъ и заѣдаетъ въ матеріалъ.

Питаніе производится уже послѣ того, какъ рѣзецъ поднялся выше издѣлія и, слѣдовательно, передвигаемое издѣліе не будетъ нажимать на рѣзецъ.

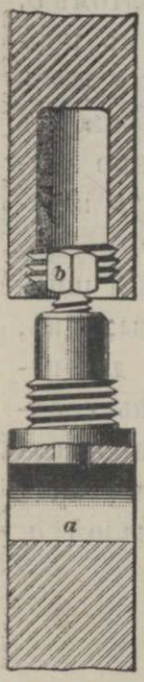
228. Примѣры работъ на долбежныхъ станкахъ. Иногда случается, что нужно обработать много одинаковыхъ тонкихъ предметовъ; въ такомъ случаѣ удобно положить ихъ другъ на друга, прикрѣпить къ платформѣ и обрабатывать всѣ вмѣстѣ.



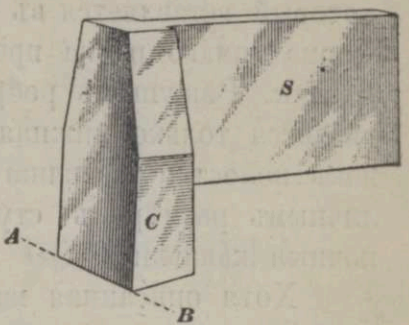
Фиг. 398.

На фиг. 396 представлена обработка скобы сразу двумя рѣзцами. Цилиндрическая часть издѣлія была предварительно разсверлена и установлена на платформу машины. Затѣмъ въ ползунъ закрѣплена державка b, въ которую вставленъ рѣзецъ a, такой длины, что разстояніе между его рѣ-

жущими рѣзцомъ ребрами какъ разъ равно внутреннему размѣру скобы; этимъ и обрабатываются плоскія поверхности скобы. Понятно, что предварительно должна быть снята грубая стружка рѣзцомъ нѣсколько меньшаго размѣра.



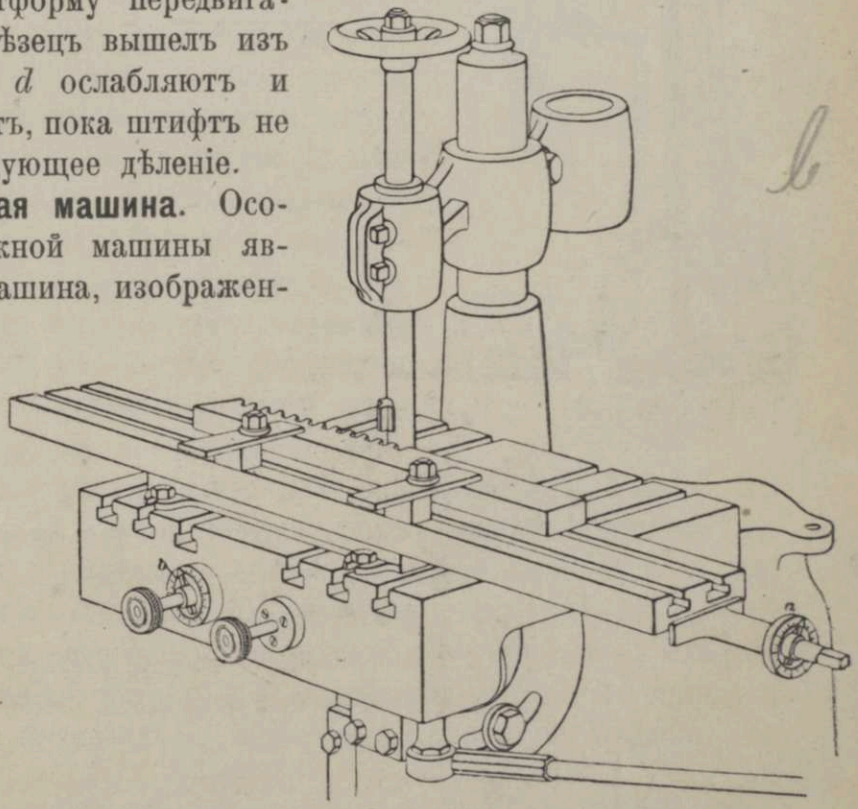
Фиг. 399.



Фиг. 400.

На фиг. 397 представлено примѣненіе долбежной машины для обработки внутреннихъ зубьевъ большого зубчатаго колеса. Колесо *a* прикрѣплено къ *плитѣ-шаблону c*, на окружности которой сдѣланы прорѣзы соотвѣтственно числу зубьевъ. Плита *c* установлена на платформѣ машины такъ, чтобы ихъ оси совпадали, и въ такомъ положеніи прикрѣплена къ платформѣ. Отъ вращенія плита *c* удерживается прихватками *dd* и штифтомъ, который плотно входитъ въ прорѣзы на окружности плиты. Къ торцу ползуна прикрѣпляется рѣзецъ *f* (способъ закрѣпленія показанъ отдѣльно въ *g*); профиль рѣзца соотвѣтствуетъ профилю зуба (рѣзецъ отдѣльно показанъ въ *h*). Зубья образуются постепенно, понемногу перемѣщая платформу. Чтобы не зарѣзать слишкомъ глубоко, къ платформѣ прикрѣпленъ винтъ съ двумя установительными гайками, которыя упираются въ остановъ *e*. Когда зубъ нарѣзанъ, платформу передвигаютъ такъ, чтобы рѣзецъ вышелъ изъ прорѣза; прихватки *d* ослабляютъ и плиту *c* повертываютъ, пока штифтъ не защелкнется въ слѣдующее дѣленіе.

229. Шпоночная машина. Особымъ типомъ долбежной машины является шпоночная машина, изображенная на фиг. 398. Рѣзецъ *c* закрѣпляется въ штангѣ *a*, которая движется вверхъ и внизъ; для ея направленія служитъ поперечина *d*, прикрѣпленная къ колоннѣ *e*. Издѣліе, въ которомъ требуется прострогать канавку для шпонки, кладется на столъ *b* и послѣдній автоматически питается по направленію къ рѣзцу. Чтобы полосу *a* было удобно вводить внутрь ступицы, она составляется


Фиг. 401.

изъ двухъ частей. На фиг. 399 представленъ способъ соединенія отдѣльныхъ частей полосы *a*, а также способъ закрѣпленія въ полосѣ рѣзца, который вставляется въ отверстіе *a* и прижимается нажимнымъ болтомъ *b*. Форма самаго рѣзца представлена на фиг. 400. Тѣло *s* входитъ въ прорѣзъ *a*. Рѣжущимъ ребромъ является ребро *AB*. При затупленіи затачивается только нижняя грань. При машинѣ долженъ имѣться наборъ какъ полосъ *a* различнаго діаметра, такъ и рѣзцовъ, соотвѣтственно различнымъ размѣрамъ ступицъ, въ которыхъ приходится прорѣзать шпоночныя канавки.

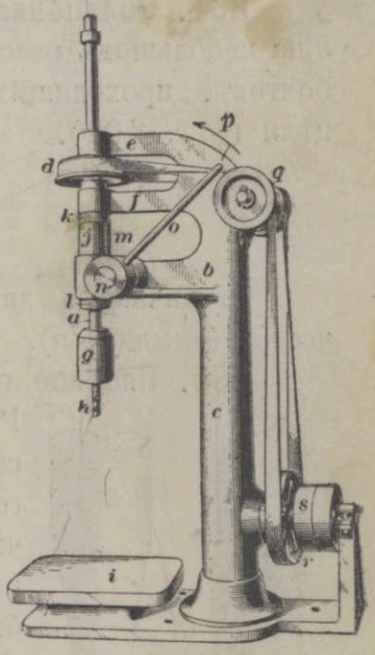
Хотя описанная машина назначена спеціально для прорѣзанія шпоночныхъ канавокъ, но на ней могутъ исполняться и другія работы; такъ, напримѣръ, на фиг. 401 показано примѣненіе шпоночной машины для нарѣзанія зубцовъ рейкъ. Въ этомъ случаѣ рѣзцу придаютъ профиль соотвѣтственно профилю зубьевъ. Передвиженіе отъ зуба къ зубу производится при помощи ходового винта того приспособленія, на которое привернута рейка. Надлежащая перестановка винта указывается шкалой *a*. Нужное углубленіе рѣзца отмѣчается шкалой *b*.

ГЛАВА V.

Работа на сверлильныхъ и разсверливающихъ станкахъ.

Сверленіе отверстій производится, помимо токарныхъ станковъ (см. стр. 133), и на особыхъ сверлильныхъ станкахъ.

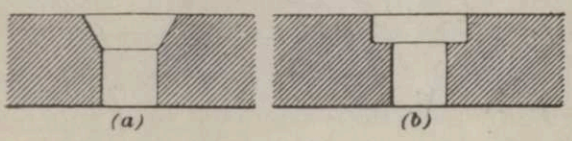
230. Составныя части сверлильнаго станка. Всякій сверлильный станокъ состоитъ изъ слѣдующихъ частей (фиг. 402). *Станины (Колонны)* *c*, переходящей въ *головку* *b*. Сверло *h* закрѣпляется въ *патронѣ* *g*, который надѣтъ на нижній конецъ *шпинделя* *a*. Шпиндель проходитъ черезъ шкивъ *d*, помѣщающійся между отвѣтвленіями головки *e* и *f*. Шкивъ и шпиндель соединены подвижной шпонкой, такъ что при вращеніи шкива онъ увлекаетъ съ собой во вращеніе шпиндель, но въ то же время шпиндель можетъ передвигаться вдоль своей оси внутри втулки шкива. Вращательное движеніе шпинделю передается отъ холостого и коренного шкива *s* при помощи ремня, перекинутаго черезъ *направляющіе шкивы* *q*. Въ нѣкоторыхъ станкахъ *эта передача выполняется при помощи валовъ и зубчатыхъ колесъ*. Издѣліе, въ которомъ сверлятся отверстія, кладется на столъ *i*. Для сообщенія шпинделю продольнаго перемѣщенія, онъ проходитъ черезъ втулку *j*, и по двумъ ея концамъ закрѣпляется двумя установительными кольцами *k* и *l*; такъ что шпиндель можетъ вращаться внутри втулки, но не можетъ передвигаться вдоль ея оси. На втулкѣ *j* нарѣзана рейка *m*, которая находится въ закрѣпленіи съ шестерней *n*. Поворачивая рукоятку *o* по стрѣлкѣ *p*, вращаютъ вмѣстѣ съ тѣмъ и шестерню *n*, а при этомъ рейка *m* опускается и опускаетъ вмѣсѣ съ собой втулку *j* и закрѣпленный въ ней шпиндель *a*;—такимъ образомъ и производится продольное передвиженіе или *питаніе* сверла.



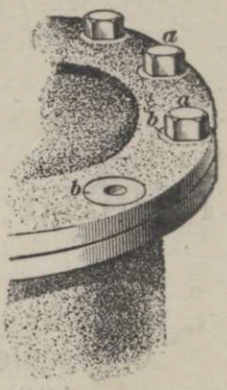
Фиг. 402.

231. Операціи, производимыя на сверлильномъ станкѣ. Помимо своего прямого назначенія, сверлить отверстія, сверлильный станокъ съ удобствомъ примѣняется еще также для слѣдующихъ операцій: *развертыванія*, *раззенковки*, *разбуровки*, *облицовки*, *нарѣзки рѣзьбы метчиками*.

232. Развертываніе. Сверломъ невозможно просверлить точное отверстіе, такъ какъ вслѣдствіе неравномѣрности матеріала и недостатковъ самого инструмента сверло всегда стремится нѣсколько исказить правильное очертаніе отверстія, поэтому для полученія точныхъ отверстій необходимо послѣ прохода сверломъ развернуть отверстіе разверткой (см. стр. 139), что дѣлается на томъ же сверлильномъ станкѣ.



Фиг. 403.



Фиг. 404.

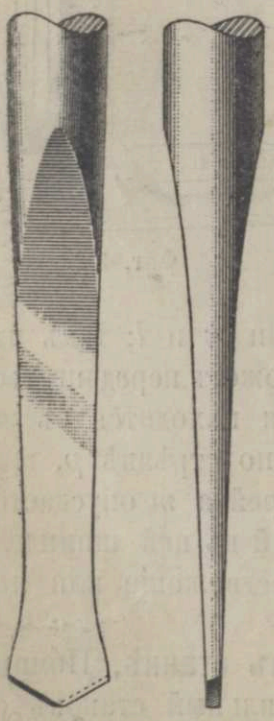
233. Раззенковка и разбуровка. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ начало отверстія бываетъ нужно расширить въ видѣ конуса (фиг. 403*a*): эта операція называется раззенковой. Если расширеніе дѣлается цилиндрической формы, то операція называется разбуровкой (фиг. 403*b*).

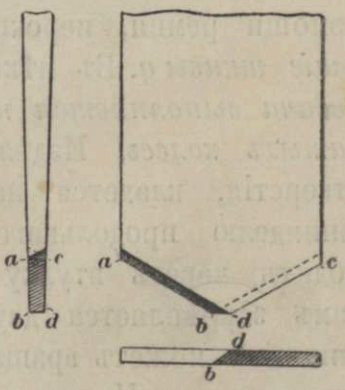
234. Облицовка. Такъ называется образованіе гладкой поверхности *b* на небольшомъ разстояніи отъ отверстія, чтобы дать опору для гаекъ *a* болтовъ, проходящихъ черезъ отверстіе или для какой-либо другой цѣли (фиг. 404).

Форма сверлъ.

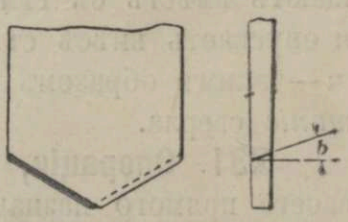
Различаются два главныхъ типа сверлъ: *плоскія* и *цилиндрическія* (*винтовыя*).

235. Плоское сверло. Плоское сверло изображено на фиг. 405. Рѣжущими ребрами такого сверла являются ребра *ab* и *cd* (фиг. 406). Для того, чтобы рѣзаніе было возможно, нижнія грани должны быть заточены съ зазоромъ *b* (фиг. 407). Рѣжущія ребра образуютъ между собою уголъ (отъ 100° до 120°) и въ серединѣ получается такимъ образомъ *вершина*, или *центръ сверла*, который сообщаетъ сверлу при работѣ болѣе правильное направленіе. Между двумя рѣжущими ребрами получается ребро *bd* (фиг. 406), которое собственно не рѣжетъ, а истираетъ матеріалъ, и этимъ увеличиваетъ сопротивленіе рѣзанію, а главное питанію; поэтому *жела-*


Фиг. 405.



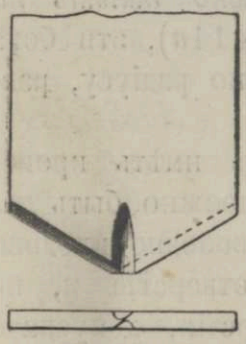
Фиг. 406.



Фиг. 407.

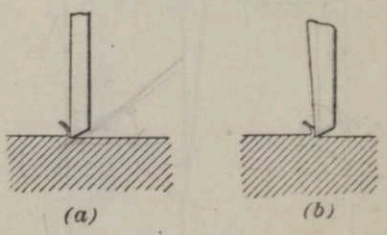
тельно это ребро сдѣлать возможно малымъ[1]). Достичь этого можно, утоняя сверло, но при этомъ сверло получается непрочное, часто ломается и требуетъ частой переточки, поэтому практикой обыкновенно устанавливаютъ практически допустимую минимальную толщину сверла.

Съ той же цѣлью,—уничтожить скребущее ребро *bd*, около середины сверла затачиваютъ съ обѣихъ сторонъ канавки (фиг. 408), при этомъ ребро совершенно исчезаетъ и получается острее.

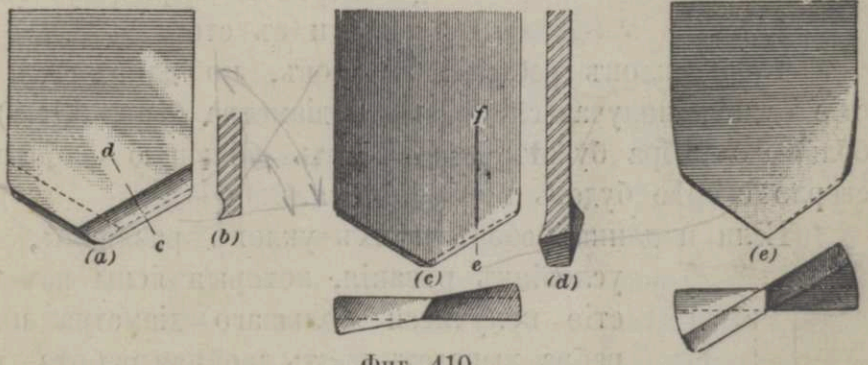


Фиг. 408.

И самыя рѣжущія ребра у плоскаго сверла находятся въ невыгодныхъ условіяхъ рѣзанія. Обыкновенно уголъ рѣзанія не меньше 90° (фиг. 409*a*), а если сверло отковано съ утолщеніемъ кверху, то уголъ рѣзанія можетъ быть и больше 90° (фиг. 409*b*). Если бы рѣжущее ребро совпадало съ радіусомъ отверстія, что можетъ быть только въ томъ случаѣ, когда толщина сверла равна нулю, то уголъ рѣзанія по всей длинѣ былъ бы одинъ и тотъ же, но вслѣдствіе того, что этого на практикѣ никогда не осуществляется, уголъ рѣзанія по мѣрѣ приближенія къ центру становится все больше и больше. Чтобы поставить сверло въ болѣе выгодныя условія рѣзанія, на его рѣжущихъ граняхъ дѣлаются канавки (фиг. 410*a*, гдѣ (*b*) представляетъ разрѣзъ по *cd*). Такая канавка позволяетъ получить надлежащій уголъ рѣзанія, но при наточкѣ сверла канавка быстро стачивается и сверло требуетъ частой подправки, что невыгодно. Вмѣсто канавки можно край сверла утолщать (фиг. 410*c*, (*d*) разрѣзъ по *ef*) и этимъ получать надлежащій уголъ рѣзанія, но при этомъ получается то же неудобство, какъ и въ первомъ случаѣ. Болѣе совершеннымъ является сверло плоское, у котораго конецъ нѣсколько искривленъ (фиг. 410*e*). Такое сверло выдерживаетъ большое число наточекъ, сохраняя свои преимущества.



Фиг. 409.

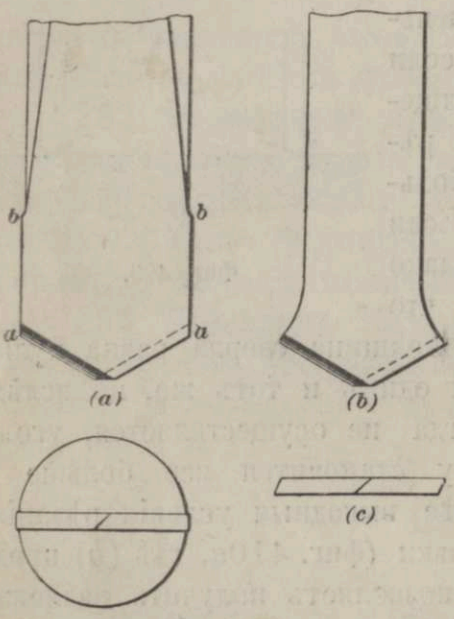


Фиг. 410.

[1]) При опытахъ съ винтовыми сверлами, произведенными Демстеромъ Смисъ и Р. В. Поляковымъ оказалось, что при отсутствіи вліянія ребра *bd*. (вліяніе ребра уничтожалось предварительнымъ просверливаніемъ отверстія діаметромъ равнымъ длинѣ ребра и за тѣмъ уже просверливаніемъ отверстія надлежащаго размѣра) необходимое нажатіе на сверло для его питанія при сверленіи чугуна уменьшалось на 25%, а при сверленіи стали уменьшалось на 21%.—Крутящій моментъ уменьшался не болѣе 1%.—(Experiments upon the forces acting on twist—drills by Demster Smith, and R. Poliakoff. Въ переводѣ Бюл. Политехн. О-ва. 1911 г.).

Очень часто въ мастерскихъ можно видѣть сверла откованныя какъ показано на фиг. 411 (*b.c*) *такая форма сверла неправильна.* При наточкѣ сверло сейчасъ же измѣняетъ свои размѣры и даетъ отверстіе меньшаго размѣра, кромѣ того, упираясь въ бока отверстія острыми углами, сверло не имѣетъ устойчивости, и потому отверстіе получается неправильное съ исцарапанными боками.

Правильно приготовленное плоское сверло *должно имѣть на нѣкоторомъ разстояніи параллельные бока ab* (фиг. 411*a*), эти бока должны быть округлены по радіусу, равному радіусу отверстія.



Фиг. 411.

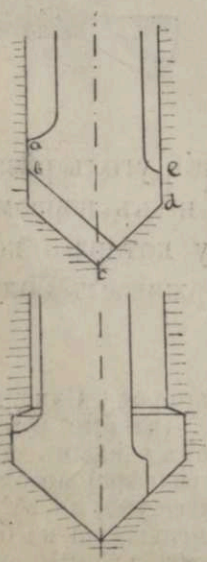
Тѣло сверла можетъ имѣть произвольную форму, но оно должно быть такихъ размѣровъ, чтобы свободно входило въ образуемое сверломъ отверстіе и, не загромождая этого отверстія, допускало бы свободный выходъ стружекъ.

При изготовленіи сверла необходимо обращать особое вниманіе на то, чтобы оно было совершенно симметрично относительно продольной оси.

Если, напримѣръ, уклонъ рѣжущихъ реберъ будетъ различный, то будетъ работать только одно ребро (фиг. 412*a*). При этомъ ребро будетъ тупиться вдвое скорѣе и сверло будетъ имѣть склонность уйти въ сторону [1]).

Если уклонъ реберъ одинаковъ, но длина ихъ различна, отверстіе будетъ получаться бо́льшаго діаметра (фиг. 412*b*) и внѣшній край бо́льшаго ребра будетъ производить бо́льшую работу, вслѣдствіе чего сверло скорѣе будетъ притупляться.

Если и длина реберъ и ихъ уклонъ различны, сверло будетъ въ условіяхъ рѣзанія, которыя ясны изъ фиг. 412*c*. Отверстіе получится большаго діаметра и на долю малаго ребра выпадетъ опять двойная работа, точно также двойную работу будетъ производить и внѣшній край длиннаго ребра, отчего сверло быстро тупится.



Фиг. A.

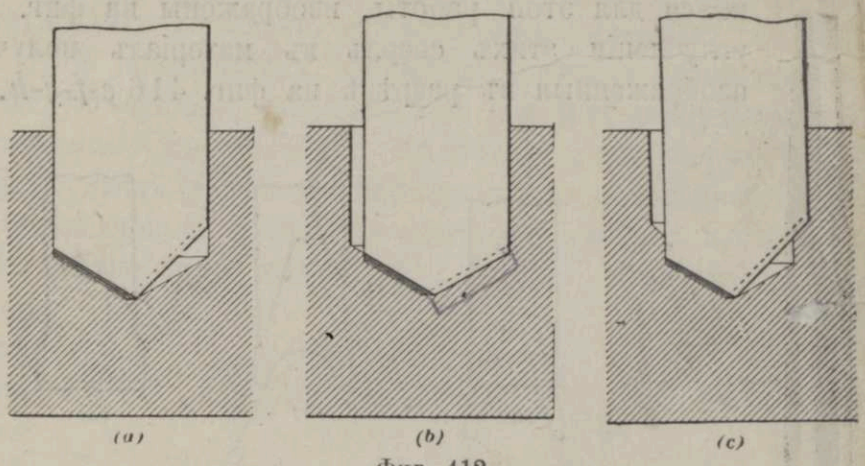
Всѣхъ этихъ недостатковъ можно избѣжать при искусномъ затачиваніи сверлъ или при затачиваніи ихъ на особыхъ спеціальныхъ станкахъ, а потому на вся-

---

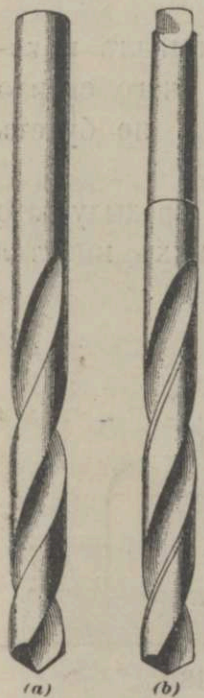
[1]) Этой склонностью сверла уйти въ сторону пользуются въ тѣхъ случаяхъ, когда желаютъ просверлить отверстіе съ уширеніемъ въ нижней части, что бываетъ полезно при нарѣзкѣ рѣзьбы для постановокъ шпилекъ. Въ такихъ случаяхъ сверло приготовляется, какъ показано на прилагаемой фигурѣ *A*. Здѣсь рѣжущимъ ребромъ является ребро *ab*. Ребра *cd* и *de* тупыя. При нажатіи сверла ребро *cd* скользитъ по конусу, при чемъ ребро *ab* вырѣзаетъ уширеніе, какъ показано на нижней фигурѣ.

комъ благоустроенномъ заводѣ **заточка сверлъ должна производиться именно на такихъ спеціальныхъ станкахъ.**

236. Винтовыя сверла. Болѣе совершенными во всѣхъ отношеніяхъ являются винтовыя сверла. Они приготовляются изъ цилиндрическаго стержня, въ которомъ прорѣзается на фрезовой машинѣ винтовая канавка (фиг. 413). При такой формѣ сверла рѣжущія ребра получаютъ болѣе выгодный уголъ рѣзанія, какъ было объяснено относительно сверла, изображеннаго на фиг 410*e*; винтовая канавка отлично выводитъ стружки изъ отверстія, такъ что его стѣнки не царапаются и кромѣ того сверло получаетъ очень солидное направленіе своей цилиндрической поверхностью. Чтобы сверло не терлось всей своей поверхностью, обыкновенно часть этой поверхности (фиг. 414*a*), начиная отъ *c* до противоположнаго рѣжущаго ребра, снимаютъ;—получается такимъ образомъ зазоръ *cba*, и остается лишь узкая полоска *ac*, которая идетъ вдоль канавки по винтовой линіи и сообщаетъ опору сверлу. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ этотъ зазоръ образуютъ не постепенно, а снимаютъ тонкій концентрическій слой по всей поверхности, оставляя лишь ту же узкую полоску (см. фиг. 413*a* и 414*b*).



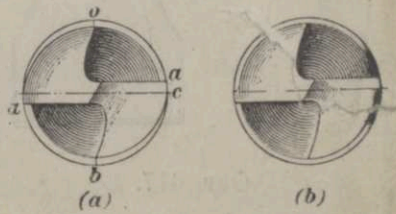
Фиг. 412.



Фиг. 413.

Все, что было сказано относительно неправильной заточки плоскихъ сверлъ, одинаково относится и къ винтовымъ сверламъ, а потому и **эти сверла должны натачиваться на спеціальныхъ точильныхъ станкахъ.**

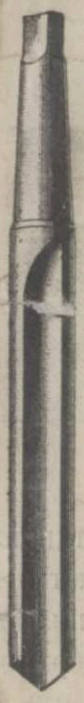
Въ настоящее время винтовыя сверла изготовляются весвозможныхъ размѣровъ и сортовъ спеціальными заводами и едва ли будетъ раціонально приготовлять ихъ у себя въ инструментальной.



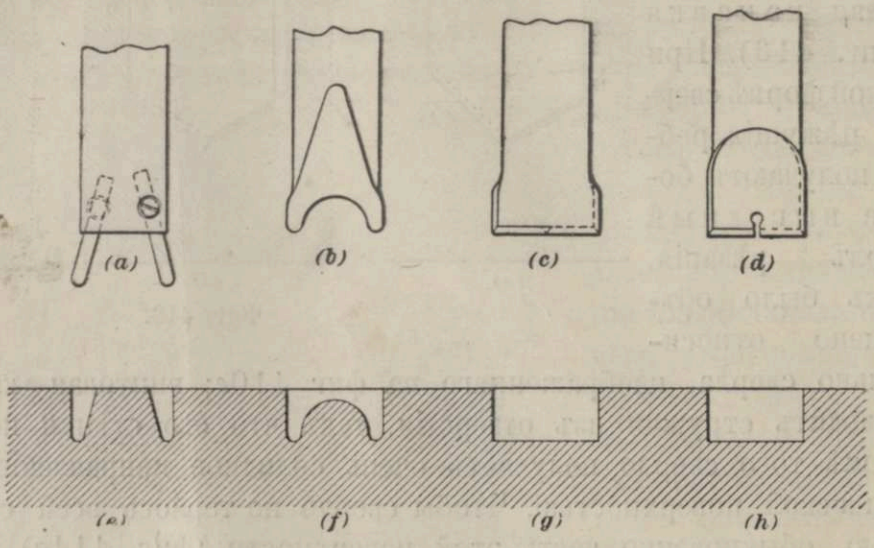
Фиг. 414.

237. Цилиндрическія сверла съ прямолинейными канавками (фиг. 415). Такія сверла оказываются болѣе удобными при просверливаніи тонкихъ листовъ. Винтовое сверло при выходѣ на противоположную сторону листа имѣетъ стремленіе заѣсть, въ сверлѣ же съ прямой канавкой этого стремленія не замѣчается.

238. Сверла для продольныхъ канавокъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда столъ сверлильной машины имѣетъ возможность перемѣщаться въ поперечномъ къ оси сверла направленіи, сверлильнымъ станкомъ можно пользоваться для вырѣзанія продольныхъ канавокъ, и сверла, примѣняющіяся для этой работы, изображены на фиг. 416 *a-b-c-d*. При углубленіи этихъ сверлъ въ матеріалъ получаются отверстія, изображенныя въ разрѣзѣ на фиг. 416 *e-f-g-h*. При образованіи



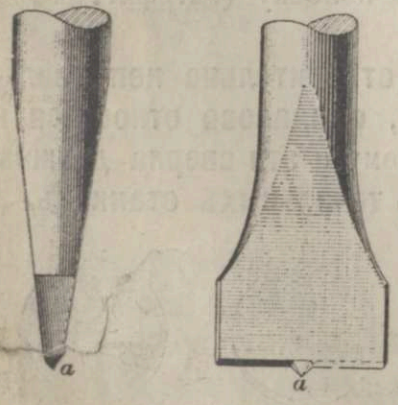
Фиг. 415.



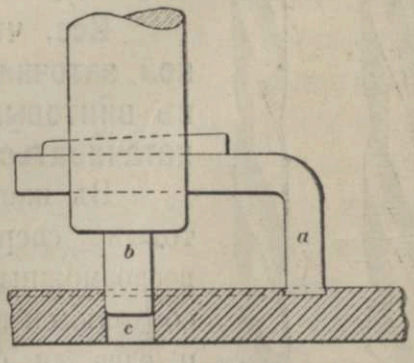
Фиг. 416.

канавки сверло углубляется на небольшую величину въ металлъ и затѣмъ столъ питается въ поперечномъ направленіи; послѣ чего сверло углубляется еще на небольшую величину и такъ далѣе, пока не будетъ получена канавка надлежащей глубины.

239. Центровыя сверла (фиг. 417) отличаются отъ предыдущаго типа (фиг. 416*c*) тѣмъ, что у нихъ имѣется центръ *a*, который служитъ сверлу направленіемъ, и потому такимъ сверломъ нельзя выбрать канавку, но имъ удобно просверлить отверстіе съ плоскимъ дномъ, или



Фиг. 417.

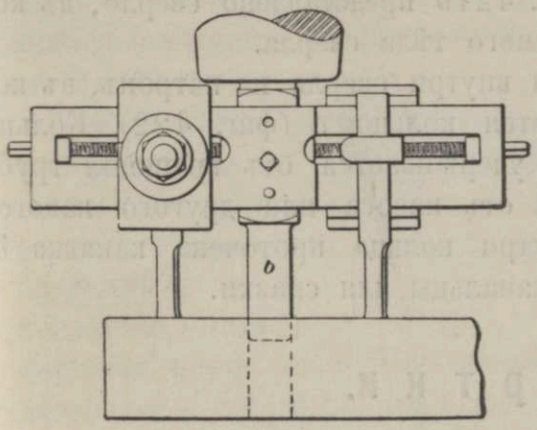


Фиг. 418.

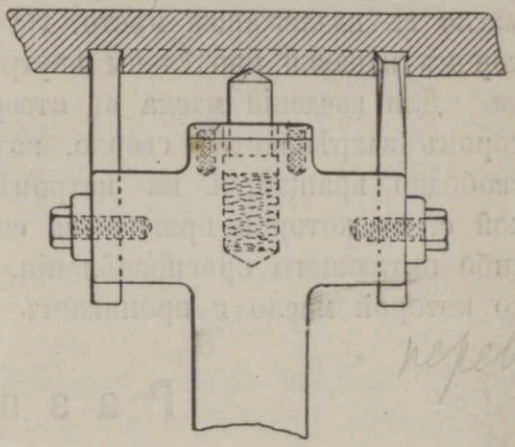
же сдѣлать плоское дно въ просверленномъ уже ранѣе отверстіи другимъ какимъ-нибудь сверломъ.

240. Рѣзцы для вырѣзанія кольцевыхъ отверстій. Если нужно сверлить отверстія большого діаметра, то вмѣсто того, чтобы срѣзать весь матеріалъ, болѣе выгодно вырѣзать лишь кольцевое пространство, оставляя сердцевину нетронутой. Для такой работы примѣняются

рѣзцы, изображенные на фиг. 418. Въ цилиндрическій стержень, оканчивающійся шипомъ *b*, вставляется рѣзецъ *a*, рѣжущая часть котораго приготовляется такъ же, какъ и у отрѣзныхъ рѣзцовъ самоточки. Въ матеріалѣ просверливаютъ небольшое отверстіе, въ которое вставляется шипъ *b*, затѣмъ рѣзецъ *a* устанавливаютъ такимъ образомъ, чтобы получить надлежащій діаметръ отверстія и, вращая шипъ, выбираютъ рѣзцомъ кольцевое пространство. Чтобы уменьшить давленіе на шипъ *b*, иногда употребляются два рѣзца, какъ показано на фиг. 419.

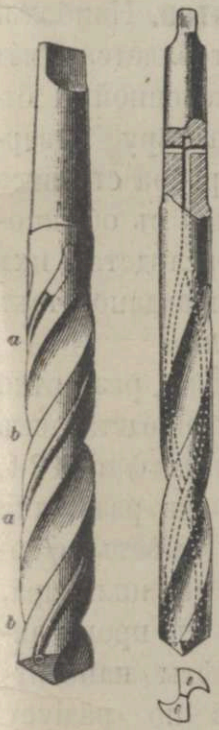


Фиг. 419.



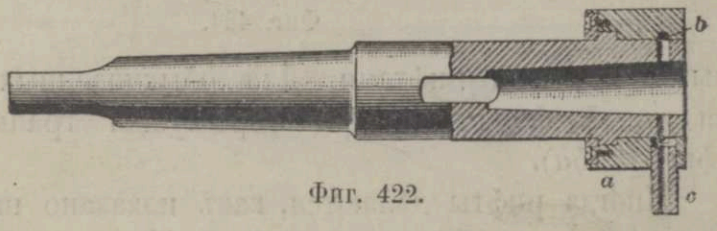
Фиг. 420.

При сверленіи сравнительно небольшихъ отверстій въ тонкихъ листахъ, можно обходиться безъ предварительнаго сверленія отверстія *c* для направленія шипа *b*, а вмѣсто этого можно примѣнять сверло, изображенное на фиг. 420. Примѣняя такое сверло, нужно только поставить керномъ центръ отверстія, въ который и упирается центръ сверла; по мѣрѣ углубленія рѣзцовъ въ матеріалъ, центръ сверла уходитъ внутрь стержня, сжимая пружину.



Фиг. 421.

241. Смазка сверлъ. Сверленіе чугуна и мѣдныхъ сплавовъ производится безъ смазки; мелкія стружки чугуна въ присутствіи масла слипаются и ухудшаютъ условія рѣзанія. *При сверленіи желѣза и стали, наоборотъ, требуется обильная смазка.*



Фиг. 422.

Обыкновенно масло вливается изъ масленки въ отверстіе, и стекаетъ какъ по стѣнкамъ отверстія, такъ и по поверхности сверла, но такой способъ смазки очень не совершененъ, такъ какъ при этомъ выходящія изъ отверстія стружки увлекаютъ съ собой масло, которое

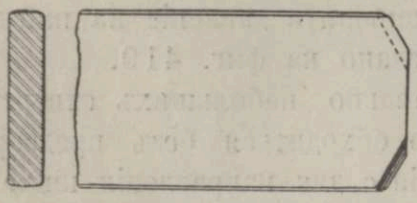
почти не достигаетъ рѣжущихъ реберъ сверла, гдѣ оно наиболѣе нужно.

На фиг. 421*a* представленъ болѣе совершенный способъ подведенія масла. Помимо крупныхъ винтовыхъ канавокъ *b*, сдѣланы еще малыя канавки *a*, въ которыя проложены мѣдныя трубочки, подводящія масло въ надлежащее мѣсто. На фиг. 421*b* представлено сверло, въ которомъ канавки продѣланы внутри самого тѣла сверла.

Для введенія масла въ отверстія внутри сверла на патронъ, въ которомъ закрѣпляется сверло, надѣвается кольцо *a* (фиг. 422). Кольцо свободно вращается на патронѣ и удерживается отъ вращенія трубкой *c*, по которой приводится смазка отъ насоса или другого какого-либо питающаго приспособленія. Внутри кольца проточена канавка *b*, по которой масло и проникаетъ въ канальцы для смазки.

Развертки.

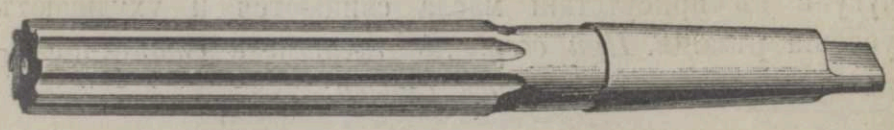
Какъ уже не разъ было упомянуто, при помощи сверла невозможно получить вполнѣ правильнаго отверстія, а потому **во всѣхъ случаяхъ, гдѣ требуется точность работы, просверленное отверстіе для его вывѣрки должно быть развернуто.** Это дѣлается пропуская черезъ отверстіе развертку.



Фиг. 423.

242. Плоская развертка. Наиболѣе простая развертка приготовляется изъ плоской полосы стали, обточенной и отшлифованной точно по размѣру отверстія (фиг. 423). Рѣжущія ребра ставятся подъ нѣсколько большимъ угломъ другъ къ другу по сравненію съ обыкновеннымъ сверломъ. Такія развертки часто употребляются вслѣдствіе ихъ дешевизны, но едва ли примѣненіе ихъ можетъ быть оправдано, такъ какъ *такой разверткой получить точной работы нельзя.*

243. Рифленая развертка. Болѣе совершенный типъ развертки представленъ на фиг. 424. Эта развертка имѣетъ форму цилиндра, съ прорѣзанными на немъ рифтами. Для обыкновенныхъ работъ рифты наносятся такой формы, что ихъ рѣжущая грань направлена по радіусу (фиг. 425*a*).

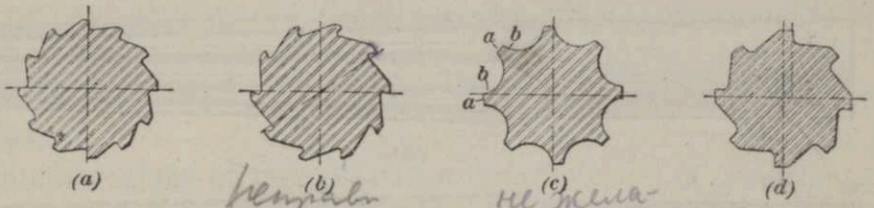


Фиг. 424.

Иногда рифты дѣлаются, какъ показано на фиг. 425*b*, гдѣ рѣжущая грань идетъ наклонно къ радіусу. *Такая форма развертки неправильна*, такъ какъ при слишкомъ острыхъ углахъ рѣзанія рифты способны пружинить, заѣдать и вслѣдствіе этого работа получается неточная.

Полукруглые рифты также не желательны, такъ какъ грань *b* (фиг. 425*c*) даетъ слишкомъ тупые углы рѣзанія.

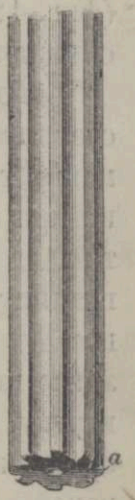
При развертк̀ѣ въ мѣдныхъ сплавахъ лучше употреблять рифты, какъ показано на фиг. 425*d*. Рѣжущая грань идетъ параллельно радіусу, нѣсколько выступая впередъ; при этомъ уголъ рѣзанія получается нѣсколько больше прямого. Для развертокъ до 25 мм. рѣжущая грань можетъ выступать впередъ до 2 мм., при большихъ разверткахъ соотвѣтственно больше.



Фиг. 425.

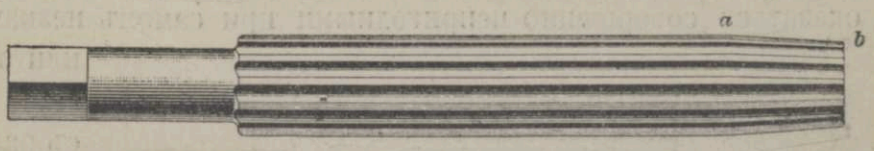
244. Число рифтовъ. Для того чтобы развертка имѣла надлежащее направленіе, *число рифтовъ не должно быть меньше четырехъ*, а если размѣръ развертки позволяетъ, то *число рифтовъ должно быть больше четырехъ*; при этомъ *число рифтовъ всегда должно быть четное*, такъ какъ только при этомъ условіи развертку можно провѣрять при помощи мѣрительныхъ инструментовъ.

Чтобы развертка не кривилась и не заѣдала нижнимъ концомъ, нижніе края рифтовъ должны быть скруглены, какъ показано въ *a* на фиг. 426, или же нижній конецъ развертки долженъ быть сдѣланъ на нѣкоторомъ разстояніи коническимъ, какъ показываетъ *ab* на фиг. 427.



Фиг. 426.

245. Толщина стружки, снимаемой разверткой. Развертка должна снимать возможно тонкій слой металла, только для того, чтобы придать отверстію правильные размѣры и точность, поэтому во всѣхъ случаяхъ отверстіе должно быть просверлено такого размѣра, чтобы разверткой нужно было снять самый незначительный слой металла. При этомъ развертка будетъ мало срабатываться и болѣе долго будетъ сохранять свои размѣры. Для отверстій до 25 мм. разверткой снимается слой не больше 0,5 мм. [1]), для отверстій отъ 25 до 50 мм. разверткой снимается слой не больше 1 мм. Отверстія болѣе 50 мм. обыкновенно предпочитаютъ отдѣлывать при помощи полосы и закрѣпленнаго въ ней рѣзца. Къ разверткамъ же въ такихъ случаяхъ прибѣгаютъ тогда, когда нужно получить отверстія въ двухъ смежныхъ деталяхъ одинаковаго размѣра, съ точно совпадающими осями, напр., два отверстія для опоръ шипа крейцкопфа.

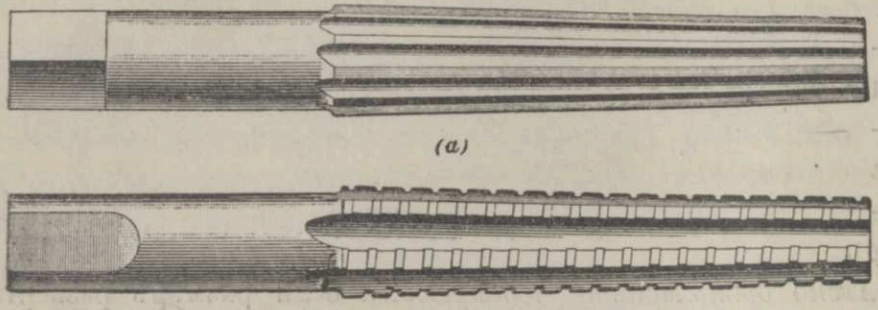


Фиг. 427.

246. Коническія развертки. Для полученія коническихъ отверстій, примѣняются коническія развертки;—онѣ устраиваются точно такъ же,

[1]) На токарныхъ станкахъ, гдѣ примѣняются предварительно грубыя развертки, отдѣлочной разверткой, имѣя въ виду ея сохраненіе, снимается еще болѣе тонкій слой. См. стр. 139.

какъ и цилиндрическія (фиг. 428*a*). На долю конической развертки выпадаетъ бо́льшая работа, чѣмъ на долю цилиндрической, такъ какъ отверстіе сверломъ сверлится цилиндрическое (фиг. 429) и діаметръ его *bb* нѣсколько меньше, чѣмъ меньшій размѣръ развертки *cc*. Такимъ образомъ количество металла *abc*, которое нужно снять разверткой, можетъ оказаться довольно значительнымъ при большихъ уклонахъ конуса.



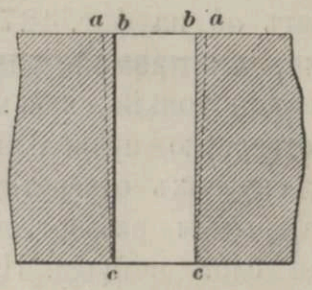
(*a*)

(*b*)

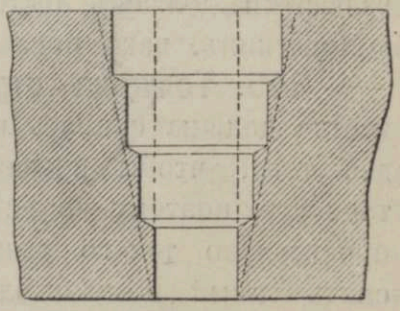
Фиг. 428.

Чтобы облегчить работу отдѣлочной развертк̀ѣ при снятіи большого количества металла, сначала въ работу пускаютъ черновую развертку (фиг. 428*b*), которой и развертываютъ конусъ, а отдѣлочной разверткой снимаютъ лишь отдѣлочную стружку.

Точно также для облегченія работы развертки иногда отверстіе просверливается ступенями (фиг. 430). Такая работа требуетъ большого вниманія, такъ какъ легко при сверленіи зайти за допустимую границу, и кромѣ того при развертываніи легко испортить развертку, рѣжущую сразу нѣсколько ступеней.

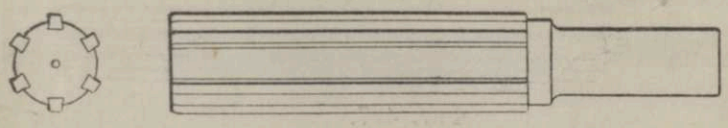


Фиг. 429.



Фиг. 430.

247. Уходъ за развертками. Чтобы развертка давала чистую поверхность и точные размѣры отверстія, необходимо, чтобы рѣжущія ребра развертки были въ исправномъ состояніи и чтобы ея размѣры были вполнѣ точны;— въ особенности это важно для отдѣлочныхъ развертокъ, которыя могутъ оказаться совершенно непригодными при самомъ незначительномъ износѣ или поврежденіи рѣжущаго ребра. Поэтому съ развертками слѣдуетъ обращаться очень бережно;—никогда не слѣдуетъ постукивать по нимъ, когда развертка находится въ отверстіи. Передъ работой необходимо провѣрять размѣры развертки и бережно класть на мягкія подкладки: деревянные футляры или доски.

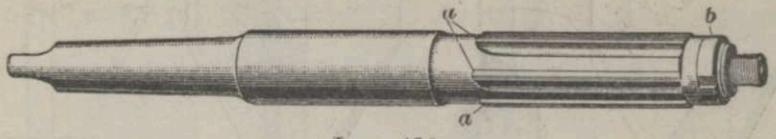


Фиг. 431.

248. Развертки со вставными рѣзцами. Такая развертка представлена на фиг. 431. Рѣжущіе рифты вставлены въ тѣло развертки и могутъ перемѣняться. Подобныя развертки очень удобны тѣмъ, что до-

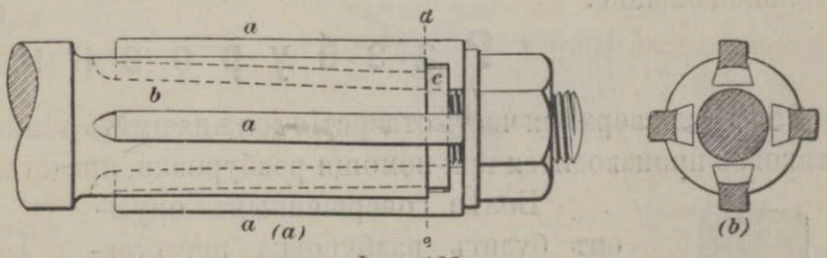
пускаютъ замѣну испорченныхъ рифтовъ; въ то время какъ въ цѣльной разверткѣ порча какого-нибудь рифта дѣлаетъ негодной всю развертку, которая вообще стоитъ довольно дорого, въ данномъ случаѣ постановка новаго рифта дѣлаетъ развертку заново исправленной. Такія развертки для малыхъ отверстій непримѣнимы, такъ какъ въ этомъ случаѣ трудно закрѣплять рифты надлежащимъ образомъ. Обыкновенно вставные рифты дѣлаютъ у развертокъ болѣе 30 мм. При большихъ діаметрахъ 125—150 мм. тѣло развертки можетъ приготовляться изъ чугуна.

249. Расширяющіяся развертки. При употребленіи обыкновенныхъ развертокъ ихъ приготовляютъ такого размѣра, чтобы получаемыя отверстія не выходили изъ наибольшаго допустимаго предѣльнаго размѣра. По мѣрѣ производства работы, размѣръ развертки уменьшается; это терпятъ до тѣхъ поръ, пока отверстія не доходятъ до минимальнаго допустимаго предѣльнаго размѣра. Послѣ чего развертка должна или передѣлываться на меньшій размѣръ или уничтожаться. При строгихъ требованіяхъ, предъявляемыхъ къ исполняемымъ издѣліямъ, отдѣлочная развертка служитъ очень не долго и въ такихъ случаяхъ примѣненіе расширяющихся развертокъ будетъ болѣе раціонально.



Фиг. 432.

На фиг. 432 представлена одна изъ конструкцій расширяющейся развертки; расширеніе производится введеніемъ внутрь конической пробки, которая раздвигаетъ рифты *aa*, а затѣмъ закрѣпляется въ любомъ положеніи гайкой *b*. Послѣ того какъ рифты раздвинуты, развертку натачиваютъ до надлежащаго размѣра и такимъ образомъ поддерживаютъ ея работоспособность болѣе долгое время.



Фиг. 433.

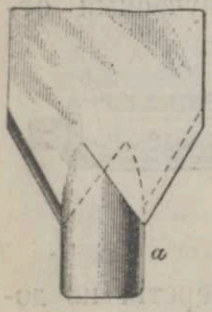
На фиг. 433 представлена развертка, у которой рифты вставлены въ прорѣзы съ наклонной нижней поверхностью. Переднія части рѣзцовъ сдѣланы въ видѣ крючковъ, которые надѣваются на кольцо *c* и затѣмъ нажимаются гайкой. Мѣняя кольцо *c*, можно перемѣщать рѣзцы вдоль прорѣзовъ и такимъ образомъ измѣнять размѣръ развертки въ весьма широкихъ предѣлахъ.

Помимо описанныхъ конструкцій существуетъ еще весьма много другихъ, изготовляемыхъ различными фабрикантами.

См. также, что сказано о разверткахъ на стр. 139 и далѣе.

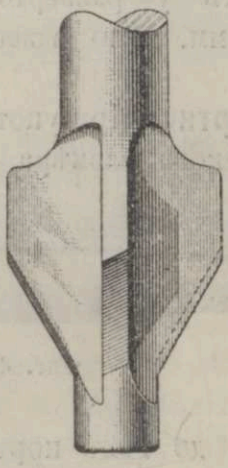
Раззенковки.

250. Во многихъ случаяхъ верхней части просверленнаго отверстія требуется придать коническою форму. Если матеріалъ равномѣренъ и поверхность издѣлія гладкая, то эту работу можно произвести обыкновеннымъ плоскимъ сверломъ, у котораго рѣжущія ребра заточены подъ надлежащимъ угломъ. Вообще же для этой работы лучше примѣнять спеціальное сверло, дающее болѣе точную и надежную работу.



Фиг. 434.

Фиг. 435.



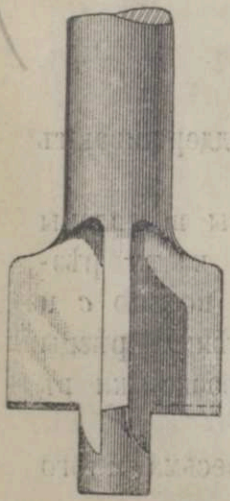
Фиг. 436.

На фиг. 434, представлено такое сверло. Главное его отличіе это шипъ *a*, входящій плотно въ отверстіе и дающій сверлу надежное направленіе. Иногда такое сверло выполняется и съ 4 рѣжущими ребрами, какъ показано на фиг. 435.

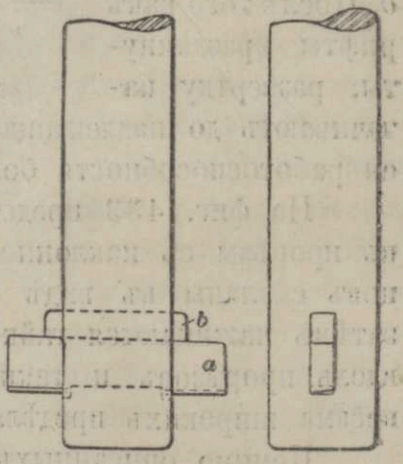
Если приходится раззенковать отверстіе различныхъ діаметровъ съ однимъ и тѣмъ же конусомъ, примѣняется сверло, изображенное на фиг. 436; здѣсь на шипъ *a* надѣвается кольцо *c*, которое придерживается шайбой *d* и шурупомъ *b*. Для различныхъ отверстій приходится мѣнять только кольцо *c*.

Разбуровки.

251. Если верхняя часть отверстія должна имѣть цилиндрическое уширеніе, таковое производится при помощи разбуровки, представленной на фиг. 437.


Фиг. 437.

Болѣе совершеннымъ орудіемъ будетъ разбуровка представлена на фиг. 438. Здѣсь въ цилиндрической полосѣ продѣлано прямоугольное отверстіе, въ которое вставляется рѣзецъ *a*, и заклинивается клиномъ *b*. Нижній конецъ полосы плотно входитъ въ отверстіе, которое желаютъ уширить, а размѣръ самаго уширенія опредѣляется размѣромъ рѣзца *a*, который долженъ быть правильно и симметрично заточенъ относительно оси полосы.

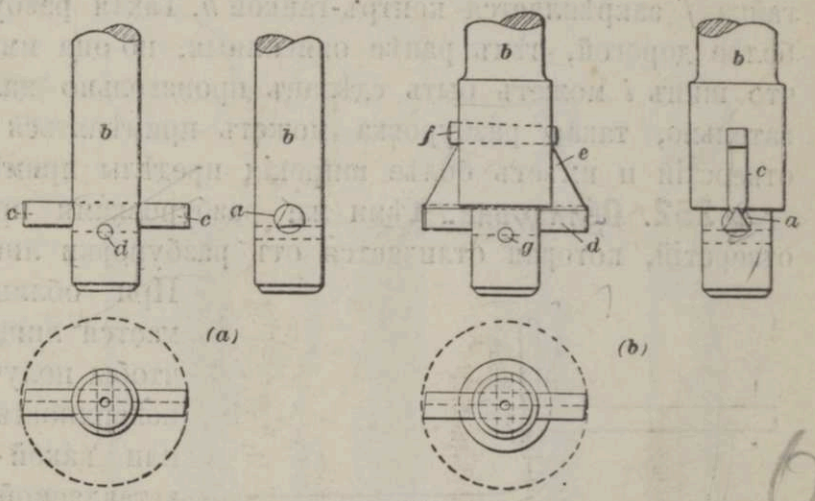


Фиг. 438.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда приходится разбуравливать на р

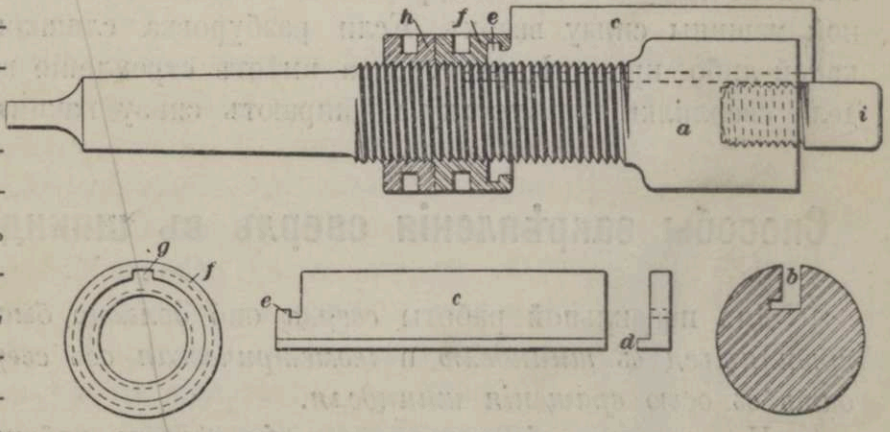
личную ширину, рѣзецъ *a* примѣняется *односторонній* и размѣръ уширенія отверстія будетъ зависѣть отъ того, насколько такой рѣзецъ выступаетъ изъ полосы.

На фиг. 439 *a* изображена разбуровка, удобная для мелкой работы. Въ полосѣ *b* просверлено отверстіе *a*, чрезъ которое проходитъ рѣзецъ *c*, закрѣпляющійся штифтомъ *d*. Полоса съ закрѣпленнымъ въ ней рѣзцомъ ставится на самоточку и рѣзецъ обтачивается до надлежащей величины, послѣ чего въ немъ опиливаются грани, чтобы получить рѣжущія ребра. Какъ видно, рѣзецъ получается не особенно прочный, вслѣдствіе чего для тяжелой работы подобная разбуровка не примѣняется, хотя поломка такого рѣзца не важна, такъ какъ его очень легко замѣнить другимъ.



Фиг. 439.

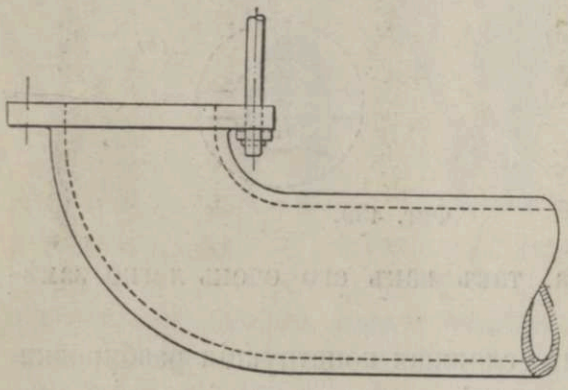
На фиг. 439 *b* представлена болѣе сложная конструкція разбуровки. Въ полосѣ *b* просверлено круглое отверстіе *a*, въ которое вкладывается рѣзецъ *d*, и отверстіе прямоугольное *c*, въ которое вкладывается упорка *e*. Въ верхней части рѣзца запиленъ уголокъ, который входитъ въ канавку, продѣланную въ нижней части упорки;—такое соединеніе не позволяетъ рѣзцу поворачиваться относительно своей оси. Отъ продольнаго передвиженія рѣзецъ удерживается штифтомъ *g*. Всѣ части закрѣпляются на мѣстѣ клиномъ *f*. Упорка *e* должна простираться во всю длину рѣзца, чтобы послѣдній не могъ прогибаться и чтобы можно было брать болѣе толстыя стружки. Рѣзцы, вставленные въ полосу, обтачиваются на токарномъ станкѣ до надлежащихъ размѣровъ. Имѣя запасъ рѣзцовъ и упорокъ различныхъ величинъ, а также запасъ колецъ, которые могли бы надѣваться на нижній конецъ полосы, такой инструментъ можетъ примѣняться для разбуровки различныхъ отверстій, различающихся по своимъ размѣрамъ въ довольно большихъ предѣлахъ.



Фиг. 440.

На фиг. 440 представлена еще одна конструкція разбуровки. Въ стержнѣ *a* имѣются прорѣзы *b*, въ которые вдвигаются рѣзцы *c*, имѣющіе заплечикъ *d* и на одномъ концѣ крючекъ *e*. Этимъ крючкомъ рѣзцы входятъ въ гайку *f*, которая опредѣляетъ ихъ положеніе въ продольномъ направленіи. Крючки *e* вводятся въ гайку *f* черезъ имѣющійся въ одномъ мѣстѣ вырѣзъ *g*. Когда рѣзцы установлены на надлежащемъ мѣстѣ, гайка *f* закрѣпляется контръ-гайкой *h*. Такая разбуровка хотя и является болѣе дорогой, чѣмъ ранѣе описанныя, но она имѣетъ то преимущество, что шипъ *i* можетъ быть сдѣланъ произвольно малой величины, слѣдовательно, такая разбуровка можетъ примѣняться и для очень малыхъ отверстій и имѣетъ болѣе широкія предѣлы примѣненія.

252. Облицовка. Тѣми же разбуровками производится облицовка отверстій, которая отличается отъ разбуровки лишь глубиной рѣзанія. При облицовкѣ, матеріалъ снимается лишь на такую глубину, чтобы получить гладкую опорную поверхность для гайки, заплечика или какой-либо другой детали, вставляемой въ отверстіе.



Фиг. 441.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходится производить *облицовку изъ-подъ низу*, какъ, напримѣръ, во флянцѣ колѣна (фиг. 441). Такая облицовка производится тѣмъ же инструментомъ. Послѣ того какъ отверстіе просверлено, черезъ него пропускаютъ полосу разбуровки, изъ-подъ низу вставляютъ рѣзцы и затѣмъ питаютъ шпиндель сверлильной машины снизу вверхъ. Если разбуровка слишкомъ тяжела или по какой-либо причинѣ разбуровка имѣетъ стремленіе выпасть изъ шпинделя сверлилки, разбуровку подпираютъ снизу какимъ-либо рычагомъ.

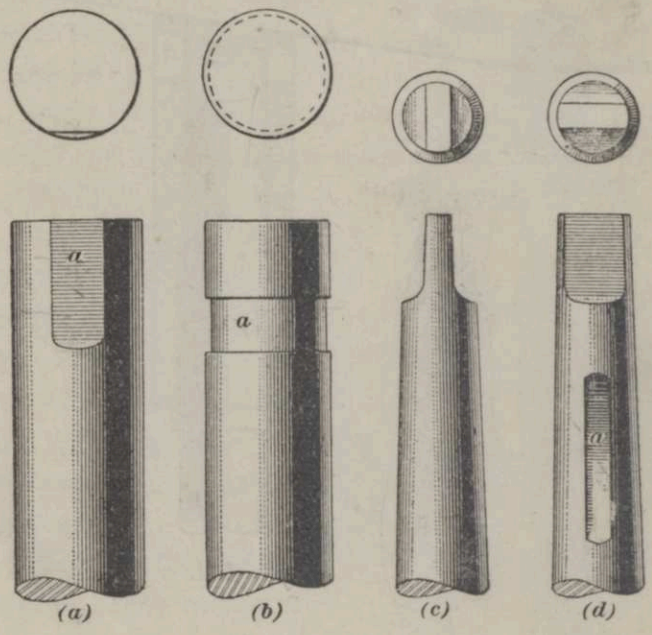
Способы закрѣпленія сверлъ въ шпинделѣ машины.

Для правильной работы *сверла* оно *должно быстро и прочно закрѣпляться въ шпинделѣ* и *геометрическая ось сверла должна совпадать съ осью вращенія шпинделя.*

Неудовлетвореніе перваго условія дѣлаетъ работу ненадежной и неудобной, а при неудовлетвореніи второго условія **сверло бьетъ** и работа получается неточная.

Очень часто приходится видѣть, что сверло имѣетъ четырехъгранный конецъ, которымъ и вставляется въ такое же граненое отверстіе въ шпиндѣлѣ. *Такая конструкція совершенно неправильна* и *не должна допускаться.* При граненомъ концѣ сверла невозможно добиться того, чтобы сверло не било. Конецъ сверла, который вставляется въ шпинделѣ, долженъ всегда представлять тѣло вращенія.

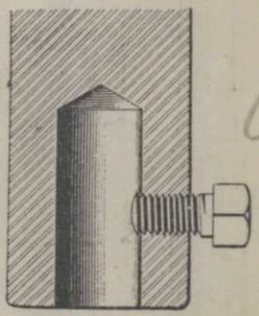
253. Форма верхняго конца у сверла. У плоскихъ сверлъ обыкновенно верхній конецъ имѣетъ форму цилиндра (фиг. 442*a-b*). На концѣ дѣлается плоская площадка (фиг. *a*) въ которую упирается нажимной винтъ патрона. Такъ какъ нажимной винтъ способенъ помять матеріалъ, въ который онъ упирается, и при этомъ сверло не будетъ свободно выниматься изъ патрона, то на тѣлѣ сверла дѣлается заточка *a* (фиг. 442*b*), въ это углубленіе и упирается нажимной винтъ.



Фиг. 442.

Правильно приготовленныя какъ плоскія, такъ и винтовыя сверла имѣютъ обыкновенно на верхнемъ концѣ конусъ (фиг. 442*c*). Различными строителями уклонъ конуса дѣлается различный, но разсчитанный такимъ образомъ, чтобы вставленный въ патронъ конусъ держался въ немъ при посредствѣ трения. Американскій заводъ Морза (The Morse Twist Drill Company) дѣлаетъ уклонъ около 0,05. Въ верхней части конуса дѣлается хвостъ (фиг. 442*c*), который вставляется въ соотвѣтствующую выемку въ патронѣ и предупреждаетъ вращеніе сверла. Съ тою же цѣлью нѣкоторые фабриканты дѣлаютъ на конусѣ канавку *a* для шпонки (фиг. 442*d*), въ которую входитъ шпонка патрона.

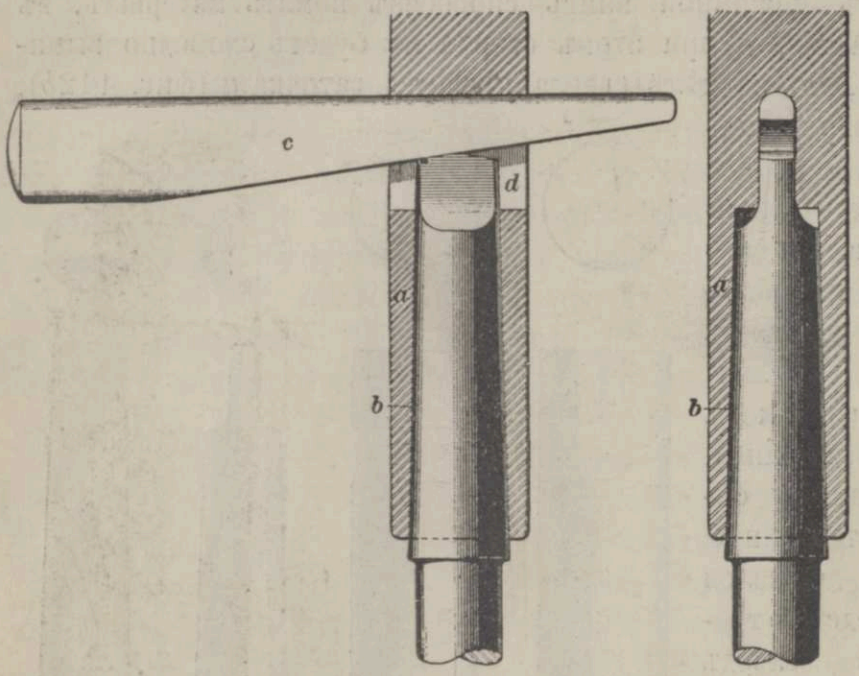
Наиболѣе старымъ является закрѣпленіе, представленное на фиг. 443. Въ шпинделѣ имѣется цилиндрическое отверстіе, въ которое вставляется такой же формы конецъ сверла и закрѣпляется нажимнымъ винтомъ. *Конструкція эта неудовлетворительна*; если сверло входитъ плотно въ отверстіе, его трудно вставлять, въ особенности когда сверло обомнется нажимнымъ винтомъ, если же размѣръ сверла и отверстія не точно соотвѣтствуютъ другъ другу, сверло легко можетъ бить и работа получается неточная.


Фиг. 443.

Въ настоящее время **всѣ лучшіе строители примѣняютъ закрѣпленіе при помощи конусовъ** (фиг. 444). Въ нижней части шпинделя *a* машины имѣется коническое отверстіе *b*, въ которое плотно входитъ заточенный на конусъ конецъ сверла. Конусъ дѣлается всегда одинъ и готъ же по размѣрамъ, предложеннымъ Морзомъ, съ уклономъ около 0,05, при чемъ достаточно сверло вставить рукой съ легкимъ толчкомъ, чтобы оно держалось въ конусѣ силой трения. Въ верхней части конуса сверло имѣетъ плоскій хвостъ, который входитъ въ соотвѣтствующій прорѣзъ въ шпин-

дѣлѣ. Этотъ хвостъ воспринимаетъ на себя вращающіе моменты и не позволяетъ сверлу вращаться внутри конуса.

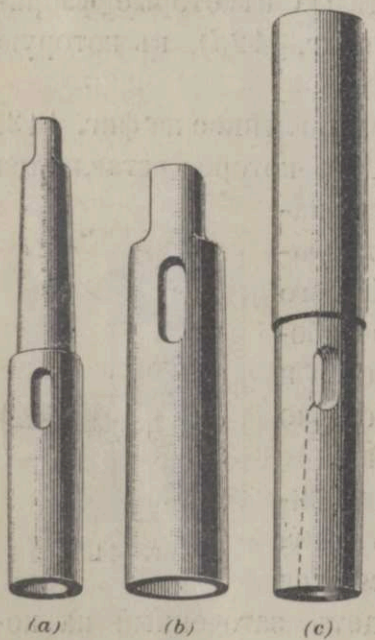
Для того, чтобы вынуть вставленное въ шпиндель сверло, въ прорѣзъ *d* вводятъ клинъ *c* и, загоняя его, вытѣсняютъ сверло изъ конуса.



Фиг. 444.

254. Промежуточные патроны. Такъ какъ сверла всѣхъ размѣровъ не могутъ подходить къ конусу, сдѣланному въ шпинделѣ сверлилки, то необходимо имѣть промежуточные патроны, изображенные на фиг. 445 *a* и *b*. Конусъ сверла приходится въ нижнее отверстіе такого патрона, а конусъ патрона приходится въ отверстіе шпинделя сверлилки.

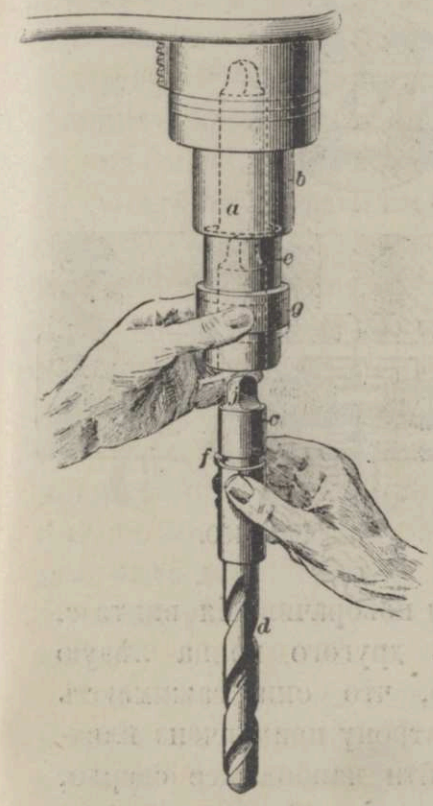
Такіе промежуточные патроны примѣняются также и въ тѣхъ случаяхъ, когда въ сверлилку хотятъ вставлять сверла съ концомъ другой формы, чѣмъ форма отверстія въ шпинделѣ. Напримѣръ, на фиг. 445*c* представленъ патронъ, который можетъ вставляться въ цилиндрическое отверстіе сверлилки, а въ него могутъ вставлять сверла съ коническимъ концомъ. Этотъ же конецъ можетъ быть заточенъ для пригонкѣ къ конусу ненормальнаго размѣра.



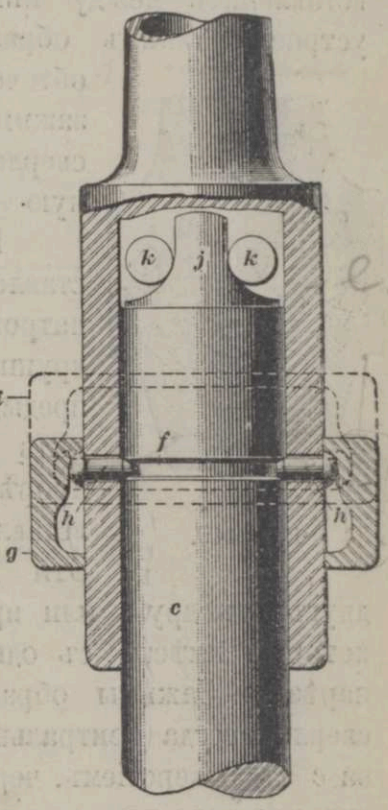
Фиг. 445.

255. Патронъ, допускающій вставку и выемку сверлъ на ходу. Чтобы вынуть сверло изъ описаннаго ранѣе патрона, необходимо остановить машину, на что требуется время. Для ускоренія работы предложенъ патронъ, допускающій перемѣну сверлъ на ходу. Какъ видно изъ фиг. 446 сверло вставляется въ патронъ *c*, который въ свою очередь вставляется въ патронъ *e*, закрѣпляющійся въ шпинделѣ *b* при помощи конуса *a*. Закрѣпленіе патрона *f* въ патронѣ *e* представлено въ большомъ видѣ на фиг. 447. Въ патронѣ *c* имѣется кольцевой прорѣзъ *f*, въ который заходятъ 2 штифта *hh*; эти

штифты держатся въ замкнутомъ положеніи и не позволяютъ патрону *c* выпасть, пока опущено кольцо *g*. Если же кольцо *g* приподнять до положенія *i*, какъ показано пунктиромъ, то штифты *hh* отчасти подъ вліяніемъ центробѣжной силы, отчасти вслѣдствіе давленія патрона *c* на скошенные концы штифтовъ, выдвигаются въ стороны и освобождаютъ патронъ *c*, послѣ чего онъ падаетъ внизъ. Слѣдовательно, для того чтобы вынуть на ходу сверло, нужно приподнять одной рукой кольцо *g*, какъ показано на фиг. 446, а другой рукой схватить выпадающее при этомъ сверло съ патрономъ *c*. На концѣ патрона *c* имѣется плоскій хвостъ *j*, который заходитъ между двумя штифтами *kk* и не позволяетъ патрону вращаться.

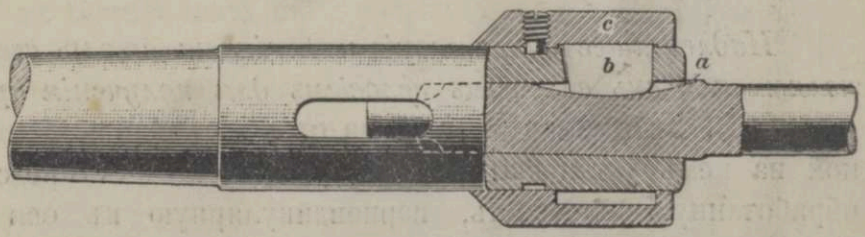


Фиг. 446.



Фиг. 447.

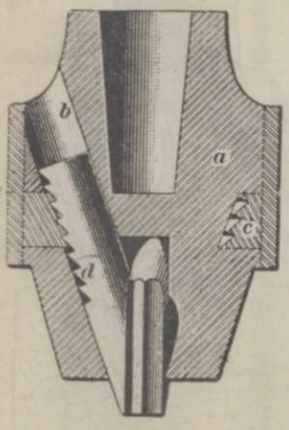
256. Закрѣпленіе шпонкой. При тяжелой работѣ крутящія усилія бываютъ настолько велики, что хвосты сверлъ не въ состояніи сопротивляться имъ, и свертываются. Въ такихъ случаяхъ въ добавокъ къ хвосту полезно прибавлять шпонку, какъ показано на фиг. 448. Шпонка *b* проходитъ черезъ прорѣзъ въ шпинделѣ и входитъ въ канавку, сдѣланную въ конусѣ сверла. Канавка обыкновенно продѣлывается фрезеромъ и имѣетъ очертаніе окружности. Шпонка закрѣпляется кольцомъ *c*, которое имѣетъ внутри эксцентричную проточку. Если кольцо *c* повернуть на нѣкоторый уголъ, то противъ шпонки станетъ болѣе широкая проточка и шпонка можетъ выйти въ сторону. При такомъ положеніи кольца сверло вынимается, какъ изъ обыкновеннаго патрона. Это приспособленіе можетъ быть примѣнено къ любому сверлу, стоитъ только на его конусѣ прорѣзать канавку.



Фиг. 448.

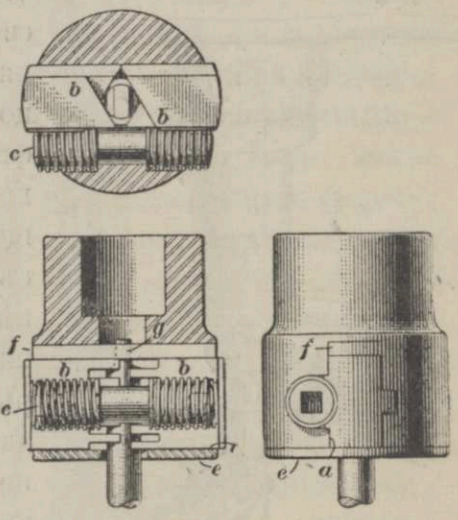
257. Универсальные патроны. Для закрѣпленія небольшихъ сверлъ употребляются обыкновенно универсальные патроны. Одна изъ конструк-

ціи такого патрона представлена на фиг. 449. Самый патронъ *a* прикрѣпляется при помощи конуса къ шпинделю сверлилки. Въ тѣлѣ патрона имѣются три прорѣза *b*, въ которые вставлены прихватки *d*. На внѣшней поверхности прихватокъ имѣется винтовая нарѣзка, на которую навинчивается гайка, соединенная съ внѣшнимъ кольцомъ *e*. При поворачиваніи гайки зажимы расходятся или сходятся вмѣстѣ и зажимаютъ вставленное между ними сверло. Патронъ устроенъ такимъ образомъ, что правильно обточенный конецъ сверла зажимается центрально и сверло получаетъ правильную ось вращенія.



Фиг. 449.

На фиг. 450 представленъ универсальный патронъ для сверлъ болѣе крупнаго размѣра, чѣмъ предыдущій патронъ. Въ тѣлѣ патрона *f* сдѣланъ прорѣзъ *a*, въ который вставлены два зажима *bb*. Эти зажимы удаляются другъ отъ друга или приближаются при помощи поворачиванія винта *c*, который имѣетъ съ одного конца правую, а съ другого конца лѣвую нарѣзку. Зажимы обработаны такимъ образомъ, что они зажимаютъ сверло всегда центрально. Въ нижней части къ патрону привинчена плитка *e* съ отверстіемъ, черезъ которое можетъ пройти наибольшее сверло, для котораго приготовленъ патронъ. Надъ зажимами *b* имѣется плитка *g*, въ которой продѣланъ прорѣзъ. Въ этотъ прорѣзъ входятъ плоскіе хвосты сверлъ, непозволяющіе сверламъ вертѣться внутри патрона.



Фиг. 450.

Способы установки издѣлій на сверлильныхъ станкахъ.

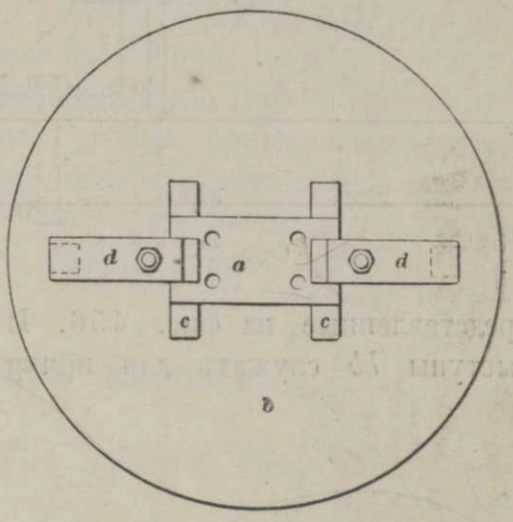
Надлежащее закрѣпленіе издѣлія на столѣ сверлильной машины является очень важнымъ условіемъ для полученія правильной работы.

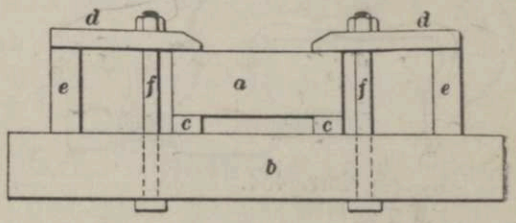
258. Установка издѣлія на столѣ сверлильнаго станка. Для удобной на немъ установки издѣлій столъ долженъ представлять правильно обработанную плоскость, перпендикулярную къ оси вращенія сверла. Столъ долженъ быть снабженъ отверстіями или особыми прорѣзами, для пропуска болтовъ, которыми прикрѣпляются издѣлія къ столу.

Для примѣра разсмотримъ прикрѣпленіе къ столу наиболѣе простой детали, правильно обстроганной плитки *a* (фиг. 451), въ которой нужно просверлить четыре отверстія. Плитка *a* кладется на подкладки *cc* (правильно обработанныя, одинаковаго размѣра), чтобы подъ плиткой оставалось свободное пространство и проходящее насквозь сверло не портило стола. Прижимается издѣліе прихватками *d*, опирающимися на подставки

e, такой высоты, чтобы прихватка лежала параллельно столу; прихватки притягиваются болтами *f*, расположенными возможно близко къ издѣлію, такъ какъ при этомъ получается большая сила нажатія на издѣліе.

Этотъ примѣръ указываетъ главныя условія установки издѣлій: *издѣліе должно быть такъ установлено, чтобы оси подлежащихъ просверливанію отверстій были параллельны оси шпинделя, и издѣліе должно быть прочно прикрѣплено къ столу, при этомъ нужно заботиться о томъ, чтобы при закрѣпленіи издѣліе не было покороблено.*

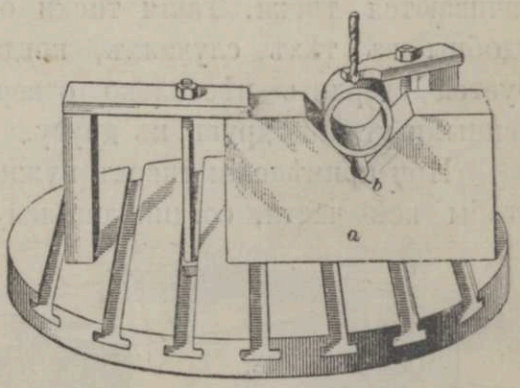




Фиг. 451.

Издѣлія неправильной формы, которыя не могутъ найти надлежащей опоры непосредственно на плоскомъ столѣ, должны быть установлены при помощи подкладокъ, домкратиковъ и другихъ приспособленій, о которыхъ было уже говорено при описаніи строгальныхъ работъ. Очень большія издѣлія, не помѣщающіяся на столѣ, должны быть такъ подперты на полу, чтобы свѣшивающіяся части не кривили всего издѣлія.

Для установки цилиндрическихъ издѣлій очень удобны подкладки съ угловымъ прорѣзомъ (фиг. 452). Такія подкладки должны быть парныя и точно обработаны; вообще ихъ лучше имѣть достаточно широкими, чтобы небольшія издѣлія можно было положить на одну подкладку, какъ показано на фиг. 452, гдѣ сама подкладка *a*, прижата къ столу прихваткой, а къ ней издѣліе прижато другой прихваткой. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ можно подкладку и не прикрѣплять къ столу, ограничиваясь одной прихваткой, прижимающей издѣліе. Углубленіе *b* въ углу прорѣза сдѣлано для большаго удобства при обстрожкѣ подкладки. Наклонъ сторонъ прорѣза съ горизонтомъ обыкновенно берется въ 45°.

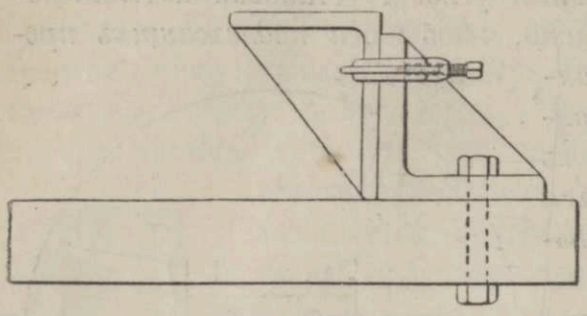


Фиг. 452.

Очень часто для просверливанія деталей съ плоскими поверхностями пользуются **угольникомъ**, привернутымъ къ столу, а къ угольнику издѣліе привертывается, какъ показано на фиг. 453 — при помощи струбцинокъ. Если издѣліе слишкомъ свѣшивается, то свѣшивающаяся часть должна быть кромѣ того подперта домкратиками или какъ-нибудь иначе, чтобы она не провисала.

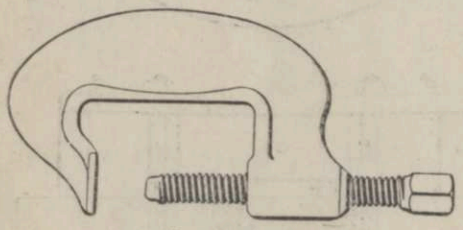
Конструкція струбцинокъ для привертыванія показана на фиг. 454.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, при массовомъ производствѣ бываетъ выгодно приготовлять **угольники спеціальной формы**, которые бы болѣе соотвѣтствовали изготовляемымъ издѣліямъ. Такъ на фиг. 455 представленъ угольникъ *b* съ острымъ угломъ, къ которому удобно привертываются такія же издѣлія *a*, подставляя сразу поверхность для сверленія въ горизонтальной плоскости.

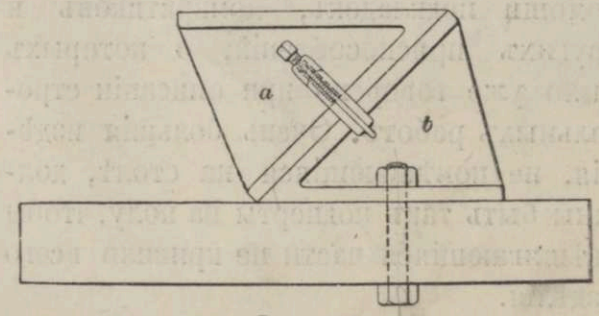


Фиг. 453.

Во многихъ случаяхъ издѣліе очень удобно зажимать въ **тиски**, представленные на фиг. 456. Издѣліе зажимается между губами *aa*, а выступы *bb* служатъ для прикрѣпленія тисокъ къ столу сверлилки.



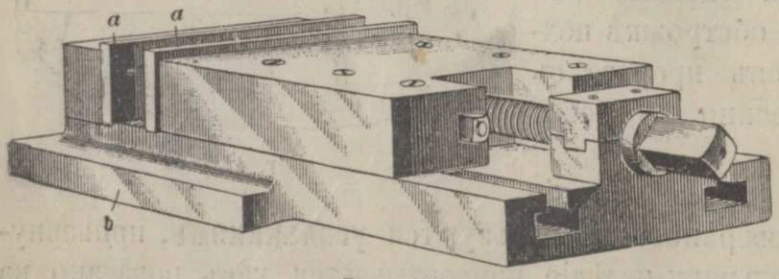
Фиг. 454.



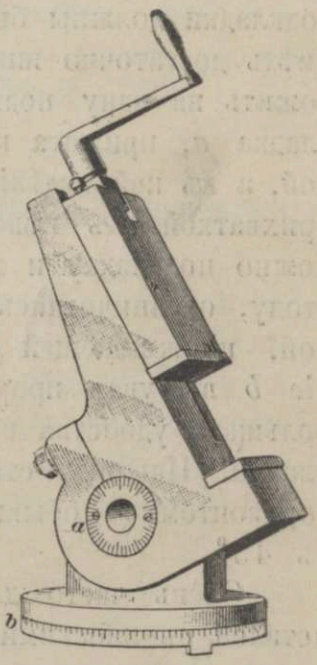
Фиг. 455.

На фиг. 457 представлены **универсальные тиски**, которыя, закрѣпивъ нижнюю часть къ столу, можно затѣмъ поворачивать около вертикальной и горизонтальныхъ осей. Окружности *a* и *b* раздѣлены на градусы, чтобы можно было видѣть, на какой уголъ поворачиваются тиски. Такія тиски оказываются очень удобны въ тѣхъ случаяхъ, когда въ издѣліи требуется сверлить нѣсколько отверстій подъ опредѣленными углами другъ къ другу.

При примѣненіи тисокъ нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы всѣ части, соединяющіяся между собой при



Фиг. 456.



Фиг. 457.

помощи винтовъ, были плотно подтянуты, чтобы зажатая въ тискахъ вещь сохраняла надежно приданное ей положеніе.

259. Одновременное сверленіе деталей. Если въ двухъ или нѣсколькихъ деталяхъ нужно просверлить отверстія, которыя при наложеніи деталей совпадали бы другъ съ другомъ, то такія отверстія нужно сверлить одновременно во всѣхъ деталяхъ, свинчивая ихъ вмѣстѣ, при этомъ получается болѣе точная работа, и устраняется дальнѣйшая приладка деталей, обыкновенно очень трудная и дорогая.

260. Сверленіе въ массовомъ производствѣ. При массовомъ производствѣ деталей необходимо примѣнять особыя приспособленія такъ назыв. **кондукторы,** при помощи которыхъ отверстія могли бы сверлиться точно на соотвѣтствующихъ мѣстахъ, безъ предварительной размѣтки. Устройство такихъ кондукторовъ будетъ описано ниже.

Типы сверлильныхъ машинъ.

На фиг. 402 былъ приведенъ самый простой типъ сверлильнаго станка лишь для того, чтобы указать главныя составныя части всякой сверлилки. На самомъ дѣлѣ въ зависимости отъ исполняемыхъ на машинѣ работъ она можетъ получать различныя добавленія, дѣлающія машину болѣе сложной, но въ то же время и болѣе приспособленной для данной работы.

Для большаго удобства установки издѣлій **столъ** сверлилки выполняется такимъ образомъ, что его можно подымать на различную высоту, отодвигать и приближать къ станинѣ, поворачивать около станины, поварачивать около вертикальной и горизонтальной осей.

Механизму, сообщающему движеніе, придаютъ такую конструкцію, чтобы сверлу можно было придавать различныя скорости, такъ какъ эти скорости выбираются, сообразуясь съ матеріаломъ, въ которомъ сверлятся отверстія, и съ размѣромъ сверла. Понятно, что, преслѣдуя одну и ту же скорость рѣзанія, маленькому сверлу нужно сообщить большее число оборотовъ, чѣмъ сверлу большого діаметра.

Точно также въ сверлилкѣ долженъ быть **механизмъ для питанія сверла,** чтобы не было необходимости производить питаніе рукой, а чтобы оно могло производиться *автоматично* и съ *различными скоростями.*

Во многихъ случаяхъ удобно имѣть **передвижной шпиндель** машины, чтобы можно было, разъ установивъ тяжелое издѣліе, сверлить въ немъ въ различныхъ мѣстахъ отверстія, не передвигая издѣлія, а переставляя шпиндель.

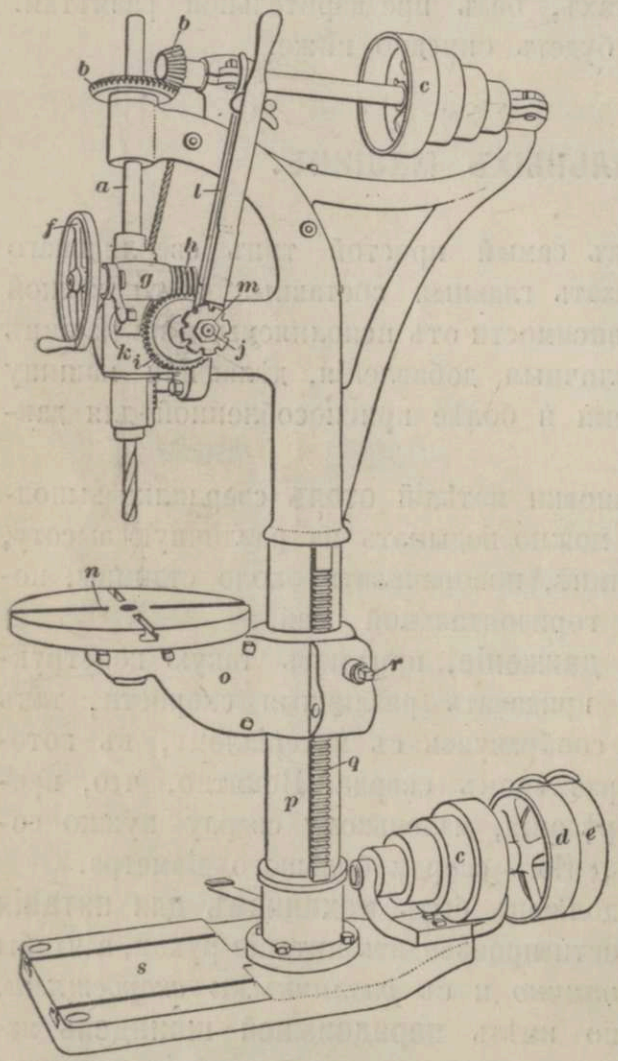
Принимая во вниманіе эти требованія, а также и нѣкоторыя другія, были выработаные различны типы сверлильныхъ машинъ, къ описанію которыхъ мы и перейдемъ.

261. Сверлилка для средней работы. На фиг. 458, представлена сверлилка, назначенная для легкой и средней работы; такая машина должна быть почти во всякой механической мастерской.

Движеніе шпинделю *a* передается при помощи пары коническихъ шестерней *bb* и ступенчатыхъ шкивовъ *cc.* Перекидывая ремень съ одной

ступени на другую, можно измѣнять число оборотовъ шпинделя въ довольно широкихъ предѣлахъ. Остановъ машины производится, переводя ремень съ коренного шкива d на холостой e. Въ новѣйшихъ конструкціяхъ, приспособленныхъ для быстрорѣжущей стали, ступенчатые шкивы замѣняются однимъ шкивомъ, а различныя скорости сообщаются при помощи перебора, состоящаго изъ шестерней заключенныхъ въ коробку, какъ это дѣлются въ самоточкахъ, (см. стр. 172).

Питаніе въ этой машинѣ производится при помощи червячной передачи, что позволяетъ питать сверло съ большей силой, чѣмъ при помощи рычага, и получать болѣе энергичное сверленіе. Ось червяка помѣщается въ подшипникѣ g и приводится во вращеніе маховичкомъ f. Червякъ h находится въ зацѣпленіи съ червячнымъ колесомъ i; на томъ же валу, какъ и червячное колесо, сидитъ шестерня, зацѣпляющаяся съ рейкой шпинделя. При сверленіи небольшихъ отверстій, когда не требуется сильнаго нажатія на сверло, червячная передача можетъ быть выключена и питаніе можетъ производиться при помощи рычага. Для выключенія червячной передачи въ подшипникѣ g вставлена эксцентричная втулка, которую можно поворачивать при помощи кривошипика k. На фиг. 459 представленъ разрѣзъ втулки g. Здѣсь a валъ червяка, b—эксцентричная втулка, c—тѣло подшипника g, d—червячное колесо. Когда части находятся въ положеніи, изображенномъ на чертежѣ, червякъ зацѣпляется съ колесомъ; если же втулку b повернуть на 180^0, червякъ выйдетъ изъ зацѣпленія, и тогда валъ j, на которомъ сидитъ колесо m, можно поворачивать рычагомъ. Рычагъ дѣйствуетъ на зубчатое колесико m (фиг. 458), сцѣпляясь съ нимъ посредствомъ защелки l, которую можно выводить изъ зацѣпленія, нажимая на верхнюю рукоятку;—въ такомъ положеніи защелка можетъ удерживаться особымъ замкомъ, помѣщающимся въ верхней части рычага.

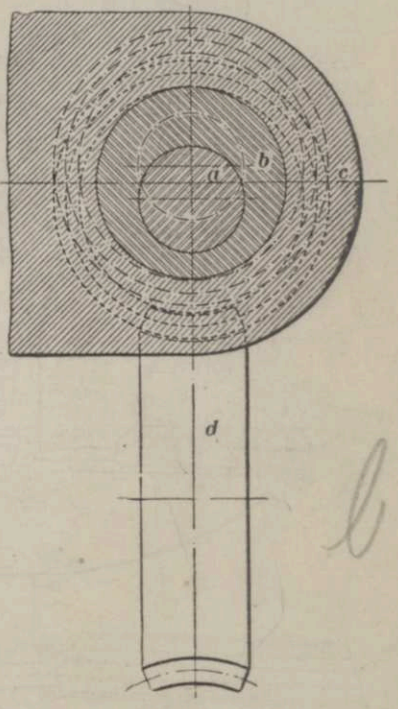


Фиг. 458.

Столъ n, на которомъ устанавливается издѣліе, можетъ поворачиваться около своей оси; вмѣстѣ съ поддержкой o можетъ поворачиваться около колонны p, и можетъ подыматься и опускаться, опираясь на рейку

q; которая перемѣщается вмѣстѣ со столомъ вокругъ колонны; это передвиженіе сообщается при помощи червяка и конической передачи, вращая валъ r. Послѣ установки стола въ нужное положеніе, всѣ зажимы должны быть прочно закрѣплены. На основной плитѣ машины имѣется еще добавочный столъ s, на который могутъ быть устанавливаемы болѣе громоздкіе предметы, которые не помѣщаются на верхнемъ столѣ.

Для того чтобы столъ можно было передвигать, подвижныя соединенія должны быть нѣсколько ослаблены; когда же столъ установленъ въ надлежащее положеніе, то всѣ такія соединенія должны быть снова подтянуты и закрѣплены; *при этомъ закрѣпленіи издѣліе снова можетъ нѣсколько перемѣститься*, такъ что *передъ сверленіемъ правильное положеніе издѣлія необходимо провѣрить* и если окажется неточность, то снова, нѣсколько отпустивъ болты, внести соотвѣтствующія поправки. *Если производить сверленіе на не закрѣпленныхъ частяхъ*, то въ *результатѣ получится неточная работа, такъ какъ при ослабленныхъ соединеніяхъ отдѣльныя части машины не будутъ находиться между собой подъ надлежащими углами*: поверхность стола не будетъ перпендикулярна къ оси шпинделя и т. д.



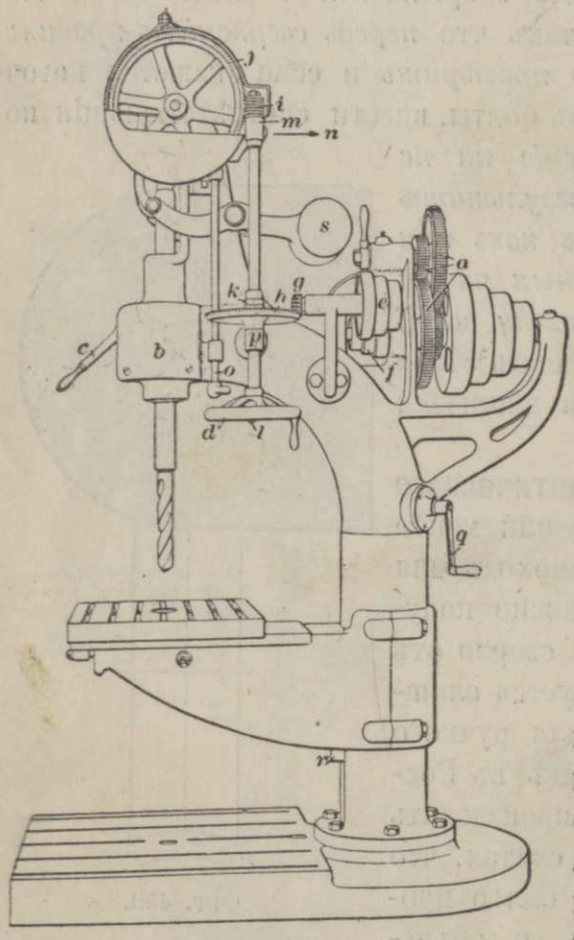
Фиг. 459.

262. Преимущество автоматическаго питанія. Всѣ сверлилки для болѣе или менѣе тяжелой работы должны имѣть самоходъ для питанія. При легкой работѣ еще можно получить достаточно сильное нажатіе на сверло отъ руки, но при тяжелой работѣ требуется слишкомъ большое усиліе, непосильное для ручного питанія. У рабочихъ, особенно у насъ въ Россіи, имѣется большая склонность производить питаніе на сверлилкахъ отъ руки, считая, что при ручномъ питаніи работа идетъ болѣе производительно, но это неправильно, и объясняется просто неумѣньемъ пользоваться машиной;—обыкновенно ставятъ слишкомъ слабое питаніе, боясь испортить издѣліе. Вина въ этомъ не машины и не автоматическаго питанія, а рабочаго, который не умѣетъ машиной пользоваться надлежащимъ образомъ. Питаніе всегда должно производиться автоматично и съ такой силой, съ какой только можетъ выдержать сверло, чего невозможно достичь при ручномъ питаніи и при употребленіи сверлъ большого діаметра.

Автоматическое питаніе имѣетъ преимущество передъ ручнымъ питаніемъ для сверлъ всѣхъ размѣровъ. При ручномъ питаніи сверло стремится проскочить насквозь слишкомъ быстро при проходѣ сверла насквозь, и это часто ведетъ къ поломкѣ сверлъ. То же самое происходитъ, если сверло попадаетъ въ имѣющуюся въ матеріалѣ отдулину. Кромѣ того *полная равномѣрность питанія способствуетъ тому, что сверло*

болѣе долго сохраняетъ свои рѣжущія качества. Но при автоматическомъ питаніи необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы сверло было въ полной исправности, и *нельзя пускать въ работу сверлъ, неправильно заточенныхъ и уже притупленныхъ.*

263. Типъ тяжелой сверлилки. На фиг. 460 п редставленъ типъ сверлилки для болѣе тяжелой работы. Чтобы получить большее число различныхъ скоростей, въ добавокъ къ ступенчатымъ шкивамъ введенъ переборъ (см. стр. 94). Питаніе сверла можетъ производиться быстро при помощи рычага *c*; болѣе медленно отъ руки, вращая маховичекъ *d*, и отъ привода при помощи ремня, перекинутаго черезъ ступенчатые шкивы *ef*, коническую передачу *gh* и червячную передачу *ij*. Если желаютъ питать отъ руки, выключаютъ шестерню *h*, разцѣпляя зубчатую муфточку *k* при помощи штифта *l*, проходящаго внутри вала. Если желаютъ передвигать шпиндель рычагомъ *c*, то предварительно нужно выключить червячное зацѣпленіе *i*, для чего поворачиваютъ валикъ *o* и отодвигаютъ подшипникъ *m* по направленію стрѣлки *n*, при чемъ поворачивается опора *p*, закрѣпленная на горизонтальномъ шипѣ.



Фиг. 460.

Контръ-грузъ *s* уравновѣшиваетъ вѣсъ шпинделя. Столъ можетъ вращаться около колонны, можетъ передвигаться по направленію радіуса, подниматься и опускаться; послѣднее перемѣщеніе совершается при помощи рукоятки *q*, которая зубчатыми колесами передаетъ вращеніе вертикальному винту внутри колонны, а винтъ сообщаетъ перемѣщеніе гайкѣ, на которую опирается поперечина, поддерживающая столъ [1]).

264. Радіальная сверлилка. На фиг. 461 представленъ типъ радіальной сверлилки, назначенной для сверленія такихъ предметовъ, ко-

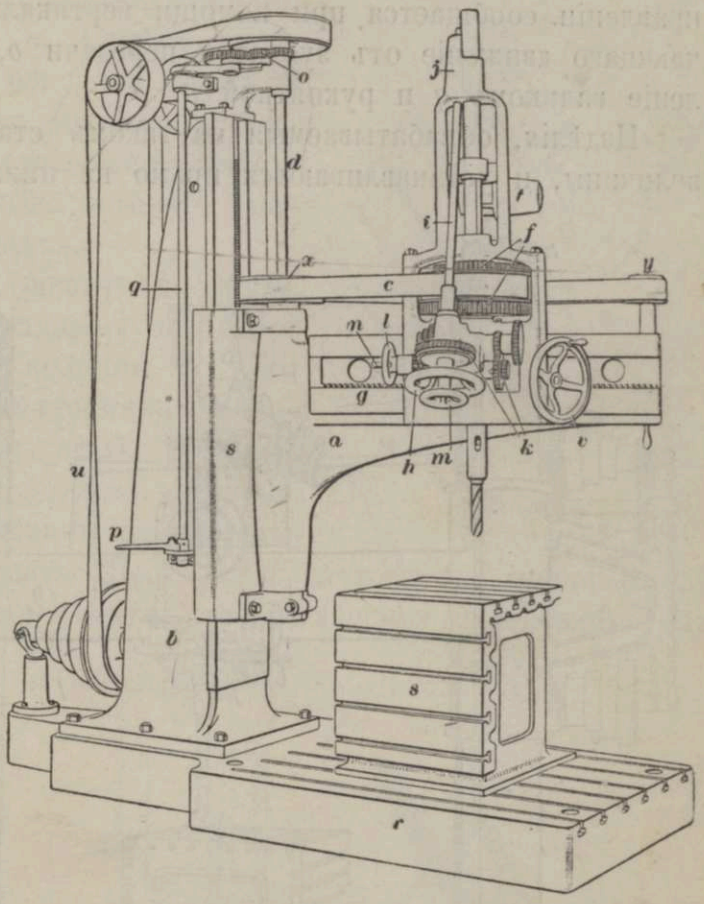
---

[1]) Въ послѣднее время стали строить еще болѣе солидныя сверлилки такого типа для работы со сверлами изъ быстрорѣжущей стали. Заводъ Colburn machine Tool Company, Franklin, Pa. выпускаетъ сверлилки, приводимыя въ движеніе непосредственно электроматорами. На такихъ сверлилкахъ, при сверленіи въ чугунѣ, сверло діам. 1″ дѣлало 520 оборот. въ мин. и питалось на 0,06″ при каждомъ оборотѣ, такъ что въ 1 минуту высверливалось отверстіе глубиной въ 31,$_2$″, (скорость рѣзанія на внѣшней поверхности сверла 169 фут. въ минуту; сверло не портится).

Сверло діам. 3″ дѣлало 262 об. въ мин. (скорость рѣзанія 205 фут. въ мин.); питаніе 0,06″ при 1 оборотѣ въ 1 минуту просверливалось отверстіе глубиной 15″. — Подробности и описаніе машины см. American Machinist., стр. 1189, іюль—1910 г.

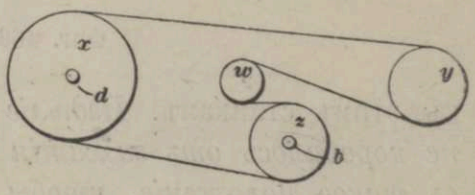
торые неудобно переставлять на столѣ или вмѣстѣ со столомъ, и потому необходимо, оставляя издѣліе неподвижнымъ, переставлять шпиндель машины отъ одного отверстія къ другому.

На вертикальной стойкѣ *b* передвигаются вверхъ и внизъ *салазки s*; на этихъ салазкахъ въ двухъ подшипникахъ закрѣплена поворачивающаяся *поперечина a*, по горизонтальнымъ направляющимъ *g* этой поперечины передвигается *головка*, въ которой закрѣпленъ шпиндель машины. Передача движенія производится отъ ступенчатаго шкива контръ-привода къ ступенчатому шкиву машины, затѣмъ при помощи ремня *u* движеніе передается вертикальному валу *d*. На валу *d* на подвижной шпонкѣ насаженъ шкивъ *x*, отъ котораго, ремнемъ *c*, движеніе сообщается шпинделю или непосредственно или при помощи перебора *f*. Схема расположенія ремня *c* изображена на фиг. 462. Здѣсь шкивъ *x* сидитъ на валу *d*; шкивъ *y* сидитъ на другомъ концѣ поперечины, а шкивъ *z* сидитъ на шпинделѣ *b*; *w*—отводный шкивъ. При такомъ устройствѣ головка машины, на которой помѣщаются шкивы *z* и *w*, можетъ перемѣщаться отъ шкива *x* къ шкиву *y*, не нарушая условій передачи ремнемъ *c*.



Фиг. 461.

Въ нѣкоторыхъ станкахъ передача движенія производится безъ посредства ремня, а при помощи зубчатой передачи отъ вала, помѣщеннаго въ центрѣ колонны, какъ показано на фиг. 465.



Фиг. 462.

Перемѣщеніе головки вдоль поперечены (фиг. 461) производится при помощи маховичка *v*, приводящаго во вращеніе червякъ, зацѣпляющійся съ рейкой *g*.

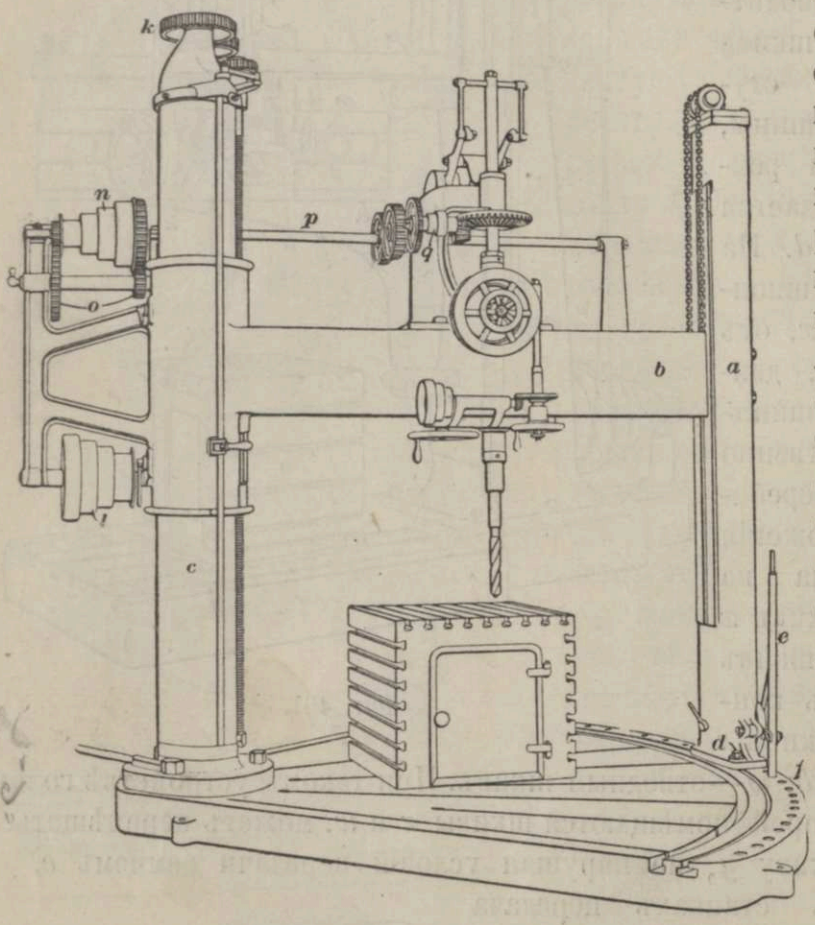
Питаніе отъ руки производится поворачиваніемъ маховичка *h*, который вращаетъ валъ *i* и насаженный на его верхнемъ концѣ червякъ *j*, сцѣпляющійся съ рейкой шпинделя.

Питаніе отъ привода производится при помощи червячной передачи на шпинделѣ, затѣмъ зубчатой передачи *k* и второй червячной

передачи k. Включать или выключать червячную передачу k можно при помощи маховичковъ m и l; переставлять переборъ можно штифтомъ n.

Въ машинахъ большого размѣра обыкновенно имѣется приспособленіе для передвиженія головки отъ привода вдоль поперечины a, что производится при помощи ходового винта, получающаго движеніе отъ вертикальнаго вала d. Передвиженіе салазкамъ s въ вертикальномъ направленіи сообщается при помощи вертикальнаго ходового винта, получающаго движеніе отъ зубчатой передачи o, которая вводится въ зацѣпленіе валикомъ q и рукояткой p.

Издѣлія, обрабатываемыя на такомъ станкѣ, обыкновенно большой величины, и устанавливаются прямо на нижней плитѣ r. Для издѣлій же меньшаго размѣра станокъ снабжается еще и столомъ s, къ которому издѣлія могутъ прикрѣпляться какъ съ боковой стороны, такъ и устанавливаться на верхней площадкѣ. Тяжелыя издѣлія держатся достаточно прочно треніемъ отъ собственнаго вѣса; но если стружку берутъ очень крупную, или если почему-либо издѣліе склонно скользить, то его лучше прикрѣплять къ столу болтами и прихватками.



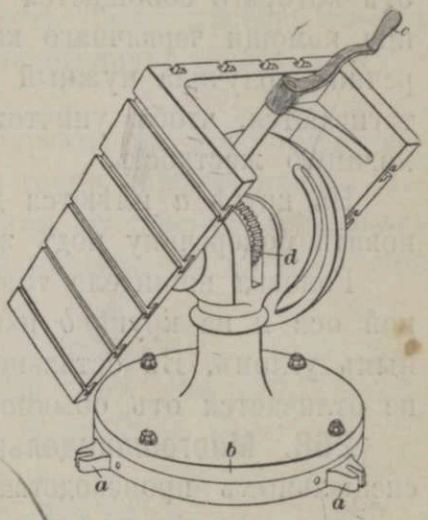
Фиг. 463.

Все, что было сказано ранѣе объ установкѣ издѣлій, относится также и къ этимъ станкамъ. *Издѣліе нужно устанавливать такъ, чтобы оно не коробилось отъ зажатія прихватками, и стараться ставить его въ такое положеніе, чтобы можно было просверлить возможно большое число отверстій, не переставляя издѣлія,* чѣмъ значительно сокращается время работы.

Радіальная сверлильная машина имѣетъ очень широкое примѣненіе, и для обыкновенныхъ работъ даетъ вполнѣ удовлетворительные результаты; но если требуется работа особо высокой точности, описанный типъ машины оказывается неудовлетворительнымъ, такъ какъ вслѣдствіе сильно выступающей поперечины она способна пружинить и вслѣдствіе

этого давать не вполнѣ точную работу. Для устраненія этого неудобства въ такихъ случаяхъ, гдѣ требуется особо точная работа, примѣняется радіальная сверлилка съ внѣшней стойкой.

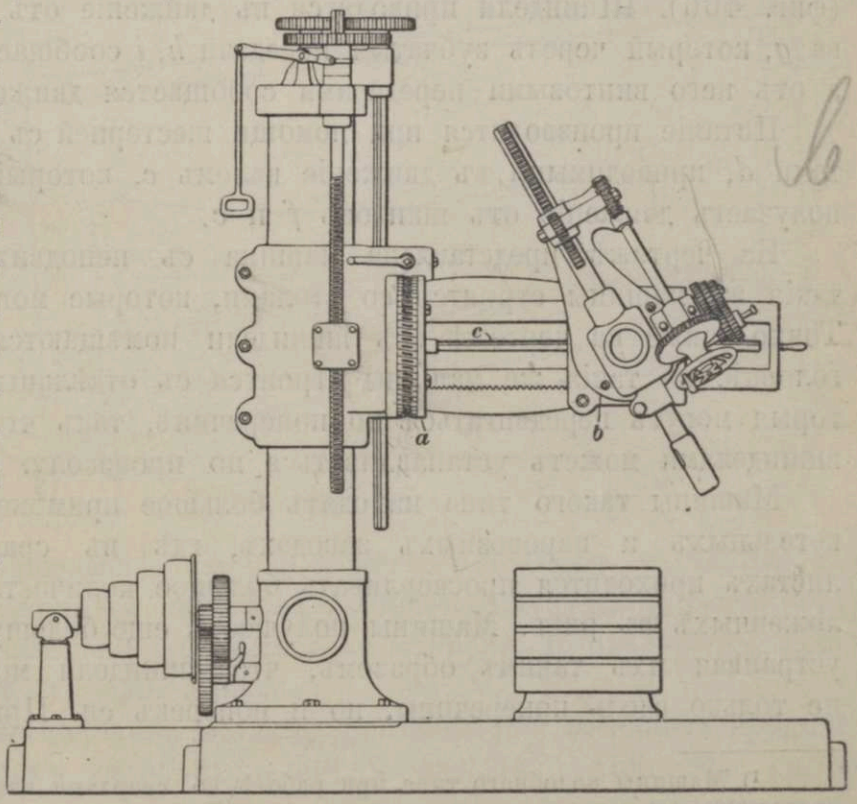
265. Радіальная сверлилка съ внѣшней стойкой (фиг. 463). Эта машина отличается отъ ранѣе описанной тѣмъ, что поперечина *b* поддерживается съ внѣшняго конца стойкой *a*. Стойка перемѣщается по кругу по основной плитѣ и закрѣпляется въ желаемомъ положеніи болтами *d*. Для облегченія передвиженія имѣется рычагъ *e*, нижній конецъ котораго упирается въ отверстія въ плитѣ.



Фиг. 464.

Движеніе сообщается шкиву (не показанному на чертежѣ), сидящему на валу, расположенному по оси колонны *c*. Отъ этого вала коническими шестернями движеніе передается ступенчатому шкиву *l*, а отъ него ремнемъ шкиву *n*, затѣмъ движеніе передается или непосредственно или черезъ переборъ валу *p* и шпинделю. Шестерни *k* служатъ для сообщенія движенія вертикальному ходовому винту, передвигающему поперечину колонны въ вертикальномъ направленіи.

266. Универсальный столъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется сверлить отверстія подъ различными углами, удобно примѣнять на радіальной сверлилкѣ универсальный столъ (фиг. 464). Основаніе стола привертывается при посредствѣ ушковъ *aa* къ основанію машины. Столъ можетъ поворачиваться около своей вертикальной оси, а также около горизонтальной, при посредствѣ червячнаго колеса *d* и червяка, повертываемаго рукояткой *c*.



Фиг. 465.

267. Универсальная радіальная сверлилка (фиг. 465). Очень удобна въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится сверлить отверстія подъ различными

углами и въ то же время издѣліе настолько велико, что его нельзя установить на универсальномъ столѣ. Конструкція такого станка отличается отъ обыкновенной радіальной сверлилки тѣмъ, что поперечина можетъ вращаться около своей оси или въ данномъ случаѣ около вала c, отъ котораго сообщается движеніе шпинделю. Вращеніе производится при помощи червячнаго колеса a и червяка съ рукояткой. Когда поперечина получила нужный поворотъ, болты подвижныхъ соединеній затягиваются, чтобы уничтожить зазоры и сообщить всей системѣ необходимую жесткость.

На кругѣ a имѣются дѣленія, руководствуясь которыми легко установить поперечину подъ желаемымъ угломъ.

Головка шпинделя тоже можетъ поворачиваться около горизонтальной оси и на кругѣ b нанесены дѣленія для установки ея подъ нужнымъ угломъ. Въ остальномъ конструкція ясна изъ чертежа и ничѣмъ не отличается отъ обыкновенной сверлильной машины [1]).

268. Многошпиндельныя сверлильныя машины. Въ нѣкоторыхъ спеціальныхъ производствахъ оказываются очень выгодными сверлилки, снабженныя нѣсколькими шпинделями, такъ что рабочій можетъ въ установленномъ издѣліи сверлить сразу нѣсколько отверстій. Такія машины бываютъ различныхъ типовъ.

269. Сверлилка со шпинделями, расположенными въ одинъ рядъ (фиг. 466). Шпиндели приводятся въ движеніе отъ ступенчатаго шкива g, который черезъ зубчатыя передачи h, i сообщаетъ вращеніе валу a, а отъ него винтовыми передачами сообщается движеніе шпинделямъ.

Питаніе производится при помощи шестерней съ фрикціонными муфтами d, приводимыми въ движеніе валомъ c, который, въ свою очередь, получаетъ движеніе отъ шкивовъ f и c.

На чертежѣ представлена машина съ неподвижнымъ столомъ, но такія же машины строятся со столами, которые могутъ переставляться. Точно также на чертежѣ всѣ шпиндели помѣщаются въ одной общей головкѣ, но такія же машины строятся съ отдѣльными головками, которыя могутъ передвигаться по поперечинѣ, такъ что разстояніе между шпинделями можетъ устанавливаться по произволу.

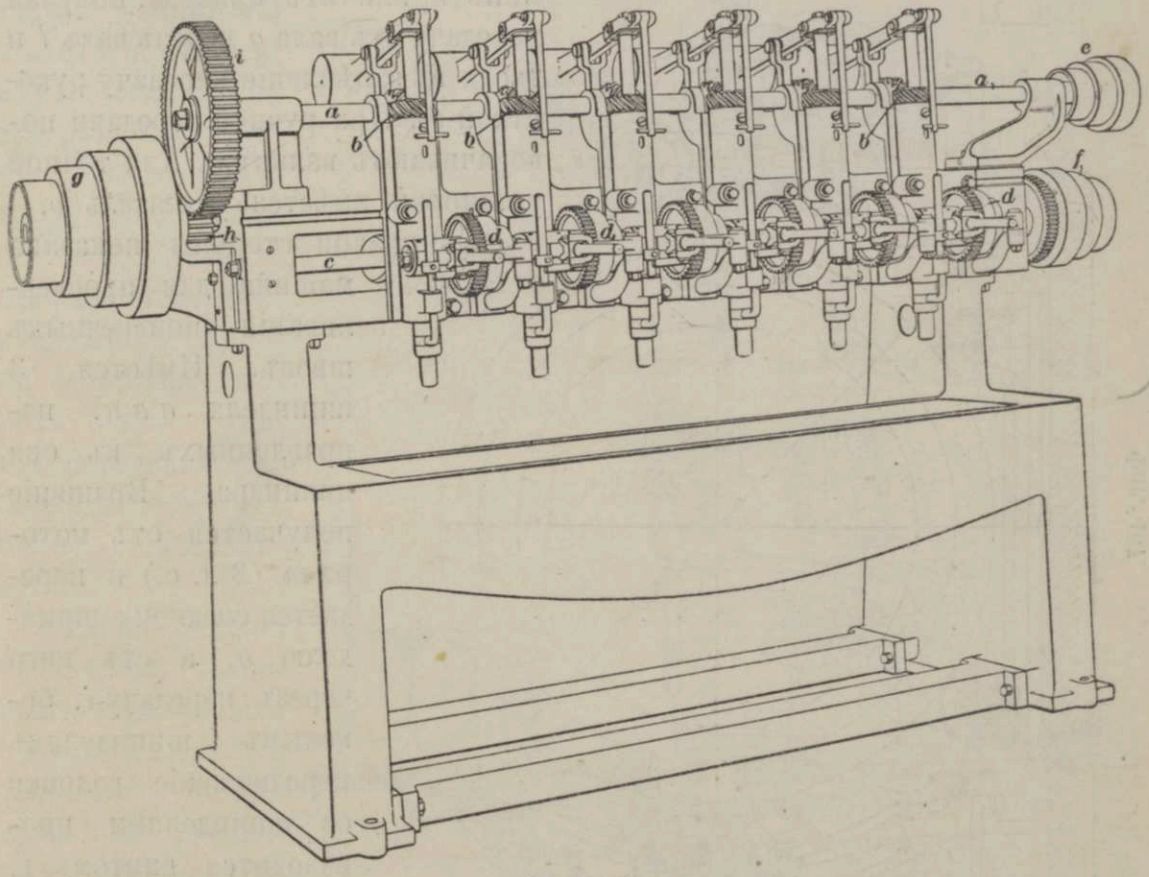
Машины такого типа находятъ большое примѣненіе въ мостовыхъ, котельныхъ и паровозныхъ заводахъ, гдѣ въ сравнительно тонкихъ листахъ приходится просверливать большое количество отверстій расположенныхъ въ рядъ. Машины получаютъ еще большую универсальность, устраивая ихъ такимъ образомъ, что шпиндели могутъ перемѣщаться не только вдоль поперечины, но и поперекъ ея. При этомъ просверли-

---

[1]) Машины подобнаго типа при работѣ со сверлами изъ быстрорѣжущей стали достигаютъ громадной производительности. Такъ машины, построенныя заводомъ Brickford Drill and Tool Company, Cincinnati, O. дѣлаютъ отъ 38 до 519 оборотовъ (сверла) въ минуту. Сверло въ $1''\frac{1}{4}$ дѣлаетъ 425 об. въ мин., что соотвѣтствуетъ скорости рѣзанія 139 фут. въ минуту; величина питанія при одномъ оборотѣ сверла равна 0,02 дюйма, такъ что сверло въ 1 минуту высверливаетъ отверстіе глубиной въ 8,5 дюйма.—Опыты производились въ условіяхъ обычной работы, при сверленіи стали, содержащей 0,55% углерода. Другія подробности опытовъ съ этими машинами см. American Machinist, стр. 910, іюнь 1910 г.

ваемыя отверстія могутъ располагаться весьма разнообразно другъ относительно друга. На этихъ же машинахъ въ нѣкоторые шпиндели могутъ быть вставлены сверла, а въ другіе шпиндели вставлены метчики или развертки, такъ что, установивъ извѣстнымъ образомъ шпиндели, на этой машинѣ сразу нѣсколько отверстій могутъ быть просверлены, а затѣмъ развернуты или нарѣзаны, только передвинувъ издѣліе, а не снимая его со стола.

Нужно обратить вниманіе, что, желая получать на подобныхъ машинахъ правильно просверленныя отверстія на точно опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга, *необходимо примѣнять кондукторы* (см. ниже), направляющіе сверла. Такъ какъ само сверло никогда не въ состояніи

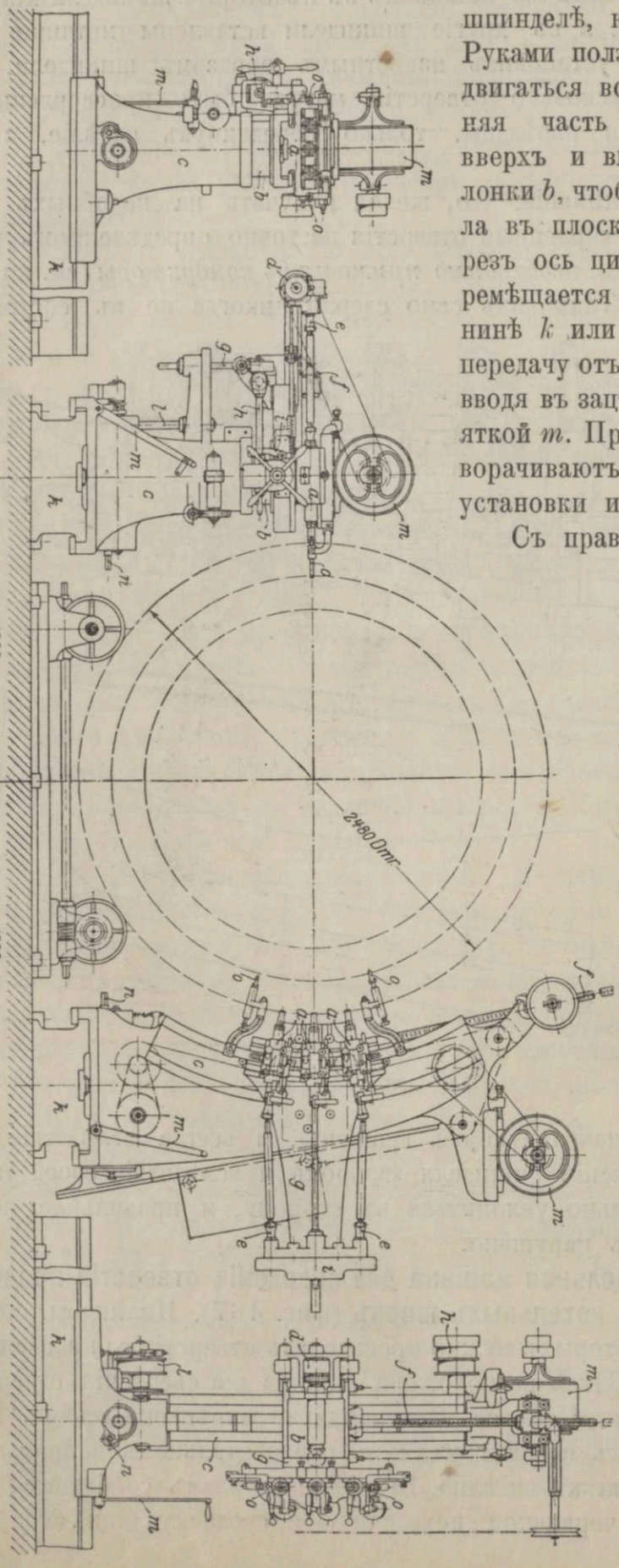


Фиг. 466.

сохранить свою первоначальную ось вращенія, и всегда вслѣдствіе существующихъ въ движеніи шпинделя зазоровъ и вслѣдствіе своей упругости можетъ значительно уклониться въ сторону, и правильное положеніе отверстія будетъ нарушено.

270. Многошпиндельная машина для сверленія отверстій продольныхъ и поперечныхъ котельныхъ швовъ (фиг. 467). Цилиндры, согнутые изъ листовъ, въ которыхъ нужно просверлить отверстія для заклепокъ, кладутся на ролики. Слѣва расположена машина для сверленія отверстій въ продольныхъ швахъ. Имѣется 3 шпинделя закрѣпленныхъ въ ползунѣ *a*, который можетъ перемѣщаться въ горизонтальномъ направленіи, чтобы подводить сверла къ издѣлію. Вращеніе сверламъ сообщается отъ электромотора *m*, къ червячной передачи *d* и среднему шпинделю *e* и

отъ него къ боковымъ шпинделямъ. Питаніе производится отъ конической шестерни *f*, сидящей на шпинделѣ, къ валу *g* и затѣмъ *h*. Руками ползутъ *a* можетъ передвигаться воротькомъ *i*. Вся верхняя часть можетъ подыматься вверхъ и внизъ при помощи колонки *b*, чтобы устанавливать сверла въ плоскости, проходящей черезъ ось цилиндра. —Машина перемѣщается вдоль котла по станинѣ *k* или отъ привода, получая передачу отъ вала *g* черезъ валъ *l* и вводя въ зацѣпленіе передачу рукояткой *m*. При ручной передачи поворачиваютъ валикъ *n*. Для точной установки имѣется указатель *o*.

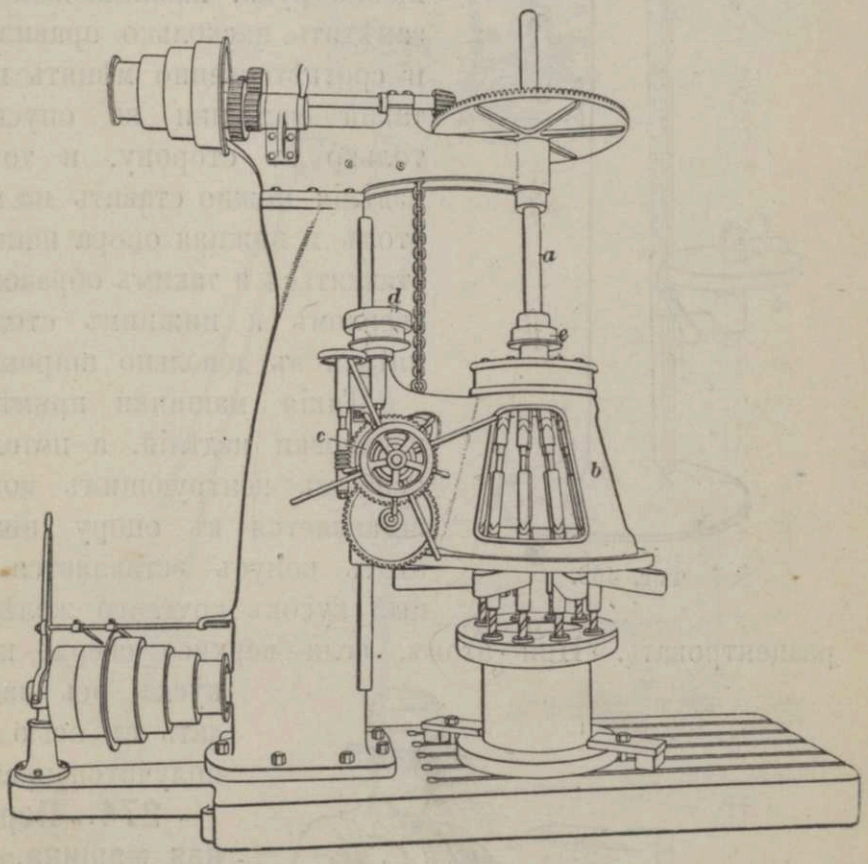


Фиг. 467.

Съ правой стороны показана машина для просверливанія поперечныхъ швовъ. Имѣется 3 шпинделя *a a a*, направленныхъ къ оси цилиндра. Вращеніе получается отъ мотора *m* (3 л. с.) и передается среднему шпинделю *g*, а отъ него черезъ передачу *i*, боковымъ шпинделямъ передвиженіе головки со шпинделями производится винтомъ *f*. Разстояніе между шпинделями въ обѣихъ машинахъ можетъ измѣняться. *o-o*—указатели для точной установки шпинделей, такая машина можетъ въ 10-ти часовой рабочій день просверлить до 600 отверстій.

271. Многошпиндельная машина для сверленія флянцевъ

(фиг. 468). Здѣсь отъ главнаго, центральнаго вала *a* получаютъ движеніе при помощи шестерней нѣсколько шпинделей, расположенныхъ внутри коробки *b* и соединенныхъ со шпинделемъ *a* универсальными шалнерами, такъ что закрѣпленныя въ нихъ сверла могутъ, при помощи особыхъ приспособленій въ нижней части коробки *b*, переставляться въ различныя положенія. На чертежѣ, напримѣръ, представленъ цилиндръ, прикрѣпленный къ столу машины, на верхній флянецъ цилиндра надѣтъ кондукторъ и шпиндели внутри коробки *b* установлены такимъ образомъ, что сверла проходятъ какъ разъ черезъ отверстія кондуктора; такимъ образомъ будетъ сразу просверленъ рядъ отверстій, расположенныхъ по окружности флянца. Шпиндели могутъ быть установлены и такимъ образомъ, что отверстія сверла расположатся въ два ряда или вообще такъ, какъ это желательно. Питаніе всѣхъ сверлъ производится передвиженіемъ коробки *b*, вращая воротъ *c* отъ руки, или передавая движеніе ремнемъ отъ шкива *e* къ шкиву *d*.



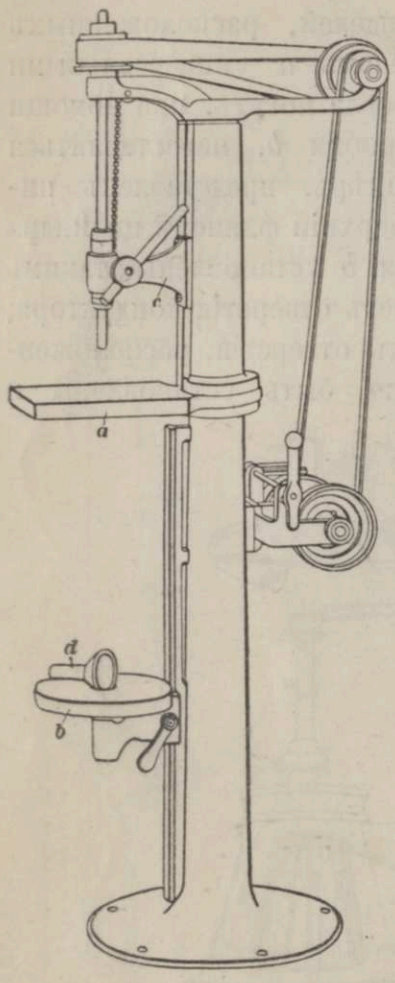
Фиг. 468.

Такая машина назначенна главнымъ образомъ для просверливанія флянцевъ цилиндровъ и различныхъ арматурныхъ частей, но можетъ быть примѣнена при массовомъ производствѣ вообще для просверливанія сразу нѣсколькихъ отверстій извѣстнымъ образомъ относительно другъ друга расположенныхъ.

272. Горизонтальныя многошпиндельныя машины. Нѣкоторые строители выпускаютъ горизонтальныя многошпиндельныя машины. Устройство ихъ аналогично съ устройствомъ машины, представленной на фиг. 468; разница только въ томъ, что шпиндели располагаются горизонтально и машина снабжается двумя коробками *b*, такъ что, напримѣръ, у парового цилиндра можно сверлить флянцы сразу съ обѣихъ сторонъ, это, конечно, даетъ еще большую производительность машинѣ.

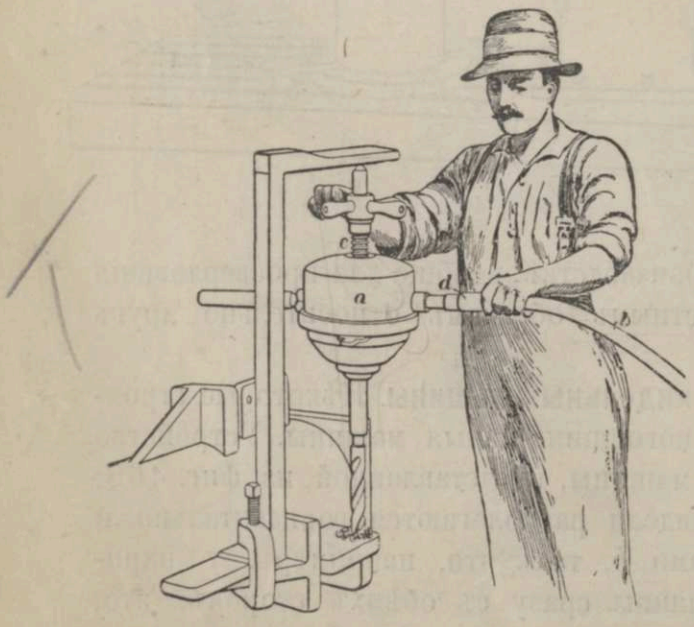
273. Мелкія сверлилки. Описанныя машины служатъ для работы со сверлами болѣе или менѣе значительной величины: 5 м/м. и боль-

ше. При работѣ же со сверлами очень малыхъ размѣровъ эти машины оказываются слишкомъ грубы, такъ что такія сверла на нихъ могутъ очень легко ломаться, поэтому для мелкихъ работъ въ мастерской должна имѣться болѣе чувствительная машина. Типъ подобной машины представленъ на фиг. 469. Движеніе шпинделю передается отъ ремня. Питаніе производится небольшимъ рычагомъ, передающимъ при помощи шестерни движеніе рейкѣ. Такая передача очень чувствительна, и рабочій легко по ощущенію руки, нажимающей на рычагъ, можетъ замѣтить, насколько правильно рѣжетъ сверло, и соотвѣтственно мѣнять нажатіе. Столъ *a* у такой машинки не опускается, а отводится только въ сторону, и тогда болѣе длинныя издѣлія можно ставить на нижній столъ. Этотъ столъ и нижняя опора шпинделя *c* могутъ переставляться и такимъ образомъ разстояніе между сверломъ и нижнимъ столомъ можетъ измѣняться въ довольно широкихъ предѣлахъ.



Фиг. 469.

Такія машинки примѣняются часто для центровки издѣлій, а потому онѣ снабжаются особымъ центрующимъ конусомъ *d*, который вставляется въ опору нижняго стола, а въ этотъ конусъ вставляется правильно отрѣзанный кусокъ круглаго желѣза, который нужно разцентровать. При этомъ, если верхнее сверло попадаетъ въ центръ куска, ось издѣлія будетъ совпадать съ осью сверла и центровка получится правильная.



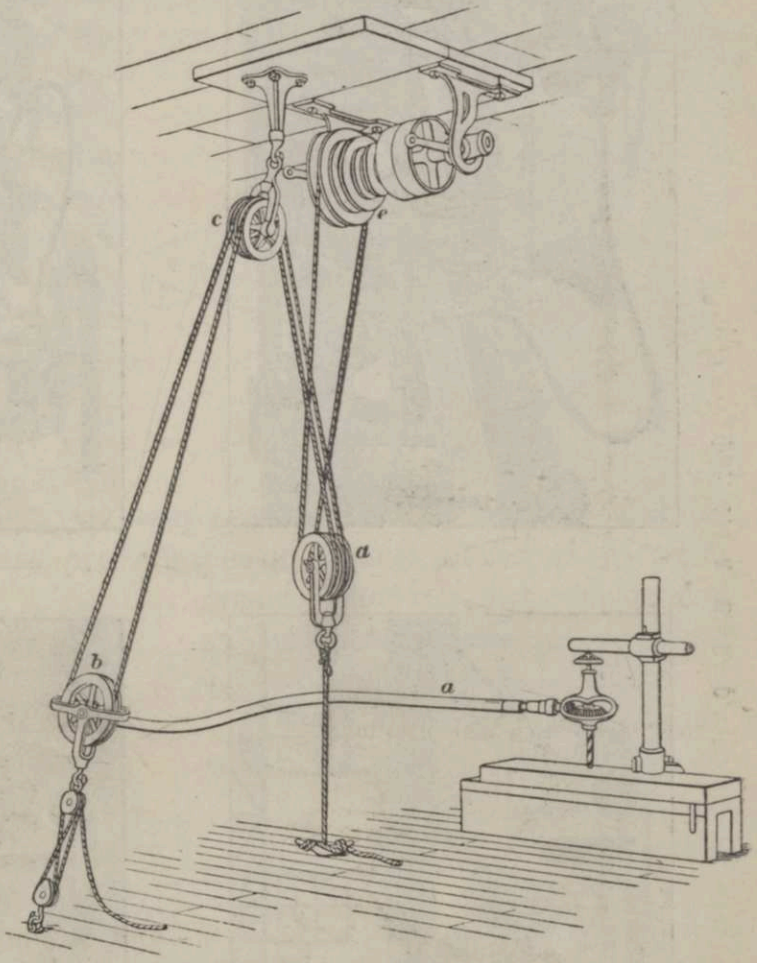
Фиг. 470.

274. Переносная сверлильная машина. Во многихъ случаяхъ бываетъ гораздо удобнѣе, вмѣсто того, чтобы издѣліе устанавливать на столѣ сверлильной машины, просверлить его на мѣстѣ обработки; въ нѣкоторыхъ же случаяхъ издѣліе и не представляется возможнымъ установить подъ сверлильную машину; въ такихъ случаяхъ сверленіе отверстій производится или ручными инстументами (**трещетками**) или же примѣняются особыя *переносныя сверлилки*.

Переносныя сверлилки могутъ быть раздѣлены на *три разряда*,

соотвѣтственно тому, какъ къ нимъ передается энергія, а именно:—при посредствѣ *электричества*, *сжатаго воздуха* и *гибкаго вала*.

Пневматическія сверлилки. На фиг. 470 представлено примѣненіе пневматической сверлилки. *a*—пневматическій двигатель, который выполняется весьма разнообразныхъ конструкцій. Валъ этого двигателя служитъ шпинделемъ, въ который вставляется сверло. Сжатый воздухъ обыкновенно подъ давленіемъ 5—6 атм. приводится по рукаву *b* и проходитъ черезъ вентиль *d*, открытіе котораго можетъ быть регулируемо поворотомъ руки рабочаго. Такимъ образомъ притокъ воздуха можетъ быть совсѣмъ прекращенъ и работа остановлена, или же прикрытіемъ вентиля можетъ быть уменьшено число оборотовъ сверла. На такихъ машинахъ можно сверлить и развертывать отверстія до 75 мм. Питаніе производится, подвинчивая винтъ *c*. Установка самой машины ясна изъ чертежа.



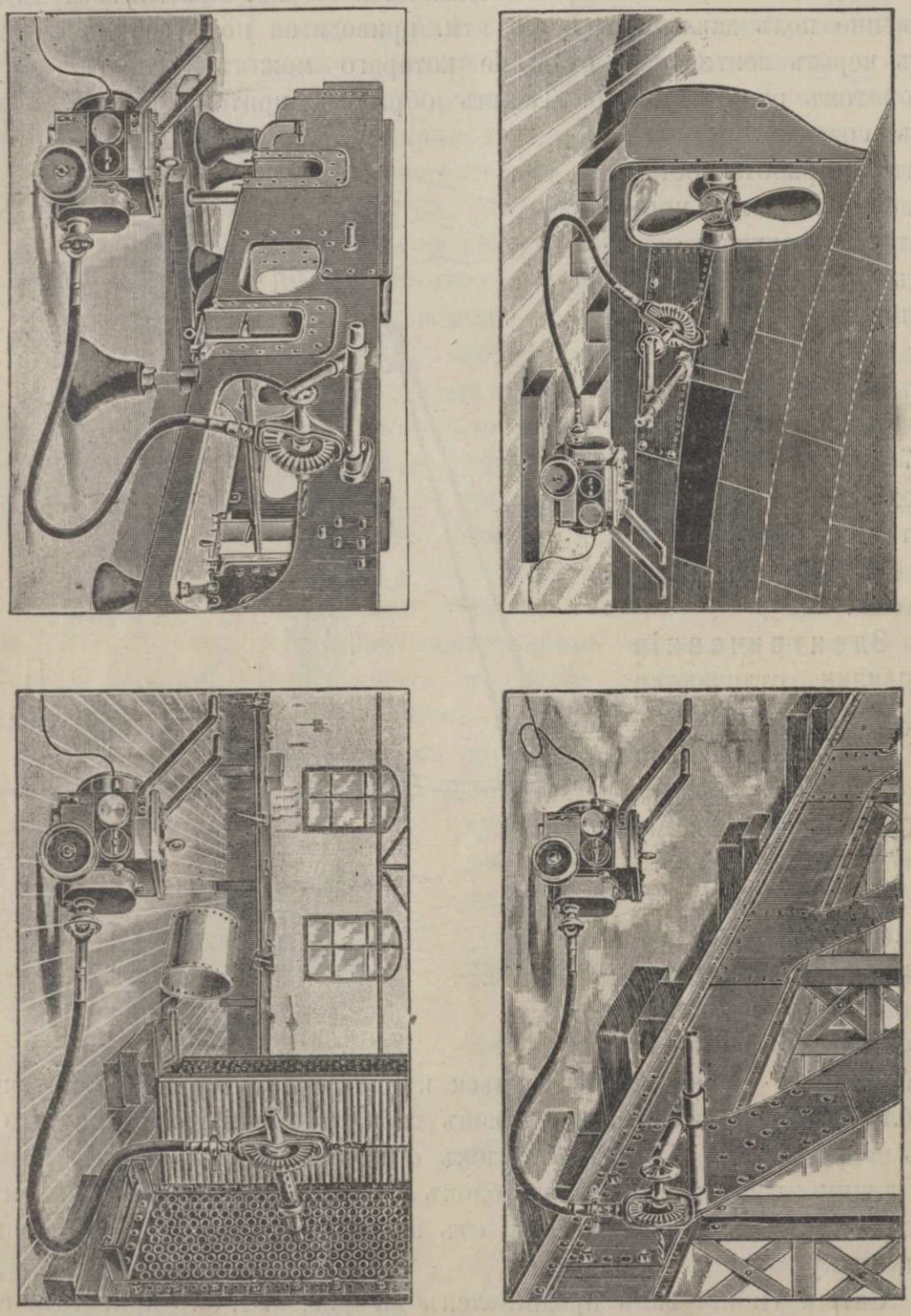
Фиг. 471.

Электрическія сверлилки отличаются лишь тѣмъ, что вмѣсто воздушнаго двигателя въ *a* ставится электромоторъ, къ которому проводятся провода *b*.

На фиг. 471 представлена **сверлилка, приводимая въ движеніе гибкимъ валомъ.** Здѣсь *a*—гибкій валъ, передача къ нему можетъ производиться при помощи шнура, дѣйствующаго на блокъ *b*, насаженный на конецъ гибкаго вала, и перекинутаго черезъ направляющіе блоки *c*, *d*. Блокъ *d* натягивается канатомъ, и, измѣняя длину этого каната, можно блокъ *b* переносить въ различныя мѣста мастерской и получать передачу отъ контръ-привода *e*, прикрѣпленнаго къ потолку.

Самый гибкій валъ представленъ на фиг. 472; онъ приготовляется, навивая винтообразно на центральную проволоку слои проволокъ, поочередно то въ ту то въ другую сторону; снаружи валъ покрывается кожанымъ футляромъ. Такой валъ можетъ гнуться и въ то же время, вращаясь, передавать работу.

На фиг. 473 представлена сверлилка, употребляющаяся совмѣстно съ гибкимъ валомъ. Передача отъ вала производится двумя шестернями *a* и *b*. Шестерня *a* покрыта предохранительнымъ футляромъ; шестерня *b* насажена на подвижной шпонкѣ на шиндель *d*, который имѣетъ опоры въ рамкѣ *c*. Питаніе производится при помощи винта *e* и маховичка *f*.

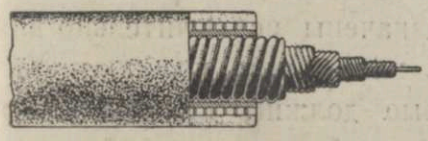


Фиг. 471 A—B—C—D.

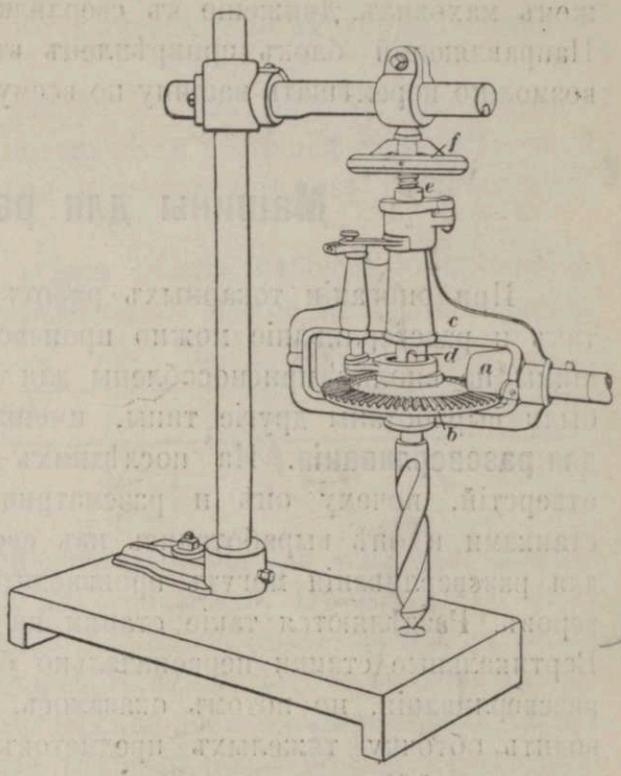
Вмѣсто шнура **вращеніе гибкому валу можетъ** быть сообщено отъ **электромотора**, поставленнаго на полу мастерской на фиг. 471 *a*—*b*—*c*—*d* показано примѣчаніе подобнаго устройства въ рзличныхъ случаяхъ. Здѣсь электродвигатель установленъ на тележкѣ, которую удобно перемѣщать.

Примѣненіе гибкаго вала удобно въ томъ отношеніи, что онъ даетъ возможность просверлить рядъ отверстій, не переставляя двигателя, а только сгибая самый валъ.

275. Тяжелыя переносныя сверлилки. Въ современномъ машиностроеніи встрѣчаются столь тяжелыя детали, что представляется крайне труднымъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и невозможнымъ переносить ихъ для обработки къ машинамъ-орудіямъ. Поэтому, теперь на многихъ заводахъ устраивается особый **полъ**, составленный изъ правильно обстроганныхъ плитъ, и на этомъ



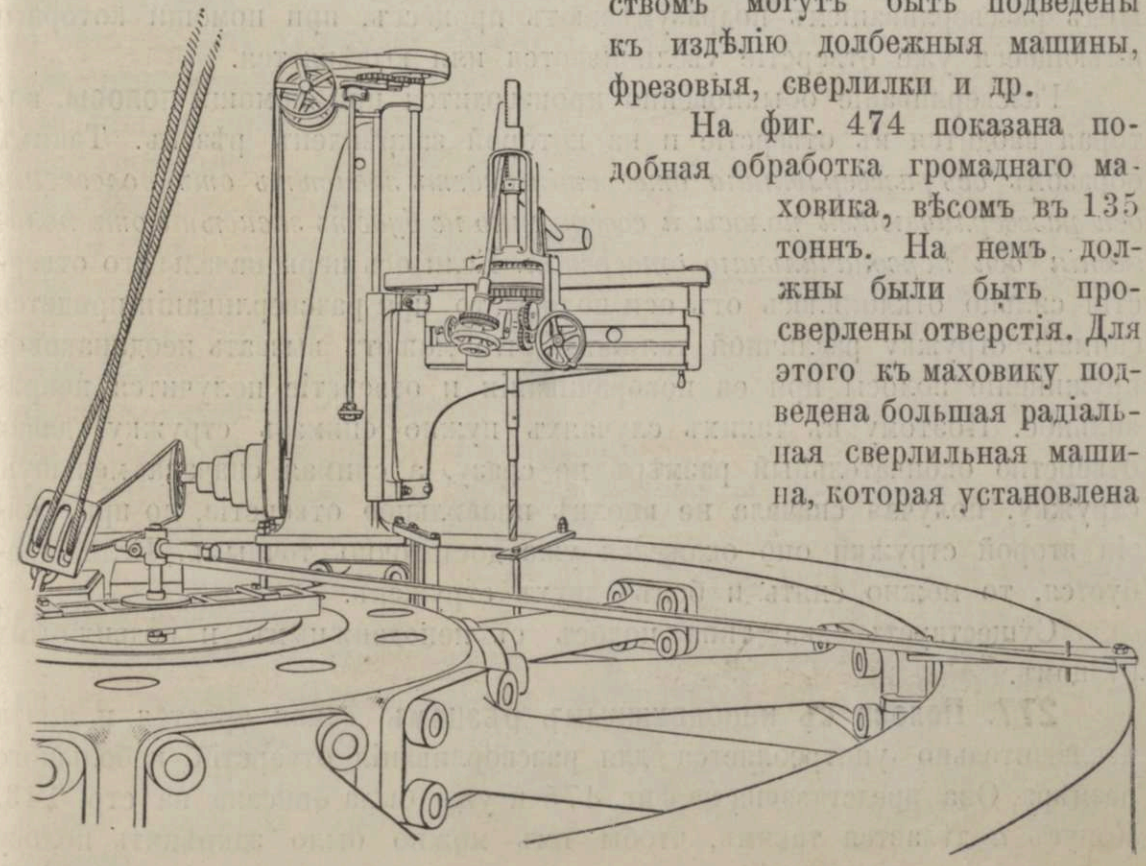
Фиг. 472.



Фиг. 473.

полу располагается издѣліе, а къ нему подводятся при помощи кранов различныя машины-орудія для его обработки. Такимъ образомъ съ удобствомъ могутъ быть подведены къ издѣлію долбежныя машины, фрезовыя, сверлилки и др.

На фиг. 474 показана подобная обработка громаднаго маховика, вѣсомъ въ 135 тоннъ. На немъ должны были быть просверлены отверстія. Для этого къ маховику подведена большая радіальная сверлильная машина, которая установлена



Фиг. 474.

на ободѣ маховика и прикрѣплена болтами къ плитамъ, на которыхъ уложенъ маховикъ. Движеніе къ сверлилкѣ передается при помощи шнура. Направляющій блокъ прикрѣпленъ въ центрѣ маховика, вслѣдствіе чего возможно перемѣщать машину по всему ободу, не измѣняя длины шнура.

Машины для разсверливанія.

При описаніи токарныхъ работъ было указано, что какъ сверленіе, такъ и разсверливаніе можно производить на самоточкахъ, но эти машины не вполнѣ приспособлены для подобнаго рода работъ, а потому были выработаны другіе типы, именно сверлильныя машины и **станки для разсверливанія**. На послѣднихъ производится также и сверленіе отверстій, почему онѣ и разсматриваются совмѣстно со сверлильными станками и онѣ выработались изъ сверлильныхъ станковъ. На машинахъ для разсверливанія могутъ производиться также работы при помощи фрезеровъ. Раздѣляются такіе станки на **горизонтальные** и **вертикальные**. Вертикальные станки первоначально были назначены исключительно для разсверливанія, но потомъ оказалось, что на нихъ очень удобно производить обточку тяжелыхъ предметовъ, которые должны прикрѣпляться къ планшайбѣ, токарнаго станка, и былъ выработанъ особый типъ **карусельнаго токарнаго станка**.

276. Различіе въ сверленіи и разсверливаніи. Подъ сверленіемъ подразумѣваютъ образованіе сверломъ отверстія въ сплошномъ матеріалѣ. Подъ разсверливаніемъ подразумѣваютъ процессъ, при помощи котораго имѣющееся уже отверстіе увеличивается или вывѣряется.

Разсверливаніе обыкновенно производится при помощи **полосы**, которая вводится въ отверстіе и на которой закрѣпленъ рѣзецъ. Такимъ образомъ *ось разсверленнаго отверстія будетъ зависѣть отъ положенія оси разсверливающей полосы и совершенно не будетъ зависѣть отъ положенія оси первоначальнаго отверстія.* Если ось первоначальнаго отверстія сильно отклонялась отъ оси полосы, то при разсверливаніи придется снимать стружку различной толщины, что можетъ вызвать неодинаковое пружиненіе полосы при ея поворачиваніи и отверстіе получится неправильное. Поэтому въ такихъ случаяхъ нужно снимать стружку, давая отверстію окончательный размѣръ не сразу, а снимая сначала меньшую стружку, получая сначала не вполнѣ правильное отверстіе, но при снятіи второй стружки оно окажется уже достаточно точнымъ. Если требуется, то можно снять и болѣе двухъ стружекъ.

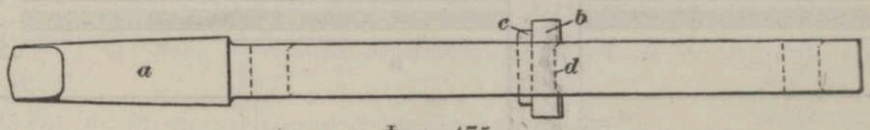
Существуетъ два типа полосъ съ неподвижнымъ и подвижнымъ рѣзцомъ.

277. Полоса съ неподвижнымъ рѣзцомъ самая простая и почти исключительно употребляется для разсверливанія отверстій небольшого размѣра. Она представлена на фиг. 475 и уже была описана на стр. 143. Конусъ *a* дѣлается такимъ, чтобы имъ можно было закрѣпить полосу въ шпиндель машины. Діаметръ полосы выбирается насколько возможно

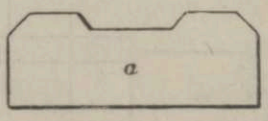
большой. Въ полосѣ имѣется прорѣзъ d, въ который вставляется рѣзецъ b и закрѣпляется клиномъ c. Матеріалъ для небольшихъ полосъ берется сталь; для полосъ большого діаметра иногда употребляется и чугунъ.

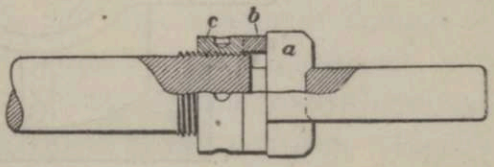
Когда рѣзецъ прилаженъ и закрѣпленъ въ полосу, онъ долженъ быть обточенъ по цилиндрической поверхности и отшлифованъ. Рѣжущей должна быть передняя грань, которая и затачивается съ соотвѣтствующимъ угломъ зазора.

На передней сторонѣ рѣзца лучше дѣлать небольшую выемку d, какъ показано на фиг. 475 пунктиромъ, такъ чтобы рѣзецъ становился въ полосѣ въ опредѣленномъ положеніи; тогда рѣзецъ можно вынимать для наточки и замѣнять рѣзцомъ другого размѣра, при чемъ онъ каждый разъ будетъ правильно становиться на свое мѣсто. Понятно, что такая конструкція можетъ быть примѣнена только въ томъ случаѣ, если каждый рѣзецъ назначенъ для разсверливанія отверстія только одного опредѣленнаго размѣра, и потому въ мастерской долженъ быть цѣлый наборъ рѣзцовъ. Иногда однимъ и тѣмъ же рѣзцомъ пользуются для разсверливанія отверстій различныхъ размѣровъ, въ такихъ случаяхъ рѣзецъ рѣжетъ только одной стороной, и его приходится устанавливать, выдвигая болѣе или менѣе изъ полосы съ одной стороны. Такой рѣзецъ не можетъ имѣть вырѣзки d для установки; — рѣзцы при этомъ обходятся дешевле, но зато на ихъ установку тратится много времени и рѣзаніе происходитъ одностороннее, и потому подобный способъ приготовленія полосъ на благоустроенныхъ заводахъ рекомендованъ быть не можетъ.



Фиг. 475.





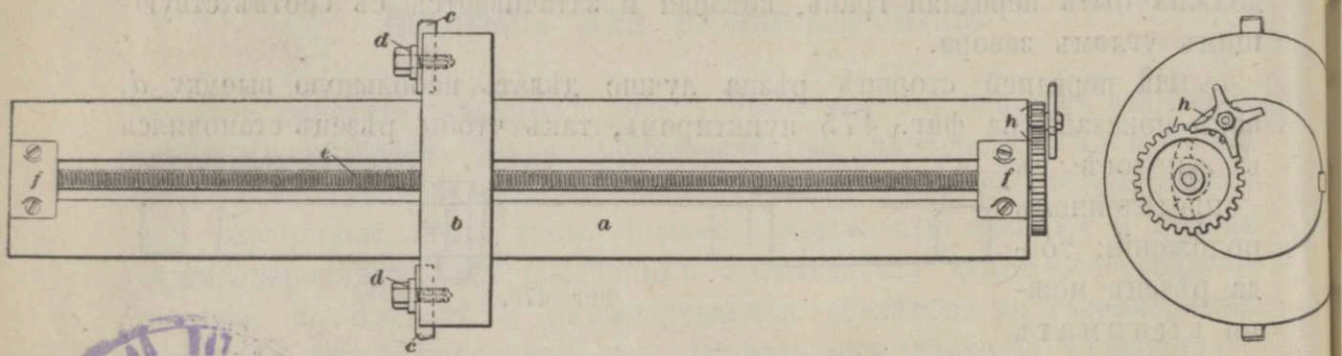
Фиг. 476.

Рѣзецъ, разсверливающій отверстіе, закрѣпляется въ серединѣ полосы; кромѣ того по концамъ полосы дѣлаются еще два отверстія для вставки рѣзцовъ, которыми производится облицовка поверхности около разсверленнаго отверстія. Такъ что одной и той же полосой можетъ быть произведено разсверливаніе и облицовка.

Полоса должна быть болѣе чѣмъ въ два раза длиннѣе разсверливаемаго отверстія.

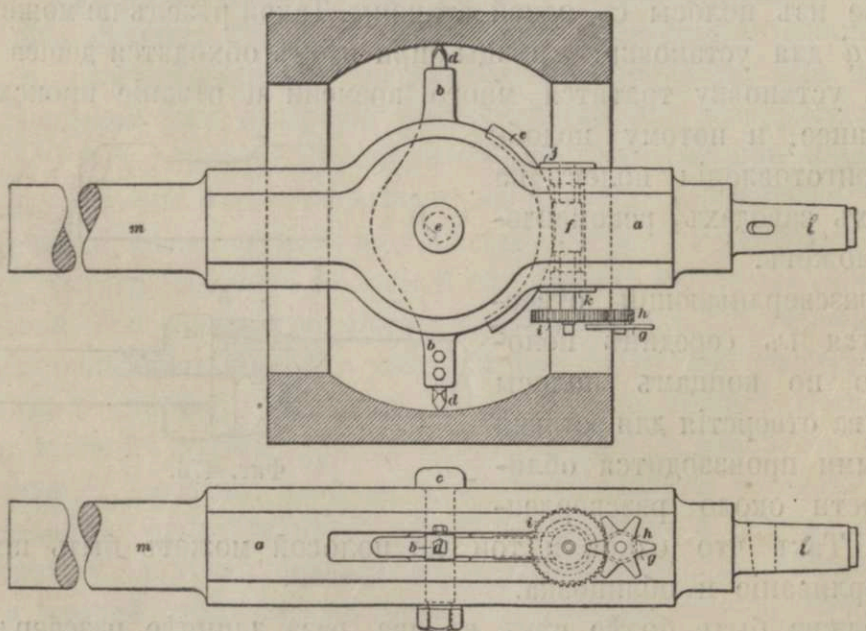
На фиг. 476 представлено болѣе совершенное закрѣпленіе рѣзца въ полосѣ; здѣсь рѣзецъ a закрѣпляется при помощи шайбы b и гайки c, опирающейся на нарѣзку, сдѣланную на самой полосѣ. При этомъ получается болѣе правильная и надежная опора для рѣзца и устраняется опасность повредить инструментъ при заколачиваніи клина молоткомъ.

278. Полоса съ подвижными рѣзцами (фиг. 477). Такую полосу примѣняютъ при разсверливаніи отверстій очень большихъ діаметровъ (цилиндровъ и т. п.). Приготовляется такая полоса обыкновенно изъ чугуна, полой, чтобы облегчить вѣсъ. Полоса *a* вся обточена и на нее надѣто плотно пригнанное кольцо, **головка**, *b*, діаметръ головки нѣсколько меньше, чѣмъ діаметръ разсверливаемаго отверстія. Къ головкѣ



Фиг. 477.

прикрѣпляются при помощи нажимныхъ болтовъ *d* рѣзцы *c*. Вдоль полосы располагается ходовой винтъ *e*, закрѣпленный въ подшипникахъ *f* и проходящій черезъ гайку въ головкѣ *b*, такъ что при вращеніи винта *e* головка передвигается вдоль полосы; отъ вращенія относительно полосы головка *b* удерживается подвижной шпонкой. Винтъ приводится въ движеніе отъ звѣздочки *h*, которая упирается при каждомъ поворотѣ полосы



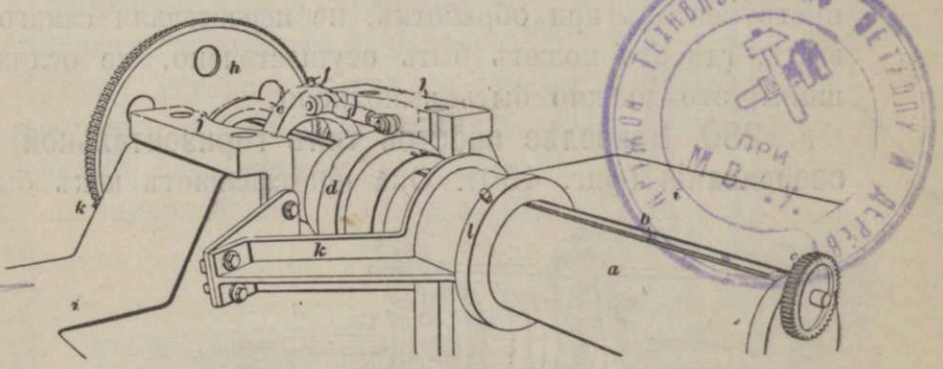
Фиг. 478.

въ какую-нибудь неподвижную точку и, поворачиваясь при этомъ, сообщаетъ при помощи зубчатой передачи вращеніе ходовому винту. Лучше, вмѣсто звѣздочки, ставитъ шестерню, которая зацѣплялась бы съ неподвижной шестерней, установленной на станкѣ; — при этомъ получается непрерывное равномѣрное питаніе (см. стр. 143—144).

Такая полоса снабжается обыкновенно *поперечинами* для облицовки, которыя были уже описаны на стр. 148 (также см. фиг. 483). Тамъ же см. и о другихъ особенностяхъ работы при помощи полосъ обѣихъ описанныхъ конструкцій.

279. Полоса для разсверливанія сферическихъ поверхностей (фиг. 478). Какъ видно, въ прорѣзъ полосы a вставлена державка b для рѣзцовъ d. Державка эта закрѣплена при помощи болта c и можетъ около него вращаться. Чтобы приводить державку во вращеніе, на ней нарѣзанъ червячный сегментъ e, съ которымъ зацѣпляется червякъ f, помѣщающійся въ подшипникахъ j и k и поворачивающійся шестернями i, h и звѣздочкой g. Конецъ полосы l вставляется въ шпиндель машины, а другой конецъ m поддерживается опорой. Понятно, что при вращеніи полосы a червякъ f будетъ повертывать державку b около центра c и закрѣпленные въ ней рѣзцы d будутъ растачивать сферическую поверхность. При снятіи грубой стружки можно вставлять два рѣзца, но при отдѣлочной стружкѣ нужно работать однимъ рѣзцомъ и сообщать ему очень малое питаніе.

Такое спеціальное приспособленіе стоитъ имѣть въ томъ случаѣ, если имъ приходится много растачивать. Если же такая работа бываетъ не постоянно, то можно къ ней легко приспособить обыкновенную полосу для разсверливанія. На фиг. 479 представлено такое приспособленіе.



Фиг. 479.

Обыкновенная полоса для разсверливанія a; въ добавокъ къ ней прикрѣплена вилка e, которой два конца соединены шалнерами съ болтомъ, проходящимъ черезъ ось полосы и нормально къ ней. Эта вилка скрѣплена шатуномъ g съ головкой d, въ которую обыкновенно вставляются рѣзцы. Въ данномъ же случаѣ рѣзецъ f вставляется въ вилку. Понятно, что при вращеніи полосы a, головка d будетъ передвигаться и, поворачивая вилку около ея шалнеровъ, заставитъ закрѣпленный въ вилкѣ рѣзецъ f расточить сферическую поверхность. На чертежѣ представленъ случай расточки сферической опоры подшипника у станины i большой машины. Полоса вращается въ опорахъ k, привернутыхъ къ станинѣ и приводится въ движеніе червячнымъ колесомъ h, и червякомъ, не показаннымъ на чертежѣ.

Типы горизонтальныхъ станковъ для разсверливанія и сверленія.

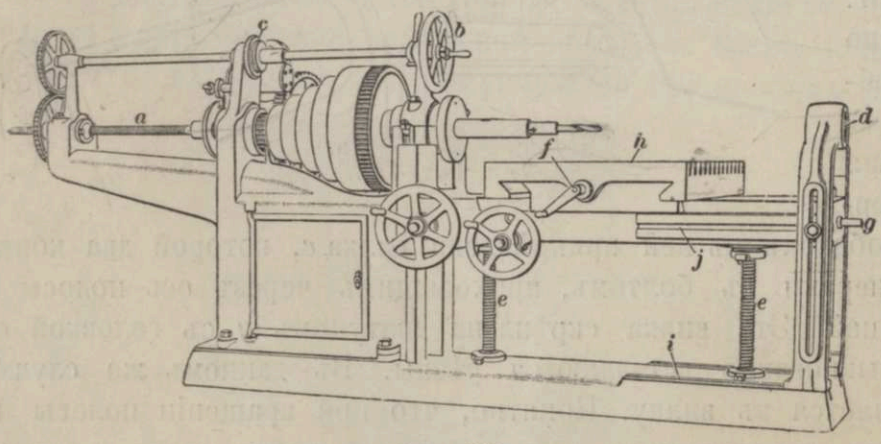
Горизонтальные сверлильные и разсверливающіе станки настолько близко подходятъ другъ къ другу, что ихъ удобнѣе разсматривать совмѣстно. Можно сказать, что почти всѣ такія горизонтальныя машины строятся одновременно для сверленія, разсверливанія и отчасти фрезо-

ванія. Это дѣлается уже потому, что для разсверливанія необходимо предварительно получить отверстіе, что дѣлается или сверленіемъ или простановкой стержня при отливкѣ.

Отверстія до 55 мм. обыкновенно получаются сверленіемъ, и машина, построенная для одновременнаго сверленія и разсверливанія, дастъ значительное сбереженіе въ работѣ. Переносъ и установка издѣлія на другую машину требуетъ иногда больше времени, чѣмъ самое разсверливаніе, при чемъ въ это время машина стоитъ безъ работы и, кромѣ того, для переноса издѣлій требуется добавочная рабочая сила и приспособленія. По этимъ же соображеніямъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ на той же машинѣ бываетъ болѣе выгодно произвести и нѣкоторую обработку посредствомъ фрезеровъ. Всѣ эти операціи могутъ быть произведены однимъ и тѣмъ же вращающимся шпинделемъ, и потому осуществляются очень просто.

Всегда оказывается выгоднымъ къ издѣлію подвести возможно больше инструментовъ при обработкѣ, не переставляя самаго издѣлія, а потому вездѣ, гдѣ это можетъ быть осуществлено, не осложняя особенно машины, это должно быть выполнено.

280. Наиболѣе простой типъ горизонтальной машины для разсверливанія (фиг. 480). Она представляетъ какъ бы комбинацію самоточки и сверлилки. Передняя бабка очень напоминаетъ такую же бабку самоточки: ступенчатый шкивъ и переборъ. Внутри ступенчатаго шкива проходитъ шпиндель, который, какъ и у сверлилокъ, вращается вмѣстѣ со шкивомъ и можетъ перемѣщаться вдоль своей оси при помощи питающаго винта a; движеніе винту сообщается или отъ руки, вращая маховичекъ b, или отъ привода при помощи зубчатой передачи c. Вмѣсто планшайбы на переднемъ концѣ шпинделя имѣется приспособленіе для закрѣпленія въ немъ сверлъ (какъ въ сверлильныхъ машинахъ), полосъ для разсверливанія и друг. инструментовъ. Для поддержки разсверливающей полосы съ другого конца имѣется опора d, которая можетъ перемѣщаться вдоль станины въ пазахъ ii и закрѣпляться въ нихъ болтами. Издѣліе, подлежащее обработкѣ, устанавливается на столѣ h, который имѣетъ три перемѣщенія: въ вертикальномъ направленіи—при помощи винтовъ ee, вдоль станины—при помощи винта g и поперекъ станины при помощи винта f. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ поверхъ стола h кладется еще плита, которая можетъ поворачиваться около своей вертикальной оси.



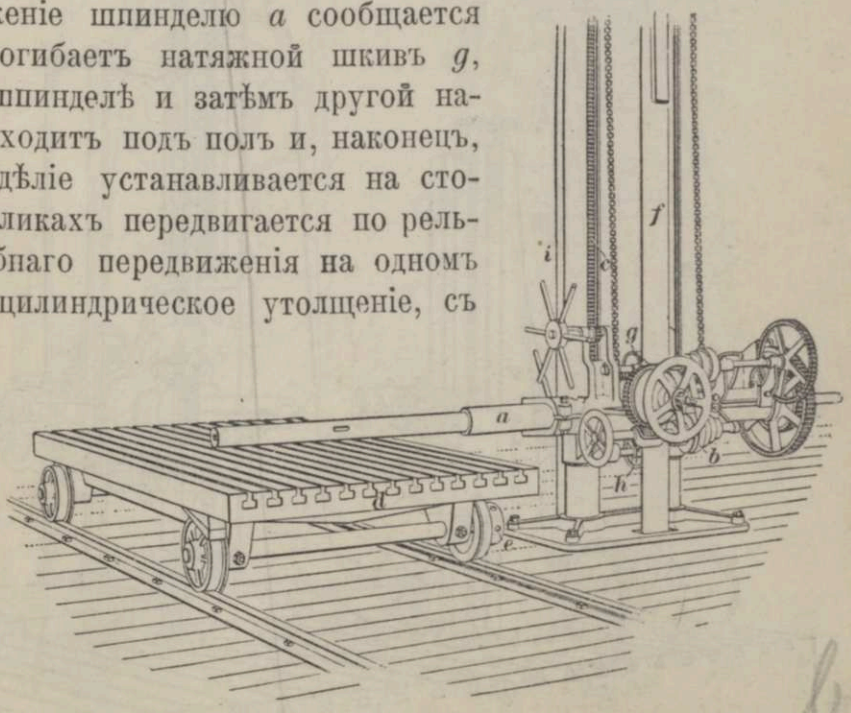
Фиг. 480.

Все, что было сказано о прикрѣпленіи издѣлій на сверлильныхъ машинахъ и на самоточкахъ, примѣнимо и къ этимъ станкамъ.

Инструменты, употребляющіеся для сверленія, тѣ же, что и на сверлильныхъ станкахъ; здѣсь же употребляются полосы для разсверливанія, а также и фрезеры, о работѣ которыхъ будетъ сказано дальше.

Въ болѣе сложныхъ станкахъ столъ можетъ переставляться не только отъ руки, но можетъ получать также и автоматическое питаніе отъ привода, что позволяетъ очень разнообразить производимую на такихъ машинахъ работу.

281. Разсверливающая машина на колоннахъ (фиг. 481). Такая машина часто употребляется для работъ, не требующихъ большой точности. Бабка со шпинделемъ укрѣплена на двухъ вертикальныхъ колоннахъ. Передвиженіе въ вертикальномъ направленіи совершается при помощи рейки *c*. Движеніе шпинделю *a* сообщается ремнемъ *f*, который огибаетъ натяжной шкивъ *g*, огибаетъ шкивъ на шпинделѣ и затѣмъ другой натяжной шкивъ *h*; проходитъ подъ полъ и, наконецъ, подымается въ *i*. Издѣліе устанавливается на столѣ *d*, который на роликахъ передвигается по рельсамъ. Для болѣе удобнаго передвиженія на одномъ изъ колесъ прилито цилиндрическое утолщеніе, съ отверстіями *e*, въ которыя закладывается полоса для поворачиванія.



Фиг. 481.

Такая машина удобна для обработки очень громоздкихъ предметовъ, не помѣщающихся на столахъ обыкновенныхъ машинъ.

282. Горизонтальная машина для разсверливанія и фрезованія очень крупныхъ предметовъ (фиг. 482). На большой горизонтальной плитѣ *n* поставлена вертикальная стойка *c*, которая можетъ перемѣщаться по направляющимъ *d* при посредствѣ ходового винта. По стойкѣ въ вертикальномъ направленіи передвигается ходовымъ винтомъ головка *b*, въ которой помѣщается горизонтальный шпиндель *a*. Такимъ образомъ *шпиндель* этой машины *можетъ вращаться, перемѣщаться вдоль своей оси*, а также параллельно самому себѣ *по вертикальному и горизонтальному направленіямъ*. Движеніе шпинделю сообщается отъ электромотора или ремня къ ступенчатому шкиву *e*, а отъ него при посредствѣ горизонтальныхъ и вертикальныхъ валовъ и зубчатыхъ передачъ.

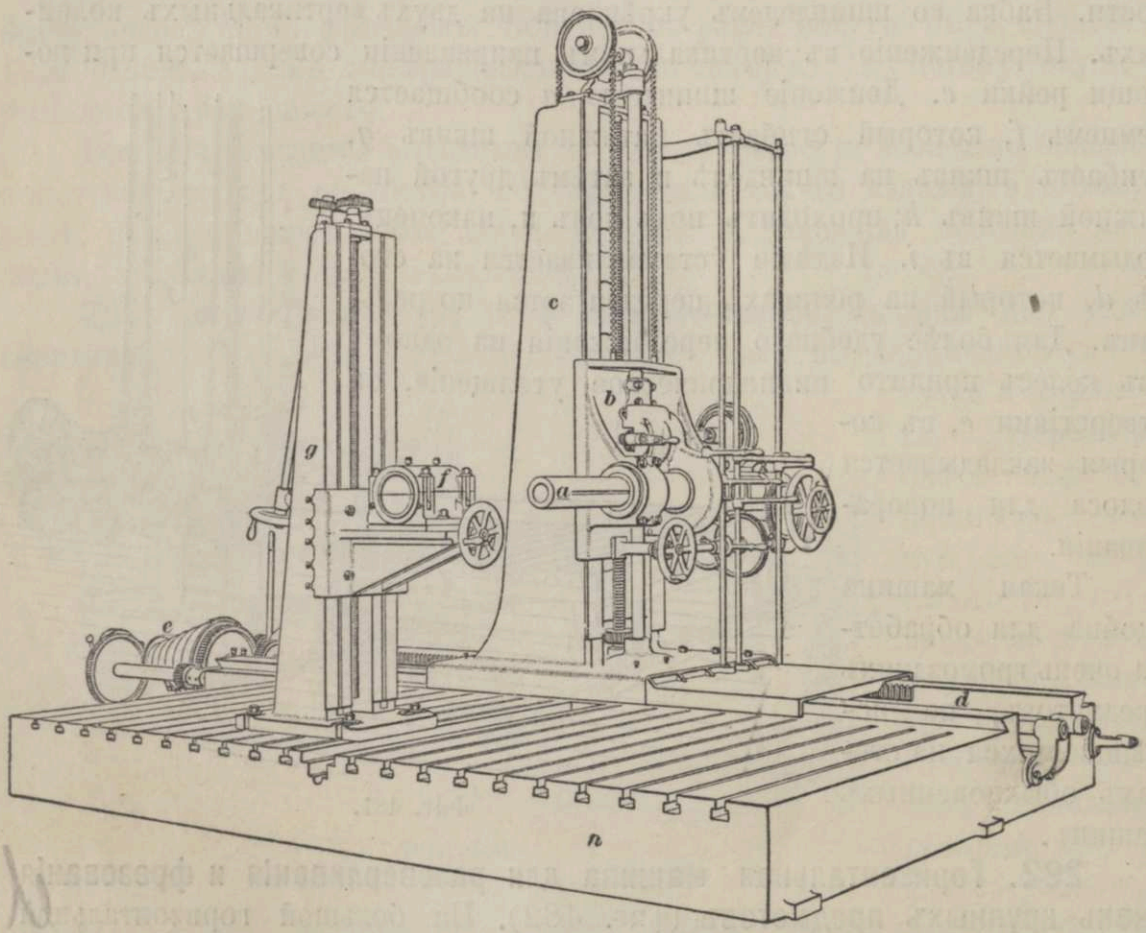
Для поддержки другого конца разсверливающей полосы имѣется стойка *g*, переставляемая на плитѣ *n*. На поперечинѣ стойки, передвигающейся въ вертикальномъ направленіи при помощи ходового

винта, помѣщенъ подшипникъ *f*., переставляющійся въ горизонтальномъ направленіи, который и поддерживаетъ конецъ полосы.

Иногда на большой плитѣ *n* ставится нѣсколько стоекъ *c*, такъ что обработку издѣлія, помѣщеннаго на плитѣ, можно вести сразу съ нѣсколькихъ сторонъ.

Пріемы установки на плитѣ *n* издѣлія остаются тѣ же самые, какъ и при установкѣ на другихъ машинахъ. При этомъ примѣняются тѣ же приспособленія: подкладки призматическія, съ прорѣзанными углами, домкраты, скобы, прихватки, болты, упорки и друг.

На фиг. 483 представлена установка для разсверливанія станины паровой машины. Издѣліе установлено на призматическихъ подкладкахъ

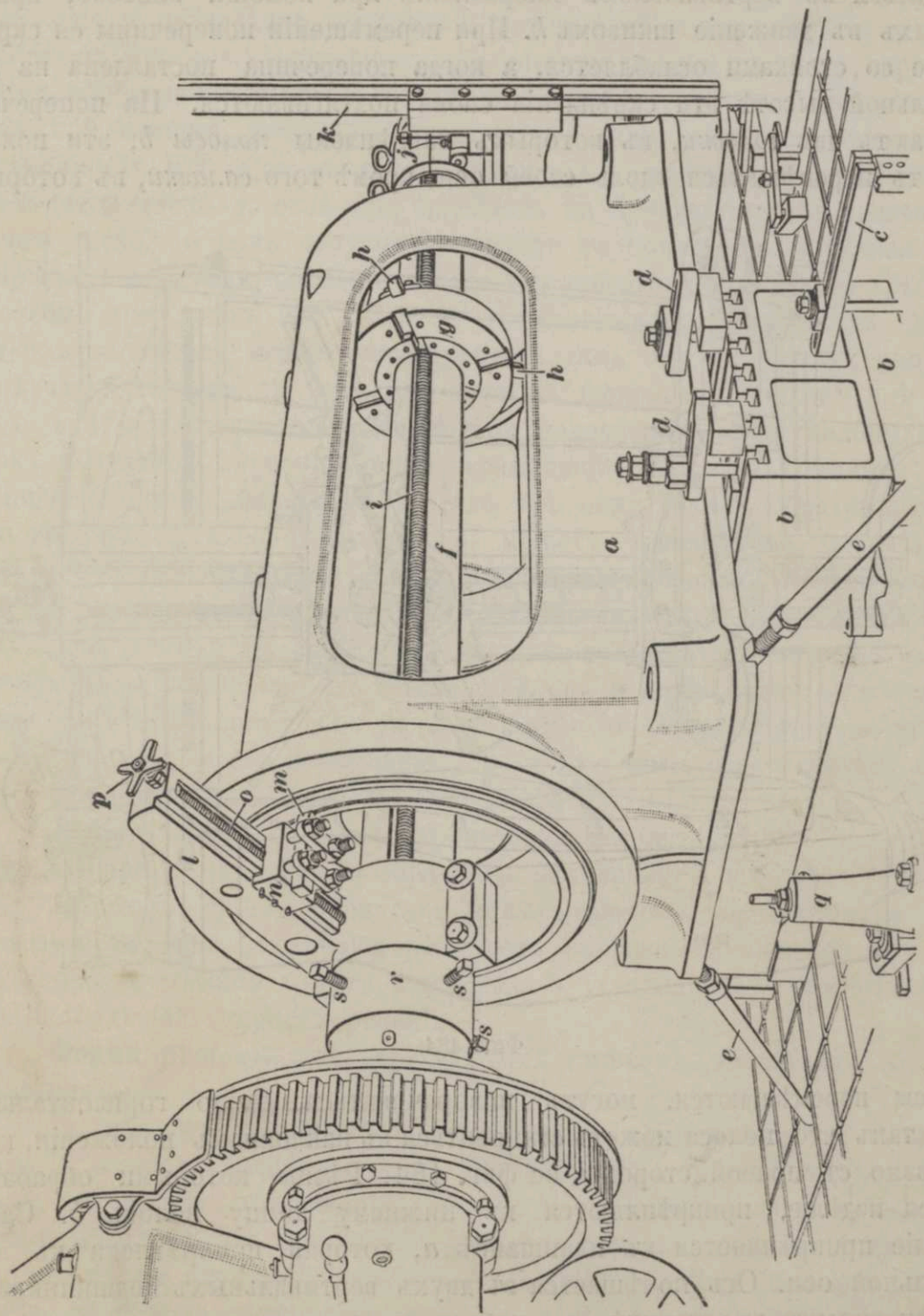


Фиг. 482.

b, которыя прикрѣплены къ фундаментной плитѣ прихватками *c* и болтами, а станина *a* прикрѣплена къ подкладкамъ прихватками *d*. Отъ поперечныхъ передвиженій станина закрѣплена упорками *e*, приготовленными изъ трубъ въ видѣ домкратовъ.

На фиг. *f* представляетъ полосу для разсверливанія, на которую надѣта головка *g*, съ закрѣпленными въ ней двумя рѣзцами *h*; головка передвигается вдоль полосы ходовымъ винтомъ *i*. Одинъ конецъ полосы закрѣпленъ въ шпинделѣ при помощи особаго патрона *r*, съ нажимными болтами, а другой конецъ полосы помѣщается въ подшипникѣ *j*, который поддерживается стойкой *k*. На полосѣ надѣта поперечина

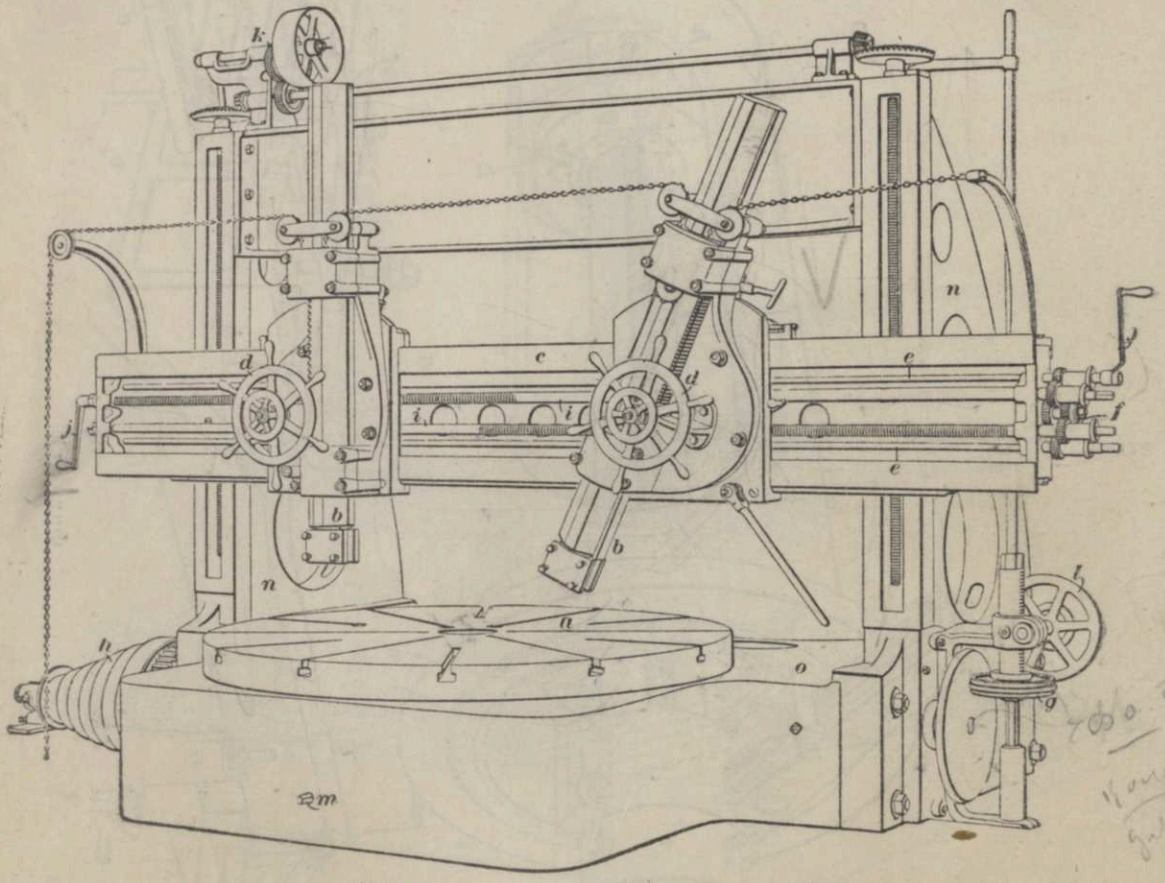
l для облицовки флянца. Головкой *g* производится расточка или разсверливаніе цилиндрической части станины, въ которой будетъ двигаться ползунъ. Для облицовки флянца станины, къ которому будетъ привертываться паровой пилиндръ, на полосѣ имѣется поперечина *l*, вдоль



Фиг. 483.

которой ходовымъ винтомъ *o* передвигается суппортъ *n* съ рѣзцомъ *m*. Винтъ *o* поворачивается звѣздочкой *p*, которая при каждомъ оборотѣ полосы упирается въ упоръ *q*, поставленный на плитѣ, и дѣлаетъ при этомъ часть оборота. При такомъ способѣ обработки плоскость флянца получится перпендикулярной къ оси цилиндрической части.

283. Вертикальная машина для разсверливанія, или карусельный токарный станокъ (фиг. 484). Къ станицѣ *o* прикрѣплены двѣ стойки *n*, такой же конструкціи, какъ и стойки строгальныхъ машинъ. Къ стойкамъ прикрѣпляется *поперечина c*, которая можетъ перемѣщаться въ вертикальномъ направленіи при помощи винтовъ, приводимыхъ въ движеніе шкивомъ *k*. При перемѣщеніи поперечины ея скрѣпленіе со стойками ослабляется, а когда поперечина поставлена на желательной высотѣ эти скрѣпленія снова подтягиваются. На поперечинѣ ползаютъ двѣ *головки*, въ которыхъ закрѣплены *полосы b*; эти полосы могутъ перемѣщаться вдоль своей оси, кромѣ того *салазки*, въ которыхъ



Фиг. 484.

полосы перемѣщаются, могутъ поворачиваться около горизонтальной оси, такъ что полоса можетъ становиться въ наклонномъ положеніи, какъ показано съ правой стороны на фиг. 484. Рѣзцы, которыми обрабатывается издѣліе, прикрѣпляются къ нижнему концу полосъ *b*. Самое издѣліе прикрѣпляется къ планшайбѣ *a*, которая прикрѣплена къ вертикальной оси. Ось помѣщается въ двухъ вертикальныхъ подшипникахъ, закрѣпленныхъ въ станинѣ *o*, и опирается на подпятникъ нижнимъ торцемъ. По окружности планшайбы имѣется правильно обточенный выступъ, который входитъ въ соотвѣтствующую проточку въ станинѣ. Проточка, чтобы уменьшить треніе, заполняется масломъ. При медленномъ вращеніи планшайба опирается на станину главнымъ образомъ этимъ выступомъ; если же планшайбѣ нужно сообщить большое число

оборотовъ, то ось немного приподымаютъ, такъ чтобы планштайба оперлась только на пяту, и такимъ образомъ облегчаютъ вращеніе. Для этого въ станинѣ имѣется винтъ *m*, которымъ подводится клинъ подъ пяту, и послѣдняя, упираясь въ ось планшайбы, поднимаетъ ее. Движеніе планшайбѣ сообщается при помощи коническаго зубчатаго вѣнца на ея окружности отъ ступенчатаго шкива *h*. Отсюда же передается движеніе и питающему механизму, который состоитъ изъ двухъ фрикціонныхъ дисковъ. Перемѣщая при помощи маховичка *i* въ вертикальномъ направленіи дискъ *g*, насаженный на вертикальномъ валу на подвижной шпонкѣ, можно сообщать этому валу различныя скорости въ зависимости отъ того, на какомъ разстояніи отъ центра другого диска находится дискъ *g*; если онъ перейдетъ на другую сторону центра большого диска, то валъ получитъ движеніе въ обратномъ направленіи. Отъ вертикальнаго вала движеніе передается зубчатому зацѣпленію *f*, которое, подобно тому, какъ это дѣлается въ строгальныхъ машинахъ, посредствомъ защелокъ, можно устанавливать такъ, что будутъ по произволу получать движеніе въ томъ или другомъ направленіи валики *e* и ходовые винты *i*, расположенные внутри поперечины. Отъ ходовыхъ винтовъ получаютъ горизонтальное перемѣщеніе головки, а валики *e* сообщаютъ питаніе полосамъ *b*, вдоль ихъ оси. Такимъ образомъ, рѣзецъ, закрѣпленный къ концу полосы *b*, можетъ автоматично перемѣщаться по радіусу планшайбы, параллельно оси вращенія планшайбы, и наклонно къ ея оси; слѣдовательно, условія работы на такой машинѣ севершенно такія же, какъ и на самоточкѣ, разница только та, что *вѣсъ издѣлія дѣйствуетъ нормально къ планшайбѣ, а не параллельно ея плоскости, какъ въ самоточкахъ. Это различіе даетъ много преимуществъ каруселному станку передъ самоточкой, какъ при установкѣ издѣлій, такъ и при ихъ обработкѣ* (см. стр. 167, парагр. 144).

Всѣ передвиженія рѣзца, производящіеся автоматично могутъ быть произведены и отъ руки, поворачивая маховички *d* и рукоятку *j*.

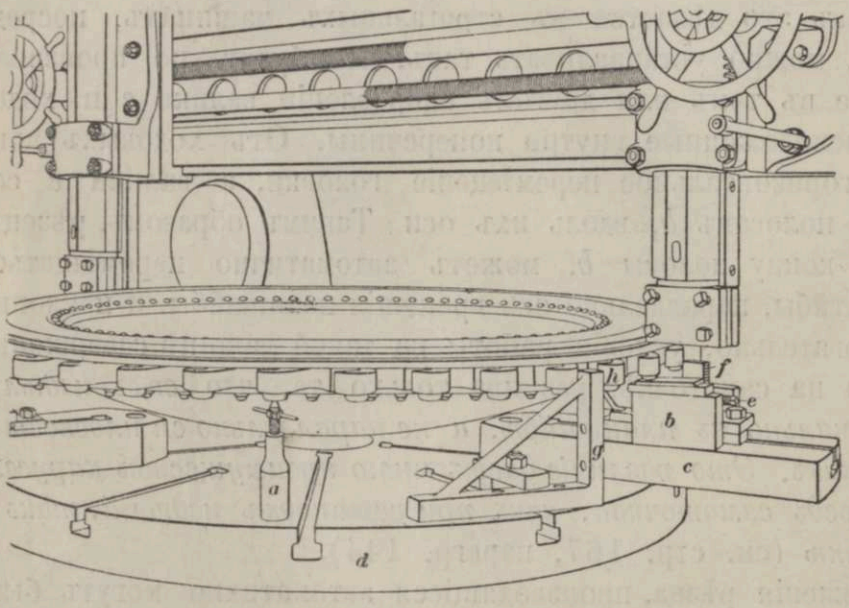
На этой машинѣ обработка можетъ вестись одновременно двумя рѣзцами, но если эти рѣзцы работаютъ на разныхъ діаметрахъ издѣлія, то скорости рѣзанія будутъ различны, и устанавливать станокъ нужно по наибольшей скорости рѣзанія.

Форма рѣзцовъ для каруселныхъ станковъ такая же, какъ и у самоточекъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, чтобы дать возможность обрабатывать издѣліе большей величины, чѣмъ размѣръ, для котораго построенъ станокъ, нормально работающій, стойки *n* устанавливаются въ особыхъ прорѣзахъ, такъ что ихъ можно немного сдвигать назадъ. Понятно, что при этомъ на планшайбѣ можетъ помѣститься издѣліе большаго размѣра, но за то при разсверливаніи центральнаго отверстія нужно рѣзецъ прикрѣплять на особой выступающей впередъ поперечинѣ, которая должна настолько выступать впередъ, насколько отодвинуты назадъ стойки. При этомъ являются добавочныя сгибающія и крутящія усилія, такъ что стружку нужно снимать болѣе тонкую, и потому работа идетъ не-

производительно. Въ виду этого къ подобнымъ пріемамъ можно прибѣгать въ рѣдкихъ случаяхъ, когда не стоитъ для производства случайныхъ работъ ставить большихъ машинъ. Если же на заводѣ крупныя издѣлія обрабатываются въ большомъ количествѣ и являются обычной работой, то нужно ставить и соотвѣтственно крупныя машины, хорошо приспособленныя къ данной работѣ, такъ какъ только при этомъ условіи обработка будетъ обходиться дешево.

284. Примѣръ установки и работы на карусельномъ станкѣ. При установкѣ издѣлія на планшайбѣ карусельнаго станка, нужно принимать во вниманіе всѣ тѣ указанія, какія были даны относительно установки издѣлія на планшайбѣ самоточки. Поверхности, подлежащія обработкѣ, должны быть концентричны съ планшайбой;—вывѣрка производится при помощи рѣзца, подводимаго къ обрабатываемой поверхности и медленно поворачивая планшайбу. Если установка производится, руководствуясь уже обработанными поверхностями, то съ удобствомъ могутъ быть примѣнены индикаторы, вставленные въ полосы *b*. При установкѣ тяжелыхъ издѣлій планшайба должна быть опущена такъ, чтобы она опиралась на станину по своей окружности, иначе отъ толчковъ легко можетъ быть испорчена пята планшайбы и получится перекосъ. При зажатіи издѣлія и здѣсь нужно заботиться о томъ, чтобы не покоробить издѣлія. Не слѣдуетъ слишкомъ полагаться на зажатіе прихватками, а всегда, если возможно, слѣдуетъ къ планшайбѣ прикрѣплять поводки (напримѣръ въ видѣ угольниковъ), которые упирались бы въ издѣліе и не позволяли ему скользить на планшайбѣ подъ дѣйствіемъ усилія рѣзцовъ.



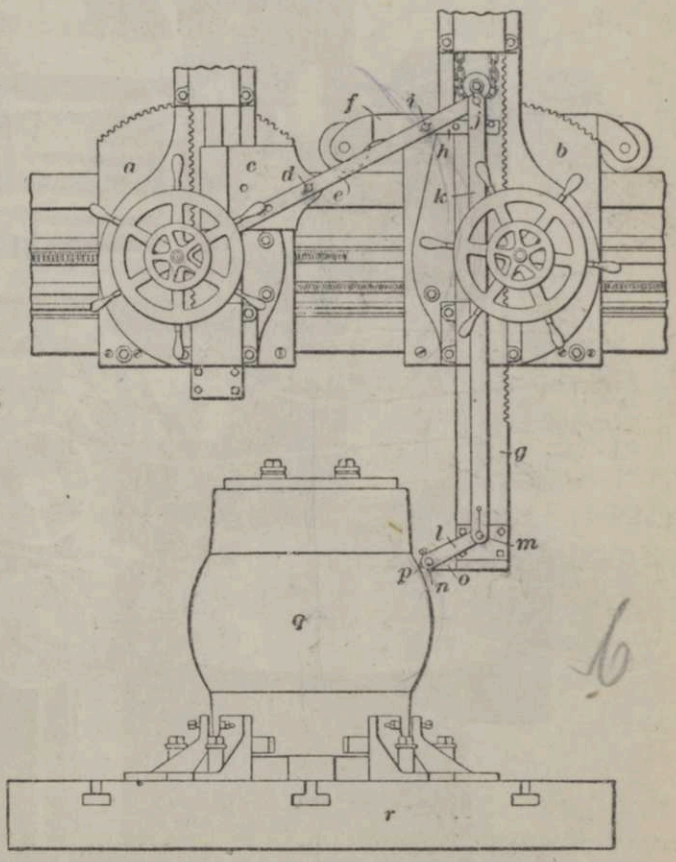
Фиг. 485.

На фиг. 485 представлена установка на планшайбѣ карусельнаго станка детали, имѣющей неправильную форму, которую нельзя прямо положить на планшайбу, а необходимо подпереть. Подпорка производится тремя домкратиками *a*. Зажимъ произведенъ при помощи прихватокъ или кулачковъ *b*, привернутыхъ къ полосѣ *c*, которая, въ свою очередь, привернута къ планшайбѣ. Упорка кулачка *f* передвигается при помощи винта *e*. Кромѣ того издѣліе уперто еще двумя поводками *g*,

упирающимися въ выступъ h, и такимъ образомъ воспринимающими на себя усиліе рѣзцовъ.

Когда издѣліе установлено и болты подтянуты, слѣдуетъ снова провѣрить правильность его положенія, подводя или рѣзецъ или индикаторъ, и если будутъ замѣчены неправильности, что всегда можетъ произойти при послѣдовательномъ завинчиваніи болтовъ, то эти неправильности нужно снова исправить, отпустивъ немного болты; затѣмъ, затянувъ ихъ, снова провѣрить и повторять это до тѣхъ поръ, пока не будутъ получены удовлетворительные результаты.

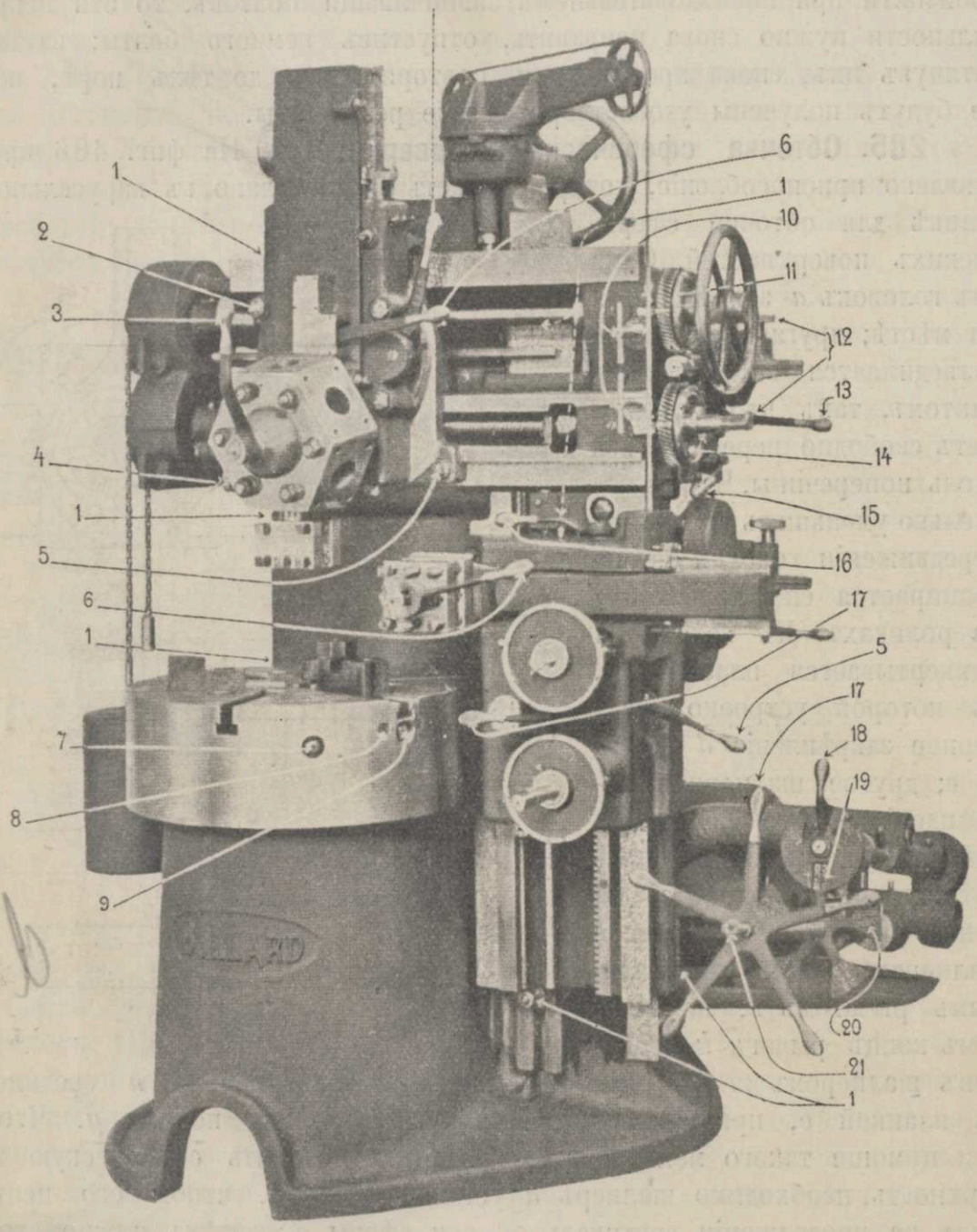
285. Обточка сферическихъ поверхностей. На фиг. 486 представлено приспособленіе, которое можетъ быть сдѣлано въ карусельномъ станкѣ для обточки сферическихъ поверхностей. Одна изъ головокъ a закрѣпляется на мѣстѣ; другая головка b разъединяется съ ходовымъ винтомъ, такъ что она можетъ свободно передвигаться вдоль поперечины. Чтобы нѣсколько уменьшить треніе при передвиженіи головки b, она подпирается еще кареткой f на роликахъ. Къ головкѣ a привертывается пластина c, въ которой устроено шалнерное закрѣпленіе d рычага e; другое шалнерное закрѣпленіе i того же рычага сдѣлано на планкѣ h, прикрѣпленной къ полосѣ g. На концѣ рычагъ e соединяется шалнеромъ j съ вертикальнымъ рычагомъ k; на нижнемъ концѣ рычагъ k соединенъ шалнеромъ m съ рычагомъ l, который шалнеромъ n соединенъ съ планкой o, прикрѣпленной къ нижнему концу полосы g. Чтобы при помощи такого механизма можно было обточить сферическую поверхность, необходимо шалнеръ d установить такъ, чтобы его центръ былъ на продолженіи вертикальной оси сферы q.; затѣмъ нужно, чтобы длина ij равнялась mn и чтобы разстояніе отъ d до центра сферы равнялось длинѣ mj. При такомъ устройствѣ мы получимъ параллелограмъ, у котораго точка n будетъ описывать такую же кривую, какъ и точка i. Если мы полосѣ g сообщимъ питаніе внизъ, то понятно, что точка i будетъ описывать кругъ изъ центра d, при чемъ головка b будетъ отходить отъ головки a, потомъ начнетъ къ ней снова приближаться; точно такой же кругъ будетъ описывать и точка n, а потому если мы здѣсь



Фиг. 486.

закрѣпимъ рѣзецъ p, то онъ и обточитъ издѣліе по сферической поверхности. Для подобной работы примѣняется рѣзецъ, ромбически заточенный, со слегка скругленнымъ носкомъ.

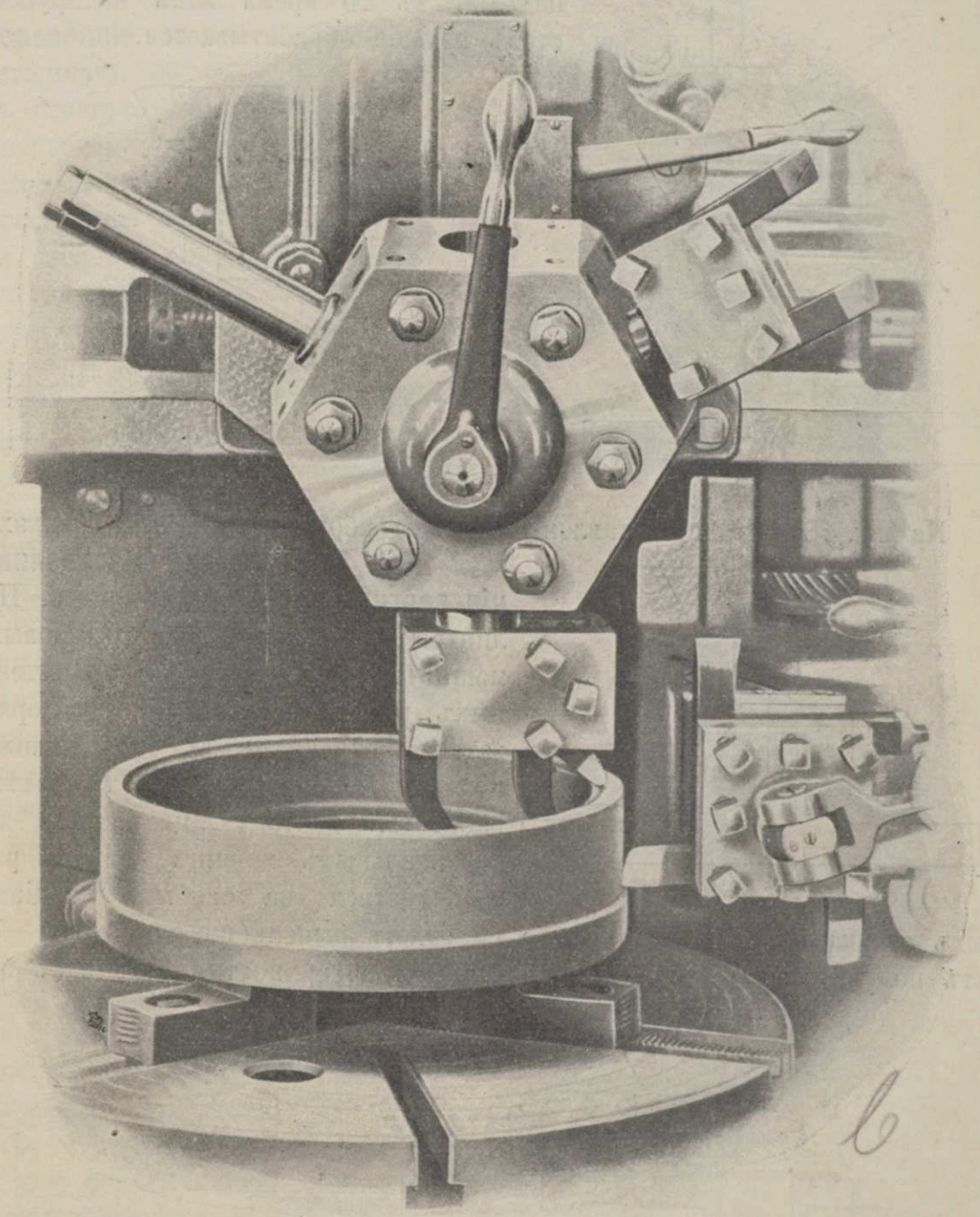
286. Револьверный карусельный станокъ. Для многихъ работъ очень удобнымъ оказывается револьверный карусельный станокъ, изоб-



Фиг. 487.

1.—Закрѣпленіе ползуна. 2.—Закрѣпленіе поворота ползуна около горизонтальной оси. 3.—Закрѣпленія револьверной головки. 4.—Остановъ. 5.—Закрѣпленіе каретки отъ поперечнаго передвиженія. 6.—Закрѣпленіе боковой головки. 7.—Раздвиганіе кулачковъ патроновъ—всѣхъ вмѣстѣ. 8.—Предѣльный остановъ. 9.—Передвиженіе кулачковъ каждаго отдѣльно. 10.—Перемѣна хода. 11.—Микрометрическій указатель питанія. 12.—Перемѣна питанія. 13.—Измѣненіе направленія питанія. 14.—Предохранитель отъ слишкомъ сильнаго нажатія. 15.—Пусканіе въ ходъ питанія. 16.—Закрѣпленіе поперечная ползуна. 17.—Питаніе поперечнаго ползуна. 18.—Измѣненіе числа оборотовъ. 19.—Указатель числа оборотовъ.

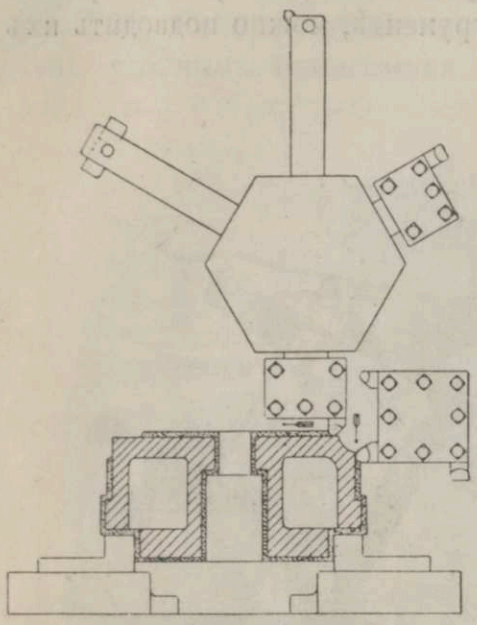
раженный на фиг, 487. Устройство такого станка, подобно описанному выше. Главное отличіе заключается въ конструкціи суппортной головки, которыя исполняется также, какъ на горизонтальныхъ револьверныхъ станкахъ; закрѣпляя въ ней различные инструментѣ, можно подводить ихъ



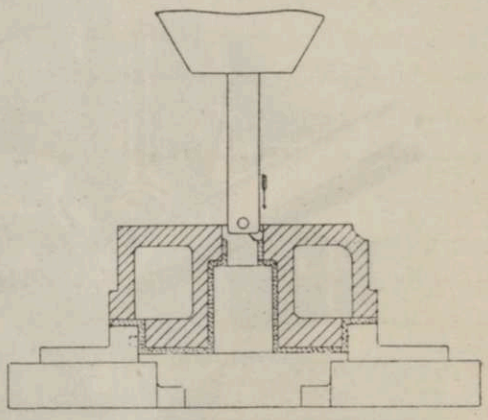
Фиг. 488.

поочереди къ издѣлію и закончить его обработку, не снимая издѣлія со станка. На фиг. 488 представлена головка съ закрѣпленными въ ней рѣзцами въ увеличенномъ масштабѣ. Какъ видно, револьверная головка имѣется и на боковомъ суппортѣ. Преимущество подобнаго станка по сравненію съ горизонтальнымъ револьвернымъ заключается, какъ и для

обыкновеннаго карусельнаго, въ большемъ удобствѣ при установкѣ издѣлій на горизонтальномъ столѣ. Такіе же станки изготовляются двойные, т.-е. съ двумя головками и двумя столами, такъ что на одномъ столѣ рабочій можетъ производить установку издѣлія, въ то время какъ на другомъ столѣ издѣліе обрабатывается.

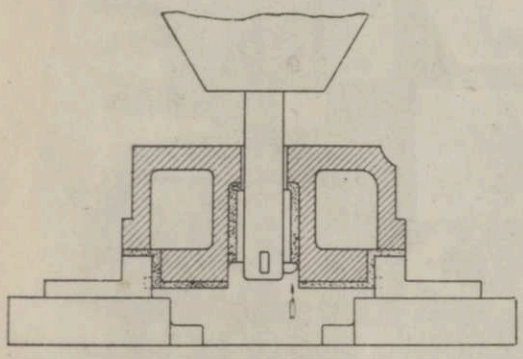


Фиг. 489.



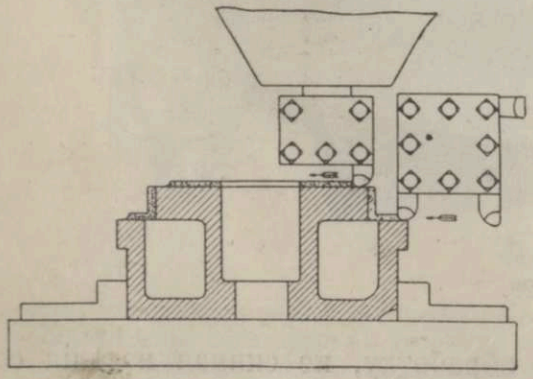
Фиг. 490.

На фиг. 489—93 представлены примѣры работъ на подобныхъ станкахъ.

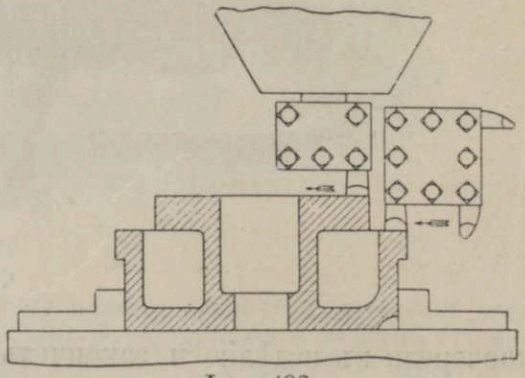


Фиг. 491.

287. Машины для разсверливанія вертикальныхъ цилиндровъ. Цилиндры для паровыхъ и газовыхъ машинъ, насосовъ и др. значительныхъ размѣровъ, должны разсверливаться непремѣнно въ томъ положеніи, въ какомъ они будутъ затѣмъ работать, поэтому цилиндры для вертикальныхъ машинъ должны разсверливаться на особыхъ спеціальныхъ станкахъ. Если это условіе не будетъ выполнено, то нельзя будетъ получить правильной цилиндрической поверхности, такъ какъ при



Фиг. 492.

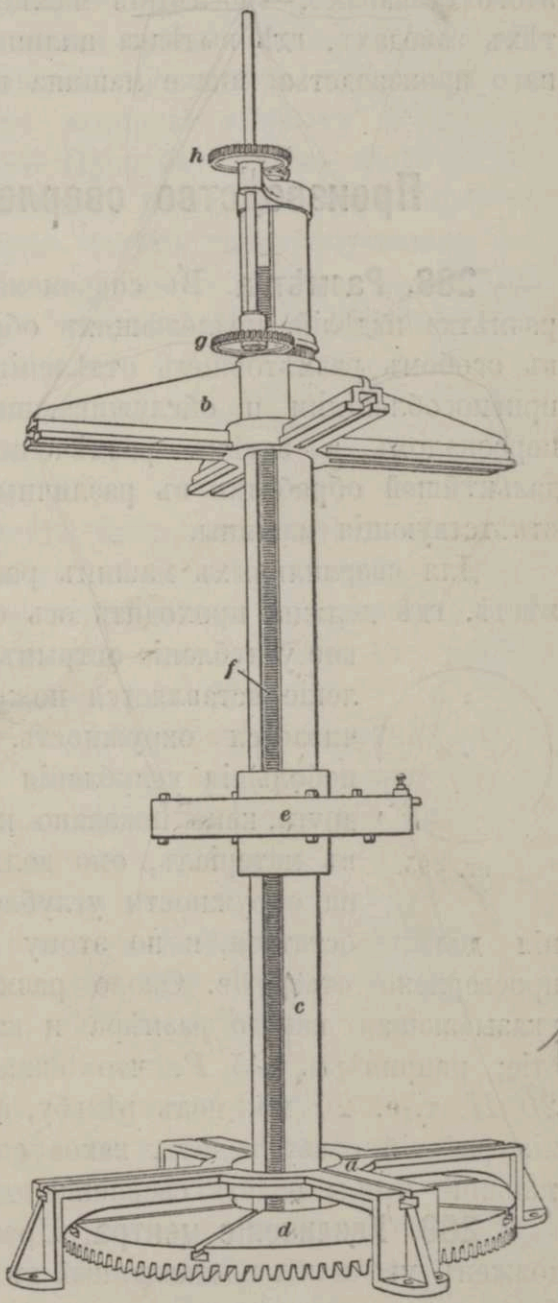


Фиг. 493.

цилиндрахъ значительнаго размѣра большое значеніе оказываетъ дѣйствіе вѣса, подъ вліяніемъ котораго издѣліе коробится, и потому правильно выточенный цилиндръ въ горизонтальномъ положеніи, будучи поста-

вленъ вертикально, окажется уже не вѣрнымъ, такъ какъ вліянія вѣса измѣнится.

На заводахъ, гдѣ изготовляется много большихъ вертикальныхъ цилиндровъ, могутъ имѣться спеціально конструированные для этого станки, въ родѣ карусельныхъ. Если же вертикальныхъ цилиндровъ изготовлять приходится не много, то можно съ удобствомъ примѣнять **полосу для разсверливанія** такихъ цилиндровъ, изображенную на фиг. 494. Цилиндръ ставится на стойки *a*, верхняя крестовина *b* привертывается къ верхнему флянцу цилиндра. Черезъ эти крестовины проходитъ обыкновенная полоса для разсверливанія *c*, съ головкой *e* для закрѣпленія рѣзцовъ, передвигаемой вдоль полосы ходовымъ винтомъ *f*. Полоса приводится во вращеніе конической шестерней *d*, получающей движеніе отъ общаго привода или отъ отдѣльнаго двигателя. Ходовой винтъ вращается зубчатой передачей *g*, *h*, расположенной въ верхней части полосы.



Фиг. 494.

Для **окончательной отдѣлки цилиндрической поверхности** примѣняются различные инструменты. Нѣкоторые считаютъ, что лучше всего отдѣлку поверхности паровыхъ и друг. цилиндровъ, въ которыхъ работаетъ поршень, производить плоскимъ рѣзцомъ; другіе же, наоборотъ, считаютъ, что окончательную отдѣлку слѣдуетъ производить ромбическимъ рѣзцомъ со слегка закругленной вершиной, такъ какъ при этомъ получаются на поверхности мелкіе рифты, которые способствуютъ лучшей работѣ поршня; — рифты служатъ какъ бы вмѣстилищемъ для масла и поршень на поверхности не такъ срабатывается.

Какимъ бы рѣзцомъ не производилась **отдѣлка поверхности цилиндра, ее необходимо производить съ одного прохода, не останавливая рѣзца.** Разъ рѣзецъ остановился, то уже дальнѣйшая цилиндрическая поверхность будетъ отличаться отъ начатой (здѣсь играютъ роль и температурныя воздѣйствія отъ тренія рѣзца) и работа получится несовершенная. Въ виду этого, большія машины для разсверли-

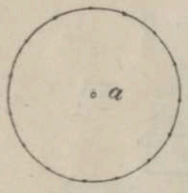
ванія цилиндровъ, на которыхъ проходъ рѣзцомъ совершается довольно долго, должны приводится въ движеніе отдѣльнымъ двигателемъ, чтобы остановка общаго заводскаго привода, напримѣръ на обѣденное время, не могла испортить работы.

Какъ уже сказано, цилиндры могутъ растачиваться на самоточкахъ, на машинахъ для разсверливанія и на спеціально приспособленныхъ для этого стаканахъ;—послѣднія машины могутъ имѣть примѣненіе лишь на тѣхъ заводахъ, гдѣ выдѣлка цилиндровъ составляетъ предметъ спеціальнаго производства, иначе машина не окупится.

Производство сверленія и разсверливанія.

288. Размѣтка. Въ современныхъ машиностроительныхъ заводахъ размѣтка издѣлій, подлежащихъ обработкѣ на машинахъ, производится въ особомъ размѣточномъ отдѣленіи, снабженномъ всѣми необходимыми приспособленіями и обслуживающимися приспособленнымъ для этого персоналомъ, а затѣмъ размѣченныя издѣлія отправляются уже для дальнѣйшей обработки въ различныя отдѣленія завода, гдѣ стоятъ соотвѣтствующія машины.

Для сверлильныхъ машинъ размѣтка заключается въ томъ, что на мѣстѣ, гдѣ должна проходить ось отверстія, дѣлается аккуратно маленькое углубленіе острымъ, небольшимъ керномъ; въ это углубленіе вставляется ножка циркуля, а другой ножкой очерчивается окружность, на которой накерниваются слегка небольшія углубленія на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга, какъ показано на фиг. 495. Когда сверло углубится въ матеріалъ, оно должно на половину срѣзать сдѣланныя на окружности углубленія, а половина каждаго углубленія должна остаться, и по этому можно судить, насколько правильно просверлено отверстіе. Около размѣтки обыкновенно ставится надпись, указывающая, какого размѣра и какъ должно быть просверлено отверстіе; напримѣръ, *25 P*, что означаетъ 25 мм. подъ развертку, или *20 H*, т.-е. 20 мм. подъ рѣзьбу, или нарѣзку; получивши такія указанія рабочій сразу видитъ, какое сверло ему надо взять въ инструментальной, чтобы начать сверленіе.



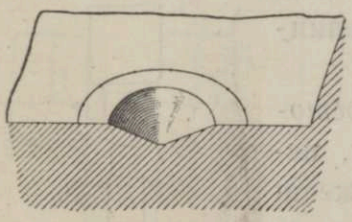
фиг. 495.

289. Увеличеніе центра. Прежде чѣмъ начать сверленіе, рабочій долженъ увеличить поставленный въ размѣтной центръ большимъ керномъ, безъ этого невозможно начать сверленіе центрально.

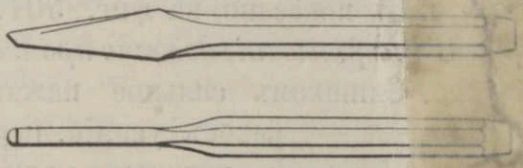
290. Установка издѣлія. Послѣ этого издѣліе готово къ сверленію. Рабочій ставитъ его на столъ, прикрѣпляетъ къ столу и передвигаетъ столъ такимъ образомъ, чтобы острее сверла какъ разъ пришлось надъ центромъ отверстія. Послѣ этого столъ закрѣпляется, чтобы онъ не могъ сдвинуться во время сверленія.

291. Начало сверленія. Когда сверло установлено надъ центромъ отверстія (вращательное движеніе сверла сообщено было еще раньше),

его осторожно углубляютъ въ металлъ. Обыкновенно, вслѣдствіе неоднородности матеріала и не вполнѣ точной заточки острея, сверло нѣсколько уклоняется въ сторону. Углубляютъ сверло немного, какъ показано на фиг. 496 и, приподнявъ сверло и сдунувъ опилки, смотрятъ насколько оставленный имъ слѣдъ правильно расположился относительно начерченнаго круга. Если окажется, что сверло ушло въ сторону, нужно его выправить. Для этого берутъ небольшое зубило (фиг. 497) со скругленнымъ концомъ, толщиной 3—4 мм. и прорубаютъ небольшую канавку съ той стороны отверстія, въ которую желаютъ передвинуть сверло, какъ это показано на фиг. 498. Прорубать нужно около центра, такъ какъ въ этомъ мѣстѣ канавка энергичнѣе сдвигаетъ сверло. Затѣмъ снова опускаютъ сверло и, снявъ нѣсколько стружекъ, снова смотрятъ, насколько вѣрно оно сверлитъ;



Фиг. 496.

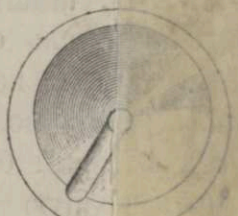


Фиг. 497.

если окажется, что сверло продолжаетъ итти эксцентрично, снова подрубаютъ канавку и такъ продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока сверло не начнетъ рѣзать совершенно правильно относительно начерченнаго круга. Послѣ этого начинаютъ питать сверло или отъ руки или отъ самохода (см. преимущество автоматичнаго питанія стр. 271).

292. Направляющія отверстія. При сверленіи сверлами большого діаметра выгоднѣе сначала пройти отверстіе малымъ сверломъ, такъ чтобы плохо работающая центральная перемычка большого сверла помѣщалась бы на діаметрѣ просверленнаго отверстія. Тогда большимъ сверломъ можно работать съ гораздо большими скоростями и получить выигрышъ въ работѣ. Если большое сверло при началѣ работы уйдетъ въ сторону, его выправляютъ, также прорубая канавку, но при этомъ канавку нужно прорубать по всей образующей конической поверхности, какъ показано на фиг. 499.

Фиг. 498.

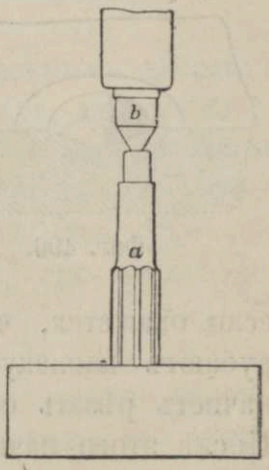


Фиг. 499.

293. Сверленіе очень глубокихъ отверстій. При сверленіи очень глубокихъ отверстій иногда приходится углублять сверло такъ глубоко, что продѣланныя на его поверхности канавки уходятъ въ матеріалъ; въ такомъ случаѣ стружки уже не имѣютъ возможности выходить свободно наружу и этимъ сверленіе значительно затрудняется. Въ такихъ случаяхъ, углубивъ насколько возможно большое сверло, надо затѣмъ сверлить сверломъ меньшаго діаметра, чтобы отверстіе получилось какъ показано на фиг. 500. При этомъ стружки, образуемыя малымъ сверломъ, могутъ свободно выходить черезъ кольцевое пространство въ болѣе широкой части отверстія. Затѣмъ работу доканчиваютъ сверломъ большого діаметра, при чемъ получаемыя стружки проваливаются внизъ черезъ центральное отверстіе. Разницу между размѣрами двухъ сверлъ нужно

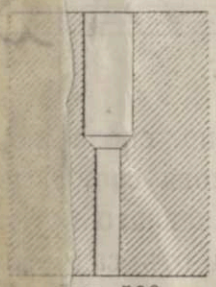
выбирать такъ, чтобы какъ кольцевое пространство, такъ и центральное отверстіе получались достаточными для вывода стружекъ. Напримѣръ, хорошіе результаты получаются при сверлахъ 45 мм. и 30 мм.

294. Развертываніе. Какъ уже было сказано, отверстію придается окончательная правильная поверхность и точный размѣръ при помощи развертки. Въ видахъ сбереженія времени развертываніе производится сейчасъ же послѣ сверленія, чтобы не повторять установки издѣлія. Грубая стружка можетъ быть снята при помощи развертки, вставленной въ шпиндель машины, сообщая ему медленное вращеніе. *Отдѣлочная же стружка должна быть снята отдѣлочной разверткой, поворачивая ее отъ руки*, при чемъ развертка *a* можетъ быть поддерживаема центромъ *b*, вставленнымъ въ шпиндель, какъ показано на фиг. 501.



Фиг. 501.

Развертываніе должно производиться очень осторожно. Слишкомъ сильное нажатіе на развертку, перекосъ усилій, неравномѣрное движеніе съ толчками можетъ повести къ тому, что будетъ испорчено какъ отверстіе, такъ и развертка. Развертку нужно поворачивать медленно, равномѣрно, не особенно нажимая. Вообще вѣса самой развертки и надѣтаго на него воротка достаточно, чтобы обезпечить необходимое питаніе развертки, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходится прикладывать къ этому и нѣкоторое добавочное усиліе.


Фиг. 500.

295. Машинное развертываніе. Если приходится развертывать большое число отверстій, то для этой операціи отводится спеціальная сверлилка, на которой питаніе развертки сообщается отъ самохода. Но такая работа должна поручаться очень опытному въ этомъ дѣлѣ рабочему, который бы зналъ, какъ нужно устанавливать издѣліе, чтобы получить точную работу, и зналъ бы съ какой скоростью и съ какимъ питаніемъ слѣдуетъ пустить развертку. Кромѣ того отверстія должны сверлиться не очень разнящіяся по размѣрамъ діаметра, чтобы работа развертки была однообразна, иначе легко испортить развертку и получить неточную работу.

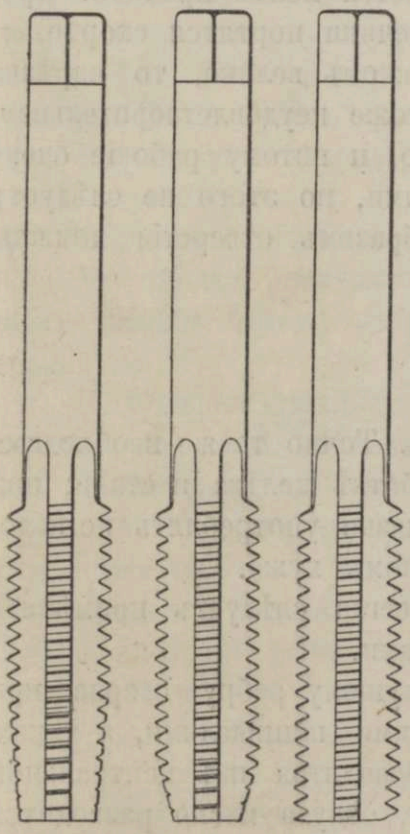
Нарѣзка рѣзьбы.

296. Мечики. На сверлильныхъ станкахъ очень часто приходится въ просверленныхъ отверстіяхъ нарѣзать рѣзьбу. Для этой цѣли примѣняются *мечики* (фиг. 502). Они представляютъ изъ себя винты, приготовленные изъ инструментальной стали, съ продольными прорѣзами, которые образуютъ рѣжущія ребра, какъ у развертки. Если отверстіе не сквозное, сначала нарѣзку начинаютъ *коническимъ мечикомъ*, ввинчивая его въ матеріалъ, пока мечикъ не упрется въ дно отверстія, затѣмъ проходятъ *вторымъ мечикомъ*, у котораго конусъ сдѣланъ на меньшей длинѣ,

и наконецъ, если рѣзьбу нужно довести до самаго дна отверстія, проходятъ *третьимъ мечикомъ*, имѣющимъ *одинаковый діаметръ по всей длинѣ*[1]).

Если мечики назначены спеціально для работы съ ними на сверлильныхъ станкахъ, ихъ тѣло имѣетъ форму, которая допускала бы удобное закрѣпленіе въ шпинделѣ машины; если же мечики назначены и для ручной работы, и имѣютъ поэтому на концѣ запиленный кадратъ, какъ показано на чертежѣ, то для ихъ закрѣпленія при сверлилкѣ долженъ имѣться особый патронъ.

297. Предохранительный патронъ. При нарѣзкѣ глухихъ отверстій мечикъ будетъ свободно вращаться и нарѣзать рѣзьбу до тѣхъ поръ, пока онъ не упрется въ дно отверстія; если въ этотъ моментъ вращеніе шпинделя машины не остановится, то произойдетъ что нибудь изъ двухъ: или сломается мечикъ, или будетъ сорвана нарѣзанная винтовая нарѣзка. Такъ какъ остановить вращеніе шпинделя въ нужный моментъ очень трудно, то для предупрежденія поломки примѣняется при машинной нарѣзкѣ особый предохранительны патронъ (фиг. 503). Въ шпиндель вставляется стержень, на нижнемъ концѣ котораго закрѣпленъ патронъ *c*. въ который вставляется мечикъ. Патронъ *c* можетъ свободно вращаться на центральномъ стержнѣ. На томъ же стержнѣ посаженъ на шпонкѣ дискъ *b*, который сцѣпляется съ патрономъ *c* при помощи косыхъ зубцовъ и прижимается пружиною *a*. Сила нажатія пружины разсчитана такимъ образомъ, чтобы моментъ, скручивающій мечикъ при нарѣзкѣ, не могъ повернуть патронъ относительно диска *b*. Если же скручивающій моментъ увеличится, что произойдетъ въ томъ случаѣ, когда мечикъ упрется въ дно отверстія, то пружина при этомъ сожмется и патронъ *c* съ мечикомъ остановится, а дискъ *b* будетъ продолжать вращаться вмѣстѣ со шпинделемъ сверлики, при чемъ зубья *b* будутъ щелкать по зубьямъ патрона *c*, какъ у храповика.



Фиг. 502.

Фиг. 503.

298. Скорость при нарѣзкѣ рѣзьбы. Мечикъ, какъ и развертка, долженъ вращаться медленно и равномѣрно. Послѣ того какъ мечикъ началъ рѣзать, на него не должно производиться давленія отъ питающаго механизма;—мечикъ долженъ самъ ввинчиваться въ металлъ.

---

[1]) При нарѣзкѣ глухихъ отверстій ихъ слѣдуетъ на днѣ ширять, какъ объяснено на стр. 252.

299. Размѣръ отверстія, просверленнаго подъ рѣзьбу. Весьма важно, чтобы отверстіе подлежащее нарѣзкѣ, было просверлено надлежащаго размѣра, т.-е. чтобы оставалось достаточно матеріала, въ которомъ могла бы быть образована рѣзьба; съ другой стороны, слишкомъ много матеріала не должно оставаться, иначе мечику придется его снимать и это потребуетъ какъ много излишней работы, такъ и можетъ повести къ порчѣ мечика.

Въ чугунѣ отверстіе должно быть просверлено нѣсколько большаго діаметра, чѣмъ въ стали или желѣзѣ. Считаютъ, что *слой матеріала,* оставленнаго для нарѣзки, *равный 0,75 глубины нарѣзки,* дастъ лучшіе результаты, чѣмъ слой, равный глубинѣ нарѣзки, такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ нарѣзка легко крошится и получается менѣе прочной. Кромѣ того, при нарѣзкѣ болѣе толстаго слоя мечики портятся скорѣе.

Съ другой стороны, если отверстіе слишкомъ велико, то нарѣзка получается неполная и въ этомъ отношеніи тоже неудовлетворительная. При такой нарѣзкѣ мечикъ идетъ очень легко, и потому рабочіе очень склонны сверлить отверстія излишне большими, но этого не слѣдуетъ допускать, такъ какъ нарѣзанныя такимъ образомъ отверстія должны быть признаны неправильными.

Смазка.

300. О смазкѣ сверлъ было уже сказано. Точно также необходимо смазывать разенковки и разбуровки при обработкѣ желѣза и стали; при обработкѣ же чугуна и мѣдныхъ сплавовъ смазки употреблять не надо, такъ какъ при этомъ матеріалъ рѣжется сверломъ хуже.

При развертываніи и нарѣзкѣ рѣзьбы всегда слѣдуетъ примѣнять смазку, предпочтительнѣе растительными маслами.

Обыкновенно смазка подводится къ рѣжущему ребру сверла, при помощи масленки. Но въ машинахъ съ многими шпинделями, а также иногда и въ простыхъ машинахъ смазка подводится изъ центральной масленки, прикрѣпленной къ станинѣ машины, откуда масло разводится къ отдѣльнымъ сверламъ небольшими трубочками. Стекающее масло собирается особымъ поддономъ, въ которомъ оно отдѣляется отъ стружекъ сѣткой и затѣмъ насосомъ снова подается въ масленку. Такимъ образомъ одно и то же масло можетъ обращаться нѣсколько разъ, чѣмъ достигается при обильной смазкѣ сравнительно небольшой расходъ смазочнаго матеріала.

Наточка сверлъ.

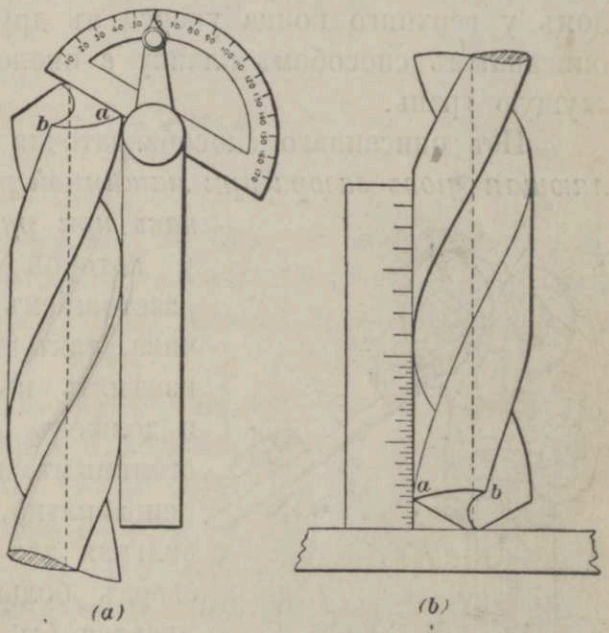
301. Какимъ условіямъ должно удовлетворять правильно заточенное сверло, было уже указано ранѣе (см. стр. 252).

При ручной заточкѣ сверлъ требуется большое искусство и вниманіе, чтобы удовлетворить указаннымъ условіямъ. Оба рѣжущихъ ребра должны быть заточены совершенно симметрично, подъ должными углами и съ должными зазорами. Чтобы провѣрить правильность заточки, упо-

требляютъ угломѣрный инструментъ (фиг. 504*a*), который сначала прикладывается къ рѣжущему ребру *a*, затѣмъ къ образующей *b* и, сравнивая ихъ, замѣчаютъ при этомъ величину зазора; потомъ прикладываютъ угломѣръ къ другому ребру, наконецъ измѣряютъ длину реберъ.

Ту же провѣрку можно произвести способомъ, указаннымъ на фиг. 504*b*. Измѣряя высоту точекъ *a* и *b*, опредѣляютъ величину зазора; тѣ же величины измѣряютъ для другого ребра и свѣряютъ длину реберъ.

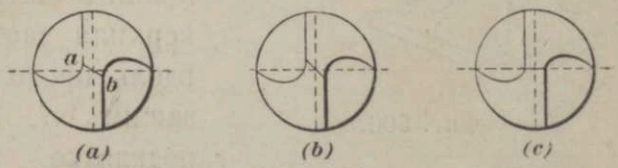
О величинѣ угла зазора можно судить также по положенію перемычки *ab* у вершины сверла (фиг. 505). При надлежащемъ углѣ зазора перемычка *ab* будетъ расположена такъ, какъ представлено на фиг. 505*a*. Положеніе перемычки фиг. *b* будетъ при слишкомъ маломъ углѣ зазора, а положеніе перемычки фиг. *c* будетъ при слишкомъ большомъ углѣ зазора. Въ обоихъ послѣднихъ случаяхъ сверло будетъ рѣзать неправильно.



Фиг. 504.

Для большей прочности сверлъ глубину винтовой канавки дѣлаютъ постепенно уменьшающейся по направленію къ верху сверла. Вслѣдствіе этого, по мѣрѣ того, какъ сверло стачивается, перемычка *ab* становится все больше и больше, и этимъ нарушается правильность работы сверла; а потому если перемычка увеличится болѣе желательной величины нужно при заточкѣ сверла нѣсколько протачивать и желобки, не измѣняя ихъ формы, чтобы этимъ привести перемычку до первоначальной величины.

При ручной заточкѣ съ каждой стороны стачиваются *плоскія площадки*, которыя и образуютъ уголъ зазора.



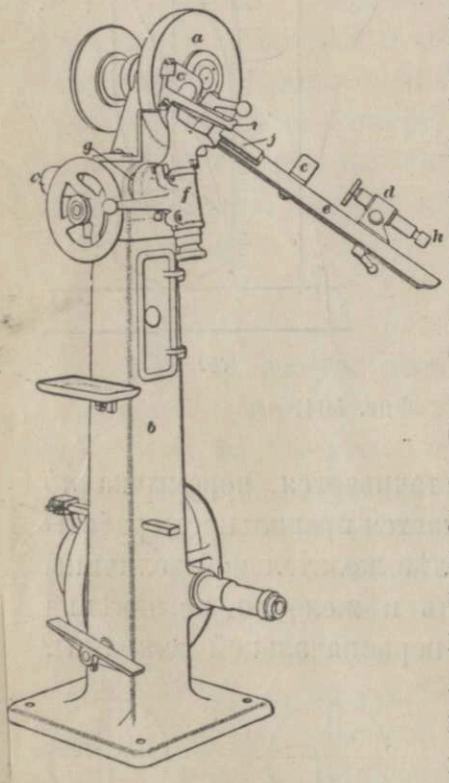
Фиг. 505.

302. Машинная заточка сверлъ. При машинной заточкѣ всѣ требованія, предъявляемыя къ правильно заточенному сверлу, получаются сами собой. Для наточки сверлъ существуетъ много машинъ различныхъ конструкцій. Одна изъ такихъ машинъ, очень простая по устройству и дающая хорошіе результаты, представлена на фиг. 506.

На стойкѣ *b* въ подшипникахъ помѣщается *наждачное точило a*. Около этого точила имѣется *планка e*, на которой прикрѣплены двѣ подкладки *cc* съ угловыми вырѣзками и *упорка d*. Сверло кладется на подкладки *cc*. Сама планка *e* имѣетъ цилиндрическій отростокъ въ видѣ шипа, который помѣщается въ *подшипникѣ f*, а подшипникъ *f* закрѣпленъ посредствомъ хвоста въ опорѣ *g*, и можетъ при поворачиваніи

маховичка приближаться къ точилу или отдаляться отъ него. Сверло кладется на подкладки *cc*, переднимъ концомъ упирается въ особый *шаблонъ*, находящійся за передней подкладкой *c*; къ хвосту же сверла подводится упорка *d* и въ такомъ положеніи закрѣпляется. Придерживая въ такомъ положеніи сверло рукой, покачиваютъ планку *e* около шипа *f* и, подвинчивая осторожно *питающій винтъ h*, подводятъ понемногу сверло къ точилу. При такомъ движеніи будетъ заточена одна рѣжущая грань, а затѣмъ сверло поворачиваютъ на 180° такъ, чтобы шаблонъ у верхняго конца уперся въ другую канавку сверла, и покачивая описаннымъ способомъ планку *e* около шипа *f*, затачиваютъ вторую рѣжущую грань.

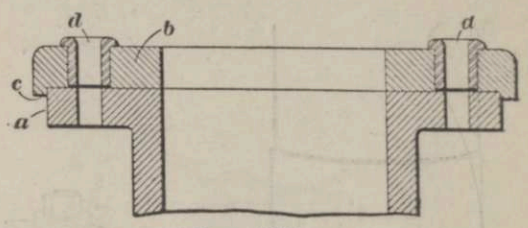
Изъ описаннаго способа заточки видно, что *поверхность, опредѣляющая уголъ зазора при машинной работѣ, получается не плоскость, какъ при ручной работѣ, а цилиндрическая*, у которой радіусъ кривизны опредѣляется разстояніемъ оси шипа *f* отъ плоскости точила, такъ что, измѣняя это разстояніе, можно измѣнять и радіусъ кривизны. Этотъ радіусъ и долженъ мѣняться; если бы онъ былъ постояннымъ, заточка сверла производилась бы неправильно. Если бы заточка получалась правильная для сверлъ малыхъ размѣровъ, то для сверлъ большихъ размѣровъ уголъ зазора получался бы слишкомъ великъ и сверло было бы непрочно,— рѣжущее ребро легко ломалось. Чтобы заточка была правильна, необходимо, чтобы для большихъ сверлъ и радіусъ цилиндрической поверхности, по которой стачивается сверло, былъ бы больше. Для установленія надлежащаго радіуса кривизны на машинѣ имѣется слѣдующее приспособленіе: верхняя часть планки *e* сдѣлана раздвижной вдоль продольной оси, такъ что если ослабить зажимъ *i*, то можно передній конецъ съ подкладкой *c* выдвинуть впередъ, при чемъ между этой подкладкой и выступомъ на планкѣ *j* образуется нѣкоторый промежутокъ. Верхній конецъ выдвигается настолько, чтобы въ промежуткѣ помѣстилось (по діаметру) сверло, которое желаютъ наточить. Выдвигая впередъ верхній конецъ планки *e*, чтобы онъ не уперся въ точило, нужно въ то же время отодвинуть отъ точила подшипникъ *f*, чѣмъ и будетъ соотвѣтственно увеличенъ радіусъ кривизны поверхности, по которой стачивается сверло. Такимъ образомъ прежде чѣмъ начинать точить сверло, нужно установить планку *e* по діаметру даннаго сверла, и придвинуть ее къ точилу насколько возможно близко, но чтобы все-таки подставка *c* не задѣвала точила.



Фиг. 506.

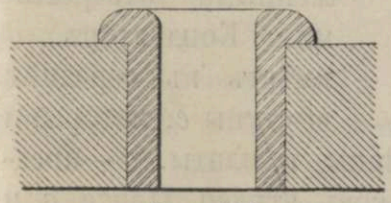
Кондукторы.

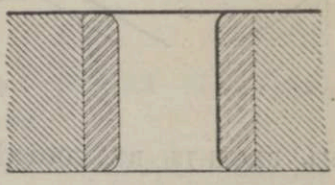
303. При сверленіи отверстій въ издѣліяхъ, изготовляемыхъ въ большомъ числѣ, работа можетъ быть произведена значительно дешевле и точнѣе, примѣняя такъ называемые кондукторы. Идея кондуктора состоитъ въ томъ, что на издѣліе, въ которомъ должны быть просверлены отверстія, накладывается особаго рода футляръ (кондукторъ), въ которомъ имѣются уже просверленными нужныя отверстія; если черезъ отверстія наложеннаго такимъ образомъ кондуктора пропустить сверло, то оно и просверлитъ въ издѣліи отверстія какъ разъ на нужномъ мѣстѣ, безъ предварительной размѣтки издѣлія и безъ установки сверла, нужной при сверленіи размѣченныхъ отверстій.



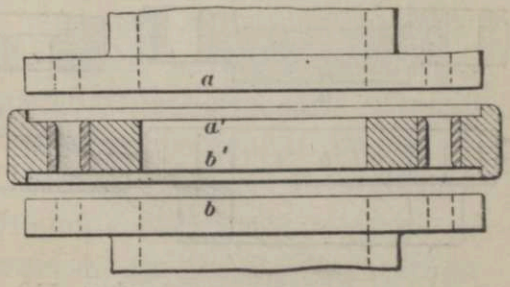
Фиг. 507.

Кондукторы приготовляются обыкновенно изъ чугуна но **въ направляющія отверстія**, для того чтобы они не могли разработаться сверломъ и потерять свою точность, **должны непремѣнно вставляться стальныя, закаленныя втулки**, которыя должны быть плотно пригнаны къ тѣлу самаго кондуктора и аккуратно приходиться къ сверлу. Напримѣръ, на фиг. 507 представленъ кондукторъ *b*, въ который вставлены стальныя закаленныя втулки *d*. Втулки вставляются очень плотно и приготовляются съ заплечиками (фиг. 508), но входной край скругляется, чтобы сверло свободно входило во втулку. Въ тѣхъ случаяхъ, когда сверло должно вставляться въ кондукторъ съ обѣихъ сторонъ, втулки вставляются, какъ показано на фиг. 509.


Фиг. 508.


Фиг. 509.

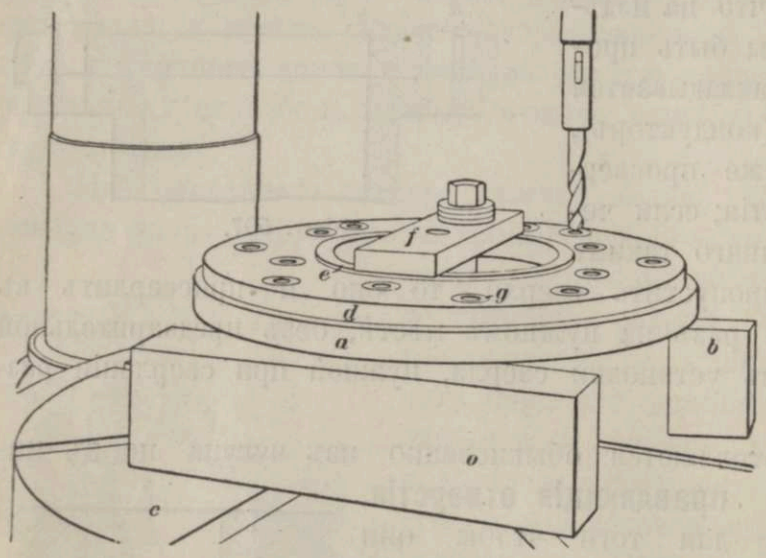
На фиг. 507 представленъ кондукторъ для просверливанія во флянцахъ отверстій, расположенныхъ на равныхъ другъ отъ друга разстояніяхъ. Кондукторъ надѣвается на флянецъ *a*, при помощи заточки *c*; флянецъ при этомъ долженъ быть обточенъ. Кондукторъ къ флянцу прикрѣпляется какимъ-нибудь зажимомъ, который можно удобно и быстро снимать.



Фиг. 510.

Если отверстія расположены на одинаковомъ разстояніи, то тотъ же кондукторъ можетъ быть примѣненъ и для сверленія флянца, стыкающагося съ этимъ.

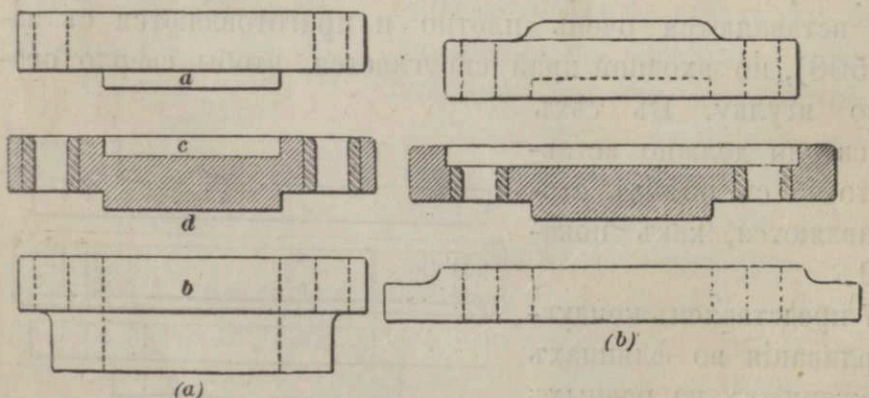
Если же отверстія расположены неправильно, то въ такомъ случаѣ кондукторъ для сверленія двухъ стыкающихся флянцевъ долженъ имѣть конструкцію, представленную на фиг. 510, и втулки должны быть вставлены безъ заплечиковъ съ закругленіями съ обѣихъ сторонъ. При сверленіи флянца b (фиг. 510) кондукторъ накладывается на него стороной b', а при сверленіи флянца a накладывается стороной a'. При стыкѣ флянцевъ просверленныя въ нихъ отверстія точно совпадутъ.



Фиг. 511.

На фиг. 511 представлено примѣненіе кондуктора при сверленіи ступицы паровознаго колеса и привертываемой къ этой ступицѣ плиты съ неправильно расположенными отверстіями. Кондукторъ d имѣетъ въ серединѣ выступы e, которыми онъ входитъ въ соотвѣтствующія проточки ступицы и плиты. g—представляютъ оставленныя внутреннія безъ заплечиковъ втулки. Плита a и кондукторъ положены на подкладки b и сразу закрѣплены однимъ общимъ болтомъ и прихваткой f.

На фиг. 512 a представленъ кондукторъ для сверленія отверстія въ двухъ стыкающихся частяхъ, приточенныхъ другъ къ другу посредствомъ выступа a на одной части, входящей въ цилиндрическую часть b другой детали. На кондукторѣ имѣются соотвѣтствующіе выступъ d и выточка c, которые приходятся къ соотвѣтствующимъ частямъ обрабатываемыхъ издѣлій.



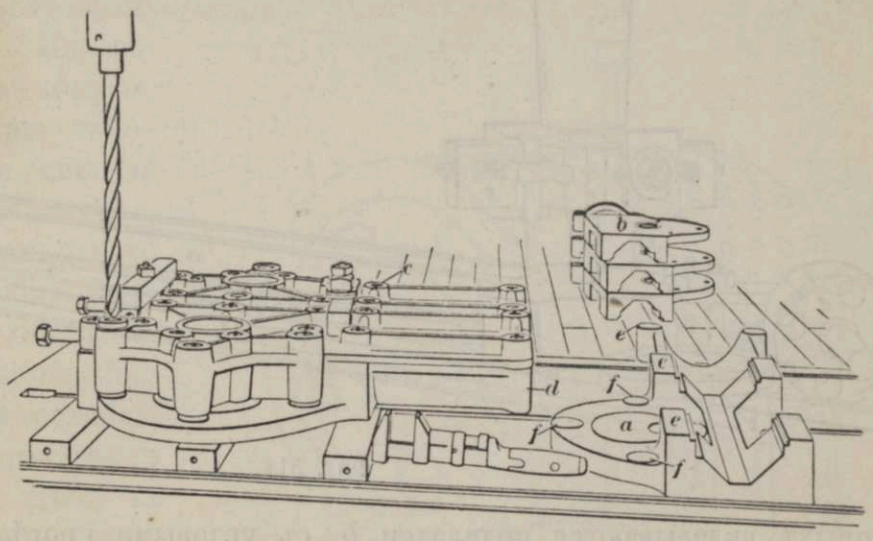
Фиг. 512.

На фиг. 512 b представленъ подобный же кондукторъ для просверливанія отверстій въ кольцѣ лаза и крышкѣ къ этому лазу.

Описанные кондукторы назначены для сверленія предметовъ правильной геометрической формы, но точно тотъ же принципъ можетъ

быть примѣненъ для устройства кондукторовъ при сверленіи предметовъ очень причудливыхъ очертаній.

На фиг. 513 представлено устройство кондукторовъ для сверленія суппортной доски у карусельнаго станка (правая и лѣвая). *a* представляетъ деталь, подлежащую сверленію; отверстія располагаются въ двухъ плоскостяхъ — въ *e* и *f*. Съ лѣвой стороны представлено, какъ устроенъ кондукторъ, который накладывается на эту деталь и вмѣстѣ съ ней закрѣпляется къ столу радіальной сверлильной. Затѣмъ сверленіе всѣхъ отверстій производится, не перемѣщая детали (*c*—правая доска, *d*—лѣвая доска), *b* представляетъ уже нѣсколько просверленныхъ деталей.



Фиг. 513.

Если отверстіе должно быть развернуто, то въ кондукторъ сначала вставляется втулка нѣсколько меньшаго размѣра, а затѣмъ втулка для развертки; разница въ ихъ діаметрахъ соотвѣтствуетъ толщинѣ слоя, снимаемаго разверткой [1]).

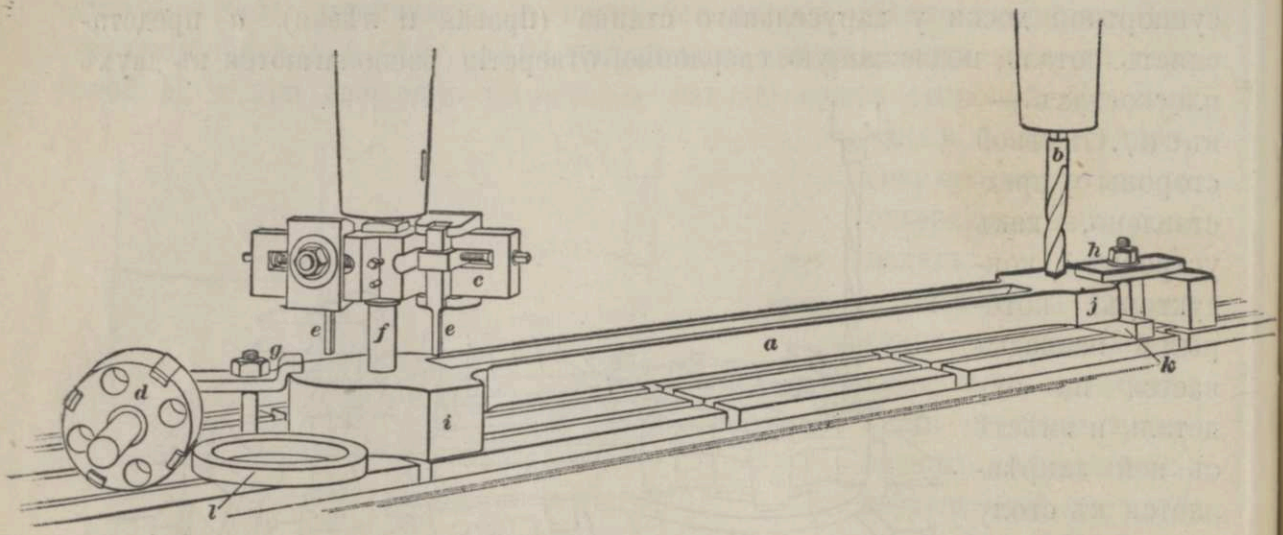
Примѣры работъ на сверлильныхъ машинахъ.

304. На фиг. 514 представленъ способъ разсверливанія отверстій въ двухъ головкахъ шатуна. Работа производится на вертикальной сверлильной съ двумя шпинделями. Въ одномъ шпинделѣ вставлено сверло *b*, которымъ просверливается отверстіе. Это отверстіе служитъ для направленія центра *f* у инструмента, вырѣзающаго кольцевое отверстіе рѣзцами *ee*. Полученное отверстіе развертывается затѣмъ разверткой *d*. Головка *i* шатуна кладется прямо на платформу, а подъ головку *j* подкладывается строганная подкладка *k*, толщина которой соотвѣтствуетъ разности толщинъ головокъ *i* и *j*. Прижимается шатунъ къ столу прихватками *g* и *h*. Чтобы рѣзцы не могли испортить столъ машины, употребляются кольцевыя подкладки *l*, внутреннее отверстіе которыхъ нѣсколько больше отверстія, высверливаемаго въ издѣліи. Эти подкладки должны быть точно обработаны и имѣть такую толщину, чтобы какъ разъ давать издѣлію при установкѣ надлежащее положеніе.

---

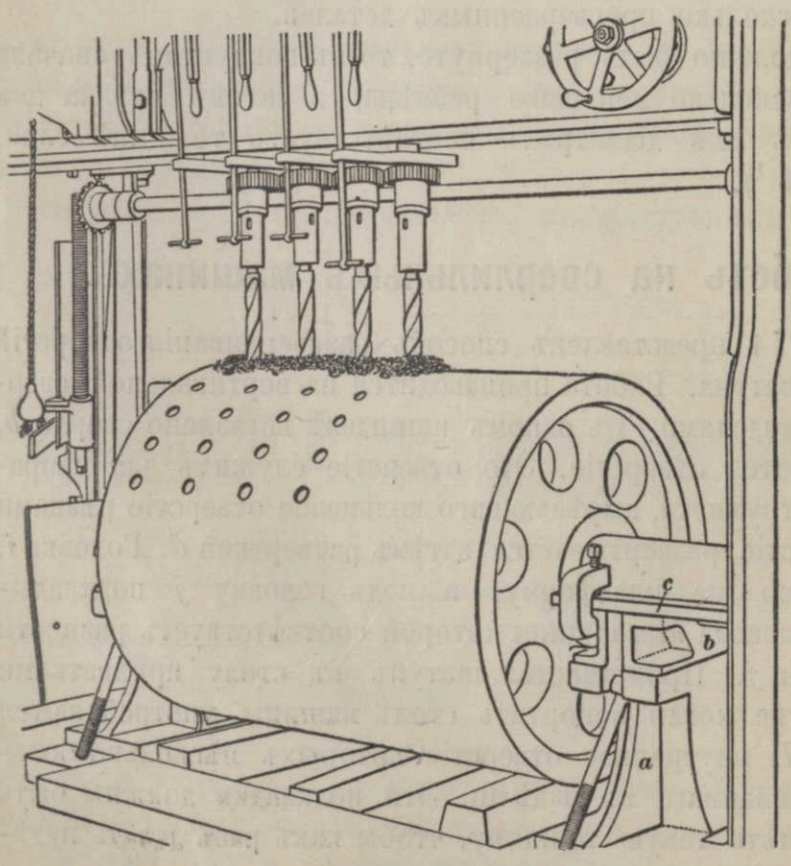
[1]) Болѣе подробно объ устройствѣ кондукторовъ будетъ сказано въ главѣ о приготовленіи инструментовъ.

На фиг. 515 представленъ способъ установки цилиндра, въ которомъ требуется просверлить отверстія на его поверхности. Сверлилка со многими шпинделями. Къ столу привертываются подставки *a*, на ко-



Фиг. 514.

торыхъ укладываются подкладки *b*, съ угловыми прорѣзами. Подкладки устанавливаются такимъ образомъ, чтобы плоскость, дѣлящая ихъ уголъ пополамъ, проходила черезъ оси шпинделей. Въ эти угловые прорѣзы кладется ось, на которой насаженъ барабанъ. Понятно, что при такой установкѣ сверла будутъ стоять нормально къ поверхности цилиндра, такъ что ихъ нужно только подводить къ намѣченнымъ отверстіямъ, поворачивая барабанъ. Отъ продольнаго перемѣщенія барабанъ удерживается полосой *c*, которая упирается въ ступицу барабана и привернута къ подкладкамъ *b* при помощи струбцинки.

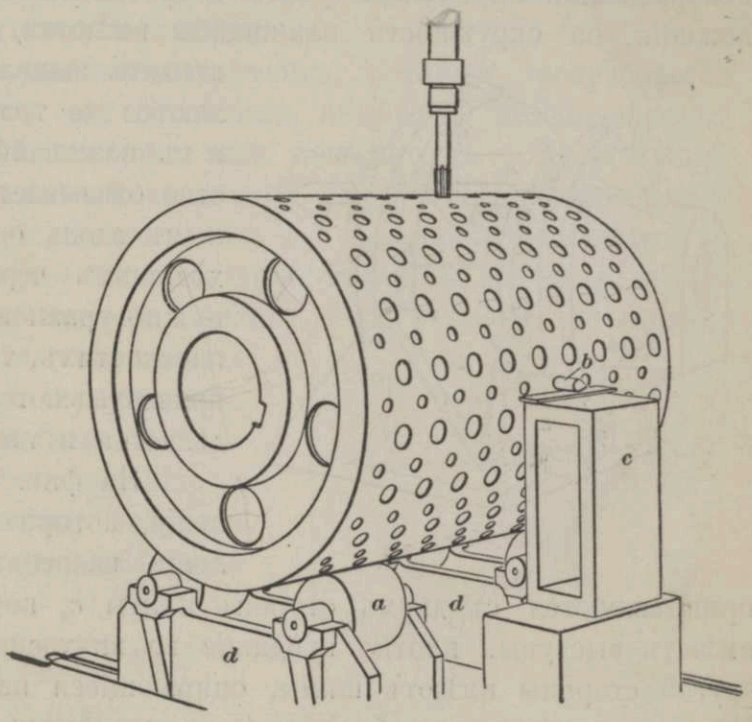


Фиг. 515.

Для развертыванія отверстій цилиндръ можетъ быть поставленъ на ролики *a* (фиг. 516), закрѣпленные въ особыхъ стойкахъ *d*. Отъ вращенія цилиндръ удерживается штиф-

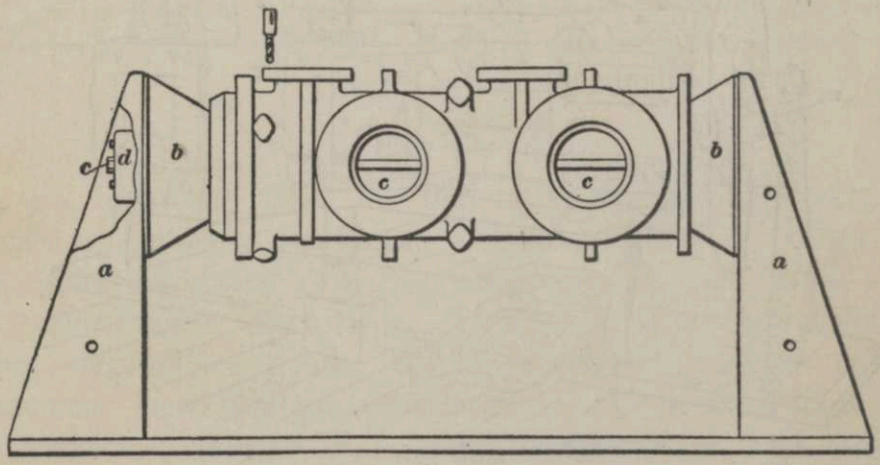
томъ b, опирающимся на поставленную подпорку c. Развертываніе удобнѣе всего производить подъ радіальной сверлильной.

На фиг. 517 представлено устройство, которое во многихъ случаяхъ можетъ оказаться удобнымъ при сверленіи. Къ стойкамъ a, прикрѣплены конусы b, которые могутъ вращаться около своихъ осей. Издѣліе надѣвается на конусы, какъ на центры самоточки, и вся система стягивается болтомъ c, проходящимъ отъ одного конуса къ другому. Просверливъ всѣ отверстія, лежащія въ одной плоскости, болтъ c ослабляютъ и поворачиваютъ издѣліе, такъ чтобы къ сверлу подошла слѣдующая поверхность, на которой должны быть просверлены отверстія. Чтобы поворачиваніе производилось легче, конусы b могутъ опираться на ролики, расположенные внутри ступицы d. На конусахъ могутъ имѣться различныя замѣтки, чтобы можно было легко поворачивать издѣліе на различные углы. Такое устройство очень удобно при сверленіи тяжелыхъ предметовъ.



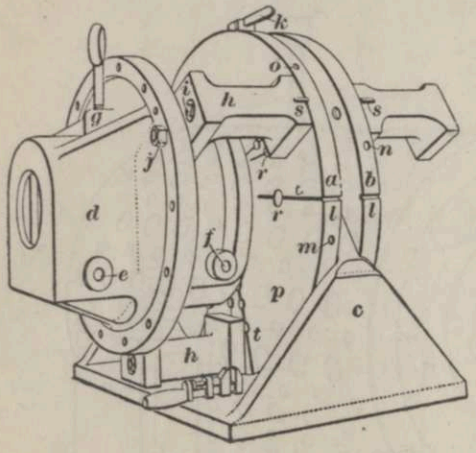
Фиг. 516.

На фиг. 518 изображено аналогичное приспособленіе, но издѣліе въ данномъ случаѣ прикрѣпляется не на конусахъ, а привинчивается къ двумъ планшайбамъ a и b, ось вращенія которыхъ закрѣплена въ стойкѣ c. Если, напримѣръ, въ издѣліи d, надо просверлить отверстія e, f и g, расположенныя подъ нѣкоторыми углами другъ къ другу, то издѣліе привертывается къ планшайбѣ a, посредствомъ подставокъ h, которыя къ издѣлію привернуты болтами j, а къ планшайбѣ притянуты



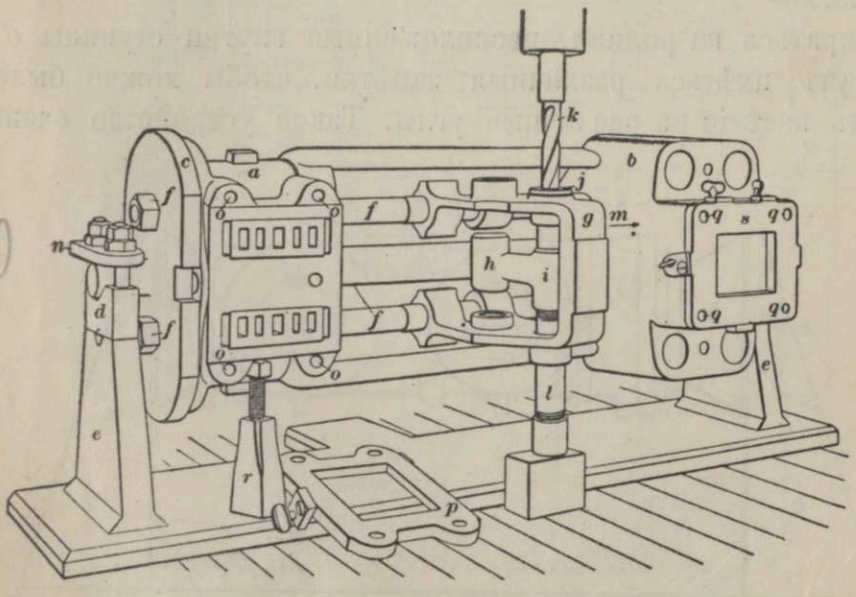
Фиг. 517.

болтами i; болты j входятъ въ соотвѣтствующія отверстія въ планшайбѣ, расположенныя въ различныхъ мѣстахъ, какъ показываютъ r. Для большей устойчивости стоекъ, на ихъ нижней поверхности имѣется выступъ s, который входитъ въ соотвѣтствующія канавки въ планшайбѣ. Для поворачиванія на нужный уголъ и установа въ соотвѣтствующемъ положеніи, на окружности планшайбы имѣются прорѣзы l, въ которые входитъ защелка k. Издѣлія привертываются не только къ планшайбѣ a, но и къ планшайбѣ b, и тогда все устройство оказывается вполнѣ уравновѣшеннымъ вдоль оси въ плоскостяхъ, проходящихъ черезъ ось; если издѣліе нужно уравновѣсить и въ поперечныхъ плоскостяхъ, то для того къ планшайбѣ привертываются контръ-грузы, какъ это дѣлается и на самоточкахъ.



Фиг. 518.

На фиг. 519 показано приспособленіе, которое примѣняется при сверленіи насосовъ дуплексъ. Къ насосу прикрѣпляются съ двухъ сторонъ плиты c, которыя съ одной стороны имѣютъ выступы, плотно входящіе во внутренность цилиндровъ, а съ другой стороны имѣютъ шипы, опирающіеся на подшипники d стоекъ e. Плиты c закрѣпляются болтами f, проходящими съ одного конца насоса на другой. На тѣхъ же болтахъ f устанавливается кондукторъ g, для просверливанія отверстій въ подшипникахъ h и i.

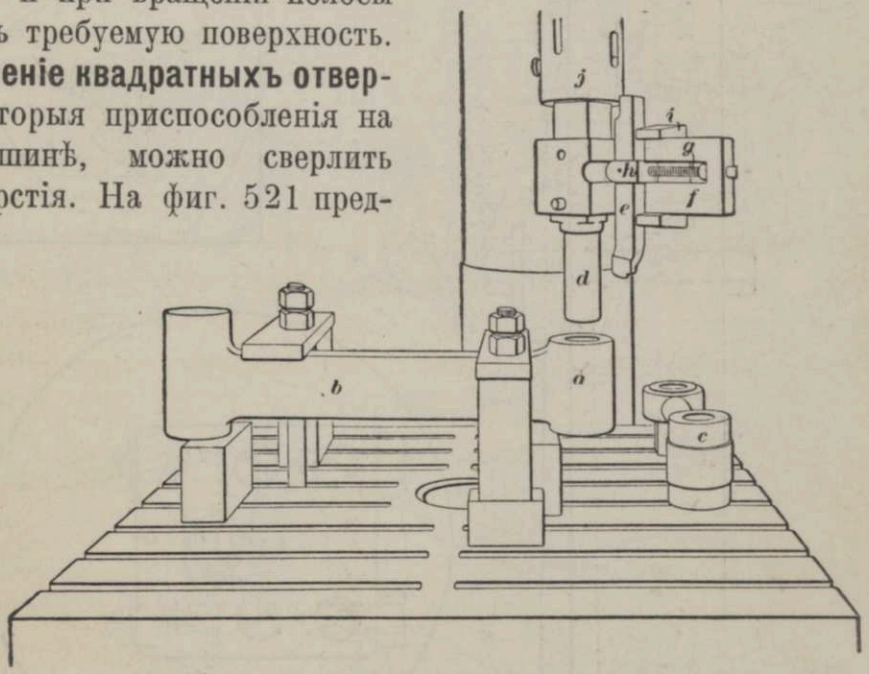


Фиг. 519.

На фиг. 519 показано сверло k, проходящее черезъ стальную втулку j, готовое начать сверленіе отверстія въ подшипникѣ i; снизу въ этомъ мѣстѣ кондукторъ поддерживается подпоркой l, приготовленной изъ газовой трубы. Когда отверстія h и i будутъ просверлены и развернуты, кондукторъ g сдвигается въ сторону, какъ указано стрѣлкой m, и торцы подшипниковъ облицовываются разбуровкой. Чтобы насосъ при этихъ работахъ сохранялъ бо́льшую устойчивость, его, кромѣ подпорки l, подпираютъ еще и домкратомъ r. Когда сверленіе отверстій

h и *i* окончено, ослабляютъ нажимную крышку подшипника *n*, издѣліе повертываютъ на 90° для сверленія отверстій *oooo*, при помощи кондуктора *p*, который ставится на соотвѣтствующее мѣсто; затѣмъ сверлятъ отверстія *qqqq*, при помощи кондуктора, который показанъ на чертежѣ, уже поставленнымъ на свое мѣсто. Точно такъ же просверливаются отверстія и на остальныхъ двухъ сторонахъ издѣлія.

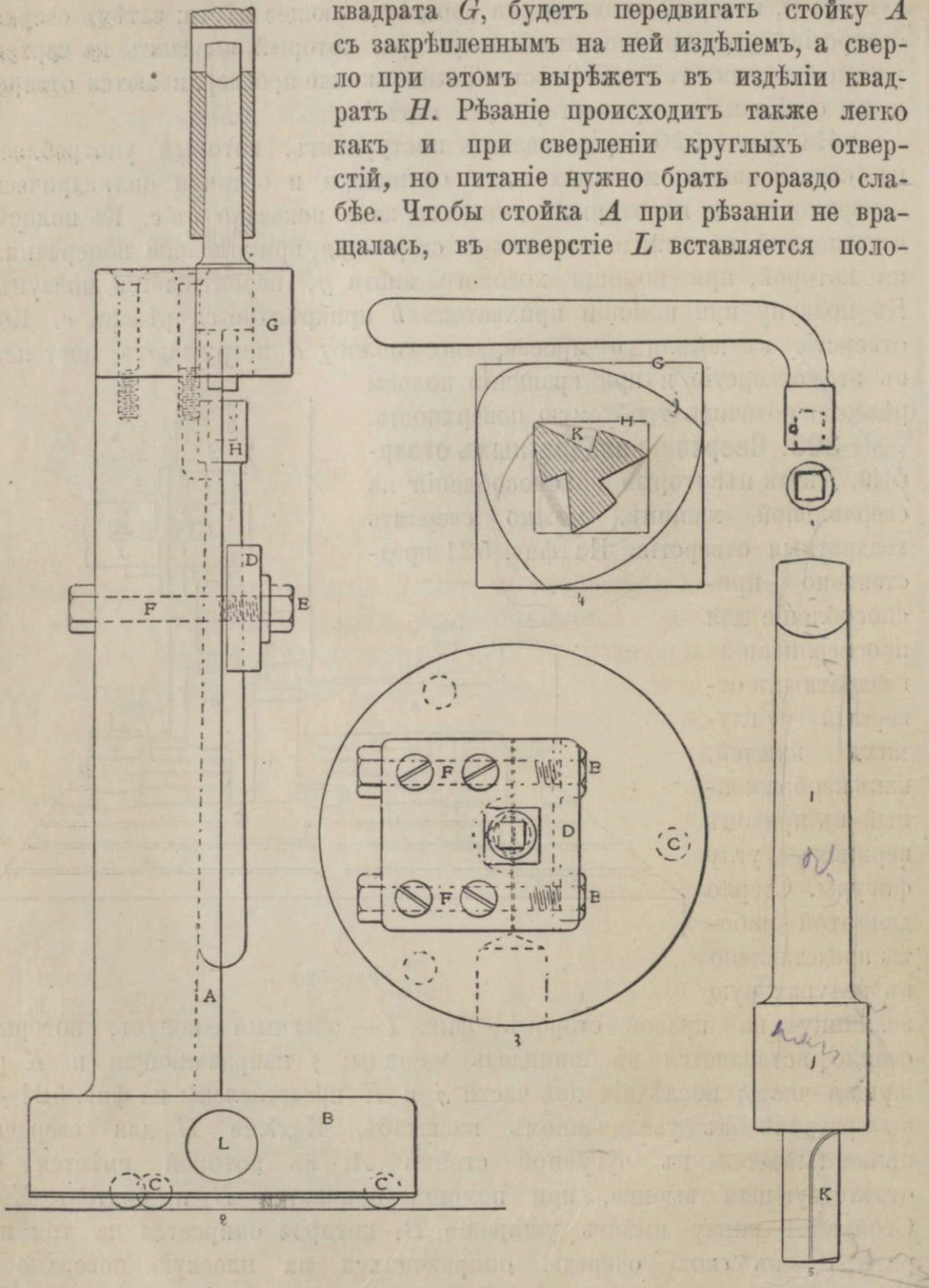
На фиг. 520 представленъ инструментъ, который употребляется на сверлильныхъ машинахъ для облицовки и обточки цилиндрической поверхности на нѣкоторыхъ деталяхъ, какъ показано въ *c*. Къ полосѣ *d*, вставленной въ шпиндель тяжелой сверлилки, прикрѣплена поперечина *f*, на которой, при помощи ходового винта *g*, перемѣщается ползунъ *i*. Къ ползуну при помощи прихватокъ *h* прикрѣпляется рѣзецъ *e*. Когда отверстіе въ детали *a* просверлено, полосу *d* погружаютъ постепенно въ это отверстіе и при вращеніи полосы рѣзецъ *e* обточитъ требуемую поверхность.



Фиг. 520.

305. Сверленіе квадратныхъ отверстій. Дѣлая нѣкоторыя приспособленія на сверлильной машинѣ, можно сверлить квадратныя отверстія. На фиг. 521 представлено приспособленіе для просверливанія квадратныхъ отверстій у глухихъ ключей, какъ изображенный въ правомъ верхнемъ углу фигуры. Сверло для этой работы представлено въ натуральную величину на правой сторонѣ фиг. *I* — обычный конусъ, которымъ сверло вставляется въ шпиндель машины; *j* направляющая и *K* рѣжущая часть; послѣднія двѣ части *j* и *K* представлены на фиг. 521—4 въ разрѣзѣ въ увеличенномъ масштабѣ. Издѣліе *H* для сверленія привертывается къ чугунной стойкѣ *A*, въ которой имѣется соотвѣтствующая выемка, при помощи прихватки *D* и болтовъ *E F*. Стойка *A* внизу имѣетъ уширеніе *B*, которое опирается на три шарика *c*, въ свою очередь, опирающихся на плоскую поверхность. Въ верхней части стойки *A* имѣется часть *G*, въ которой продѣланъ квадратный прорѣзъ. Въ этотъ прорѣзъ входитъ направляющая часть сверла *j*, какъ это видно на фиг. 521—4. Форма направляющей *j*, выбрана такимъ образомъ, что она все время остается въ соприкосновеніи со сторонами квадрата. Профиль поперечнаго сѣченія сверла *K*

подобенъ профилю j (не принимая во вниманіе сдѣланныхъ вырѣзовъ) поэтому при движеніи сверла направляющая j, опираясь на стороны квадрата G, будетъ передвигать стойку A съ закрѣпленнымъ на ней издѣліемъ, а сверло при этомъ вырѣжетъ въ издѣліи квадратъ H. Рѣзаніе происходитъ также легко какъ и при сверленіи круглыхъ отверстій, но питаніе нужно брать гораздо слабѣе. Чтобы стойка A при рѣзаніи не вращалась, въ отверстіе L вставляется поло-

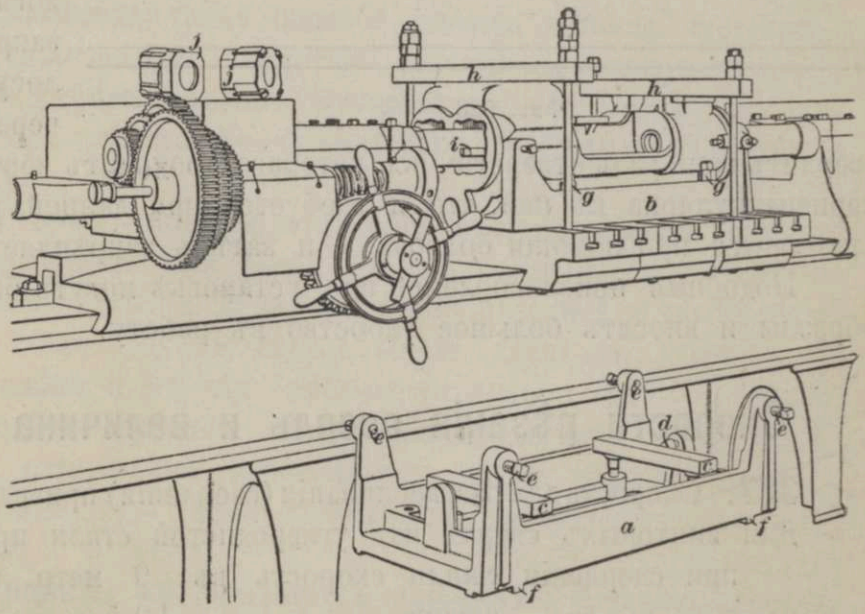


Фиг. 521.

са, которую удерживаютъ или рукой или какой-либо упоркой. Понятно, что подобнымъ же образомъ могутъ быть просверлены отверстія и съ другими профилями.

Примѣры работы на разсверливающихъ машинахъ.

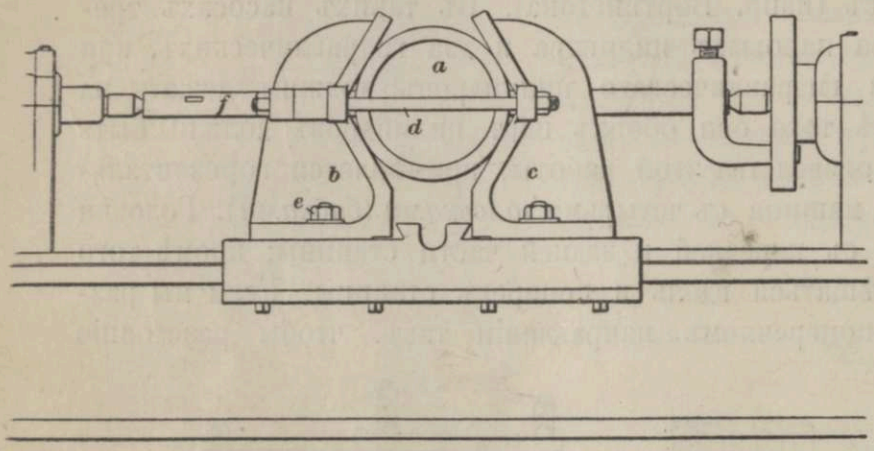
306. На фиг. 522 представлено приспособленіе разсверливающей машины, которое примѣняется на заводахъ, изготовляющихъ въ большомъ числѣ насосы дуплексъ (напр. Вортингтона). Въ такихъ насосахъ требуется разсверлить два паровыхъ цилиндра и два гидравлическихъ, при чемъ оси парового и гидравлическаго цилиндровъ должны лежать на одной прямой, и кромѣ того оси обоихъ паръ цилиндровъ должны быть параллельны. Для производства этой работы, примѣняется горизонтальная разсверливающая машина съ четырьмя *головками* (*бабками*). Головки расположены попарно съ передней и задней части станины; кромѣ того головки могутъ перемѣщаться вдоль и поперекъ станины. Если мы раздвинемъ головки въ поперечномъ направленіи такъ, чтобы разстояніе между ихъ осями равнялось разстоянію между осями насосныхъ цилиндровъ, и установимъ заднія и переднія головки такъ, чтобы оси ихъ лежали на одной прямой, то ясно, что вставленные въ шпиндели такимъ образомъ установленныхъ головокъ разсверливающіе инструменты, разсверлятъ цилиндры такъ, какъ это требуется. Для большаго удобства установки насосовъ на станкѣ, имѣется приспособленіе *b*, которое изображено отдѣльно внизу фиг. 522 подъ литерой *a*. Приспособленіе имѣетъ видъ коробки, которая выступами *f* ставится въ прорѣзы стола машины. Издѣліе устанавливается въ ящикѣ *a* на поперечинахъ *cc*, которыя могутъ подыматься и опускаться при помощи винтовъ; затѣмъ издѣліе зажимается въ ящикѣ въ продольномъ направленіи винтами *d* и въ поперечномъ направленіи винтами *eeee*. Когда коробка поставлена на столъ машины, она сама прижимается болтами *g*, и кромѣ того сверху притягивается поперечинами *h*. На фиг. представлено, какъ рѣзецъ *i* для грубой обточки начинаетъ обработку цилиндра, а на головкѣ положены два отдѣлочныхъ рѣзца *jj*.



Фиг. 522.

Если при такомъ устройствѣ полосу, къ которой прикрѣпляются рѣзцы, пропустить черезъ кондукторъ, конструкцію котораго не трудно придумать, то работа разсверливанія цилиндровъ описаннымъ способомъ будетъ производиться очень быстро и работа будетъ получаться вполнѣ точная.

На фиг. 523 представлено приспособленіе для быстрой и точной установки издѣлія при разсверливаніи въ поршнѣ газовыхъ двигателей отверстія для закрѣпленія шатуннаго болта. На столѣ машины ставятся прихватки *bc*, въ которыхъ простроганы углы. Вершины этихъ угловъ лежатъ какъ разъ на линіи центровъ машины. Поршень *a* зажимается между этими прихватками, при чемъ его діаметръ будетъ какъ разъ совпадать съ линіей центровъ, слѣдовательно, рѣзецъ, закрѣпленный въ полосу *f*, пропущенную черезъ поршень, разсверлитъ какъ разъ отверстіе, ось котораго проходитъ черезъ ось поршня и перпендикулярна къ ней, что и требуется при данной работѣ. Поршень зажимается при помощи болтовъ *d* и затѣмъ закрѣпляется болтами *e*.



Фиг. 523.

Подобныя приспособленія при установкѣ могутъ быть весьма разнообразны и вносятъ большое удобство въ работу.

Скорости рѣзанія сверлъ и величина питанія.

307. Скорость для разсверливанія (сверленія) приведены на стр. 112. Для винтовыхъ сверлъ изъ углеродистой стали принимаютъ:

при сверленіи *стали* скорость въ 9 метр. въ мин.
„ „ чугуна „ „ 10,5 „ „ „
„ „ мѣди „ „ 18 „ „ „

считая скорость на внѣшней поверхности сверла, такъ что если обозначить черезъ d діаметръ сверла въ мм. и черезъ n число оборотовъ въ минуту, то получимъ при сверленіи:

въ стали $n = \frac{2850}{d}$

„ чугунѣ $n = \frac{3350}{d}$

„ мѣди $n = \frac{5700}{d}$

Питаніе берется отъ 0,1 мм. до 0,5 мм. при каждомъ оборотѣ сверла.

Для сверелъ изъ быстрорѣжущей стали скорость рѣзанія берется отъ 35 метр. до 60 метр. въ минуту. Соотвѣтствующее число оборотовъ будетъ

$n =$ отъ $\frac{10000}{d}$ до $\frac{19000}{d}$

Питаніе отъ 0,2 мм. до 1,5 мм. при каждомъ оборотѣ.

ГЛАВА VI.

Работа на фрезовыхъ станкахъ.

Фрезованіемъ называютъ такой способъ рѣзанія металла, при которомъ обыкновенно сложный рѣзецъ (*фрезеръ*, или *фреза*, также *шарожка*), имѣющій нѣсколько реберъ рѣзанія, вращается около своей оси, при чемъ отдѣльныя ребра рѣзанія послѣдовательно подводятся къ металлу и снимаютъ стружку.

Машины, на которыхъ производится обработка подобными рѣзцами, спеціально проектированныя для такой работы, называются *фрезовыми машинами*, хотя обработку фрезами можно производить и на другихъ машинахъ, орудіяхъ (самоточкахъ, сверлильныхъ станкахъ и друг.) но, конечно, не такъ удобно и не такъ производительно.

Фрезовыя машины строятся очень разнообразныхъ конструкцій, приспособляясь къ различнымъ требованіямъ, и, въ зависимости отъ своего назначенія, или отъ своей конструкціи, получаютъ различныя названія.

308. Выгода работы на фрезовыхъ машинахъ. Сначала считали, что примѣненіе фрезовыхъ машинъ выгодно по сравненію съ другими способами обработки въ тѣхъ случаяхъ, когда нужно воспроизводить фигурныя поверхности, повторяя ихъ въ большомъ числѣ экземпляровъ. Примѣняя для этого фрезеръ съ соотвѣтствующимъ очертаніемъ, можно выполнять подобную работу съ такой скоростью, какая была совершенно недостижима при обработкѣ на другихъ машинахъ. Благодаря только примѣненію фрезовыхъ машинъ, могло развиться массовое производство такихъ предметовъ какъ оружіе, швейныя, пищущія и т. п. машины, гдѣ фрезеръ и нашелъ себѣ наибольшее примѣненіе. Но въ послѣднее время все болѣе и болѣе создается убѣжденіе, что фрезовыя машины съ выгодой могутъ примѣняться къ такимъ работамъ, которыя прежде выполнялись на строгальныхъ, шепингахъ, долбежныхъ и даже самоточкахъ, хотя относительно выгоды примѣненія фрезовыхъ машинъ въ подобныхъ случаяхъ пока еще нѣтъ всеобщаго, твердаго убѣжденія.

Дѣло въ томъ, что для приготовленія фрезеровъ и для ихъ установки на машинахъ, вообще для наладки фрезовой машины, требуются очень искусные рабочіе; зато при массовомъ производствѣ, разъ фрезовая машина налажена, для надзора за ней въ дальнѣйшемъ и для перемѣны

обработанныхъ на ней издѣлій могутъ примѣняться простые, дешево оплачиваемые рабочіе, при чемъ вслѣдствіе полной автоматичности производимыхъ на фрезовой машинѣ операцій одинъ рабочій можетъ надсматривать за нѣсколькими машинами, что значительно сокращаетъ расходы по обработкѣ.

Если же фрезовая машина замѣняетъ собой другія машины-орудія при разнообразной работѣ, то въ этомъ случаѣ управленіе машиной не можетъ быть поручено малоопытному рабочему, а при такомъ условіи стоимость работы можетъ быть и не въ пользу фрезовой машины.

Введеніе быстрорѣжущей стали заставило фабрикантовъ фрезовыхъ машинъ приспособить и эти машины-орудія къ возможности вести на нихъ очень интенсивную работу, допускаемую этимъ новымъ матеріаломъ для рѣзцовъ, и въ настоящее время не рѣдкость фрезовыя машины, типа строгальныхъ (см. фиг. 528), у которыхъ на приведеніе шинделя расходуется до 75 *Л. С.*, а столъ приводится независимымъ двигателемъ съ мощностью до 15 *Л. С.* На такихъ мощныхъ машинахъ обработка идетъ очень быстро и кромѣ экономіи въ смыслѣ расхода энергіи для снятія единицы вѣса стружекъ, получается еще экономія на накладныхъ заводскихъ расходахъ и на зароботной платѣ.

309. Классификація процессовъ, производимыхъ на фрезовыхъ станкахъ. Всѣ операціи фрезовыхъ станковъ могутъ быть подраздѣлены на слѣдующіе 7 классовъ:

1. **Осевое фрезованіе**. Образованіе плоскихъ поверхностей, которыя параллельны оси вращенія фрезера.

2. **Торцовое фрезованіе.** Образованіе плоскихъ поверхностей, перпендикулярныхъ къ оси вращенія фрезера.

3. **Угловое фрезованіе.** Ооразованіе плоскихъ поверхностей, расположенныхъ подъ различными углами къ оси вращенія фрезера.

4. **Выемка канавокъ.** Понятно изъ самого названія; канавки могутъ выниматься различнаго поперечнаго сѣченія и могутъ итти какъ по прямымъ линіямъ, такъ и по кривымъ.

5. **Фигурное фрезованіе.** Образованіе *не плоскихъ* поверхностей, съ постояннымъ профилемъ поперечнаго сѣченія въ плоскости сѣченія, перпендикулярномъ къ направленію питанія.

6. **Копировочное фрезованіе.** Образованіе фигурной поверхности, при чемъ издѣліе направляется особымъ шаблономъ, съ котораго какъ бы снимается копія.

7. **Ручная профилировка.** Образованіе фигурной поверхности, при чемъ издѣліе подводится къ фрезеру отъ руки и результатъ работы въ значительной степени зависитъ отъ искусства рабочаго.

310. Классификація фрезовыхъ машинъ. Фрезовыя машины могутъ быть раздѣлены на: *простыя* (*горизонтальныя и вертикальныя*), *универсальныя, многошпиндельныя и спеціальныя.*

Простыя фрезовыя машины назначаются для обработки при которой требуется только прямолинейное движеніе, или питаніе издѣлія или фрезера; передвиженіе это можетъ совершаться въ вертикаль-

номъ и въ двухъ горизонтальныхъ направленіяхъ. **Горизонтальными** такія машины называются въ томъ случаѣ, если ось вращенія фрезера горизонтальна; **вертикальными** называются тогда, когда ось фрезера вертикальна.

Универсальныя машины называются такъ потому, что на нихъ при помощи особыхъ добавочныхъ приспособленій можно производить почти всѣ фрезовыя работы. Ось вращенія шпинделя и, слѣдовательно, фрезера обыкновенно располагается горизонтально. Машина конструируется такимъ образомъ, что питаніе можетъ производиться въ вертикальномъ и двухъ горизонтальныхъ направленіяхъ; кромѣ того питаніе можетъ производиться подъ различными углами къ оси фрезера, наконецъ издѣліе при питаніи можетъ поворачиваться около своей оси, при чемъ могутъ обрабатываться винтовыя поверхности.

Многошпиндельныя машины снабжаются нѣсколькими шпинделями, которые могутъ устанавливаться каждый со своимъ фрезеромъ, независимо другъ отъ друга. Издѣлію обыкновенно сообщается питаніе только въ одномъ прямолинейномъ направленіи. Такія машины примѣняются для одновременной отдѣлки нѣсколькихъ поверхностей у очень крупныхъ предметовъ.

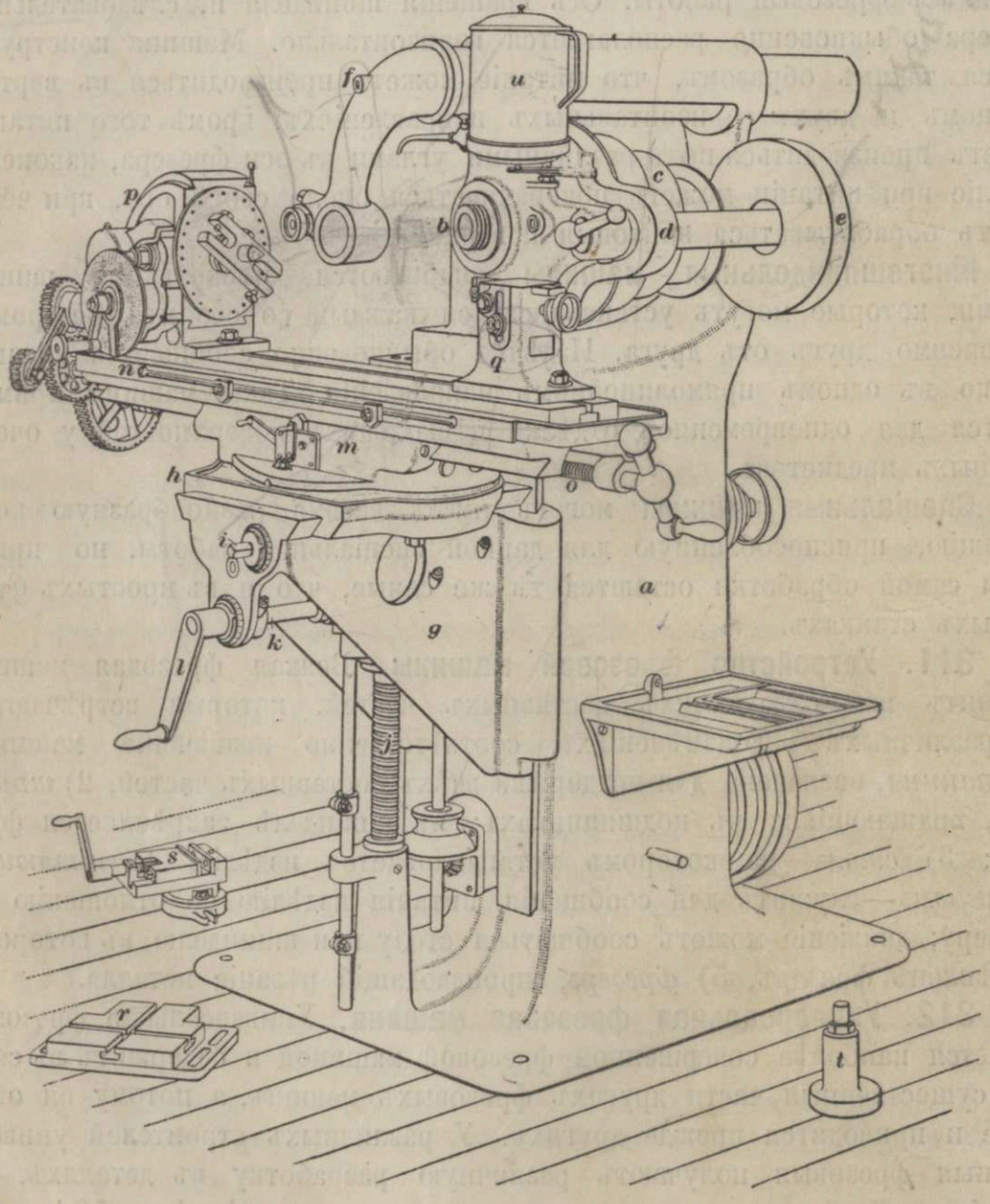
Спеціальныя машины могутъ имѣть весьма разнообразную конструкцію, приспособленную для данной спеціальной работы, но принципы самой обработки остаются тѣ же самые, что и въ простыхъ фрезерныхъ станкахъ.

311. Устройство фрезовой машины. Всякая фрезовая машина состоитъ изъ слѣдующихъ составныхъ частей, которыя встрѣчаются въ различныхъ видоизмѣненіяхъ, соотвѣтственно назначенію машины: 1) *станина*, назначена для поддержки всѣхъ составныхъ частей, 2) *шпиндель*, вращающійся въ подшипникахъ; въ шпинделѣ закрѣпляется фрезеръ; 3) *столъ*, на которомъ устанавливается издѣліе; 4) *питающій механизмъ*—служитъ для сообщенія питанія издѣлію по отношенію къ фрезеру; движеніе можетъ сообщаться столу или шпинделю, въ которомъ закрѣпленъ фрезеръ, 5) *фрезеръ*, производящій рѣзаніе металла.

312. Универсальная фрезовая машина. Универсальная фрезовая является наиболѣе совершенной фрезовой машиной и содержитъ въ себѣ всѣ существенныя части другихъ фрезовыхъ машинъ, а потому ея описаніе и приводится прежде другихъ. У различныхъ строителей универсальныя фрезовыя получаютъ различную разработку въ деталяхъ, но въ общемъ онѣ очень сходны другъ съ другомъ. На фиг. 524 представлена универсальная фрезовая, которая можетъ служитъ типичнымъ представителемъ этихъ машинъ.

Универсальная машина состоитъ изъ *станины a* (фиг. 524), въ верхней части которой въ двухъ подшипникахъ помѣщается *шпиндель b*. Вращеніе шпинделю сообщается отъ коническаго шкива *c*, которому работа передается ремнемъ отъ контръ-привода. Для сообщенія шпинделю большого числа скоростей имѣется *переборъ*, совершенно такого же устройства, какъ на самоточкахъ (см. стр. 94). На чертежѣ шестерни пе-

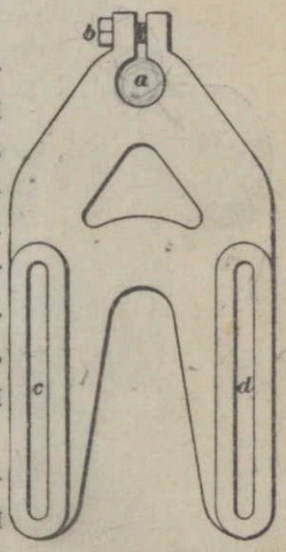
ребора показаны огражденными металлическими футлярами *d* и *e*. *Шпиндель* обыкновенно *дѣлается полый;* отверстію на переднемъ концѣ придаютъ форму конуса, въ который закрѣпляются фрезера и оправки для закрѣпленія фрезеровъ, какъ въ сверлильныхъ машинахъ сверла. Если фрезеръ снимаетъ большую стружку или выдается далеко изъ шпинделя, то для предупрежденія прогиба внѣшній конецъ фрезера или оправки закрѣп-



Фиг. 524.

ляется въ *добавочную опору въ полосѣ f*, которая помѣщается въ цилиндрической опорѣ въ верхней части станины и можетъ выдвигаться впередъ на нужную величину и закрѣпляться въ такомъ положеніи болтами. Когда полосой *f* не пользуются, ея изогнутый рогъ отводится въ сторону. Для поддержанія внѣшняго конца оправки помимо полосы примѣняется еще опора, показанная на фиг. 525. Въ отверстіе *a* вставляется втулка, надѣтая на конецъ оправки, и зажимается бол-

томъ *b*. Прорѣзы *c* и *d* надѣваются на шпильки, завинченныя въ столъ машины, и притягиваются гайками; такимъ образомъ получается солидная связь между столомъ и внѣшнимъ концомъ оправки. На передней, вертикальной сторонѣ станины имѣются правильно обработанныя *направляющія* (фиг. 524), по которымъ передвигается въ вертикальномъ направленіи при помощи ходового винта *j* кронштейнъ *g*. Для большаго удобства вращеніе винту *j* сообщается отъ вала *k*, при помощи коническихъ шестерней. Верхняя поверхность кронштейна *g* представляетъ правильно обработанныя направляющія, по которымъ передвигаются въ горизонтальномъ направленіи *салазки h*. Движеніе это сообщается ходовымъ винтомъ *i*. Рукоятка *l* можетъ быть надѣта какъ на валъ *k*, такъ и на валъ *i*. Оба эти вала снабжены *циферблатами* съ указателемъ, такъ что, поворачивая валъ на извѣстное число дѣленій, можно точно (съ точностью до сотыхъ мм.) передвинуть кронштейнъ и салазки на желаемую величину.



Фиг. 525.

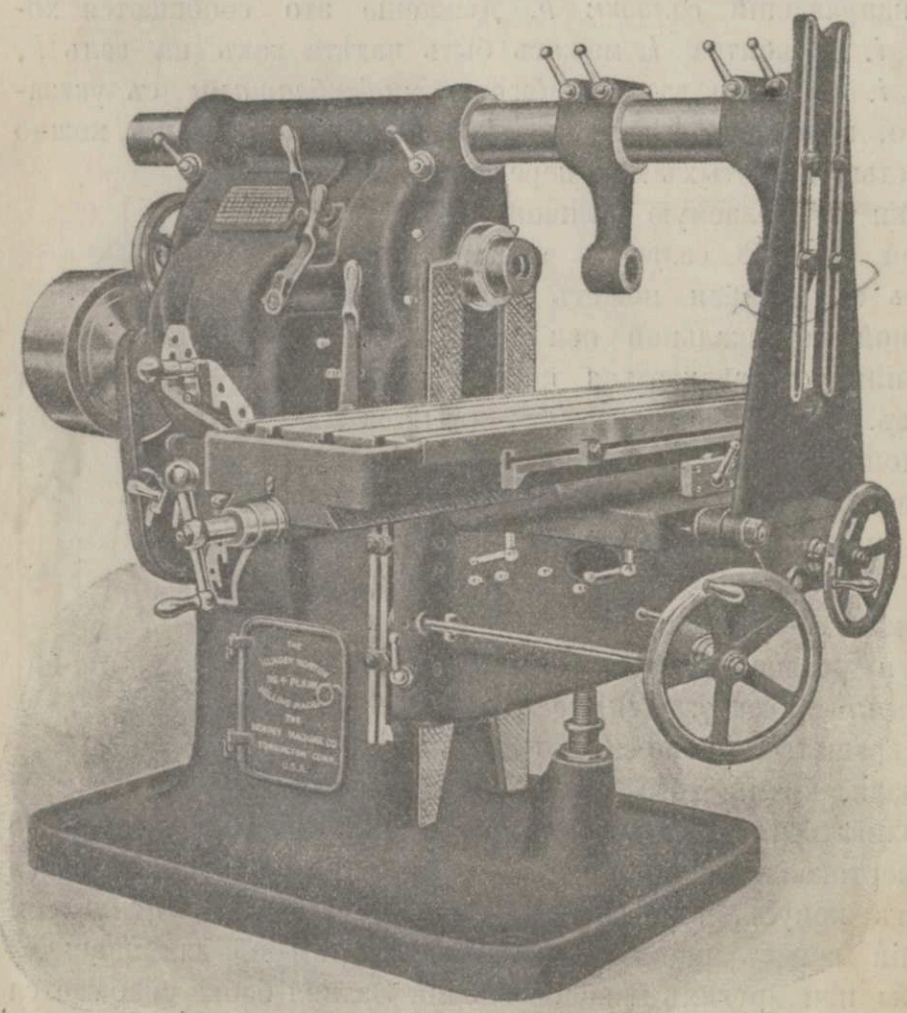
Къ верхней сторонѣ салазокъ прикрѣплена *поворотная часть m*, которая можетъ поворачиваться около центральной вертикальной оси на 45° и въ любомъ положеніи устанавливаться посредствомъ нажимныхъ болтовъ. На поворотной части имѣются дѣленія, при помощи которыхъ можно повернуть эту деталь на желаемый уголъ. На верхней сторонѣ поворотной части имѣются *направляющія*, въ которыхъ движется столъ *n;* движеніе этому столу сообщается ходовымъ винтомъ *o*.

На столѣ *n* устанавливаются *дѣлительная головка p* и *задняя бабка q*. *Шпиндель* дѣлительной головки можетъ вращаться около своей оси при помощи червячной передачи, кромѣ того самая ось шпинделя можетъ устанавливаться подъ различными углами отъ горизонтальнаго положенія до вертикальнаго; шпиндель дѣлительной головки дѣлается *полый* и имѣетъ конусъ, въ который могутъ вставляться *центръ* и *оправки;* передній конецъ шпинделя снабжается рѣзьбой для навинчиванія *планшайбы* или другихъ приспособленій. Задняя бабка снабжается *упорнымъ центромъ*.

Въ правильно построенной машинѣ должны быть выполнены слѣдующія условія. Когда шпиндель дѣлительной головки поставленъ въ горизонтальное положеніе, линія центровъ должна быть параллельна направленію движенія стола *n*. Плоскость, въ которой перемѣщается ось шпинделя дѣлительной головки, должна проходить черезъ линію центровъ стола *n* и, если линія центровъ перпендикулярна къ оси вращенія главнаго шпинделя машины, то и эта плоскость должна быть перпендикулярна къ оси шпинделя машины. Когда поворотная деталь *m* стоитъ на нулѣ дѣленій, направленіе передвиженія стола *n* должно быть перпендикулярно къ оси вращенія главнаго шпинделя. Направленія передвиженія стола *n*, салазокъ *h* и кронштейна *g* должны быть взаимно

перпендикулярны; кромѣ того направленіе передвиженія салазокъ *h* должно быть параллельно оси главнаго шпинделя машины. Если эти условія не выполнены, работа на машинѣ будетъ получаться не точная, и потому, **прежде чѣмъ пускать машину въ работу, необходимо убѣдиться въ томъ, что указанныя условія выполнены;** для этого могутъ быть примѣнены тѣ же пріемы провѣрки при помощи индикатора и угольника, какъ и при провѣркѣ точности самоточки (см. стр. 98; болѣе подробно будетъ указано ниже).

Иногда бываетъ нужно дѣлительную головку повернуть около ея вертикальной оси на 90° для этого употребляется подкладка *r* (на чертежѣ лежитъ на полу), которая имѣетъ два взаимно-перпендикулярныхъ прорѣза или паза; въ нихъ и вставляется соотвѣтствующій выступъ на головкѣ, такъ что головка можетъ быть поставлена на подкладкѣ, повернутой на 90° или же просто нѣсколько поднята, если издѣліе слишкомъ велико и не умѣщается на головкѣ, поставленной прямо на столѣ. Центръ задней бабки *q* устроенъ такъ, что его можно перемѣщать въ вертикальномъ направленіи. Въ этомъ является необходимость, когда головка ставится на подкладку, или когда требуется упоръ для издѣлія, если его ось ставится наклонно къ столу *n*.



Фиг. 526.

Для закрѣпленія на столѣ издѣлій при машинѣ всегда имѣются *тиски s* (на чертежѣ стоятъ на полу), которые можно поворачивать около вертикальной оси.

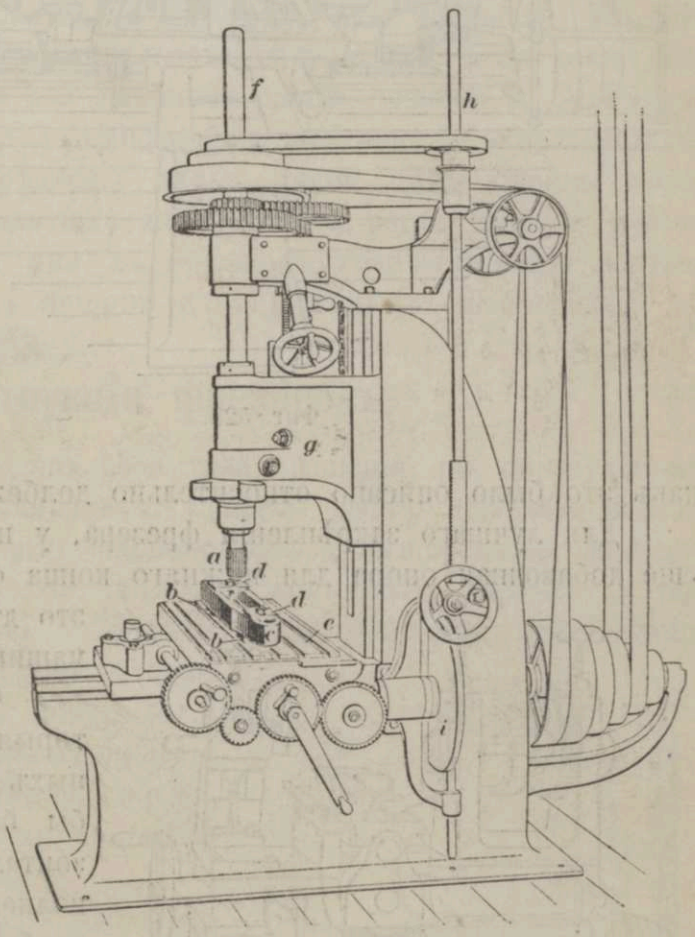
Если издѣліе устанавливается на центрахъ и при обработкѣ можетъ прогнуться, то для подпора его примѣняются особыя подставки *t* (стоятъ на полу).

При работѣ *въ большинствѣ случаевъ фрезеръ долженъ обильно смазываться масломъ*, которое вытекаетъ изъ сосуда *u*, поставленнаго въ верхней части станины.

Внутренность машины служитъ обыкновенно какъ шкафъ, въ которомъ хранятся различныя мелкія смѣнныя части машины, шестерни и друг.

Передвиженія кронштейну *g*, салазкамъ *h*, столу *n* и шпинделю дѣлительной головки сообщаются самоходомъ отъ привода, при чемъ имѣются автоматическіе остановы, такъ что каждая изъ этихъ частей, дойдя до извѣстнаго положенія, упирается особымъ кулачкомъ въ остановъ, и выключаетъ самоходъ, чѣмъ прекращается питаніе.

На фиг. 526 представленъ болѣе современный типъ фрезовой машины, который выработался подъ вліяніемъ тѣхъ же соображеній какія были указаны на стр. 170. Здѣсь, также какъ и у самоточекъ, ступенчатый шкивъ замѣненъ однимъ цилиндрическимъ шкивомъ, отъ котораго различныя скорости получаются при посредствѣ зубчатыхъ передахъ. Требованія энергичной работы при примѣненіи быстрорѣжущей стали сообщили станку большую массивность.

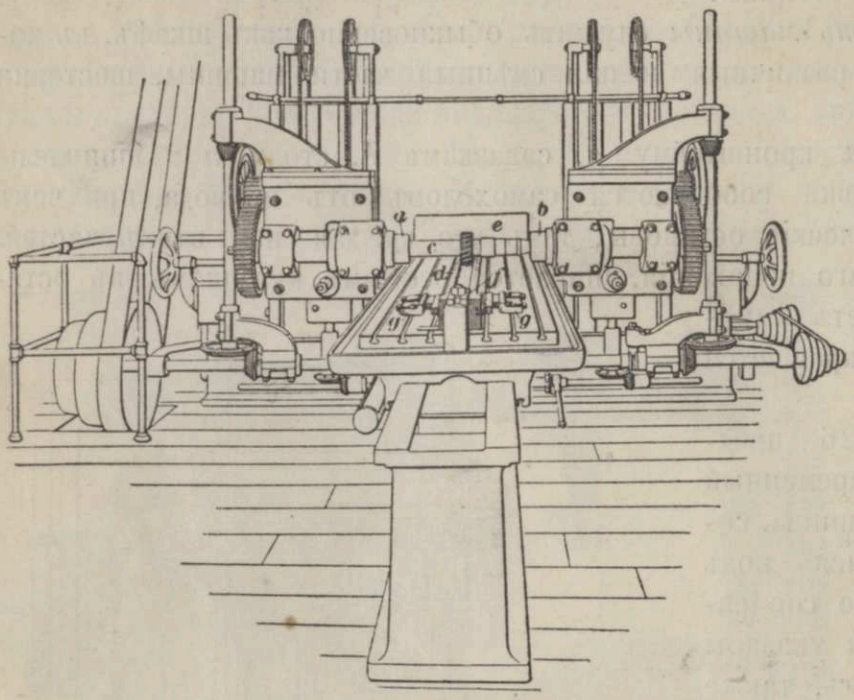


Фиг. 527.

Фиг. 526 представляетъ *простую фрезовую машину*. Отличіе ея отъ универсальной въ томъ, что столъ не можетъ поворачиваться около вертикальной оси и на столѣ не имѣется дѣлительной головки.

313. Вертикальная фрезовая машина. На фиг. 527 изображенъ типъ вертикальной фрезовой машины. У нея имѣется столъ *e*, который можетъ передвигаться въ двухъ взаимно-перпендикулярныхъ направленіяхъ отъ руки или при помощи самохода, получающаго движеніе отъ вертикальнаго вала *h*, на которомъ сидитъ фрикціонный дискъ, зацѣпляющійся съ дискомъ *i*. При перемѣщеніи диска, сидящаго на валу *h*, величина питанія стола увеличивается; если дискъ передвинуть по другую сторону центра диска *i*, то направленіе питанія измѣнится. Шпиндель *f* можетъ передвигаться вдоль своей оси. Около того

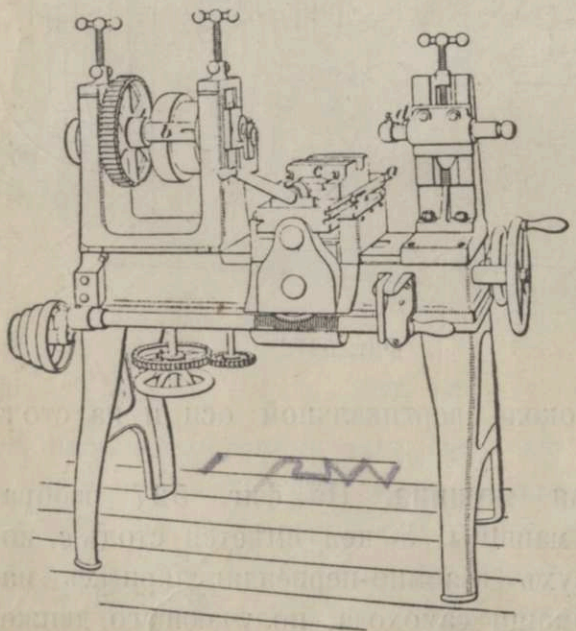
мѣста, гдѣ закрѣпляется фрезеръ, шпиндель поддерживается солидной опорой g, которая тоже можетъ передвигаться въ вертикальномъ направленіи по направляющимъ станины.



Фиг. 528.

У нѣкоторыхъ вертикальныхъ фрезовыхъ машинъ имѣется еще поворотный столъ, вращающійся около вертикальной оси, какъ у долбежной машины (см. стр. 242), такъ что издѣліе, положенное на такой столъ, можетъ быть обработано по поверхности вращенія, подобно тому, какъ это было описано относительно долбежныхъ станковъ.

Для лучшаго закрѣпленія фрезера, у нѣкоторыхъ машинъ бываетъ еще добавочная опора для нижняго конца фрезера, подобно тому, какъ это дѣлается на горизонтальныхъ машинахъ.



Фиг. 529.

Собственно всѣ работы, которыя исполняются на вертикальныхъ фрезовыхъ станкахъ, могли бы быть исполнены и на горизонтальныхъ фрезовыхъ; но исполненіе нѣкоторыхъ работъ, въ особенности при употребленіи торцевыхъ фрезеровъ, удобнѣе производить на вертикальныхъ машинахъ. Напримѣръ, обработка скобы (представленная на фиг. 527) могла бы быть произведена и на горизонтальной машинѣ, привертывая скобу къ угольнику; но при этомъ не было бы такъ все открыто для надзора при работѣ, какъ это имѣетъ мѣсто при работѣ на вертикальной фрезовой.

Удобство для нѣкоторыхъ работъ вертикальнаго расположенія шпинделя повело къ тому, что многіе строители снабжаютъ горизонтальныя

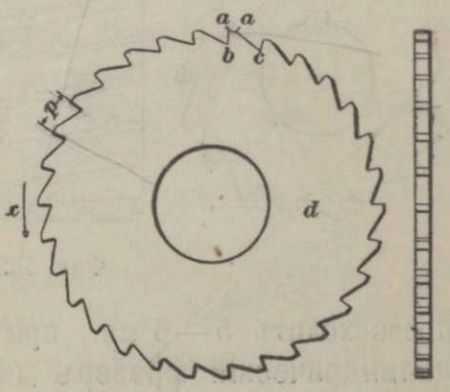
машины особымъ **приспособленіемъ, при помощи котораго можно получить расположеніе фрезера съ вертикальнымъ расположеніемъ оси вращенія.**

314. На фиг. 528 представлена **фрезовая машина съ двумя головками**, напоминающая строгальный станокъ. Въ такихъ машинахъ оправка вкладывается въ шпиндели обѣихъ головокъ *a* и *b*, и получаетъ одновременно отъ нихъ вращеніе, вслѣдствіе чего на оправку могутъ сажаться очень широкіе фрезеры, снимающіе крупныя стружки. На такихъ машинахъ обработка можетъ вестись очень энергично и можно быстро снимать большое количество матеріала.

315. Машина Линкольнъ. Отличительная особенность машины *Линкольнъ* (фиг. 529) заключается въ томъ, что шпиндель ея можетъ перестанавливаться въ вертикальномъ направленіи, точно также можетъ перемѣщаться и опора для внѣшняго конца оправки *d*. Столъ можетъ перемѣщаться въ двухъ взаимно-перпендикулярныхъ направленіяхъ; къ столу неподвижно прикрѣплены тиски. Такой типъ машины очень удобенъ для обработки небольшихъ поверхностей, когда издѣліе нужно часто мѣнять; примѣняются они въ большомъ количествѣ при изготовленіи швейныхъ, пишущихъ машинъ и на ружейныхъ фабрикахъ.

Конструкціи фрезеровъ.

Фрезеры представляютъ изъ себя тѣла вращенія, по образующимъ которыхъ располагается нѣсколько рѣжущихъ реберъ. Въ зависимости отъ того, гдѣ и какой формы расположены рѣжущія ребра, фрезеры раздѣляются на: *цилиндрическіе*, *дисковые*, *коническіе*, *торцовые и фигурные*. Фрезеры могутъ быть *сплошные* и закрѣпляться при помощи конусовъ, вставляемыхъ въ соотвѣтствующее отверстіе шпинделя, или могутъ быть *полыми* и тогда они надѣваются на *оправку*, закрѣпляясь на ней различными способами, а сама оправка вставляется въ шпиндель при помощи конуса.



Фиг. 530.

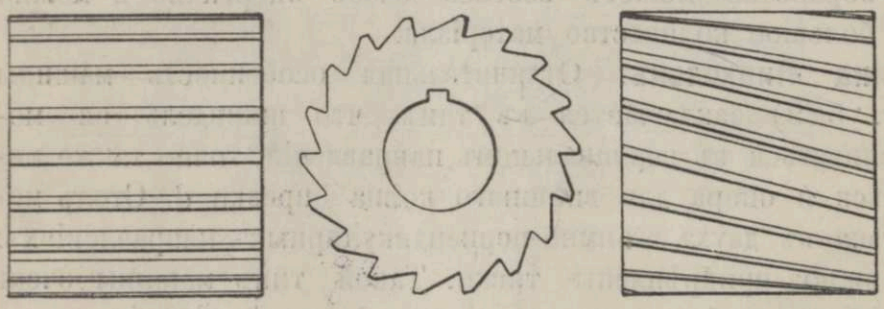
Если смотрѣть на фрезеръ вдоль его оси со стороны шпинделя машины и фрезеръ при рѣзаніи вращается по направленію часовой стрѣлки, то такой фрезеръ называется **правымъ**; при вращеніи въ обратномъ направленіи—**лѣвымъ.**

316. Составныя части фрезера. (Фиг. 530). Внутренняя часть *d—тѣло фрезера. Шагомъ* фрезера называется разстояніе между рѣжущими ребрами (*p* на фиг. 530); *ab* будетъ *рѣжущая грань*. Въ американской практикѣ эта грань направлена всегда по радіусу, что даетъ уголъ рѣзанія въ 90°. Въ дисковыхъ фрезерахъ и въ европейской практикѣ этотъ уголъ дѣлается и меньше 90°. Поверхность *aa'* называется *верхняя грань зуба*; уголъ между *ab* и *aa'* (уголъ заострѣнія) колеб-

лется отъ 85° до 87°, давая уголъ зазора отъ 3° до 5°. *Ребро a—рѣжущее.* При рѣзаніи указанный на чертежѣ фрезеръ долженъ вращаться по направленіи стрѣлки *x*.

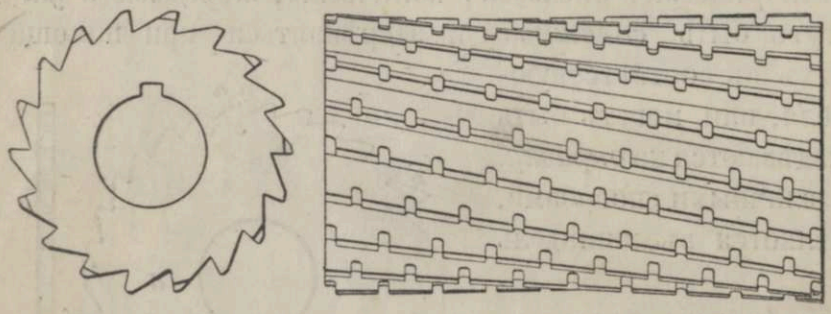
317. Цилиндрическіе фрезеры. Рѣжущія ребра расположены на цилиндрической поверхности.

Пила. Наиболѣе простымъ цилиндрическимъ фрезеромъ будетъ пила (фиг. 530). Послѣ того какъ фрезеръ закаленъ, верхнія грани *aa'* затачиваются на точилѣ такъ, чтобы разстояніе всѣхъ зубьевъ пилы отъ центра было одинаково, и чтобы всѣ зубья рѣзали одинаково. Тѣло пилы дѣлается къ центру нѣсколько тоньше, чтобы пила не завязала въ разрѣзаемомъ металлѣ. Такія пилы употребляются для отрѣзанія какихъ-либо частей или для прорѣзанія очень глубокихъ канавокъ.



Фиг. 531.

Если пилы употребляются для прорѣзанія сравнительно мелкихъ канавокъ, напримѣръ, для прорѣзанія канавокъ на головкѣ шуруповъ и т. п., то зубцы у такихъ пилъ дѣлаютъ съ болѣе мелкимъ шагомъ и толщину тѣла не дѣлаютъ уменьшающейся по направленію къ центру, такъ какъ при стачиваніи зубцовъ въ такихъ пилахъ желательно сохранить ширину прорѣза, для котораго назначена пила.

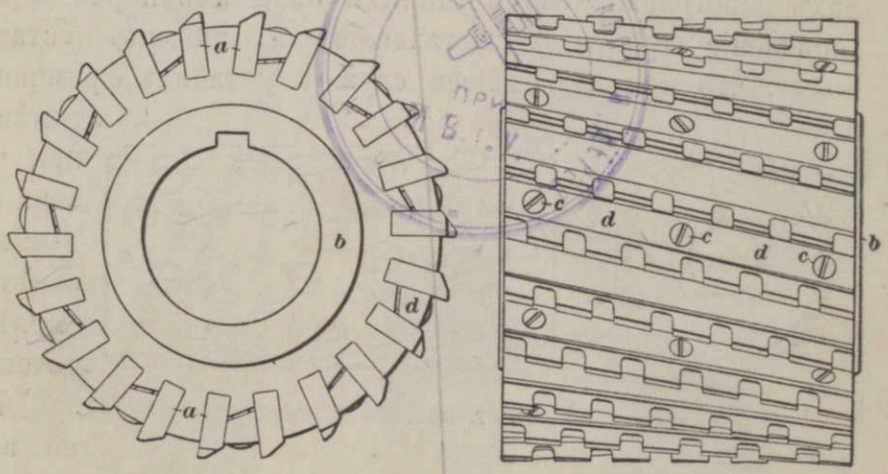

Фиг. 532.

Названіе пилы фрезеръ носитъ, пока его ширина не превосходитъ 5—6 мм., при дальнѣйшемъ уширеніи онъ переходитъ въ **цилиндрическій фрезеръ** (фиг. 531*a*). *Такіе фрезеры назначены для обработки поверхностей, образующихся движеніемъ прямой линіи.*

Рѣжущія ребра могутъ быть расположены *параллельно оси* (фиг. 531*a*). Такіе фрезеры примѣняются для обработки поверхностей, ширина которыхъ не превосходитъ 25 мм. Неудобство ихъ въ томъ, что каждый зубецъ начинаетъ рѣзать сразу по всей своей длинѣ, вслѣдствіе чего при входѣ въ металлъ каждаго зубца замѣчается сильный ударъ, отзывающійся на чистотѣ получаемой поверхности; все это сказывается тѣмъ сильнѣе, чѣмъ шире фрезеръ. Примѣненіе такихъ фрезеровъ объясняется сравнительной простотой ихъ изготовленія.

Для устраненія указанныхъ неудобствъ, *рѣжущія ребра располагаютъ по винтовой поверхности* (фиг. 531*b*). При этомъ каждый зубецъ входитъ въ металлъ постепенно, не вызывая толчковъ, отчего и работа затрачивается меньше (какъ показали непосредственные опыты) и обрабатываемая поверхность получается чище.

318. Зазубренные фрезеры. Опытами установлено, что если рѣжущее ребро фрезера сдѣлать зазубреннымъ, то для снятія того же количества матеріала требуется меньше работы. Зазубрины на отдѣльныхъ рѣжущихъ ребрахъ ставятся въ шахматномъ порядкѣ, какъ показано на фиг. 532. Снимаемыя стружки при этомъ разбиваются на отдѣльные кусочки, что, вѣроятно, и способствуетъ болѣе выгодному рѣзанію. *Фрезеры такой конструкціи примѣняются обыкновенно для тяжелой работы, гдѣ требуется быстро удалить большое количество металла.* Если такой фрезеръ хорошо заточенъ, то, несмотря на зазубрины, онъ даетъ такую же гладко обработанную поверхность, какъ и фрезеръ съ цѣльными ребрами рѣзанія.



Фиг. 533.

Фрезеры, представленные на фиг. 531—532 исполнены изъ *одного куска* стали. Такой конструкціи фрезеры встрѣчаются до 200 мм. въ діаметрѣ и до 150 мм. ширины. Фрезеры большей величины приготовляются обыкновенно *со вставными зубьями.*

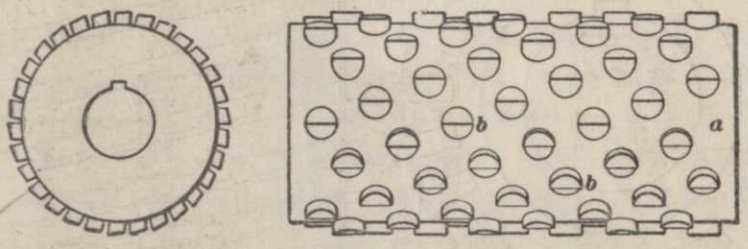
319. Фрезеры со вставными зубьями. Фрезеры очень большихъ размѣровъ обыкновенно приготовляютъ, вставляя стальные рѣжущіе зубья въ цилиндрическое тѣло, приготовленное изъ другого, болѣе дешеваго матеріала.

На фиг. 533 представлена конструкція такого фрезера, изготовляемаго заводомъ Morse Twist Drill and Machine C°. Какъ видно, стальные зубья *a* вставляются въ прорѣзы, сдѣланные въ тѣлѣ *b*, и закрѣпляются на мѣстѣ клинообразными шпонками *d*, которыя притягиваются шурупами *c*. Сами зубья и планки приготовлены прямыми въ видѣ параллелепипедовъ, но рѣжущія ребра (верхнія грани) у зубьевъ заточены по винтовой линіи, чтобы всѣ ребра лежали на одной цилиндрической поверхности. Изображенный на фиг. 533 фрезеръ назначенъ для тяжелой работы, вслѣдствіе чего его зубья зазубрены.

На фиг. 534 представленъ фрезеръ со вставными зубьями, предложенный Ингерсолъ. Онъ состоитъ изъ чугуннаго цилиндра *a*, въ которомъ просверлены и развернуты отверстія; въ эти отверстія вставлены рѣзцы

b изъ круглой стали. Рѣзцы расположены по винтовой линіи. Передняя половина рѣзца, выступающая изъ чугуннаго тѣла, срѣзана и затѣмъ заточена верхняя грань, чтобы образовать необходимый уголъ зазора. Получающіяся при этомъ рѣжущія ребра расположены параллельно оси фрезера; сдѣлано это для того, чтобы рѣзцы не имѣли стремленія поворачиваться въ отверстіи, что легко могло бы случиться въ томъ случаѣ, если бы рѣжущія ребра были расположены по винтовой линіи. Разрывъ между отдѣльными рѣзцами даетъ такой же благопріятный для рѣзанія эффектъ, какъ и зазубрины на ранѣе описанныхъ фрезахъ.

Въ смыслѣ производимой работы какъ фрезеры, со вставными зубьями, такъ и приготовляемые изъ одного куска стали даютъ одинаковые результаты. При выборѣ тѣхъ или другихъ рѣшающимъ факторомъ является ихъ первоначальная стоимость и продолжительность службы. При малыхъ размѣрахъ цѣльные фрезеры будутъ дешевле. При большихъ же размѣрахъ дороговизна самой стали и опасность порчи фрезера при закалкѣ (появленіе трещинъ) заставляетъ предпочесть вставные зубья; тѣмъ болѣе, что при дальнѣйшей службѣ у такихъ фрезеровъ приходится перемѣнять только рѣзцы, при чемъ размѣры фрезера сохраняются; цѣльные же фрезеры могутъ замѣтно сработаться отъ послѣдовательныхъ заточекъ на точилѣ.

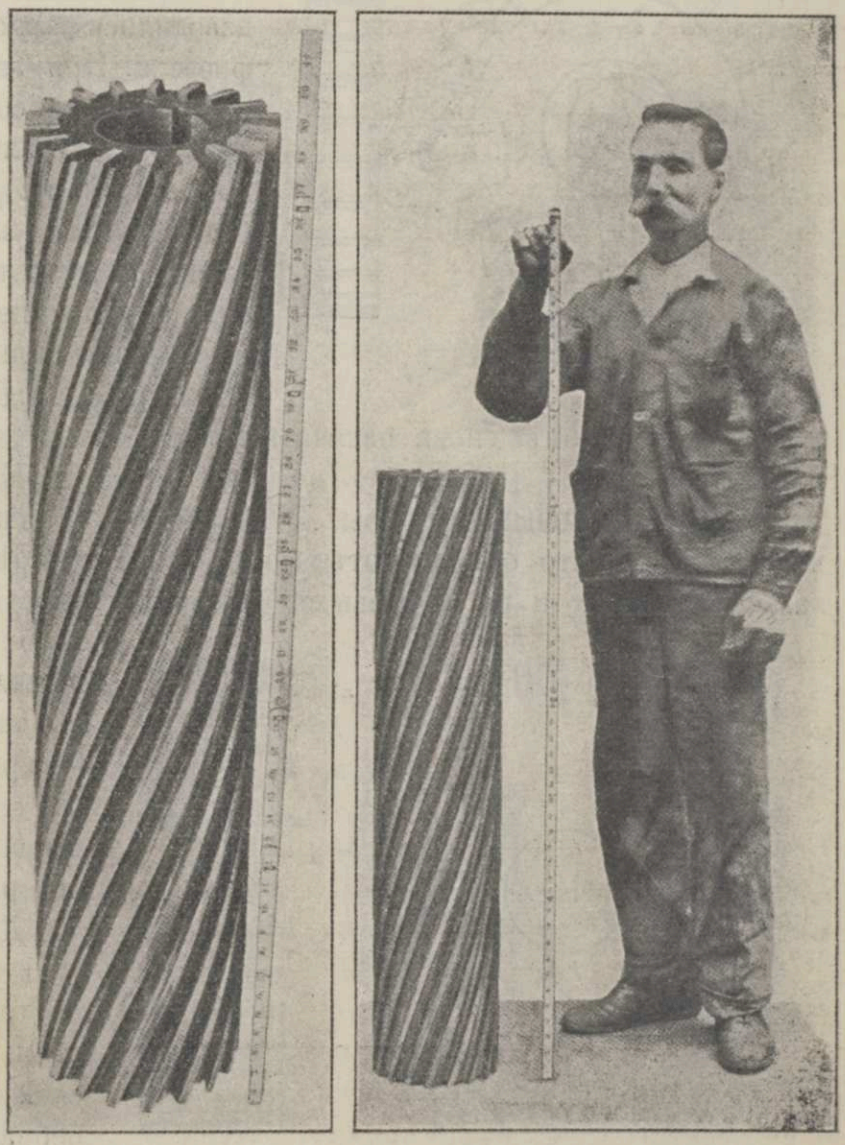


Фиг. 534.

Размѣры фрезеровъ со вставными зубьями ограничиваются лишь размѣрами машины и въ нѣкоторыхъ случаяхъ достигаютъ громадныхъ размѣровъ.

Съ появленіемъ быстрорѣжущей стали начали приготовлять вставные зубья фрезеровъ изъ стали этого сорта. Такъ какъ такіе фрезеры должны выполнять очень энергичную работу, снимая большія массы металла, то явилась необходимость въ приданіи зубьямъ такой формы, при которой получились бы наивыгоднѣйшія условія рѣзанія. Въ томъ случаѣ, когда вставные зубья имѣютъ форму параллелепипедовъ и вставляются въ прямыя простроганныя канавки (фиг. 533), уголъ рѣзанія получается различный по длинѣ рѣжущаго ребра и величина этого угла не соотвѣтствуетъ наивыгоднѣйшему углу рѣзанія. Кромѣ того углубленіе вставного зуба въ тѣло фрезера тоже получается различное, вслѣдствіе чего приходится зубъ излишне углублять въ нѣкоторыхъ частяхъ по его длинѣ, ослабляя этимъ и тѣло фрезера или же при недостаточномъ углубленіи получать недостаточно прочное закрѣпленіе зуба, что при быстрорѣжущей стали можетъ сильно вліять на производительность фрезера. Въ виду этого **Тайлоромъ** для подобныхъ фрезеровъ **примѣняются вставные зубья, штампованные**, такъ что они **получаютъ винтовую поверхность**, въ тѣлѣ фрезера канавки тоже прорѣзаются по винтовой линіи;—при такой конструкціи углы рѣзанія бу-

дутъ одинаковы по всей длинѣ и получаютъ наивыгоднѣйшую величину. При прямыхъ зубьяхъ длиннаго фрезера съ цѣльными зубьями исполнить нельзя, такъ какъ глубина канавокъ, въ которыхъ закрѣпляются зубья, скоро дошла бы до нуля, поэтому когда при такой конструкціи желаютъ получить длинный фрезеръ, то его составляютъ изъ нѣсколькихъ узкихъ фрезеровъ, посаженныхъ рядомъ на оправку. Фрезеръ же конструкціи Тайлора съ винтообразными зубьями можетъ быть исполненъ произвольной длины, напримѣръ, на фиг. 535 изображенъ подобный фрезеръ изъ быстрорѣжущей стали длиной около 1000 мм.



Фиг. 535.

Винтовые рѣжущіе зубья закрѣпляются въ канавкахъ у Тайлора при помощи заливки особымъ сплавомъ, который немного расширяется при затвердѣваніи и очень прочно закрѣпляетъ рѣжущее лезвіе, въ то же время, когда лезвіе сработается при послѣдовательныхъ заточкахъ, то сплавъ легко выплавить и вставить новыя зубья.

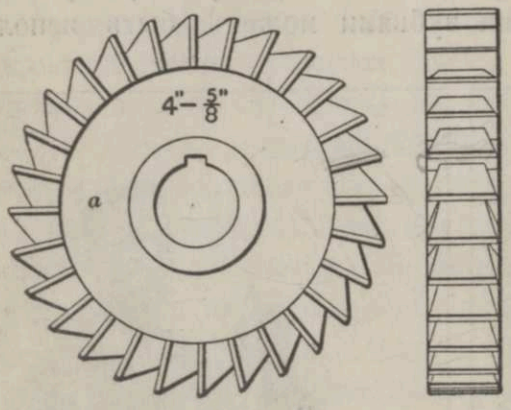
Тайлоръ придаетъ такимъ фрезерамъ слѣдующіе размѣры, при которыхъ зубья получаются достаточно прочными и промежутки между ними достаточно большими, чтобы въ нихъ могли помѣститься крупныя стружки.

Для фрезера діам.	100	мм.	число зубьевъ	44
„ „ „	150	„	„ „	16
„ „ „	200	„	„ „	18
„ „ „	250	„	„ „	20

Діам. внутрен. отверстія соотвѣтственно 50, 75, 100 и 125.

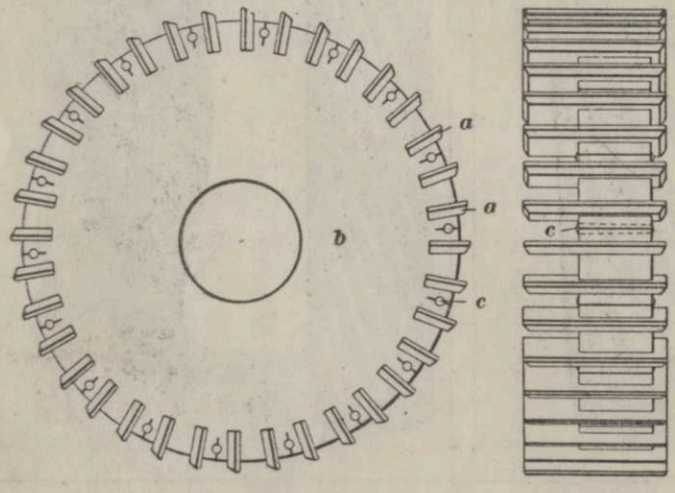
Толщина вставного зуба 10 мм. и выступаетъ онъ изъ тѣла фрезера на 15 мм.

При работѣ такихъ фрезеровъ необходимо производить энергичное охлажденіе, направляя струю воды въ то мѣсто, гдѣ снимается стружка. При широкомъ фрезерѣ должно быть устроено особое приспособленіе изъ трубки съ нѣсколькими насадками на разстояніи не болѣе 100 мм., чтобы охлажденіе производилось равномѣрно по всей длинѣ фрезера. При энергичномъ охлажденіи работоспособность фрезера при обработкѣ стали и желѣза можетъ повыситься на 33%, а при обработкѣ чугуна на 15%. Для охлажденія можетъ примѣняться вода съ содой, чтобы не вызывать ржавчины на издѣліи, или масло. Стекающая съ издѣлія жидкость должна собираться и насосомъ снова накачиваться въ трубку, подающую жидкость къ издѣлію.



Фиг. 536.

320. Дисковые фрезеры. Эти фрезеры отличаются отъ цилиндрическихъ тѣмъ, что они имѣютъ форму диска и рѣжущія ребра располагаются также и на торцевыхъ поверхностяхъ (фиг. 536). Чтобы тѣло *a* фрезера не защемлялось и не упиралось въ издѣліе при рѣзаніи, поверхность *a* углубляется, такъ что рѣжущія ребра выступаютъ надъ поверхностью.

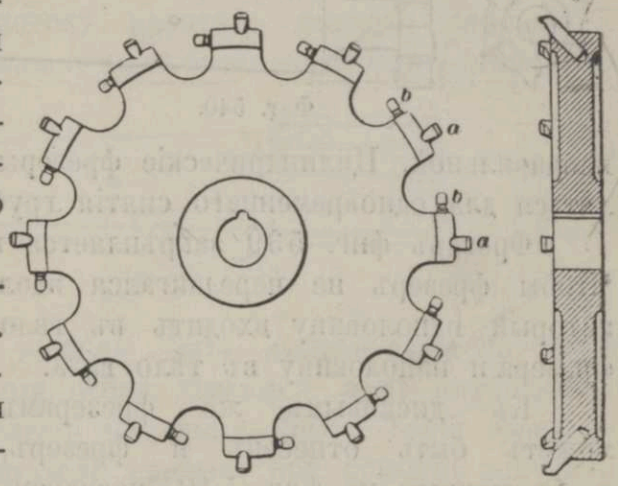


Фиг. 537.

Дисковые фрезеры могутъ рѣзать или рѣжущими ребрами, расположенными по ихъ цилиндрической поверхности, или ребрами, расположенными по ихъ боковымъ плоскимъ сторонамъ, въ зависимости отъ того какъ издѣліе питается или придвигается къ фрезеру.

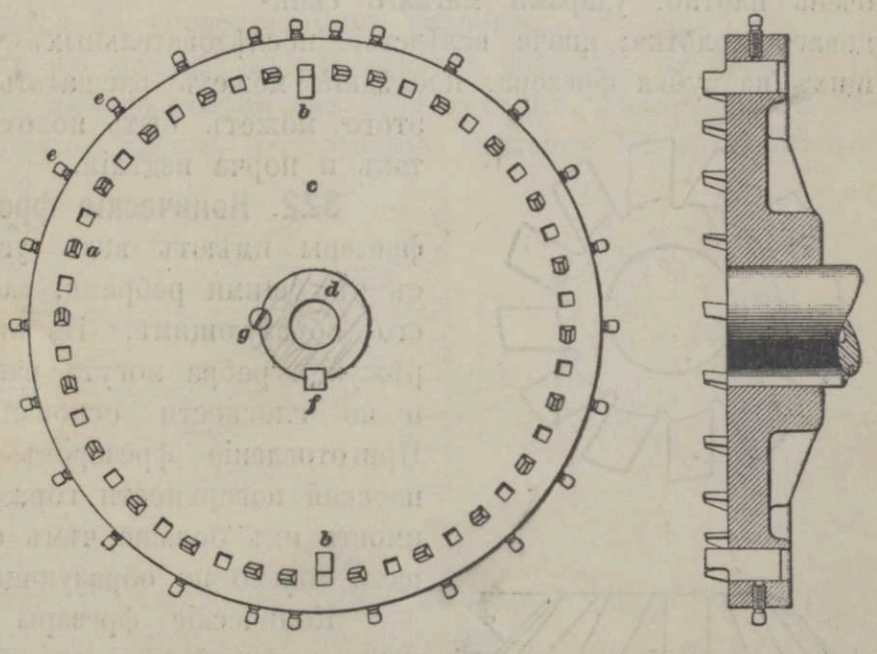
321. Дисковые фрезеры со вставными зубьями. Дисковые фрезеры изъ цѣльнаго куска стали дѣлаются діаметромъ до 200 мм.; приготовленіе фрезеровъ бо́льшихъ размѣровъ становится столь труднымъ и дорогимъ, что предпочитаютъ готовить ихъ составными. Конструкціи составныхъ кольцевыхъ фрезеровъ могутъ быть весьма разнообразны; зубья въ такихъ фрезерахъ могутъ закрѣпляться такъ же, какъ и у цилиндрическихъ фрезеровъ, изображенныхъ на фиг. 533.

На фиг. 537 изображена конструкція дисковаго фрезера со вставными зубьями, изготовляемаго заводомъ *Праттъ и Уитней*. Рѣзцы *a* вставлены въ прямоугольные прорѣзы; для закрѣпленія между двумя рѣзцами просверлено отверстіе *c*, и развернуто конической разверткой; послѣ развертки промежутокъ съ внѣшней стороны отверстія пропиливается и если въ отверстіе загнать коническую шпильку, то она, производя распоръ, плотно заклиниваетъ рѣзецъ. Рѣзцы иногда дѣлаются значительно длиннѣе, чѣмъ тѣло фрезера, чтобы ихъ можно было много разъ затачивать.



Фиг. 538.

Дисковые фрезеры такой конструкціи, какая представлена на фиг. 533 и 537, изготовляются діам. отъ 200 мм. до 900 мм. Фрезеры большихъ размѣровъ изготовляются болѣе простой конструкціи, какъ, напр., изображено на фиг. 538. Здѣсь въ чугунномъ дискѣ просверлены отверстія, подъ угломъ въ 60° къ оси диска и въ эти отверстія вставлены рѣзцы изъ круглой стали *a*, которые зажимаются и держатся на мѣстѣ нажимными болтами *b*. Рѣзцы затачиваются такъ же, какъ и рѣзцы для грубой обработки на строгальныхъ машинахъ. Приготовленіе такого фрезера дешево; рѣзцы, если сработаются, могутъ быть легко замѣнены новыми.

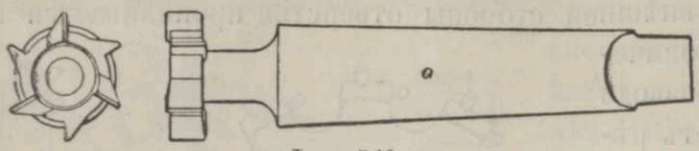


Фиг. 539.

На фиг. 539 представленъ фрезеръ нѣсколько иной конструкціи. Здѣсь въ чугунномъ дискѣ продѣланы прямоугольныя отверстія, въ которыя вставлены рѣзцы *a* изъ полосной инструментальной стали и держатся на мѣстѣ нажимными болтами *e*. Кромѣ того въ этомъ фрезерѣ, помимо ряда рѣзцовъ *a*, которыми производится грубая обработка, имѣются еще два широкіе рѣзца *b* плоскіе, поставленные нѣсколько ближе къ центру и нѣсколько выступающіе впередъ; эти рѣзцы

назначены для снятія отдѣлочной стружки, съ той поверхности, которая нагрубо обработана рѣзцами *a*.

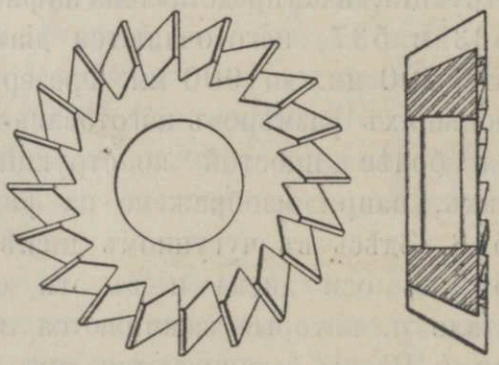
Нужно замѣтить, что подобную *одновременную обработку поверхности нагрубо и начисто можно вести только въ тѣхъ случаяхъ, когда издѣліе очень жестко* и не способно пружинить, иначе обработанная одновременно отдѣлочнымъ рѣзцомъ поверхность получится неправильной. Цилиндрическіе фрезеры совершенно не могутъ приготовляться для одновременнаго снятія грубой и отдѣлочной стружки.



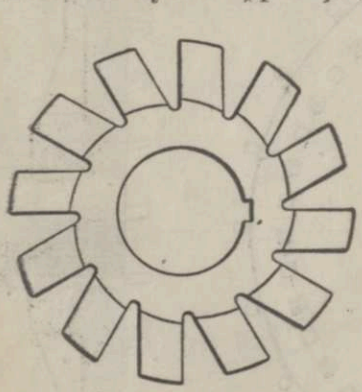
Фиг. 540.

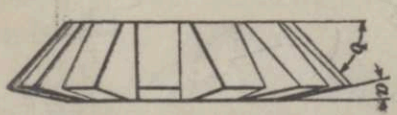
Фрезеръ фиг. 539 закрѣпляется на валу при помощи шпонки *f*. Чтобы фрезеръ не передвигался вдоль вала, завинчивается шурупъ *g*, который наполовину входитъ въ тѣло фрезера и наполовину въ тѣло вала.

Къ дисковымъ же фрезерамъ можетъ быть отнесенъ и фрезеръ, изображенный на фиг. 540, назначенный для выемокъ пазовъ въ видѣ буквы **T**. Такіе фрезеры приготовляются обыкновенно съ конусомъ, которымъ они вставляются въ отверстіе шпинделя. Вставлять конусъ нужно очень плотно, ударами мягкаго свинцоваго молотка; иначе вслѣдствіе послѣдовательныхъ усилій, дѣйствующихъ на зубья фрезера, послѣдній можетъ расшататься и слѣдствіемъ этого можетъ быть поломка какъ фрезера, такъ и порча издѣлія.



Фиг. 541.





Фиг. 542.

322. Коническіе фрезеры. Коническіе фрезеры имѣютъ видъ усѣченнаго конуса, съ рѣжущими ребрами, расположенными по его образующимъ. Въ такихъ фрезерахъ рѣжущія ребра могутъ располагаться также и по плоскости основанія (фиг. 541). Приготовленіе фрезеровъ съ рѣзцами на плоской поверхности гораздо труднѣе и стоимость ихъ больше, чѣмъ фрезеровъ съ рѣзцами только по образующимъ конуса.

Коническіе фрезеры опрѣделяются угломъ, который дѣлаетъ образующая конуса съ его осью и говорятъ *фрезеръ въ 30°, 45°, 60°*.

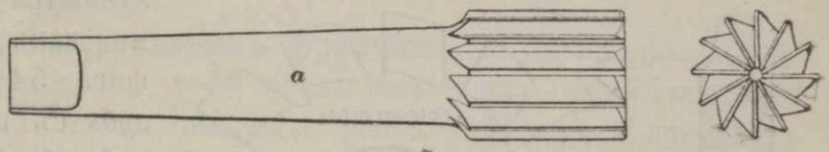
Такіе фрезеры употребляются для нарѣзанія зубьевъ у фрезеровъ, прорѣзанія угловыхъ канавокъ и друг. работъ.

Коническіе фрезеры могутъ быть составлены изъ двухъ усѣченныхъ конусовъ, соприкасающихся своими основаніями (фиг. 542). Такіе

двойные коническіе фрезеры характеризуются углами обоихъ конусовъ; наприм., если уголъ *a* равенъ 12°, а уголъ *b*—48°, то говорятъ *двойной конич. фрезеръ 12°—48°*.

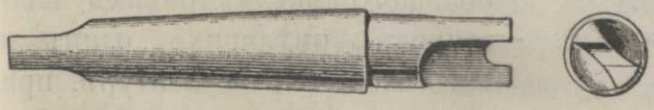
Фрезеры такой формы часто употребляются для прорѣзанія канавокъ въ развертках, мечикахъ, винтовыхъ фрезерахъ и др.

Нужно замѣтить, что во многихъ работахъ *угловыя канавки*, а также и *вообще угловыя поверхности могутъ быть образованы не только коническими фрезерами, но также и цилиндрическими.*



Фиг. 543.

323. Торцевые фрезеры. Въ точномъ смыслѣ слова въ торцевомъ фрезерѣ рѣжущія ребра должны быть расположены на торцѣ цилиндра, но обыкновенно рѣжущія ребра дѣлаются и на цилиндрической поверхности, какъ представлено на фиг. 543. Такіе фрезеры обыкновенно закрѣпляются въ шпинделѣ машины при помощи конуса *a*.

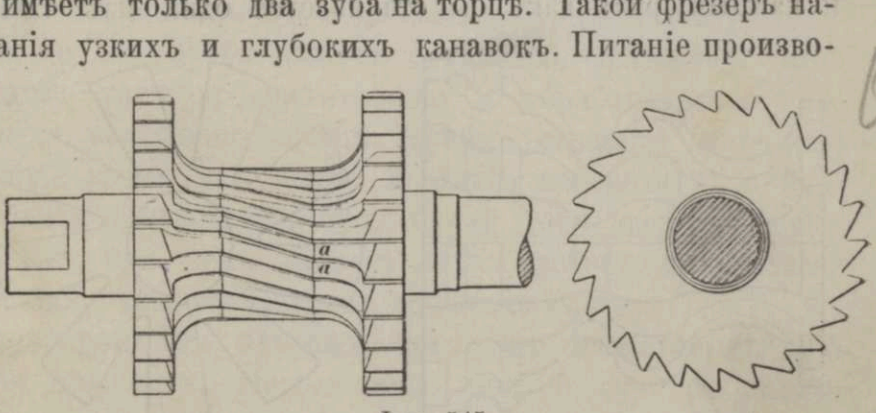


Фиг. 544.

Фрезеръ можетъ рѣзать какъ торцевой, такъ и цилиндрической частью и въ томъ и въ другомъ случаѣ могутъ получаться плоскія поверхности.

Очень маленькіе торцевые фрезеры имѣютъ цилиндрическій хвостъ, который закрѣпляется въ универсальномъ патронѣ.

Къ торцевому же фрезеру нужно отнести фрезеръ, изображенный на фиг. 544; онъ имѣетъ только два зуба на торцѣ. Такой фрезеръ назначенъ для прорѣзанія узкихъ и глубокихъ канавокъ. Питаніе производится вдоль оси фрезера, углубляя на нѣкоторую величину фрезеръ, и затѣмъ питая перпендикулярно его оси по длинѣ канавки. При углубленіи фрезера рѣжутъ ребра, расположенныя по торцу, при передвиженіи перпендикулярно оси рѣжутъ ребра, расположенныя по цилиндрической поверхности.

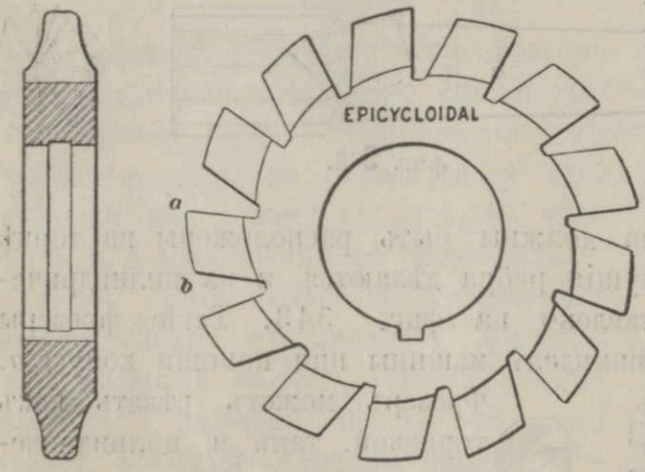


Фиг. 545.

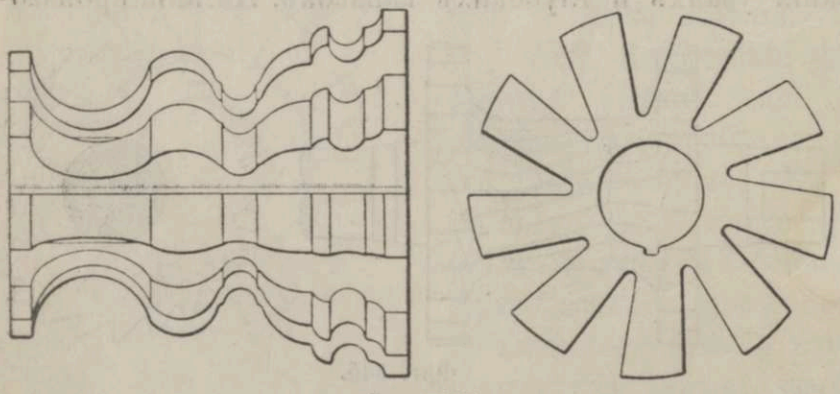
324. Фигурные фрезеры. Формы фигурныхъ фрезеровъ могутъ быть до безконечности разнообразны. Профиль ихъ рѣжущихъ реберъ долженъ соотвѣтствовать профилю той поверхности, которую желаютъ даннымъ фрезеромъ обработать. Одинъ изъ такихъ фрезеровъ представленъ на фиг. 545. Какъ видно, въ этомъ фрезерѣ рѣжущіе зубцы имѣютъ ту же конструкцію, какъ и у ранѣе описанныхъ фрезеровъ. При наточкѣ прямолинейныхъ реберъ рѣзанія, профиль фрезера не измѣняется

и онъ продолжаетъ работать такъ же, какъ и вначалѣ; при наточкѣ же фрезеровъ съ ребрами такого очертанія, какъ показано на фиг. 545, крайне трудно сохранить первоначальный профиль; для этого необходимо имѣть какія-либо спеціальныя машины для наточки и особыя на нихъ приспособленія.

Для того, чтобы устранить этотъ недостатокъ, заводомъ *Браунъ* и *Шарпъ* были предложены фрезеры, у которыхъ рѣжущія зубья получаются глубокими прорѣзами, какъ это представлено на фиг. 546. При этомъ каждый *зубъ* съ помощью особаго способа обработки *получаетъ такую форму, что имѣетъ одинъ и тотъ же профиль во всѣхъ сѣченіяхъ, параллельныхъ передней рѣжущей грани.* Зубъ какъ бы составленъ и изъ безконечно большого числа тонкихъ пластинокъ, имѣющихъ одинъ и тотъ же внѣшній контуръ, при чемъ каждая такая тонкая, послѣдующая пластинка немного сдвинута по направленію къ центру, такъ что кривая *ab* у зуба (фиг. 546) идетъ не по окружности, а по спирали, постепенно приближаясь къ центру и даетъ такимъ образомъ необходимый уголъ зазора. При наточкѣ зуба, стачивается передняя рѣжущая грань и каждый разъ какъ бы стачивается одна изъ такихъ воображаемыхъ тонкихъ пластинокъ, при этомъ профиль рѣжущей грани зуба остается неизмѣннымъ.



Фиг. 546.


Фиг. 547.

Такіе фрезеры могутъ быть названы **фрезерами съ зубьями, скошенными по спирали.**

На фиг. 546 представленъ фрезеръ такой конструкціи, для нарѣзанія зубчатыхъ колесъ: контуръ каждаго рѣжущаго ребра соотвѣтствуетъ профилю зуба, такъ что если такимъ фрезеромъ прорѣзать канавку на внѣшней поверхности диска, получимъ очертаніе зуба.

На фиг. 547 изображенъ фрезеръ такой же конструкціи, но болѣе сложнаго профиля.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ фигурные фрезеры составляются изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ фрезеровъ, чтобы ихъ можно было болѣе легко

выполнить. Такъ, наприм., на фиг. 545 изображенъ фрезеръ, составленный изъ трехъ отдѣльныхъ частей или фрезеровъ. Для того, чтобы въ мѣстѣ стыка не получалось слѣдовъ, поверхность стыка дѣлается рифленая, какъ показано въ *aa*, на фиг. 545.

325. Комбинированные фрезеры. Можно получать фрезеры очень разнообразныхъ очертаній, комбинируя цилиндрическія, дисковыя и конусныя, сажая ихъ рядомъ на одной оправкѣ и получая такимъ образомъ комбинированные фрезеры.

326. Наборъ комбинированныхъ фрезеровъ. Если на оправку надѣвается нѣсколько фрезеровъ, чтобы образовать одинъ общій составной фрезеръ, то необходимо, чтобы рѣжущія ребра отдѣльныхъ фрезеровъ шли въ перебивку между собой, а не составляли одной непрерывной линіи; — при такомъ расположеніи фрезеръ рѣжетъ лучше и входитъ въ матеріалъ постепенно, какъ и фрезеръ съ винтовыми ребрами.

Для того, чтобы отдѣльные фрезеры установить на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга, между ними прокладываются соотвѣтствующаго размѣра **втулки**, такъ какъ при подтачиваніи зубьевъ, расположенныхъ на торцѣ, ранѣе подходящія втулки оказываются не совсѣмъ отвѣчающими по размѣрамъ, то для приведенія ихъ размѣра до нормы между втулками и фрезеромъ прокладываются кружки изъ бумаги.

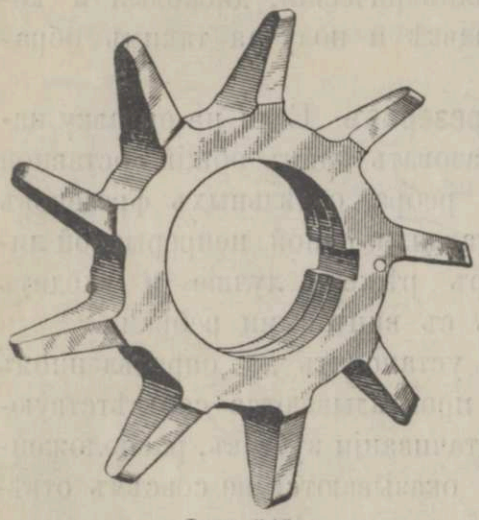
327. Заточка фрезеровъ. *Для правильной работы фрезеровъ необходимо, чтобы рѣжущія ребра были остро наточены и чтобы рѣжущія ребра были на одинаковомъ разстояніи отъ оси вращенія фрезера.* Здѣсь говорится отъ оси вращенія фрезера, а не отъ его геометрической оси, такъ какъ при неправильномъ закрѣпленіи фрезера на шпинделѣ или оправкѣ эти оси могутъ и не совпадать. Если это условіе не удовлетворено, то не всѣ зубья рѣжутъ одинаково, вслѣдствіе чего работа не можетъ итти такъ производительно и обрабатываемая поверхность не получается достаточно чистой. Чтобы устранить этотъ недостатокъ, въ настоящее время все болѣе и болѣе переходятъ къ наточкѣ фрезеровъ особыми приспособленіями, послѣ того какъ фрезеры закрѣплены въ шпинделѣ, при чемъ заточка всѣхъ реберъ получается совершенно симметричная относительно оси вращенія фрезера [1]).

Поддержаніе фрезеровъ въ остромъ состояніи является вопросомъ первостепенной важности. Недостаточно острый фрезеръ даетъ менѣе чистую поверхность, требуетъ большей затраты энергіи и не позволяетъ производить рѣзаніе достаточно энергично; кромѣ того, вслѣдствіе большого тренія, отъ развивающейся теплоты, фрезеръ болѣе быстро изнашивается. Все это заставляетъ обращать на заточку фрезеровъ самое серьезное вниманіе.

Такъ какъ при ручной заточкѣ достичь надлежащихъ результатовъ невозможно, то *обзаводясь фрезерной машиной, необходимо вмѣстѣ съ ней пріобрѣтать и спеціальный станокъ для наточки фрезеровъ*, такъ какъ только при такихъ условіяхъ можно ожидать отъ фрезовой ма-

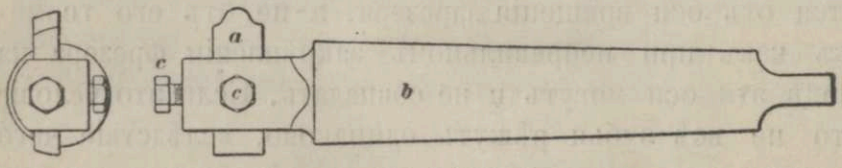
[1]) Подробности о способахъ наточки фрезеровъ будутъ приведены въ главѣ о работѣ на шлифовальныхъ станкахъ.

шины тѣхъ результатовъ, какіе получаются на вполнѣ благоустроенныхъ заводахъ. Заводъ *Браунъ* и *Шарпъ* приводитъ въ своемъ каталогѣ примѣръ работоспособности хорошо содержимаго фрезера. На фиг. 548 представленъ фрезеръ, которымъ были нарѣзаны 467 чугунныхъ зубчатыхъ колесъ шириной въ 3 д., по 64 зуба, что соотвѣтствуетъ длинѣ прорѣза въ 7,472 фута; зубья прорѣзались въ цѣльномъ отлитомъ чугунномъ дискѣ. Какъ видно, фрезеръ очень сильно сточенъ, но до конца продолжалъ прекрасно работать.



Фиг. 548.

328. Летучій фрезеръ. Наиболѣе простымъ фигурнымъ фрезеромъ является такъ называемый летучій фрезеръ (фиг. 549). Онъ представляетъ изъ себя рѣзецъ *a* съ нужнымъ профилемъ, который вставляется въ оправку *b* и въ ней закрѣпляется двумя нажимными болтами *cc*. Такой инструментъ употребляется на фрезовыхъ машинахъ для срѣзанія небольшого количества металла и главнымъ образомъ при инструментальныхъ работахъ, наприм., при исполненіи фасонныхъ рѣзцовъ и др. Удобенъ онъ тѣмъ, что профиль одного рѣзца можно легко выпилить произвольной формы, а затѣмъ, закаливъ и наточивъ, получить при помощи этого рѣзца нужный профиль на какомъ-нибудь другомъ инструментѣ, который уже можетъ выдержать большое число заточекъ, не мѣняя своего профиля. Сначала матеріалъ снимаютъ, заставляя фрезеръ вращаться, а отдѣлочную стружку можно снять, закрѣпляя шпиндель неподвижно и заставляя рѣзецъ *a* строгать, при чемъ столъ съ закрѣпленнымъ издѣліемъ быстро питается отъ руки.



Фиг. 549.

Закрѣпленіе фрезеровъ.

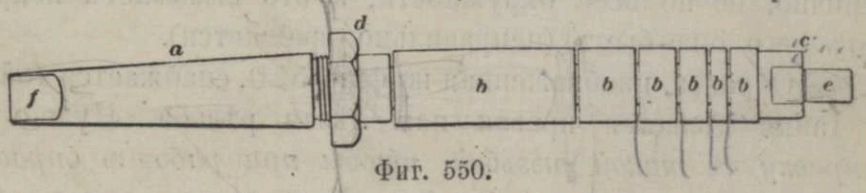
329. Большинство фрезеровъ закрѣпляется при помощи оправокъ. Конструкція оправки дана на фиг. 550. Она представляетъ цилиндрическое тѣло, съ конусомъ *a* на одномъ концѣ, которымъ оправка закрѣпляется въ шпинделѣ машины, такъ же какъ сверла закрѣпляются въ шпинделѣ сверлилки. На концѣ конуса имѣется плоскій хвостъ *f*, для предупрежденія вращенія оправки. Фрезеры надѣваются плотно на оправку, между ними проставляются втулки *bbb*, которыя служатъ для того, чтобы устанавливать фрезеръ въ желаемомъ мѣстѣ оправки, а также устанавливать на желае-

момъ разстояніи другъ отъ друга отдѣльные фрезеры, если ихъ надѣвается на оправку нѣсколько штукъ. Втулки съ одной стороны упираются въ заплечикъ *d* на оправкѣ, а съ другой стороны какъ втулки, такъ и установленный между ними фрезеръ зажимаются гайкой *c*.

Для болѣе удобнаго выниманія оправки изъ шпинделя машины, на оправкѣ помѣщается гайка *d*, которая упирается въ конецъ шпинделя, такъ что, поворачивая эту гайку, упираютъ ее въ торецъ шпинделя и выталкиваютъ такимъ образомъ оправку. Иногда этой гайки не дѣлаютъ, для чего оправки приходится выталкивать стержнемъ, пропущеннымъ черезъ пустотѣлый шпиндель.

Внѣшній конецъ оправки долженъ имѣть правильно обработанное центровое отверстіе, которое упирается въ центръ, поставленный въ поддерживающую полосу, имѣющуюся обыкновенно на фрезовыхъ машинахъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, помимо центроваго отверстія на концѣ оправки имѣется цилиндрическій шипъ *e* (фиг. 550), который помѣщается въ соотвѣтствующей опорѣ полосы. Такая опора лучше поддерживаетъ оправку и позволяетъ работать болѣе энергично.

Если оправка не имѣетъ внѣшней опоры, фрезеръ слѣдуетъ ставить возможно ближе къ шпинделю машины, чтобы избѣжать прогиба и дрожанія оправки, вносящихъ неточность въ работу машины. Если при отсутствіи опоры приходится ставить фрезеръ далеко отъ шпинделя, то стружку надо снимать тонкую, а въ особенности отдѣлочную стружку, чтобы прогибъ оправки возможно уменьшить.



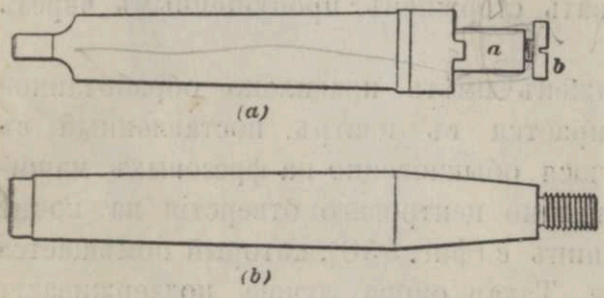
Фиг. 550.

Фрезеры закрѣпляются на оправкѣ и вращаются вмѣстѣ съ ней при помощи тренія, проявляющагося при зажатіи передней гайки. Если этого тренія оказывается недостаточно, бываетъ полезно проложить между опорными поверхностями втулокъ и фрезера шайбы, вырѣзанныя изъ писчей бумаги. На большихъ машинахъ и вообще *при тяжелой работѣ лучше фрезы сажать на оправку при помощи шпонокъ*. Канавки для шпонокъ лучше дѣлать полукруглыя.

Если свободный конецъ оправки находится въ опорѣ или упирается въ центръ, этимъ самымъ положеніе оправки въ шпинделѣ дѣлается надежнымъ, и если опоры установлены надлежащимъ образомъ, то оправка изъ шпинделя выскочить не можетъ. *Если же внѣшній конецъ не находится въ опорѣ, нужно закрѣплять оправку въ шпинделѣ очень солидно*, иначе вслѣдствіе сотрясеній она можетъ выпасть или, по крайней мѣрѣ, ослабнетъ въ шпинделѣ.

Прежде чѣмъ вставлять оправку, отверстіе въ шпинделѣ должно быть старательно вычищено и вытерто, чтобы въ немъ не было мелкихъ стружекъ, грязи и масла. Конусъ оправки также долженъ быть старательно вытертъ и вставленъ въ отверстіе такимъ образомъ, чтобы плоскій хвостъ конуса попалъ въ соотвѣтствующій прорѣзъ. Оправку

нужно заколачивать въ отверстіе шпинделя достаточно сильными ударами тяжелаго мягкаго свинцоваго молотка. Изъ 10 въ 9 случаяхъ, если оправка слабнетъ въ отверстіи шпинделя, это происходитъ вслѣдствіе того, что отверстіе не было надлежащимъ образомъ вытерто отъ грязи и масла. А потому, если, несмотря на сильное заколачиваніе, оправка слабнетъ, нужно снова вытереть какъ отверстіе, такъ и конусъ оправки. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ *хвостъ конуса упирается въ сдѣланный для него прорѣзъ и мѣшаетъ заколачиванію*; такой недостатокъ легко обнаружить осмотромъ хвоста, на которомъ будутъ замѣтны ссадины.

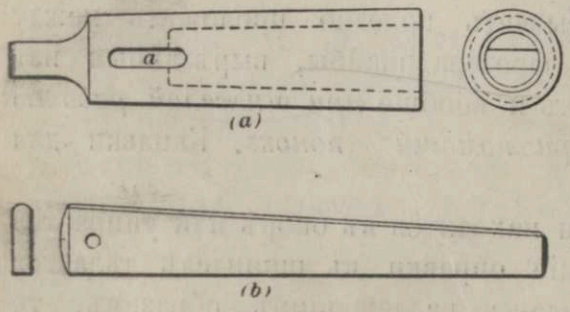


Фиг. 551.

Нужно также обращать вниманіе на то, чтобы между втулками и шайбами, между которыми зажимаются фрезеры, не было грязи или опилокъ, такъ какъ присутствіе ихъ заставляетъ втулки нажимать эксцентрично, не по всей окружности, а это вызываетъ искривленіе оправки, отъ чего она бьетъ (неправильно вращается).

Оправка, изображенная на фиг. 550, снабжается гайкой для зажима, у гайки дѣлается правая или лѣвая рѣзьба. Нужно всегда *выбирать оправку съ такой рѣзьбой, чтобы при работѣ оправки сила трения стремилась завинчивать гайку*. Если это условіе не будетъ удовлетворено, гайка будетъ имѣть стремленіе развинчиваться и фрезеры не будутъ плотно держаться.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ удобно фрезеръ закрѣпить на оправкѣ, представленной на фиг. 551*a*. Фрезеръ надѣвается на цилиндрическій конецъ *a*; здѣсь же имѣется заплечикъ, который входитъ въ соотвѣтствующій вырѣзъ во фрезерѣ, что и не позволяетъ послѣднему вращаться. Чтобы фрезеръ не соскакивалъ съ оправки, онъ придерживается шурупомъ *b*.



Фиг. 552.

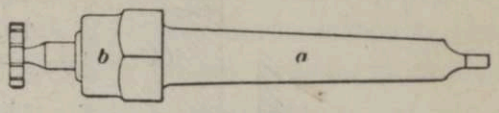
Небольшіе фрезеры дѣлаются иногда съ нарѣзкой въ отверстіи и навинчиваются на нарѣзанный конецъ оправки (фиг. 551*b*). Нарѣзка должна дѣлаться такой, чтобы сила сопротивленія рѣзанію всегда стремилась завинтить фрезеръ болѣе туго.

Нѣкоторые строители, для того *чтобы предупредить ослабленіе оправокъ въ шпинделѣ, дѣлаютъ въ хвостѣ оправки отверстіе съ нарѣзкой*, въ которое ввинчивается болтъ, пропущенный черезъ шпиндель и упирающійся въ его торецъ.

На фрезовыхъ машинахъ, также какъ и на сверлильныхъ станкахъ, употребляются переходные патроны (фиг. 552*a*), которые вставляются въ

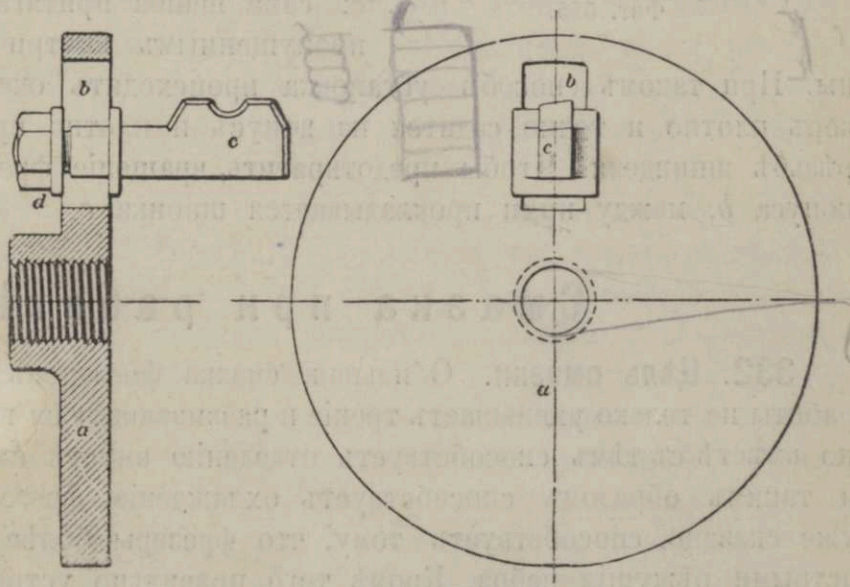
отверстіе шпинделя, а въ эти патроны могутъ быть вставлены конусы фрезеровъ или оправокъ небольшого размѣра. Для выколачиванія оправокъ изъ патроновъ, примѣняется тотъ же пріемъ, т.-е. въ патронѣ имѣется прорѣзъ *a*, въ который вколачивается клинъ (фиг. 552*b*).

Иногда случается, что вслѣдствіе сминанія матеріала, конусъ входитъ въ отверстіе слишкомъ глубоко, такъ что начинаетъ упираться хвостъ, не позволяя конусу плотно сѣсть на мѣсто. Въ такихъ случаяхъ можно конусъ обвернуть писчей бумагой, но такъ, чтобы она нигдѣ не перекрывала себя и не ложилась въ два слоя. Конечно, это средство допустимо лишь какъ временное, но за недостаткомъ подъ руками хорошо пригнанныхъ другъ къ другу конуса и отверстія, оно можетъ дать довольно удовлетворительные результаты, позволяя довольно плотно закрѣпить оправку въ отверстіи.



Фиг. 553.

330. Оправка-патронъ. Фрезеры небольшихъ размѣровъ дѣлаются часто съ цилиндрическими хвостами и закрѣпляются въ особыхъ оправкахъ-патронахъ, представленныхъ на фиг. 553. Оправка въ шпинделѣ закрѣпляется конусомъ *a*. Съ передняго конца патронъ дѣлается утонченнымъ; въ немъ высверливается цилиндрическое отверстіе, въ которое вставляется фрезеръ. Этотъ выступъ разрѣзается тремя радіальными прорѣзами; съ внѣшней стороны онъ заточенъ на конусъ и на него надѣвается гайка *b*, которая тоже имѣетъ внутреннюю коническую поверхность, такъ что при завинчиваніи конусъ гайки сжимаетъ разрѣзанный выступъ и зажимаетъ въ немъ хвостъ фрезера.



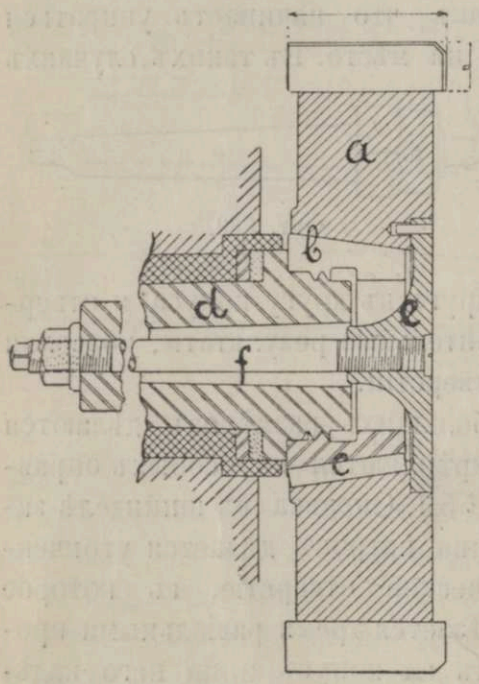
Фиг. 554.

Такая оправка—патронъ неудобна въ томъ отношеніи, что въ ней можно закрѣплять фрезеры лишь съ хвостами одного размѣра. Если желаютъ пользоваться фрезерами различныхъ размѣровъ, примѣняютъ оправку съ универсальнымъ патрономъ на ея концѣ, какъ въ сверлильныхъ машинахъ.

331. Универсальные патроны и планшайбы. Во многихъ случаяхъ будетъ удобно закрѣплять фрезеры въ универсальныхъ патронахъ, такой же конструкціи, какъ и патроны для самоточекъ, надѣтыхъ на шпиндель.

На фиг. 554 представленъ способъ закрѣпленія летучаго фрезера къ планшайбѣ. Фрезеръ *c* вставленъ въ прорѣзъ *b*. планшайбы *a* и закрѣп-

ленъ гайкой *d*. Условія работы такого фрезера такія же, какъ и у летучаго фрезера, закрѣпленнаго въ оправкѣ. Подобный фрезеръ можетъ оказаться очень удобнымъ въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится отдѣлывать вогнутую поверхность съ опредѣленнымъ радіусомъ кривизны. Конечно, при массовомъ производствѣ для подобнаго рода работы долженъ быть сдѣланъ спеціальный фрезеръ, но для отдѣльныхъ случаевъ указанное приспособленіе дастъ вполнѣ удовлетворительные результаты.



Фиг. 555.

Во многихъ случаяхъ можно даже не дѣлать особаго летучаго фрезера, а можно просто воспользоваться обыкновеннымъ фрезеромъ, привинтивъ его къ планшайбѣ и заставляя работать одинъ изъ его зубьевъ.

Заводъ *Браунъ* и *Шарпъ* примѣняетъ для закрѣпленія дисковыхъ фрезеровъ способъ, изображенный на фиг. 555. На конецъ шпинделя *d* навинчивается конусъ *b*, разрѣзанный въ одномъ мѣстѣ. На конусъ надѣвается фрезеръ *a*, который закрѣпляется шайбой *e*; сама шайба притягивается болтомъ *f*, пропущеннымъ внутри шпинделя машины. При такомъ способѣ установка происходитъ очень быстро;—фрезеръ плотно и точно садится на конусъ и плотно прижимаетъ его къ рѣзьбѣ шпинделя. Чтобы предотвратить, вращеніе фрезера относительно конуса *b*, между ними прокладывается шпонка *c*.

Смазка при работѣ

332. Цѣль смазки. Обильная смазка фрезеровъ масломъ во время работы не только уменьшаетъ треніе и развивающуюся при этомъ теплоту, но вмѣстѣ съ тѣмъ способствуетъ отведенію вмѣстѣ съ масломъ теплоты и такимъ образомъ способствуетъ охлажденію фрезеровъ, а это, какъ уже сказано, способствуетъ тому, что фрезеры болѣе долго сохраняютъ острыми рѣжущія ребра. Кромѣ того правильно устроенная смазка способствуетъ выходу стружекъ изъ-подъ фрезера и не позволяетъ загромождать промежутковъ между зубьями.

Впрочемъ, опытъ показываетъ, что чугунныя мягкія издѣлія могутъ быть съ успѣхомъ обрабатываемы на фрезерныхъ машинахъ и безъ смазки. При обработкѣ же твердаго чугуна и другихъ употребительныхъ въ машиностроеніи матеріаловъ *смазка необходима, или во всякомъ случаѣ желательна.*

333. Смазочный матеріалъ. Для смазки обыкновенно употребляется или чистое масло или масло, смѣшанное съ содовой водой. *Чистое масло*

даетъ лучшую смазку, но оно обходится дорого, и потому примѣняется лишь для мелкихъ издѣлій, гдѣ употребленное масло можетъ быть снова собрано, а также отдѣлено отъ стружекъ, при помощи особыхъ машинъ, сепараторовъ, и потомъ опять пущено въ работу. Если же обрабатываются крупные предметы, на которыхъ остается много масла, котораго собрать не представляется возможнымъ, то обыкновенно употребляютъ *смѣсь масла и содовой воды.*

Наилучшимъ считается масло изъ свиного жира (lard), но оно дорого. Если имѣются приспособленія для сбора масла и отдѣленія его отъ стружекъ, то примѣненіе дорогого масла будетъ все-таки болѣе выгодно вслѣдствіе высокихъ его качествъ, чѣмъ примѣненіе болѣе дешевыхъ сортовъ.

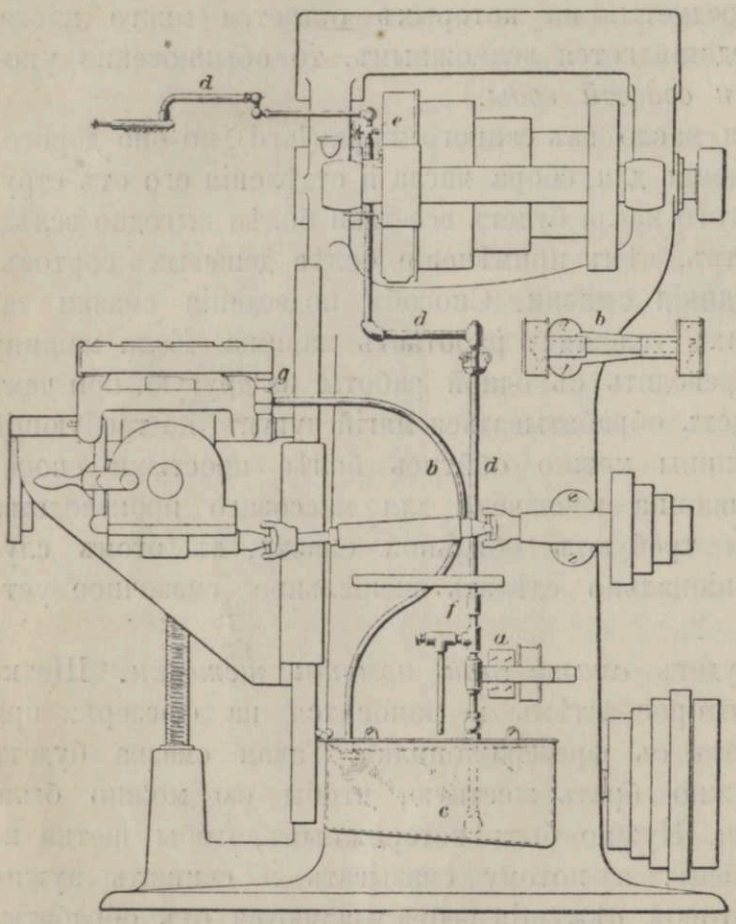
334. Способъ подведенія смазки. Способъ подведенія смазки зависитъ отъ того, въ какихъ условіяхъ работаетъ машина. Если машину приходится постоянно переводить съ одной работы на другую, при чемъ во многихъ случаяхъ будетъ обрабатываться мягій чугунъ, не требующій смазки, то для такой машины можно обйтись болѣе простыми способами смазки. Если же машина назначена для массоваго производства такихъ издѣлій, которыя требуютъ обильной смазки, въ этомъ случаѣ будетъ выгодно и раціонально сдѣлать спеціальное смазочное устройство.

Наиболѣе простой будетъ *смазка при помощи щеточки.* Щетка погружается въ масло, которое затѣмъ и наносится на фрезеръ; при этомъ же щеткой счищаютъ съ фрезера опилки. Такая смазка будетъ періодическая. Щетку нужно брать жесткую, чтобы ею можно было энергично счищать опилки. Нужно быть осторожнымъ, чтобы щетка не попала подъ рѣжущій зубецъ, а потому смазывать и счищать нужно всегда со стороны, съ которой рѣжущія ребра удаляются отъ обрабатываемой поверхности.

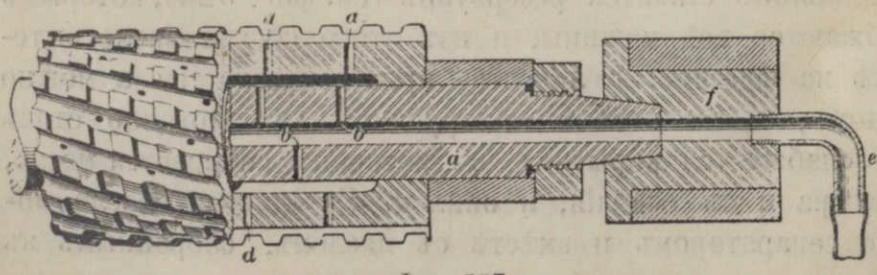
Болѣе совершенной будетъ смазка масломъ, вытекающимъ изъ сосуда подъ дѣйствіемъ тяжести. Такая смазка уже будетъ постоянной, что всегда лучше, чѣмъ періодическая смазка. Для подведенія масла въ такомъ случаѣ на машинѣ ставится резервуаръ (см. фиг. 524), которымъ обыкновенно снабжаются всѣ машины, и изъ этого сосуда масло вытекаетъ по трубочкѣ на фрезеръ. Количество притекающаго масла можно регулировать краномъ, поставленнымъ на трубочкѣ. Обыкновенно столъ фрезовой машины снабжается корытомъ, въ которомъ собирается масло, стекающее съ фрезера и съ издѣлія, и опилки. Съ опилокъ масло можетъ быть отжато сепараторомъ и вмѣстѣ съ масломъ, собраннымъ въ корытѣ, можетъ быть снова употреблено для смазки.

Если для отдѣленія масла со стружекъ не имѣется особаго сепаратора, то болѣе просто, хотя и не такъ совершенно это отдѣленіе можно произвести, ставя подъ работой *металлическое сито*, въ которое падаютъ опилки. При этомъ масло изъ нихъ стекаетъ въ корыто стола, а стружки остаются, въ ситѣ, и время отъ времени выбрасываются. Такъ какъ масло тутъ отдѣляется только подъ дѣйствіемъ вѣса, то много масла остается прилипшимъ къ стружкамъ и теряется.

Наиболѣе совершеннымъ способомъ смазки является способъ, при которомъ масло накачивается насосомъ и по трубкѣ подъ напоромъ выливается на фрезеръ; при этомъ сильная струя масла не только энергично охлаждаетъ фрезеръ, но и смываетъ съ него стружки. Такой способъ подведенія смазки оказался на практикѣ столь производительнымъ, что теперь на всѣхъ благоустроенныхъ заводахъ онъ примѣненъ. Для нагнетанія примѣняется обыкновенно насосъ съ вращательнымъ поршнемъ, который приводится въ движеніе отъ той же фрезовой машины. На фиг. 556 представлено одно изъ устройствъ для автоматической смазки. Вращающійся насосъ *a* получаетъ движеніе отъ контръ-привода *b*. Всасывающая труба *c* опущена въ резервуаръ съ масломъ, откуда масло всасывается и затѣмъ нагнетается по трубамъ *dd* къ фрезеру. Верхняя часть трубки сдѣлана на шалнерахъ, для того, чтобы конецъ ея можно было подводить къ фрезерамъ различныхъ размѣровъ и въ различныхъ положеніяхъ. Количество притекающаго масла можно регулировать краномъ *e*. Излишекъ масла, подающагося насосомъ, выходитъ, черезъ клапанъ *f*, обратно въ бакъ. Масло послѣ смазки фрезера собирается въ корытѣ подъ столомъ и оттуда по гибкой трубкѣ *b* возвращается въ бакъ *c*.



Фиг. 556.



Фиг. 557.

При такомъ устройствѣ *нужно стараться подводить масло возможно близко къ фрезеру, чтобы не происходило разбрызгиванія, и направлять струю такимъ образомъ, чтобы она смывала съ фрезера стружки.*

Заводъ Newton Machine Tool Works предложилъ для смазки особую конструкцію оправокъ и фрезеровъ (фиг. 557). По оси оправки *a* расположенъ каналъ *f*, въ который приводится масло по трубкѣ *e*. Изъ канала *f* идутъ радіальные каналы *bb*, по которымъ масло приводится въ полость внутри фрезера и изъ нея по отверстіямъ *dd* проходитъ въ промежутки между зубьями фрезера, т.-е. какъ разъ туда, гдѣ присутствіе масла наиболѣе нужно (около рѣжущихъ реберъ):—оно смываетъ опилки и смазываетъ рѣжущія ребра.

Выборъ соотвѣтствующаго фрезера.

335. Выборъ соотвѣтствующаго фрезера для данной работы зависитъ не только отъ рода работы, но также и отъ конструкціи машины, отъ различныхъ приспособленій, имѣющихся при машинѣ, отъ жесткости издѣлія, отъ того какъ издѣліе можетъ быть закрѣплено на столѣ и, наконецъ, отъ того, какіе фрезеры имѣются въ распоряженіи. Напримѣръ, если у издѣлія, которое можетъ легко коробиться, нужно обработать большую поверхность, для ея обработки нельзя примѣнить широкаго цилиндрическаго фрезера, такъ какъ да же при неначительной снимаемой стружкѣ, давленіе, которое такой фрезеръ будетъ производить на издѣліе, окажется достаточнымъ, чтобы издѣліе покоробилось и поверхность получилась неправильная. Но ту же поверхность можно будетъ съ достаточной точностью обработать небольшимъ торцевымъ фрезеромъ.

Нѣкоторыя фрезовыя машины построены такимъ образомъ, что на нихъ можно работать только дисковыми фрезарами; въ этомъ случаѣ, понятно, выборъ фрезеровъ сильно стѣсненъ.

У нѣкоторыхъ машинъ не имѣется внѣшней опоры для шпинделя. На такихъ машинахъ будетъ неправильно плоскія поверхности обрабатывать широкимъ цилиндрическимъ фрезоромъ, такъ какъ вслѣдствіе сильнаго давленія, которое даетъ этотъ фрезеръ, даже при небольшихъ стружкахъ, шпиндель сильно прогнется и работа получится не точная. Въ такихъ случаяхъ правильнѣе будетъ примѣнить дисковый или торцевый фрезеръ.

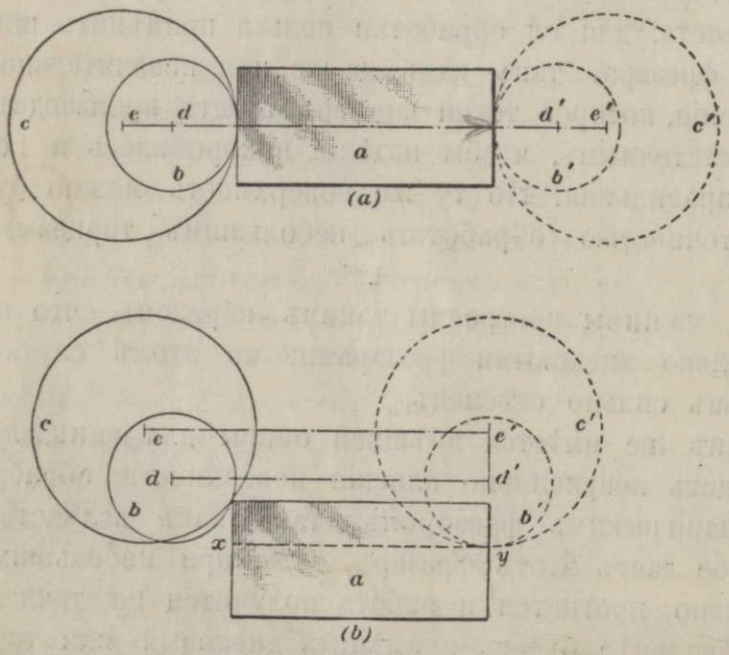
Если приходится обрабатывать поверхности, расположенныя подъ угломъ другъ къ другу и параллельно направленію питанія, то выборъ фрезера будетъ зависѣть какъ отъ машины, такъ и отъ имѣющагося приспособленія. На простой машинѣ придется обработку вести коническими фрезерами; на универсальной машинѣ, гдѣ издѣліе можетъ быть поставлено на центры и поворачиваемо, обработка можетъ быть выполнена цилиндрическимъ фрезеромъ.

Когда типъ фрезера выбранъ, тогда можетъ возникнуть вопросъ, какой конструкціи фрезеръ нужно примѣнить, чтобы возможно энергичнѣе снимать матеріалъ. Напримѣръ, если остановились на цилиндрическомъ фрезерѣ, то для обработки узкой полоски можетъ быть примѣ-

ненъ фрезеръ со сплошными рѣжущими ребрами; если же должна быть обработана значительная поверхность и задача состоитъ въ возможно быстромъ снятіи большого количества матеріала, нужно примѣнять фрезеръ съ зазубренными ребрами или со вставными отдѣльными зубцами.

Если возникаетъ вопросъ, какой примѣнить изъ трехъ фрезеровъ: цилиндрическій, дисковый или торцевой, то при этомъ можно руководствоваться слѣдующими соображеніями. Для дисковыхъ и торцевыхъ фрезеровъ обыкновенно требуется меньшая мощность машины, чѣмъ для цилиндрическаго. Кромѣ того, если фрезеру приходится проходить надъ тонкими, легко гнущимися частями издѣлія, эти два фрезера причинятъ меньшее нажатіе и меньшее короблеиіе издѣлія, чѣмъ цилиндрическій фрезеръ. Съ другой стороны, цилиндрическій фрезеръ работаетъ болѣе быстро, снимаетъ матеріалъ болѣе энергично, и потому, если возможно, то, преслѣдуя быстроту работы, нужно примѣнять именно цилиндрическій фрезеръ.

При прорѣзаніи прямыхъ канавокъ могутъ примѣняться различные фрезеры съ различнымъ профилемъ рѣжущихъ реберъ, расположенныхъ по образующимъ тѣла вращенія фрезера. Если же канавки располагаются по винтовымъ линіямъ или имѣютъ другое криволинейное направленіе, то эту работу можно выполнять главнымъ образомъ торцевыми фрезерами.



Фиг. 558.

336. Вліяніе діаметра фрезера. *Діаметръ фрезера имѣетъ вліяніе на время, потребное для обработки данной поверхности.* На фиг. 558 *a* представляетъ поверхность, которую надо обработать; пусть имѣемъ два фрезера: *b* — съ малымъ діаметромъ и *c* — съ большимъ. Фрезеръ можетъ рѣзать или своимъ торцемъ (фиг. *a*) или своими образующими (фиг. *b*). Въ обоихъ случаяхъ малый фрезеръ начинаетъ рѣзаніе, когда его центръ находится въ положеніи d, и кончаетъ, когда его центръ находится въ положеніи d'; у большого фрезера соотвѣтственныя положенія центра будутъ e и e'. Отсюда ясно, что для обработки одной и той же поверхности (случай *a*) большой фрезеръ долженъ пройти путь на $ed + e'd'$ больше, чѣмъ малый.

Не слѣдуетъ однако думать что всякій фрезеръ меньшаго размѣра будетъ скорѣе работать, чѣмъ фрезеръ большаго діаметра. Такое сравненіе будетъ возможно и выгоды на сторонѣ меньшаго фрезера будутъ

въ томъ случаѣ, когда при работѣ обоими фрезерами возможно примѣнить одинаковое или почти одинаковое питаніе. При этомъ выгода, получаемая отъ примѣненія фрезера малаго размѣра, будетъ становиться тѣмъ менѣе, чѣмъ длиннѣе обрабатываемая поверхность, такъ какъ величина $cd+c'd'$ остается постоянной добавочной величиной, и уменьшается въ процентномъ отношеніи по мѣрѣ возрастанія общей длины обрабатываемой поверхности.

Тѣмъ не менѣе нужно стараться примѣнить фрезеръ возможно малаго размѣра, руководствуясь при этомъ соображеніями чисто практическаго свойства. При работѣ торцевымъ фрезеромъ онъ долженъ быть достаточно жестокъ, чтобы не пружинить. У цилиндрическихъ фрезеровъ тѣло должно быть достаточно толсто для сообщенія фрезеру необходимой прочности и этимъ устанавливается минимумъ діаметра. Узкій фрезеръ можетъ быть меньшаго діаметра, чѣмъ широкій, такъ какъ послѣднему приходится испытывать большія ломающія усилія, чѣмъ узкому.

Приготовленіе издѣлій для обработки на фрезовыхъ машинахъ.

337. Такъ какъ изготовленіе фрезеровъ обходится очень дорого, то нужно заботиться о томъ, чтобы они возможно меньше изнашивались.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ издѣлія, подлежащія обработкѣ на фрезовыхъ станкахъ, настолько мягки, что не требуется никакой подготовки, но очень часто стальныя и чугунныя отливки оказываются покрытыми твердой коркой, или же могутъ имѣть и самое тѣло слишкомъ твердымъ. Въ такихъ случаяхъ издѣлія, прежде чѣмъ ихъ пускать на фрезовыя машины, слѣдуетъ предварительно *умягчить*.

Твердую корку и приставшій къ ней песокъ можно довольно хорошо удалять съ мелкихъ издѣлій, помѣщая ихъ во вращающіеся барабаны. Если издѣлія настолько велики, что обработка ихъ въ барабанахъ представляется неудобной, тогда ихъ *отмачиваютъ* въ растворѣ *сѣрной кислоты* (1 часть кислоты на 25 частей воды) и держатъ въ такомъ растворѣ около 15 мин. Затѣмъ промываютъ въ горячей водѣ, чтобы смыть всю кислоту, иначе издѣліе сильно ржавѣетъ. Такая ванна хорошо умягчаетъ корку не только на отливкахъ, но и на поковкахъ.

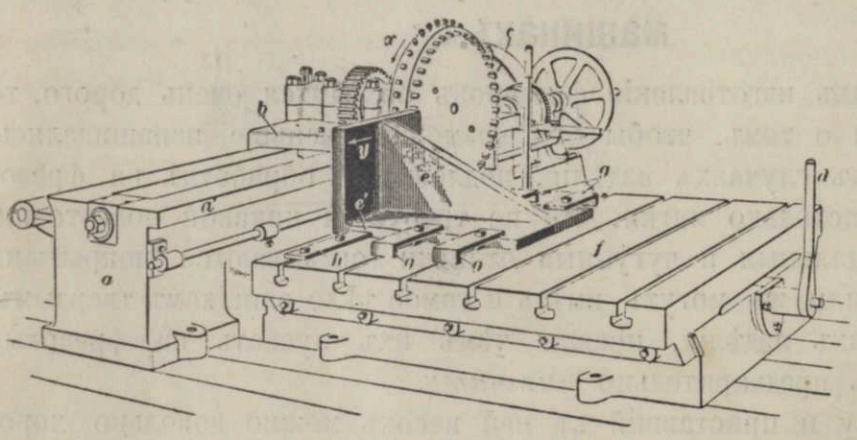
Если послѣ отмачиванія въ кислотѣ издѣліе все-таки оказывается слишкомъ твердымъ для обработки фрезеромъ, его нужно отжечь, нагрѣвая до темнокраснаго калѣнія и затѣмъ медленно охлаждая. Отжигъ, кромѣ того что сообщаетъ издѣлію мягкость, полезенъ и потому, что уничтожаетъ въ издѣліи появившіяся внутреннія напряженія при отливкѣ.

Установка и закрѣпленіе издѣлій.

Издѣліе на фрезовой машинѣ можетъ быть закрѣплено *на столѣ, прикрѣпляясь непосредственно къ нему*, *въ тискахъ*, установленныхъ на столѣ, *между центрами*, *въ патронѣ* или *оправкѣ*, закрѣпленныхъ

въ дѣлительной головкѣ, и наконецъ *при помощи особыхъ приспособленій*. На какъ бы ни было закрѣплено издѣліе, должны быть выполнены нѣкоторыя условія, для того чтобы получить доброкачественную работу. Во-первыхъ, *издѣліе должно быть закрѣплено настолько прочно и неподвижно, чтобы оно не могло быть сдвинуто подъ давленіемъ фрезера*; во-вторыхъ, *оно не должно быть погнуто при закрѣпленіи*; въ-третьихъ, оно *должно быть такъ подперто, чтобы оно не могло прогнуться, какъ подъ дѣйствіемъ собственнаго вѣса, такъ и подъ дѣйствіемъ давленія рѣзца*; оно *должно быть установлено правильно, такъ чтобы поверхности, подлежащія обработкѣ, расположились правильно относительно рѣзца*.

338. Закрѣпленіе непосредственно на столѣ. Если возможно, то лучше всего прикрѣплять издѣліе непосредственно къ столу при помощи *болтовъ*, головки которыхъ вводятся съ соотвѣтствующіе прорѣзы въ столѣ; если же этого сдѣлать нельзя, примѣняются *прихватки*. Въ виду того что на фрезерныхъ машинахъ усиліе рѣзанія обыкновенно значительно больше, чѣмъ на строгальныхъ машинахъ, *закрѣпленіе издѣлія должно быть произведено болѣе прочно*, примѣняя болѣе солидные болты и прихватки, гдѣ возможно, нужно ставить неподвиженные *упоры*. Если въ столѣ имѣются отверстія, упоры могутъ быть вставлены въ эти отверстія, если же такихъ отверстій не имѣется, то къ столу можетъ быть привернута планка, которая и будетъ служить упоромъ. Иногда требуется большое искусство для закрѣпленія издѣлія такимъ образомъ, чтобы оно не соскользнуло подъ напоромъ фрезера; въ особенности это трудно бываетъ сдѣлать на вертикальныхъ машинахъ, гдѣ установленное на столѣ издѣліе обыкновенно желательно обработать кругомъ, не переставля его.



Фиг. 559.

Вообще всѣ приспособленія для закрѣпленія издѣлія, какъ-то: болты, прихватки, упорки и др., не отличаются по своей конструкціи отъ такихъ же приспособленій, примѣняемыхъ на строгальныхъ машинахъ. Точно также нѣтъ большой разницы и въ способѣ ихъ примѣненія, за исключеніемъ того, что вся работа должна быть произведена съ бо́льшей тщательностью и болѣе солидно.

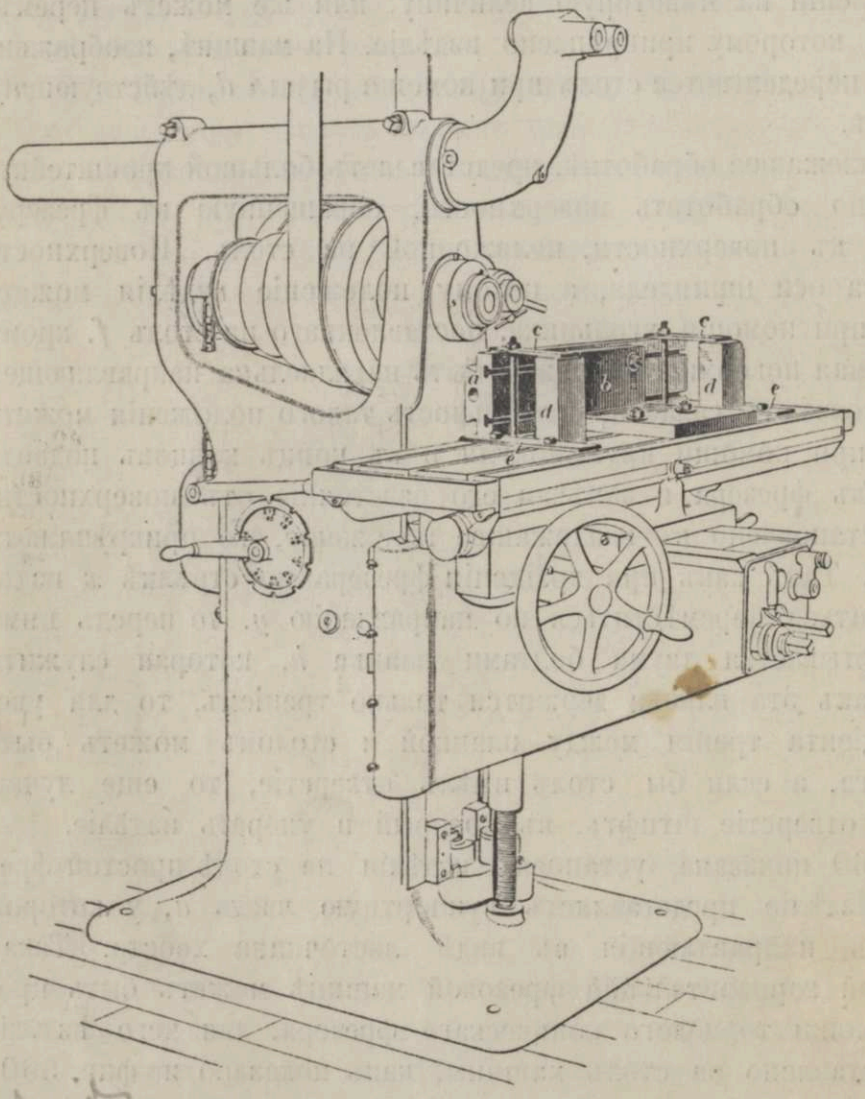
Какъ примѣръ установки издѣлія на столѣ машины, приведена фиг. 559. Здѣсь изображена **фрезовая машина**, назначенная **для обработки** большихъ плоскихъ поверхностей **при помощи дисковыхъ фрезе-**

ровъ большого діометра. У этой машины имѣется станина *a*, съ ползающими по ней салазками *b*; въ салазкахъ помѣщается шпиндель съ прикрѣпленнымъ къ нему фрезеромъ, который приводится во вращеніе при помощи зубчатой передачи отъ ременнаго шкива *c*. При помощи соотвѣтствующаго питательнаго винта салазки могутъ передвигаться вдоль станины отъ привода или отъ руки. Обыкновенно имѣются остановы, при помощи которыхъ салазки, дойдя до опредѣленнаго мѣста, автоматически останавливаются. Для того, чтобы устанавливать фрезеръ по отношенію къ издѣлію, можетъ или шпиндель передвигаться въ продольномъ направленіи на нѣкоторую величину, или же можетъ перемѣщаться столъ, къ которому прикрѣплено издѣліе. На машинѣ, изображенной на фиг. 559, передвигается столъ при помощи рычага *d*, дѣйствующаго на ходовой винтъ.

Издѣліе, подлежащее обработкѣ, представляетъ большой кронштейнъ, у котораго нужно обработать поверхность, обращенную къ фрезеру, перпендикулярно къ поверхности, положенной на столъ. Поверхность стола параллельна оси шпинделя, а потому положеніе издѣлія можетъ быть провѣрено при помощи угольника, поставленнаго на столъ *f*. кромѣ того обрабатываемая поверхность должна быть параллельна направляющей *a'*, по которой ползаютъ салазки; правильность такого положенія можетъ быть провѣрена при помощи крумциркуля и въ концѣ концовъ подводя одинъ изъ зубцовъ фрезера и замѣчая его разстояніе отъ поверхности. Когда издѣліе установлено въ надлежащее положеніе, его прикрѣпляютъ прихватками *ggg*. Такъ какъ при вращеніи фрезера по стрѣлкѣ *x* издѣліе будетъ стремиться перемѣститься по направленію *y*, то передъ нимъ къ столу привертывается двумя болтами планка *h*, которая служитъ упоркой. Такъ какъ эта планка держится только треніемъ, то для увеличенія коэффиціента тренія между планкой и столомъ можетъ быть проложена бумага, а если бы столъ имѣлъ отверстіе, то еще лучше воткнуть въ это отверстіе штифтъ, въ который и упереть издѣліе.

На фиг. 560 показана установка издѣлія на столѣ простой фрезовой машины. Издѣліе представляетъ суппортную часть *a*, у которой нужно обработать направляющія въ видѣ ласточкина хвоста. Такая работа на простой горизонтальной фрезовой машинѣ можетъ быть произведена при помощи торцевого коническаго фрезера, для чего издѣліе должно быть поставлено на столъ машины, какъ показано на фиг. 560. Такъ какъ издѣліе опирается на столъ узкой стороной, то для его укрѣпленія къ столу привернутъ угольникъ *b*, къ которому привертывается издѣліе; кромѣ того, къ столу издѣліе прикрѣплено прихватками *c*, опирающимися на стойки *dd*. Чтобы предупредить скольженіе издѣлія по столу, съ двухъ сторонъ привернуты планки *ee*, въ которыя и упирается издѣліе. Предполагается, что въ издѣліи (фиг. 560) уже обстрогана та сторона детали, на которой находятся прорѣзы для закрѣпленія болтовъ; на фрезовой машинѣ должны быть отдѣланы поверхности на другой сторонѣ детали, при чемъ нѣкоторыя изъ этихъ поверхностей должны быть параллельны обстроганной поверхности. У фрезовой машины

плоскость стола параллельна шпинделю машины и направленіе движенія стола перпендикулярно шпинделю, поэтому для правильной установки издѣлія будетъ достаточно, если угольникъ будетъ такъ привернутъ къ столу, что сторона его *b* окажется перпендикулярной шпинделю машины. Это легко провѣрить, прикрѣпивши къ шпинделю индикаторъ, или, за неимѣніемъ индикатора, закрѣпивши въ шпинделѣ какую нибудь графилку и передвигая около ея конца поверхность закрѣпленнаго угольника и пробуя тонкой бумагой, насколько равномѣрно поверхность угольника подходитъ къ концу графилки; сообразно съ указаніемъ иглы или индикатора перемѣщаютъ угольникъ, пока не будетъ получено его надлежащее положеніе. Послѣ этого можно строганную поверхность издѣлія прислонить плотно къ вертикальной поверхности угольника и этимъ будетъ достигнуто его правильное положеніе для обработки фрезеромъ.

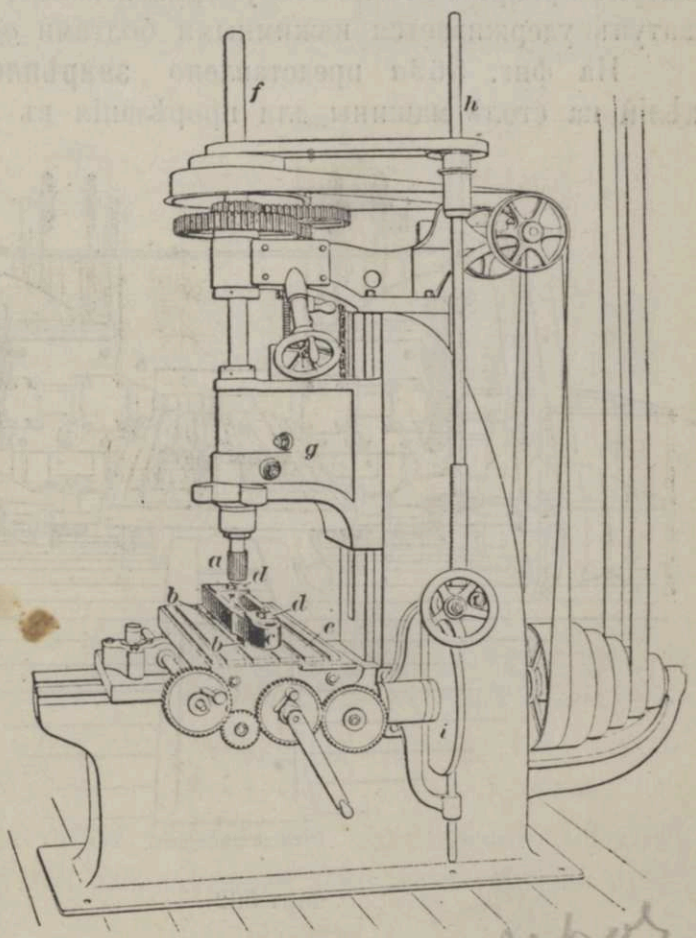


Фиг. 560.

Если бы ту же работу производили на вертикальной фрезерной машинѣ, установка значительно упростилась бы, такъ какъ въ этомъ случаѣ достаточно было бы положить деталь обстроганной стороной на горизонтальный столъ машины, чтобы получить ея правильное положеніе для обработки фрезеромъ.

На фиг. 561 показано, какъ *устанавливается издѣліе на столъ вертикальной фрезовой* машины. Въ данномъ случаѣ требуется обработать скобу шатунной головки *c* съ внѣшней и внутренней стороны цилиндрическимъ фрезеромъ *a*. Начинаютъ обработку съ внѣшней стороны. Чтобы фрезеръ не касался стола, издѣліе кладутъ на обработанныя приз-

матическія подкладки *bb*, и притягиваютъ къ столу прихватками *dd* при помощи болтовъ, расположенныхъ внутри скобы. При такомъ положеніи деталь *c* можетъ быть обработана фрезеромъ *a* съ внѣшней стороны. Затѣмъ, не снимая прихватокъ *dd*, прижимаютъ деталь другими прихватками, расположенными съ внѣшней стороны издѣлія, послѣ чего снимаютъ прихватки *dd*. Издѣліе при этомъ остается въ томъ же положеніи и обработку продолжаютъ внутри скобы. Плоскія поверхности обрабатываются, примѣняя обыкновенное питаніе самоходомъ; кривыя же поверхности обрабатываются, примѣняя одновременно питаніе въ двухъ направленіяхъ отъ руки и слѣдя за тѣмъ, чтобы фрезеръ выбиралъ матеріалъ согласно расчерченной на издѣліи линіи. Понятно, что при указанномъ способѣ обработки издѣлія по всей внѣшней поверхности заразъ нельзя поставить упорокъ, которыя предохраняли бы издѣліе отъ скольженія, и потому при такой работѣ нужно рѣзать осторожно и снимать сравнительно небольшую стружку. Вообще нужно повторить еще разъ, что всегда, когда представляется возможнымъ, слѣдуетъ ставить упорки, такъ какъ при этомъ и работа будетъ болѣе надежная и рѣзаніе можно вести болѣе энергично.



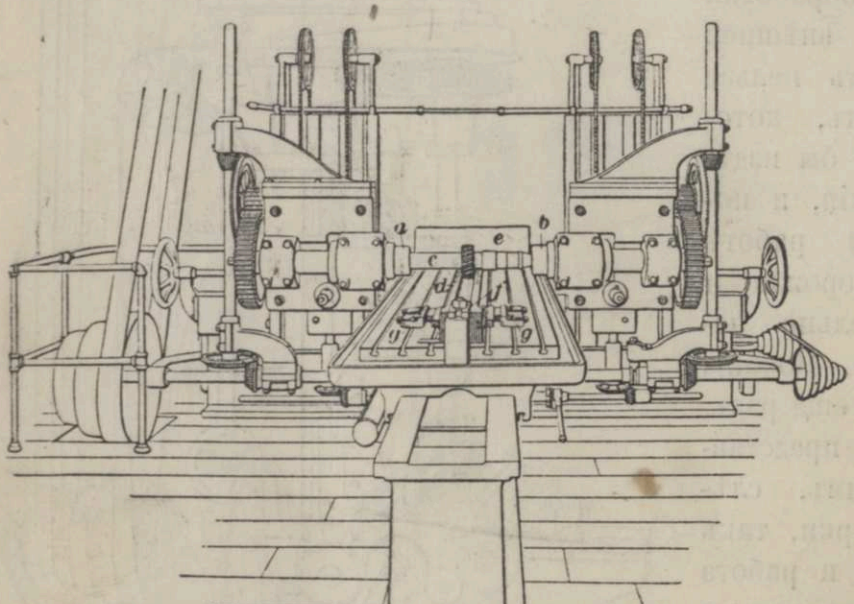
Фиг. 561.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется установить издѣліе такимъ образомъ, чтобы его обрабатываемая поверхность была параллельно поверхности стола, эту установку легко провѣрить, примѣняя штативъ съ прикрѣпленной къ нему указательной иглой; водя штативъ по столу смотрятъ, насколько контуръ расчерченной на издѣліи поверхности отклоняется отъ указаній иглы. Если издѣліе должно быть установлено такъ, чтобы какія-нибудь линіи, начерченныя на его поверхности, были параллельны направленію движенія стола, для этого иглу закрѣпляютъ въ шпиндель и, продвигая подъ ней столъ съ закрѣпленнымъ на немъ издѣліемъ, смотрятъ, насколько начерченная на издѣліи линія совпадаетъ съ остреемъ иглы.

Во многихъ случаяхъ для установки издѣлій должны примѣняться угольники, угломѣры и линейки.

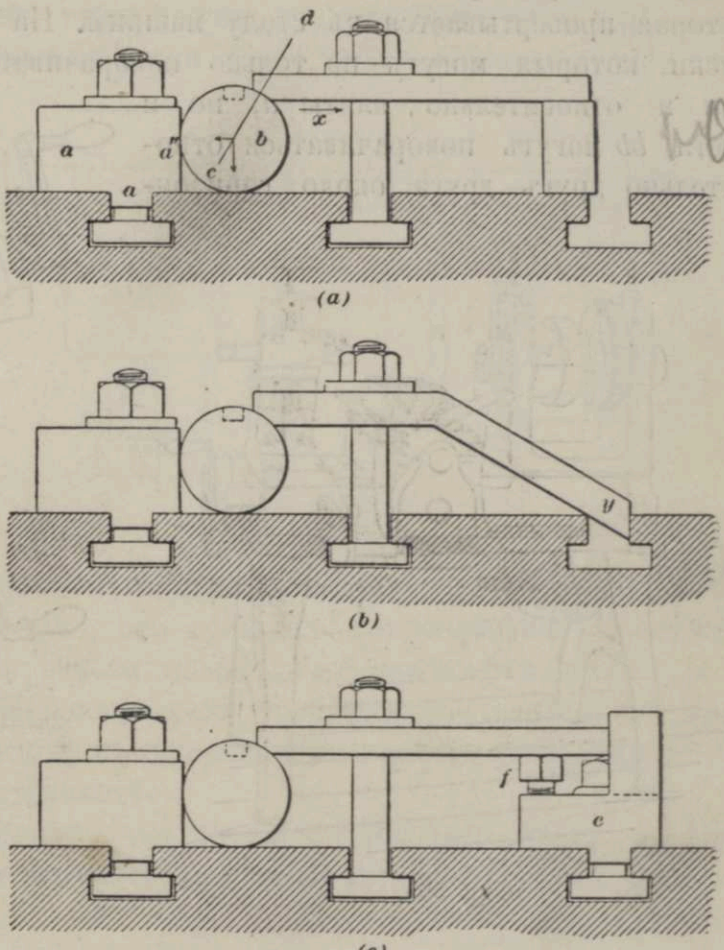
На машинѣ фиг. 562, назначенной для энергичной обработки, установленъ для обработки шатунъ съ поперечнымъ сѣченіемъ въ видѣ буквы I. Фрезеръ выбираетъ продольное углубленіе, снимая стружку шириной около 120 мм. и глубиной около 30 мм. при величинѣ питанія 50 мм. въ мин. Усиліе, съ которымъ фрезеръ давитъ на издѣліе, очень велико, потому издѣліе должно быть очень солидно укрѣплено отъ скольженія вдоль стола; для этого издѣліе упирается въ угольникъ *e*, привернутый къ столу болтами, и кромѣ того упирающійся въ установы, вставленные въ отверстія, имѣющіяся въ столѣ. Съ другого конца шатунъ прикрѣпленъ къ столу прихватками *f*. Отъ бокового перемѣщенія шатунъ удерживается нажимными болтами *gg*.

На фиг. 563*a* представлено **закрѣпленіе цилиндрическихъ издѣлій** на столѣ машины для прорѣзанія въ нихъ канавокъ. Въ прорѣзъ стола вставляется планка *a*, имѣющая выступъ *a'*, которымъ планка плотно входитъ въ прорѣзъ. Планка обработана такимъ образомъ, что если ее вставить въ прорѣзъ стола, то ея сторона *a* будетъ параллельна направленію движенія стола, слѣдовательно, если прислонить къ этой сторонѣ цилиндръ *b*, его ось будетъ параллельна направленію движенія стола. Въ цилиндрѣ *b* нужно прорѣзать канавку, которая показана въ верхней его части пунктиромъ. Вся эта поверхность должна быть свободна для прохода рѣзца, а потому прижать цилиндръ приходится прихваткой, поставленной съ боку. Такая прихватка даетъ нажатіе на циллиндръ, направленное по *dc*; при этомъ сила сопротивленія даетъ горизонтальную слагающую, стремящуюся сдвинуть прихватку по направленію стрѣлки *x*, и потому поставленная такимъ образомъ прихватка легко можетъ соскользнуть съ цилиндра. Для предупрежденія подобнаго соскальзыванія, прихватки дѣлаются изогнутыми (фиг. 563*b*) и конецъ упирается въ прорѣзъ въ столѣ. Или же прихватку опираютъ на подкладку *e* (фиг. 563*c*), которая вставляется въ прорѣзъ столаи имѣетъ выступъ, въ который упирается прихватка; съ низу подпирается прихватка домкратикомъ *f*.



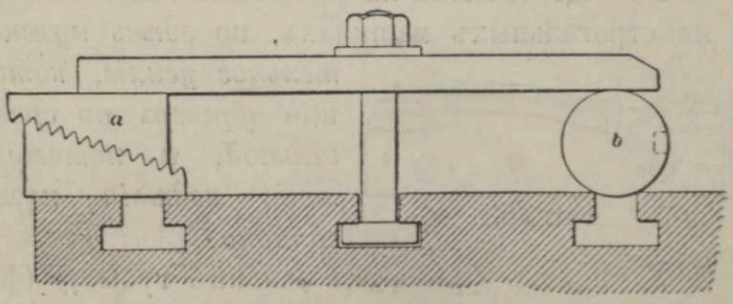
Фиг. 562.

На фиг. 564 представлено, какъ можетъ быть установленъ цилиндръ для прорѣза въ немъ канавки при помощи горизонтальнаго торцоваго фрезера. Цилиндръ можетъ быть положенъ въ прорѣзъ стола (при этомъ необходимо, чтобы прорѣзъ былъ параллеленъ направленію движенія стола). Прихватку можно употреблять въ данномъ случаѣ положенной на верхнюю часть цилиндра, опирая ее съ другого конца на подкладку *aa*, составленную изъ двухъ частей съ зазубринами на наклонныхъ поверхностяхъ; передвигая одну половину подкладки *a* относительно другой, можно получать подкладки различной высоты. Такъ какъ въ данномъ случаѣ подкладка не имѣетъ стремленія передвигаться горизонтально, то нѣтъ необходимости упирать ее въ горизонтальномъ направленіи.



Фиг. 563.

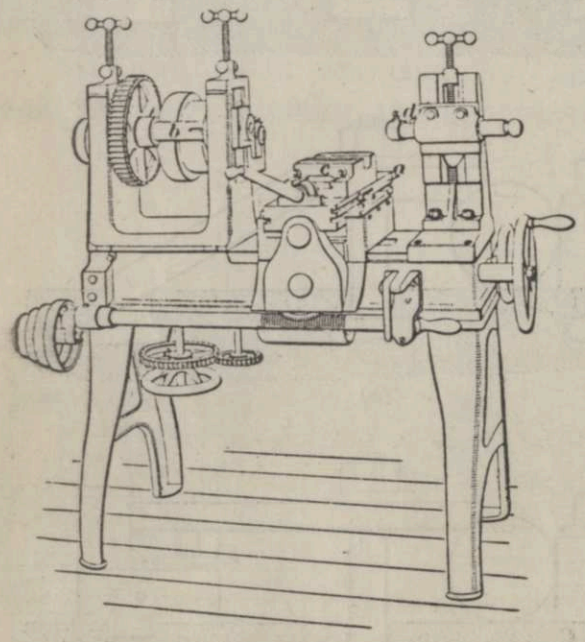
339—. Закрѣпленіе въ тискахъ. Тиски, употребляемыя на фрезовыхъ машинахъ, назначаются обыкновенно для закрѣпленія мелкихъ издѣлій, у которыхъ имѣются двѣ параллельныя плоскости. Другіе предметы могутъ быть закрѣпляемы въ тискахъ только въ томъ случаѣ, если при нихъ имѣются спеціально приспособленныя для этого губы. Тиски изготовляются различныхъ конструкцій; для простыхъ фрезерныхъ машинъ тиски обыкновенно строятся такъ, что ихъ губы можно ставить или параллельно оси шпинделя или перпендикулярно къ ней. Такія **тиски наз. простыми** и не могутъ устанавливаться подъ произвольными углами. Подобныя тиски часто устанавливаются на простыхъ **маши-**



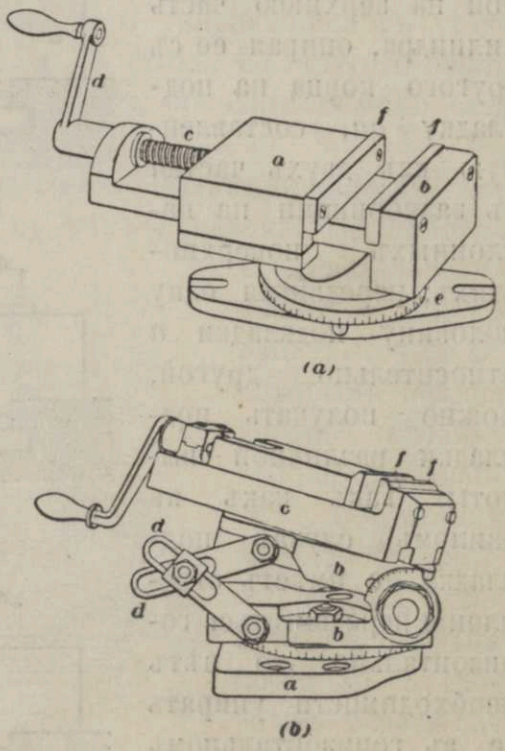
Фиг. 564.

нахъ. Наприм., на фиг. 565 представлена фрезовая машина, такъ наз. Линкольнъ, съ установленными на ней тисками; машины эти назначены для массоваго производства мелкихъ издѣлій.

340. Универсальныя тиски. На фиг. 566 *a* изображены тиски, которыя могутъ вращаться около вертикальной оси и относительно плиты, которая привертывается къ столу машины. На фиг. 566 *b* изображены тиски, которыя могутъ не только поворачиваться около вертикальной оси и относительно плиты *a*, но и части *bb* могутъ поворачиваться относительно другъ друга около горизонтальной оси и въ любомъ положеніи закрѣпляются зажимами *dd*. Издѣліе, зажатое въ такія тиски, можетъ быть подведено къ фрезеру подъ любымъ угломъ, что вноситъ большое удобство при исполненіи многихъ работъ, въ особенности при изготовленіи инструментовъ.



Фиг. 565.



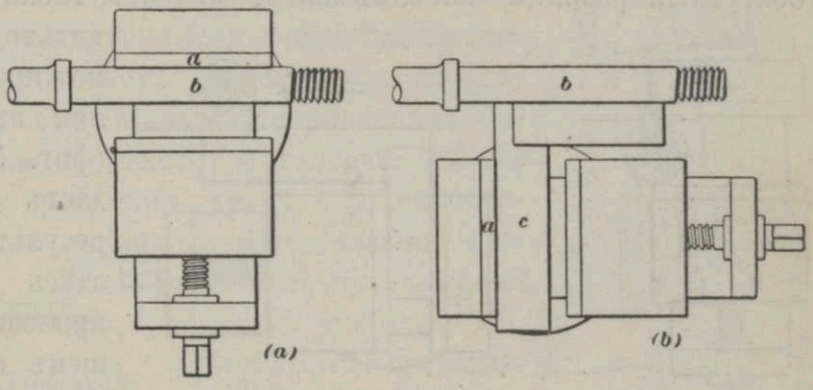
Фиг. 566.

Вообще тисками на фрезовыхъ машинахъ пользуются такъ же, какъ и на строгальныхъ машинахъ, но *здѣсь нужно имѣть въ виду значительное усиліе, которое оказываетъ рѣжущій фрезеръ по сравненію съ рѣзцомъ строгальной, и потому установку и закрѣпленіе издѣлія нужно производить болѣе солидно.*

Фиг. 567.

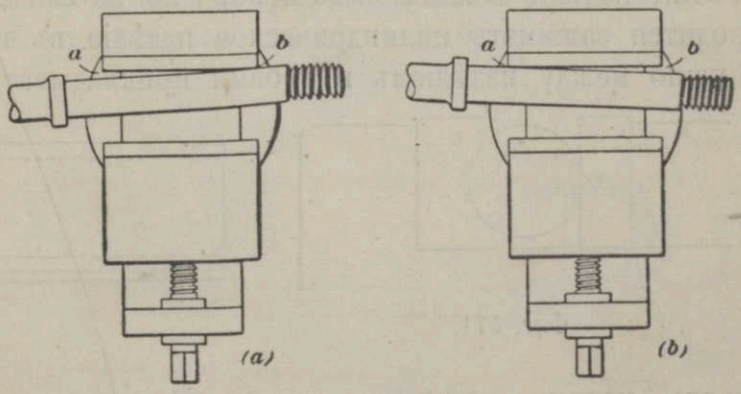
У тисковъ фрезовыхъ машинъ губы *ff* (фиг. 566) дѣлаются отъемныя и привертываются къ частямъ *a* и *b* шурупами. Во многихъ случаяхъ призматическія губы приходится замѣнять другими, форма которыхъ болѣе соотвѣтствуетъ формѣ зажимаемаго въ нихъ издѣлія. На фиг. 567 представлены такія губы *bb* съ зажатымъ между ними издѣліемъ *a*. При такомъ зажатіи издѣліе держится болѣе прочно и не дрожитъ при обработкѣ его широкимъ фрезеромъ.

341. Установка тисокъ. При пользованіи тисками необходимо быть увѣреннымъ въ томъ, что зажимающія губы установлены правильно относительно направленія движенія стола, такъ какъ только при этомъ условіи закрѣпленныя въ тискахъ издѣлія будутъ правильно обработаны. Обыкновенно столъ фрезовой машины движется параллельно и перпендикулярно оси шпинделя; губы тисокъ должны быть тоже параллельны этимъ направленіямъ движенія стола. Если имѣется вполнѣ точная оправка, ось которой, послѣ того какъ оправка вставлена въ шпиндель, совпадаетъ съ осью вращенія шпинделя, то провѣрку правильнаго положенія тисокъ можно произвести, подводя ихъ къ оправкѣ и замѣчая, насколько точно губа тисокъ *a* совпадаетъ со шпинделемъ *b* (фиг. 568*a*). Если тиски поставлены такъ, что губы ихъ перпендикулярны оси шпинделя (фиг. 568*b*), то въ тиски можетъ быть зажатъ угольникъ *c* и подведенъ къ оправкѣ *b*. Наконецъ, если требуется поставить губы тисокъ подъ опредѣленнымъ угломъ къ оси шпинделя, вмѣсто угольника употребляютъ угломѣрный инструментъ.



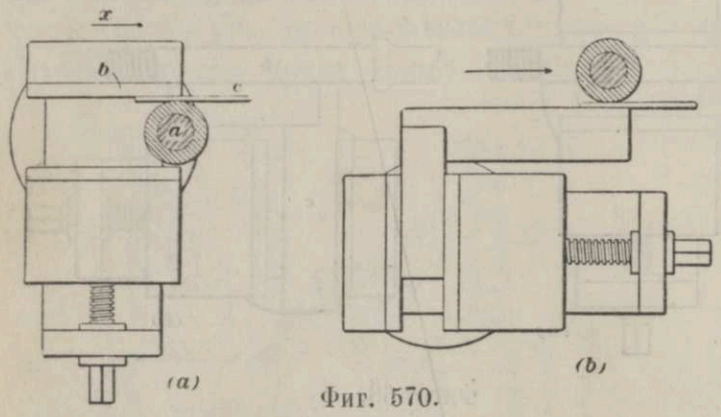
Фиг. 568.

Если оправка вращается не вѣрно и нѣсколько бьетъ, въ такомъ случаѣ надо подвести установленныя тиски къ оправкѣ, пока не прикоснется къ ней одинъ изъ краевъ губы *b* (фиг. 569*a*), измѣрить разстояніе отъ оправки до края губы *a* и затѣмъ, повернувъ оправку на 180°, подвести до соприкосновенія край *a* (фиг. 569*b*) и посмотрѣть, насколько отстаетъ край *b*. Если это разстояніе то же, что и въ первомъ случаѣ, значитъ тиски установлены вѣрно. Впрочемъ, на провѣрку при помощи такой неправильной оправки не слѣдуетъ полагаться, тѣмъ болѣе, что оправка можетъ быть искривлена не около мѣста закрѣпленія въ шпинделѣ (что въ данномъ случаѣ предполагалось), а можетъ быть кривая вообще, и тогда подобный способъ провѣрки будетъ совершенно неправиленъ, а потому для провѣрки необходимо имѣть точную оправку.



Фиг. 569.

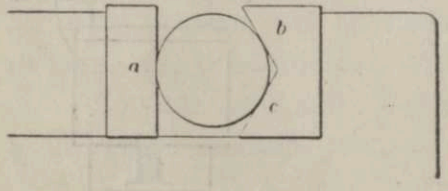
У вертикальныхъ машинъ правильное положеніе тисокъ можетъ быть провѣрено, подводя тиски, закрѣпленныя на столѣ, къ шпинделю *a* (фиг. 570*a*) и прокладывая между губой *b* и шпинделемъ какую-нибудь пластинку или бумагу, затѣмъ передвигая столъ, такъ чтобы тиски двигались по направленію стрѣлки *x*, перемѣщаютъ тиски, пока шпиндель не подойдетъ къ другому концу губы *b*, и сличаютъ при помощи пробной пластинки, насколько измѣнилось разстояніе между шпинделемъ и губой. Если разницы не замѣчаютъ, значитъ тиски установлены правильно. Ту же провѣрку можно произвести, защемляя въ тиски угольникъ (фиг. 570*b*). Этотъ пріемъ дастъ еще болѣе точный результатъ, такъ какъ здѣсь измѣренія будутъ производиться на большемъ плечѣ. Вмѣсто пластинки можетъ быть примѣненъ индикаторъ, прикрѣпленный къ шпинделю, который внесетъ еще большее удобство и точность въ измѣреніи.



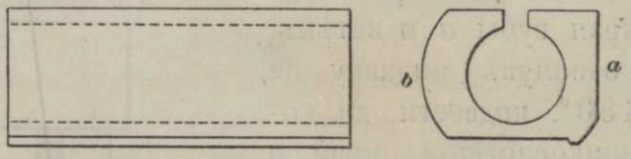
Фиг. 570.

Подобные же пріемы можно примѣнить и для горизонтальныхъ машинъ, если къ ихъ шпинделю прикрѣпить индикаторъ или какую-либо полосу, съ которой можно было бы сравнивать передвиженія тисокъ.

Въ обыкновенныхъ параллельныхъ губахъ зажимать цилиндрическое издѣліе неудобно, такъ какъ оно легко можетъ вывернуться, и, кромѣ того, прикасаясь только въ двухъ точкахъ и требуя очень сильнаго зажатія, издѣліе можетъ быть испорчено на своей поверхности. Если приходится зажимать цилиндрическое издѣліе въ параллельныхъ губахъ, то нужно между издѣліемъ и губами прикладывать какой-либо мягкій ме-



Фиг. 571.



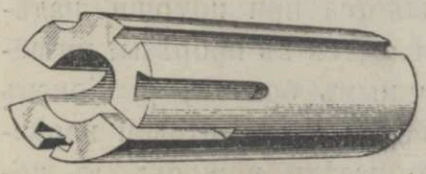
Фиг. 572.

таллъ. наприм., полоску красной мѣди; это значительно ослабитъ указанныя выше неудобства.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится обрабатывать много цилиндрическихъ предметовъ, необходимо имѣть *спеціальныя тиски*, форма губъ которыхъ представлена на фиг. 571. Какъ видно, здѣсь издѣліе прикасается въ трехъ точкахъ, что сообщаетъ ему очень прочное положеніе и не такъ портитъ поверхность.

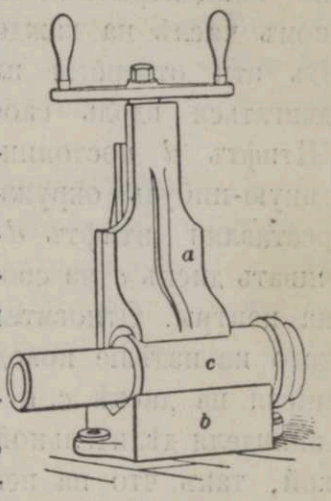
При обработкѣ большого числа цилиндрическихъ издѣлій одинаковаго размѣра, у которыхъ уже обработана цилиндрическая поверх-

ность, очень удобными оказываются *цилиндрическія губы* съ прорѣзомъ, представленныя на фиг. 572. Губа приготовляется изъ стали. Цилиндрическое отверстіе внутри губы довольно плотно приходится къ обрабатываемому цилиндру; такая губа вставляется въ тиски, поверхность *a* прижимается къ неподвижной челюсти тисокъ, и когда издѣліе вложено въ губу, то другой челюстью тисокъ нажимаютъ на поверхность *b* и такимъ образомъ зажимаютъ издѣліе. Чтобы губа легла правильно въ горизонтальномъ положеніи, ее нужно слегка пристукнуть передъ окончательнымъ зажатіемъ мягкимъ молоткомъ, затѣмъ губа окончательно зажимается въ тискахъ. Искривленная поверхность *b* допускаетъ нѣкоторое различіе въ діаметрѣ зажимаемыхъ предметовъ; кромѣ того она обезпечиваетъ правильное соприкосновеніе плоской стороны *a* съ неподвижной челюстью тисокъ.



Фиг. 573.

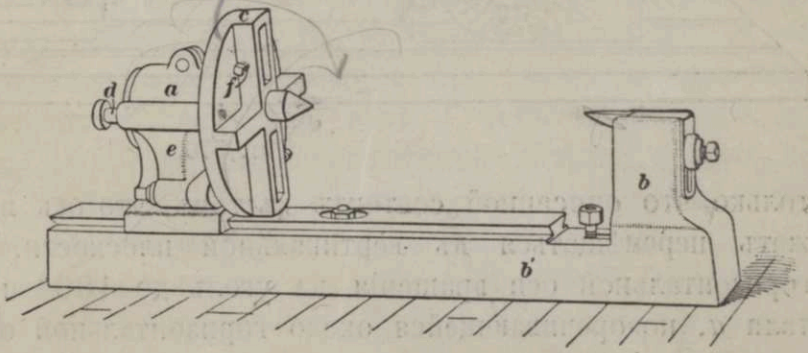
На фиг. 573 представленъ примѣръ работы, которая можетъ производиться въ подобнаго рода тискахъ.



Фиг. 574.

Во многихъ случаяхъ могутъ быть сконструированы тиски, которыя еще болѣе облегчатъ установку издѣлій на машинѣ. Такъ, наприм., на фиг. 574 представлены вертикальныя тиски, въ которыхъ очень удобно могутъ зажиматься цилиндрическіе предметы. Клещи *a* и *b* имѣютъ угловые прорѣзы, которые сразу устанавливаютъ зажимаемый въ нихъ предметъ *c* въ надлежащее положеніе.

342. Закрѣпленіе издѣлій на центрахъ. Приспособленіе для закрѣпленія издѣлія на центрахъ приготовляется для фрезовыхъ машинъ двухъ родовъ: *простое и универсальное*. Въ томъ и другомъ имѣются слѣдующія составныя части: *передняя дѣлительная головка* съ вращающейся осью, которую можно поворачивать на опредѣленные углы и въ которой закрѣпляется центръ; *задняя головка* съ неподвижнымъ центромъ. Обѣ головки могутъ устанавливаться на произвольномъ другъ отъ друга разстояніи, чтобы можно было на центрахъ закрѣплять издѣлія различной длины.

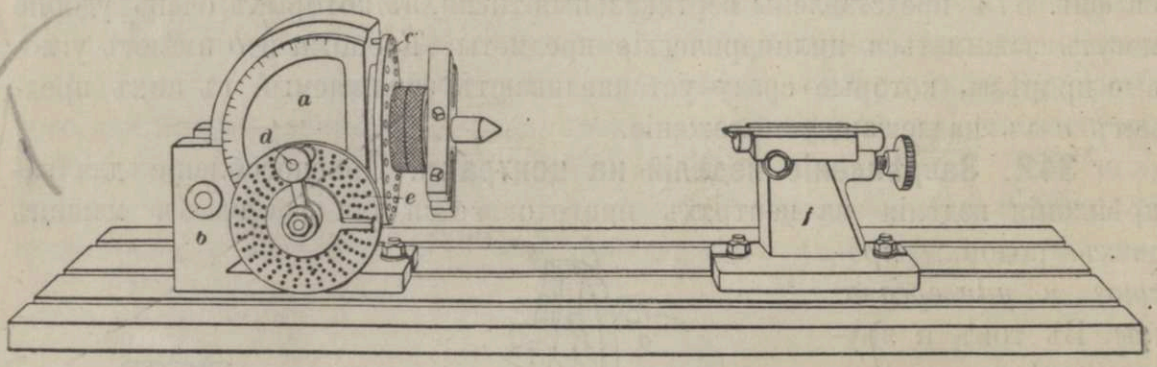


Фиг. 575.

343. Простые центры (фиг. 575). Приспособленіе состоитъ изъ *задней головки* b, составляющей одно цѣлое съ плитой b', на кото-

рой подвижно закрѣплена *передняя головка—дѣлительная*. Иногда обѣ головки прикрѣпляются непосредственно къ столу машины, и тогда онѣ снабжаются выступами на нижней поверхности, которые плотно входятъ въ прорѣзы стола, чтобы такимъ образомъ легко было устанавливать обѣ головки въ одну линію. Дѣлительная головка имѣетъ вращающійся *шпинделъ*, на который надѣвается *дискъ c*; съ задней стороны на дискѣ по концентрическимъ кругамъ расположены отверстія въ опредѣленномъ числѣ на каждомъ кругѣ, на равномъ разстояніи другъ отъ друга. Въ эти отверстія плотно входитъ штифтъ *d*, который можетъ передвигаться вдоль своей оси въ опорѣ *e*, закрѣпленной на шалнерѣ. Штифтъ *d* постоянно прижимается пружиной къ диску *c*. Выбирая какую-нибудь окружность съ опредѣленнымъ числомъ отверстій и переставляя штифтъ *d* изъ одного отверстія въ другое, можно поворачивать дискъ *c* на соотвѣтствующую часть окружности. Издѣліе ставится на центры. Относительно диска *c*, оно закрѣпляется при помощи надѣтаго на издѣліе поводка, хвостъ котораго вставляется въ прорѣзы, имѣющіеся на дискѣ *c*, и закрѣпляется здѣсь нажимнымъ болтомъ *f*. Конецъ шпинделя дѣлительной головки обыкновенно снабжается винтовой нарѣзкой, такъ что на него, вмѣсто центра, можно надѣть *патронъ*, въ которомъ и закрѣпляется издѣліе; это вноситъ еще большее удобство въ производство работы.

344. Универсальная дѣлительная головка. На фиг. 576 представлены центры съ универсальной дѣлительной головкой. Ея отличіе отъ



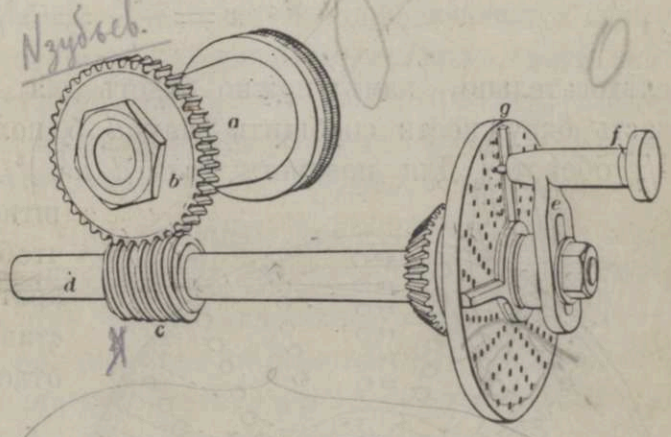
Фиг. 576.

только что описанной состоитъ въ томъ, что ось шпинделя головки можетъ перемѣщаться въ вертикальной плоскости, поворачиваясь около горизонтальной оси вращенія на уголъ до 180° и даже болѣе. На детали *a*, поворачивающейся около горизонтальной оси, имѣются дѣленія, указывающія, на какой уголъ ось шпинделя отклонена отъ горизонтальнаго положенія. Для быстраго поворота шпинделя, около его оси, имѣется дѣлительная шайба *c*, съ отверстіями, какъ и въ простой головкѣ. Если же нужно поворачивать шпиндель на такой уголъ, для котораго на шайбѣ *c* не имѣется соотвѣтствующихъ отверстій, то этотъ поворотъ производится при помощи червячной передачи, при чемъ на ось червяка дѣйствуютъ рукояткой *d*. Въ этой рукояткѣ имѣется штифтъ, входящій въ отверстія другого *дѣлительнаго диска съ большимъ числомъ*

отверстій, такъ что всегда возможно выбрать такой рядъ отверстій, что, переставляя въ немъ штифтъ на опредѣленное число отверстій, ось шпинделя повернется на нужный уголъ.

Въ нѣкоторыхъ машинахъ червякъ, поворачивающійся рукояткой d, сообщается при помощи зубчатой передачи съ ходовымъ винтомъ, и съ приводомъ машины, такъ что **шпинделю головки можно сообщать равномѣрное движеніе**, обрабатывая при этомъ закрѣпленное на шпинделѣ издѣліе по поверхности вращенія, или же сообщивъ одновременно съ вращеніемъ шпинделя продольное передвиженіе столу машины, можно получить винтообразное движеніе и обрабатывать винтовыя поверхности, или прорѣзать винтовыя канавки.

345. Устройство дѣлительнаго механизма универсальной головки представлено на фиг. 577. На шпинделѣ дѣлительной головки a имѣется червячное колесо b, которое сцѣпляется съ червякомъ c, насаженнымъ на валъ d. Валъ d можетъ вращаться при помощи рукоятки e, радіусъ которой можетъ измѣняться. Въ горизонтальное колѣно рукоятки вставленъ *штифтъ* f, который можетъ передвигаться вдоль своей оси и постоянно пружиной прижимается къ диску g. Дискъ g просверленъ, при чемъ отверстія расположены по концентрическимъ окружностямъ и дѣлятъ эти окружности на различное число равныхъ частей. Конецъ штифта f плотно входитъ въ эти отверстія. Измѣняя радіусъ рукоятки можно переставлять штифтъ f отъ одной окружности къ другой, а переставляя штифтъ изъ одного отверстія въ другое на той же окружности, мы будемъ поворачивать рукоятку и при этомъ будемъ поворачивать на опредѣленный уголъ какъ валъ d, такъ и шпиндель дѣлительной головки a. Дискъ g стоитъ неподвижно вслѣдствіе того, что въ него съ другой стороны входитъ *установочный штифтъ*, подобный штифту f, но закрѣпленный въ тѣлѣ дѣлительной головки. Закрѣпленіе имѣетъ такую конструкцію, что установочный штифтъ можно подвести къ отверстіямъ любой окружности. Такимъ образомъ дискъ g сидитъ свободно на валу d и связывается съ валомъ d при посредствѣ *штифта* f и въ то же время связывается съ тѣломъ головки при помощи установочнаго штифта.



Фиг. 577.

346. Простой способъ отсчета при поворотѣ дѣлительной головки на желаемую часть оборота. Почти всѣ лучшіе строители дѣлаютъ *червякъ однооборотный*, слѣдовательно, при одномъ поворотѣ вала d, червячное колесо b повернется на одинъ зубъ. Если червячное колесо имѣетъ N зубьевъ, то при одномъ поворотѣ вала d червячное

колесо, а вмѣстѣ съ нимъ и шпиндель головки повернется на $1:N$ часть оборота. Если мы штифтъ f установимъ на такую окружность, на которой имѣется p отверстій, то при передвиженіи штифта f изъ одного отверстія въ другое шпиндель будетъ поворачиваться на $1:N\ p$ часть окружности и, слѣдовательно, окружность, описываемая какой-нибудь точкой шпинделя будетъ дѣлиться на $N\ p$ частей.

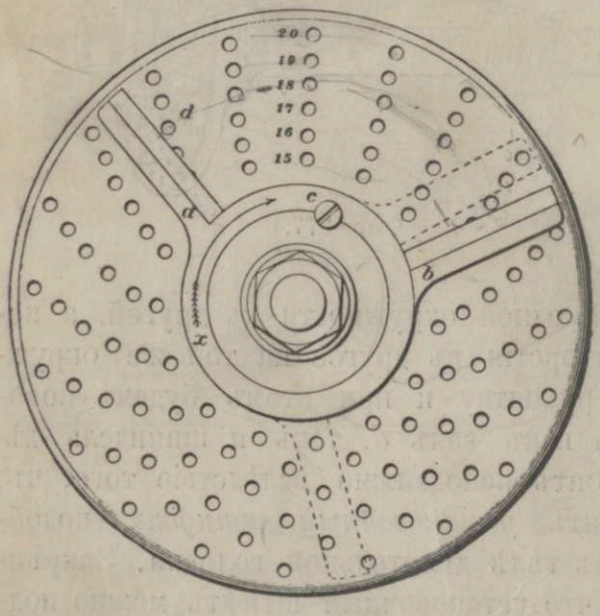
Если же валъ d повернется не на одинъ оборотъ а на x оборотовъ, то шпиндель повернется на $x:N$ часть окружности и окружность будетъ раздѣлена на $N:x$ частей. Поэтому, если намъ нужно окружность раздѣлить на Y частей, то число оборотовъ вала d опредѣлится изъ равенства:

$$\frac{N}{x} = Y \text{ или } x = \frac{N}{Y}.$$

Примѣръ: Положимъ, что червячное колесо имѣетъ 40 зубьевъ и намъ нужно раздѣлить окружность на 7 частей, тогда

$$x = \frac{40}{7} = 5\,{}^{5}/_{7},$$

слѣдовательно, намъ нужно будетъ для поворота шпинделя a на $^{1}/_{7}$ часть окружности сообщить валу d 5 полныхъ оборотовъ и кромѣ того $^{5}/_{7}$ оборота. Для поворота вала d на $^{5}/_{7}$ оборота, мы переставляемъ штифтъ f на такую окружность, чтобы число отверстій на ней было кратное 7, наприм. 14, и переставляемъ штифтъ f черезъ 10 отверстій.



Фиг. 578.

347. Вспомогательный секторъ. Для болѣе удобнаго отсчета частей оборота около дѣлительнаго диска устанавливается вспомогательный секторъ (фиг. 578). Секторъ состоитъ изъ двухъ ножекъ a и b, которыя могутъ раздвигаться другъ относительно друга подъ произвольнымъ угломъ и въ такомъ положеніи закрѣпляться шурупомъ c. Положимъ, что намъ нужно по окружности, на которой имѣется 18 отверстій, штифтъ f передвигать на 5 отверстій. Тогда мы штифтъ f вставляемъ въ отверстіе d, придвигаемъ къ нему плотно ножку a, а ножку b отодвигаемъ на такой уголъ, чтобы внутри образованнаго угла оказалось 5 свободныхъ отверстій; ножка b должна стоять какъ разъ около послѣдняго отверстія, какъ это показано на чертежѣ. Въ такомъ положеніи ножки сектора закрѣпляются другъ относительно друга шурупомъ c. Когда нужно шпиндель головки повернуть на опредѣленный

уголъ, штифтъ f вынимается изъ отверстія d, рукояткой сообщается червячному валу цѣлое число оборотовъ и кромѣ того штифтъ f вставляется не въ отверстіе d, а въ отверстіе, находящееся около ножки b. Такимъ образомъ валъ будетъ повернутъ на нѣсколько полныхъ оборотовъ и на 5 отверстій. Послѣ этого секторъ сейчасъ же передвигаютъ такъ, чтобы ножка a уперлась въ штифтъ f, какъ показано пунктиромъ на чертежѣ, и секторъ готовъ къ слѣдующему отсчету.

При каждой машинѣ обыкновенно прилагается табличка облегчающая расчеты. Въ такой табличкѣ указано, на сколько частей можно раздѣлить окружность, пользуясь *простымъ способомъ* и приложенными при машинѣ дѣлительными дисками. Въ табл. указано, на сколько оборотовъ нужно поворачивать валъ d и на сколько отверстій и въ какомъ ряду надо переставлять штифтъ f.

348. Вліяніе отклоненія шпинделя въ вертикальной плоскости. Нужно обратить вниманіе на то, что при перестановкѣ шпинделя въ вертикальной плоскости насаженное на шпиндель червячное колесо поворачивается относительно червяка, т.-е. какъ бы поворачивается самый червякъ, а потому шпиндель немного поворачивается около своей оси. Если это обстоятельство можетъ оказать вліяніе на точность производимой работы, такой поворотъ шпинделя нужно уничтожить, повернувъ въ соотвѣтствующемъ направленіи валъ d.

349. Сложный отсчетъ. При помощи простого отсчета число частей, на которое можно раздѣлить окружность на дѣлительной головкѣ, довольно ограничено, завися отъ числа окружностей съ отверстіями. Но предѣлы дѣленія могутъ быть значительно расширены, примѣняя способъ сложнаго отсчета, примѣняя при этомъ кромѣ передвиженія штифта f еще передвиженіе самаго диска, пользуясь *установочнымъ штифтомъ*, закрѣпленнымъ въ тѣлѣ головки. Положимъ, что штифтъ f закрѣпленъ въ кругѣ съ 20 отверстіями, а установочный штифтъ на кругѣ съ 19 отверстіями. Если мы переставимъ штифтъ f на одно дѣленіе, то валъ d повернется на $^1/_{20}$ часть окружности, а если мы затѣмъ переставимъ установочный штифтъ на одно дѣленіе, то дискъ вмѣстѣ съ валомъ повернется на $^1/_{19}$ часть окружности, при чемъ это вращеніе можетъ быть произведено въ томъ или другомъ направленіи. При передвиженіи диска и штифта f въ одномъ направленіи валъ d повернется на $^1/_{20} + ^1/_{19} = ^{39}/_{380}$, а при передвиженіи въ различныхъ направленіяхъ валъ d повернется на $^1/_{19} - ^1/_{20} = ^1/_{380}$. При простомъ способѣ отсчета перемѣщеніе на такую величину было бы возможно только при наличности окружности съ 380 отверстіями.

Положимъ, что мы имѣемъ на червячномъ колесѣ z зубьевъ, затѣмъ выбираемъ на дискѣ окружности съ числомъ зубьевъ x и y. При передвиженіи штифта f, на одно отверстіе по окружности x, и при передвиженіи диска на одно отверстіе въ другую сторону по окружности y, валъ d повернется на $\frac{x-y}{x.y}$ часть оборота, а шпиндель повернется

на $\frac{x-y}{x \cdot y \cdot z}$ часть оборота. Чтобы окружность шпинделя головки раздѣлить на N частей, или повернуть шпиндель на $1/N$ часть оборота, нужно на дѣлительномъ дискѣ штифты переставить не на одно отверстіе, а на M отверстій, при чемъ изъ простой пропорціи получимъ

$$M = \frac{x \cdot y \cdot z}{N \cdot (x-y)}.$$

Такъ какъ число M должно быть цѣлымъ, то, выбирая дѣлительный дискъ, нужно на немъ имѣть окружности съ такимъ числомъ отверстій x и y, чтобы, подставивъ x и y въ приведенную формулу, получили бы цѣлое число.

На практикѣ это дѣлается такимъ образомъ. Положимъ, намъ нужно раздѣлить окружность на 154 части. Выбираемъ дѣлительный дискъ съ числомъ отверстій 33 и 21. Подставляя въ формулу, получаемъ $M=15$, слѣдовательно, мы можемъ перемѣщать на 15 отверстій штифтъ f, въ одномъ направленіи и поворачивать дискъ на 15 отверстій въ другомъ, при чемъ направленіе вращенія не имѣетъ значенія, такъ какъ при этомъ будетъ измѣняться только направленіе вращенія шпинделя дѣлительной головки, величина же поворота будетъ въ томъ и другомъ случаѣ одинакова; поэтому можно повернуть или такъ

$$+ {}^{15}/_{33} - {}^{15}/_{21} \text{ или } + {}^{15}/_{21} - {}^{15}/_{33}.$$

Такъ какъ отсчитывать каждый разъ при перемѣщеніи диска по 15 отверстій слишкомъ долго (въ особенности, если не имѣется сектора), и легко ошибиться, то для избѣжанія этого можно примѣнить слѣдующее соображеніе, позволяющее значительно упростить перестановку. Упрощеніе основано на томъ несомнѣнномъ фактѣ, что если мы перемѣстимъ штифтъ f на опредѣленную часть окружности, и потомъ повернемъ на ту же часть окружности дѣлительный дискъ, но въ обратномъ направленіи, то валъ d останется въ томъ же положеніи. Пользуясь этимъ, можно къ полученнымъ выраженіямъ приложить и отнять поровну, напримѣръ, приложимъ по цѣлой окружности, тогда будемъ имѣть:

$$\begin{array}{rcccc} & + & \frac{15}{33} & - & \frac{15}{21} \\ & - & \frac{33}{33} & + & \frac{21}{21} \\ \hline \text{получимъ} & - & \frac{18}{33} & + & \frac{6}{21} \end{array}$$

Къ этому можно прибавить и вычесть по ${}^{2}/_{3}$ окружности (необходимо при этомъ обращать вниманіе на знаки, т.-е. на направленіе вращенія штифта f и диска), получимъ:

$$
\begin{array}{rrrrr}
 & & 18 & & 6 \\
- & & \frac{}{33} & + & \frac{}{21} \\
 & & 22 & & 14 \\
+ & & \frac{}{33} & - & \frac{}{21} \\
\hline
 & & 4 & & 8 \\
+ & & \frac{}{33} & - & \frac{}{21}
\end{array}
$$

Это выраженіе можетъ быть еще болѣе упрощено, прибавляя и вычитая по $^1/_3$ окружности; получимъ:

$$
\begin{array}{rrrrr}
 & & 4 & & 8 \\
+ & & \frac{}{33} & - & \frac{}{21} \\
 & & 11 & & 7 \\
- & & \frac{}{33} & + & \frac{}{21} \\
\hline
 & & 7 & & 1 \\
- & & \frac{}{33} & - & \frac{}{21}
\end{array}
$$

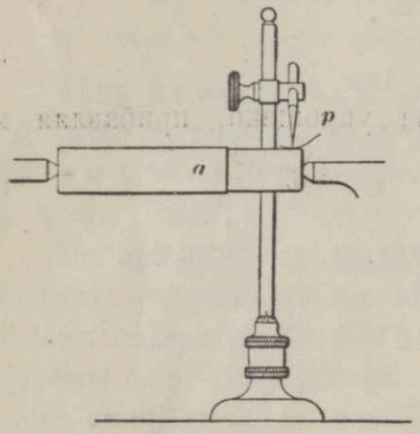
Это выраженіе уже очень просто, оно указываетъ, что для поворота шпинделя дѣлительной головки на $^1/_{154}$ часть оборота, нужно штифтъ f переставить на 7 отверстій окружности съ 33 отверстіями, и дѣлительный дискъ повернуть въ томъ же направленіи на одно дѣленіе по окружности съ 21 отверстіемъ.

Нужно избѣгать сложнаго отсчета, если возможно того же достичь простымъ отсчетомъ, такъ какъ при сложномъ отсчетѣ всегда легче ошибиться, тѣмъ болѣе что отсчетъ отверстій при помощи сектора можно производить только для штифта f, самый же дискъ этого приспособленія не имѣетъ и его приходится переставлять непосредственнымъ счетомъ отверстій.

350. Дѣлительное приспособленіе при помощи зубчатыхъ колесъ. Нѣкоторые строители фрезовыхъ машинъ дѣлительный механизмъ выполняютъ иначе, чѣмъ описано;—у нихъ дѣлительнаго диска не имѣется, а передача отъ кривошипа f (фиг. 577) къ червячному валу совершается при помощи шестерней, которыя можно мѣнять. Ставя соотвѣтствующій наборъ шерстеней, можно достичь того, чтобы при одномъ или нѣсколькихъ оборотахъ рукоятки червячное колесо повернется на опредѣленную часть окружности. Такая конструкція, требуя большого набора шестерней, обходится дороже, чѣмъ устройство съ дѣлительнымъ дискомъ.

351. Работы, исполняемыя между центрами. Издѣліе закрѣпляется между центрами на фрезовыхъ машинахъ, когда приходится *прорѣзать канавки у развертокъ, у мечиковъ, канавки у фрезеровъ, нарѣзать зубчатыя колеса, обрабатывать квадраты* на концахъ цилиндровъ, *прорѣзать канавки для шпонокъ и т. п. работы.*

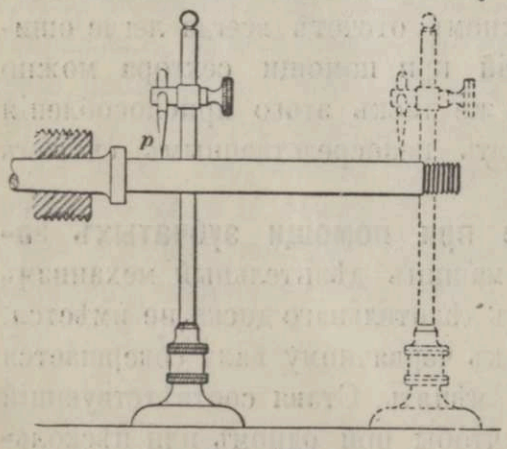
Изділіе, закрѣпленное на центрахъ, не должно вращаться относительно шпинделя дѣлительной головки. Для этого изділіе должно быть какъ-либо скрѣплено со шпинделемъ. Въ большинствѣ случаевъ это скрѣпленіе можно произвести при помощи поводка, закрѣпленнаго на изділіи и затѣмъ зажатаго въ планшайбѣ, надѣтой на шпиндель. Поводокъ лучше примѣнять конструкціи, представленной на фиг. 145, стр. 109, такъ какъ онъ не такъ портитъ поверхность изділія и его можно лучше укрѣплять къ планшайбѣ, зажимая съ обѣихъ сторонъ. Кромѣ поводка изділіе можетъ быть скрѣплено со шпинделемъ при помощи патрона, навинченнаго на шпиндель.



Фиг. 579.

352. Провѣрка правильности установки дѣлительной головки. Чтобы работа на дѣлительной головкѣ получилась точная, сама головка должна имѣть правильное положеніе на машинѣ. Для провѣрки можетъ быть примѣненъ слѣдующій пріемъ.

Если работа производится на центрахъ, то между центрами вставляютъ стержень *a*, хорошо расцентрованный, у котораго одинъ конецъ обточенъ (фиг. 579). Около обработаннаго конца ставятъ штативъ съ закрѣпленной на немъ иглой и подводятъ конецъ иглы такъ, чтобы онъ слегка прижималъ положенную на цилиндръ тонкую бумажку *p*. Затѣмъ стержень *a* переставляютъ такъ, чтобы обточенный конецъ опирался на другой центръ, и подводятъ снова штативъ къ обточенному концу; если въ обоихъ случаяхъ зажатіе бумажки будетъ одинаковое, значитъ линія центровъ стоитъ параллельно съ поверхностью стола, въ противномъ случаѣ разница въ зажатіи бумажки укажетъ, въ какомъ направленіи линія центровъ наклонена, и надо произвести соотвѣтствующія измѣненія. Удостовѣриться въ томъ, что линія центровъ параллельна движенію стола, можно такимъ же способомъ, закрѣпивъ иглу къ шпинделю машины и продвигая столъ съ установленнымъ на немъ стержнемъ *a* въ центрахъ. Еще болѣе удобно можно ту же провѣрку произвести, пользуясь индикаторомъ.



Фиг. 580.

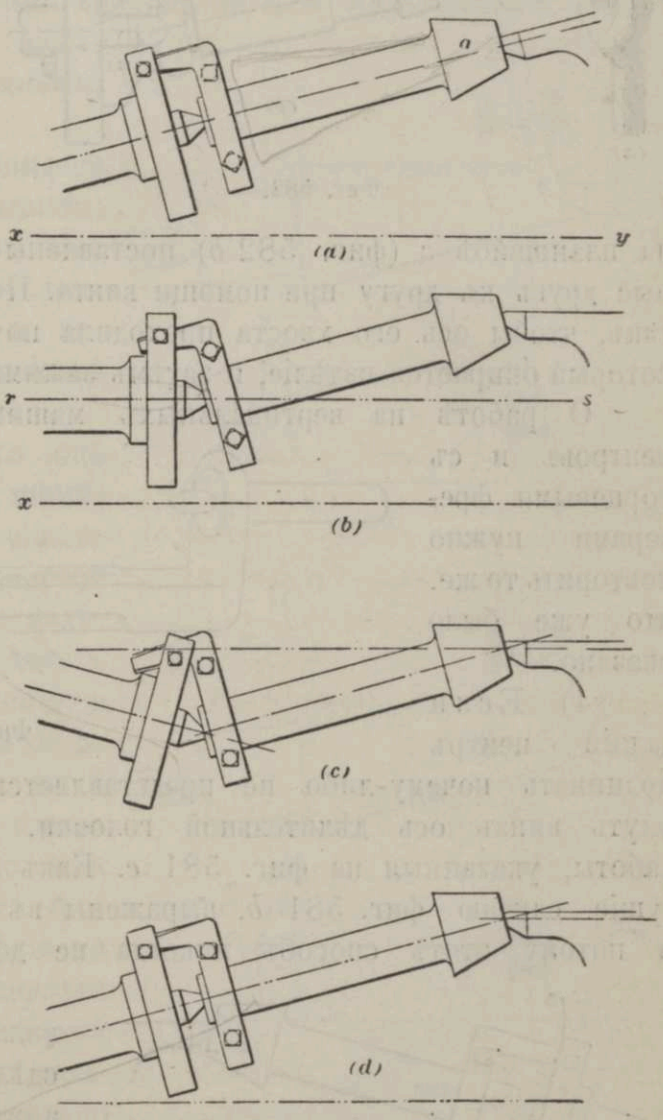
Если изділіе закрѣпляется не на центрахъ, а въ патронѣ, надѣтомъ на шпиндель дѣлительной головки, то нужно удостовѣриться въ томъ, что ось шпинделя головки поставлена правильно. Для этого въ конусъ шпинделя вставляютъ точно обточенную оправку (фиг. 580) и при помощи штатива, или лучше индикатора, провѣряютъ параллельность оправки съ поверхностью стола, а затѣмъ и съ направленіемъ движенія стола.

353. Обработка на центрахъ коническихъ поверхностей. Нужно различать нѣсколько случаевъ. *Центры имѣютъ конструкцію, представленную на фиг. 575, работа производится на горизонтальной фрезовой.* Въ такомъ случаѣ нижняя плита b', на которой укрѣплены головки, должна быть поставлена на столѣ фрезовой при помощи подкладокъ подъ угломъ къ горизонту, тогда линія центровъ станетъ тоже наклонно (фиг. 581 *a*) и закрѣпленное на нихъ издѣліе будетъ имѣть верхнюю образующую конуса *a* параллельной поверхности стола; работа въ этомъ случаѣ ничѣмъ не будетъ отличаться отъ обработки цилиндрическаго издѣлія.

2) *Центры той же конструкціи, но работа производится на вертикальной фрезовой машинѣ.* Въ этомъ случаѣ нужно будетъ поставить плиту b' наклонной къ направленію движенія стола, тогда условія работы получатся тѣ же, что и для обработки цилиндрической поверхности.

Оба эти случая разсмотрѣны въ предположеніи употребленія для работы цилиндрическихъ фрезеровъ. Если будутъ примѣняться торцевые фрезеры, то сказанное для вертикальной машины будетъ относиться до горизонтальной и наоборотъ.

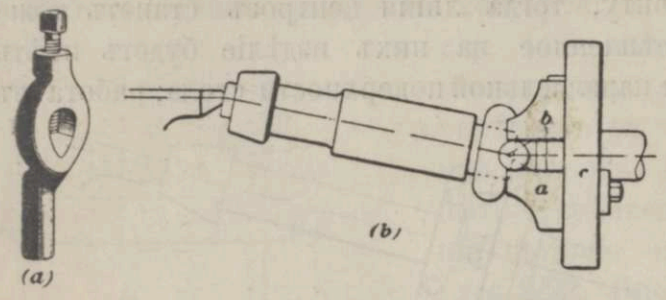
3) *Объ головки съ центрами прикрѣпляются непосредственно къ столу; обработка на горизонтальной машинѣ не торцевымъ фрезеромъ.* Въ такомъ случаѣ одна изъ головокъ приподымается, чтобы линія центровъ получила надлежащій уклонъ (фиг. 581 *b*). Мы получаемъ тѣ же условія работы, что и на самоточкѣ со сдвинутыми центрами, со всѣми присущими недостатками такой работы (см. стр. 114). Здѣсь угловые скорости шпинделя и издѣлія будутъ отличаться, а потому при поворотѣ на извѣстный уголъ шпинделя, издѣліе повернется на другой уголъ и дѣленія на его окружности получатся неправильныя. Кромѣ того, поводокъ все время при поворотахъ долженъ перемѣщаться относительно планшайбы, а потому его, передъ каждымъ поворотомъ шпинделя, нужно



Фиг. 581.

ослаблять и затѣмъ, повернувши, снова закрѣплять; это обстоятельство вноситъ еще большую неточность въ дѣленіе окружности издѣлія.

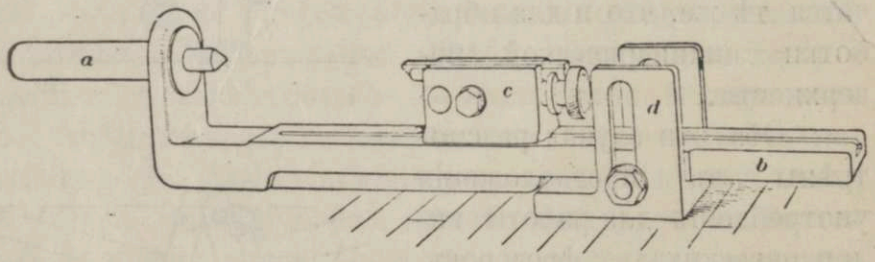
Въ виду сказаннаго лучше подобной установки избѣгать, а ставить обѣ головки на отдѣльную плиту, и въ такомъ случаѣ мы получимъ устройство, изображенное на фиг. 575, объ условіяхъ работы съ которымъ было уже сказано.



Фиг. 582.

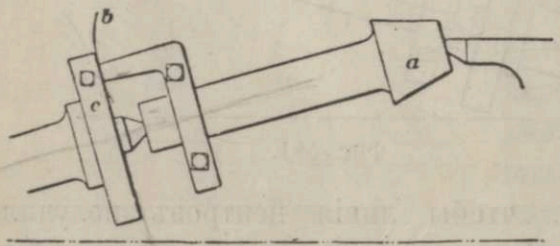
На фиг. 582 представлена конструкція поводка и способъ его закрѣпленія въ планшайбѣ, при которомъ онъ не защемляется при поворотахъ. Поводокъ имѣетъ слегка отогнутый хвостъ (фиг. 582 *a*). Для его закрѣпленія на планшайбѣ *c* (фиг. 582 *b*) поставлены два кулачка *a* и *b*, сдвигаемые другъ къ другу при помощи винта. Поводокъ надѣвается на издѣліе такъ, чтобы ось его хвоста проходила почти черезъ вершину центра, на который опирается издѣліе, и затѣмъ зажимается между кулачками *a* и *b*.

О работѣ на вертикальныхъ машинахъ съ такимъ смѣщеніемъ центровъ и съ торцевыми фрезерами нужно повторить то же, что уже было сказано.



Фиг. 583.

4) Если задній центръ поднимать почему-либо не представляется возможнимъ, можно повернуть внизъ ось дѣлительной головки, тогда мы получаемъ условія саботы, указанныя на фиг. 581 *c*. Какъ видно, здѣсь недостатки, присущіе случаю фиг. 581 *b*, выражены въ еще болѣе сильной стенени, и потому этотъ способъ никогда не долженъ примѣняться.



Фиг. 584.

5) Подъ головку съ неподвижнымъ центромъ всегда можно сдѣлать подкладки и поднять ее, а въ дѣлительной головкѣ шпиндель повернуть на нужный уголъ вверхъ (фиг. 581 *d*). При такомъ положеніи вращеніе издѣлія совпадаетъ съ вращеніемъ шпинделя; указанныхъ недостатковъ не существуетъ, и единственное неудобство въ томъ, что неподвижный центръ стоитъ наклонно къ оси издѣлія, а потому неправильно опирается на центровое отверстіе.

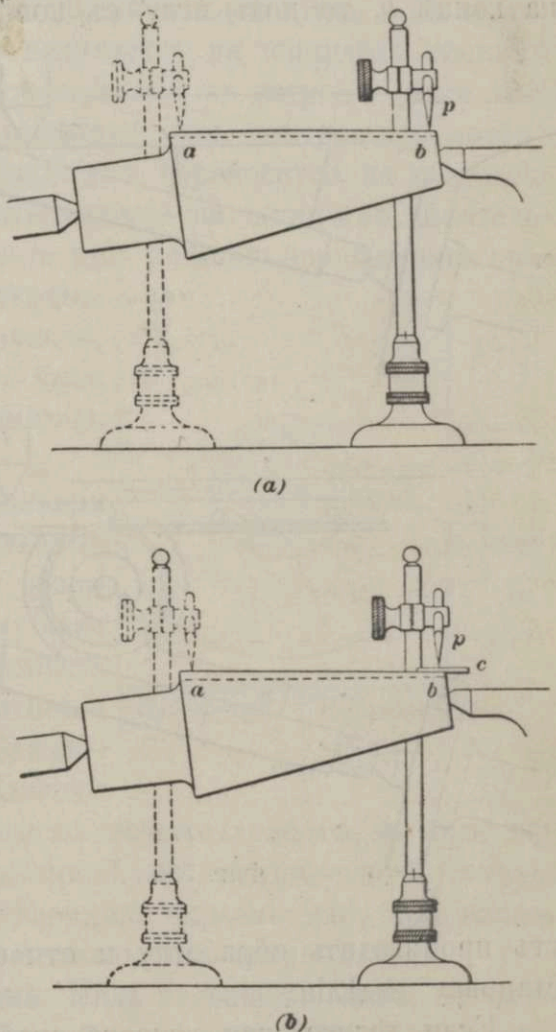
Чтобы избѣжать указанное неудобство заводъ *Браунъ и Шартъ* изготовляетъ приспособленіе, приведенное на фиг. 583. На центръ дѣлительной головки надѣвается полоса *b*, на которой и устанавливается

неподвижный центръ *c*. Такимъ образомъ при поворачиваніи шпинделя *a* подъ нужнымъ угломъ, подъ тѣмъ же наклономъ ставится и полоса *b*, и установленный на ней центръ *c*. Установленная подъ надлежащимъ угломъ полоса *b* закрѣпляется въ подставкѣ *d*, которая сама прикрѣплена къ столу фрезовой машины. Такое устройство гарантируетъ, что линія вращенія издѣлія всегда будетъ совпадать съ осью неподвижнаго центра.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что во всѣхъ случаяхъ, *когда требуется точное дѣленіе обрабатываемаго конуса, нельзя пользоваться тѣми способами, при которыхъ ось издѣлія не совпадаетъ съ осью шпинделя дѣлительной головки.*

Если оси издѣлія и шпинделя дѣлительной головки не совпадаютъ, то отклоненіе шпинделя, отмѣченное дѣленіями на головкѣ, не указываетъ величины угла конуса, и потому этими дѣленіями при установкѣ пользоваться нельзя.

Для провѣрки того, **что ось издѣлія совпадаетъ съ осью шпинделя дѣлительной головки** можетъ быть примѣненъ слѣдующій простой пріемъ (фиг. 584). На издѣліе надѣвается поводокъ, такъ чтобы хвостъ его былъ въ верхнемъ положеніи, и поводокъ придвигается къ шайбѣ до тѣхъ поръ, пока проложенная въ *b* тонкая бумажка не будетъ слегка прижиматься. Въ такомъ положеніи поводокъ закрѣпляютъ. Затѣмъ повертываютъ шпиндель и издѣліе на 180°, такъ чтобы хвостъ поводка очутился внизу, и той же бумажкой пробуютъ, насколько хвостъ сохранилъ свое положеніе относительно планшайбы. Если и при нижнемъ положеніи хвоста бумажка зажимается также плотно, значитъ въ вертикальной плоскости ось издѣлія совпадаетъ съ осью шпинделя, въ противномъ случаѣ имѣется перегибъ, который нужно уничтожить соотвѣтствующей перестановкой наклона шпинделя и высоты неподвижнаго центра. Такую же провѣрку нужно произвести и въ горизонтальной плоскости.

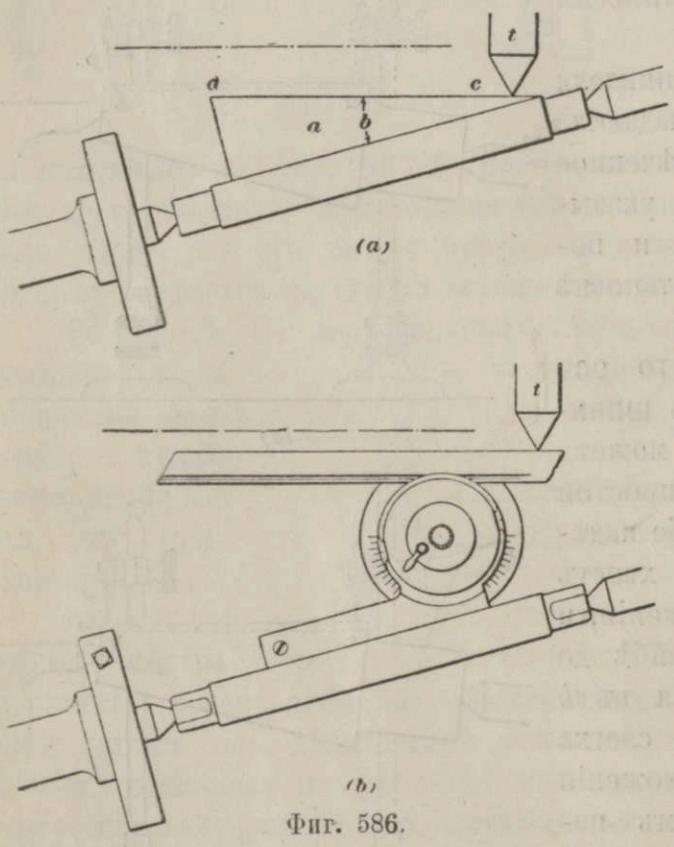


Фиг. 585.

354. Установка издѣлія при обработкѣ конусовъ. Положимъ, что выточенный конусъ требуется обработать на фрезовой;—при этой работѣ могутъ встрѣтиться два различныхъ случая: *толщина снимаемаго слоя по всей длинѣ образующей конуса одинакова* или *толщина слоя измѣ-*

няется. Въ первомъ случаѣ издѣліе устанавливается на центрахъ приблизительно такъ, чтобы образующая конуса была параллельна поверхности стола машины (фиг. 585*a*) и окончательно провѣряется или при помощи штатива, игла котораго *p* должна одинаково прикасаться по всей длинѣ образующей, или при помощи индикатора, закрѣпленнаго къ штативу, передвигаемому по столу, или къ неподвиной части машины, передвигая передъ индикаторомъ столъ.

Если требуется, чтобы толщина стружки была различна, наприм., въ точкѣ *a* (фиг. 585*b*) снимаемый слой долженъ быть толще, чѣмъ на концѣ *b*, то подъ иглу съ конца *b* подкладываютъ пластинку, толщина которой равняется разницѣ въ толщинѣ снимаемаго слоя съ одного и другого конца.



Фиг. 586.

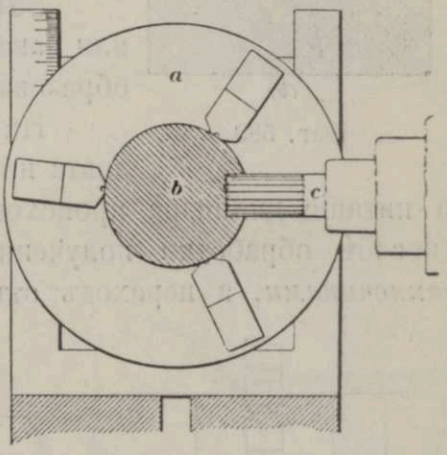
Понятно, что аналогично съ этимъ устанавливается издѣліе въ горизонтальной плоскости, если приходится работать на горизантальной машинѣ торцевымъ фрезеромъ.

Тѣ же пріемы примѣняются и на вертикальныхъ машинахъ. Если не удобно бываетъ пользоваться штативомъ, можно пробную иглу или индикаторъ прикрѣпить къ самому шпинделю или къ станинѣ машины; или пользоваться наконецъ однимъ изъ зубьевъ фрезера, которымъ будутъ производить обработку и относительно этого зуба и производить установку издѣлія.

Если дѣлительная головка снабжена приспособленіемъ, изображеннымъ на фиг. 583, то установку шпинделя можно производить, руководствуясь дѣленіями, нанесенными на дѣлительной головкѣ, а неподвижный центръ уже станетъ самъ собой въ должное положеніе.

Для того, чтобы установить такую головку наклонно въ горизонтальной плоскости, можно между центрами вставить точно обточенную оправку и, прикладывая къ ней шаблонъ *a* съ надлежащимъ угломъ поворота *b* (фиг. 586*a*), поворачивать все приспособленіе до тѣхъ поръ, пока сторона *cd* шаблона при передвиженіи стола не будетъ по вседлинѣ равномѣрно соприкасаться съ иглой или индикаторомъ *t*, закрѣпленнымъ къ шпинделю или къ неподвижной части машины. Вмѣсто шаблона для той же цѣли можетъ быть примѣненъ угломѣрный инструментъ, какъ показано на фиг. 586*b*.

355. Закрѣпленіе работъ въ патронѣ. Очень много работъ на фрезовой машинѣ производится при помощи закрѣпленія издѣлія въ патронѣ. Для небольшихъ издѣлій, правильной формы, примѣняется обыкновенно самоцентрирующій универсальный патронъ, который надѣвается на шпиндель дѣлительной головки. На тотъ же шпиндель можетъ быть надѣтъ обыкновенный патронъ съ кулачками, который примѣняется на самоточкѣ. Въ такомъ патронѣ можетъ быть закрѣплено издѣліе произвольной формы. Но примѣненіе подобнаго патрона будетъ удобно только въ томъ случаѣ, если винтовая нарѣзка, на которую навертывается патронъ, будетъ одинакова какъ на шпинделѣ дѣлительной головки, такъ и на шпинделѣ машины. Тогда патронъ сначала надѣвается на шпиндель машины и здѣсь издѣліе можетъ быть удобно центровано въ патронѣ (такъ какъ шпиндель машины можетъ быстро вращаться при центровкѣ); потомъ патронъ съ закрѣпленнымъ въ немъ издѣліемъ переносится на шпиндель дѣлительной головки. Центрировать же издѣліе на шпинделѣ дѣлительной головки очень неудобно, такъ какъ при помощи червяка она вращается очень медленно. Впрочемъ, нѣкоторыя машины имѣютъ такую конструкцію, что червячное колесо шпинделя можетъ быть разобщено отъ червяка, и тогда шпиндель можно свободно вращать отъ руки.



Фиг. 587.

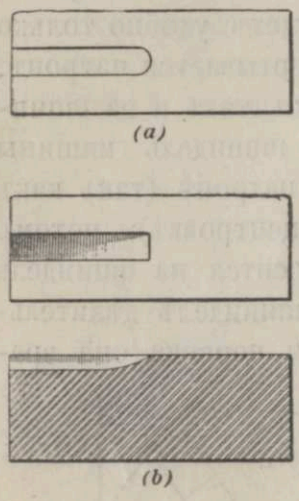
Нужно замѣтить также, что небольшія самоцентрирующіе патроны, изготовляемые для сверлильныхъ станковъ, могутъ зажимать издѣліе довольно точно, и потому ими можно пользоваться на фрезовыхъ машинахъ для довольно точныхъ работъ. Что касается до самоцентрирующихъ патроновъ, назначенныхъ для самоточекъ, то они изготовляются не столь точно, и, въ случаѣ производства точныхъ работъ, на нихъ полагаться нельзя и нужно производить провѣрку центрированія издѣлія или закрѣплять его, если оно пустотѣлое, на оправкѣ или, при массовомъ производствѣ, на какомъ-нибудь спеціальномъ патронѣ.

356. Примѣры работъ въ патронѣ. Надъ издѣліемъ, закрѣпленнымъ въ патронѣ дѣлительной головки, могутъ быть произведены очень разнообразныя работы на фрезовой машинѣ. Приведемъ нѣсколько примѣровъ.

357. Прорѣзаніе канавокъ. Для такой работы издѣліе закрѣпляется въ патронѣ въ тѣхъ случаяхъ, когда цилиндръ, въ которомъ нужно прорѣзать канавку слишкомъ длиненъ, чтобы его можно было поставить на центры и въ то же время діаметръ его настолько малъ, что цилиндръ проходитъ внутри шпинделя дѣлительной головки.

На фиг. 587 представленъ **способъ вырѣзанія канавки при помощи торцеваго фрезера.** Издѣліе *b* зажато въ трехкулачный патронъ *a*, ось котораго перпендикулярна къ плоскости чертежа и издѣліе питается по направленію оси издѣлія. Торцевый фрезеръ *c* закрѣпленъ горизонтально. Канавка при этомъ получается съ закругленнымъ кон-

цемъ, какъ показано на фиг. 588*a*. Если канавка начинается не съ конца цилиндра, то она будетъ имѣть оба конца закругленными; въ этомъ случаѣ съ какого-либо конца лучше просверлить отверстіе, діаметромъ нѣсколько меньше діаметра фрезера и глубиной, равной глубинѣ канавки. Въ это отверстіе и нужно углублять фрезеръ; при этомъ онъ лучше рѣжетъ, такъ какъ опилки находятъ для себя болѣе свободный выходъ. Углубивъ фрезеръ на должную величину, сообщаютъ столу боковое питаніе по оси издѣлія, и тогда фрезеръ начинаетъ рѣзать также и боковой поверхностью.

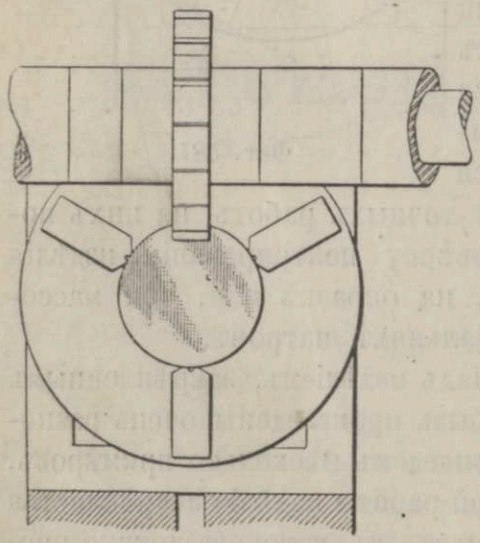


Фиг. 588.

Если канавка должна имѣть очертаніе такое, какъ показано на фиг. 588*b*, ее прорѣзаютъ цилиндрическимъ фрезеромъ, закрѣпленнымъ на оправѣ (фиг. 589). Такая же канавка можетъ быть начата и не съ конца цилиндра, а по серединѣ, при чемъ никакого сверленія производить не нужно.

358. Фрезованіе квадратной призмы. Квадратъ или какой-либо другой многогранникъ можетъ быть образованъ различными способами на концѣ цилиндра.

На фиг. 590 *a* представлено фрезованіе квадрата цилиндрическимъ фрезеромъ. Вращеніе фрезера и питаніе цилиндра происходитъ по направленію стрѣлокъ. При такомъ способѣ обработки полученный *квадратъ не ограничивается рѣзкими заплечиками*, а переходъ отъ квадрата къ цилиндрической поверхности будетъ образованъ тоже цилиндрическими поверхностями, съ радіусомъ равнымъ радіусу фрезера. Подобный способъ примѣняется при выработкѣ инструментовъ (штемпелей), гдѣ присутствіе рѣзкаго перехода было бы нежелательно, такъ какъ при закалкѣ въ этомъ мѣстѣ могли бы получиться трещины и вообще постепенный переходъ способствуетъ большей прочности инструмента при работѣ.


Фиг. 589.

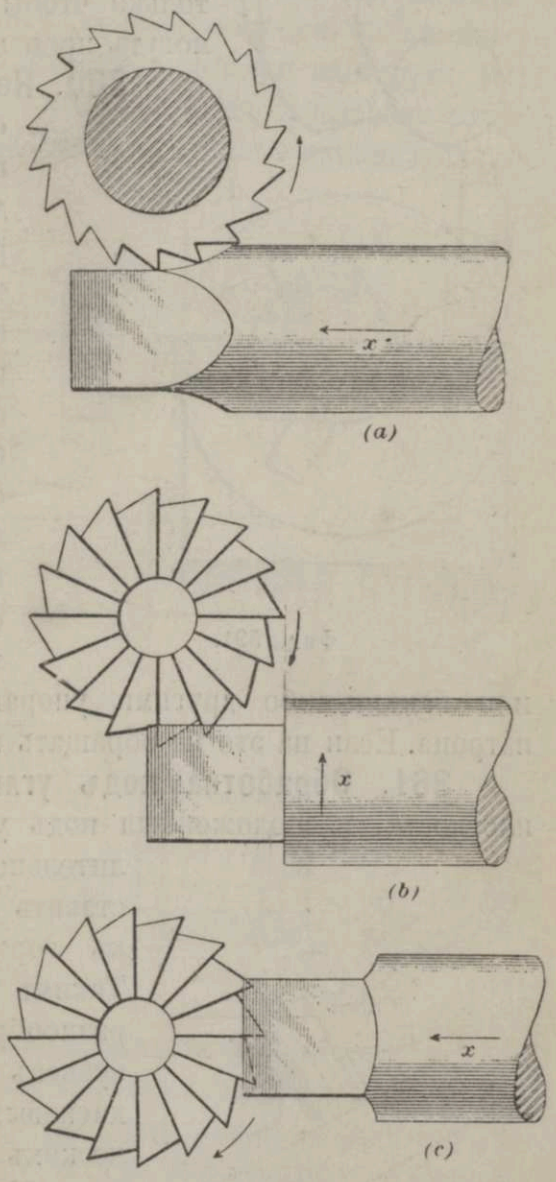
Если требуется получить *квадратъ съ рѣзко ограниченными* заплечиками, напримѣръ, для надѣванія рукоятки, то эта работа можетъ быть произведена или *торцевымъ фрезеромъ* или *дисковымъ* (фиг. 590*b*). Для ускоренія работы на оправку могутъ быть посажены два дисковыхъ фрезера съ промежуткомъ между ними, равнымъ ширинѣ квадрата; обработка будетъ вестись, слѣдовательно, *комбинированнымъ фрезеромъ* (см. стр. 335). Направленіе вращенія фрезера и питаніе цилиндра происходятъ по направленію стрѣлокъ.

Если допустимо, чтобы заплечики имѣли форму, показанную на фиг. 590. *c*, то ту же работу можно произвести тѣми же фрезерами, какъ

и въ предыдущемъ случаѣ, но измѣняя направленіе питанія цилиндра. Въ этомъ случаѣ при началѣ работы ось цилиндра должна быть расположена на одной высотѣ съ осью фрезера; затѣмъ питаніе цилиндра будетъ производиться по направленію стрѣлки x. Нетрудно видѣть, что послѣдній способъ потребуетъ наименьшей затраты времени для производства данной работы, такъ какъ общая длина питанія цилиндра будетъ наименьшая.

Послѣ обработки каждой поверхности цилиндръ повертывается въ дѣлительной головкѣ на соотвѣтствующій уголъ, чтобы подвести къ фрезеру для обработки слѣдующую грань.

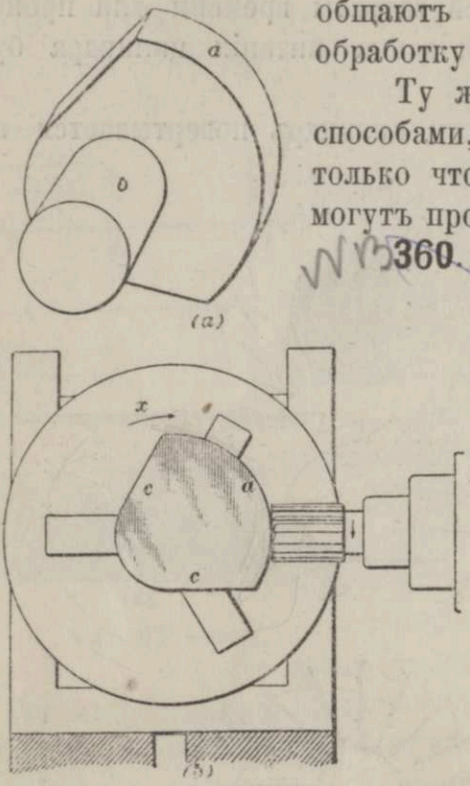
359. Обработка цилиндрическихъ поверхностей. Положимъ, что требуется обработать поверхность a у детали, изображенной на фиг. 591 a. Издѣліе обточеннымъ цилиндромъ b вставляется въ патронъ дѣлительной головки и подводится къ торцевому фрезеру машины (фиг. 591 b). *Ось фрезера не должна пересѣкаться съ осью издѣлія*, а *должна лежать ниже, по крайней мѣрѣ на величину радіуса центральнаго отверстія фрезера или той части торца фрезера, на которой нѣтъ рѣжущихъ реберъ*, иначе около этого мѣста на издѣліи получится неправильно обработанная полоска. Когда фрезеръ углубился въ издѣліе на надлежащую величину, шпинделю дѣлительной головки сообщаютъ отъ самохода вращательное движеніе, и издѣліе, вращаясь по стрѣлкѣ x, постепенно подходитъ къ фрезеру для обработки; такимъ образомъ обрабатывается часть a. Затѣмъ самоходъ останавливаютъ и отъ руки поворачиваютъ шпиндель дѣлительной головки до тѣхъ поръ, пока сторона c не приметъ вертикальнаго положенія;—это можетъ быть провѣрено при помощи угольника, или проводя около фрезера издѣліе (поднимая столъ) и замѣчая, насколько начерченная на издѣліи черта совпадаетъ съ фрезеромъ.



Фиг. 590.

Когда сторона c установлена вертикально, подводятъ ея нижній край къ фрезеру, углубляютъ фрезеръ на должную величину и пускаютъ самоходъ, опускающій столъ машины по вертикальному направленію внизъ; при этомъ фрезеръ обработаетъ плоскость c. Когда фре-

зеръ дойдетъ до цилиндрической части съ малымъ радіусомъ, самоходъ расцѣпляютъ и отъ руки поворачиваютъ шпиндель дѣлительной головки, при чемъ обрабатываютъ цилиндрическую поверхность. Питаніе производятъ до тѣхъ поръ, пока не станетъ вертикально c', послѣ чего сообщаютъ движеніе столу вверхъ и заканчиваютъ обработку плоскости c'.

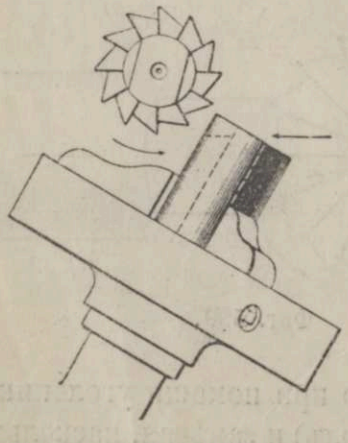


Фиг. 591.

Ту же работу можно произвести и другими способами, здѣсь описанъ лишь одинъ изъ нихъ, только чтобы дать понятіе о томъ, какія операціи могутъ производиться на фрезовыхъ машинахъ.

360. Необходимая предосторожность. При обработкѣ издѣлій, закрѣпленныхъ въ патронѣ, навинчивающемся на шпиндель дѣлительной головки, необходимо рѣзаніе производить такимъ образомъ, чтобы давленіе фрезера стремилось завинчивать патронъ на шпинделѣ болѣе прочно, а не наоборотъ. Если этого сдѣлать нельзя, то необходимо особенно прочно закрѣплять патронъ, стружку брать небольшую и слѣдить за тѣмъ, чтобы патронъ не ослабъ на шпинделѣ. Можно также въ такихъ случаяхъ подпирать какъ самый патронъ, такъ и издѣліе домкратиками или какими-либо другими упорами, чтобы предупредить отвинчиваніе патрона. Если на это не обращать вниманія, работу очень легко испортить.

361. Обработка подъ угломъ. Фрезеромъ можно обрабатывать плоскости, расположенныя подъ угломъ къ оси вращенія шпинделя дѣлительной головки. Для это головку надо поставить такъ, чтобы шпиндель сталъ наклонно къ горизонту, какъ показано на фиг. 592. Такимъ образомъ можно производить очень разнообразныя работы; напримѣръ, нарѣзку зубьевъ коническихъ фрезеровъ, торцовыхъ и дисковыхъ фрезеровъ, нарѣзку зубьевъ коническихъ колесъ и др.

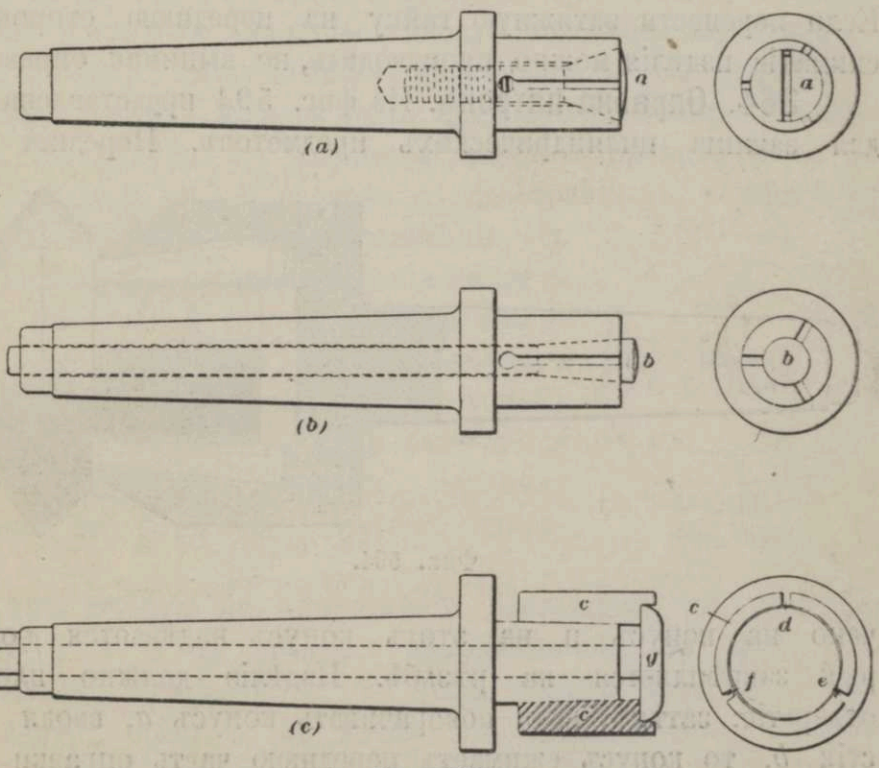

Фиг. 592

При обработкѣ въ патронѣ надо заботиться о томъ, чтобы кулачки патрона не портили поверхности зажатаго издѣлія. Для этого между кулачками и издѣліемъ можно прокладывать тонкіе листы мягкаго металла: мѣди, жести или друг.

При закрѣпленіи въ патронѣ *нужно стараться, чтобы издѣліе выступало изъ зажимовъ возможно мало*, чтобы уменьшить прогибы издѣлія и получить болѣе точную работу.

Изъ приведенныхъ примѣровъ видно, что въ патронѣ можно удобно обрабатывать очень разнообразныя работы, но тѣ же работы могутъ быть иногда болѣе удобно произведены, закрѣпляя ихъ на оправкахъ или закрѣпляя между центрами.

362. Закрѣпленіе издѣлія въ дѣлительной головкѣ на оправкахъ. Многія издѣлія, какъ, напримѣръ, пилы, цилиндрическіе фрезеры и т. п. при нарѣзкѣ въ нихъ зубьевъ могутъ быть закрѣплены на обыкновенныхъ оправкахъ, на которыхъ они вставляются въ шпиндель фрезовой машины, и на той же оправкѣ обрабатываются на дѣлительной головкѣ. Но для многихъ работъ подобныя оправки не могутъ быть примѣнены, такъ какъ ихъ конструкція не позволяетъ фрезерамъ рѣзать въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ это требуется; въ такихъ случаяхъ приходится приготовлять спеціальныя оправки, форма которыхъ соотвѣтствуетъ обрабатываемому на ней издѣлію. Въ нижеслѣдующемъ приведены конструкціи такихъ оправокъ, чтобы дать понятіе какимъ образомъ они могутъ изготовляться.



Фиг. 593.

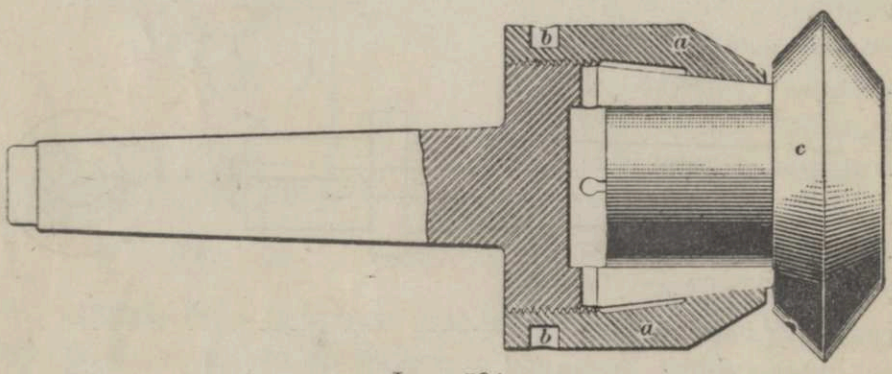
363. Расширяющіяся оправки. На фиг. 593 *a* представлена оправка для закрѣпленія издѣлій, имѣющихъ центральное отверстіе и у которыхъ нужно обработать торцевую часть. Цилиндрическая часть, на которую надѣвается издѣліе, имѣетъ три радіальныхъ прорѣза и внутрь этого конца ввинчивается винтъ *a* съ конической головкой. Отверстіе издѣлія должно довольно плотно находить на цилиндрическую часть и тогда при завинчиваніи винта *a*, онъ своей конической головкой раздаетъ оправку и плотно зажимаетъ издѣліе. Такая оправка устанавливаетъ издѣліе центрально и дешева. Ея недостатокъ въ томъ, что она годится только для отверстій одного размѣра и держитъ издѣліе не настолько прочно, какъ другія конструкціи оправокъ.

Оправка, изображенная на фиг. 593 *b*, закрѣпляетъ издѣліе болѣе прочно. Отличіе ея въ томъ, что коническая шпилька проходитъ черезъ всю оправку; при закрѣпленіи издѣлія конусъ заколачивается молоткомъ

и потомъ съ другого конца закрѣпляется гайкой; такой способъ закрѣпленія гораздо дѣйствительнѣе, чѣмъ закрѣпленіе шурупомъ, завертываемымъ отверткой, какъ въ предыдущемъ случаѣ.

На фиг. 593 *c* представлена оправка, которая можетъ служить для отверстій весьма различнаго діаметра. Конецъ, на который надѣвается издѣліе дѣлается слегка коническимъ съ угломъ конуса 2^0—3^0. На этотъ, конусъ пригоняется втулка *c* съ такимъ же конусомъ. Втулка разрѣзана въ *d* и, кромѣ того, чтобы она лучше пружинила, сдѣланы еще два прорѣза *e* и *f* (не насквозь). Издѣліе надѣвается на втулку, которая, притягиваясь болтомъ *g* и надвигаясь на конусъ, раздается и плотно зажимаетъ издѣліе. Для различныхъ отверстій требуется только мѣнять втулки. При такой конструкціи каждый разъ, когда снимаютъ издѣліе, нужно оправку вынимать изъ шпинделя дѣлительной головки. Если перенести затяжную гайку на переднюю сторону отправки, то сниманіе издѣлія можно производить, не вынимая оправки изъ шпинделя.

364. Оправка патронъ. На фиг. 594 представлена оправка патронъ для зажима цилиндрическихъ предметовъ. Передній конецъ оправки имѣетъ расширеніе, внутри правильно расточенъ и имѣетъ нѣсколько радіальныхъ прорѣзовъ (на чертежѣ 4). Съ внѣшней стороны расширеніе обточено на конусъ и на этотъ конусъ надѣвается колпачекъ *a*, который закрѣпляется на рѣзьбѣ. Издѣліе должно плотно входить въ отверстіе; затѣмъ, если поворачивать конусъ *a*, вводя ключъ въ отверстія *b*, то конусъ сжимаетъ переднюю часть оправки и зажимаетъ въ ней издѣліе *c*. Прокладывая внутрь отверстія тонкія разрѣзанныя втулки, можно нѣсколько измѣнять діаметръ зажимаемаго издѣлія, но при этомъ зажимъ получается не столь прочнымъ, какъ въ томъ случаѣ, когда издѣліе плотно пригнано къ размѣру отверстія оправки.



Фиг. 594.

365. Закрѣпленіе издѣлія на шланшайбѣ. Во многихъ случаяхъ будетъ удобно издѣліе закрѣплять на планшайбѣ. Планшайба можетъ быть навернута на рѣзьбу, имѣющуюся на шпинделѣ дѣлительной головки, или же можетъ быть вставлена при помощи конуса, вставляемаго въ отверстіе шпинделя головки. При навертываніи на рѣзьбу нужно принимать тѣ же предосторожности, какъ и при работѣ съ патрономъ, а именно нужно всегда вести рѣзаніе такъ, чтобы давленіе фрезера старалось завинчивать планшайбу болѣе крѣпко, а не отвинчивать. Въ виду того же лучше конусъ, которымъ закрѣпляется планшайба, дѣлать цѣльнымъ съ планшайбой, не привертнымъ; если же конусъ къ план-

шайбѣ привертывается, то нужно закрѣплять это соединеніе еще шпонкой, чтобы при работѣ оно не могло развернуться.

Издѣліе прикрѣпляется къ планшайбѣ и вывѣряется на ней совершенно такъ же, какъ и на самоточкѣ, только при работѣ на фрезовой машинѣ всегда нужно имѣть въ виду, что фрезеръ даетъ гораздо большее давленіе на издѣліе, чѣмъ обыкновенный рѣзецъ, а потому закрѣпленіе издѣлія должно быть произведено болѣе солидно и тщательно. Если возможно, то на планшайбѣ должны быть поставлены остановы, которые не позволяли бы издѣлію соскользнуть съ мѣста во время работы.

366. Провѣрка правильности установки планшайбы. Планшайба, закрѣпленная на шпинделѣ дѣлительной головки, должна занимать какое-либо опредѣленное положеніе по отношенію къ шпинделю машины. Такое положеніе легко можетъ быть провѣрено при помощи индикатора, закрѣпленнаго къ шпинделю машины, передъ которымъ передвигается планшайба при помощи питательныхъ механизмовъ. За неимѣніемъ индикатора, та же провѣрка можетъ быть произведена болѣе примитивнымъ способомъ. Напримѣръ, къ шпинделю машины прикрѣпляется довольно толстая (около 6 мм.) проволока, съ заостреннымъ концемъ, которымъ она подводится до соприкосновенія съ планшайбой. Плотность соприкосновенія можетъ быть опробована прокладкой бумаги. Затѣмъ шпиндель машины поворачивается на 180^0 и смотрятъ насколько плотно будетъ соприкасаться конецъ проволоки въ другомъ положеніи. Если замѣчается разница, то планшайбу переставляютъ, наклоняя шпиндель головки въ томъ или другомъ направленіи.

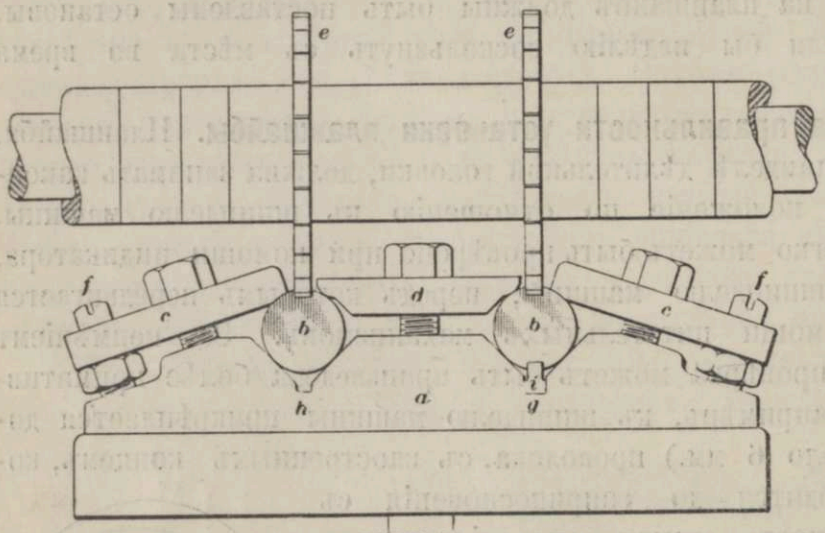
Фиг. 595.

367. Примѣръ работы на планшайбѣ. Положимъ, что требуется обработать пазы a и b въ детали, изображенной на фиг. 595. Пазы очерчены дугами окружности, при чемъ центръ паза a лежитъ въ точкѣ a', а центръ паза b въ точкѣ b'. Точки слегка накерниваются. Издѣліе привертывается къ планшайбѣ сначала такъ, чтобы точка a' совпадала съ осью вращенія шпинделя головки. Это легко провѣрить при помощи индикатора (см. стр. 90), вставляя конусъ планшайбы въ шпиндель фрезовой машины, или же на самой головкѣ, поворачивая ея шпиндель. Затѣмъ пазъ a обрабатывается торцевымъ фрезеромъ, сообщая планшайбѣ вращеніе около ея оси. Когда пазъ a отдѣланъ, издѣліе переставляютъ на планшайбѣ такимъ образомъ, чтобы съ ея осью вращенія совпала точка b' и обрабатываютъ второй пазъ.

363. Закрѣпленіе въ спеціальныхъ зажимахъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится на фрезовыхъ машинахъ обрабатывать много одинаковыхъ предметовъ, при чемъ не представляется возможнымъ ихъ просто и быстро закрѣпить обычными, имѣющимися при каждой машинѣ приспособленіями, бываетъ выгодно приготовить спеціальные зажимы для закрѣпленія такихъ издѣлій. Чтобы спеціальный зажимъ окупалъ затраты

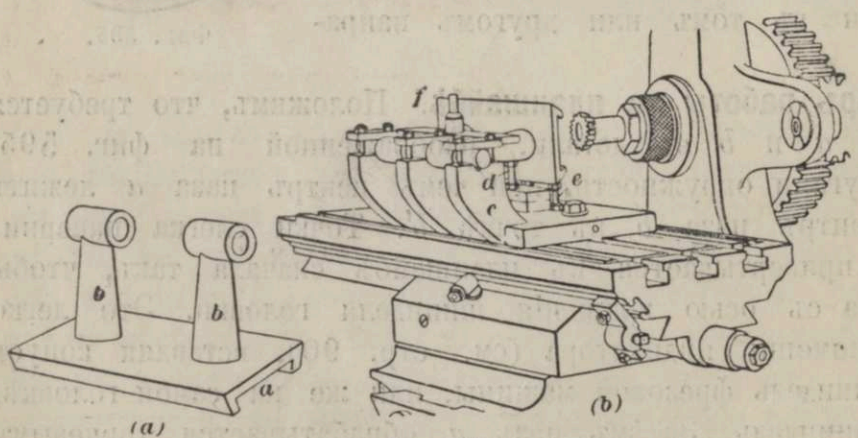
на его изготовленіе и достигалъ своей цѣли, онъ долженъ удовлетворять слѣдующимъ требованіямъ: онъ *долженъ прочно зажимать издѣліе, не деформируя его и оставляя свободными поверхности для обработки фрезеромъ*; кромѣ того, самъ *зажимъ долженъ приводить издѣліе въ правильное для обработки положеніе.*

Такіе зажимы могутъ имѣть очень разнообразную конструкцію и не представляется возможнымъ дать какія-либо правила, какъ они должны исполняться. Здѣсь только можно привести нѣсколько примѣровъ подобныхъ зажимовъ, которые и познакомятъ съ тѣми пріемами, какіе употребляются для выполненія этой задачи въ практикѣ.



Фиг. 596.

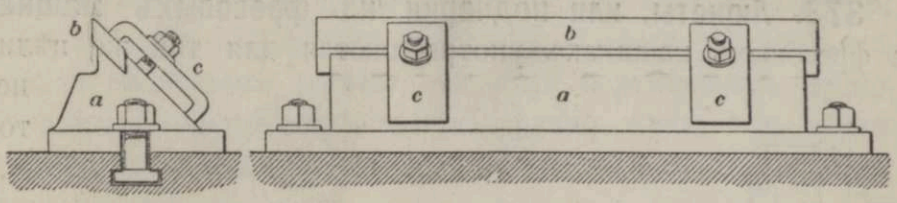
369. Зажимъ для прорѣзанія шпонокъ. На фиг. 596 представленъ зажимъ для прорѣзанія канавокъ для шпонокъ. Приспособленіе состоитъ изъ плиты *a*, которая устанавливается на столѣ фрезовой машины такимъ образомъ, чтобы плоскости простроганныхъ на ней угловъ были параллельны направленію питанія стола. Валы *b* кладутся въ угловые прорѣзы и прижимаются прихватками *d* и *c*; у послѣднихъ имѣются упорные болты *f* для установки прихватокъ на различной высотѣ для валовъ различныхъ діаметровъ. Зажатіе и ослабленіе валовъ производится быстро,—однимъ поворотомъ зажимного болта. Валъ самъ собой ложится правильно какъ по отношенію къ установленнымъ фрезерамъ *ee* такъ и по отношенію къ направленію движенія стола. Иногда на валахъ приходится прорѣзать нѣсколько канавокъ; для этой цѣли въ зажимѣ имѣются впадины *g* и *h*, въ которыя вставляются шпонки *i*; тогда послѣ того какъ одна канавка прорѣзана, валъ повертывается такимъ образомъ, чтобы шпонка *i* попала въ прорѣзанную канавку; фрезеръ же вырѣзаетъ другую, расположенную подъ



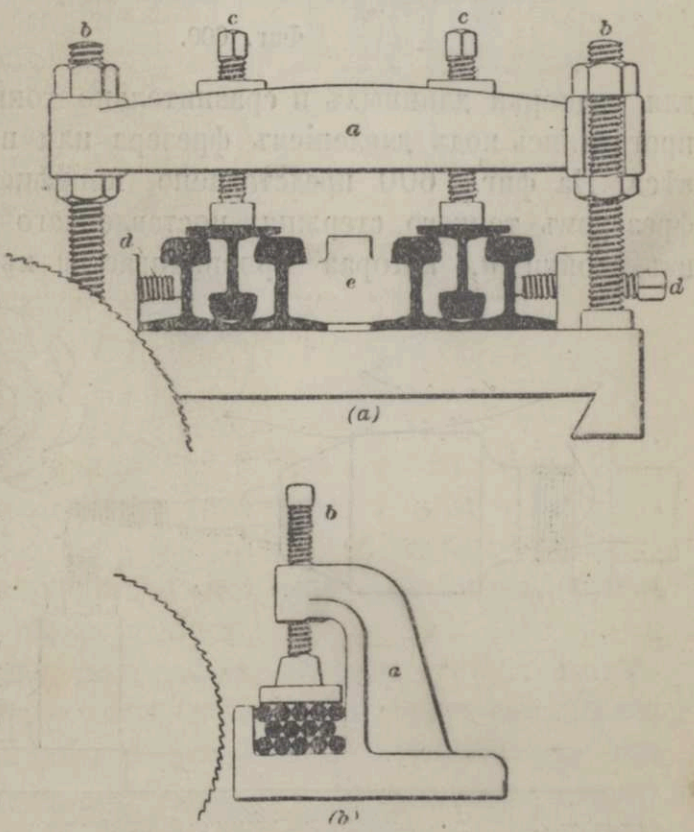
Фиг. 597.

желаемымъ угломъ къ первой канавкѣ. На фиг. показано прорѣзаніе канавокъ, расположенныхъ діаметрально противуположно, но понятно, что углубленіе можно помѣстить такъ, что шпоночныя канавки расположатся на валу подъ произвольнымъ угломъ.

370. Обработка плоскостей, параллельныхъ съ осью отверстій. На фиг. 597 *a* представлена деталь, у которой нужно обработать поверхности *a* такъ, чтобы онѣ были параллельны оси отверстій, просверленныхъ въ стойкахъ *bb*. Установка такого издѣлія, для того чтобы получить точную работу, требуетъ много времени, а потому при изготовленіи большого числа деталей проще изготовить спеціальный зажимъ. Такой зажимъ представленъ на фиг. 597 *b*. Онъ состоитъ изъ плиты съ отростками *c*, въ верхней части которыхъ простроганы угловыя канавки. Эта плита прикрѣпляется къ столу фрезовой машины такимъ образомъ, что плоскости угловыхъ канавокъ параллельны направленію движенія стола, т.-е. питанію. Для установки издѣлія, въ отверстія въ стойкахъ *bb* вставляется правильно обточенный цилиндръ, который кладется въ угловыя канавки,—этимъ самымъ ось отверстій устанавливается параллельно направленію движенія стола, или питанію. Цилиндръ слегка прижимается прихватками и затѣмъ поверхность, подлежащая обработкѣ фрезеромъ, устанавливается въ должное положеніе при помощи домкратиковъ *d* и подкладокъ *e* и все прижимается прихваткой *f*.



Фиг. 598.



Фиг. 599.

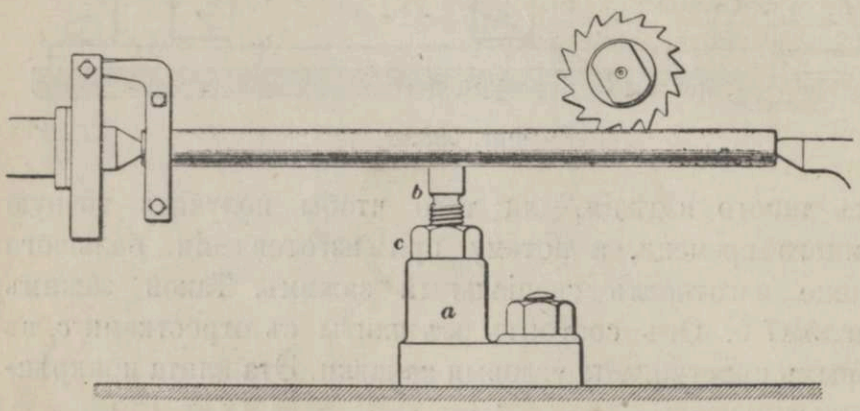
371. Обработка кромки подъ опредѣленнымъ угломъ. (Фиг. 598). Зажимъ состоитъ изъ чугуннаго тѣла *a*, въ которомъ прострогано мѣсто для планки *b*. Планка *b* прижимается прихватками *cc* и сразу ложится въ нужное для обработки положеніе.

372. Обрѣзаніе концовъ рельсовъ и другихъ концовъ желѣза. На фиг. 599 *a* представленъ зажимъ, въ которомъ сразу зажимается 6 рельсовъ

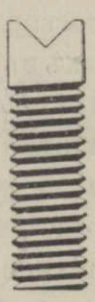
при помощи нажимныхъ болтовъ *c* и *d* и средней прокладки *e*. Для профилей, различной величины, поперечина *a* можетъ переставляться на болтахъ *b*.

Но фиг. 599 *b* представленъ зажимъ *a*, въ который закладывается сразу цѣлый пучокъ прутьевъ и зажимается винтомъ *b*; затѣмъ обрѣзаются концы.

373. Люнеты, или подпорки на фрезовыхъ машинахъ. Люнеты на фрезовыхъ машинахъ употребляются для той же цѣли, какъ и люнеты на самоточкахъ, т.-е.

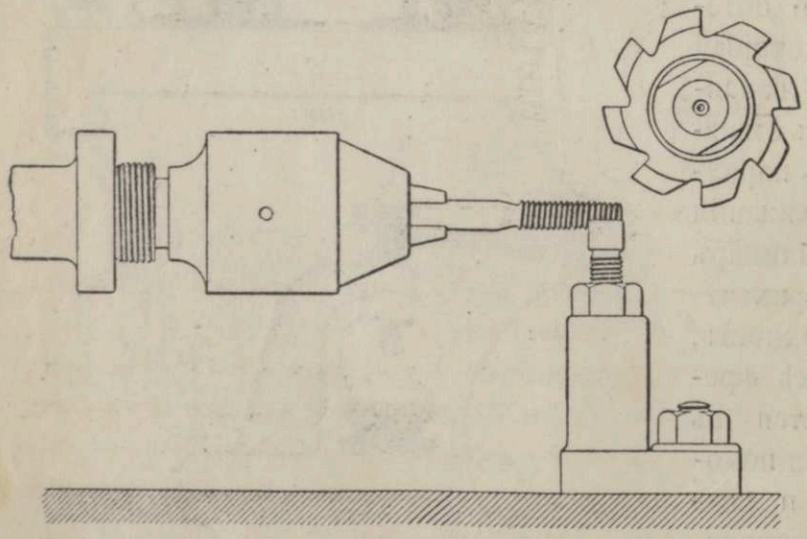


Фиг. 600.



Фиг. 601.

для подпорки длинныхъ и сравнительно тонкихъ издѣлій, чтобы они не прогибались подъ давленіемъ фрезера или подъ дѣйствіемъ собственнаго вѣса. На фиг. 600 представлено примѣненіе люнета при обработкѣ фрезеромъ тонкаго стержня, поставленнаго на центры. Люнетъ состоитъ изъ стойки *a*, которая привинчивается къ столу машины; изъ стойки вывинчивается винтъ *b* съ плоской упорной головкой, и когда головка подопретъ издѣліе надлежащимъ образомъ, винтъ закрѣпляется контръ-гайкой *c*. Конечно люнеты могутъ имѣть очень разнообразную конструкцію.

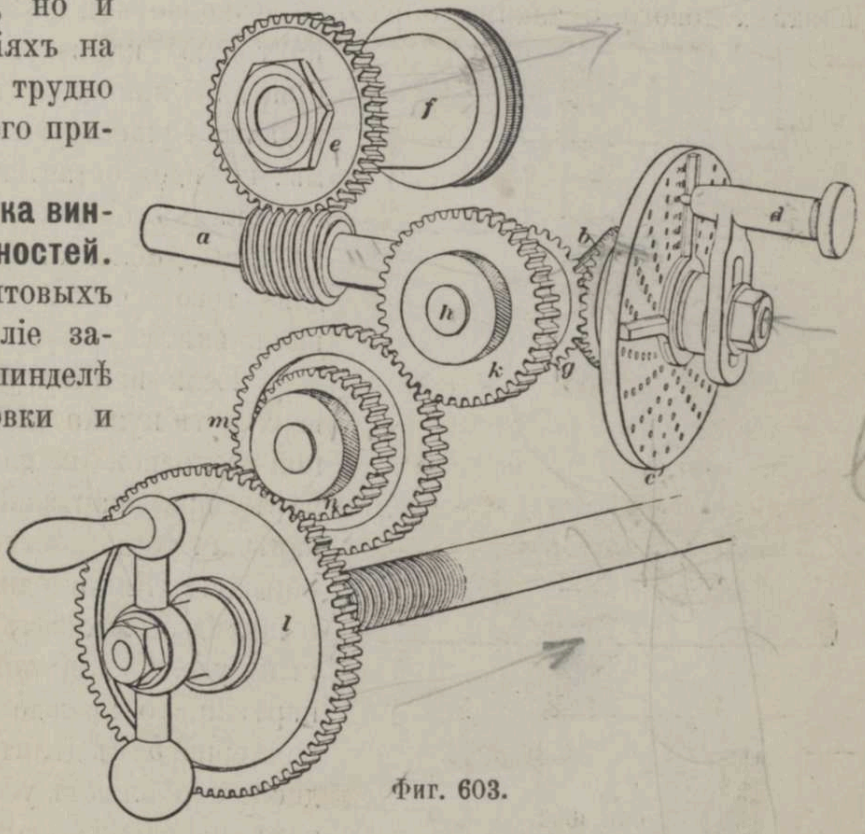


Фиг. 602.

374. Люнеты, удерживающіе издѣліе отъ бокового перемѣщенія. Описанный люнетъ съ плоской упорной головкой удерживаетъ издѣліе отъ прогиба въ вертикальной плоскости. Но иногда фрезеръ имѣетъ такую форму, что стремится прогнуть издѣліе въ горизонтальной плоскости. Для предупрежденія подобнаго прогиба головка упорнаго болта должна имѣть угловую канавку (фиг. 601). Такой болтъ не долженъ ввинчиваться въ стойку, а лишь плотно входить въ сдѣланное для него

отверстіе; подъемъ же винта совершается поворачиваніемъ гайки *c*. Подобное приспособленіе приходится, напримѣръ, употреблять при прорѣзаніи канавокъ въ тонкихъ мечикахъ, какъ это показано на фиг. 602.

Описанные люнеты поддерживаютъ издѣліе только въ одной точкѣ. Этого бываетъ иногда недостаточно при очень гибкихъ издѣліяхъ; и идеальнымъ люнетомъ было бы такое приспособленіе, которое поддерживало бы издѣліе какъ разъ подъ тѣмъ мѣстомъ, гдѣ на него нажимаетъ фрезеръ. Осуществить это можно, подпирая издѣліе по всей его длинѣ, или же дѣлая подвижной люнетъ, который перемѣщался бы по длинѣ издѣлія. Послѣднее осуществить очень трудно, такъ какъ такой люнетъ будетъ пригоденъ только для цилиндрическихъ или призматическихъ предметовъ, но и при такихъ издѣліяхъ на фрезовой машинѣ трудно найти мѣсто для его прикрѣпленія.

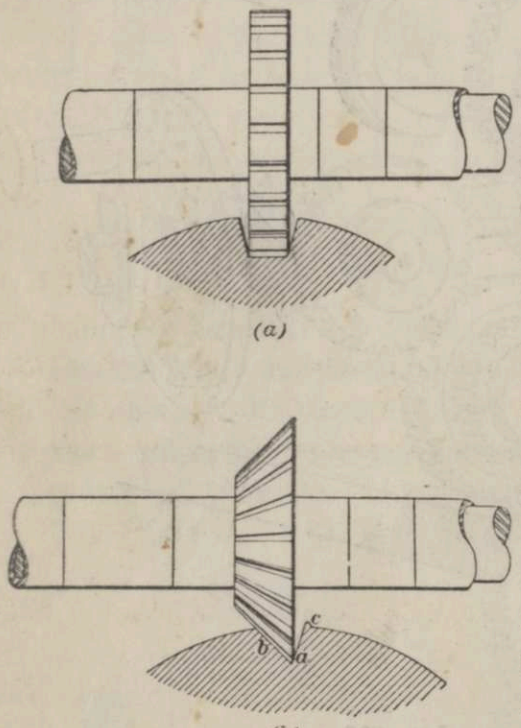


Фиг. 603.

375. Обработка винтовыхъ поверхностей. Для обработки винтовыхъ поверхностей, издѣліе закрѣпляется на шпинделѣ дѣлительной головки и шпинделю сообщается непрерывное вращательное движеніе, при чемъ сама головка вмѣстѣ со столомъ передвигается продольно; въ результатѣ получается винтовое движеніе. Непрерывное движеніе шпинделю дѣлительной головки сообщается отъ ходового винта верхняго стола машины.

Схематически эта передача изображена на фиг. 603. На червячномъ валу около дѣлительнаго диска *c* посажена вольноконическая шестерня *b*, сцѣпляющаяся съ другой конической шестерней *g*. Эта шестерня сидитъ на шпонкѣ на валикѣ *h*; на томъ же валикѣ на шпонкѣ сидитъ цилиндрическая шестерня *k*. Далѣе идутъ промежуточныя шестерни *m* и *n*, передающія сцѣпленіе колесу *l*, сидящему на ходовомъ винтѣ верхняго стола машины. Шестерня *b* можетъ сцѣпляться особымъ штифтомъ съ дискомъ *c*. Если дискъ *c* расцѣпить отъ установочнаго штифта, устанавливающаго дискъ неподвижно относительно тѣла головки, и ввести въ зацѣпленіе штифтъ, соединяющій дискъ *c* съ шестерней *b* и ввести въ зацѣпленіе штифтъ *d*, движеніе отъ ходового винта будетъ передаваться черезъ шестерню *b*, дискъ *c* и рукоятку *d* червячному валу *a*, и

шпиндель дѣлительной головки будетъ приводиться въ равномѣрное вращательное движеніе. Шагъ винтовой линіи, описываемой какой-либо точкой шпинделя дѣлительной головки будетъ зависѣть отъ того, какой путь пройдетъ ходовой винтъ или какое число оборотовъ этотъ винтъ сдѣлаетъ при одномъ оборотѣ шпинделя головки, а это будетъ зависѣть отъ величины передачи зубчатыхъ колесъ l, m, n и k. Всѣ эти колеса дѣлаются смѣнными, и ось, на которой насажены колеса m, n дѣлается передвижной, такъ чтобы въ зацѣпленіе можно было вводить колеса различныхъ діаметровъ. Иногда между колесами k и m, или n и l вводится еще промежуточное колесо, которое, не измѣняя передаточнаго числа, измѣняетъ направленіе движенія шпинделя относительно движенія винта ходового, и такимъ образомъ дозволяетъ нарѣзать правую и лѣвую винтовую нарѣзку. Здѣсь приведенъ примѣръ наиболѣе простой схемы передачи. Существуютъ и другія системы, но идея остается та же самая. При машинахъ обыкновенно прилагаются таблицы, облегчающія выборъ колесъ для того, чтобы получить нужный шагъ винта.



Фиг. 604.

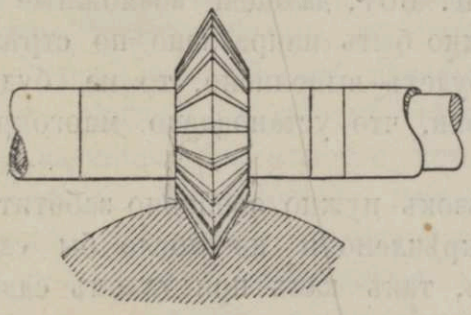
Если при нарѣзаніи винтовой поверхности нужно пользоваться дѣлительной головкой и для дѣленія, напримѣръ при нарѣзаніи многооборотной нарѣзки, тогда поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Когда одна нарѣзка сдѣлана, и шпиндель желаютъ повернуть на нужный уголъ для производства второй нарѣзки, то прежде всего разобщаютъ шестерню b съ дѣлительнымъ дискомъ c; дискъ скрѣпляютъ установочнымъ штифтомъ неподвижно относительно головки и, поворачивая рукоятку d, поворачиваютъ шпиндель на требуемый уголъ. Послѣ этого снова вынимаютъ изъ диска установительный штифтъ, соединяютъ дискъ съ шестерней b и продолжаютъ слѣдующую нарѣзку.

376. Производство винтовой нарѣзки. Въ большинствѣ случаевъ винтовая нарѣзка примѣняется при прорѣзаніи различнаго рода канавокъ, какъ напримѣръ, при изготовленіи винтовыхъ развертокъ, винтовыхъ сверлъ, фрезеровъ съ винтовыми рѣжущими ребрами, нарѣзки зубьевъ, винтовыхъ зубчатыхъ колесъ и др.

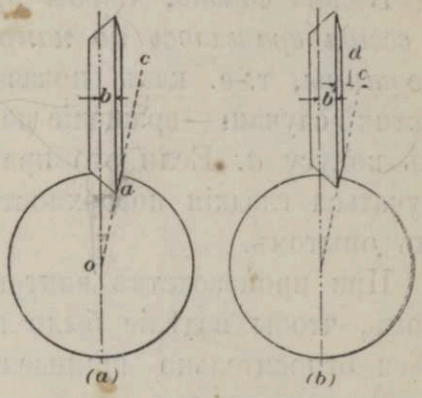
Нарѣзку можно производить торцевыми фрезерами и фрезерами другихъ формъ, но при этомъ нужно имѣть въ виду, что *при нарѣзаніи не торцевыми фрезерами верхній столъ машины долженъ быть нѣсколько повернутъ около вертикальной оси*, такъ, чтобы плоскость вращенія фрезера была касательной къ винтовой нарѣзкѣ. Если этого не

сдѣлать, то профиль прорѣзаемой канавки будетъ сильно отличаться отъ профиля употребляемаго фрезера.

Прорѣзать точно винтовую канавку съ прямоугольнымъ сѣченіемъ при помощи цилиндрическаго фрезера нельзя, такъ какъ вслѣдствіе того, что рѣзаніе не ограничивается діаметральной плоскостью, а въ рѣзаніи участвуютъ и зубья, выходящіе изъ этой плоскости, канавка всегда получается въ видѣ трапеціи, какъ это и показано въ нѣсколько преувеличенномъ



Фиг. 605.

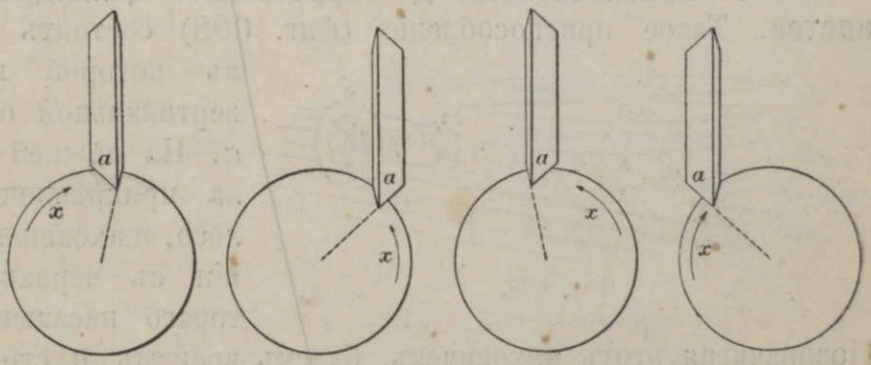


Фиг. 606.

видѣ на фиг. 604 *a*, поэтому, *если хотятъ получить вполнѣ правильный прямоугольный профиль, то для этой работы нужно примѣнять торцевый фрезеръ.*

Точно также, если мы будемъ прорѣзать канавку коническимъ фрезеромъ, у котораго рѣжущія ребра расположены только по образующимъ конуса, профиль канавки не будетъ соотвѣтствовать профилю фрезера, она получится, какъ показано въ преувеличенномъ видѣ на фиг. 604 *b*; кромѣ того сторона канавки *a* будетъ не гладкая, и ясно будетъ замѣтенъ заусенецъ *c*.

Такимъ образомъ, *всѣ фрезера, за исключеніемъ торцевыхъ, даютъ при прорѣзаніи винтовыхъ канавокъ искаженный профиль, уширяя его всегда къ наружной сторонѣ.*



Фиг. 607.

Чтобы получить правильный треугольный не симметричный профиль, должны примѣняться двойные коническіе фрезеры съ соотвѣтственно выбраннымъ наклономъ сторонъ (фиг. 605).

Очень часто при прорѣзаніи канавокъ двойными коническими фрезерами требуется, чтобы одна изъ сторонъ канавки была направлена по радіусу *oc*, какъ показано на фиг. 606 *a*. Для этого необходимо, чтобы плоскость стыка двухъ основаній конусовъ у фрезера была бы сдвинута отъ вертикали на величину *b*. Ясно, что этотъ сдвигъ долженъ

быть тѣмъ меньше, чѣмъ больше будетъ углубленъ фрезеръ, такъ что на фиг. 606 *b* углубленіе меньше, а сдвигъ поэтому больше. Если мы обозначимъ черезъ R радіусъ издѣлія, черезъ a уголъ конуса и δ глубину канавки, то величина необходимаго сдвига опредѣлится изъ

$$b = (R - \delta) \operatorname{Sin} a.$$

Весьма *важно, чтобы при прорѣзаніи винтовыхъ канавокъ, издѣліе всегда вращалось по направленію конуса съ болѣе острымъ угломъ у вершины*, т.-е. какъ показано на фиг. 607, дающей возможные въ практикѣ случаи; —вращеніе издѣлія должно быть направлено по стрѣлкѣ *x* къ конусу *a*. Если это правило не будетъ выполнено, то не будутъ получаться гладкія поверхности у канавки, что установлено многократнымъ опытомъ.

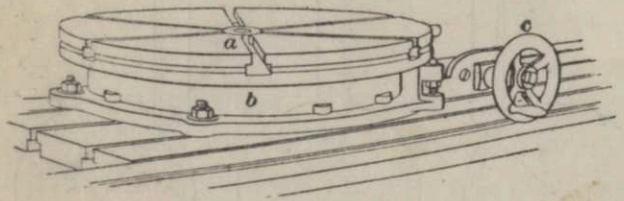
При производствѣ винтовыхъ нарѣзокъ нужно особенно заботиться о томъ, чтобы издѣліе было прочно закрѣплено и не могло бы сдвинуться относительно шпинделя головки, такъ какъ при такомъ сдвигѣ будетъ испорчено не только издѣліе, но легко можно испортить и фрезеръ и оправку, на которой закрѣплено издѣліе.

Когда канавка прорѣзана, прежде чѣмъ передвигать издѣліе обратно, нужно вынуть фрезеръ изъ канавки, отодвигая или издѣліе или шпиндель съ фрезеромъ, иначе фрезеръ, оставаясь въ канавкѣ и двигаясь вдоль нея, легко можетъ исцарапать стороны канавки.

Различныя приспособленія для фрезовыхъ машинъ.

Число работъ, производимыхъ на фрезовыхъ машинахъ, можетъ быть значительно расширено, примѣняя различныя приспособленія. Къ такимъ приспособленіямъ относятся слѣдующія.

377. Приспособленіе для фрезованія цилиндрическихъ поверхностей. Такое приспособленіе (фиг. 608) состоитъ изъ коробки *b*, въ которой вращается около вертикальной оси круглый столъ *a*. На нижней поверхности стола прикрѣплено червячное колесо, находящееся въ зацѣпленіи съ червякомъ, на оси котораго насаженъ маховичекъ *c*. Поворачивая этотъ маховичекъ, будемъ вращать и столъ *a* около вертикальной оси.

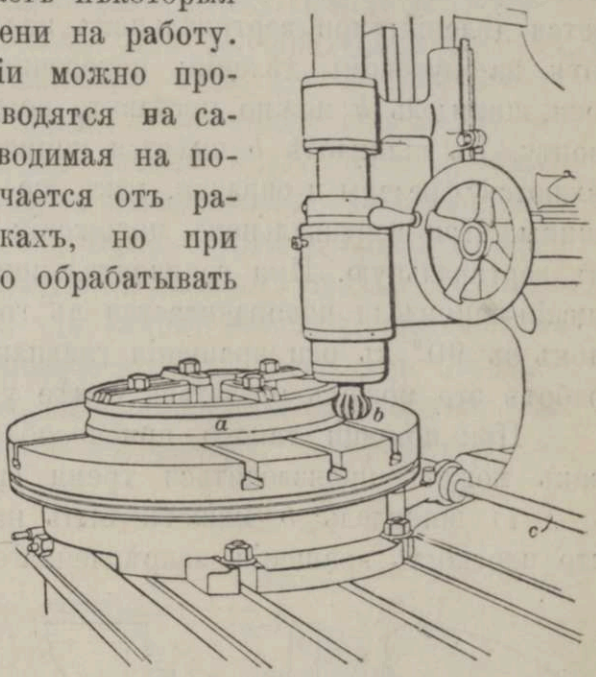


Фиг. 608.

Вмѣсто того, чтобы червякъ вращать отъ руки, на нѣкоторыхъ машинахъ это движеніе сообщается отъ привода. Такъ, на фиг. 609 представлено такое приспособленіе, поставленное на столѣ вертикальной фрезовой машины, при чемъ червяку сообщается вращеніе отъ привода валикомъ *e*. На этой же фиг. показанъ и **примѣръ работы, которую можно производить на подобномъ приспособленіи.** Здѣсь къ вращающемуся столу прикрѣплена отливка, изъ которой будетъ приготовлено

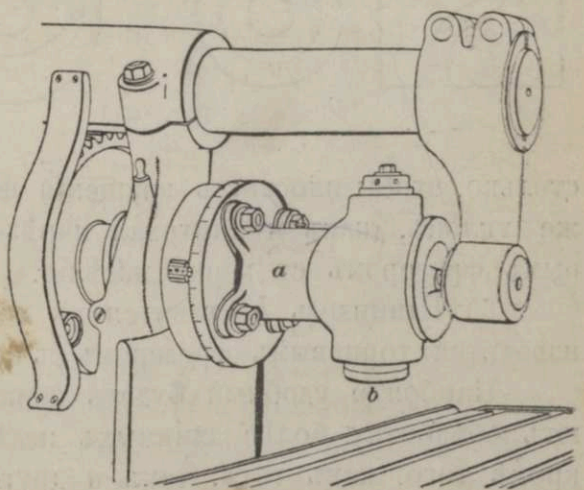
червячное колесо. Эту отливку нужно обработать по ея внѣшней окружности *a*. Для обработки примѣняется фасонный фрезеръ *b*. Ту же работу можно было произвести на самоточкѣ, но опытъ иоказываетъ, что обработка на фрезовой машинѣ даетъ нѣкоторыя выгоды въ смыслѣ затраты времени на работу.

На подобномъ приспособленіи можно производить всѣ работы, какія производятся на самоточкахъ. Вообще работа, производимая на подобномъ приспособленіи, не отличается отъ работы, производимой на самоточкахъ, но при такомъ способѣ обработкѣ можно обрабатывать прерывающіяся поверхности, какъ напримѣръ, промежутки между спицами маховиковъ, цилиндрическія поверхности, переходящія затѣмъ въ плоскія поверхности, какъ напримѣръ скоба шатунной головки и т. п.



Фиг. 609.

378. Приспособленіе, превращающее временно горизонтальную машину въ вертикальную. Для многихъ работъ вертикальная фрезовая оказывается болѣе удобной лишь потому, что рабочему предоставляется возможность болѣе удобно наблюдать за работой. Въ виду этого представляется желательнымъ имѣть возможность иногда горизонтальную фрезовую машину превращать на нѣкоторое время въ вертикальную. Такое приспособленіе можетъ значительно расширить число работъ, съ удобствомъ исполняемыхъ на горизонтальной фрезовой машинѣ и дастъ возможность производить даже такія работы, которыя вообще для горизонтальной машины невозможны. Напримѣръ, нарѣзаніе зубьевъ у очень длинныхъ реекъ, прорѣзаніе винтовыхъ канавокъ съ очень малымъ шагомъ, отрѣзаніе очень длинныхъ полосъ, которыя не могутъ быть положены параллельно шпинделю машины и др.



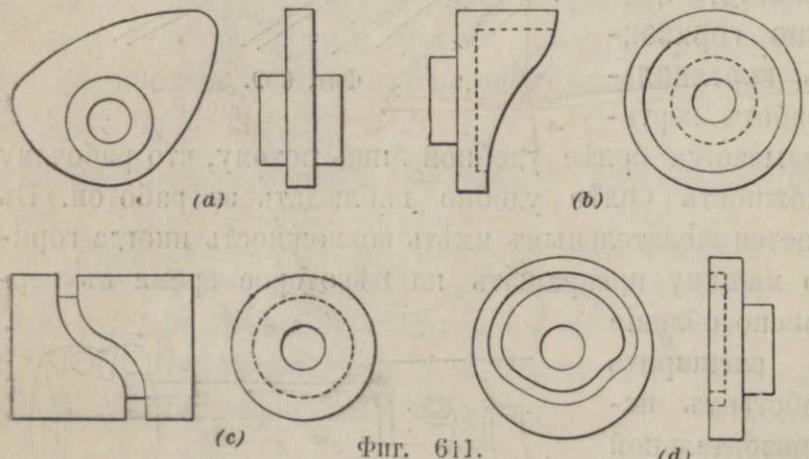
Фиг. 610.

Такое приспособленіе изображено на фиг. 610. Оно состоитъ изъ чугуннаго тѣла *a*, которое привертывается къ машинѣ около шпинделя. Тѣло это можно поворачивать около его оси и въ любомъ положеніи закрѣплять болтами. Внутри тѣла проходитъ валъ, который входитъ въ конусъ шпинделя, и такимъ образомъ получаетъ отъ послѣд-

няго вращеніе; кромѣ того въ томъ же тѣлѣ помѣщается другой валъ *b*, расположенный перпендикулярно къ первому валу. Движеніе этому валу или шпинделю сообщается при помощи коническихъ зубчатыхъ колесъ. На окружности шайбы, которой тѣло *a* прикрѣпляется къ станинѣ, имѣются дѣленія; при вертикальномъ положеніи шпинделя *b* указатель стоитъ на нулевомъ дѣленіи; поворачивая тѣло *a* около горизонтальной оси, шпиндель *b* можно поставить подъ произвольнымъ угломъ къ горизонту. Въ шпинделѣ *b* имѣется коническое отверстіе, въ которое вставляются фрезеры и оправки, такъ же какъ и въ главный шпиндель машины. При вертикальномъ положеніи шпинделя *b* машина обращается въ вертикальную. При горизонтальномъ положеніи шпинделя *b* ось вращенія шпинделя поворачивается въ горизонтальной плоскости подъ угломъ въ 90° къ оси вращенія главнаго шпинделя машины; для многихъ работъ это можетъ оказаться болѣе удобнымъ.

При помощи такого приспособленія прорѣзаніе винтовыхъ канавокъ можетъ производиться тремя способами:

1) шпиндель *b* можетъ быть наклоненъ къ горизонту настолько, что плоскость вращенія закрѣпленнаго въ немъ фрезера имѣетъ одинаковый наклонъ къ вертикали, какъ и винтовая линія. Рѣзаніе въ такомъ случаѣ производится не торцевымъ фрезеромъ съ боку издѣлія.



Фиг. 611.

2) Шпиндель *b* ставится горизонтально и верхній столъ машины поворачивается относительно вертикальной оси настолько, чтобы плоскость вращенія фрезера имѣла къ оси издѣлія такой же уклонъ, какъ и винтовая нарѣзка. Рѣзаніе производится не торцевымъ фрезеромъ съ верху издѣлія.

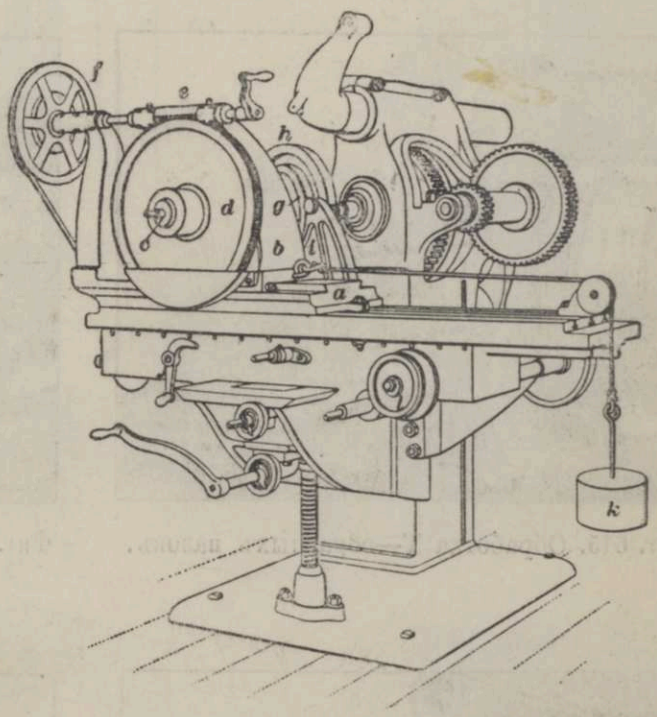
3) Шпиндель *b* ставится въ вертикальное положеніе. Рѣзаніе производится торцевымъ фрезеромъ съ верху издѣлія.

Наиболѣе удобный будетъ первый и третій способы; они допускаютъ обработку болѣе длинныхъ издѣлій, не загораживая тѣломъ фрезера; кромѣ того, какъ тотъ, такъ и другой не требуютъ поворота верхняго стола, а потому съ такимъ приспособленіемъ и простая фрезовая машина можетъ быть примѣнена для прорѣзанія винтовыхъ канавокъ.

379. Приспособленіе для копировальныхъ работъ, напримѣръ для обработки кулачковъ. Кулачки, примѣняющіеся въ различныхъ механизмахъ для сообщенія движенія по извѣстному закону, раздѣляются на кулачки *радіальные* (фиг. 611 *a*), сообщающіе движеніе перпендикулярно къ оси ихъ вращенія, и *осевые* (фиг. 611 *b*), сообщающіе движеніе

параллельно ихъ оси вращенія. Тѣ и другіе могутъ быть желобчатые (фиг. 611 *c* и *d*).

Для приготовленія такихъ кулачковъ на фрезовой машинѣ долженъ имѣться *образцовый кулачекъ*, представляющій форму, подобную исполняемому. Кромѣ того на машинѣ должно быть особое приспособленіе, устройство котораго представлено на фиг. 612. На верхній столъ машины привертывается добавочный столъ *a*, по точно обработаннымъ направляющимъ котораго передвигается стойка *b*. Въ подшипникахъ стойки закрѣпляется валъ *c*, на которомъ насаживается червячное колесо *d*, сцѣпляющееся съ червякомъ *e*. Червякъ можетъ приводиться въ движеніе или отъ руки или отъ приводнаго шкива *f*; шкивъ *f* насаженъ на валъ на подвижной шпонкѣ, такъ что валъ *cf* вмѣстѣ съ червячнымъ колесомъ и стойкой *b* можетъ передвигаться вдоль своей оси. Образцовый кулачекъ *g* и кулачекъ *h*, подлежащій обработкѣ, насаживаются на валъ *c*. Образцовый кулачекъ упирается въ роликъ, закрѣпленный въ стойкѣ *i*. Къ этому ролику кулачекъ прижимается дѣйствіемъ груза *k*, прикрѣпленнаго шнуромъ къ стойкѣ *b*. Понятно, что при вращеніи вала *c*, образцовый кулачекъ будетъ упираться въ упорный роликъ и будетъ заставлять валъ *c* вмѣстѣ съ стойкой *b* передвигаться въ горизонтальномъ направленіи, при этомъ обрабатываемый кулачекъ *h* будетъ подходить къ фрезеру, который и обрабатываетъ его, сообщивъ ему форму, подобную формѣ образцоваго кулачка. Такъ обрабатываются радіальные кулачки, если нужно обработать осевой кулачекъ, столъ *a* повертываютъ на 90°. Ползунъ и стойку *b* закрѣпляютъ неподвижно, а валъ *c* получаетъ свободу для передвиженія вдоль оси во втулкѣ червячнаго колеса, соединеннаго съ нимъ подвижной шпонкой. Грузъ *k* прикрѣпляется къ валу *c* и дѣйствуетъ на него. Образцовый кулачекъ упирается въ роликъ уже торцевой стороной и попрежнему нажимается грузомъ *k*. Шкивъ *f* получаетъ движеніе отъ шкива *l*.

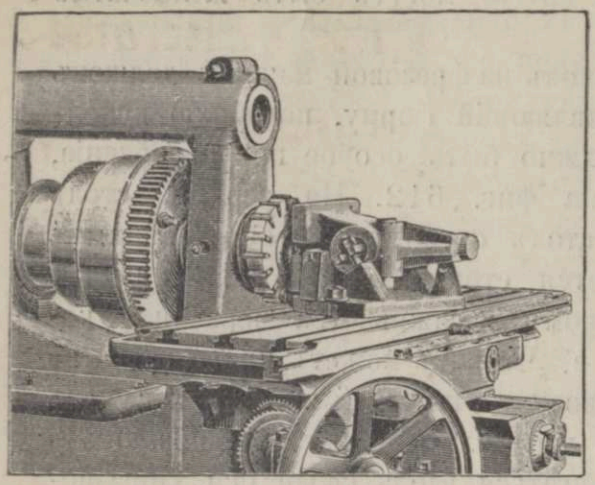


Фиг. 612.

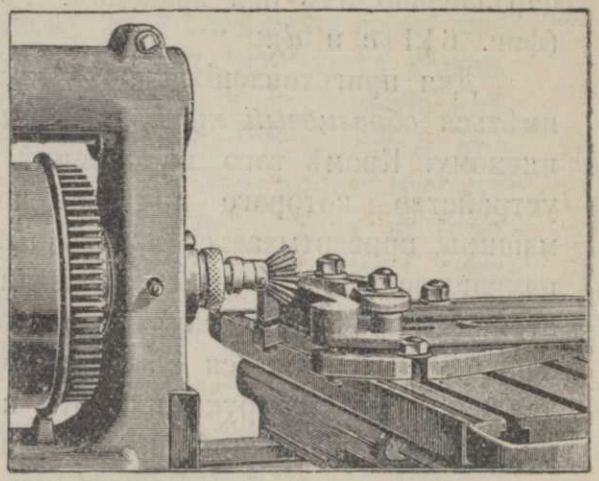
Точно также производится нарѣзка бороздчатыхъ кулачковъ.

Образцовые кулачки приготовляются частью на фрезовой машинѣ, частью обрабатываются руками.

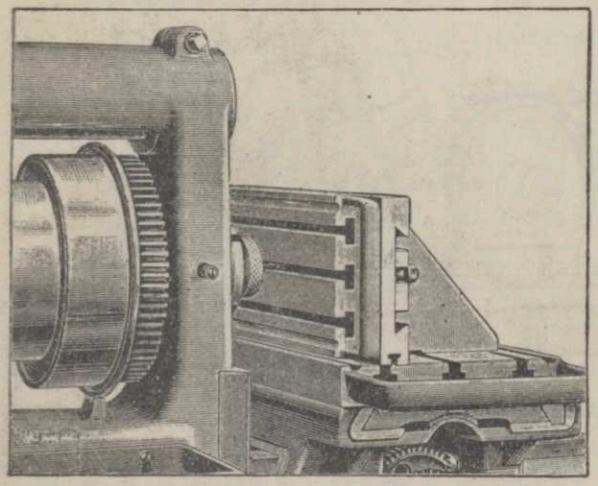
На фиг. 613—624 представлены различные случаи, обработки на фрезовыхъ машинахъ.



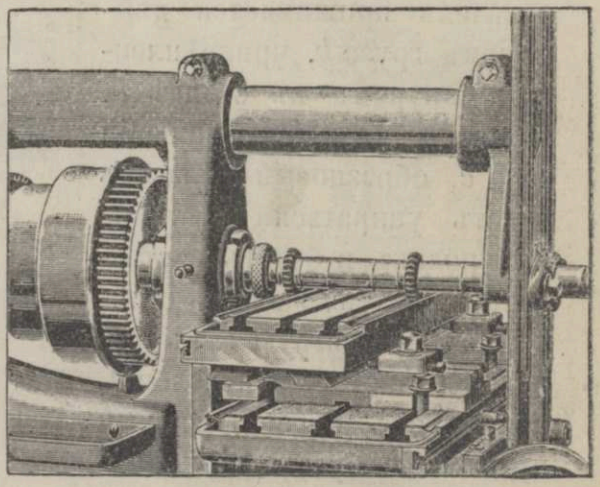
Фиг. 613. Обработка плоскости торцемъ дискового фрезера.



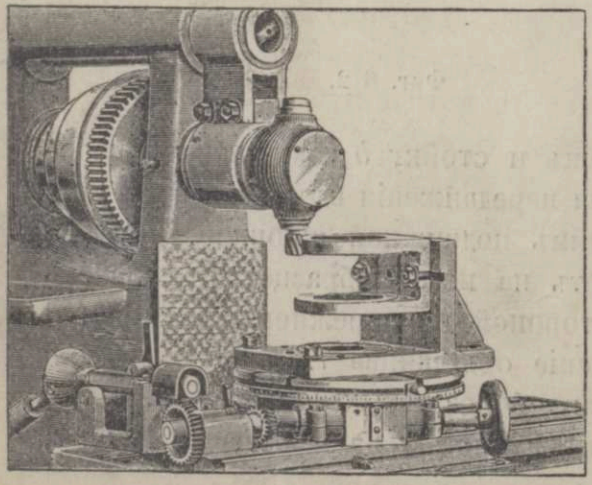
Фиг. 614. Обработка угла коническимъ фрезеромъ; столъ движется вертикально



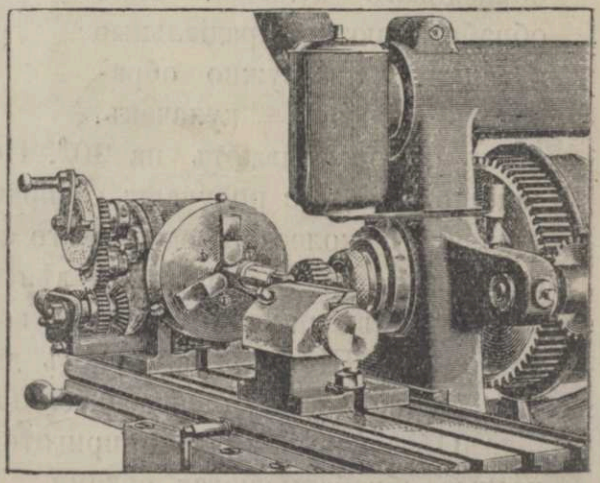
Фиг. 615. Обработка Т—образныхъ пазовъ.



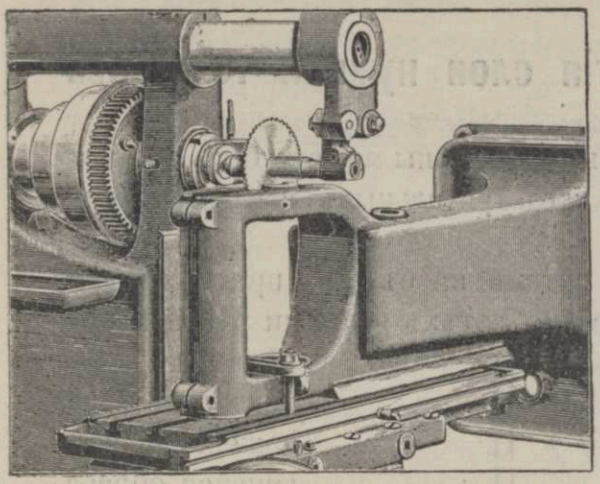
Фиг. 616. Обработка двухъ канавокъ комбинированнымъ фрезеромъ.



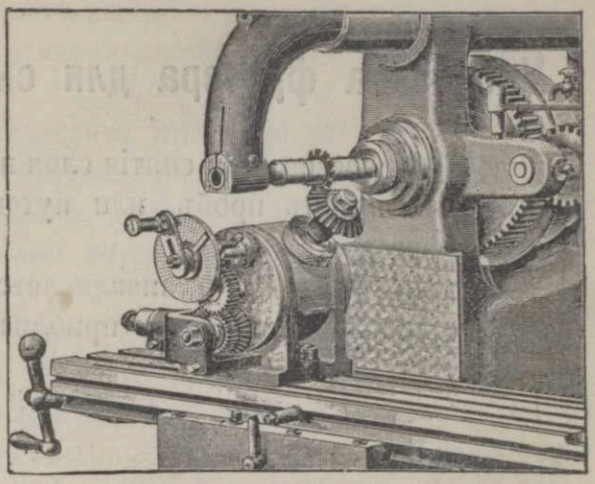
Фиг. 617. Обработка цилиндрической поверхности вертикальнымъ фрезеромъ; издѣліе повертывается около вертикальной оси.



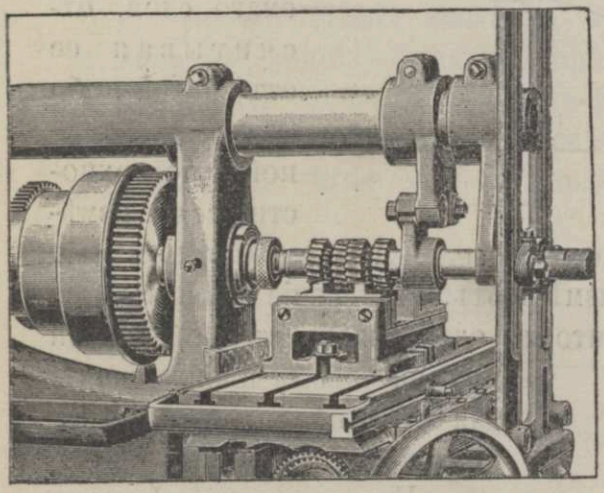
Фиг. 618. Обработа квадрата на концѣ цилиндра торцовымъ фрезеромъ.



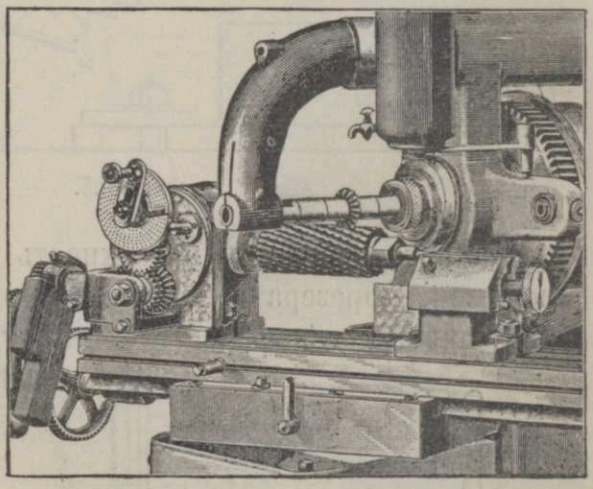
Фиг. 619. Прорѣзаніе глубокой канавки пилой.



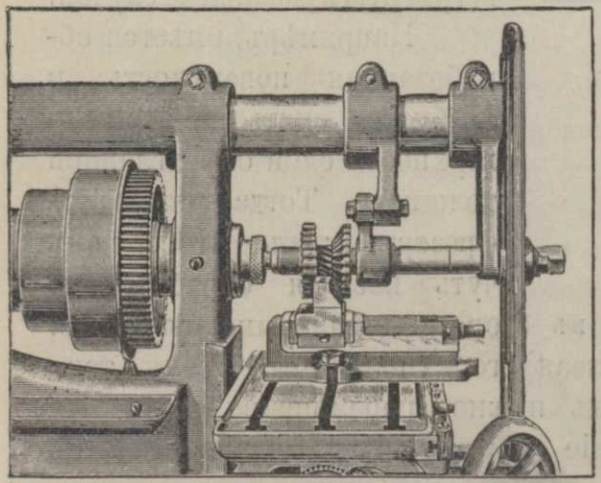
Фиг. 620. Нарѣзаніе зубьевъ коническаго колеса; издѣліе закрѣплено въ дѣлительной головкѣ.



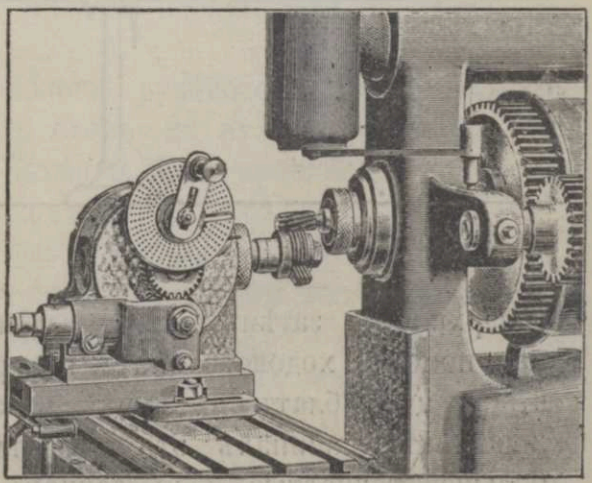
Фиг. 621. Обработка комбинированнымъ фрезеромъ.



Фиг. 622. Нарѣзаніе винтовыхъ зубьевъ цилиндрическаго фрезера.



Фиг. 623. Обработка комбинированнымъ фрезеромъ; издѣліе закрѣплено въ тискахъ.

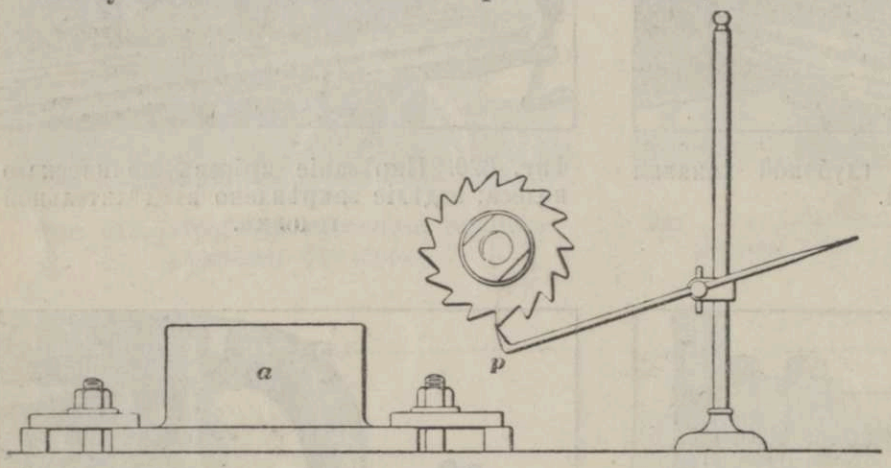


Фиг, 624. Обработка части цилиндрической поверхности; издѣліе закрѣплено въ дѣлительной головкѣ.

Установка фрезера для снятія слоя нужной толщины.

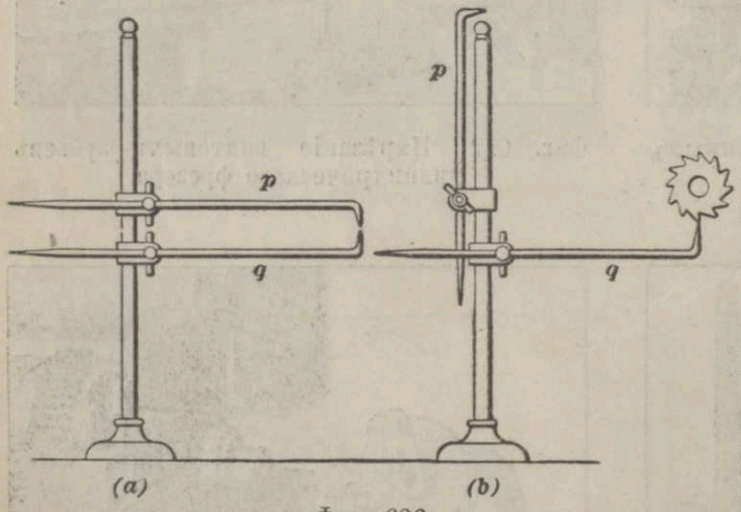
— **380.** Фрезеръ для снятія слоя нужной величины можетъ быть установленъ или путемъ пробъ, или путемъ предварительныхъ измѣреній положенія фрезера.

Если фрезеръ устанавливается путемъ пробъ, то предварительно онъ устанавливается лишь приблизительно, затѣмъ начавши рѣзаніе, провѣряютъ или правильное положеніе получающейся обрабатываемой поверхности или толщину снимаемаго слоя, отсчитывая ее отъ какой-либо уже обработанной поверхности; если измѣреніе покажетъ, что поверхность получается не на должномъ мѣстѣ, положеніе фрезера соотвѣтственно измѣняютъ. Измѣреніе производится подходящимъ мѣрительнымъ инструментомъ, очень часто, въ особенности при массовомъ производствѣ, для этой цѣли примѣняются предѣльные калибры.



Фиг. 625.

При установкѣ фрезера путемъ непосредственнаго измѣренія его положенія могутъ встрѣтиться различные случаи.



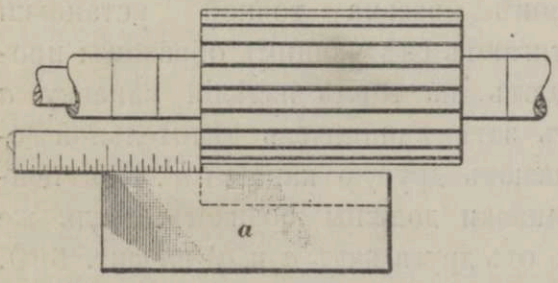
Фиг. 626.

Напримѣръ, имѣется обработанная поверхность и требуется снять на этой поверхности слой опредѣленной толщины. Тогда подводятъ фрезеръ, такъ, чтобы онъ чуть касался обработанной поверхности; затѣмъ, отведя издѣліе въ сторону, приподымаютъ столъ, при помощи ходового винта, поворачивая его на извѣстный уголъ, такъ чтобы циферблатъ на винтѣ показалъ нужное перемѣщеніе стола. На хорошихъ машинахъ это перемѣщеніе можетъ быть произведено съ большей точностью и въ данномъ случаѣ ходовой винтъ служитъ какъ бы микрометромъ. Если установленный такимъ образомъ фрезеръ пустить въ работу, то онъ и сниметъ слой нужной толщины.

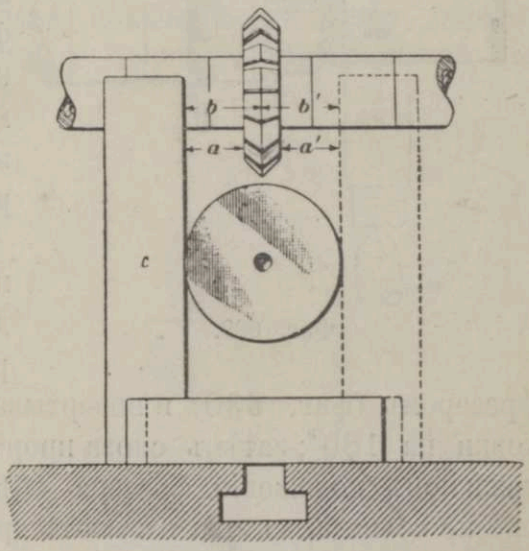
Понятно, что этотъ пріемъ можетъ примѣняться въ очень разнообразныхъ видахъ, сообразуясь съ различными условіями, при которыхъ приходится работать.

Во всѣхъ такихъ перестановкахъ стола при помощи ходовыхъ винтовъ на опредѣленную величину въ вертикальномъ или въ горизонтальномъ направленіи *необходимо обращать вниманіе на то, чтобы существующій между винтомъ и гайкой зазоръ не внесъ погрѣшности въ отсчетъ измѣренія.*

Можетъ быть такой случай (фиг. 625). Имѣется деталь *a* съ нижней обработанной поверхностью; требуется обработать верхнюю поверхность на извѣстномъ разстояніи отъ нижней. Издѣліе устанавливается обработанной поверхностью на столъ машины. На столъ машины ставится штативъ, конецъ иглы котораго *p* устанавливается отъ стола на нужномъ разстояніи; это можетъ быть измѣрено при помощи точнаго масштаба или другого мѣрительнаго инструмента. Фрезеръ подводится къ концу иглы *p*, слѣдя за тѣмъ, чтобы точка прикосновенія нижняго зуба лежала на одной вертикали, проходящей черезъ ось фрезера. Когда фрезеръ установленъ такимъ образомъ на должной высотѣ отъ поверхности стола, а слѣдовательно и отъ нижней поверхности издѣлія *a*, машину пускаютъ въ работу.



Фиг. 627.



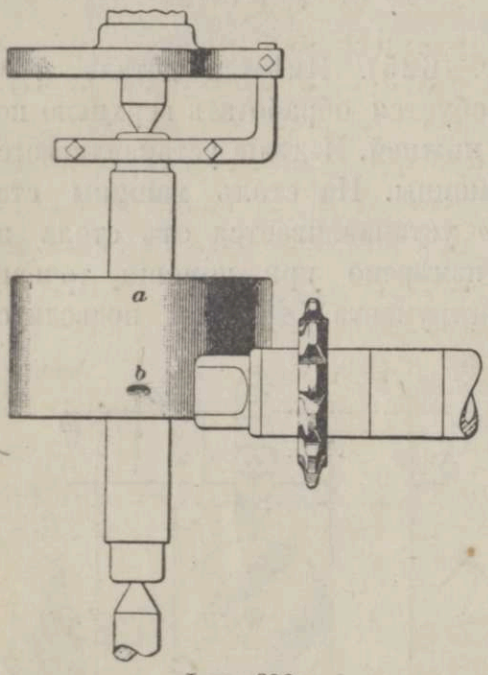
Фиг. 628.

Если машина не имѣетъ циферблата, руководствуясь показаніями котораго можно было бы передвинуть столъ на нужную величину, то соотвѣтствующее перемѣщеніе стола можетъ быть произведено при помощи указаній штатива съ двумя иглами (фиг. 626).

Положимъ, что съ какой-нибудь обработанной поверхности требуется снять слой опредѣленной толщины. Тогда къ поверхности подводятъ иглу *p* штатива, (фиг. 626*a*) и, пробуя тонкой бумажкой, устанавливаютъ острее иглы такъ, чтобы оно чуть-чуть касалось поверхности. Затѣмъ устанавливаютъ друю иглу *q*, такъ, чтобы ея острее отстояло отъ иглы *p* на толщину снимаемаго слоя. Измѣреніе можно производить различными мѣрительными инструментами или калибрами. Когда игла *q* установлена, иглу *p* отводятъ въ сторону и по иглѣ *q* устанавливаютъ фрезеръ (фиг. 626*b*).

Боковое положеніе фрезеровъ при вырѣзаніи слоевъ можетъ быть измѣрено, какъ показано на фиг. 627.

Часто приходится на цилиндрахъ прорѣзать канавки, расположенныя какъ разъ по вертикальному діаметру. Въ такомъ случаѣ фрезеръ можетъ быть установленъ измѣреніемъ разстояній *a* отъ приставленныхъ къ цилиндру угольниковъ *c* (фиг. 628). Если фрезеръ угловой и не симметричный, приходится измѣрять разстояніе *b* и *b'* отъ гребня фрезера.

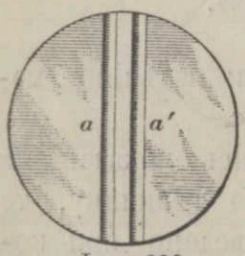


Фиг. 629.

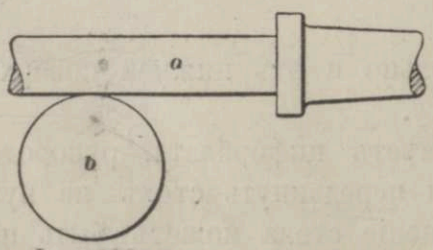
Если издѣліе закрѣплено на центрахъ, то быстро установить фрезеръ центрально можно, подводя фрезеръ къ центру.

На центрахъ же поставленное издѣліе можно довольно удобно установить центрально относительно фрезера (фиг. 629), подводя издѣліе подъ фрезеръ такъ, чтобы онъ слегка коснулся его и вырѣзалъ бы на издѣліи маленькій овалъ *b*. Тогда фрезеръ ставится такимъ образомъ, чтобы его середина совпала съ срединой овала.

При издѣліи закрѣпленномъ въ патронѣ весьма точной установки достигаютъ слѣдующимъ образомъ: прорѣзаютъ на торцѣ издѣлія канавку *a* фрезеромъ (фиг. 630) и повертываютъ затѣмъ шпиндель дѣлительной головки на 180°; затѣмъ снова прорѣзываютъ другую канавку *a'*. При центральномъ положеніи фрезера обѣ канавки должны совпасть. Если же онѣ не совпадаютъ или отстаютъ другъ отъ друга какъ *a* и *a'* на фиг. 630, то это укззываетъ на неправильность установки.



Фиг. 630.



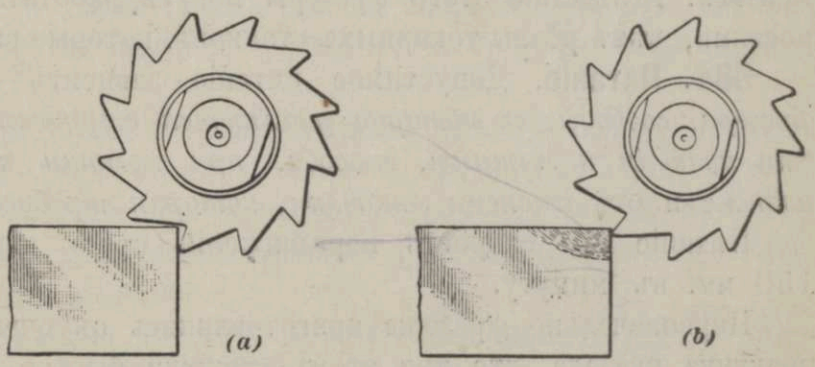
Фиг. 630*a*.

Если требуется установить торцевый фрезеръ такъ, чтобы его ось проходила черезъ ось цилиндра, то для этого вмѣсто фрезера вставляютъ въ шпиндель машины цилиндрическую оправку извѣстнаго діаметра, подводятъ оправку *a* къ издѣлію *b* (фиг. 630*a*), такъ чтобы они слегка соприкоснулись (что можетъ быть опредѣлено при помощи тонкаго листка бумаги) и затѣмъ, отведя столъ въ сторону, подымаютъ столъ на величину, равную суммѣ радіусовъ обрабатываемаго цилиндра и оправки; — этимъ и будетъ достигнуто, что ось шпинделя пройдетъ черезъ ось обрабатываемаго цилиндра.

Рѣзаніе.

381 Начало рѣзанія. Когда фрезеръ установленъ относительно издѣлія въ надлежащее положеніе, издѣліе приближаютъ возможно близко къ фрезеру и начинаютъ питаніе. *Во всѣхъ случаяхъ лучше пускать самоходъ и самоходомъ подводить издѣліе къ фрезеру*, такъ какъ при этомъ нѣтъ опасности придвинуть издѣліе слишкомъ быстро къ фрезеру, такъ что оно очутится передъ началомъ рѣзанія между зубьями фрезера, какъ показано на фиг. 631*a*, при чемъ можетъ сломаться какъ издѣліе, такъ и фрезеръ. Если же пустить питаніе самоходомъ, то издѣліе подойдетъ къ фрезеру постепенно и фрезеръ начнетъ рѣзать понемногу, какъ показано на фиг. 631*b*. *Какъ бы ни было равномѣрно ручное питаніе, оно никогда не сравнится съ самоходомъ, а потому и нужно всегда, гдѣ возможно, пользоваться самоходомъ.*

382. Конецъ рѣзанія. Когда фрезеръ подходитъ къ концу обрабатываемой поверхности, въ особенности у хрупкаго матеріала, всегда существуетъ опасность, что подъ давленіемъ фрезера можетъ отломиться край издѣлія и этимъ видъ издѣлія будетъ испорченъ. Для предупрежденія такой поломки края, слѣдуетъ его спиливать на толщину снимаемаго слоя подъ угломъ въ 45^0 какъ это дѣлается и у строгальныхъ и при работѣ на шепингѣ (см. стр. 217).



Фиг. 631.

383. Скорости рѣзанія. Вслѣдствіе большого разнообразія работъ, которыя могутъ производиться на фрезовыхъ машинахъ, представляется почти невозможнымъ дать точныя указанія относительно скоростей, съ которыми слѣдуетъ заставлять работать фрезеръ. Если приходится обрабатывать большое число одинаковыхъ деталей, то выгодно произвести испытаніе, начиная съ небольшихъ сравнительно скоростей и постепенно ихъ увеличивая, и на основаніи такого испытанія установить ту скорость рѣзанія, при которой работа получается наиболѣе дешевая.

Вообще чѣмъ мягче матеріалъ, тѣмъ съ большей скоростью можно вести его обработку. Здѣсь могутъ быть приведены среднія величины для скоростей рѣзанія,

При обработкѣ неотожженной стали скорость рѣзанія рѣдко превосходитъ 5 метр. (15 ф). въ мин. Если сталь хорошо отожжена, то скорость рѣзанія можетъ быть повышена до (25 ф.) 8 метр.

Желѣзо, мягкая машинная сталь и твердый чугунъ допускаютъ скорость рѣзанія (отъ 30 до 40 ф.) отъ 10 до 14 метр. въ мин.

Чугунъ средней твердости, фосфористая бронза, алюминіевая бронза и друг. довольно вязкіе мѣдные сплавы допускаютъ скорость рѣзанія до (50 ф.) 17 метр. въ мин.

Мягкій чугунъ, очень мягкія стальныя отливки и ковкій чугунъ могутъ обрабатываться со скоростью рѣзанія въ (60 ф.) 20 метр. въ мин.

Мягкіе бронзовые сплавы (80 ф.) 27 метр.

Латунь (100 ф.) 33 метр.

У фрезеровъ изъ быстрорѣжущей стали скорости рѣзанія могутъ быть повышены въ 2 раза и болѣе.

На скорость рѣзанія въ сильной степени вліяетъ способъ охлажденія фрезеровъ. Если фрезеры остры, и если они охлаждаются при помощи поливки масломъ или содовой воды, то указанныя скорости могутъ быть увеличены на 50%.

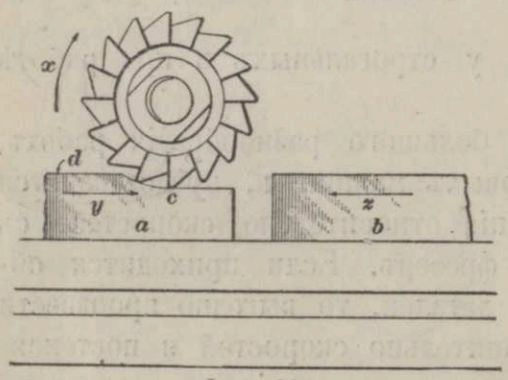
Чѣмъ острѣе фрезеръ, тѣмъ съ меньшимъ треніемъ, а слѣдовательно и съ меньшимъ количествомъ выдѣляемой теплоты онъ работаетъ.

Вообще рѣжущее ребро фрезера, снявъ извѣстный слой, проходитъ затѣмъ часть пространства, не работая, и въ это время можетъ охлаждаться. Вслѣдствіе этого фрезеры могутъ работать съ большими скоростями, чѣмъ рѣзцы токарныхъ станковъ, которые работаютъ непрерывно.

384. Питаніе. Допустимое питаніе зависитъ отъ *величины шага фрезера, свободы, съ которой удаляются стружки съ издѣлія, прочности издѣлія и машины, способа, при помощи котораго закрѣплено издѣліе* и отъ *степени отдѣлки, которая требуется отъ издѣлія.*

Питаніе или скорость передвиженія стола измѣняется отъ 15 до 150 мм. въ минуту.

Первоначально фрезеры приготовлялись съ очень мелкими зубьями; практика указала, что при этомъ стружки быстро забиваютъ промежутки между зубьями и фрезеръ перестаетъ рѣзать, а только царапаетъ матеріалъ. Вслѣдствіе этого размѣры зубьевъ постепенно увеличивались и теперь почти повсемѣстно примѣняются фрезеры съ крупными зубьями и съ крупнымъ шагомъ, такъ что ребра могутъ снимать настоящія крупныя стружки; при такой конструкціи питаніе можетъ быть значительно больше, но, конечно, оно не должно доводиться до такихъ размѣровъ, чтобы началась поломка зубьевъ у фрезеровъ.



Фиг. 632.

Такъ какъ объемъ стружекъ, заполняющихъ промежутки между зубцами, ограниченъ, то при тонкомъ снимаемомъ слоѣ питаніе можетъ быть больше; наоборотъ, при толстомъ снимаемомъ слоѣ питаніе должно быть соотвѣтственно меньше.

Чистота отдѣлываемой поверхности сильно вліяетъ на величину питанія. При грубой обработкѣ выгоднѣе работать съ меньшей скоростью и съ большимъ питаніемъ; при отдѣлкѣ поверхности, наоборотъ, лучше

придавать фрезеру большую скорость и малое питаніе. Послѣднее, впрочемъ, не относится къ дисковымъ фрезерамъ, гдѣ вставляется рѣзецъ съ широкимъ прямымъ рѣжущимъ ребромъ: въ данномъ случаѣ питаніе можетъ быть взято большое;—рѣзецъ зачищаетъ поверхность, какъ въ строгальныхъ машинахъ.

На величину питанія можетъ имѣть вліяніе также и то обстоятельство, что иногда бываетъ трудно послѣ наточки фрезера установить его такимъ образомъ, чтобы онъ продолжалъ рѣзать начатую уже поверхность, не оставляя въ мѣстѣ перерыва работы слѣда. Имѣя это въ виду, бываетъ выгоднѣе заставлять фрезеръ работать съ меньшей скоростью, но съ большимъ питаніемъ, чтобы можно было закончить всю поверхность безъ переточки фрезера.

Какимъ образомъ прочность издѣлія и машины вліяютъ на величину питанія, понятно само собой.

385. Направленіе питанія. Питаніе издѣлій можно производить двумя способами: по направленію рѣзанія, или короче, *по рѣзанію* и *противъ рѣзанія*. Если мы представимъ, что фрезеръ вращается по направленію стрѣлки x (фиг. 632), то въ первомъ случаѣ издѣліе должно подводиться по направленію стрѣлки z, а во второмъ по направленію стрѣлки y.

Какъ тотъ, такъ и другой способъ питанія имѣютъ своихъ сторонниковъ. *Большинство строителей считаетъ правильнымъ способъ питанія противъ рѣзанія*, но нѣкоторые строители фрезовыхъ машинъ, и между прочимъ извѣстный заводъ *Праттъ и Уитней*, считаютъ болѣе правильнымъ питаніе по рѣзанію.

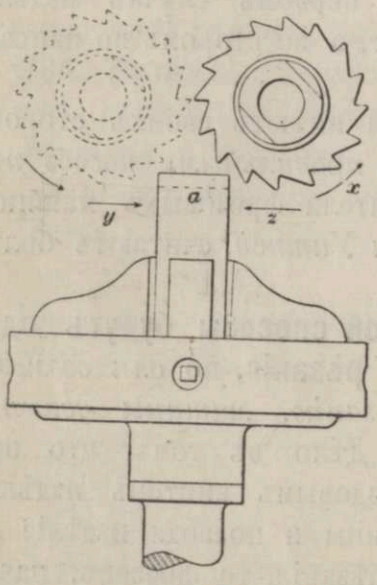
Нужно однако признать, что **тотъ и другой способы будутъ одинаково правильны въ различныхъ случаяхъ рѣзанія**, но *для возможности примѣнить способъ питанія по рѣзанію, машины должны быть спеціально къ этому приспособлены*. Дѣло въ томъ, что при питаніи издѣлія, мы обыкновенно толкаемъ ходовымъ винтомъ издѣліе, преодолѣвая треніе въ направляющихъ машины и подводя издѣліе къ фрезеру. Если питаніе происходитъ противъ рѣзанія, то фрезеръ, начиная рѣзать, нажимаетъ на издѣліе противъ питанія и дѣйствуетъ въ томъ же направленіи, какъ и треніе. Силы не измѣняютъ своего направленія, измѣняется только величина питающей силы, стремящейся преодолѣть сопротивленіе фрезера и тренія. Если же питаніе происходитъ по рѣзанію, то фрезеръ, начиная рѣзать, дѣйствуетъ противъ тренія и, преодолѣвая его притягиваетъ къ себѣ издѣліе и въ первый моментъ питающій винтъ можетъ совсѣмъ разгрузиться, а такъ какъ въ гайкахъ всегда имѣются зазоры, то издѣліе можетъ быть передвинуто фрезеромъ на величину этого зазора и фрезеръ такимъ образомъ сразу заѣстъ, послѣдствіемъ чего будетъ или порча издѣлія, или поломка фрезера и оправки. Для избѣжанія этого машина должна быть конструирована такимъ образомъ, чтобы давленіе фрезера не могло превзойти сопротивленій, преодолѣваемыхъ ходовымъ винтомъ и фрезеръ при началѣ рѣзанія не могъ подтянуть къ себѣ издѣлія, а это достигается наиболѣе

просто, оттягивая столъ съ прикрѣпленнымъ къ нему издѣліемъ при помощи контръ-груза. Величина контръ груза должна быть такова, чтобы онъ постоянно пересиливалъ заѣдающее усиліе фрезера и такимъ образомъ поддерживалъ постоянно столъ притянутымъ къ питающему ходовому винту. У машины, конструированной такимъ образомъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ быть примѣнено и питаніе *по рѣзанію. Если же машина не приспособлена спеціально для такого питанія*, то *питаніе должно происходить всегда противъ рѣзанія, иначе могутъ произойти серьезныя поломки.*

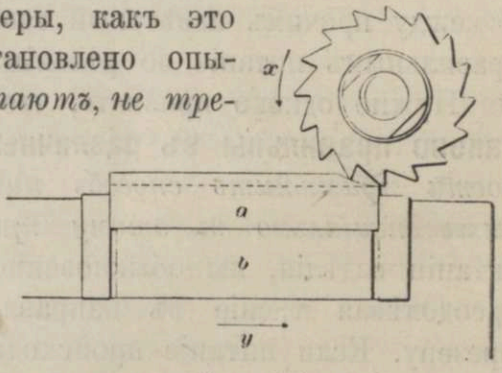
Что же касается того, въ какихъ случаяхъ слѣдуетъ примѣнять тотъ или другой способы питанія (предполагая, что машина позволяетъ и питаніе по рѣзанію), то для рѣшенія этого вопроса можетъ послужить слѣдующее правило.

Способъ питанія слѣдуетъ примѣнять такой, чтобы фрезеръ подвергался меньшему срабатыванію и риску заѣсть.

Напримѣръ, положимъ, что обрабатывается поверхность, покрытая твердой коркой; въ такомъ случаѣ слѣдуетъ всегда примѣнять питаніе противъ рѣзанія, такъ какъ при этомъ рѣжущія ребра фрезера будутъ начинать рѣзаніе на мягкой уже очищенной отъ корки поверхности *c* (фиг. 632) и будутъ къ коркѣ *d* подходить изъ-подъ низу, отламывая ее. При такомъ способѣ питанія фрезеры, какъ это прочно установлено опытомъ, *работаютъ, не требуя натачиванія, до 8 разъ дольше*, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда питаніе производится по рѣзанію, и рѣжущія ребра все время должны въѣдаться въ твердую корку.



Фиг. 633.

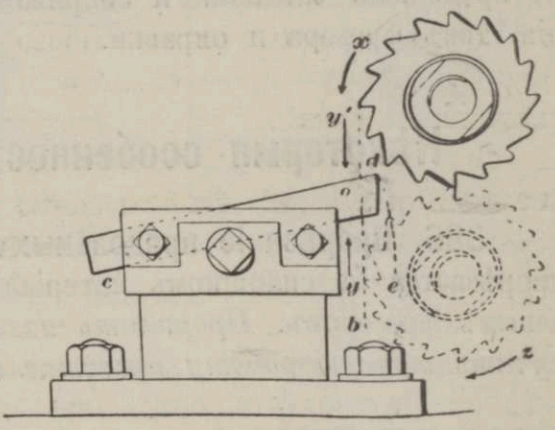


Фиг. 634.

Если бы намъ пришлось прорѣзать канавку *a* (фиг. 633) въ издѣліи, закрѣпленномъ въ патронѣ дѣлительной головки, то несмотря на то, что конструкція самой машины и допускала бы питанія по рѣзанію, въ данномъ случаѣ этотъ способъ питанія примѣнить было бы рискованно, такъ какъ закрѣпленное такимъ образомъ издѣліе было бы слишкомъ упруго само по себѣ и потому, если бы мы при вращеніи фрезера по стрѣлкѣ *x* примѣнили питаніе по рѣзанію, т.-е. по стрѣлкѣ *y*, то фрезеръ, начавъ рѣзаніе, могъ бы прогнуть издѣліе, отчего сейчасъ же началось бы заѣданіе, которое повело бы къ весьма печальному резуль-

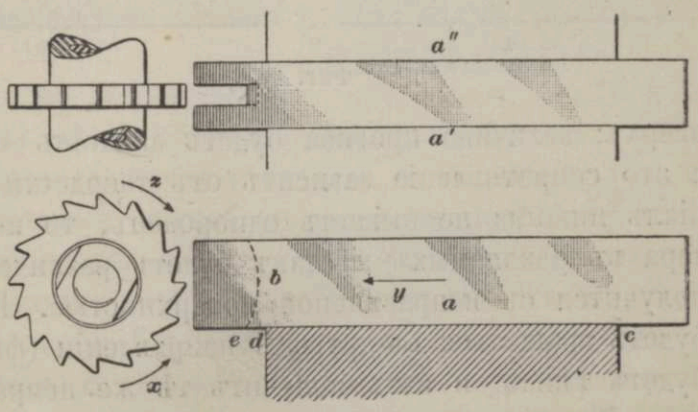
тату. Для предупрежденія этого, питаніе нужно производить противъ рѣзанія, т.-е. по стрѣлкѣ z, при положеніи фрезера, обозначенномъ пунктиромъ.

Наоборотъ, если бы мы обрабатывали издѣліе въ видѣ тонкой пластинки, закрѣпленной въ тиски (фиг. 634), то въ этомъ случаѣ питаніе по рѣзанію будетъ болѣе умѣстно, такъ какъ при направленіи питанія по стрѣлкѣ y, фрезеръ будетъ при рѣзаніи оказывать нажатіе къ низу и будетъ болѣе плотно прижимать пластинку a къ подкладкѣ b; ничего опаснаго произойти не можетъ. Тогда какъ при питаніи противъ рѣзанія, фрезеръ будетъ стремиться вырвать пластинку изъ тисокъ, и при тонкой пластинкѣ, которую прочно закрѣпить въ тискахъ трудно, она можетъ быть изогнута и произойдетъ заѣданіе.



Фиг. 635.

Независимо отъ того, какой способъ питанія будетъ примѣненъ, заѣданіе при рѣзаніи можетъ произойти также и отъ неправильнаго подведенія фрезера къ издѣлію. Напримѣръ, требуется обработать конецъ d у бруска a, закрѣпленнаго наклонно въ тискахъ (фиг. 635). Если фрезеръ вращается по стрѣлкѣ x и подводится къ издѣлію по стрѣлкѣ y', то, несмотря на то, что въ данномъ случаѣ будетъ питаніе противъ рѣзанія, можетъ произойти заѣданіе. Такъ какъ издѣліе легко можетъ соскользнуть въ тискахъ и тогда конецъ его d, перемѣщаясь по дугѣ круга съ вѣроятнымъ центромъ c перейдетъ въ e и при этомъ придвинется къ фрезеру, вслѣдствіе чего и произойдетъ заѣданіе. Для предупрежденія подобной случайности, фрезеръ нужно подводить съ другой стороны по направленію y, тогда перемѣщеніе бруска только отодвинетъ край d отъ фрезера и никакой опасности въ смыслѣ порчи работы или фрезера не представитъ.



Фиг. 636.

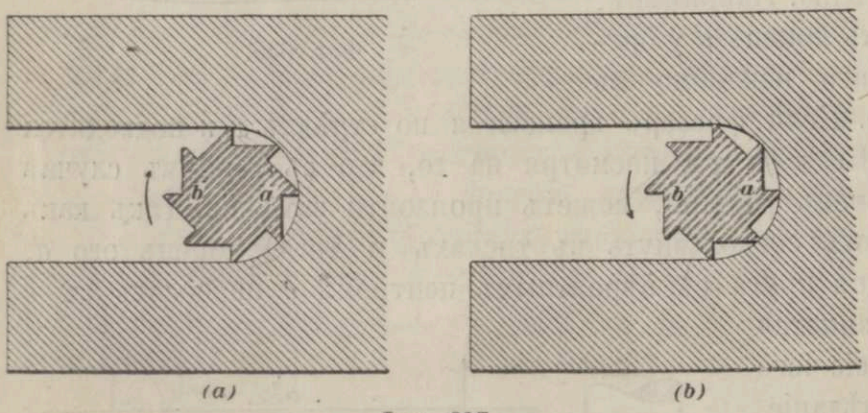
Еще одинъ случай, представленный на фиг. 636. Нужно въ брускѣ a, зажатомъ въ тиски, прорѣзать канавку, дно которой очерчено по кривой b. Въ этомъ случаѣ питаніе можетъ производиться только въ одномъ направленіи, а именно по стрѣлкѣ y; но вращеніе фрезеру можетъ быть сообщено по двумъ направленіямъ. Если фрезеръ будетъ вращаться по стрѣлкѣ z, то при скольженіи бруска въ тискахъ онъ повернется около

точки d, при чемъ конецъ его получитъ замѣтное перемѣщеніе по направленію къ фрезеру и послѣдній можетъ заѣсть. Вслѣдствіе сказаннаго, при такой работѣ фрезеру надо сообщать движеніе по стрѣлкѣ x; тогда брусокъ если и соскользнетъ, то повернется около точки c, при чемъ перемѣщеніе конца будетъ очень незначительное, и вообще этотъ конецъ начнетъ удаляться отъ фрезера, вслѣдствіе чего заѣданіе не будетъ имѣть мѣста.

Изъ приведенныхъ примѣровъ ясно, чѣмъ нужно руководствоваться при выборѣ направленія питанія и способа подведенія фрезера, чтобы не произошло заѣданія и сопряженныхъ съ нимъ поломокъ какъ издѣлія, такъ фрезера и оправки.

Нѣкоторыя особенности работы фрезеровъ.

— **386. Прорѣзаніе продольныхъ отверстій или пазовъ.** Если пазъ прорѣзается въ сплошномъ матеріалѣ, то эта работа производится торцевымъ фрезеромъ. *Прорѣзать пазъ однимъ проходомъ фрезера и получить точную работу представляется невозможнымъ.* Когда фрезеръ вырѣзаетъ пазъ, двигаясь по стрѣлкѣ (фиг. 637*a*), рѣзаніе происходитъ зубьями, расположенными на сторонѣ a, при чемъ, оказывая давленіе на издѣліе по направленію къ низу, онъ самъ стремится изогнуться вверхъ; величина прогиба будетъ зависѣть отъ сопротивленія рѣзанію, а это сопротивленіе зависитъ отъ твердости матеріала. Такъ какъ матеріалъ никогда не бываетъ однороденъ, то по длинѣ паза прогибъ фрезера въ различныхъ мѣстахъ будетъ различенъ, и потому самый пазъ получится съ неправильной поверхностью. Понятно, что если фрезеръ будетъ вращаться въ другомъ направленіи (фиг. 637*b*), прогибъ фрезера будетъ внизъ, и пазъ получитъ тѣ же неправильности.

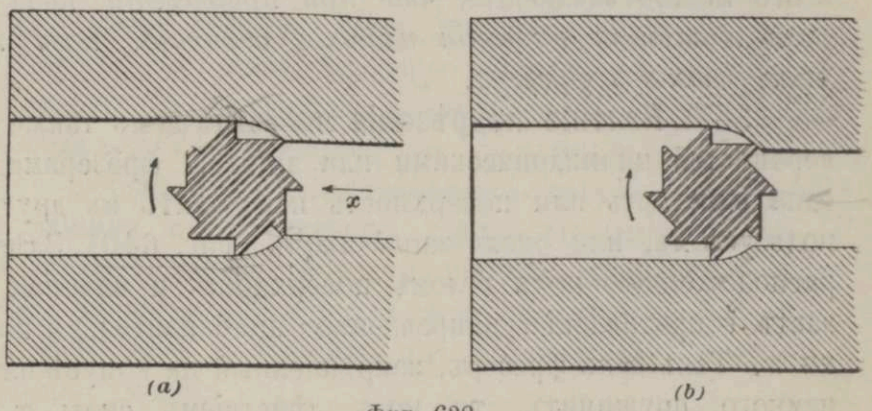


Фиг. 637.

Чтобы получить пазъ съ правильными очертаніями, его нужно прорѣзать въ два пріема: сначала прорѣзать пазъ нѣсколько меньшаго размѣра, — нагрубо, а потомъ отдѣлать его начисто, расширяя до надлежащихъ размѣровъ. При этомъ отдѣлочная стружка можетъ сниматься однимъ фрезеромъ сразу на обѣихъ сторонахъ или обѣ стороны могутъ отдѣлываться отдѣльно.

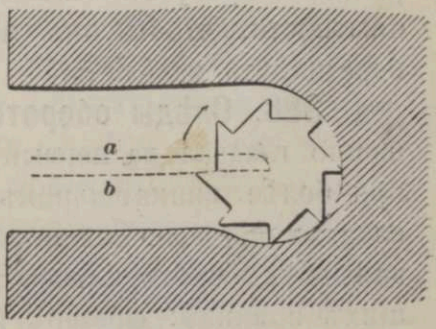
При отдѣлкѣ сразу обѣихъ сторонъ *будетъ грубой ошибкой производить отдѣлочнымъ фрезеромъ рѣзаніе такъ, чтобы онъ снималъ*

слои одинаковой толщины на обѣихъ сторонахъ паза (фиг. 638*a*). Попытки производить такимъ образомъ работу привели нѣкоторыхъ къ убѣжденію, что вообще эта работа не можетъ быть выполнена на фрезовой машинѣ. Дѣло въ томъ, что при сниманіи стружки сразу на обѣихъ сторонахъ паза (если фрезеръ вращается и питаніе производится по направленію стрѣлокъ), въ нижней части питаніе производится по рѣзанію, а въ верхней противъ рѣзанія. При одинаковой толщинѣ снимаемыхъ стружекъ, сопротивленіе фрезера въ верхней части **не можетъ** противодѣйствовать заѣданію нижней части фрезера и послѣднее дѣйствительно имѣетъ мѣсто, причиняя или поломку фрезеровъ или порчу самого издѣлія. Для устраненія этого необходимо отдѣлочную стружку снимать такимъ образомъ, чтобы тотъ снимаемый слой, въ которомъ питаніе происходитъ противъ рѣзанія, былъ по крайней мѣрѣ въ два раза толще, чѣмъ снимаемый слой, въ которомъ питаніе производится по рѣзанію (см. фиг. 638*b*). Понятно, что для возможности осуществить это при рѣзаніи паза нагрубо, фрезеръ долженъ быть поставленъ не въ серединѣ паза, а къ одной сторонѣ. При такихъ условіяхъ рѣзанія, сопротивленіе въ слоѣ, гдѣ питаніе идетъ противъ рѣзанія, настолько велико, что съ другой стороны заѣданія происходить не можетъ и получаются хорошо отдѣланныя поверхности.



Фиг. 638.

Еще болѣе чистая и болѣе точная работа получится въ томъ случаѣ, если обѣ стороны паза заканчивать отдѣльно,— послѣдовательно одна за другой фрезеромъ нѣсколько меньшаго діаметра, чѣмъ ширина паза.



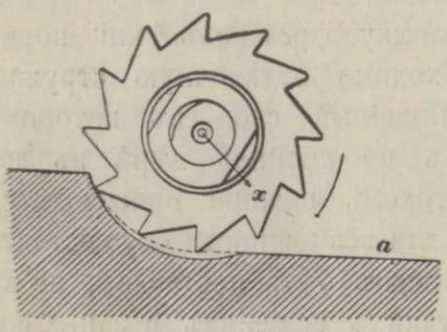
Фиг. 639.

Кромѣ того, при прорѣзаніи паза сразу замѣчается еще слѣдующее явленіе. Какъ объяснено при движеніи фрезера по стрѣлкѣ (фиг. 639), вслѣдствіе сопротивленія рѣзанія, направленнаго вверхъ, фрезеръ тоже прогибается вверхъ, такъ что путь его центра будетъ линія *a*, въ то время, какъ путь его центра при неизогнутомъ положеніи будетъ *b*. Когда фрезеръ дойдетъ до конца, сопротивленіе, направленное вверхъ, перестанетъ существовать и подъ дѣйствіемъ силы упругости фрезеръ, стремясь выпрямиться, будетъ выбирать углубленіе, какъ показано на чертежѣ; такимъ образомъ получится на концѣ паза подрѣзъ. Избавиться отъ такого подрѣза можно только, слегка переставляя издѣліе относи-

тельно фрезера при концѣ хода, что требуетъ большого искусства со стороны рабочаго; величина же перемѣщенія можетъ быть опредѣлена только непосредственнымъ опытомъ.

Если при положеніи фрезера, указанномъ на фиг. 15, начать питаніе въ противоположную сторону, фрезеръ будетъ снимать нижній слой и ширина паза получится больше, чѣмъ діаметръ фрезера. Изъ этого можно заключить, *что при прорѣзаніи паза торцевымъ фрезеромъ и затѣмъ питаніи издѣлія обратно, пазъ прорѣзается шире, чѣмъ размѣръ фрезера.*

387. Явленіе подрѣзанія мы встрѣчаемъ также и при обработкѣ поверхностей цилиндрическими или другими фрезерами въ томъ мѣстѣ, гдѣ одна плоскость или поверхность переходитъ въ другую, расположенную подъ угломъ, или около заплечиковъ (фиг. 640). Здѣсь фрезеръ, встрѣчая расположенную подъ угломъ поверхность и начиная ее рѣзать, испытываетъ сопротивленіе, направленное приблизительно по направленію стрѣлки x. Такъ какъ фрезеръ, закрѣпленный на конусѣ или на оправкѣ, всегда немного пружинитъ, то подъ дѣйствіемъ силы x фрезеръ получаетъ прогибъ, вслѣдствіе чего и выбираетъ углубленіе по сравненію съ поверхностью a, какъ это и показано на чертежѣ. Это явленіе можно нѣсколько уменьшить, выбирая по возможности жесткіе фрезеры и оправки, снабжая оправки внѣшней опорой; но окончательно уничтожить можно только передвигая издѣліе относительно фрезера отъ руки въ томъ мѣстѣ, гдѣ фрезеръ можетъ начать подрѣзаніе. Операція эта требуетъ большого искусства со стороны рабочаго и большой опытности, чтобы онъ могъ напередъ опредѣлить, насколько слѣдуетъ передвинуть издѣліе.



Фиг. 640.

388. Слѣды оборотовъ фрезера по поверхности. Ровная и совершенно гладкая на первый взглядъ поверхность, обработанная фрезеромъ, при болѣе внимательномъ разсмотрѣніи оказывается покрытой особыми слѣдами фрезера; можно замѣтить, что каждый такой слѣдъ соотвѣтствуетъ каждому обороту фрезера; такіе слѣды получаются вслѣдствіе слѣдующихъ причинъ: фрезеръ никогда не вращается абсолютно точно, машина всегда немного пружинитъ, точно также пружинитъ издѣліе, пружинитъ и оправка, на которой закрѣпленъ фрезеръ. Эти слѣды получаются тѣмъ незначительнѣе, чѣмъ меньше питаніе и чѣмъ быстрѣе вращается фрезеръ.

Чтобы по возможности уничтожить эти слѣды, нужно стараться дѣлать все устройство возможно жесткимъ и неподатливымъ. Фрезеры нужно плотно и точно насаживать на оправки, если возможно, то слѣдуетъ фрезеры натачивать уже посаженныя на оправки; но всѣ эти предосторожности все-таки никогда не приведутъ къ тому, что слѣдовъ фрезера совсѣмъ не будетъ, избѣжать ихъ совершенно невозможно; достаточно уже того, что рѣжущія ребра фрезера никогда не бываютъ со-

вершенно одинаковой твердости, а потому даже если фрезеръ и очень хорошо заточенъ, то вслѣдствіе неравномѣрнаго срабатыванія отдѣльныхъ реберъ, всегда какое-нибудь ребро будетъ выдѣляться нѣсколько больше и этого уже достаточно, чтобы на издѣліи остались слѣды фрезера.

389. Предѣлы точности обработки на фрезовыхъ машинахъ. Точность, съ которой можетъ исполняться работа на фрезовой машинѣ, зависитъ какъ отъ самой машины, такъ и способа производства работы, наконецъ отъ характера самой работы. Если машина исполнена точно и находится въ хорошемъ состояніи, фрезеры употребляются хорошо наточенные, издѣліе прочно и правильно установлено на машинѣ, то работа можетъ производиться съ точностью до $^1/_{50}$ мм. и при массовомъ производствѣ вся ручная пригонка отдѣльныхъ частей становится ненужной. Если же машина не достаточно жестка (пружинитъ), фрезеры употребляются тупые, такой точности работы получить нельзя и части, обработанныя на фрезовой машинѣ, при сборкѣ должны пригоняться въ ручную, такъ какъ и размѣры ихъ получаются неточные и поверхности недостаточно гладкія.

Для различныхъ работъ назначается различная степень точности при обработкѣ на фрезерныхъ станкахъ. Для грубой работы, какъ наприм. обработка гаекъ, болтовъ и т. п., достаточна точность до 0,1 мм. Для издѣлій, которыя обрабатываются на фрезерныхъ станкахъ лишь нагрубо и затѣмъ получать окончательную отдѣлку какимъ-либо другимъ способомъ, точность обработки опредѣляется именно этимъ дальнѣйшимъ способомъ обработки. Части швейныхъ, пишущихъ машинъ, ружей и т. п. обрабатываются съ точностью до $^1/_{25}$ мм. Но если желательно, какъ сказано выше, точность обработки можетъ быть получена болѣе высокая.

Когда обрабатываются большія плоскія поверхности широкимъ цилиндрическимъ фрезеромъ, не всегда возможно достичь той степени точности, какая получается на строгальныхъ станкахъ при рѣзаніи однимъ рѣзцомъ. Причина этому лежитъ въ томъ, что фрезовая машина больше пружинитъ при такихъ условіяхъ работы, чѣмъ строгальная, и широкій фрезеръ давитъ къ этому съ большей силой, что еще болѣе увеличиваетъ пружиненіе. Кромѣ того, при началѣ рѣзанія фрезеромъ, сопротивленіе рѣзанію направлено почти по направленію движенія издѣлія, а затѣмъ, когда фрезеръ вошелъ въ матеріалъ, онъ даетъ усиліе, направленное кверху, какъ бы подымаетъ издѣліе. При значительной глубинѣ рѣзанія, это усиліе можетъ быть столь велико, что причинитъ искривленіе издѣлія и вызоветъ неточность въ обрабатываемой поверхности. На строгальныхъ машинахъ и шепингахъ такого измѣненія въ направленіи давленія рѣзца не замѣчается. Все это заставляетъ прійти къ заключенію, что для обработки большихъ плоскихъ поверхностей строгальныя машины болѣе приспособлены, хотя на спеціально проектированныхъ для подобной работы фрезовыхъ машинахъ и при достаточно жесткомъ издѣліи можно получить и на фрезерныхъ станкахъ очень хорошіе результаты. Во всякомъ случаѣ, если не преслѣдовать точности, а только грубую обработку, фрезовая машина окажется болѣе производительной.

Поэтому на многихъ заводахъ обработку такихъ поверхностей ведутъ въ два пріема: нагрубо снимаютъ матеріалъ на фрезерныхъ станкахъ, и затѣмъ отдѣлываютъ поверхность на строгальныхъ станкахъ.

Если построить *очень солидную фрезовую машину*, всякое преимущество строгальной машины будетъ уничтожено.

Поле примѣненія фрезовыхъ машинъ все болѣе и болѣе расширяется. Хотя, вѣроятно, фрезовая машина никогда совершенно не вытѣснитъ строгальныхъ станковъ, но, по мѣрѣ усовершенствованія конструкціи фрезовыхъ машинъ, онѣ находятъ все большее и большее примѣненіе.

Спеціальное примѣненіе фрезовой машины.

Помимо своего прямого назначенія, т.-е. для работъ при помощи фрезеровъ, фрезовыя машины, могутъ примѣняться и для спеціальныхъ работъ: сверленія, разсверливанія, точенія и градуировки. Но нужно сказать, что для всѣхъ такихъ работъ всегда будетъ болѣе раціонально примѣнять машины, спеціально для нихъ назначенныя. И только въ исключительныхъ случаяхъ фрезовая машина можетъ оказаться болѣе удобной.

390. Сверленіе на фрезовыхъ машинахъ. Къ числу сверлильныхъ работъ, которыя очень удобно производить на фрезовой машинѣ, относится сверленіе отверстій, расположенныхъ по кругу, на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга. Такая работа прозводится при помощи дѣлительной головки. Издѣліе закрѣпляется въ патронъ или какъ-либо иначе на шпинделѣ дѣлительной головки. Сверло вставляется въ патронъ, прикрѣпленный къ шпинделю машины. Сверло должно быть возможно короткое, чтобы оно не могло пружинить. Если почему-либо нужно бываетъ работать длиннымъ сверломъ, то его пропускаютъ сквозь втулку, закрѣпленную во внѣшней опорѣ такъ, чтобы сверло изъ втулки выходило очень немного.

Если требуется очень точная работа, послѣ сверла проходятъ разверткой. При этомъ развертку нужно примѣнять съ нѣсколько большими углами зазора, чтобы она не имѣла стремленія слѣдовать за очертаніемъ отверстія, сдѣланнаго сверломъ, а сама бы исправляла отверстіе.

Питаніе производится, передвигая столъ съ закрѣпленнымъ издѣліемъ по направленію къ сверлу. Если требуется сверлить на опредѣленную глубину, можно пользоваться остановомъ, если таковой имѣется на машинѣ, или руководствоваться показаніями циферблата на ходовомъ винтѣ.

При выполненіи инструментальныхъ работъ, фрезовой машиной пользуются для просверливанія отверстій на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга, передвигая на такое разстояніе столъ и пользуясь при этомъ указаніемъ циферблата ходового винта. Точность работы въ такомъ случаѣ будетъ зависѣть отъ точности ходового винта и отъ искусства, съ которымъ рабочій развертываетъ отверстіе, просверленное сверломъ.

391. Разсверливаніе. Поставивши въ шпиндель машины оправку съ рѣзцомъ и закрѣпивъ издѣліе на столѣ, на фрезовой машинѣ можно

разсверливать различные предметы совершенно такъ же, какъ и на горизонтальной машинѣ для разсверливанія.

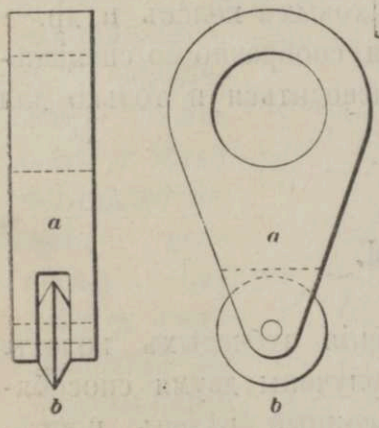
392. Токарныя работы на фрезовой машинѣ могутъ также производиться, закрѣпляя рѣзецъ въ тиски, а издѣліе прикрѣпляя къ шпинделю. Но такого рода работа можетъ исполняться лишь въ исключительныхъ случаяхъ, такъ какъ въ каждой мастерской на ряду съ фрезовой машиной непремѣнно имѣется и самоточка, а исполненіе на ней токарныхъ работъ идетъ несравненно совершеннѣе, чѣмъ на фрезовой.

393. Градуировка. Фрезовая машина можетъ примѣняться для нанесенія дѣленій какъ на плоскихъ поверхностяхъ, такъ и на цилиндрическихъ.

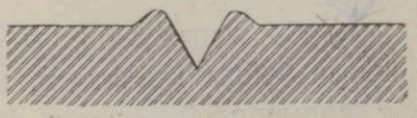
Въ первомъ случаѣ пользуются ходовымъ винтомъ, во второмъ случаѣ, дѣлительной головкой. Лучше сначала нанести крупныя дѣленія, и, когда они окажутся распредѣленными правильно, наносить между ними болѣе мелкія.

Дѣленія наносятся или простраги ваніемъ металла очень острымъ рѣзцомъ, или же, если желаютъ получить дѣленія болѣе тонкими черточками, выдавливаніемъ металла особымъ инструментомъ.

394. Инструментъ для выдавливанія издѣлій представленъ на фиг. 641. Онъ состоитъ изъ державки *a*, въ которой закрѣпленъ роликъ *b* изъ закаленной стали. Роликъ долженъ быть очень хорошо пригнанъ къ державкѣ, чтобы онъ могъ вращаться, но не имѣлъ боковыхъ движеній. Послѣ закалки роликъ долженъ быть отшлифованъ, чтобы снять съ него всѣ неровности, которыя могутъ произойти при закалкѣ. Державка надѣвается на шпиндель машины и послѣдній какимъ-либо способомъ закрѣпляется, такъ чтобы онъ не могъ вращаться, послѣ чего поверхность, на которой должны наноситься дѣленія, подводится подъ роликъ, такъ чтобы онъ въ нее углублялся и такимъ образомъ на поверхности выдавливаются дѣленія. Въ разрѣзѣ продавленная канавка будетъ имѣть въ увеличенномъ видѣ очертаніе, представленное на фиг. 642. Образующіяся два заусенца потомъ спиливаются или сошлифовываются и дѣленіе получается очень отчетливое. Ролики имѣютъ обыкновенно уголъ, которымъ они въѣдаются, отъ 60° до 90°. Болѣе острые даютъ болѣе тонкія дѣленія, съ большимъ же угломъ ролики служатъ дольше.



Фиг. 641.


Фиг. 642.

Сравненіе различныхъ типовъ фрезовыхъ машинъ.

Универсальная фрезовая главнымъ образомъ назначается для инструментальныхъ работъ, вслѣдствіе большого разнообразія операцій, которыя на ней можно производить. Хотя универсальную машину можно

примѣнять и для простыхъ работъ при массовомъ производствѣ различныхъ деталей, но въ данномъ случаѣ примѣненіе **простыхъ фрезовыхъ машинъ** будетъ болѣе раціонально, такъ какъ такія машины стоятъ дешевле, а предназначенныя напередъ для какой либо спеціальной работы они могутъ быть сконструированы такимъ образомъ, что позволятъ производить данную работу болѣе энергично, чѣмъ это можно дѣлать на универсальной фрезовой, не разсчитанной только на такую работу.

Вертикальныя фрезовыя машины предназначаются главнымъ образомъ для работъ, производимыхъ торцевыми фрезерами, такъ какъ на этихъ машинахъ вся обрабатываемая поверхность торцевыми фрезерами находится вполнѣ на виду у рабочаго и это составляетъ главное преимущество вертикальныхъ машинъ.

Машины типа Линкольнъ были разработаны для ружейныхъ заводовъ и оказываются очень удобными для массоваго производства мелкихъ предметовъ съ небольшими короткими поверхностями для обработки.

Машины съ большими дисковыми фрезерами назначаются для обработки торцевъ длинныхъ предметовъ, колоннъ, мостовыхъ частей и т. п. Также для обработки поверхностей на очень тяжелыхъ предметахъ, которые подводятся къ машинѣ и остаются во время работы неподвижными, напр., обработка сегментовъ большихъ маховыхъ колесъ и др.

Спеціальные типы машинъ разрабатываются сообразно со спеціальными работами, которыя будутъ на нихъ производиться и только для такихъ работъ и примѣняются.

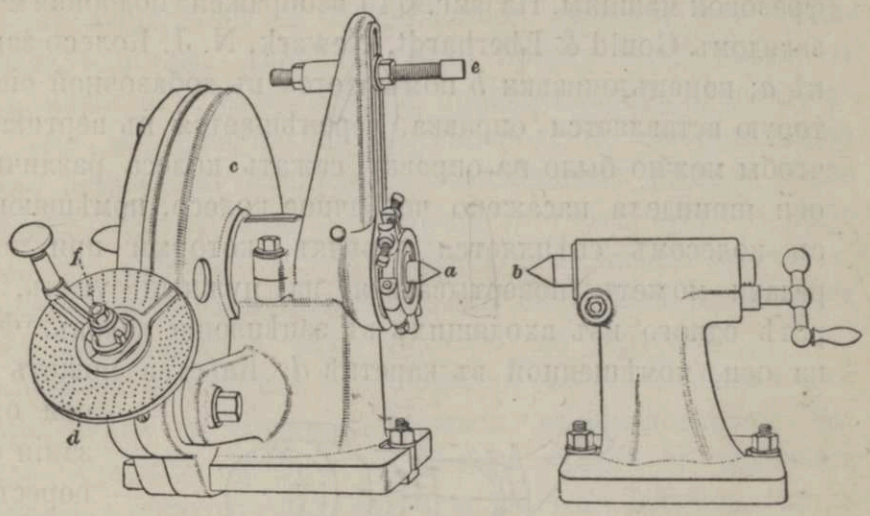
Зуборѣзныя машины.

Зуборѣзныя машины служатъ для изготовленія зубчатыхъ колесъ. Точные зубцы зубчатыхъ колесъ могутъ быть получены двумя способами: **копировкой** — когда фрезеръ или другой фасонный рѣзецъ прорѣзаетъ канавку, профиль которой является точной копіей профиля рѣзца, или рѣзецъ, представляя изъ себя какъ бы геометрическую точку (насколько это возможно выполнить въ дѣйствительности) направляется шаблономъ, и профиль обработаннаго такимъ образомъ зуба представляетъ точную или уменьшенную копію шаблона; **выработкой зуба**—когда рѣжущій инструментъ имѣетъ такое относительное движеніе по отношенію къ колесу, что профиль рѣзца огибаетъ очертаніе зуба.

Точность работы по первому способу зависитъ какъ отъ точности машины, такъ и отъ точности рѣжущаго орудія и шаблона. Во второмъ способѣ точность работы зависитъ главнымъ образомъ отъ точности машины и вообще такія машины даютъ болѣе точную работу.

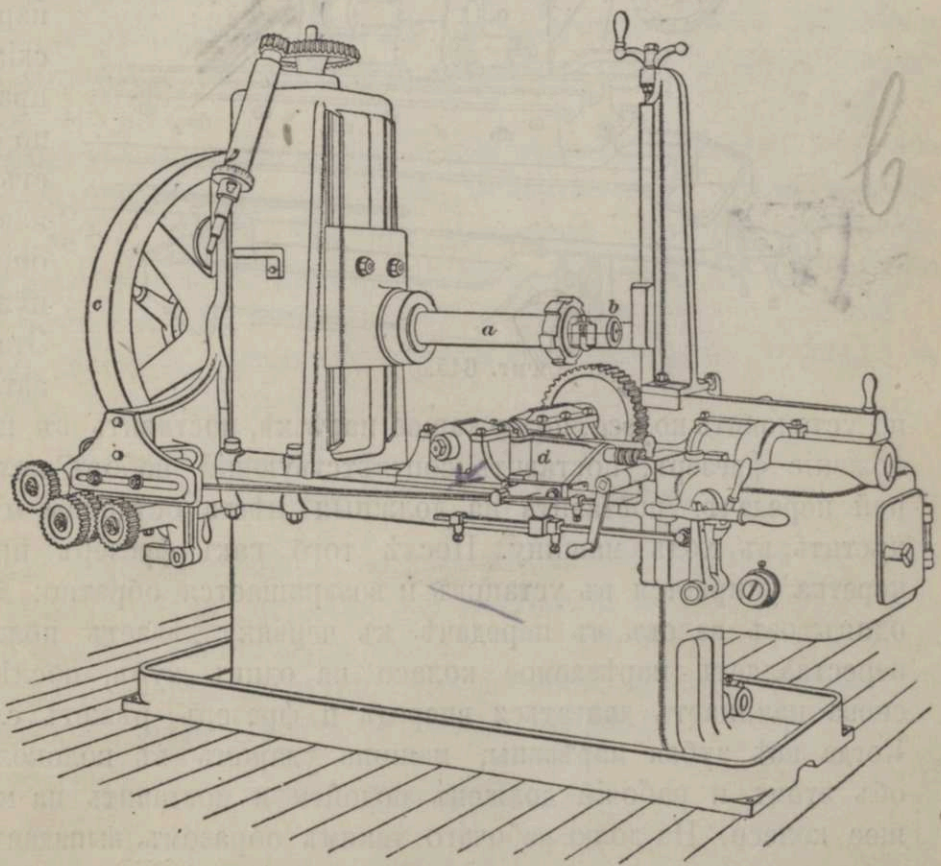
395. Машины для нарѣзанія зубчатыхъ колесъ. Зубчатыя колеса небольшихъ размѣровъ могутъ быть нарѣзаемы на универсальной фрезовой машинѣ или на простой фрезовой машинѣ, если на нее поставить дѣлительную головку. Но такъ какъ дѣлительная головка обыкновенно

имѣетъ небольшой размѣръ, то для того, чтобы имѣть возможность нарѣзать колеса и болѣе значительныхъ діаметровъ, дѣлается особое приспособленіе, изображенное на фиг. 643. Это та же дѣлительная головка, но большихъ размѣровъ и нѣсколько упрощенная.



Фиг. 643.

Колесо, посаженное на оправку, ставится на центры *a*, *b*. Оправка скрѣпляется со шпинделемъ головки обычнымъ образомъ — при помощи поводка. На шпинделѣ головки посажено червячное колесо, помѣщающееся внутри футляра *c*; съ колесомъ сцѣпляется червякъ, ось котораго *f* проходитъ черезъ дѣлительный дискъ *d*. Червякъ можетъ расцѣпляться съ червячнымъ колесомъ и тогда послѣднее можетъ вращаться отъ руки, а поворачиваніе на опредѣленный уголъ можетъ производиться при помощи дѣлительныхъ отверстій, расположенныхъ на задней сторонѣ футляра *c* и штифта, вставляемаго въ эти отверстія. Винтъ *e* служитъ упоркой;—въ него упирается ободъ колеса при нарѣзаніи фрезеромъ.

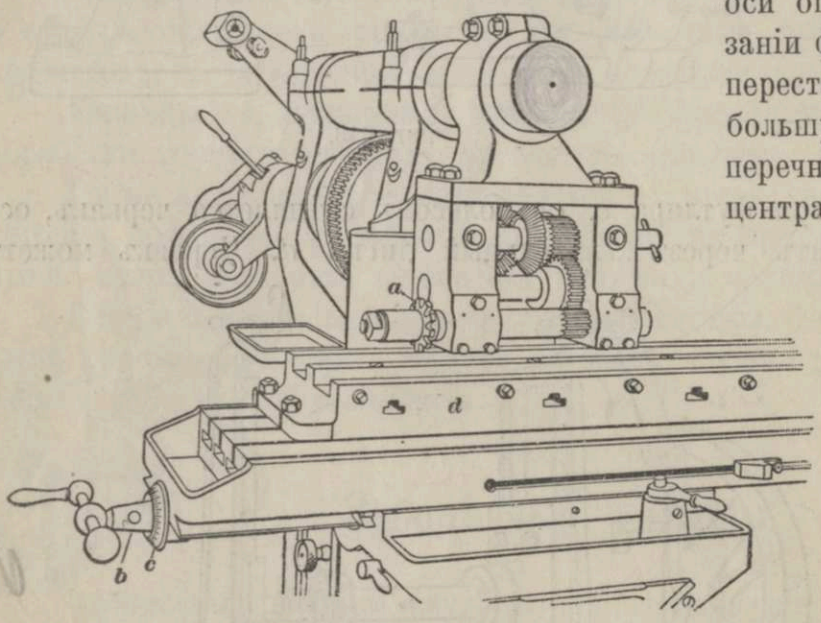


Фиг. 644.

Съ такимъ приспособленіемъ можно нарѣзать только цилиндрическія колеса. На универсальной же фрезовой, пользуясь дѣлительной головкой,

можно рѣзать и винтовыя колеса; *можно нарѣзать и коническія колеса, но лишь съ приближеннымъ профилемъ.*

396. Зуборѣзная машина представляетъ спеціальную конструкцію фрезовой машины. На фиг. 644 изображена подобная машина, изготовляемая заводомъ Gould & Eberhardt, Newark, N. J. Колесо закрѣпляется на оправкѣ *a*; конецъ оправки *b* помѣщается въ добавочной опорѣ. Головка, въ которую вставляется оправка, перемѣщается въ вертикальномъ направленіи, чтобы можно было на оправку сажать колеса различныхъ діаметровъ. На оси шпинделя насажено червячное колесо, помѣщающееся въ футлярѣ *c*; съ колесомъ сцѣпляется червякъ, который при помощи зубчатой передачи можетъ повертываться на нужный уголъ, при полномъ оборотѣ одного изъ входящихъ въ зацѣпленіе валовъ. Фрезеръ закрѣпляется на оси, помѣщенной въ каретк̀ѣ *d*. Каретка можетъ передвигаться вдоль оси оправки *a* (при нарѣзаніи фрезеромъ) и можетъ перестанавливаться на небольшую величину въ поперечномъ направленіи (для центральной установки фрезера). Если нужно нарѣзать коническія колеса, то направляющая плита, по которой ползаетъ каретка, устанавливается къ оси оправки *a* подъ нужнымъ угломъ. Эта машина вполнѣ автоматична. Нужно установить колесо, подлежащее нарѣзкѣ, поставить въ надлежащее положеніе фрезеръ, поставить соотвѣтствующій наборъ колесъ въ червячной передачѣ, поставить на должныя мѣста остановы и затѣмъ можно пустить въ ходъ машину. Послѣ того какъ фрезеръ прорѣжетъ зубъ, каретка упирается въ установъ и возвращается обратно; въ это же время одинъ изъ валовъ въ передачѣ къ червяку дѣлаетъ полный оборотъ и переставляетъ нарѣзаемое колесо на одинъ зубъ, послѣ чего каретка снова начинаетъ двигаться впередъ и фрезеръ рѣжетъ слѣдующій зубъ. Когда всѣ зубья нарѣзаны, машина ударомъ въ колоколъ даетъ знать объ этомъ и рабочій долженъ подойти и поставить на машину слѣдующее колесо. На долю рабочаго такимъ образомъ выпадаетъ только установка машины и пускъ ее въ ходъ, поэтому одинъ рабочій можетъ наблюдать за нѣсколькими такими машинами.



Фиг. 645.

397. Нарѣзаніе зубьевъ у реекъ. Зубья у реекъ могутъ быть простроганы фасоннымъ рѣзцомъ на строгальной, шепингѣ и долбежной машинѣ. Перестановка отъ зуба къ зубу можетъ производиться или

при помощи ходового винта той части, въ которой закрѣплена обрабатываемая рейка или расчертивъ предварительно рейку и руководясь при установкѣ рѣзца начерченными линіями.

Болѣе удобно производить нарѣзку реекъ на фрезовыхъ машинахъ. Короткія рейки могутъ нарѣзаться на обыкновенной машинѣ, передвигая рейку вдоль шпинделя машины. Длинныя рейки могутъ быть нарѣзаны на горизонтальныхъ машинахъ, если имѣется приспособленіе, изображенное на фиг. 610, или же спеціальное приспособленіе, изображенное на фиг. 645. Здѣсь рейка или нѣсколько положенныхъ рядомъ реекъ зажимается въ особыхъ прихваткахъ *d*. Передвиганіе отъ зуба къ зубу производится ходовымъ винтомъ *b*, руководствуясь циферблатомъ *c*. Ось фрезера *a* стоитъ перепендикулярно къ оси шпинделя и передача движенія къ фрезеру производится, какъ показано на чертежѣ.

При нарѣзаніи реекъ нужно всѣ суппортныя части подтягивать очень плотно, чтобы рейка не могла сдвинуться въ продольномъ направленіи, вслѣдствіе существованія игры между гайкой и ходовымъ винтомъ. Это замѣчаніе одинаково относится и къ тому случаю, когда рейка нарѣзается на шепингѣ или долбежной машинѣ.

398. Фрезеры для нарѣзки зубьевъ. Зуборѣзныя машины и вообще систематично поставленная нарѣзка зубьевъ были впервые введены на американскихъ заводахъ; этими же заводами были выработаны особыя нормы для относительныхъ размѣровъ зубьевъ и особое обозначеніе шага, съ которымъ мы считаемъ нужнымъ здѣсь вкратцѣ познакомить.

399. Діаметральный шагъ. На американскихъ заводахъ обыкновенно примѣняется *діаметральный шагъ*, который даетъ число зубьевъ приходящихся на 1 дюймъ діаметра начальной окружности колеса. Поэтому если мы обозначимъ діаметральный шагъ черезъ p, то шагъ по окружности будетъ $t = \pi : p = 3{,}14159 : p$. дюйма.

Если данъ діаметръ начальной окружности колеса въ дюймахъ d, то число зубьевъ будетъ $Z = p \cdot d$.

Высота головки зуба берется равной $1 : p$. дюйма.
Рабочая высота зуба берется „ $2 : p$. дюйма.

Добавочная глубина впадины по нормамъ завода *Праттъ* и *Уитней* берется $0{,}125 : p$; по нормамъ завода *Браунъ* и *Шарпъ* $0{,}157 : p$.

Такъ что полная высота зуба будетъ $h = 2{,}125 : p$ или $2{,}157 : p$.

Изъ этихъ соотношеній видно, что внѣшній діаметръ диска, изъ котораго должно нарѣзаться зубчатое колесо, будетъ:

$$D = d + 2 : p \text{ дюйма.}$$

Также:

$$D = \frac{Z}{p} + \frac{2}{p} = \frac{Z+2}{p} \text{ дюймовъ.}$$

$$p = \frac{Z+2}{D}.$$

Строго говоря для каждаго шага и числа зубьевъ профиль зуба долженъ быть особый, а слѣдовательно для обработки такого зуба долженъ быть и особый фасонный фрезеръ, но практика показала, что при одномъ и томъ же шагѣ, при переходѣ отъ одного числа зубьевъ къ другому смежному, профиль зуба такъ мало измѣняется, что одинъ и тотъ же фрезеръ можетъ служить для нарѣзки различныхъ чиселъ зубьевъ съ достаточною для практики точностью. Такимъ образомъ американскіе заводы выработали *для циклическаго зацѣпленія 24 серіи фрезеровъ, а для эвольвентнаго зацѣпленія 8 серій.* Имѣя эти серіи, можно нарѣзать колеса даннаго шага съ числомъ зубьевъ отъ 12 до безконечности, т.-е. рейки. Въ прилагаемой таблицѣ приведены эти серіи, изготовляемыя заводами *Праттъ* и *Уитней*, *Браунъ* и *Шарпъ*.

ЭПИЦИКЛОИДАЛЬНЫЯ.				Развертывающія.	
Праттъ и Уитней.		Браунъ и Шарпъ.			
Обозначеніе.	Число зубьевъ нарѣзаемаго колеса.	Обозначеніе.	Число зубьевъ нарѣзаемаго колеса.	Обозначеніе.	Число зубьевъ нарѣзаемаго колеса.
1	12	A	12	1	135
2	13	B	13	2	55—134
3	14	C	14	3	35—54
4	15	D	15	4	26—34
5	16	E	16	5	21—25
6	17	F	17	6	17—20
7	18	G	18	7	14—16
8	19	H	19	8	12—13
9	20	I	20		
10	21—22	J	21—22		
11	23—24	K	23—24		
12	25—26	L	25—26		
13	27—29	M	27—29		
14	30—33	N	30—33		
15	34—37	O	34—37		
16	38—42	P	38—42		
17	43—49	Q	43—49		
18	50—59	R	50—59		
19	60—75	S	60—74		
20	76—99	T	75—99		
21	100—149	U	100—149		
22	150—299	V	150—249		
23	300 и болѣе	W	250 и болѣе		
24	рейка	X	рейка		

Что касается до величины шага, то эти заводы изготовляютъ слѣдующіе нормальные размѣры.

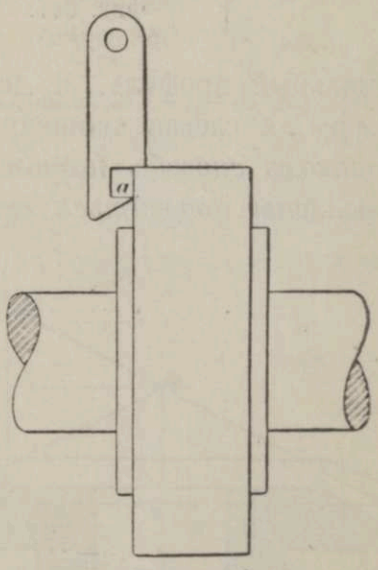
2 — 2,25 — 2,5 — 2,75 — 3 — 3,5 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 — 12 — 14 — 16.

Для эвольвентнаго зацѣпленія изготовляются слѣдующіе размѣры:

2 — 2,5 — 3 — 3,5 — 4 — 4,5 — 5 — 5,5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 — 11 — 12 — 14 — 16 — 18 — 20 — 22 — 24 — 26 — 28 — 30 — 32 — 36 — 40 — 48 и дальше.

Могутъ конечно быть изготовлены и другіе профили, но по спеціальнымъ заказамъ за возвышенную плату.

Чтобы такіе фрезеры давали правильное очертаніе, зуба необходимо, чтобы они были углублены въ матеріалъ на должную величину. Нормальная величина углубленія равна высотѣ зуба, а потому, если колесо, подлежащее нарѣзкѣ выточено правильно по приведеннымъ выше соотношеніямъ, то отъ его поверхности фрезеръ долженъ быть углубленъ на высоту зуба. Это легко можно сдѣлать, подводя фрезеръ къ колесу такимъ образомъ, чтобы онъ только коснулся, а потомъ передвигая вверхъ колесо на нужную величину, руководствуясь показаніями циферблата ходового винта. *Если по вышеприведеннымъ формуламъ окажется, что колесо выточено неправильно и имѣетъ большій или меньшій внѣшній радіусъ, то въ углубленіе фрезера нужно внести соотвѣтствующую поправку*, т.-е. *при меньшемъ радіусѣ углубленіе отъ поверхности нужно уменьшить и наоборотъ. Если же діаметръ колеса слишкомъ великъ, его надо переточить*, иначе зацѣпленіе будетъ невозможно.

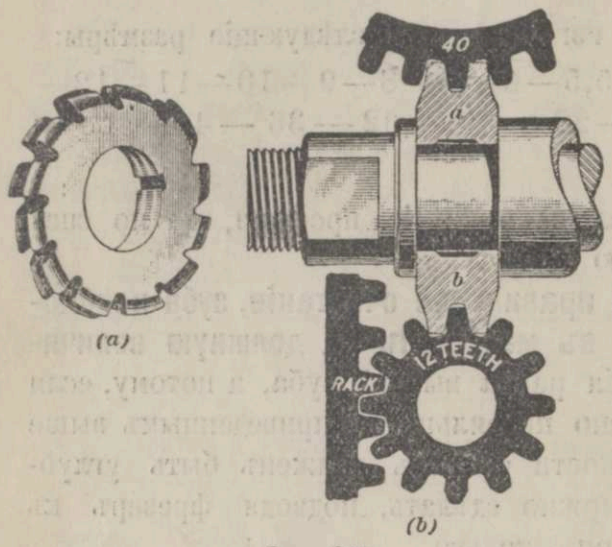


Фиг. 646.

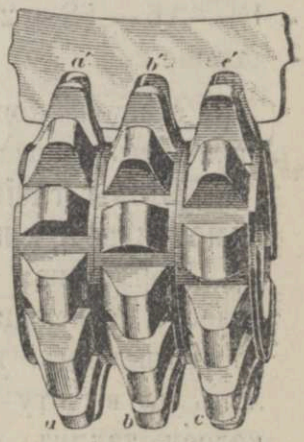
При углубленіи фрезера можно пользоваться также шаблономъ, изображеннымъ на фиг. 646. Если колесо выточено правильно, шаблонъ ставится на его поверхность и остріемъ *a* обчерчивается на боковой поверхности черта, до которой и долженъ углубляться фрезеръ.

Нѣкоторые заводы для удешевленія фрезеровъ довольствуются **фрезерами, которые рѣжутъ зубья лишь приблизительно.** Такъ, на фиг. 647 *a* изображенъ фрезеръ, который нарѣзаетъ колеса даннаго шага съ произвольнымъ числомъ зубьевъ. Колеса, имѣющія болѣе 30 зубьевъ, обрабатываются внутреннимъ профилемъ фрезера, какъ показываетъ часть фрезера *a* на фиг. 647 *b*. У колесъ съ числомъ зубьевъ менѣе 30 головки обрабатываются внутреннимъ профилемъ, а ножки внѣшнимъ, какъ показываетъ *b* на фиг. 647 *b*. Нарѣзанные такими фрезерами колеса довольно хорошо работаютъ съ колесами, имѣющими правильные зубья съ профилемъ по развертывающей.

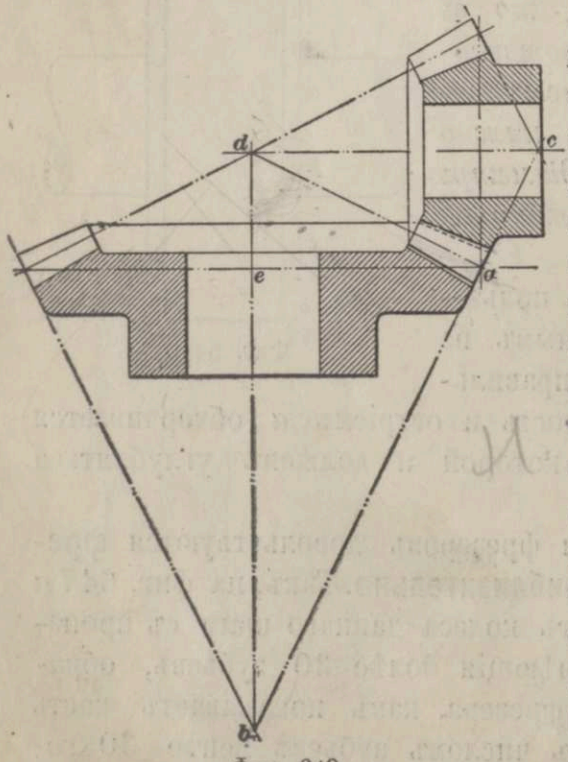
Въ нѣкоторыхъ случаяхъ **сажается рядомъ нѣсколько фрезеровъ** для ускоренія работы. Такіе фрезеры употребляетъ заводъ Gould & Eberhardt, спеціально изготовляющій зубчатыя колеса и зуборѣзныя машины. Дѣло въ томъ, что профили нѣсколькихъ сосѣднихъ зубьевъ таковы, что ихъ можно нарѣзать сразу спеціально приготовленными фрезерами, посаженными на одну оправку. На фиг. 648 изображенъ такой составной фрезеръ, рѣжущій сразу три зуба. Средній фрезеръ *b* имѣетъ нормальный профиль, а два боковыхъ *a*—*c* будутъ *не нормальные фрезеры*, а слегка скошенные. Нарѣзка получается вполнѣ точная, но *при такомъ способѣ нарѣзки* для *каждаго шага и числа зубьевъ непремѣнно должны готовиться спеціальные фрезеры*, слѣдовательно такой способъ можетъ быть примѣненъ лишь на заводѣ, спеціально изготовляющемъ зубчатыя колеса, иначе громадный запасъ фрезеровъ не окупится. *Работа* такими фрезерами *идетъ* значительно *быстрѣе, но не въ три раза*, какъ можно было предполагать, такъ какъ вслѣдствіе сильнаго нагрѣванія металла скорости рѣзанія нужно брать нѣсколько меньшія.



Фиг. 647.



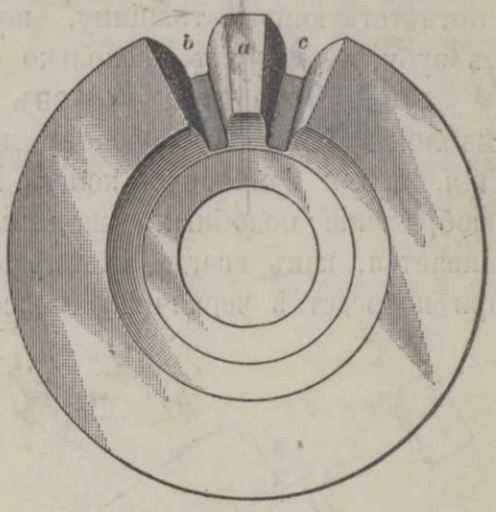
Фиг. 648.



Фиг. 649.

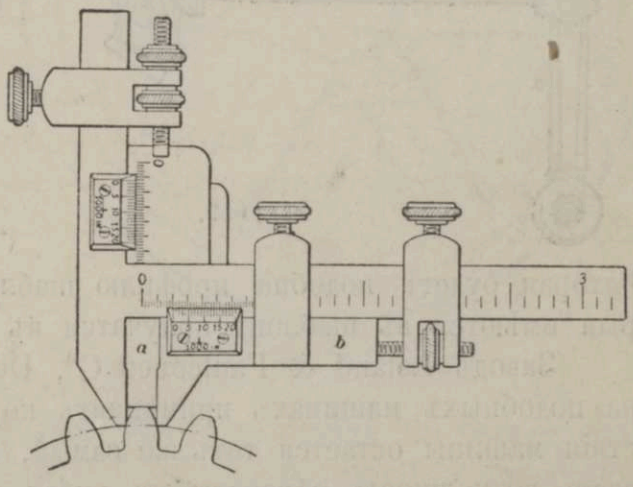
400. Фрезеры для нарѣзки коническихъ колесъ. Хотя при помощи фрезеровъ зубцы коническихъ колесъ могутъ нарѣзаться лишь приблизительно точно, но, благодаря дешевизнѣ, этотъ способъ имѣетъ большое примѣненіе. **Для нарѣзанія коническихъ колесъ не слѣдуетъ никогда употреблять фрезеровъ, предназначенныхъ для цилиндрическихъ колесъ**, такъ какъ эти фрезеры сильно искажаютъ профилъ коническаго зуба. Для коническихъ колесъ приготовляются спеціальные фрезеры, обыкновенно съ эвольвентнымъ профилемъ въ количествѣ 8 серій. *Они гораздо тоньше цилиндрическихъ.*

При выборѣ серій для коническихъ колесъ недостаточно знать число зубьевъ, а *надо знать еще уголъ наклона образующей начальнаго конуса a d* (фиг. 649) съ осью колеса *bd*, и число зубьевъ колеса нужно раздѣлить на *косинусъ* этого угла,—полученное частное и будетъ число зубьевъ, по которому нужно выбирать соотвѣтствующую серію. Или можно (фиг. 649) взять двойную длину линіи *ab*, выраженную въ дюймахъ, и помножить ее на діаметральный шагъ;—полученное произведеніе будетъ число зубьевъ, которымъ нужно руководствоваться при выборѣ серіи.



Фиг. 650.

401. Установка фрезера при нарѣзкѣ коническихъ колесъ. Колесо ставится на шпиндель дѣлительной головки, который устанавливается къ горизонтальному столу подъ угломъ *adb*. (фиг. 649) Фрезеръ ставится центрально надъ колесомъ; углубляется на такую же величину, какъ и для цилиндрическаго колеса, съ радіусомъ, равнымъ *ae*, и прорѣзаются двѣ канавки *b* и *c* (фиг. 650). При этомъ зубъ *a* получается слишкомъ толстый. Тогда сдвигаютъ фрезеръ отъ центральнаго положенія къ серединѣ полученнаго зуба приблизительно на 0,1 отъ толщины вершины зуба на большомъ діаметрѣ; затѣмъ поворачиваютъ колесо и подводятъ его къ фрезеру такъ, чтобы фрезеръ взошелъ въ прорѣзъ съ конца съ меньшимъ діаметромъ, и срѣзаютъ одну сторону зуба *a*, затѣмъ сдвигаютъ фрезеръ въ противуположномъ направленіи, повторяя то же самое, и срѣзаютъ другую сторону зуба *a*. Если послѣ этого толщина зуба на большемъ діаметрѣ получится равной начальной окружности, раздѣленной на двойное число зубьевъ, значитъ фрезеръ установленъ правильно и рѣзаніе можно начинать. Если же этого не выполнено, то нужно соотвѣтственно передвинуть фрезеръ въ ту или иную сторону. Когда фрезеръ установленъ, начинаютъ рѣзаніе зубьевъ, обрабатывая сначала одну сторону зубьевъ, а потомъ, передвинувъ фрезеръ на опредѣленное разстояніе, обрабатываютъ другую сторону. Указанный способъ даетъ довольно хорошіе результаты въ томъ случаѣ, если длина зуба не превосходитъ $^1/_3$ длины *ad* (фиг. 649); на большомъ діаметрѣ зубья получаются вполнѣ гладкіе, но около меньшаго діаметра на

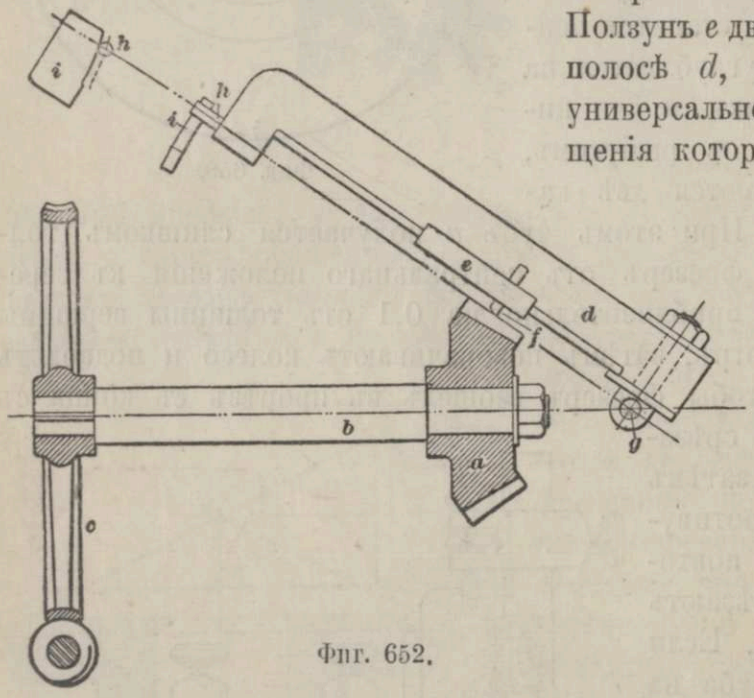


Фиг. 651.

поверхности получается переломъ, который нужно зачистить пилой отъ руки.

402. Инструментъ для измѣренія толщины зубьевъ. На фиг. 651 представленъ очень удобный инструментъ для измѣренія толщины зубьевъ. Вертикальная поползушка *a* устанавливается по ноніусу такъ, чтобы она дала высоту головки зуба, а затѣмъ устанавливается ноніусъ *b*, давая соотвѣтствующую толщину, послѣ чего инструментъ прикладывается къ зубу, и смотрятъ, насколько онъ отвѣчаетъ этимъ размѣрамъ.

403. Обработка зубьевъ при помощи рѣзца и направляющаго шаблона. Такимъ способомъ могутъ обрабатываться какъ цилиндрическія, такъ и коническія колеса. На фиг. 652 представлено схематическое изображеніе подобныхъ машинъ. Колесо, подлежащее обработкѣ, насаживается, какъ всегда, на оправку *b*, и перемѣщается отъ зуба къ зубу при посредствѣ червячнаго колеса *c*. Обработка производится рѣзцомъ *f*, который закрѣпляется въ ползунѣ *e*. Ползунъ *e* двигается по направляющей полосѣ *d*, которая закрѣплена на универсальномъ шалнерѣ, центръ вращенія котораго *g* лежитъ въ вершинѣ образующаго конуса колеса *a*. Конецъ полосы *h* опирается на шаблонъ *i*, представляющій профиль зуба въ увеличенномъ масштабѣ. Послѣ каждаго хода рѣзца конецъ *h* немного передвигается по шаблону. Понятно, что при такомъ устройствѣ вершина рѣзца обработаетъ зубъ по поверхности, которая будетъ подобна профилю шаблона. Всѣ неправильности, которыя имѣются въ шаблонѣ, получатся въ уменьшенномъ видѣ.



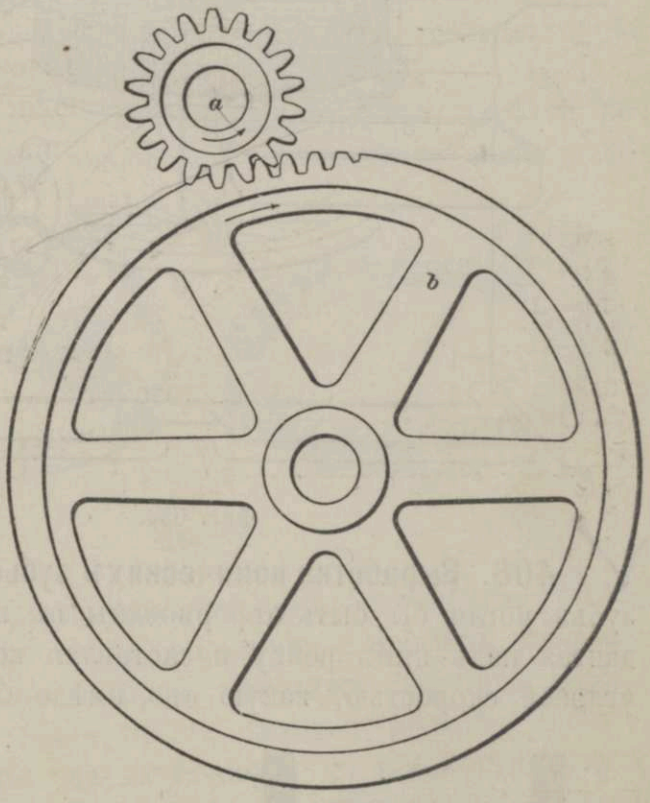
Фиг. 652.

Заводъ Leland & Faulconer C°, Detroit, Michigan, вмѣсто рѣзца, на подобныхъ машинахъ примѣняетъ корундовый дискъ, принципъ дѣйствія машины остается тотъ же самый, но примѣненіе корундоваго диска даетъ возможность обрабатывать зубья изъ закаленной стали, что для рѣзца было бы невозможно.

404. Выработка зубьевъ по принципу огибанія. Для уясненія этого способа вообразимъ, что мы имѣемъ точно изготовленную зубчатую рейку, которая передвигается относительно диска, приготовленнаго изъ мягкаго вязкаго матеріала, напримѣръ изъ воска, при чемъ дискъ имѣетъ діаметръ, равный внѣшнему діаметру зубчатаго колеса, и при движеніи рейки самъ вращается около своей оси со скоростью, равной скорости вращенія начальной окружности предполагаемаго зубчатаго ко-

леса; тогда зубья рейки будутъ въѣдаться въ мягкій матеріалъ диска и отформуютъ въ немъ зубья, профилъ которыхъ будетъ огибающая линія профиля рейки. Отформованное такимъ образомъ колесо будетъ находиться въ правильномъ зацѣпленіи съ рейкой. На самомъ дѣлѣ колеса приготовляются не изъ мягкаго матеріала, и потому рейка въ нихъ не можетъ отформовать описаннымъ способомъ зубьевъ, но она можетъ, если рейку обратить въ рѣзецъ и заставить понемногу простругивать металлическій дискъ, оставляя рейку и цилиндръ неподвижными въ направленіи касательной къ колесу при строганіи, а затѣмъ сообщая колесу и рейкѣ небольшое перемѣщеніе по касательной и снова снимая стружку. При такой работѣ мы выработаемъ такія же зубья, какъ и при формовкѣ въ мягкомъ матеріалѣ.

Такова идея выработки зубьевъ, на самомъ дѣлѣ, въ практикѣ способъ нѣсколько видоизмѣняется въ виду неудобства имѣть рѣжущую рейку очень большой длины.

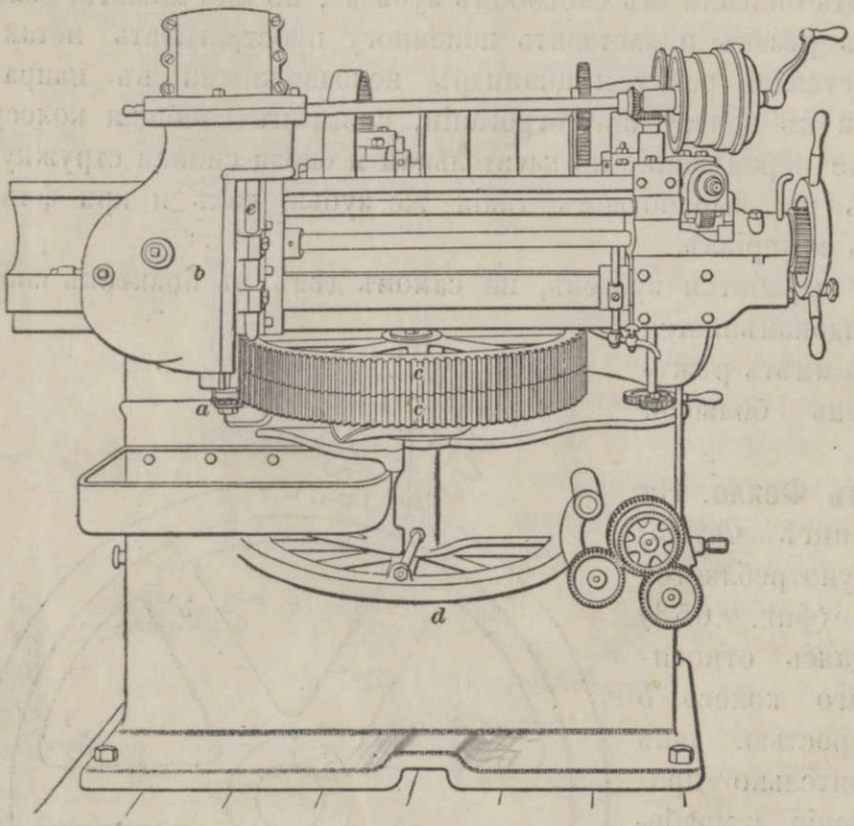


Фиг. 653.

405. Способъ Фелло. На зуборѣзномъ шепингѣ *Фелло*, вмѣсто рейки, употребляется зубчатое колесо (фиг. 653) *a*, которое, двигаясь относительно нарѣзаемаго колесо *b* съ такой же скоростью, какъ если бы дѣйствительно происходило зацѣпленіе, выработаетъ такіе же зубья, какъ и рейка.

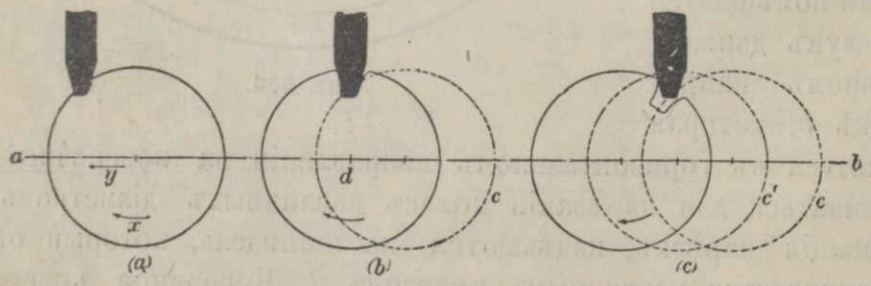
Устройство машины представлено на фиг. 654. **Рѣзецъ-шестерня** *a* прикрѣплена къ шпинделю, который помѣщается въ ползунѣ. Ползунъ движется въ вертикальномъ направленіи въ коробкѣ *b*, которая можетъ переставляться въ горизонтальномъ направленіи на поперечинѣ, чтобы приспосабливаться для нарѣзанія колесъ различныхъ діаметровъ. Колеса *cc*, подлежащія нарѣзкѣ, надѣваются на шпиндель, который въ нижней части оканчивается червячнымъ колесомъ *d*. Червячное колесо и шпиндель головки *b* соединены при помощи зубчатой передачи такимъ образомъ, что шестерня-рѣзецъ и нарѣзаемое колесо движутся съ такими относительными скоростями, какъ если бы они были въ зацѣпленіи. При началѣ работы какъ рѣзецъ, такъ и нарѣзаемыя колеса не получаютъ вращательнаго движенія; рѣзецъ получаетъ движеніе, какъ въ долбежной машинѣ, вверхъ и внизъ, и головка *b* приближается къ нарѣзаемымъ колесамъ, пока шестерня-рѣзецъ не углубится на надлежащую

величину (на высоту зуба); затѣмъ колесамъ сообщается вращательное движеніе и зубья постепенно вырабатываются. Такимъ рѣзцомъ-шестерней можетъ быть нарѣзано колесо съ любымъ числомъ зубьевъ. Нужно сказать, что на самомъ дѣлѣ *для рѣзца берется не цилиндрическая шестерня, а коническая съ очень незначительнымъ угломъ наклона*, для того чтобы образовать необходимый при строжкѣ уголъ зазора. Слѣдовательно, при стачиваніи, шагъ немного измѣняется; но уголъ берется столь незначительный, что на практикѣ это обстоятельство не имѣетъ никакого значенія. Рѣзаніе происходитъ снизу вверхъ и, чтобы колесо не пружинило, оно удерживается упорками *e* въ видѣ домкратовъ.



Фиг. 654.

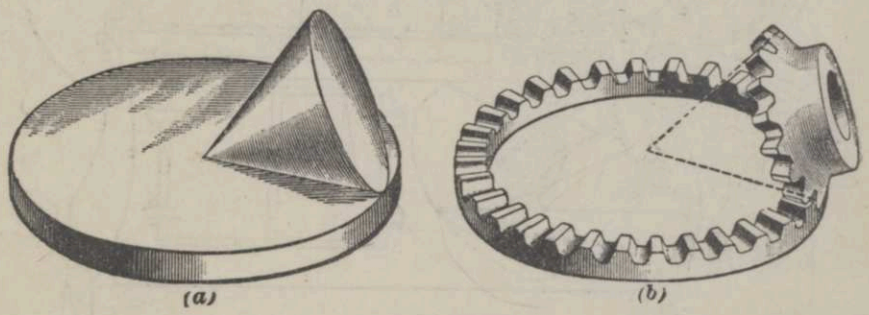
406. Выработка коническихъ зубьевъ. Выше было объяснено, какъ зубья могли бы быть отформованы въ вязкомъ мягкомъ цилиндрѣ, продвигая надъ нимъ рейку и заставляя колесо вращаться съ такою же угловой скоростью, какую оно имѣло бы при правильномъ зацѣпленіи съ рейкой. Понятно, что то же относительное движеніе мы получимъ, если рейку оставимъ неподвижной, а по ней будемъ катить колесо. Если вмѣсто рейки мы возьмемъ одинъ зубъ, профиль котораго будетъ представлять рѣжущее ребро рѣзца, то, ставя такой рѣзецъ на строгальную машину и заставляя подъ нимъ колесо катиться съ той, же относительной скоростью, которую оно имѣло бы относительно рейки при правильномъ зацѣпленіи, мы прострогаемъ впадину, которая и дастъ очертаніе зуба. Профиль впадины будетъ огибающая профиля зуба рейки,



Фиг. 655.

поэтому полученный такимъ образомъ зубъ будетъ въ правильномъ зацѣпленіи съ рейкой и съ другими колесами, нарѣзанными такимъ же образомъ. На фиг. 655*a* представлено, какъ рѣзецъ, имѣющій очертаніе зуба рейки, только что начинаетъ въѣдаться въ тѣло нарѣзаемаго колеса. Рѣзецъ въ плоскости чертежа стоитъ неподвижно; колесо имѣетъ катящееся движеніе, т.-е. оно вращается по направленію стрѣлки x, и центръ его перемѣщается по направленію стрѣлки y. На фиг. 655*b* показано положеніе колеса, когда центръ его d сталъ на одной вертикали съ серединой рѣзца при этомъ правая сторона впадины уже совершенно нарѣзана. Фиг. 655*c* показываетъ положеніе колеса, когда оно уже совсѣмъ прошло подъ рѣзцомъ и впадина зуба прорѣзана. Послѣ этого колесо должно быть перестановлено снова въ положеніе фиг. 14*a*, и при помощи дѣлительнаго механизма повернуто на оси на величину, соотвѣтствующую одному зубу, послѣ чего можетъ начаться простраги-ваніе слѣдующаго зуба. Такимъ образомъ могутъ быть нарѣзаны зубья цилиндрическаго колеса.

Но тотъ же принципъ можетъ быть примѣненъ и къ нарѣзкѣ коническихъ колесъ. Дѣйствительно, аналогично зацѣпленію цилиндрическаго колеса съ рейкой, гдѣ образующій цилиндръ колеса катится по плоскости, мы можемъ разсмотрѣть зацѣпленіе коническое, при которомъ образующій конусъ колеса b будетъ катиться по плоскости (фиг. 656*a*). Если мы на плоскости нанесемъ зубья, образующія профиля которыхъ будутъ сходиться къ точкѣ, въ которой находится вершина конуса, то получимъ круговую рейку (фиг. 656*b*), которая можетъ, подобно прямой рейкѣ, выработать зубья на катающемся по плоскости конусѣ. Получимъ правильное зацѣпленіе коническаго колеса съ круговой рейкой (фиг. 656*b*).



Фиг. 656.

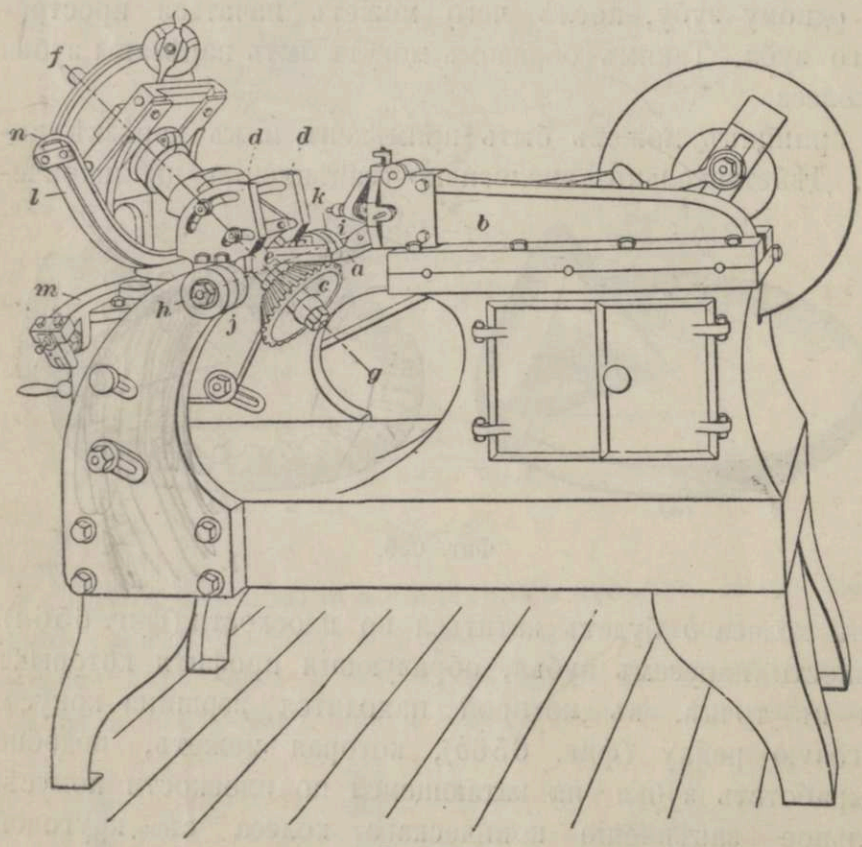
Нужно замѣтить, что если мы зубья круговой рейки ограничимъ плоскостями, то профили коническихъ колесъ будутъ очерчены не по развертывающимъ, какъ при прямой рейкѣ, а получатъ особый профиль, такъ назыв. *октоидальныхъ* зубьевъ. Профиль этотъ очень близко подходитъ къ очертанію развертывающихъ и многими авторами ошибочно такія зубья считаются очерченными по развертывающимъ. Зацѣпленіе октоидальныхъ зубьевъ вполнѣ правильно.

Изъ разсмотрѣнія фиг. 656*b* ясно, что у коническаго колеса прострогать впадину между двумя зубьями сразу, какъ это дѣлалось у цилиндрическихъ колесъ, невозможно, такъ какъ поперечный размѣръ впадины уменьшается по мѣрѣ приближенія къ вершинѣ конуса. Но

строганіе одной стороны зуба произвести вполнѣ возможно, если взять рѣзецъ тоньше, чѣмъ самое узкое мѣсто впадины, и рѣжущему ребру придать профиль круговой рейки, т.-е. прямой наколонной линіи, при чемъ конецъ рѣжущаго ребра долженъ двигаться параллельно дну впадины и проходить черезъ вершину конуса. Во всемъ остальномъ нарѣзаніе коническихъ колесъ будетъ происходить такъ же, какъ и нарѣзаніе цилиндрическихъ. Нарѣзанныя такимъ образомъ колеса, зацѣпляясь правильно съ круговой рейкой, будутъ правильно зацѣпляться и между собой.

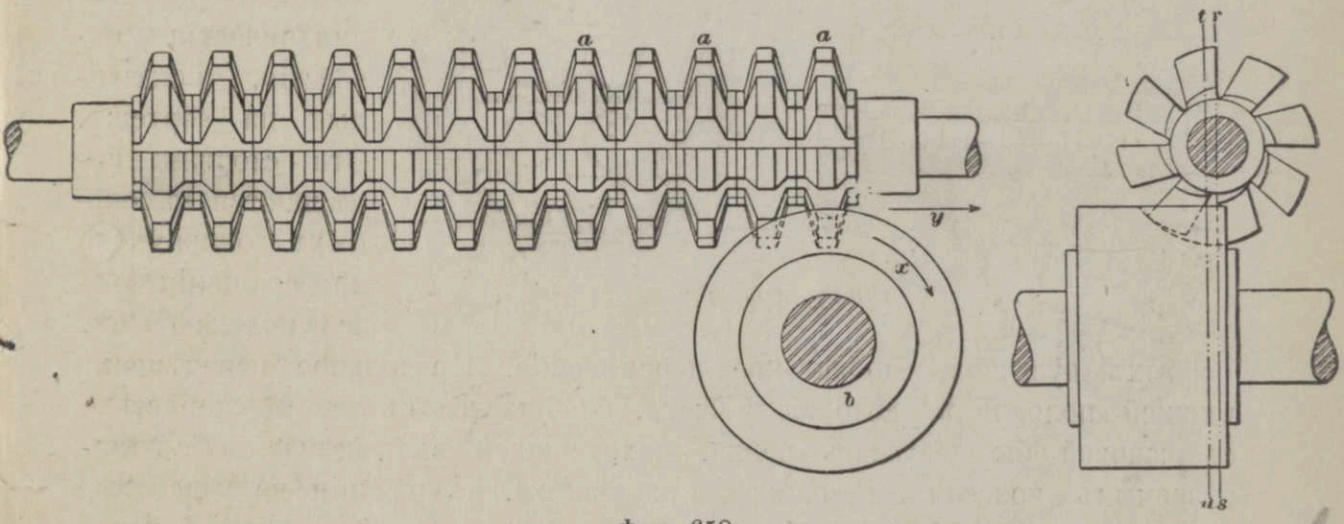
Нарѣзаніе коническихъ колесъ по этому принципу было впервые предложено *Бильграмомъ* и имъ же построена для этой работы машина, позволяющая нарѣзать зубья почти съ математической точностью.

407. Машина Бильграма представлена на фиг. 657. Она состоитъ изъ шепинга съ ползуномъ *b*. На переднемъ концѣ ползуна имѣется, откидная доска, какъ вообще у строгальныхъ машинъ, къ которой прикрѣпляется рѣзецъ *a*, имѣющійся прямолинейное рѣжущее ребро. Съ другого конца станины привернуты стойки, въ верхней части которыхъ помѣщаются подшипники *j* и *k*. Въ этихъ подшипникахъ помѣщаются шипы коробки *dd*, такъ что эта коробка можетъ поворачиваться около горизонтальной оси *hi*. Внутри коробки *dd* помѣщается призматическое тѣло, а внутри него закрѣпленъ шпиндель. Шпиндель этотъ можетъ поворачиваться около своей оси *fg* и можетъ, вмѣстѣ съ тѣломъ, перемѣщаться въ вертикальной плоскости внутри коробки *dd*, и закрѣпляться подъ различными углами наклона при помощи болтовъ, проходящихъ въ прорѣзахъ *dd*; кромѣ того шпиндель можетъ слегка поворачиваться внутри тѣла около оси, перпендикулярной къ осямъ *fg* и *hi*. Ось шпинделя и ось *hi* пересѣкаются. Колесо *c*, подлежащее нарѣзкѣ, надѣвается на шпиндель такъ, чтобы его образующій конусъ совпадалъ съ пересѣченіемъ осей *fg* и *hi*; рѣзецъ *a* устанавливается такъ, чтобы его рѣжущая грань проходила черезъ пересѣченія тѣхъ же осей,



Фиг. 657.

а нижній конецъ двигался параллельно дну впадинъ колесъ. Для того чтобы колесу сообщить катящееся движеніе, на другомъ концѣ шпинделя посаженъ секторъ n, который опирается на плоскость m. Къ сектору прикрѣплены двѣ тонкія стальныя ленты: одна лента l прикрѣплена около мѣста, обозначеннаго n, огибаетъ секторъ, и другой ея конецъ прикрѣпленъ на плоскости, по которой катится секторъ; другая лента прикрѣплена съ противоположнаго конца сектора, огибаетъ его и прикрѣпляется къ плоскости около m. Вслѣдствіе такого устройства при движеніи шпинделя fg въ стороны, ленты не позволяютъ сектору отдѣлиться отъ плоскости и заставляютъ его катиться по плоскости, при чемъ такое же катящееся движеніе получаетъ и шестерня, закрѣпленная на другомъ концѣ шпинделя. Собственно для каждаго конуса, съ опредѣленнымъ угломъ, слѣдовало бы имѣть секторъ соотвѣтствующаго діаметра, чтобы ось шпинделя получила надлежащій уклонъ и колесо надлежащее катящееся движеніе; но практика показала, что достаточно имѣть нѣсколько такихъ секторовъ



Фиг. 658.

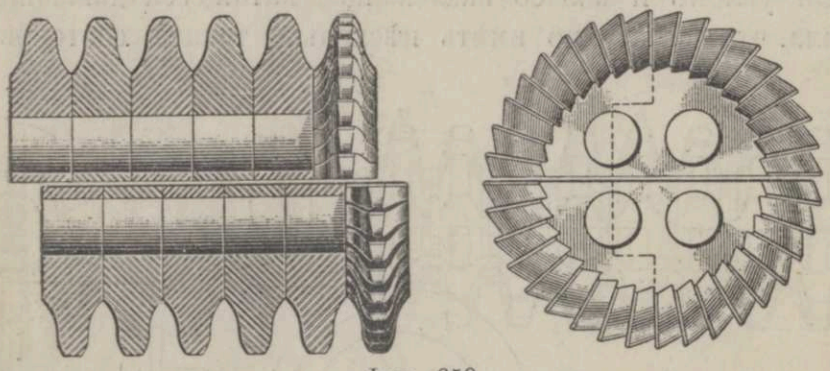
а всѣ промежуточныя установки для полученія надлежащихъ угловъ наклона оси шпинделя можно производить при помощи ползуна на секторѣ, который какъ бы увеличиваетъ или уменьшаетъ радіусъ сектора.

408. Выработка зубьевъ фрезерами. Если мы вообразимъ, что на длинной оправкѣ насаженъ рядъ фрезеровъ (фиг. 658) совершено одинаковаго профиля, тогда въ своемъ поперечномъ сѣченіи рядъ такихъ фрезеровъ представитъ обыкновенную рейку. Если затѣмъ вообразимъ, что такой составной фрезеръ началъ рѣзать цилиндръ и взошелъ въ тѣло цилиндра, какъ показано на фиг. 658, затѣмъ, если мы фрезеру сообщимъ движеніе вдоль его оси по направленію стрѣлки y, а цилиндру сообщимъ вращательное движеніе по стрѣлкѣ x съ такими скоростями, какія бы рейка и цилиндрическое колесо имѣли, если бы они находились въ правильномъ зацѣпленіи, то фрезеръ прорѣжетъ съ одного края цилиндра впадины, которыя въ плоскости rs дадутъ профили зубьевъ правильнаго зубчатаго зацѣпленія. Нарѣзавъ такимъ образомъ впадины вокругъ всего цилиндра, продвинемъ фрезеръ вдоль оси цилиндра и

снова повторимъ ту же операцію нарѣзки впадинъ, получимъ очертанія зубьевъ до поперечной плоскости *tu*; продолжая поступать такъ же и далѣе, мы нарѣжемъ зубья по всей ширинѣ колеса.

Примѣненіе такого способа нарѣзки въ томъ видѣ, въ какомъ онъ только что описанъ, практически неосуществимо, такъ какъ для нарѣзанія колесъ съ значительнымъ діаметромъ пришлось бы имѣть оправку очень большой длины; при этомъ она была бы слишкомъ гибка и давала неточную работу, а кромѣ того приготовленіе такого количества фрезеровъ обходилось бы слишкомъ дорого. Поэтому этотъ способъ, оставаясь въ принципѣ тѣмъ же, былъ практически осуществленъ *Амброзомъ Сувези* нѣсколько иначе.

409. Способъ Сувези. Сувези приготовляетъ фрезеръ изъ двухъ частей (фиг. 659), разрѣзавъ его по діаметру. Каждая изъ такихъ половинокъ надѣвается на стержни, проходящіе черезъ цилиндрическія отверстія, показанныя на чертежѣ. Эти стержни помѣщаются въ особыхъ опорахъ и при вращеніи фрезера получаютъ отъ особыхъ кулачковъ продольное перемѣщеніе. Продольное перемѣщеніе нижней половинкѣ, которая рѣжетъ, сообщается съ такой скоростью, съ каковой бы двигалась рейка, находящаяся въ зацѣпленіи съ нарѣзаемымъ колесомъ. Верхняя же половинка, въ рѣзаніи не участвующая, получаетъ обратное быстрое перемѣщеніе, возвращаясь каждый разъ въ свое первоначальное положеніе; благодаря этому при короткомъ фрезерѣ получается такой же эффектъ, какой бы произвелъ фрезеръ безконечной длины. Для работы съ такими фрезерами нуженъ спеціальный станокъ, сообщающій какъ фрезеру, такъ и нарѣзаемому колесу нужныя относительныя скорости.



Фиг. 659.

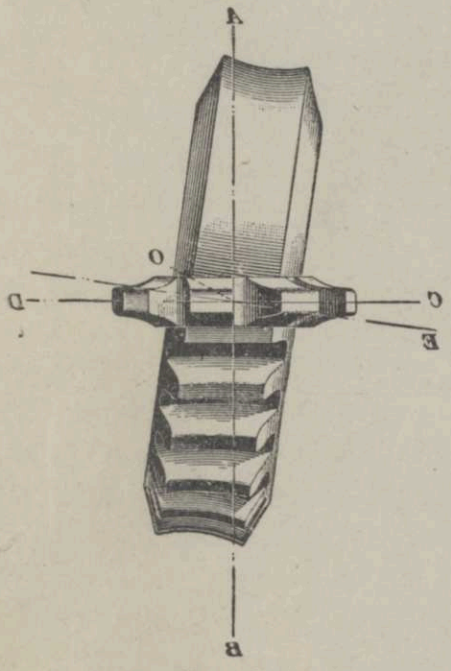
410. Выработка фрезерами зубьевъ коническихъ колесъ. Основная идея этого способа та же, что и въ машинѣ Бильграма, только рѣзецъ замѣненъ фрезеромъ. Нарѣзаемому колесу сообщается то же движеніе, что и въ машинѣ Бильграма и въ результатѣ фрезеры огибаютъ поверхность зубьевъ. Обыкновенно употребляются два фрезера, рѣжущіе двѣ боковыя поверхности зуба. Различными фирмами конструкція такихъ машинъ выполняется различно.

411. Нарѣзаніе зубьевъ у червячныхъ колесъ. Эта работа можетъ производиться *приблизительно* и *точно*.

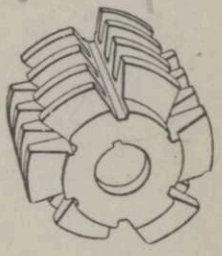
Приблизительно нарѣзку производятъ обыкновеннымъ фрезеромъ, профиль котораго приблизительно подходитъ къ профилю червячнаго колеса. Нарѣзку ведутъ такъ же, какъ и цилиндрическаго колеса,

только оси шпинделя машины и оправки, на которую насажено колесо, ставятъ не перпендикулярно, а подъ угломъ, соотвѣтственно углу наклона червяка (фиг. 660), установку этого угла производитъ путемъ пробъ;—приблизительно поворачиваютъ столъ машины на нужный уголъ, дѣлаютъ нѣсколько канавокъ и затѣмъ, прикладывая къ колесу червякъ, смотрятъ, насколько эти канавки соотвѣтствуютъ наклону червяка, и вносятъ нужныя исправленія въ поворотъ стола. Чтобы, вырѣзая такія канавки, случайно не испортить колеса, лучше пробные прорѣзы производить на деревянномъ цилиндрѣ такого же размѣра, какъ и колесо; когда правильное положеніе фрезера будетъ установлено, тогда можно начинать нарѣзку уже настоящаго колеса.

Точная нарѣзка червячныхъ колесъ производится при помощи особаго фрезера, имѣющаго форму червяка (фиг. 661). Червякъ вытачивается изъ инструментальной стали и затѣмъ въ немъ прорѣзаются продольныя канавки, вслѣдствіе чего червякъ получаетъ форму фрезера, которымъ и нарѣзаютъ колесо. Такой червякъ при нарѣзаніи постепенно углубляется въ матеріалъ колеса, заставляя колесо вращаться подъ собой и такимъ образомъ зубья червяка огибаютъ и вырабатываютъ зубья колеса, зацѣпленіе получается вполнѣ точное, поэтому *во всѣхъ случаяхъ, гдѣ на долю червячной передачи выпадаетъ значительная работа, червячное колесо должно приготовляться именно такимъ способомъ*. Чтобы впадины колеса получались нѣсколько глубже, чѣмъ высота головки червяка, фрезеръ дѣлается на соотвѣтствующую величину большаго діаметра.



Фиг. 660.


Фиг. 661.

При нарѣзаніи червякомъ ось его ставится перпендикулярно оси колеса. Предварительно передъ нарѣзаніемъ колеса червякомъ, нужно прорѣзать канавки на нѣкоторую глубину обыкновеннымъ фрезеромъ. Для этого, какъ и при нарѣзаніи приближеннымъ способомъ, колесо ставится на центры дѣлительнаго приспособленія, затѣмъ подводится къ фрезеру такимъ образомъ, чтобы ось фрезера (линія AB на фиг. 660) стала по серединѣ ширины колеса; послѣ этого столъ фрезовой машины повертывается, такъ чтобы уголъ BOE соотвѣтствовалъ углу наклона зубьевъ и, переставляя при помощи дѣлительнаго механизма отъ зуба къ зубу, прорѣзаютъ довольно глубокія канавки, но оставляя все-таки достаточно матеріала на колесѣ для снятія его червякомъ. Затѣмъ колесо снимаютъ съ дѣлительнаго приспособленія и ставятъ на центры, но не

закрѣпляютъ поводкомъ, такъ что колесо можетъ свободно вращаться на центрахъ. Столъ поворачиваютъ снова въ такое положеніе, чтобы оси червяка и колеса были перпендикулярны, и производятъ нарѣзку, заставляя вращаться червякъ, который входитъ въ продѣланныя впадины, вращаетъ подъ собой колесо и вмѣстѣ съ тѣмъ постепенно углубляется въ него и вырабатываетъ зубья. *Если не сдѣлать предварительно такихъ довольно глубокихъ канавокъ, а заставить червякъ сразу вырабатывать зубья въ цѣльномъ цилиндрѣ, то легко получить невѣрное дѣленіе окружности; иногда получается зубьевъ больше, чѣмъ надо.*

Существуютъ машины для подобной работы, на которыхъ вращеніе колеса производится отъ зубчатой передачи съ должной скоростью; на такихъ машинахъ предварительной нарѣзки впадинъ не требуется, такъ какъ шагъ и безъ того получается точный.

ГЛАВА VII.

Работа на шлифовальныхъ станкахъ.

Подъ шлифовкой подразумѣваютъ такой процессъ рѣзанія, при которомъ рѣжущимъ орудіемъ являются мелкія крупинки какого-нибудь твердаго матеріала, которыя и отдираютъ отъ металла тоже очень мелкія стружки въ видѣ порошка. Такъ какъ при такомъ способѣ рѣзанія не выполняются требованія относительно наивыгоднѣйшихъ угловъ рѣзанія и металлъ раздробляется на очень мелкія частицы, затрата работы при шлифованіи на снятіе того же количества матеріала оказывается гораздо больше, по сравненію съ рѣзаніемъ при помощи правильно приготовленныхъ рѣзцовъ. Но въ виду того, что при помощи шлифованія могутъ обрабатываться самые твердые матеріалы, и при помощи этого процесса можно снимать самые незначительные слои, шлифованіе и примѣняется именно тогда, когда обработка обыкновенными рѣзцами становится невозможной, вслѣдствіе особой твердости обрабатываемаго матеріала или же когда издѣлію нужно сообщить особую точность.

Шлифовальныя орудія.

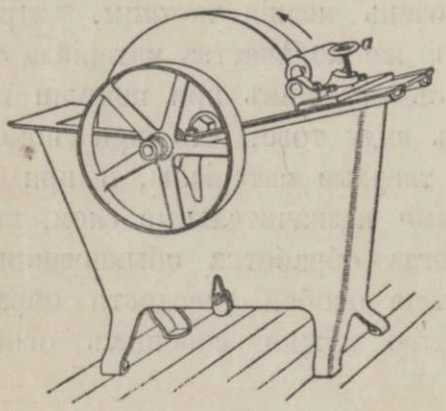
412. Матеріалъ для приготовленія шлифовальныхъ орудій, или точилъ. Такъ какъ шлифовка примѣняется также и для наточки различныхъ рѣжущихъ инструментовъ, то орудія, служащія для шлифовки, носятъ названіе *точилъ*. Всякое точило состоитъ изъ очень твердыхъ кристаллическихъ частичекъ какой-нибудь породы, связанныхъ между собой другимъ болѣе мягкимъ *цементирующимъ веществомъ*. Точила бываютъ *естественныя* и *искусственныя*. Къ естественнымъ относятся обыкновенные точильные камни, къ искусственнымъ—точила, приготовленыя изъ корунда, наждака, карборунда и алунда.

413. Точильный камень. Обыкновенный точильный камень состоитъ изъ кремнезема или кварцеваго песка, зерна котораго должны быть остры, чтобы они могли хорошо царапать. Зерна между собой связываются известковымъ или кремнекислымъ цементомъ. Цементирующее вещество должно быть такого свойства, чтобы оно позволяло притупившимся зернамъ вслѣдствіе силы тренія отрываться и взамѣнъ себя выставлять свѣжія острыя частицы.

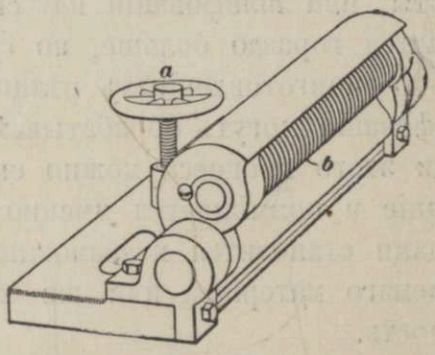
Шлифовка на такихъ камняхъ идетъ болѣе успѣшно, если они смачиваются водой. Вода при этомъ служитъ для охлажденія издѣлія, которое стачивается на камнѣ, а также она смываетъ оторвавшіяся частички притупившагося кремнезема и частички сошлифованнаго металла, которыя могли бы залеплять поверхность камня, дѣлая ее гладкой, мало пригодной для шлифовки, вслѣдствіе чего къ издѣлію все время подходятъ свѣже-выступившія на поверхности острыя частички, и работа шлифовки идетъ болѣе успѣшно.

Нужно имѣть въ виду, что точильный камень размягчается отъ воды, поэтому его нужно смачивать равномѣрно; иначе получатся болѣе мягкія мѣста, и камень будетъ срабатываться неравномѣрно.

Точильные камни имѣютъ обыкновенно форму дисковъ и получаютъ вращательное движеніе, для этого точило сажается на ось, помѣщающуюся въ двухъ подшипникахъ. которые сами закрѣплены на особой формы корытѣ (фиг. 662). Въ корыто наливается вода, которая и смачиваетъ точило при его вращеніи; вращеніе должно производиться непрерывно, чтобы влажность камня была равномѣрна. Въ нѣкоторыхъ



Фиг. 662.



Фиг. 663.

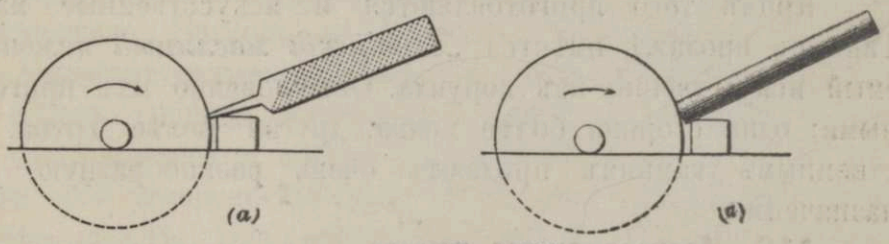
случаяхъ устраиваютъ точило съ остановомъ, но при этомъ механизмъ, останавливающій приводный ремень, связываютъ съ особымъ тѣломъ, погруженнымъ въ воду желоба; такъ что, когда останавливается точило, то въ то же время тѣло вынимается изъ воды, вслѣдствіе чего уровень воды понижается, и точило перестаетъ смачиваться.

Для правильной работы точила весьма важно, чтобы оно имѣло ровную цилиндрическую поверхность [1]). Но такъ какъ отъ работы эта поверхность портится, то ее необходимо своевременно исправлять. Для поддержанія поверхности точила въ исправномъ состояніи, къ нему придѣлывается особое приспособленіе (фиг. 663): оно состоитъ изъ чугунной плитки, на которой помѣщаются два подшипника; въ этихъ подшипникахъ закрѣплены шипы чугунной коробки. Въ боковыя стѣнки коробки закрѣпленъ винтъ *b*, выточенный изъ твердаго чугуна. Коробка при помощи винта *a*, проходящаго черезъ выступъ на коробкѣ и упи-

[1]) Правильность цилиндрической поверхности точила обыкновенно служитъ характеристикой общаго распорядка въ мастерской. Гдѣ не заботятся о точилѣ тамъ обыкновенно не выполняются и другія условія правильной постановки дѣла,

рающагося въ нижнюю плитку, можетъ поворачиваться на своихъ шипахъ. Приспособленіе ставится къ точилу, какъ показано на фиг. 662. При поворачиваніи винта *a* роликъ съ винтовой нарѣзкой прижимается къ точилу и при своемъ вращеніи выравниваетъ появившіяся на его поверхности неровности. При такомъ приспособленіи точило все время сохраняетъ свою правильную поверхность. Такъ какъ точило должно имѣть опредѣленную скорость на окружности, а по мѣрѣ работы оно уменшается въ діаметрѣ, то для поддержанія этой скорости нужно увеличивать число оборотовъ, а потому на валу точила долженъ имѣться ступенчатый шкивъ или какое-либо другое приспособленіе на контръприводѣ для измѣненія числа оборотовъ точила.

Если почему-либо поверхность точила будетъ очень сильно испорчена, ее выправляютъ сначала срубаніемъ киркой очень выступающихъ мѣстъ, а потомъ обточкой въ сухомъ состояніи ручкой стараго подпилка (фиг. 664*a*); при этомъ поверхность получается очень грубая. Чтобы пригладить поверхность, точило обтачиваютъ газовой трубой діам. около 20 мм. (фиг. 664*b*), перекатывая трубу вдоль опоры. При такомъ обтачиваніи оторванныя частицы кремнезема, забиваясь въ поры мягкаго желѣза, и производятъ стачиваніе камня.



Фиг. 664.

Для наточки инструментовъ точильные камни имѣютъ небольшой размѣръ—около 1000 мм. Но для шлифовки различныхъ издѣлій камни употребляются и болѣе 2000 мм.

414. Скорость шлифовки на точильныхъ камняхъ. При наточкѣ инструментовъ скорости берутся обыкновенно сравнительно небольшія: для инструментовъ, рѣжущихъ металлы, 4—5 метр. въ сек; для инструментовъ, рѣжущихъ дерево, 3—3,5 метр. въ сек. Существуетъ также правило при наточкѣ инструментовъ сообщать точилу такую скорость, при которой съ него еще не сбрасывается вода центробѣжной силой.

Для шлифовальныхъ работъ скорости берутся значительно выше и предѣлы скоростямъ ставятся только прочностью камня. Для хорошихъ прочныхъ камней ихъ окружная скорость можетъ доходить до 20 метр. въ сек.

415. Масляные камни. Они тоже состоятъ изъ зеренъ кремнезема, но зерна болѣе мелки и связаны другимъ цементирующимъ веществомъ. Въ данномъ случаѣ цементомъ является кремнекислое стекловидное вещество.

Такіе камни обыкновенно дробятся на небольшіе куски и потомъ изъ нихъ не приготовляютъ большихъ приводныхъ точилъ, а употребляются они для ручной наточки и *оправки* инструментовъ. Эти камни

обладаютъ тѣмъ свойствомъ, что выпадающія, притупленныя зерна кварца, а также и частички металла смываются съ ихъ поверхности болѣе легко масломъ, почему такіе камни и даютъ болѣе хорошую работу при смазкѣ ихъ масломъ. Наилучшіе результаты даетъ ростительное масло, но удовлетворительную работу можно получить и при смазкѣ обыкновеннымъ машиннымъ масломъ.

На рынкѣ славятся американскіе масляные камни *„Арканзасъ“* съ очень мелкимъ зерномъ и имѣютъ видъ мрамора. Эти камни употребляются для заточки наиболѣе деликатныхъ инструментовъ и даютъ удивительно тонкое рѣжущее ребро. Такіе камни употреблются въ инструментальныхъ механическихъ заводовъ. Для наточки и оправки деревообдѣлочныхъ инструментовъ могутъ примѣняться и болѣе грубые сорта масляныхъ камней.

Кромѣ того приготовляются и искусственные масляные камни. Такъ, въ продажѣ имѣется *„Индійскій масляный камень“*, приготовляемый искусственно изъ корунда. Обыкновенно ихъ приготовляютъ двойными; одна сторона болѣе мелка, другая болѣе груба. Форму искусственнымъ камнямъ придаютъ очень разнообразную, смотря по ихъ назначенію.

416. Искусственныя точила. Для приготовленія искусственныхъ точилъ употребляются *корундъ, наждакъ, карборундъ и алундъ.*

Корундъ представляетъ чистый глиноземъ или окись алюминія. Онъ имѣетъ кристаллическое строеніе и твердость его 9 по шкалѣ твердости Моса:

1. Талькъ.
2. Гипсъ.
3. Известковый шпатъ.
4. Плавиковый шпатъ.
5. Апатитъ.
6. Адуляръ.
7. Кварцъ.
8. Топазъ.
9. Корундъ.
10. Алмазъ.

слѣдовательно корундъ по твердости стоитъ сейчасъ же за алмазомъ. Находится корундъ въ Соед. Америк. Штат., въ Георгіи и Сѣверн. Каролинѣ, а также въ Канадѣ въ видѣ пластовъ и въ скалахъ, которыя по измельчаніи даютъ его до 20%.

Хорошій продажный корундъ содержитъ отъ 40% до 90% кристаллизованной окиси алюминія (Al_2O_3); отъ 5% до 25% селиката алюминія и невполнѣ кристаллизованной окиси алюминія; отъ 2% до 6% окиси желѣза; около такого же количества свободнаго кремнезема и отъ 1,5% до 3% воды и друг. веществъ, которыя выдѣляются при накаливаніи до краснаго каленія.

Добытый измельченіемъ и промывкой скалистыхъ породъ корундъ просѣивается и сортируется по сортамъ различной крупности. №—крупности корунда, которымъ онъ обозначается, соотвѣтствуетъ тому № сита, черезъ которое онъ просѣивается. Напримѣръ, если просѣять корундъ черезъ сито № 20 (20 переплетовъ на 1 дюймѣ) и затѣмъ просѣять корундъ черезъ слѣдующій нумеръ сита, то все что останется на ситѣ

слѣдующаго нумера и будетъ корундъ № 20. Нумера измѣняются отъ № 12 до № 200. Для приготовленія шлифовальныхъ точилъ или круговъ употребляются нумера отъ № 20 до № 100. Болѣе мелкіе нумера употребляются для полировки.

Наждакъ представляетъ мелкій корундъ съ значительной примѣсью закиси желѣза. Присутствіе желѣза сообщаетъ наждаку темный цвѣтъ, и дѣлаетъ его зерна менѣе хрупкими, чѣмъ зерна корунда. По твердости наждакъ стоитъ на 1 ступень ниже по приведенной выше шкалѣ.

Наждакъ находится на Уралѣ, въ копяхъ около Честера въ штатѣ Масачузетъ, на островѣ Наксосъ, принадлежащемъ Греціи, и около Смирны. Хорошій наждакъ содержитъ до 60% кристаллическихъ зеренъ, остальные 40% представляютъ селикатъ алюминія, окись желѣза, кремнеземъ, вода и др. Наждакъ измельчается, промывается и просѣивается на различные нумера, такъ же какъ и корундъ, и имѣется въ продажѣ подъ названіемъ Честерскаго, Наксоса и Турецкаго, сообразно съ мѣстомъ происхожденія. Качество наждака, помимо его природныхъ свойствъ, зависитъ также и отъ способа обработки: насколько совершенно онъ былъ очищенъ отъ примѣсей и затѣмъ сортированъ.

Карборундъ есть углеродистый кремній и производится искусственно въ электрическихъ печахъ. Онъ изобрѣтенъ въ 1893 году *Ачесономъ* и въ настоящее время приготовляется заводомъ около Ніагарскаго водопада. Карборундъ обладаетъ такими же свойствами, какъ и корундъ въ смыслѣ пригодности для шлифовки.

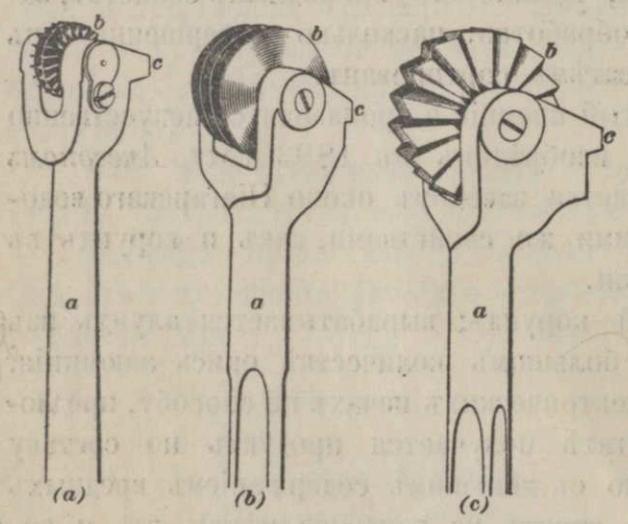
Алундъ есть искусственный корундъ; вырабатывается алундъ изъ особой породы, содержащей въ большомъ количествѣ окись алюминія. Эта порода обрабатывается въ электрическихъ печахъ по способу, предложенному *Якобсомъ*, и въ результатѣ получается продуктъ по составу близко подходящій къ корунду, но съ меньшимъ содержаніемъ вредныхъ примѣсей. По твердости алундъ стоитъ на томъ же мѣстѣ, гдѣ и корундъ. Алундъ вырабатывается на заводѣ около Ніагарскаго водопада компаніей Нортона (Norton Company), которая приготовляетъ изъ этого матеріала свои шлифовальные круги.

Изъ всѣхъ этихъ матеріаловъ: корунда, карборунда, наждака и алунда приготовляются искусственные точильные камни. Способъ приготовленія одинаковый, разнятся только матеріалы, и потому въ дальнѣйшемъ мы будемъ говорить о приготовленіи наиболѣе распространенныхъ *наждачныхъ точилъ*, или какъ ихъ называютъ *наждачныхъ круговъ*.

417. Приготовленіе наждачныхъ круговъ. Всякій наждачный кругъ состоитъ изъ двухъ частей: наждака, какъ скребущаго матеріала, и цементирующаго вещества. Для того, чтобы острыя скребущія частицы наждака хорошо срѣзали прикасающійся съ ними матеріалъ, онѣ должны быть прочно закрѣплены въ какой-либо державкѣ, подобно тому, какъ алмазъ для рѣзанія стекла закрѣпляется въ своей оправѣ. Такой оправой, удерживающей частички наждака, является цементирующее вещество, которое должно быть достаточно прочно, чтобы удерживать точило отъ разлетанія подъ дѣйствіемъ центробѣжной силы и должно быть доста-

точно твердо, чтобы не изнашиваться слишкомъ быстро и не позволять частицамъ наждака отскакивать, прежде чѣмъ онѣ достаточно износятся. Съ другой стороны, цементирующее вещество должно быть такого свойства, чтобы оно позволяло частицѣ, достаточно сработавшейся, отваливаться, безъ чего поверхность круга быстро бы стала гладкой и перестала бы энергично работать—срѣзать матеріалъ. Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что *выборъ надлежащаго цементирующаго вещества является вопросомъ первостепенной важности.*

Смѣшанная въ надлежащей пропорціи масса формуется въ видѣ круга и ставится въ очагъ, гдѣ, подвергаясь высокой температурѣ, сплавляется. Въ средней части круга оставляется отверстіе достаточно большое, чтобы въ него могъ пройти шпиндель наибольшаго діаметра, употребляемый для круговъ даннаго размѣра. При заказѣ круга долженъ сообщаться размѣръ центральнаго отверстія; тогда, если отверстіе должно быть уменьшено, внутрь его вставляютъ втулку заданнаго размѣра и промежутокъ заливаютъ свинцомъ; такимъ образомъ получаютъ свинцовое отверстіе, какъ разъ по размѣру.



Фиг. 665.

Наждачный кругъ, чтобы правильно работать, долженъ имѣть совершенно правильную форму. Если онъ былъ правильно отформованъ, то послѣ того какъ кругъ подвергался дѣйствію высокой температуры его всегда нѣсколько коробитъ, а потому, послѣ того какъ въ центральное отверстіе вставлена втулка, кругъ сажается на шпиндель машины и его обтачиваютъ. Эта операція очень трудная, такъ какъ наждачный кругъ самъ стачиваетъ другіе матеріалы хорошо, а его сточить очень трудно.

Обточка наждачныхъ круговъ производится, употребляя для этого матеріалы болѣе твердые, чѣмъ наждакъ, напримѣръ алмазъ;—этотъ способъ очень дорогъ и мало примѣняется. При другомъ способѣ обточки круговъ, какъ цилиндрической, такъ и боковыхъ поверхностей, примѣняются инструменты, изображенные на фиг. 665. Инструменты состоятъ изъ державки *a*, въ которой закрѣплены каточки *b*, приготовленныя изъ закаленной стали. Инструментъ этотъ подводится къ наждаковому кругу и катится по немъ, при чемъ зазубрины каточковъ какъ бы наносятъ рядъ ударовъ, подобныхъ ударамъ зубиломъ, которые выковыриваютъ частицы наждака и сравниваютъ поверхность круга. Такіе инструменты могутъ подводиться къ поверхности круга или прямо рукой, или же закрѣпляются въ суппортѣ спеціальной машины.

При пользованіи наждачными кругами необходимо имѣть подобный инструментъ и по временамъ вывѣрять наждачный кругъ, поддерживая его правильную форму.

418. Испытаніе наждачныхъ круговъ. Вслѣдствіе центробѣжной силы наждачный кругъ можетъ разорваться и причинить увѣчье и даже смерть людямъ, находящимся поблизости, а также причинить и другія разрушенія. При изслѣдованіи подобныхъ случаевъ, обыкновенно оказывается, что поломка круговъ происходитъ главнымъ образомъ отъ скрытыхъ въ нихъ пороковъ: отдулинъ, трещинъ и т. п., а потому прежде чѣмъ пускать въ работу наждачный кругъ, нужно убѣдиться въ томъ, что въ немъ нѣтъ именно такихъ пороковъ. Для этого на заводѣ, изготовляющемъ круги, производятъ ихъ испытаніе. Круги сажаются на спеціальный станокъ и имъ сообщается въ два раза большее число оборотовъ по сравненію съ тѣмъ, какое кругъ будетъ имѣть при нормальной работѣ. Станокъ снабженъ футляромъ, чтобы въ случаѣ поломки куски круга не могли причинить поврежденій. Такъ какъ центробѣжная сила пропорціональна квадрату числа оборотовъ, то, слѣдовательно, круги, испытанные указаннымъ способомъ, будутъ работать по крайней мѣрѣ съ 4-хкратной надежностью.

При нормальной работѣ наждачнымъ кругамъ сообщается окружная скорость отъ 26 до 33 м. въ сек. Впрочемъ, различные фабриканты, сообразно съ сортомъ круговъ, даютъ для нихъ и другія допустимыя при работѣ скорости, чѣмъ и нужно руководствоваться.

419. Классификація наждачныхъ круговъ. Наждачные круги классифицируются сообразно съ матеріаломъ, употребляющимся въ качествѣ цементирующаго вещества. Различаются слѣдующіе классы: 1) **стеклующіеся** наждачные круги, исполненные изъ цементирующаго вещества, превращающагося при сильномъ нагрѣвѣ въ стекловидную массу; 2) **селикатные круги**, у которыхъ цементирующее вещество содержитъ селикаты соды; 3) **камедные круги**, цементирующее вещество содержитъ шелакъ; 4) **вулканизированные круги**, цементирующее вещество содержитъ резину; 5) **целлулоидные круги**, цементирующее вещество целлулоидъ.

420. Стеклующіеся наждачные круги. Матеріаломъ для ихъ приготовленія служитъ смѣсь глины и плавней (флюксовъ) пропорція обыкновенно составляетъ секретъ фабриканта. Наждакъ очень хорошо перемѣшивается съ глиной, смоченной водой, затѣмъ массѣ даютъ просохнуть до такой консистенціи, чтобы изъ нея можно было отформовать точильные круги; эти круги на огнеупорной пластинѣ ставятся въ очагъ, гдѣ они подъ дѣйствіемъ высокой температуры (1650° Ц.) сплавляются, такъ, что получается стекловидная однородная масса. Наждачные круги, приготовляемые на извѣстномъ заводѣ Нортона готовятся именно такимъ образомъ.

421. Селикатные круги. Селикатъ соды перемѣшивается съ наждакомъ; масса формуется и затѣмъ ставится въ камеру съ неособенно высокой температурой (160°—220° Ц.) гдѣ они высушиваются и затвердѣваютъ. Къ такого рода кругамъ относятся круги *Дитройтъ, Скрантонъ и др.*

422. Камедные круги приготовляются смѣшеніемъ наждака съ шелакомъ и помѣщая для просушки въ камеру при температурѣ отъ 160° до 220° Ц.

423. Вулканизированные круги приготовляются, пропитывая резину наждакомъ и пропуская ее многократно черезъ вальцы для того, чтобы сообщить массѣ однородность. Если приготовляются толстые круги, то склеиваются нѣсколько такихъ листовъ вмѣстѣ; послѣ этого кругъ подвергается сильной прессовкѣ и вулканизаціи, оставляя кругъ на нѣкоторое время при температурѣ, достаточной для того, чтобы сообщить резинѣ твердость. При работѣ круга, если наждаковая частица сработается и начнетъ перетирать, вмѣсто того, чтобы рѣзать металлъ, то отъ развивающейся теплоты резина плавится, освобождаетъ сработавшуюся частицу и подводитъ вмѣсто нея свѣжую--острую.

424. Целлулоидные круги приготовляются только одной фирмой. Они очень прочны, и потому могутъ работать съ очень большими скоростями. Точно также очень надежными оказываются и тонкіе круги такого сорта.

425. Твердость наждачныхъ круговъ. Наждачные круги приготовляются различной твердости. Различные фабриканты снабжаютъ свои круги отмѣтками, характеризующими качество круговъ. Весьма *важно для каждой работы употреблять кругъ соотвѣтствующей твердости;* небольшое измѣненіе въ сортѣ наждачнаго круга можетъ повлечь къ тому, что онъ будетъ работать очень плохо, а потому необходимо или знать сортъ подходящаго круга и таковой требовать отъ заводчика, или же сообщать заводчику родъ работы, которую предполагаютъ исполнять кругомъ и соотвѣтственно съ этимъ требовать отъ заводчика подходящій сортъ круга.

426. Градація наждаковыхъ круговъ Наждаковые круги различаются по *крупности зеренъ наждака* и по *твердости цементирующаго вещества.*

Заводъ Нортона (Norton Emery Wheel Co.) изготовляетъ круги различныхъ твердостей, обозначая ихъ буквами алфавита, начиная съ самыхъ мягкихъ. Наиболѣе употребительные отъ I до Q.

Въ слѣдующей таблицѣ приведена градація круговъ, изготовляемыхъ заводомъ Norton Emery Wheel Company.

Предметы, подлежащіе шлифовкѣ.	Крупность зерна.	Градація.
Крупныя чугунныя и стальныя отливки	16 — 20	P до Q
Мелкія чугунныя и стальныя отливки	20 - 36	O до P
Крупныя отливки изъ ковкаго чугуна	16 — 20	Q до R
Мелкія отливки „ „ „	20 — 36	P до Q
Чугунныя отливки съ закаленной поверхностью	16 — 20	R до T
Желѣзо	16 — 30	P до Q
Бронзовыя отливки	20 — 30	O до P
Различныя работы въ мастерской	30 — 46	O до P
Наточка рѣзцовъ для строгальной и самоточки	30 — 46	N до O
Наточка мелкихъ инструментовъ	46 —100	N до P
Наточка деревообдѣлочныхъ инструментовъ	36 — 60	M до N
Винтовыя сверла при ручной наточкѣ	36 — 60	M до N
Винтовыя сверла при машинной наточкѣ	46 — 60	G до J
Развертки, мечики, фрезеры (ручная наточка)	46 —100	N до P
Тоже (машинная наточка)	46 — 60	H до K
Шлифовка бандажей вагонныхъ колесъ	20 — 30	O до P

Твердость *камедныхъ* круговъ обозначается нумерами, измѣняясь отъ 0 до 6, съ промежутками въ $^1/_4$, такъ что нумера будутъ итти такъ: 0, $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$ и т. д. до 6.

Карборундовые круги обозначаются буквами отъ D до V, D—самый твердый, V—очень мягкій.

При выборѣ наждачнаго круга можно вообще руководствоваться слѣдующимъ правиломъ:

При обработкѣ стали, чѣмъ тверже сталь, тѣмъ мягче долженъ быть наждачный кругъ. Мягкій наждачный кругъ быстрѣе срабатывается и частицы наждака отлетаютъ раньше, чѣмъ они успѣютъ притупиться, поэтому болѣе мягкій кругъ оказывается въ работѣ какъ бы болѣе острымъ и болѣе пригоднымъ для обработки твердой стали. Для мягкой стали могутъ примѣняться болѣе твердые круги, такъ какъ при шлифовкѣ мягкой стали наждаковыя зерна не тупятся такъ быстро и ихъ желательно дольше удерживать на кругѣ, а кромѣ того зерна углубляются въ мягкую сталь глубже, и потому, испытывая большее сопротивленіе, если притупятся, то могутъ быть оторваны и при болѣе твердомъ цементирующемъ веществѣ. Но съ другой стороны, если для мягкой стали берется слишкомъ твердый кругъ, то онъ забивается стальной пылью и начинаетъ плохо работать.

Бронза и *мѣдь* требуютъ болѣе мягкихъ круговъ.

Каучукъ требуетъ мягкаго круга съ крупными зернами.

Вообще выборъ подходящаго наждачнаго круга для данной работы представляетъ большую трудность, такъ какъ сразу напередъ трудно сказать какой сортъ будетъ наиболѣе подходящимъ. Напримѣръ, желая получить гладкую поверхность не всегда нужно брать кругъ съ мелкимъ наждакомъ; можетъ оказаться, что кругъ съ болѣе крупными зернами, но болѣе подходящій по твердости къ обрабатываемому издѣлію дастъ болѣе гладкую поверхность.

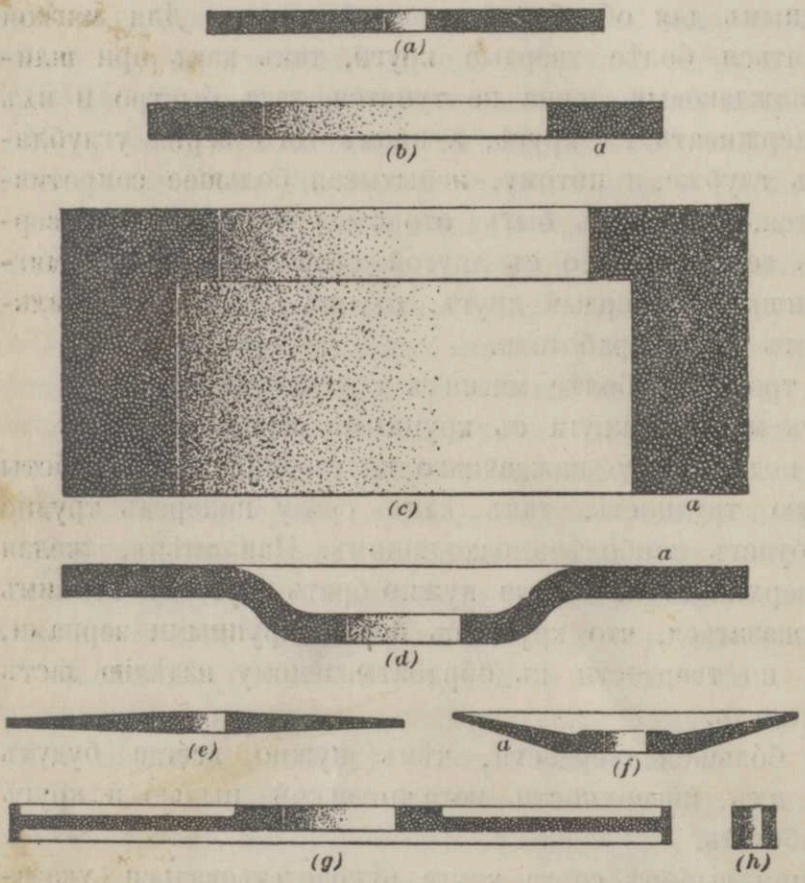
Примѣняя круги бо́льшей твердости, чѣмъ нужно, всегда будутъ получать загрязненіе ихъ поверхности металлической пылью и кругъ перестаетъ хорошо работать,

Болѣе надежно при выборѣ сорта круга руководствоваться указаніями самихъ фабрикантовъ, изготовляющихъ круги, или же произвести цѣлый рядъ пробъ съ кругами различной твердости.

Можно рекомендовать имѣть дѣло съ одной фабрикой, изготовляющей круги и, выбравъ соотвѣтствующій сортъ, постоянно примѣнять его.

427. Форма наждачныхъ круговъ. На фиг. 666 представлены формы наждачныхъ круговъ, обыкновенно примѣняемыхъ на шлифовальныхъ станкахъ. Кругъ въ видѣ диска (*a*) примѣняется при внѣшнемъ шлифованіи, работа производится внѣшней цилиндрической поверхностью. Круги, употребляющіеся на универсальныхъ машинахъ, въ большинствѣ имѣютъ большое центральное отверстіе, какъ показано на фиг. (*b*); въ это отверстіе вставляются диски особой оправки. Чашкообразный кругъ фиг. (*c*) примѣняется для шлифовки плоскихъ поверхностей и работаетъ поверхностью *a*; иногда такіе круги дѣлаются безъ донышка, и пред-

ставляютъ простой цилиндръ, который закрѣпляется на особой оправкѣ. Точно также и кругъ (*b*), если онъ широкій, можетъ быть закрѣпленъ въ особой оправкѣ или патронѣ и употребленъ для шлифовки плоскихъ поверхностей, при чемъ онъ шлифуетъ поверхностью *a*. Кругъ (*d*) примѣняется для шлифовки угловъ около широкихъ выступающихъ плоскихъ поверхностей. Въ углубленіи этого круга помѣщается гайка, закрѣпляющая кругъ на оправкѣ и позволяетъ такимъ образомъ поверхности *a* близко подойти къ плоской поверхности издѣлія. Кругъ (*e*) примѣняется для заточки развертокъ и фрезеровъ; употребляется онъ въ сухомъ видѣ. Тонкій край круга не снимаетъ матеріала такъ быстро, какъ широкій, и потому не развиваетъ много тепла, вслѣдствіе этого кругъ съ тонкимъ краемъ и оказывается болѣе пригоднымъ для заточки инструментовъ безъ смачиванія водой, чѣмъ кругъ съ широкимъ краемъ. Конической кругъ (*f*) примѣняется для затачиванія мелкихъ зубьевъ на фрезерахъ, наточка идетъ основаніемъ конуса. Кругъ (*g*) примѣняется для шлифовки угловъ около заплечиковъ, а также, подобно кругу (*c*), можетъ примѣняться для мелкихъ плоскихъ поверхностей у мелкихъ предметовъ, напримѣръ у калибровъ и др. Для внутренней шлифовки употребляются маленькіе круги цилиндрической формы (*h*).



Фиг. 666.

Такимъ образомъ у наждачныхъ круговъ работающія поверхности имѣютъ главнымъ образомъ или цилиндрическую форму или плоскую; но при помощи алмаза эти поверхности могутъ быть выточены въ любую поверхность, которая наиболѣе соотвѣтствуетъ данной работѣ.

428. Назначеніе наждачныхъ круговъ. Наждачные круги имѣютъ очень разнообразное примѣненіе;—они служатъ для шлифовки всевозможныхъ металловъ, ими же шлифуются стекло, фарфоръ, каучукъ, дерево, кожа, включая сюда и отдѣлку замши, идущей на приготовленіе перчатокъ. Круги приготовляются очень разнообразныхъ размѣровъ, на-

чиная съ самыхъ малыхъ, употребляемыхъ зубными врачами, до громадныхъ круговъ, больше метра діаметромъ.

Обработка наждаковыми кругами одинаково успѣшно примѣняется при самыхъ точныхъ работахъ, гдѣ толщина снимаемаго слоя съ металла не превосходитъ 0,00025 мм., и при грубой работѣ, гдѣ большими колесами снимается самый твердый металлъ съ такой быстротой, какой невозможно достичь при рѣзаніи рѣзцомъ. Это подало мысль замѣнить обработку рѣзцами на токарныхъ и строгальныхъ машинахъ работой наждачнымъ кругомъ, но пока такое примѣненіе наждачнаго круга для грубой обработки успѣха не имѣло, такъ какъ при этомъ хотя и можетъ получиться выигрышъ въ скорости, но за то происходитъ слишкомъ большая затрата въ работѣ на измельченіе частицъ металла; самое преимущество въ скорости болѣе не имѣетъ мѣста съ тѣхъ поръ какъ примѣнена быстрорѣжущая сталь, и потому въ настоящее время для грубой обработки наждачные круги примѣняются лишь при очень твердыхъ металлахъ или же при мѣстномъ удаленіи скопившагося металла, какъ напримѣръ, при очисткѣ отливокъ въ литейныхъ и т. п. главнымъ же образомъ *наждачные круги примѣняются для точной обработки*, при чемъ теперь признано наиболѣе выгоднымъ грубую обработку вести рѣзцами на станкахъ, а затѣмъ, оставляя тонкій слой, окончательную отдѣлку издѣлій производить на шлифовальныхъ станкахъ; при чемъ работа получается бобѣе быстрая, болѣе точная и болѣе чистая, причины этого будутъ объяснены дальше.

Обработка наждачными кругами на современныхъ шлифовальныхъ станкахъ преслѣдуетъ три цѣли: 1) *быстрое удаленіе твердаго матеріала* (обыкновенно ручная обработка); 2) *сообщеніе издѣлію гладкой блестящей поверхности* (полировка); 3) *точную обработку издѣлій*, предварительно обработанныхъ на другихъ станкахъ.

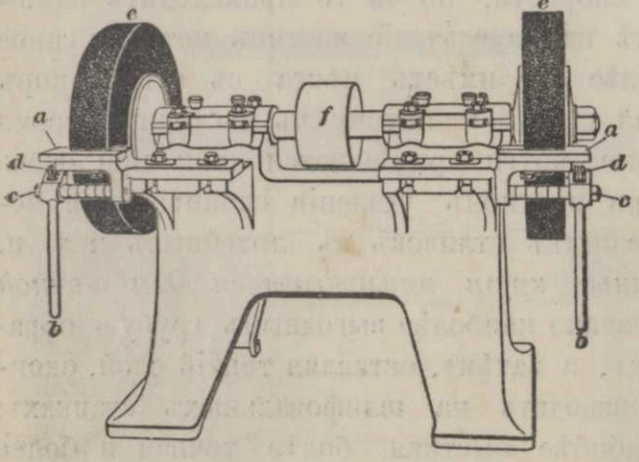
Ручная шлифовка.

429. Подъ ручной шлифовкой подразумѣваютъ тѣ случаи обработки на машинахъ наждачныхъ кругахъ, когда издѣліе держатъ прямо руками и подводятъ его или прямо къ наждачному кругу, или опирая издѣліе на подставку, имѣющуюся около круга. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при обработкѣ очень тяжелыхъ издѣлій само издѣліе остается неподвижнымъ, а къ нему подводится кругъ, но тоже направляется руками.

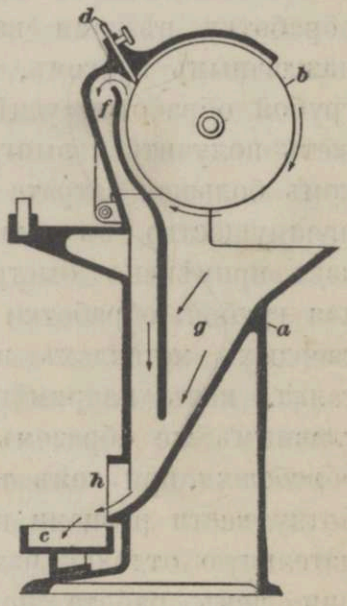
430. Простой шлифовальный станокъ. На фиг. 667 изображенъ простой шлифовальный станокъ для ручной работы. На горизонтальномъ валу посажены два круга *e e*. Передъ ними имѣются подставки или столики *a*, на которые опирается издѣліе при шлифовкѣ. Подъ столикомъ помѣщается приспособленіе для вывѣрки круга: на оси *c* сидитъ державка *b*, въ которой закрѣпленъ бороздчатый роликъ *d*. Круги приводятся въ движеніе ремнемъ, накинутымъ на шкивъ *f*. Такіе станки строятся очень разнообразныхъ размѣровъ съ кругами отъ 75 мм. до

діаметра больше метра. Станки примѣняются въ литейныхъ для очистки литья и въ другихъ мастерскихъ; иногда на нихъ обрабатываются довольно сложныя издѣлія, которыя требуютъ со стороны рабочаго большого искусства.

На фиг. 668 представлена другая конструкція станка для шлифовальныхъ круговъ. Около шлифовальнаго круга *b* устанавливается вихрь, который увлекаетъ пыль по направленію стрѣлокъ. Перегородка *d* подводится къ кругу возможно близко и останавливаетъ движеніе вихря вслѣдствіе чего и устанавливается токъ по



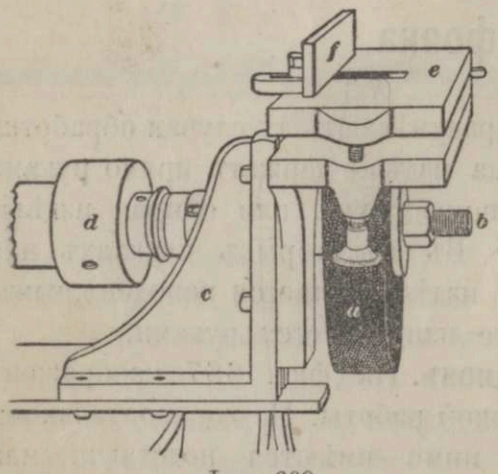
Фиг. 667.



Фиг. 668.

каналу, а также и по желобу; пыль затѣмъ выносится черезъ отверстіе *h* и осаждается въ сосудѣ съ водой *c*, или же можетъ отводиться прочь изъ мастерской по трубамъ, приставленнымъ къ отверстію *h*.

Вопросъ объ отведеніи наждачной и металлической пыли, очень вредныхъ для здоровья рабочихъ, *представляетъ большую важность*, и потому при установкѣ шлифовальныхъ машинъ необходимо вмѣстѣ съ тѣмъ дѣлать такое устройство. при помощи котораго пыль отводилась бы сейчасъ же какъ она образуется и не могла вредно дѣйствоеать на рабочихъ.

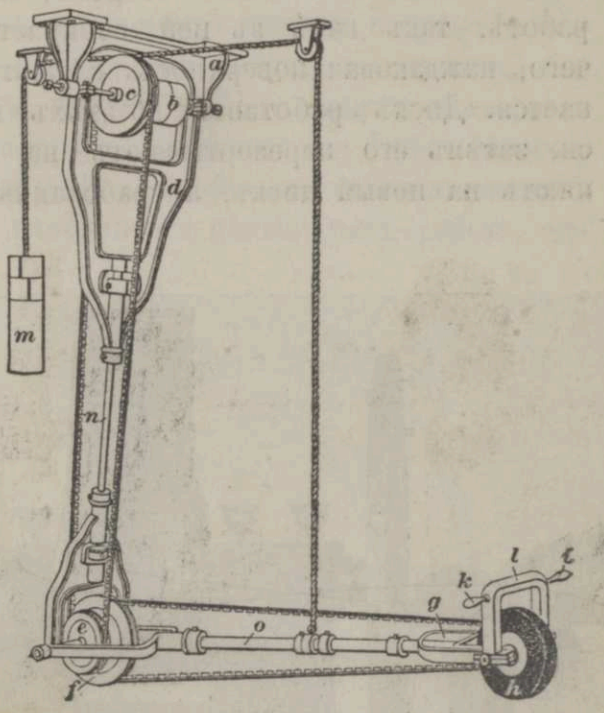


Фиг. 669.

431. Приспособленіе для обработки плоскихъ поверхностей. На фиг. 669 представлено приспособленіе, которое позволяетъ болѣе удобно шлифовать плоскія поверхности. Надъ кругомъ *a* къ подставкѣ *c* привертывается столикъ съ прорѣзомъ *e*, черезъ который проходитъ наждачный кругъ. Издѣліе кладется на столъ и передвигается по немъ руками. По мѣрѣ срабатыванія круга столикъ нужно опускать, для чего служитъ винтъ, показанный на передней части стола. Угольникъ *f* слу-

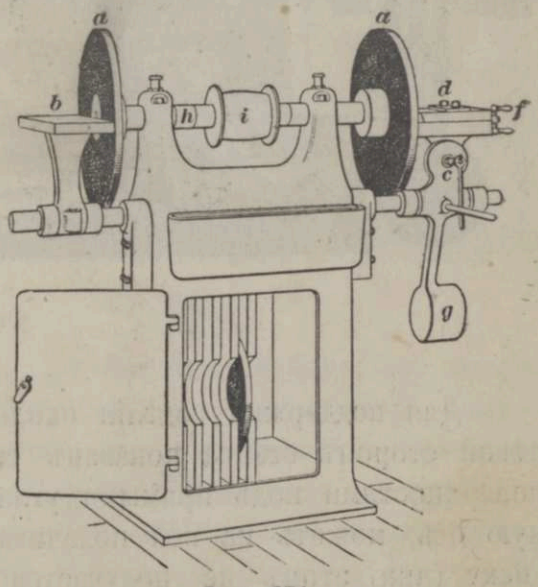
жить для направленія издѣлія. Съ подобнымъ приспособленіемъ довольно удобно грубо шлифовать плоскія поверхности.

432. Качающійся шлифовальный станокъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится обрабатывать слишкомъ тяжелое издѣліе, которое затруднительно подводить къ наждачному кругу руками, издѣліе кладется около шлифовальнаго станка особой конструкціи, изображеннаго на фиг. 670. Станокъ состоитъ изъ приводнаго вала, прикрѣпленнаго въ подвѣскахъ *a* къ потолку; *b* коренной и холостой приводные шкивы. На томъ же валу подвѣшена рама *d*, кончающаяся на нижнемъ концѣ вилкой, въ которой помѣщается валъ *e*. На этомъ валу насажена другая рама *o*, на концѣ *l* которой помѣщенъ наждачный кругъ *h*. Ось круга можетъ поворачиваться около оси *o*, можетъ поворачиваются около оси *n*, кромѣ того сами рамы могутъ поворачиваться около вала *c* и вала *e*, такимъ образомъ кругъ можетъ быть поставленъ въ любое положеніе въ пространствѣ, ограниченномъ размѣрами станка. Движеніе кругу передается шнурами отъ блока *c*. Рабочій берется за рукоятки *i*, *k*, прикрѣпленныя къ скобѣ *l* и, передвигая наждачный кругъ, можетъ обработать любую поверхность у лежащаго около машины издѣлія. Контръ грузъ *m* уравновѣшиваетъ горизонтальную раму станка.



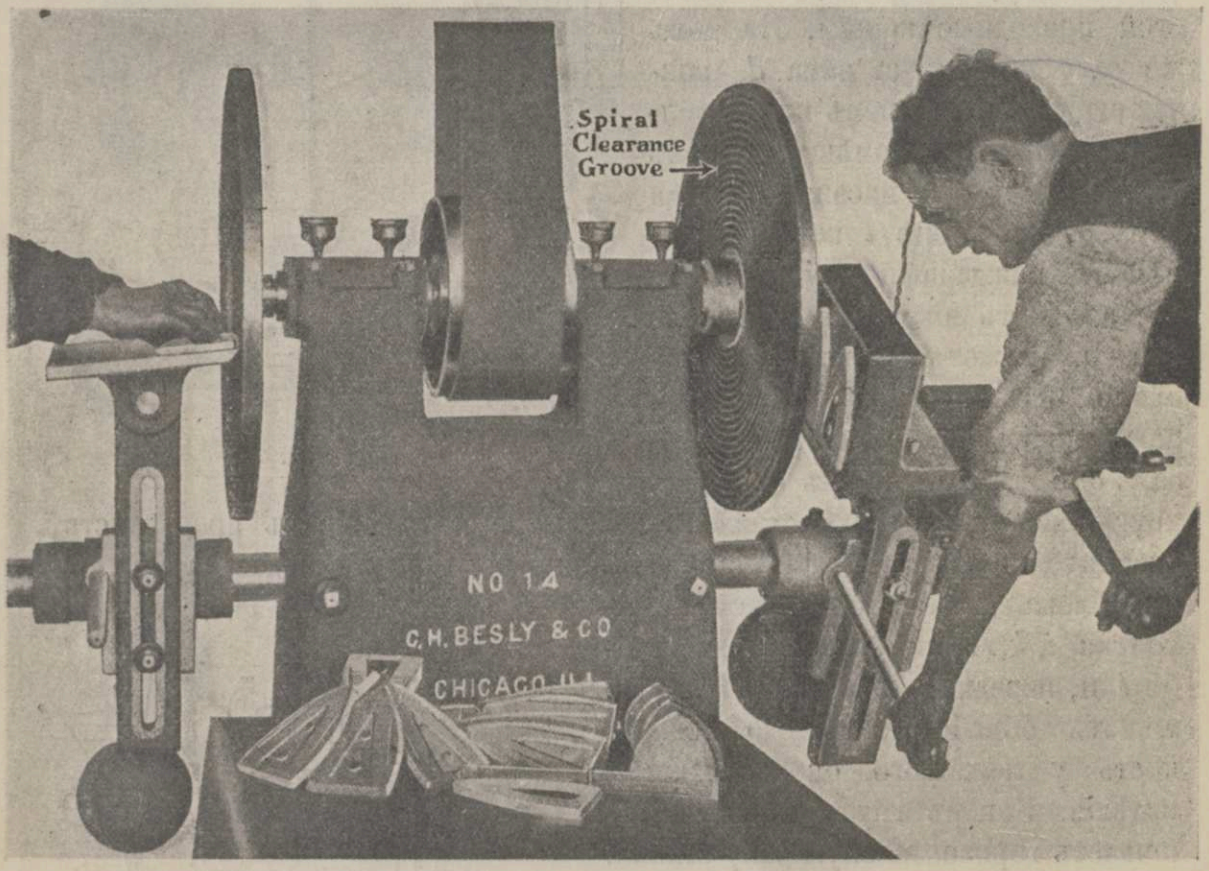
Фиг. 670.

433. Дисковыя шлифовальныя машины. Обыкновенныя ручныя шлифовальныя машины не позволяютъ производить на нихъ точной обработки, вслѣдствіе того, что наждаковые круги очень быстро теряютъ свою правильную форму, и потому для точной работы ихъ приходилось бы все время выправлять, что обошлось бы слишкомъ дорого. Поэтому если хотятъ на ручной шлифовальной машинѣ получить болѣе точную обработку, то, вмѣсто сплошныхъ наждаковыхъ круговъ, примѣняютъ стальные диски, оклеенные наждаковой бумагой или полотномъ. На фиг. 671 представленъ



Фиг. 671.

такой станокъ. На валу *h* насажены два стальныхъ диска, они точно обточены, имѣютъ толщину отъ 15 до 30 мм. и на плоской сторонѣ проточена спиральная канавка. Наждаковая *шкурка* наклеивается на плоскую сторону и сильно надавливается при этомъ, чтобы канавка отпечаталась и на внѣшней сторонѣ; канавка эта является полезной при работѣ, такъ какъ въ ней собирается металлическая пыль вслѣдствіе чего, наждаковая поверхность служитъ болѣе долго и издѣліе не царапается. Дискъ работаетъ до тѣхъ поръ, пока наждакъ не сработается, затѣмъ его перевертываютъ на другую сторону и, наконецъ, мѣняютъ на новый дискъ, а сработанный снова обклеивается.

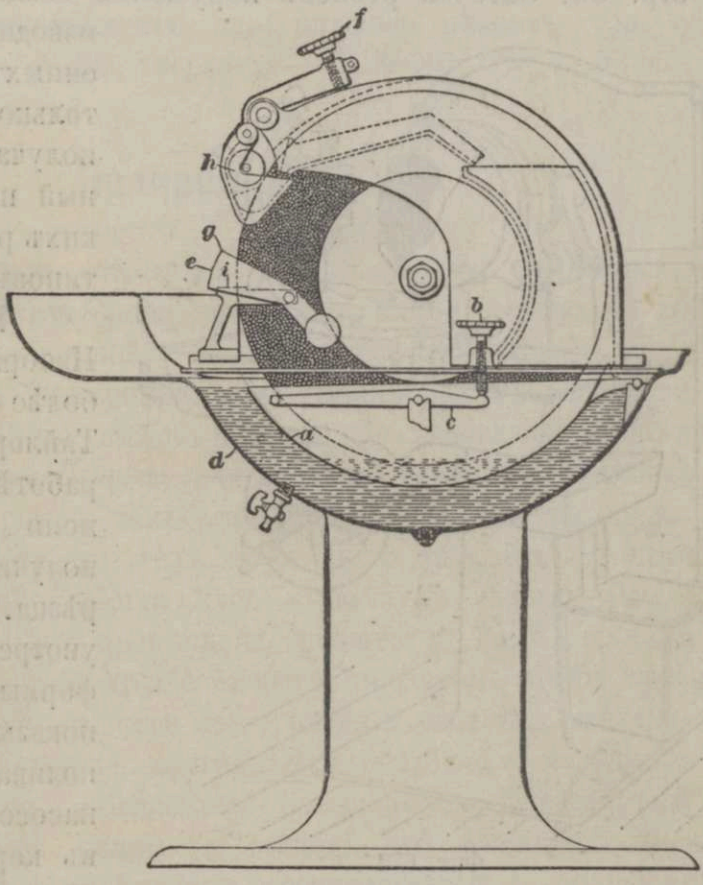


Фиг. 672.

Для поддержки издѣлія около станка устраиваются столики. На лѣвой сторонѣ станка показанъ столикъ *b* для шлифовки издѣлій съ поверхностями подъ прямыми углами; столъ насаженъ на горизонтальную ось, можетъ на ней покачиваться, чтобы издѣліе передвигалось по диску (при этомъ не получается царапинъ). Верхняя сторона стола обработана правильно подъ прямымъ угломъ къ поверхности диска. Съ правой стороны машины показано устройство стола, на которомъ можно обрабатывать поверхности подъ произвольными углами. Какъ видно, верхній столикъ поворачивается на шалнерѣ *c*; на кружкѣ *c* имѣются дѣленія, такъ что, руководствуясь ими, можно столикъ установить подъ

произвольнымъ угломъ къ плоскости диска. Верхняя часть столика можетъ быть снабжена также и суппортомъ d, который передвигается рукоятками f. Все уравновѣшивается грузомъ g, но также можетъ вращаться на горизонтальной оси, чтобы издѣліе могло передвигаться по диску, чѣмъ устраняются царапины. На фиг. 672 представленъ подобный станокъ, снабженый магнитнымъ патрономъ. Внутри патрона помѣщенъ элекро-магнитъ. Достаточно издѣліе прислонить къ патрону, что бы оно пристало къ нему настолько прочно, что его можно подвергать шлифовкѣ. Разомкнувъ токъ издѣліе освобождается. — Такіе патроны вносятъ большое удобство въ работу. На подобныхъ станкахъ можетъ съ удобствомъ и болѣе совершенно исполняться цѣлый рядъ работъ, которыя вообще исполняются въ тискахъ при помощи подпилковъ.

434. Станки для наточки рѣзцовъ. Къ ручнымъ шлифовальнымъ станкамъ должны быть отнесены и станки для наточки рѣзцовъ. Наточка рѣзцовъ производится сухими и мокрыми наждачными кругами. Сухая наточка очень легко отнимаетъ закалъ у рѣзца, а тотому вообще не должна примѣняться и здѣсь объ этихъ станкахъ говорить не будемъ. При мокрой заточкѣ вода можетъ подаваться или насосомъ, или же наждачный кругъ помѣщается въ корытѣ съ налитой въ него водой.

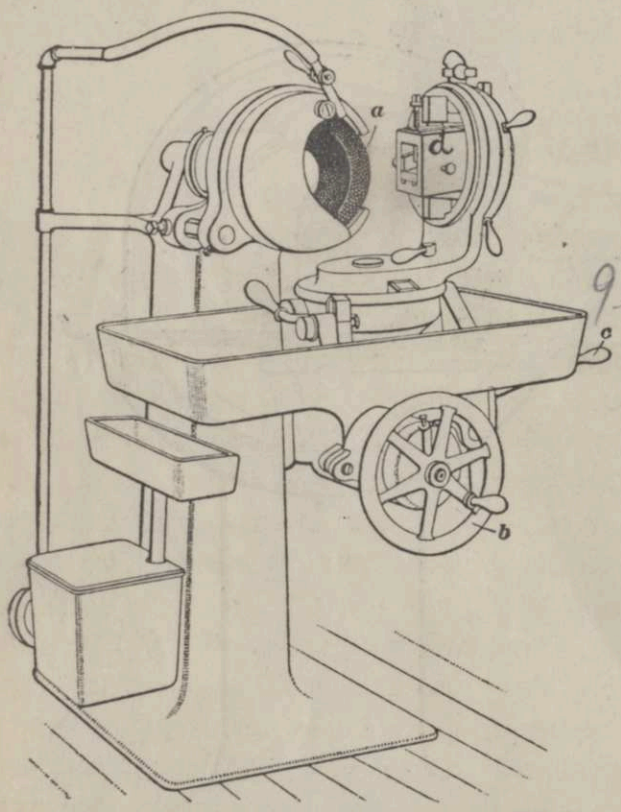


Фиг. 673.

На фиг. 12 представленъ станокъ для наточки рѣзцовъ, у котораго кругъ смачивается, погружаясь въ корыто съ водой. Вода наливается въ резервуаръ d, внутри этого резервуара помѣщается ящикъ a, который обхватываетъ снизу наждачный кругъ. Ящикъ a съ правой стороны прикрѣпленъ на шалнерѣ, а съ передней стороны къ нему прикрѣпленъ рычагъ c, который нажимается винтомъ b. Вообще въ ящикѣ a воды нѣтъ, и кругъ не смачивается; при работѣ же, поворачивая винтъ b, ящикъ a опускаютъ немного и въ него вливается вода, которая и смачиваетъ кругъ; въ зависимости отъ того на сколько будетъ опущенъ ящикъ a, получится болѣе или менѣе обильное смачиваніе круга. Кругъ заключенъ въ предохранительный на случай разрыва фут-

ляръ. Въ верхней части футляра помѣщается инструментъ для вывѣрки круга; подвинчивая винтъ *f*, нажимаютъ на кругъ рифленый роликъ *h*. Инструменты при заточкѣ кладутъ на подставку *i*; подставка эта покрыта футляромъ *e*, который прикрѣпленъ на шалнерѣ. Вообще футляръ находится въ положеніи, изображенномъ на чертежѣ; когда нужно точить, рѣзецъ кладется на край футляра *g* и футляръ опускается. Послѣ наточки футляръ снова подымается и не позволяетъ водѣ, смачивающей кругъ, выплескиваться впередъ.

Въ настоящее время на благоустроенныхъ заводахъ признали необходимость затачивать рѣзцы по строго установленнымъ нормамъ, придавая имъ правильную форму, какъ объ этомъ было говорено ранѣе на стр. 36. Заточка рѣзцовъ поручается спеціальнымъ рабочимъ и производится на спеціально построенныхъ для этого станкахъ, только при этомъ условіи рѣзцы получаютъ правильный нормальный профиль. Для наточки такихъ рѣзцовъ имѣется нѣсколько типовъ спеціальныхъ станковъ [1]).



Фиг. 674.

435. Станокъ Гисхольта. Изображенъ на фиг. 674. Онъ болѣе простъ чѣмъ станокъ Тайлора, но менѣе удобенъ при работѣ и требуетъ больше времени для установки, чтобы получить надлежащій профиль рѣзца. Круги на этомъ станкѣ употребляются чашкообразной формы и рѣжутъ торцемъ, какъ показываетъ *a*; кругъ обильно поливается водой накачиваемой насосомъ. Рѣзецъ закрѣпляется въ коробкѣ *d*, которая можетъ поворачиваться около горизонтальной оси и устанавливаться подъ нужными углами, а также можетъ поворачиваться около вертикальной оси. При машинѣ прилагается таблица, указывающая подъ какими углами должна быть установлена машина для приданія рѣзцу желаемой формы. Къ кругу рѣзецъ подводится для шлифовки, поворачивая маховичекъ *b*, а около поверхности наждачнаго круга передвигается, двигая рукоятку *c*.

436. Выборъ наждачныхъ круговъ. Для точила Гисхольта слѣдуетъ брать сравнительно мягкіе круги съ крупнымъ зерномъ, такъ какъ здѣсь

[1]) Очень совершенной, но мало распространенной является машина для наточки рѣзцовъ системы Тайлора, на которой легко получаются рѣзцы нормальныхъ формъ, предложенныхъ Тайлоромъ см. стр. 36. Интересующіяся могутъ выписать подробное описаніе этой машины отъ фирмы, изготовляющей ее. The Tabor Manufacturing Co Philadelphia, Pa., U. S. A.

приходится затачивать на плоской поверхности точила, а при этомъ поверхность круга имѣетъ стремленіе забиваться металлической пылью. Не слѣдуетъ сильно нажимать инструмента; мягкій кругъ съ крупными зернами стачиваетъ очень энергично даже при самомъ незначительномъ нажатіи. Тѣ, кто привыкъ работать на точильномъ камнѣ, считаютъ, что нужно сильно нажимать рѣзецъ, между тѣмъ условія работы при наждачномъ кругѣ совсѣмъ другія;—*при сильномъ нажатіи можно испортить и рѣзецъ и наждачный кругъ.* Имѣя въ виду стремленіе рабочихъ нажимать на точило съ излишней силой, фабриканты часто рекомендуютъ къ употребленію болѣе твердые сорта наждачныхъ круговъ, чтобы предохранить послѣдніе отъ быстраго срабатыванія. Но наточка на такихъ кругахъ идетъ менѣе успѣшно.

Заводъ Нортона рекомендуетъ для наточки рѣзцовъ три сорта круговъ: крупность зерна № 30, твердости—*O*; № 36—*N*; и № 45—*N*.

Полировка.

Полировка отличается отъ шлифовки тѣмъ, что при этомъ процессѣ не стремятся измѣнить размѣры издѣлія или его форму, а только стремятся придать его поверхности гладкій блестящій видъ.

437. Машины для полировки. Для полировки примѣняются деревянные круги, обклеенные кожей, на которую наклеевается наждакъ. Для этой цѣли *деревянный дискъ, обтянутый ремнемъ,* намазывается столярнымъ клеемъ и, прежде чѣмъ клей успѣетъ высохнуть, дискъ катаютъ по мелкому наждаку до тѣхъ поръ, пока наждакъ не перестанетъ приставать къ ремню. Когда клей высохнулъ, передъ тѣмъ какъ употреблять такой кругъ, его провѣряютъ, подводя къ нему масляные точильные бруски или какіе-либо другіе твердые предметы, чтобы сравнять поверхность круга и снять съ него выступающія частицы наждака.

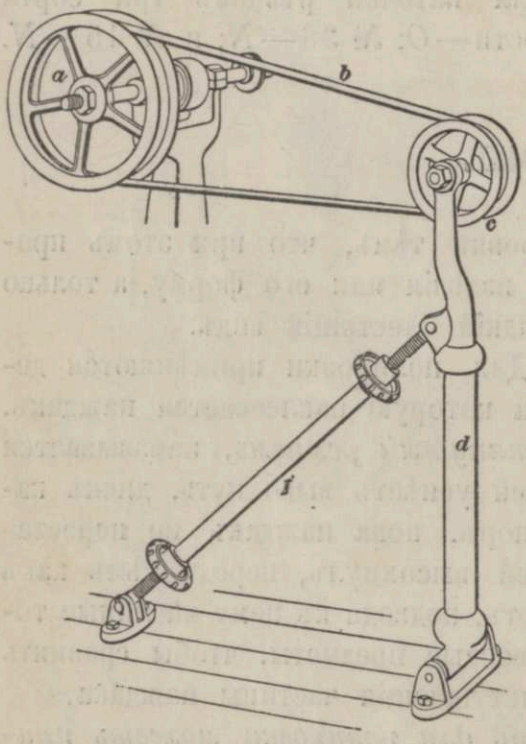
Кромѣ такихъ деревянныхъ круговъ *для полировки можетъ примѣняться просто ремень,* обклеенный наждакомъ и перекинутый черезъ два шкива. Ширина ремня, и степень его натяженія берется сообразуясь съ тѣми издѣліями, которыя предполагается на такомъ ремнѣ обрабатывать.

Во время работы, издѣліе держится въ рукахъ и прижимается къ ремню, передвигая его такимъ образомъ, чтобы ремень зачистилъ и отполировалъ всю нужную поверхность.

На фиг. 675 представлено устройство станка для работы при помощи наждачнаго ремня. Шкивъ *a* насаженъ на шпиндель обыкновеннаго наждачнаго станка, а другой шкивъ *c* закрѣпленъ въ стойкѣ *d*, которая нижнимъ концомъ закрѣплена на шалнерѣ и подпирается подпоркой *f*. На шкивы *a* и *c* надѣвается ремень *b*, съ наклееннымъ на немъ наждакомъ. Степень натяженія ремня можно мѣнять при помощи винтовъ упорки *f*. Издѣліе, подлежащее шлифовкѣ, держится въ рукахъ и прижимается къ ремню.

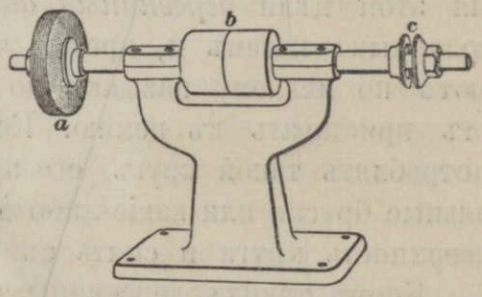
438. Высшая степень полировки. Когда желаютъ получить высшую степень полировки, чтобы поверхность блестѣла и на ней не было замѣтно отдѣльныхъ царапинъ, примѣняютъ *мягкіе круги.*

439. Мягкіе полировальные круги могутъ приготовляться изъ войлока, но лучшіе результаты получаются при кругахъ, приготовленныхъ изъ бумажной матеріи. Для этого изъ бумажной матеріи вырѣзаются кружки діаметромъ около 150 мм. и такихъ кружковъ складывается вмѣстѣ столько, чтобы получить кругъ толщиной въ 50—100 мм. Въ серединѣ ихъ продѣлывается отверстіе, продѣвается оправка, и всѣ кружки стягиваются вмѣстѣ при помощи двухъ флянцевъ, стянутыхъ болтами; чѣмъ больше будетъ діаметръ флянцевъ, тѣмъ болѣе твердымъ получится полировальный кругъ. Такой кругъ сажается на шпиндель машины и ему сообщается отъ 4000 до 6000 оборотовъ въ мин. Издѣліе прижимается къ внѣшней периферіи круга, и такъ какъ онъ мягкій, то издѣліе можетъ быть вдавлено въ него, такъ что вращающійся кругъ будетъ огибать всѣ искривленія шлифуемаго предмета и всѣ впадины.



Фиг 675.

Полировочный матеріалъ приготовляется, смѣшивая сало съ наибо-



Фиг. 676.

лѣе мелкими нумерами наждака, съ крокусомъ и другими имѣющимися на рынкѣ матеріалами для полировки. Смѣсь приготовляется въ видѣ тѣста, которое подводится къ вращающемуся кругу и держится до тѣхъ поръ, пока кругъ не напитается этимъ матеріаломъ. Сначала напитываютъ болѣе грубымъ наждакомъ, а затѣмъ для сообщенія окончательной отдѣлки кругъ напитываютъ болѣе тонкими матеріалами.

На фиг. 676 представленъ станокъ для работы съ мягкими полировочными кругами. *A*—полировочный кругъ; *b* шкивы для приведенія въ движеніе ремнемъ; *c* мѣсто для другого круга.

Иногда, вмѣсто круговъ, приготовленныхъ изъ матеріи, употребляются круги въ видѣ щетокъ; такіе круги стоятъ дороже, и не даютъ столь высокой степени полировки, и потому на заводахъ примѣняются рѣдко.

Наконецъ, мягкіе круги приготовляются изъ кожи; набирая кожу на оправку, приготовляя ихъ подобно тому, какъ это дѣлается изъ матеріи. Такіе круги для нѣкоторыхъ работъ могутъ оказаться болѣе удобными, чѣмъ матерчатые.

Высокая степень полировки требуется въ тѣхъ случаяхъ, когда поверхности должны быть покрыты гальванопластикой и получиться блестящими, чтобы послѣ гальванопластики поверхн. издѣлія блестѣла. необходимо, чтобы поверхность до гальванопластики была отлично отполирована, что и можетъ быть достигнуто описаннымъ способомъ, дающимъ самую высокую степень полировки.

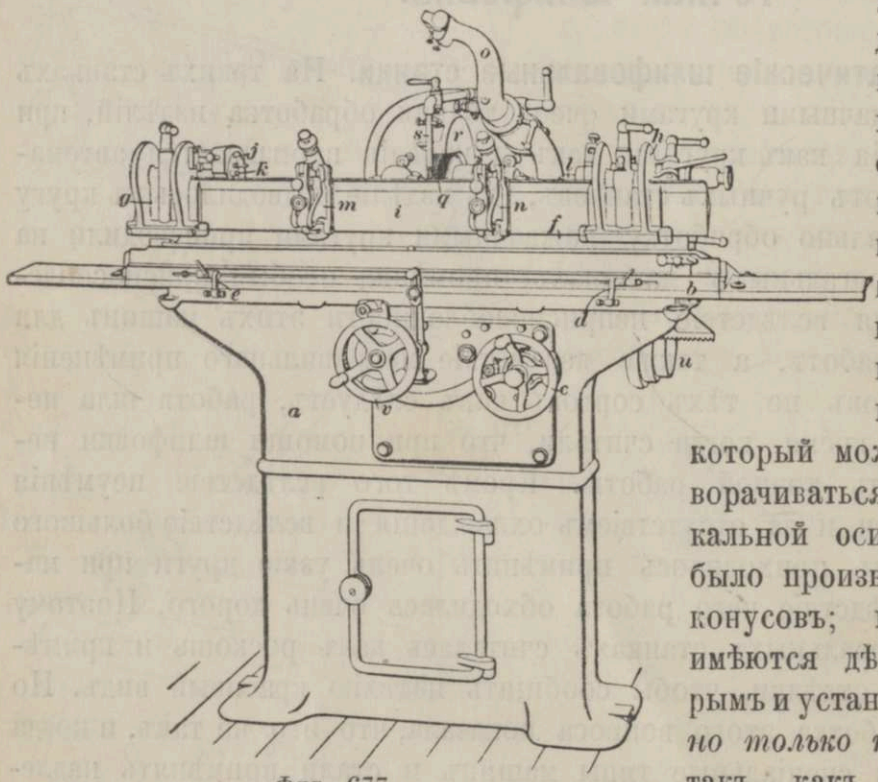
Точная шлифовка.

440. Автоматическіе шлифовальные станки. На такихъ станкахъ производится наждачными кругами очень точная обработка издѣлій, при чемъ всѣ движенія какъ круговъ, такъ и издѣлія производятся автоматично, въ отличіе отъ ручныхъ станковъ, гдѣ издѣліе подводилось къ кругу руками. Первоначально обработку наждачными кругами производили на самоточкахъ и строгальныхъ машинахъ, примѣняя особыя приспособленія. Первое время вслѣдствіе неприспособленности этихъ машинъ для шлифовальныхъ работъ, а также вслѣдствіе неправильнаго примѣненія наждачныхъ круговъ не тѣхъ сортовъ какъ слѣдуетъ, работа шла неуспѣшно и было время, когда считали, что при помощи шлифовки невозможно получить точной работы. Кромѣ того вслѣдствіе неумѣнія приготовлять круги и за отсутствіемъ охлажденія и вслѣдствіе большого выдѣленія теплоты, приходилось примѣнять очень узкіе круги при маломъ питаніи, вслѣдствіе чего работа обходилась очень дорого. Поэтому работа на шлифовальныхъ станкахъ считалась какъ роскошь и примѣнялась лишь для отдѣлки, чтобы сообщить издѣлію красивый видъ. Но дальнѣйшая разработка этого вопроса показала, что это не такъ, и когда были выработаны спеціальные типы машинъ и стали примѣнять надлежащіе сорта круговъ, оказалось, что на шлифовальныхъ машинахъ можно получать работу съ удивительной степенью точности и кромѣ того выяснилось, что окончательная отдѣлка издѣлій на шлифовальныхъ станкахъ идетъ болѣе быстро, работа получается болѣе точная, и обходится болѣе дешево, чѣмъ при отдѣлкѣ на самоточкахъ рѣзцами.

Шлифовальные станки раздѣляются на *станки для обработки плоскихъ поверхностей* и для *обработки цилиндрическихъ и коническихъ поверхностей,* при чемъ послѣдніе станки могутъ быть подраздѣлены на *простые* и *универсальные*. Простые предназначаются для обработки цилиндрическихъ и слегка коническихъ поверхностей, строятся болѣе солидно, безъ особыхъ усложненій, и потому позволяютъ производить работу болѣе энергично и стоятъ дешевле. Универсальные станки допускаютъ очень разнообразную обработку цилиндрическихъ, коническихъ, внутреннихъ и наружныхъ поверхностей, обработку торцевыхъ

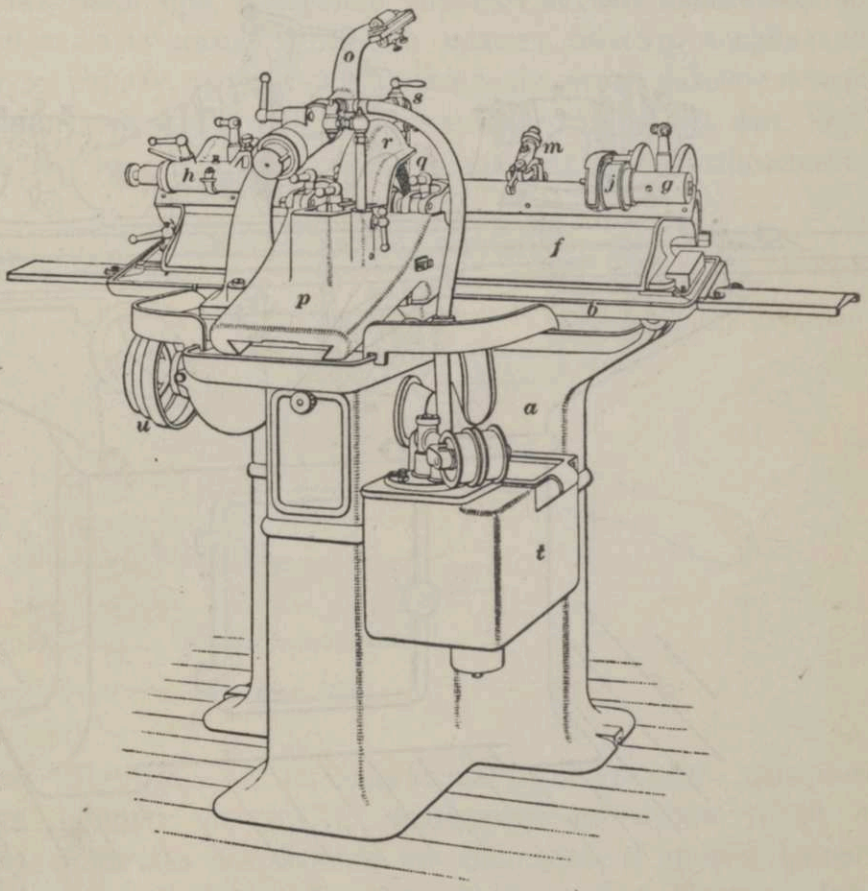
плоскихъ поверхностей, кромѣ того на нихъ можно производить заточку всевозможныхъ инструментовъ, развертокъ, фрезеровъ и др., поэтому такіе станки назначаются главнымъ образомъ для инструментальныхъ, хотя они находятъ примѣненіе и для очень многихъ точныхъ работъ внѣ инструментальной.

441. Простые шлифовальные станки. На фиг. 677 и 678 представлено устройство простой шлифовальной машины, изготовляемой заводомъ *Браунъ и Шарпъ*. Станина машины *a* исполнена въ видѣ шкапа съ уширеніемъ вверху. На верхней части станины имѣются точно обработанныя направляющія, по которымъ ползаетъ взадъ и впередъ каретка *b*. Каретку можно передвигать отъ руки, поворачивая маховичекъ *c*, или же можно соединять съ самоходомъ, такъ что ея движеніе будетъ происходить отъ привода, при чемъ размѣръ хода устанавливается посредствомъ остановъ *d* и *e*, которые могутъ переставляться на каретк̀ѣ. Поверхъ каретки помѣщается столъ *f*, который можетъ немного поворачиваться около вертикальной оси, чтобы можно было производить шлифовку конусовъ; на краю стола имѣются дѣленія, по которымъ и устанавливается столъ, *но только приблизительно*, такъ какъ *окончательную установку стола приходится всегда производить путемъ измѣренія получающагося конуса*. Передняя головка, или бабка *g* и задняя *h*, прикрѣпляются къ вертикальной стѣнкѣ стола *i*. Сдѣлано это для того, чтобы по возможности оградить поверхности, къ которымъ бабки прикрѣпляются, отъ дѣйствія наждачной пыли и воды, которой смачиваются круги при работѣ, не ставя обычныхъ щитовъ, какъ это дѣлается на другихъ машинахъ. Чтобы поддерживать зыбкія издѣлія между бабками, имѣются два постоянныхъ люнета *m* и *n*. Если нужно, то можетъ быть привернутъ передвижной, относительно издѣлія, люнетъ къ ручкѣ *o*. *Центры въ обѣихъ бабкахъ неподвижные, и это составляетъ громадное преимущество шлифовальнаго станка передъ самоточкой*, такъ какъ при вращеніи на неподвижныхъ центрахъ издѣліе шлифуется совершенно правильно, и послѣ можетъ быть переставляемо на другіе центры, при чемъ



Фиг. 677.

самый точный индикаторъ не обнаружитъ неточности въ издѣліи; тогда какъ при подвижномъ центрѣ малѣйшая неточность въ закрѣпленіи вращающагося шпинделя въ подшипникѣ сейчасъ же скажется, и какъ бы ни была точна самоточка, выточенное на ней издѣліе, поставленное на другіе центры и испытанное индикаторомъ, непремѣнно покажетъ небольшую погрѣшность. Наждачный кругъ помѣщается въ каретк̀ѣ *p*, которая передвигается по направляющимъ перпендикулярно къ линіи центровъ. Направляющія каретки *p* въ этой машинѣ поставлены наклонно къ горизонту, чтобы каретка имѣла всегда стремленіе сползать внизъ, отодвигая наждачный кругъ отъ издѣлія; сдѣлано это для того, чтобы кругъ не могъ какъ-нибудь случайно придвинуться къ издѣлію вслѣдствіе сотрясенія, напримѣръ. Самый наждачный кругъ *q* покрытъ предохранительнымъ футляромъ *r*, который ограждаетъ на случай разрыва круга и вмѣстѣ съ тѣмъ защищаетъ отъ разбрызгиванія воды. Вода выливается на кругъ черезъ трубочку *s*, снабженную краномъ, для регулированія, затѣмъ стекаетъ по трубкѣ въ резервуаръ и оттуда насосомъ снова накачивается въ трубку *s*. Во вращеніе издѣліе приводится небольшимъ шкивомъ *j*, отъ отдѣльнаго привода, снабженнаго ступенчатымъ шкивомъ для измѣненія скоростей. Наждачный кругъ приводится другимъ ремнемъ, отъ другого привода и наконецъ, движеніе столу *f* сообщается отъ третьяго ремня, дѣйствующаго на ступенчатый шкивъ *u*. Наждачный кругъ подводится къ издѣлію, поворачивая маховичекъ *v*, кромѣ того имѣется и автоматично дѣйствующій питательный механизмъ, описаніе котораго будетъ помѣщено дальше.

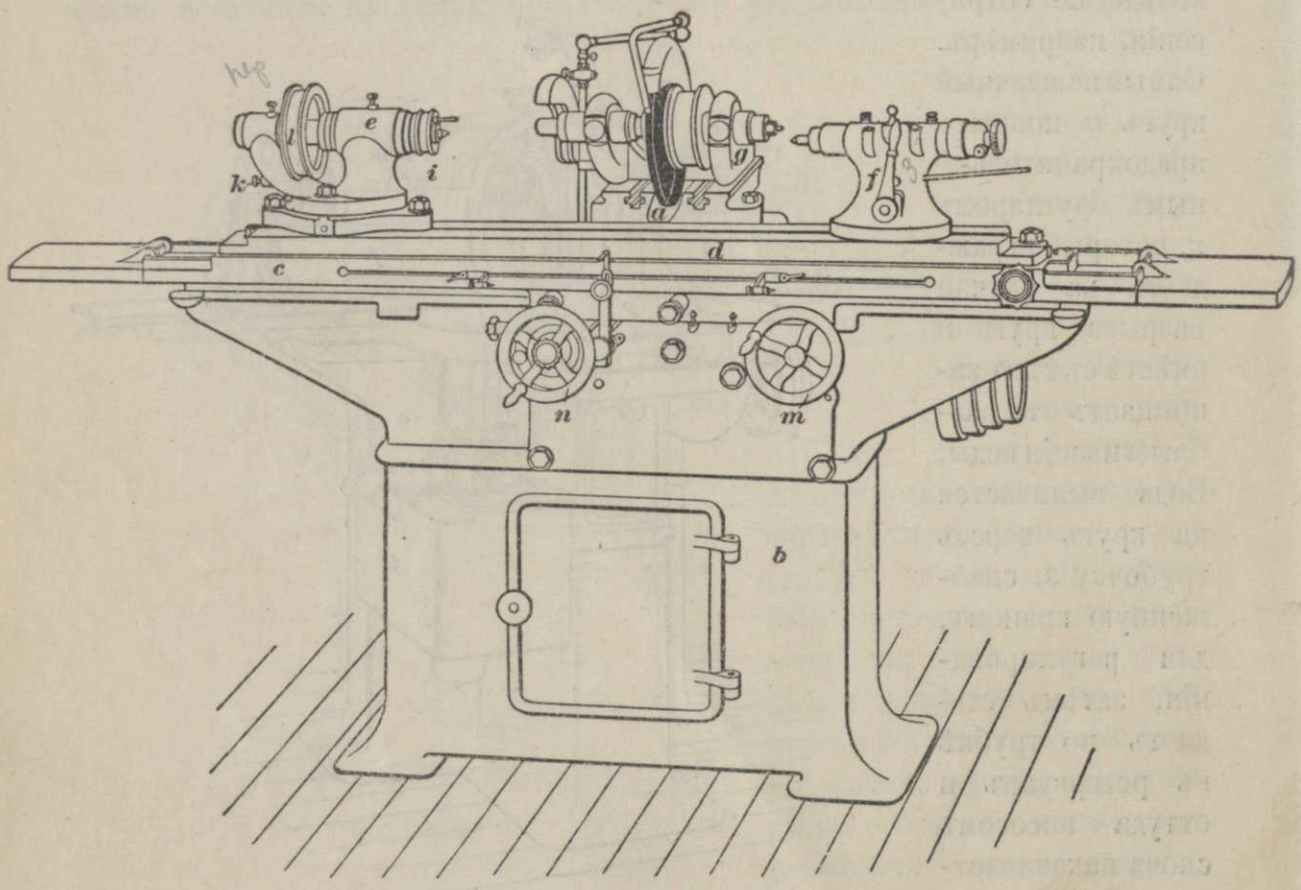


Фиг. 678.

Въ этой машинѣ наждачный кругъ стоитъ на мѣстѣ, передъ нимъ передвигается издѣліе взадъ и впередъ. Заводъ *Ландисъ* строитъ машины, у которыхъ столъ съ издѣліемъ стоитъ неподвижно, а вдоль его передвигается наждачный кругъ. И то и другое расположеніе имѣютъ свои

удобства и недостатки. При неподвижномъ кругѣ машина выходитъ очень длинной, такъ какъ столъ долженъ двигаться въ ту и другую сторону, въ этомъ неудобство такой конструкціи; но, съ другой стороны, весьма важно, чтобы вниманіе рабочаго во время работы было сосредоточено тамъ, гдѣ именно производится работа, т. е. около наждачнаго круга. При неподвижномъ кругѣ это легко выполняется, когда же кругъ передвигается вдоль машины, то и рабочему приходится все время передвигаться за нимъ, и въ этомъ неудобство подобной конструкціи. Оба эти недостатка тѣмъ больше сказываются, чѣмъ больше размѣры машины.

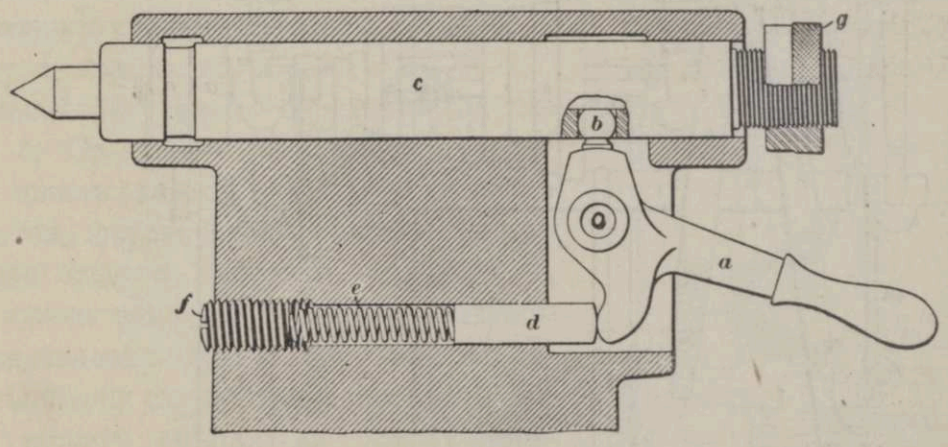
442. Универсальная шлифовальная машина. На фиг. 679 представленъ общій видъ универсальной шлифовальной машины, изготовляемой



Фиг. 679.

заводомъ *Браунъ и Шарпъ*. Подобно простой машинѣ, универсальная состоитъ изъ станины *b*, на верхней сторонѣ которой находятся направляющія и по нимъ движется взадъ и впередъ каретка *c*. Каретку *c* можно передвигать рукой, поворачивая маховичекъ *m*, или же можно сообщить движеніе отъ самохода, при чемъ здѣсь, какъ и въ простой машинѣ, имѣются автоматическіе остановы, опредѣляющіе величину хода каретки и измѣняющіе направленіе движенія. На верхней плоскости каретки помѣщается столъ *d*, который можетъ немного поворачиваться около вертикальной оси, при шлифовкѣ небольшихъ конусовъ. На столѣ *d* закрѣпляются двѣ бабки, передняя и задняя. Передняя бабка *e* имѣетъ подвижной шпиндель, приводимый въ движеніе отъ шкива *l*. На этотъ

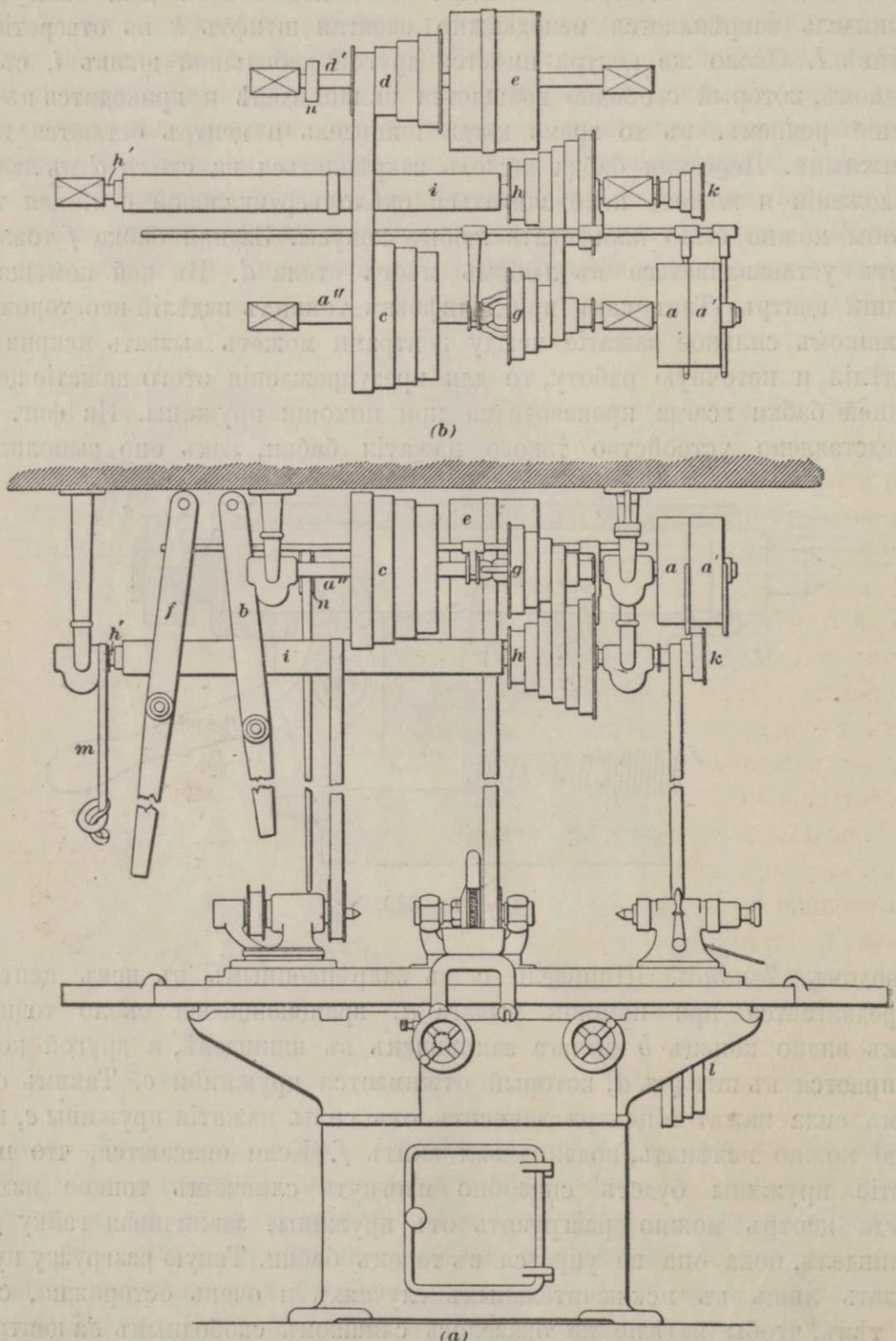
шпиндель могутъ надѣваться планшайба или патроны для закрѣпленія издѣлій. Въ то же время имѣется приспособленіе для того, чтобы обращать подвижной центръ шпинделя въ неподвижный. Для этой цѣли шпиндель закрѣпляется неподвижно вдвигая штифтъ *k* въ отверстіе въ шкивѣ *l*. Около же центра имѣется другой небольшой шкивъ *i*, съ поводкомъ, который свободно вращается на шпинделѣ и приводится въ движеніе ремнемъ, въ то время когда шпиндель и центръ остаются неподвижными. Передняя бабка можетъ закрѣпляться на столѣ *d* въ любомъ положеніи и можетъ поворачиваться около вертикальной оси, для того, чтобы можно было шлифовать любые конусы. Задняя бабка *f* тоже можетъ устанавливаться въ любомъ мѣстѣ стола *d*. Въ ней помѣщается задній центръ. Такъ какъ при шлифовкѣ тонкихъ издѣлій неосторожное, слишкомъ сильное зажатіе между центрами можетъ вызвать искривленіе издѣлія и неточную работу, то для предупрежденія этого нажатіе центра задней бабки всегда производится при помощи пружины. На фиг. 680 представлено устройство такого нажатія бабки, какъ оно выполняется



Фиг. 680.

заводомъ *Ландисъ*. Шпиндель *c* съ закрѣпленнымъ въ немъ центромъ передвигается при помощи рычага *a*, вращающагося около точки *o*, какъ видно конецъ *b* рычага закрѣпленъ въ шпинделѣ, а другой конецъ упирается въ штифтъ *d*, который отжимается пружиной *e*. Такимъ образомъ сила нажатія центра зависитъ отъ силы нажатія пружины *e*, которую можно измѣнять, подвинчивая винтъ *f*. Если опасаются, что и нажатіе пружины будетъ способно изогнуть слишкомъ тонкое издѣліе, тогда центръ можно разгрузить отъ пружины, завинчивая гайку *g* на шпинделѣ, пока она не упрется въ торецъ бабки. Такую разгрузку нужно дѣлать лишь въ исключительныхъ случаяхъ и очень осторожно, слѣдя за тѣмъ, чтобы издѣліе не оказалось слишкомъ свободнымъ на центрахъ. Вообще же никогда не слѣдуетъ зажимать наглухо задній центръ, уничтожая дѣйствіе пружины, такъ какъ при этомъ издѣліе можетъ ослабнуть и появится рябь. Это склонны дѣлать рабочіе, привыкшіе работать на самоточкахъ, гдѣ такое зажатіе центра является необходимымъ.

Наждачный кругъ a (фиг. 679) помѣщается въ стойкѣ g, которая привернута къ салазкамъ, передвигающимся въ поперечномъ направленіи.

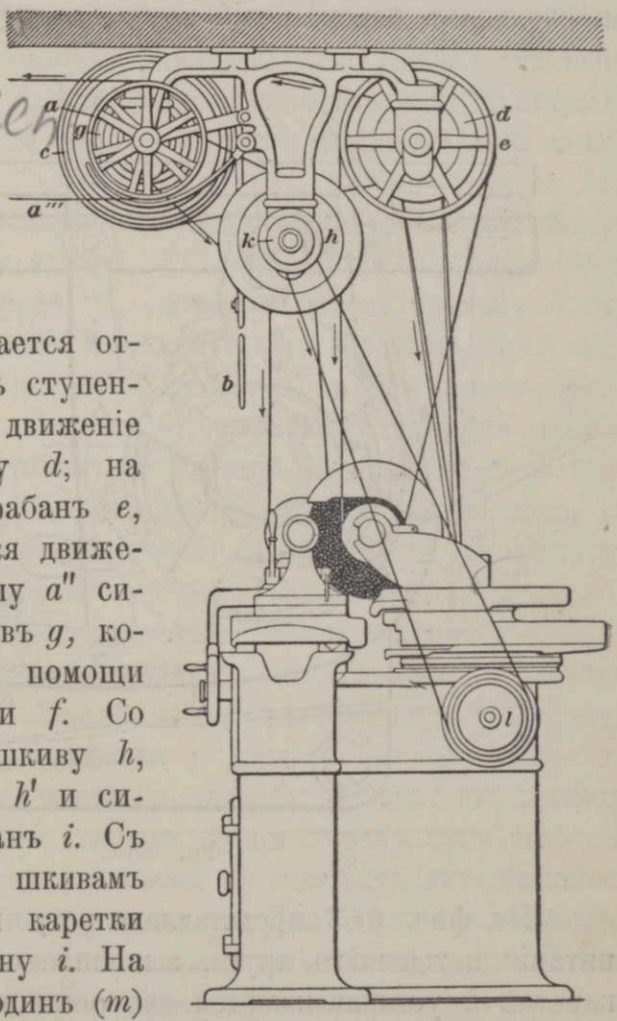


Фиг. 681.

Направляющія, по которымъ движутся салазки, могутъ поворачиваться около вертикальной оси, такъ что ось вращенія круга и направленіе движенія салазокъ могутъ принимать различное положеніе въ горизон-

тальной плоскости. Передвиженіе салазкамъ сообщается отъ маховичка *n*; это же передвиженіе можетъ быть сообщено и отъ самохода, о чемъ болѣе подробно будетъ сказано дальше. Поворачивать ось круга въ горизонтальной плоскости бываетъ нужно, когда шлифуются конусы. Направляющія салазокъ, передняя бабка и столъ *d*, поворачивающіяся около вертикальныхъ осей, имѣютъ дѣленія, по которымъ можно приблизительно устанавливать эти детали въ желательное при работѣ положеніе.

При шлифовкѣ, въ различныхъ случаяхъ, можно стойку *g* съ наждачнымъ кругомъ оставлять неподвижной и передвигать каретку *c*, или каретку *c* съ закрѣпленными на ней бабками оставлять неподвижной и передвигать стойку *g* съ наждачнымъ кругомъ.

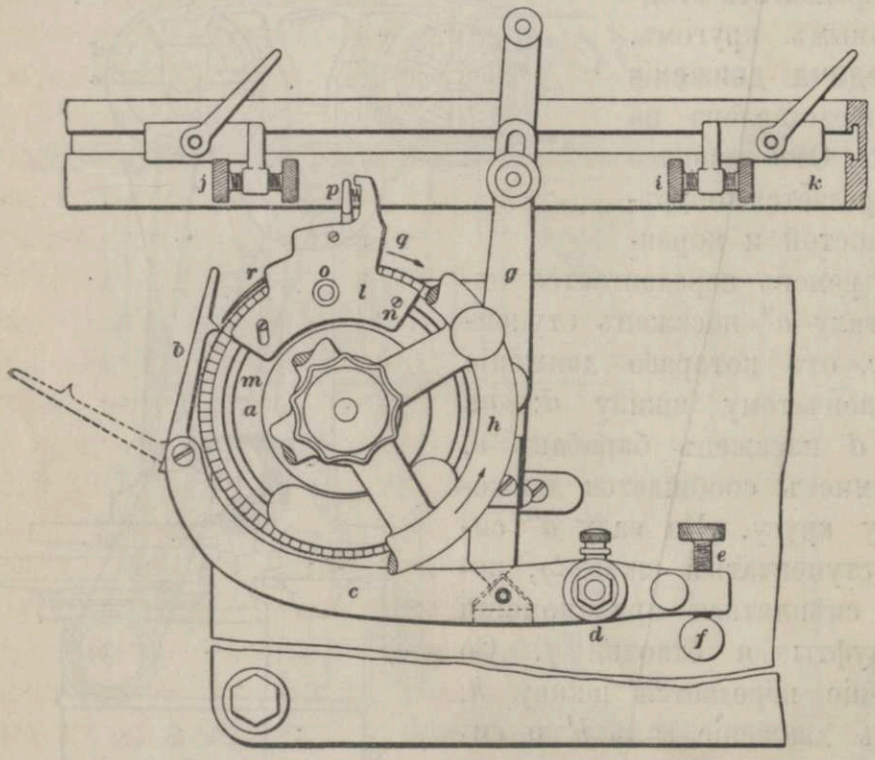


Фиг. 682.

443. Передача движенія отъ ремней представлена на фиг. 681 и 682. Отъ главнаго вала движеніе передается контръприводу на холостой и коренной шкивы *aa*; ремень передвигается отводкой *b*. На валу *a''* насаженъ ступенчатый шкивъ *c*, отъ котораго движеніе передается ступенчатому шкиву *d*; на томъ же валу *d* насаженъ барабанъ *e*, съ котораго ремнемъ сообщается движеніе наждаковому кругу. На валу *a''* сидитъ свободно ступенчатый шкивъ *g*, который можетъ сцѣпляться при помощи фрикціонной муфты и отводки *f*. Со шкива *g* движеніе передается шкиву *h*, приводящему въ движеніе валъ *h'* и сидящій на немъ длинный барабанъ *i*. Съ барабана *i* движеніе передается шкивамъ передней бабки; при движеніи каретки ремень передвигается по барабану *i*. На барабанѣ имѣется два ремня одинъ (*m*) для приведенія въ движеніе шпинделя бабки, а другой для приведенія въ движеніе планшайбы при работѣ на неподвижномъ центрѣ. Не работающій ремень вѣшается на подшипникъ, какъ показываетъ *m*. Къ питающему механизму движеніе передается отъ шкива *k* къ ступенчатому шкиву *l*. Отъ шкива *n* сообщается движеніе насосу, подающему воду къ наждачному кругу. Такимъ образомъ, чтобы привести въ движеніе наждачный кругъ, передвигаютъ отводку *b*, чтобы привести въ движеніе издѣліе передвигаютъ отводку *f*. *Передача должна быть такъ устроена, чтобы можно было издѣлію и наждачному кругу, а также питающему механизму сообщать не-*

зависимо другъ отъ друга различныя скорости, приспособляясь къ различнымъ условіямъ работы; это достигается въ описанномъ устройствѣ, передвигая ремень на различныя ступени коническихъ шкивовъ.

444. Приспособленіе для поперечнаго перемѣщенія круга. Въ современныхъ шлифовальныхъ машинахъ имѣется устройство для автоматическаго перемѣщенія наждачнаго круга по направленію къ издѣлію. Такое устройство на шлифовальныхъ машинахъ отличается отъ поперечнаго питанія на самоточкахъ тѣмъ, что оно не производится непрерывно, какъ на самоточкахъ, а наждачный кругъ пододвигается на опредѣленную величину послѣ того, какъ онъ прошелъ по издѣлію во всю его длину. Приспособленіе это устраивается обыкновенно такъ, что послѣ нѣсколькихъ перемѣщеній круга, дальнѣйшее перемѣщеніе круга автоматично останавливается. Такимъ образомъ это устройство не только замѣняетъ рабочаго, которому приходилось бы послѣ каждаго прохода по издѣлію передвигать немного наждачный кругъ, но будучи установлено извѣстнымъ образомъ, оно, сточивши издѣліе до нужной величины автоматично останавливается.



Фиг. 683.

На фиг. 683 представлено устройство автоматическаго поперечнаго питанія наждачнаго круга, выполняемое заводомъ *Браунъ и Шарпъ*. На кареткѣ k устанавливаются два останова i и j. При каждомъ крайнемъ положеніи каретки остановы упираются въ рычагъ g, который дѣйствуетъ на приводный механизмъ и измѣняютъ направленіе движенія каретки. Поперечное движеніе наждачному кругу сообщается, поворачивая маховичекъ h по стрѣлкѣ (представленъ на чертежѣ обломленнымъ, чтобы можно было видѣть детали, расположенныя за нимъ). На томъ же валу, какъ и маховичекъ, насаженъ неподвижно дискъ a съ зубцами на внѣшней окружности. Въ дискѣ имѣется кольцевой прорѣзъ m, въ который вложено кольцо. Къ кольцу прикрѣплена на шалнерѣ n доска l, которая вмѣстѣ съ кольцомъ можетъ вращаться около диска a. Къ доскѣ l прикрѣплена собачка p, зацѣпляющаяся съ зубцами диска a. Если со-

бачку p прижать къ выступу доски l, то собачка, упираясь въ зубцы, передвинетъ доску l относительно диска a на одинъ зубецъ. Если доску l повернуть около шалнера n, собачка выходитъ изъ зацѣпленія съ зубцами и доску l можно свободно поворачивать вокругъ диска a. Въ зубцы диска a входитъ другая собачка b, прикрѣпленная къ рычагу c, который имѣетъ точку вращенія въ d. Качанія рычагу c сообщаются рычагомъ g, который при концѣ хода каретки нажимаетъ на рычагъ нижнимъ концомъ; вверхъ рычагъ c подымается пружиной. Величина качанія рычага c можетъ регулироваться винтомъ e, который упирается въ штифтъ f. Такимъ образомъ, сообщая рычагу c большій или меньшій размахъ, мы будемъ собачку b передвигать на одинъ или на большее число зубьевъ храпового диска a и будемъ поворачивать его на соотвѣтствующую величину. Къ доскѣ l прикрѣпленъ щитикъ r; если этотъ щитокъ, передвигая доску l, подвести подъ собачку b, то послѣдняя будетъ лежать на щиткѣ, не будетъ входить между зубьями диска a и не будетъ его передвигать.

Приспособленіемъ этимъ пользуются слѣдующимъ образомъ. Когда издѣліе установлено, установлены также остановы, опредѣляющіе ходъ каретки, машину пускаютъ въ ходъ и, поворачивая маховичекъ h, по стрѣлкѣ, подводятъ осторожно наждачный кругъ къ издѣлію, пока онъ не начнетъ съ него снимать матеріалъ. Собачка b въ это время откинута, какъ показано пунктиромъ. Затѣмъ отвертываютъ шурупъ o, закрѣпляющій доску l въ опредѣленномъ положеніи относительно кольца m, и приподымая доску l въ верхнее положеніе снова закрѣпляютъ ее шурупомъ o. Движеніе каретки останавливаютъ. Собачку b вводятъ въ зацѣпленіе съ зубцами диска a и замѣчаютъ въ какой зубъ собачка попадетъ; передвигаютъ доску l къ собачкѣ такъ, чтобы щитокъ r соприкоснулся съ собачкой b или откинувъ собачку ставятъ щитокъ на тотъ зубъ, на которомъ была собачка. Послѣ чего, ослабивъ шурупъ o, опускаютъ доску l внизъ, такъ чтобы собачка p взошла въ зацѣпленіе съ зубцами диска a. Собачка b при такомъ положеніи щитка не можетъ работать, такъ какъ при качаніи рычага c она будетъ скользить по щитку r. Чтобы дать возможность собачкѣ b поворачивать дискъ a, нужно отвести немного доску l со щиткомъ r. Для этого прижимаютъ собачку p къ выступу доски l нѣсколько разъ и этимъ переставляютъ доску l, послѣ чего начинаютъ шлифованіе. Послѣ каждаго прохода наждачнаго круга вдоль издѣлія и снятія небольшого слоя металла, собачка b повертываетъ дискъ a на одинъ или на болѣе зубьевъ (соотвѣтственно съ установомъ винта e) и придвигаетъ кругъ къ издѣлію, послѣ чего начинается обратное движеніе каретки. Такъ будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока доска l, вращающаяся вмѣстѣ съ дискомъ a не подойдетъ къ собачкѣ b и, подставивъ щитокъ r, не прекратитъ зацѣпленія собачки b съ зубьями диска, т.-е. остановитъ передвиженіе наждачнаго круга. Послѣ этого кругу даютъ пройти по издѣлію нѣсколько разъ, пока не прекратятся искры, это укажетъ, что шлифовка прекратилась (вслѣдствіе упругости машины кругъ продолжаетъ еще

шлифовать послѣ того какъ прекратилось его питаніе). Тогда машину останавливаютъ, измѣряютъ издѣліе и переставляютъ опять доску *l* на столько зубцовъ, чтобы повернувшійся на столько же зубцовъ дискъ *a* и передвинувшійся соотвѣтственно этому наждачный кругъ сошлифовалъ издѣліе до нужнаго размѣра. На машинѣ *Брауна и Шарпа* размѣръ зубьевъ выбранъ такъ, что при поворотѣ диска *a* на одинъ зубецъ наждачный кругъ приближается къ издѣлію на 0,000125 дюйма, слѣдовательно діаметръ издѣлія будетъ уменьшенъ на 0,00025 дюйма, а потому если діаметръ издѣлія нужно уменьшить на 0,004 дюйма, то собачку *p* придется прижать (что дѣлается большимъ и указательнымъ пальцемъ) двадцать разъ, она передвинетъ щитокъ *r* на 20 зубьевъ и, слѣдовательно, собачка *b* можетъ повернуть дискъ *a* на 20 зубьевъ, послѣ чего питаніе опять прекратится. Нужно будетъ опять обождать, чтобы наждачный кругъ прошелъ по издѣлію нѣсколько разъ и прекратилъ шлифовку, послѣ чего издѣліе измѣряютъ. Если наждачный кругъ выбранъ надлежащей твердости, то издѣліе должно получиться надлежащаго размѣра, въ противномъ случаѣ можетъ оказаться, что издѣліе не сошлифовалось до надлежащаго размѣра и придется еще передвинуть щитокъ *r* и т. д., пока не получимъ нужнаго размѣра. Послѣ того какъ выяснится насколько нужно переставлять доску *l* при данномъ сортѣ круга и твердости издѣлія, уже можно сразу переставлять доску *l* на нужную величину и сразу получать надлежащій размѣръ издѣлія.

Нужно обратить вниманіе на то, что при передвиженіи собачки *b* на одинъ зубъ она передвинетъ дискъ *a* на столько зубьевъ, на сколько зубьевъ будетъ отведенъ щитокъ *r*; если же собачка *b* перемѣщается больше, чѣмъ на одинъ зубъ, тогда подъ конецъ перемѣщеніе диска *a* можетъ получиться или немного больше или немного меньше, такъ какъ въ концѣ, попавши въ послѣднюю открытую щиткомъ впадину, собачка *b* можетъ передвинуть дискъ *a* не на одинъ зубъ, а на столько, на сколько она установлена, несмотря на то, что слѣдующіе зубья закрыты щиткомъ.

Заводъ *Прать и Уитней* въ послѣднее время ввелъ на своихъ шлифованныхъ машинахъ особое приспособленіе, которое автоматично производитъ измѣреніе издѣлія. Около наждачнаго круга устанавливается особый индикаторъ: одинъ конецъ рычага опирается на обработанное издѣліе, а другой является контактомъ, замыкающимъ электрическій токъ, какъ только издѣліе будетъ сошлифовано до надлижащаго размѣра: послѣ чего дѣйствіемъ электро-магнита питаніе наждачнаго круга прекращается.

Примѣненіе автоматическаго поперечнаго перемѣщенія наждачнаго круга у шлифовальной машины *является очень цѣннымъ* усовершенствованіемъ, такъ какъ это приспособленіе позволяетъ рабочему обратить свое вниманіе на другія важныя детали работы, въ то время, когда издѣліе продолжаетъ шлифоваться и такимъ образомъ сохраняетъ много времени. Кромѣ того совершенно *равномѣрное питаніе значительно улучшаетъ условіе работы* наждачнаго круга, улучшая этимъ его рѣжущія

свойства и *сохраняя болѣе долго размѣръ круга*, вслѣдствіе чего облегчается полученіе надлежащаго размѣра у издѣлія. На это не всегда обращаютъ достаточно вниманія, между тѣмъ равномѣрное питаніе является условіемъ первостепенной важности, если желаютъ быстро и точно обрабатывать предметы при массовомъ производствѣ.

445. Необходимыя предосторожности при работѣ. *Измѣреніе издѣлія нужно производить непремѣнно послѣ того какъ шлифовка прекратилась* (о чемъ свидѣтельствуетъ прекращеніе появленія искръ) *иначе могутъ получиться неправильныя измѣренія.*

Въ виду того, что при шлифовкѣ салазкамъ, на которыхъ закрѣпленъ наждачный кругъ, сообщаются самыя незначительныя передвиженія, *необходимо*, чтобы *направляющія поверхности этой детали находились въ полной исправности и были хорошо смазаны.* При работѣ на шлифовальной машинѣ *необходимо эти поверхности смазывать хорошимъ масломъ ежедневно*, и ежедневно продвигать салазки во всю длину ихъ хода, чтобы трущіяся поверхности не могли загрязниться загустѣвшимъ масломъ. Если машина нѣсколько дней стояла безъ употребленія, эти поверхности нужно хорошо вытереть, чтобы счистить съ нихъ все сгустѣвшее масло и снова хорошо смазать. Нужно помнить, что преслѣдуя при работѣ такіе деликатные результаты, которые можно получить на шлифовальныхъ машинахъ, необходимо прилагать и большое вниманіе къ тому, чтобы машина находилась въ полной исправности, иначе результаты не оправдаютъ ожиданій.

446. Выгоды примѣненія шлифовальныхъ машинъ. Первоначально шлифовальныя машины примѣнялись для обработки закаленныхъ стальныхъ поверхностей. На этотъ способъ обработки смотрѣли какъ на очень дорогой, но единственный, съ помощью котораго можно было обработать твердыя закаленныя поверхности съ надлежащей точностью. Такого взгляда на шлифовальныя машины многіе придерживаются и до настоящаго времени; но это совершенно несправедливо: многолѣтній опытъ несомнѣнно доказалъ. что если примѣнять надлежащимъ образомъ конструированную шлифовальную машину для отдѣлки вообще издѣлій, грубо обработанныхъ на самоточкахъ, то при такомъ способѣ получается не только болѣе точная работа, но и болѣе дешевая. Поэтому въ настоящее время на благоустроенныхъ заводахъ, взамѣнъ прежняго способа окончательной отдѣлки издѣлій на самоточкахъ при помощи рѣзца или при помощи подпилковъ и наждачной бумаги, такіе предметы какъ приводные валы, различные стержни, оправки, шпиндели и т. п. на самоточкахъ обрабатываются лишь грубо, а затѣмъ окончательная ихъ отдѣлка производится на шлифовальныхъ станкахъ.

Опытъ показываетъ, что обыкновенный наждачный кругъ 300 мм. діам. (12″) можетъ снять слой металла отъ 0,6 до 0,3 мм. болѣе быстро, чѣмъ это можетъ быть сдѣлано на самоточкѣ. Кругъ указаннаго діаметра толщиной въ 20 мм., вращаясь съ обычной скоростью, подводитъ къ обрабатываемой поверхности въ 1 мин. до 2.500.000 рѣжущихъ зеренъ, и потому, несмотря на то, что каждое зерно снимаетъ

очень незначительную частицу металла, тѣ же зерна, проходя надъ металломъ въ такомъ большомъ числѣ, снимаютъ металлъ очень энергично. Правда, до сихъ поръ шлифовальныя машины не примѣнялись съ успѣхомъ для грубой обработки, для снятія толстыхъ слоевъ металла, чтобы вполнѣ замѣнить самоточки и до сего времени выгоднѣе толстую стружку снимать рѣзцомъ, оставляя для отдѣлки слой толщиной отъ 0,6 до 0,3 мм., который уже и снимается на шлифовальныхъ станкахъ болѣе быстро, болѣе дешево и болѣе точно, чѣмъ это можно сдѣлать на самоточкахъ [1]).

Шлифовальная машина не имѣетъ своей задачей замѣнить какую-либо другую машину-орудіе, но она является чрезвычайно полезнымъ добавленіемъ къ другимъ машинамъ для окончательной отдѣлки производимыхъ на нихъ издѣлій. Значеніе шлифовальной машины стало особенно замѣтно при примѣненіи быстрорѣжущей стали, которая необычайно ускорила грубую обработку металловъ, но въ то же время не была настолько же хорошо примѣнима для отдѣлки поверхностей, въ этомъ отношеніи шлифовальная машина и оказываетъ незамѣнимую услугу, быстро сглаживая всѣ неровности, полученныя при работѣ рѣзцомъ и сообщая быстро издѣлію точные размѣры и красивый видъ.

Широкое примѣненіе шлифовальныхъ машинъ уменьшаетъ также количество брака издѣлій, такъ какъ при этомъ обработка на другихъ машинахъ не требуетъ такой точности, и потому даже не особенно искусные рабочіе выполняютъ ее безъ затрудненія. Окончательная же отдѣлка поручается лишь немногимъ спеціалистамъ. При обыкновенныхъ же способахъ обработки каждый рабочій самъ доводитъ свое издѣліе до конца, и такъ какъ рабочіе не всѣ одинаково искусны то при строгихъ требованіяхъ по необходимости должно получаться большее количество брака.

---

[1]) Если для издѣлія можетъ быть взятъ подходящій сортъ желѣза, чтобы приходилось стачивать слой не толще 0,75 мм. то обработка съ выгодой можетъ вестись прямо на шлифовальныхъ станкахъ, безъ предварительной обработки на самоточкахъ.

Разительный примѣръ раціональнаго примѣненія шлифовальныхъ машинъ представляетъ обработка автомобильныхъ колѣнчатыхъ валовъ, прямо изъ поковки, безъ обточки. Валъ имѣетъ 5 шеекъ для подшипниковъ и 4 шейки для шатуна. Діаметры шеекъ должны быть исполнены съ точностью до 0,00025" (валъ приготовляется на американскомъ заводѣ); длина шеекъ съ точностью до 0,004"; разстояніе между шейками съ точностью до 0,004"; радіусъ кривошиповъ съ точностью до 0,001". Шейки отковываются діам. 1,5" и сошлифовываются до 1,375". Концы вала отрѣзаются на самоточкѣ и расцентровываются. Шейки длиной 2" шлифуются кругами такой же толщины, такъ что длина шейки получается сразу надлежащей величины съ надлежащими закругленіями. Операціи требуютъ слѣдующей продолжительности.

Обрѣзка концовъ и разцентровка	6 мин.
Грубая шлифовка шеекъ подшипниковъ	15 „
Обточка концевыхъ шеекъ	8 „
Грубая шлифовка шеекъ шатуновъ	20 „
Отдѣлка шеекъ шатуновъ	20 „
Отдѣлка шеекъ подшипниковъ	25 „
Отдѣлка торцевъ	6 „
Всего	100

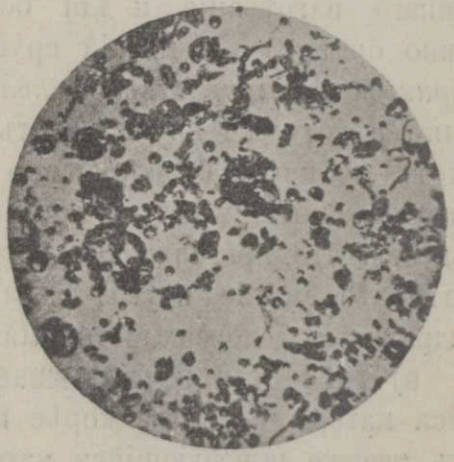
Съ такой скоростью и съ такой точностью исполнить работу на самоточкѣ невозможно. (Norton A. M. 1206.—10).

Такимъ образомъ примѣненіе шлифовальныхъ машинъ для отдѣлки издѣлій, снимая матеріалъ въ указанныхъ выше предѣлахъ, даетъ какъ болѣе дешевую, такъ и болѣе точную работу. *Это несомнѣнный фактъ, установленный многолѣтней практикой лучшихъ заводовъ и на него необходимо обратить самое серьезное вниманіе, если желаютъ получать издѣлія, соперничающія по качеству и цѣнѣ съ издѣліями, удовлетворяющими современнымъ требованіямъ машиностроенія.*

Обстоятельства, вліяющія на успѣшность работы шлифовальныхъ станковъ.

447. Выборъ наждачнаго круга. Въ выборѣ наждачнаго круга, соотвѣтствующаго качества, лежитъ главный секретъ успѣшной работы. Если примѣняется кругъ не соотвѣтствующаго качества, шлифовальная машина, какъ бы она не была хороша, не даетъ надлежащаго результата. Для того чтобы наждачный кругъ хорошо шлифовалъ, не требуя сильнаго нажатія на издѣліе, онъ долженъ быть самонатачивающимся,

Фиг. 684.



Фиг. 685.

т.-е. его наждаковыя частицы, какъ только онъ притупятся, должны отваливаться и вмѣсто нихъ должны начинать работать новыя, острыя частицы. Легкость, съ какою притупившіяся частицы наждака отваливаются отъ точила характеризуетъ твердость наждаковаго круга: чѣмъ легче отваливаются притупившіяся частицы наждака, тѣмъ мягче считается кругъ и наоборотъ. Слѣдовательно, твердость наждаковаго круга опредѣляется не твердостью рѣжущихъ частицъ наждака, а трудностью, съ какой притупившіяся частицы отрываются отъ круга.

Если частицы наждака не достаточно легко отдѣляются отъ круга, и остаются на его поверхности, онѣ притупляются слишкомъ сильно, а такое чрезмѣрное притупленіе частичекъ наждака вызываетъ загрязненіе поверхности круга, и кругъ какъ бы *засаливается* или *приглаживается*.

На фиг. 684 представлена микрофотографія спилокъ снятыхъ кругомъ соотвѣтствующаго качества. Какъ видно стружки имѣютъ тотъ же видъ какъ и снятыя рѣзцомъ. На фиг. 685 представлены въ томъ

же увеличеніи стружки, снятыя легко притупляющимся кругомъ. Здѣсь вслѣдствіе тренія и большого количества выдѣляющейся теплоты замѣтны не стружки, а слитки металла въ видѣ шариковъ. При такой работѣ происходитъ не рѣзаніе, а растираніе въ пыль.

Притупленіе частицъ зависитъ отъ:

а) Скорости вращенія. Ненормальное притупленіе частицъ можетъ происходить отъ чрезмѣрной скорости шлифовки, а потому, если поверхность точила приглаживается, это свидѣтельствуетъ, что точило выбрано или слишкомъ твердымъ, или вращается слишкомъ быстро. При такихъ условіяхъ кругъ шлифуетъ плохо и требуетъ сильнаго нажатія на издѣліе, а разъ приходится на издѣліе нажимать слишкомъ сильно, то при этомъ невозможно получить точной работы, такъ какъ сильное нажатіе искривляетъ какъ ось наждачнаго круга, такъ и ось издѣлія.

б) Діаметра издѣлія и круга. Чѣмъ больше діаметры круга и издѣлія, тѣмъ больше поверхность ихъ соприкосновенія, а вмѣстѣ съ увеличивающейся поверхностью соприкосновенія увеличивается и возможность засоренія поверхности круга, и потому для предупрежденія возможнаго нагрѣванія и для болѣе легкаго отпаданія частицъ наждака нужно брать болѣе мягкій кругъ. Вообще *чѣмъ больше поверхность соприкосновенія круга съ издѣліемъ, тѣмъ мягче нужно брать кругъ.* Одинъ и тотъ же кругъ будетъ хорошо шлифовать цилиндръ въ 20 мм. и тотъ же кругъ будетъ плохо работать, если имъ шлифовать цилиндръ, приготовленный изъ того же матеріала, діам. въ 100 мм. Изъ этого же слѣдуетъ, что при шлифовкѣ плоскихъ поверхностей нужно употреблять еще болѣе мягкіе круги, и наконецъ, при шлифовкѣ внутреннихъ цилиндрическихъ поверхностей мягкость круговъ должна быть еще больше.

в) Твердости обрабатываемаго матеріала. Чѣмъ тверже шлифующійся матеріалъ, тѣмъ скорѣе притупляются зерна наждака, а потому, чѣмъ тверже шлифующійся матеріалъ, тѣмъ мягче нужно брать круги.

Различные сорта инструментальной стали мало разнятся по твердости, поэтому всѣ такія стали могутъ шлифоваться однимъ и тѣмъ же сортомъ наждачныхъ круговъ.

Машинная сталь болѣе мягка, для нея могутъ употребляться болѣе твердые сорта наждачныхъ круговъ и практика показываетъ, что для ея шлифовки могутъ съ выгодой примѣняться

— **Комбинаціонные круги,** содержащіе въ себѣ зерна наждака различной крупности. Такъ, для многихъ работъ оказывается очень подходящимъ кругъ, въ которомъ имѣются № 36—46—60—80—100 наждака.

При обработкѣ латуни нужно брать болѣе мягкіе сорта наждаковыхъ круговъ, чтобы освобождать точило отъ налипающихъ на него частичекъ латуни. Шлифовка становится тѣмъ труднѣе, чѣмъ больше содержаніе въ сплавѣ мѣди.

Чистую мѣдь обрабатывать наждаковыми кругами не представляется выгоднымъ по сравненію съ рѣзаніемъ на самоточкахъ, такъ какъ при

этой работѣ наждачные круги сильно изнашиваются и загрязняются, если они не достаточно мягки. Если почему-либо желаютъ вести обработку чистой мѣди на шлифовальныхъ станкахъ, то нужно брать узкіе круги съ очень крупнымъ зерномъ и работать при обильной поливкѣ водою.

448. Вліяніе сотрясеній издѣлія. Неправильный ходъ издѣлія и его сотрясенія вліяютъ тоже на выборъ твердости наждаковыхъ круговъ. Если издѣліе почему-либо трясется, кругъ необходимо брать тверже, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда издѣліе движется совершенно спокойно; такъ какъ сотрясенія издѣлія причиняютъ удары по наждаковому кругу и, если кругъ мягокъ, такіе удары очень быстро его разрушаютъ.

449. Выборъ крупности зеренъ у наждаковыхъ круговъ. Что касается до размѣра зеренъ при выборѣ круга, то вообще желательно брать зерна по возможности крупныя, такъ какъ такія зерна, удерживаясь болѣе прочно цементирующимъ веществомъ, позволяютъ снимать болѣе крупныя стружки, не притупляясь въ то же время слишкомъ быстро и не развивая большого количества теплоты. Но тѣмъ не менѣе крупность зерна должна сообразоваться съ мягкостью обрабатываемаго матеріала;—*зерно можетъ быть тѣмъ крупнѣе, чѣмъ мягче матеріалъ*. Крупныя зерна болѣе выступаютъ изъ цементирующаго вещества и, чтобы углубляться въ обрабатываемый матеріалъ, требуютъ сравнительно большого нажатія; между тѣмъ при шлифовкѣ очень важно, чтобы работа происходила, по возможности безъ нажатія круга на издѣліе, такъ какъ при чрезмѣрномъ нажатіи развивается больше теплоты, нагрѣвающей неравномѣрно издѣліе, и кромѣ того при нажатіи издѣліе деформируется, что также препятствуетъ полученію точной работы. Поэтому чѣмъ тверже обрабатываемый матеріалъ, тѣмъ мельче должны быть зерна наждака; такъ что для шлифовки стекла крупность зерна должна быть отъ 150 до 200.

Очень часто избѣгаютъ крупныхъ зеренъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда желаютъ сообщить издѣлію очень гладкую поверхность. Но это неправильно, такъ какъ и крупнозернистымъ кругомъ поверхность издѣлія можетъ быть получена очень гладкая. Для этого достаточно передъ окончательной отдѣлкой выравнять кругъ алмазомъ[1]), чтобы сообщить ему совершенно правильную поверхность и затѣмъ подвести вывѣренный наждачный кругъ къ издѣлію, снимая очень тонкій слой. Если перемѣщать такой кругъ вдоль издѣлія, не придвигая его къ издѣлію, то выступающія зерна притупятся и послѣ нѣсколькхъ проходовъ круга сообщатъ издѣлію совершенно гладкую поверхность. Цилиндръ, отдѣланный такимъ образомъ наждаковымъ кругомъ № 36, подъ микроскопомъ пока-

[1]) Если возможно, обточку наждачнаго круга алмазомъ нужно производить при обильной поливкѣ водою, чтобы не допустить сильнаго нагрѣва. Кругъ, обточенный алмазомъ, еще не вполнѣ готовъ для чистой, тонкой работы; эту окончательную отдѣлку кругу должно сообщить само издѣліе. Для этого издѣлію сообщаютъ небольшую окружною скорость и подводятъ къ нему наждачный кругъ,—послѣ нѣсколькихъ проходовъ, снимая очень тонкій слой, кругъ окончательно вывѣряется, послѣ чего издѣлію можно сообщить нормальную для работы окружную скорость и начать уже отдѣлку поверхности.

залъ глубину царапинъ не превосходящую 0,006 м/м. что для обычной работы вполнѣ достаточно. При снятіи отдѣлочныхъ слоевъ окружную скорость издѣлія нужно по возможности уменьшать, до тѣхъ поръ пока издѣліе не начнетъ окрашиваться кругомъ, что укажетъ на мѣстный перегрѣвъ; тогда скорость издѣлія нужно нѣсколько увеличить. Если при такомъ способѣ шлифовки поверхность получается все-таки довольно грубая, то это указываетъ, что кругъ слишкомъ твердъ;—его нужно перемѣнить на болѣе мягкій, или взять кругъ съ болѣе мелкими зернами.

При массовомъ производствѣ будетъ болѣе раціонально грубую отдѣлку предметовъ вести кругами съ крупными зернами, а окончательную отдѣлку, если требуется очень гладкая поверхность, вести на отдѣльныхъ машинахъ кругами съ мелкими зернами.

450. Подходящіе сорта наждаковыхъ круговъ заводъ Ландисъ рекомендуетъ слѣдующіе сорта наждаковыхъ круговъ для различныхъ работъ, (по градаціи Нортона см. стр. 424).

Для внѣшней шлифовки. *При шлифовкѣ закаленной стали*; для грубой обработки № 60, твердость отъ *K* до *M*; для *отдѣлки закаленной стали* со степенью полировки № 60—80—100—120 и 150, твердость отъ *I* до *M*. *Для грубой обработки мягкой стали* № 46 до № 60, твердость *M*, *N* или *O*, *для отдѣлки мягкой стали* со степенью полировки № 60—80—100—120—125 и 180, твердость отъ *L* до *M*. Для *грубой шлифовки чугуна* № 46 до № 60, твердость отъ *G* до *K*; для *отдѣлки* № 60 до № 80, твердость отъ *K* до *M*. Для *бронзы* или *латуни* № 60 до № 120 твердость *F* до *K*.

Для внутренней шлифовки. Для *грубой шлифовки мягкой и закаленной стали* № 46 до № 60, твердость отъ *G* до *K*; для *отдѣлки* № 60 до № 100, твердость отъ *E* до *F*. Для *грубой шлифовки бронзы* и *латуни* тѣ же сорта, что и для стали; для *отдѣлки* № 80 и мельче, твердость отъ *E* до *F*.

Заводъ *Браунъ и Шарпъ* рекомендуетъ для внутренней шлифовки употреблять корундовые круги.

Приведенныя указанія даны лишь съ цѣлью оказать помощь при выборѣ круговъ; но въ отдѣльныхъ случаяхъ, особенности работы и матеріала могутъ заставить примѣнить и другіе сорта круговъ, какъ болѣе подходящіе.

451. Скорости вращенія издѣлія и наждачныхъ круговъ. Наждачный кругъ можно разсматривать какъ фрезеръ съ очень большимъ числомъ очень мелкихъ зубьевъ. Такой кругъ, чтобы правильно рѣзать или шлифовать, долженъ имѣть соотвѣтственную для него скорость. Если скорость будетъ слишкомъ велика, частички наждака или другого шлифующаго матеріала будутъ быстро притупляться и кругъ будетъ приглаживаться съ поверхности,—будетъ, слѣдовательно, плохо работать съ другой стороны, если кругъ будетъ имѣть слишкомъ малую скорость онъ будетъ соотвѣтственно производить меньше работы, что опять невыгодно. Такимъ образомъ для полученія максимальной работы, кругъ долженъ имѣть максимальную возможную для него скорость.

Скорость вращенія издѣлія на шлифовальномъ станкѣ есть тоже, что скорость питанія на фрезерномъ станкѣ, такъ какъ съ этой скоростью поверхность издѣлія подводится къ рѣжущимъ зубьямъ круга. Скорость подведенія издѣлія къ наждачному кругу тоже должна имѣть какую-нибудь наиболѣе выгодную величину. Если издѣліе вращается слишкомъ быстро (подводится къ кругу слишкомъ быстро), зубьямъ круга (частицами наждака) приходится снимать слишкомъ крупныя стружки, вслѣдствіе чего зубья начинаютъ быстро ломаться и кругъ быстро изнашивается, а измѣняя свой размѣръ кругъ измѣняетъ при этомъ и размѣръ обрабатываемаго издѣлія. Такимъ образомъ при слишкомъ быстромъ подведеніи издѣлія къ кругу, получается неточная работа и быстрое изнашиваніе наждачнаго круга. Если издѣліе подводится къ кругу слишкомъ медленно, тогда, наоборотъ, на долю рѣжущихъ частичекъ выпадаетъ очень мало работы, вслѣдствіе тренія о поверхность издѣлія онѣ притупляются, но вмѣстѣ съ тѣмъ не встрѣчая достаточно большого сопротивленія онѣ не отрываются отъ круга и только приглаживаютъ его поверхность, при чемъ работа идетъ неправильно. Такимъ образомъ какъ при слишкомъ быстромъ, такъ и при слишкомъ медленномъ подведеніи издѣлія къ наждачному кругу работа идетъ неправильно.

Практика выработала среднія скорости, съ которыми долженъ вращаться наждачный кругъ и подводимое къ нему издѣліе, а именно *для закаленной стали и чугуна наждачный, корундовый и алундовый круги должны имѣть скорость около 30 метр. въ сек. Для шлифовки мягкой стали и другихъ матеріаловъ, скорость круга должна быть около 35 метр. въ сек.*

Скорость карборундовыхъ круговъ должна быть нѣсколько меньше.

Скорость подведенія издѣлія къ кругу въ среднемъ должна быть около 0,15 метра въ сек. Въ отдѣльныхъ случаяхъ отъ этихъ скоростей можно нѣсколько и отступать, такъ напримѣръ, если окончили на машинѣ какую-нибудь работу и начинаютъ другую, для которой кругъ, стоящій на машинѣ, нѣсколько твердъ и если не желаютъ мѣнять круга, будетъ болѣе правильно нѣсколько увеличить скорость издѣлія, чтобы оно болѣе энергично отламывало частицы наждака и въ то же время немного уменьшить скорость круга, чтобы частицы не такъ быстро притуплялись. Результаты при этомъ получатся болѣе благопріятные.

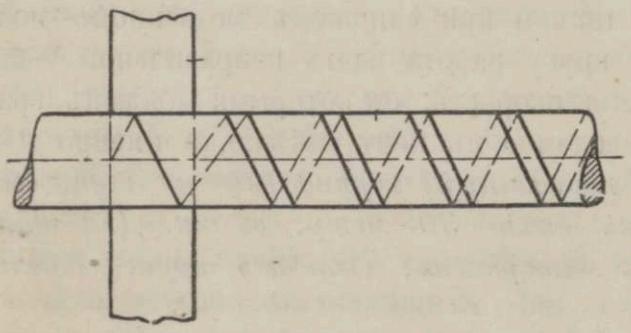
452. Скорость перемѣщенія точила вдоль издѣлія. Въ настоящее время установлено, что для полученія хорошихъ результатовъ на шлифовальныхъ машинахъ, наждачный *кругъ долженъ быстро перемѣщаться вдоль издѣлія, а самое издѣліе должно вращаться сравнительно медленно.* Въ прежнее время работали какъ разъ обратно.

При быстромъ передвиженіи вдоль издѣлія мы можемъ использовать всю работоспособность наждачнаго круга, тогда какъ передвигая его въ нѣсколько разъ медленнѣе, мы во столько же разъ уменьшимъ работоспособность круга. Кромѣ того, если кругъ при каждомъ оборотѣ издѣлія передвигается почти на величину своей толщины, то поверхность круга срабатывается равномѣрно: при медленномъ же передвиганіи кругъ

шлифуетъ больше переднимъ краемъ и вслѣдствіе этого кругъ становится выпуклымъ, и его приходится часто стачивать алмазомъ, что вызываетъ большой добавочный расходъ на алмазы и большой износъ наждачныхъ круговъ. Но при быстромъ передвиженіи круга, издѣліе испытываетъ большія сотрясенія, и потому конструкція станка при такомъ способѣ и обработкѣ должна быть болѣе солидная.

При слишкомъ быстромъ передвиженіи наждачнаго круга онъ будетъ оставлять на издѣліи винтовую полоску не сошлифованной, какъ это видно на фиг. 686.

При шлифовкѣ цилиндрическихъ издѣлій степень отдѣлки поверхности зависитъ отъ скорости вращенія издѣлія, и потому *желательно чтобы эту скорость можно было быстро измѣнять.* Передвиженіе стола должно быть такъ устроено, чтобы можно было наждачный кругъ передвигать при шлифовкѣ на большую величину, подобно тому, какъ это дѣлается при работѣ съ широкимъ рѣзцомъ на строгальныхъ машинахъ при отдѣлкѣ поверхности. На шлифовальныхъ же машинахъ быстрое передвиженіе круга вдоль издѣлія производится при началѣ работы, заставляя кругъ очень легко прикасаться къ издѣлію, при чемъ онъ вообще снимаетъ очень тонкія стружки, и только снимаетъ энергично матеріалъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ онъ скопился въ изобиліи; при такомъ способѣ обработки кругъ приводитъ издѣліе быстро къ правильной формѣ. Если же получающіяся при этомъ широкія полосы на поверхности не желательны, то для отдѣлки поверхности, снимая очень тонкій слой, заставляютъ кругъ передвигаться вдоль издѣлія болѣе медленно, и этимъ приглаживаютъ поверхность.



Фиг. 686.

453. Рябь на шлифуемой поверхности. Иногда шлифуемая поверхность покрыта волнистой рябью, появленіе которой можетъ происходить отъ многихъ причинъ, дѣйствующихъ совмѣстно и порознь. Наиболѣе обыкновенными причинами являются нехорошо закрѣпленное издѣліе, неплотная установка въ подшипникахъ оси наждаковаго круга и слишкомъ твердый кругъ. Если издѣліе слишкомъ зыбко, оно должно быть укрѣплено постановкой люнетовъ. Неплотность въ подшипникахъ оси круга устраняется подтягиваніемъ подшипниковъ. Если машина сама закрѣплена недостаточно прочно на фундаментѣ, это обстоятельство можетъ повести къ появленію вибрацій; въ особенности такія вибраціи могутъ легко появиться при шлифовкѣ тяжелыхъ издѣлій, напримѣръ, вальцовъ закрѣпленныхъ на центрахъ. Вальцы большого діаметра трудно подпереть люнетами въ средней части; ихъ подпираютъ въ шипахъ, но этого обыкновенно оказывается слишкомъ мало, и такъ какъ машина не мо-

жетъ вибрировать въ унисонъ съ вальцомъ, то вибраціи послѣдняго вызываютъ на издѣліи рябь. Дрожаніе вальца будетъ особенно замѣтно въ вертикальномъ направленіи, вслѣдствіе вліянія силы тяжести, и потому, для уничтоженія вибрацій, необходимо валецъ подпереть хорошо въ вертикальномъ направленіи постановкой люнетовъ по серединѣ.

Что касается до слишкомъ твердаго круга, то самое лучшее смѣнить его на болѣе мягкій. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, вмѣсто того, чтобы мѣнять кругъ, его стачиваютъ, дѣлая болѣе узкимъ; такой пріемъ, хотя и уничтожаетъ иногда рябь, является неправильнымъ, такъ какъ вмѣстѣ съ этимъ уменьшается рабочая способность круга. Количество матеріала, которое кругъ можетъ снять, пропорціонально его ширинѣ, по которой онъ соприкасается съ издѣліемъ;—стачивая кругъ уменьшаютъ число зеренъ, приходящихъ въ соприкосновеніе съ издѣліемъ въ единицу времени, а потому, чтобы кругъ не приглаживался, нужно соотвѣтственно уменьшить скорость подведенія поверхности издѣлія къ кругу,—слѣдовательно работа будетъ итти болѣе медленно.

Рябь на издѣліи иногда появляется вслѣдствіе того, что наждачный кругъ обточенъ тупымъ алмазомъ, который хотя и можетъ отдирать отдѣльныя зерна наждака, но сообщаетъ кругу недостаточно гладкую поверхность, которая и порождаетъ рябь. Въ виду этого алмазъ нужно всегда содержать въ хорошемъ состояніи.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ шлифованія поверхность оказывается покрытой крапинками, которыя располагаются рядами, параллелъными оси, или идутъ по винтовой линіи. Такія крапинки могутъ зависѣть отъ многихъ причинъ: отъ дрожанія издѣлія, отъ слишкомъ малой или слишкомъ большой скорости движенія круга или издѣлія, отъ нехорошаго закрѣпленія на центрахъ, отъ неравномѣрности матеріала, отъ пригладившагося круга. Въ послѣднемъ случаѣ надо поставить болѣе мягкій кругъ.

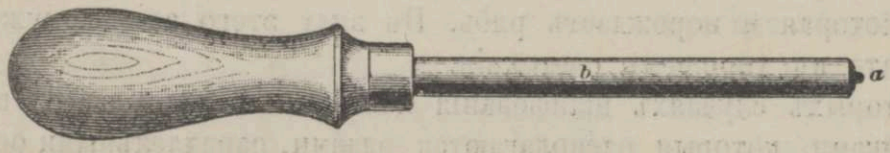
Если крапинки причиняются вибраціей самого издѣлія, тогда онѣ располагаются по прямымъ линіямъ, параллельнымъ оси издѣлія. Такая рябь наиболѣе часто встрѣчается при шлифовкѣ короткихъ жесткихъ издѣлій, которыя могутъ вибрировать главнымъ образомъ на центрахъ, а потому для уничтоженія такой ряби необходимо поставить прочные люнеты около центровъ, а кромѣ того и по серединѣ.

Бываетъ, что трудно найти причину вибрацій и появленія ряби. Въ такихъ случаяхъ иногда помогаетъ измѣненіе скорости вращенія издѣлія, или перемѣна наждачнаго круга. Иногда достаточно бываетъ тотъ же кругъ провѣрить алмазомъ и рябь прекращается. Это часто бываетъ при шлифовкѣ чугунныхъ издѣлій, когда кругъ притупляется.

454. Вывѣрка наждачныхъ круговъ. Очень важно, чтобы кругъ вращался совершенно правильно и прикасался къ издѣлію равномѣрно по всей своей ширинѣ. Чтобы поддерживать кругъ въ такомъ состояніи необходимо имѣть *алмазъ* для вывѣрки круга. Для этого алмазъ закрѣпляется въ особую державку (фиг. 687,—*a* небольшой алмазъ, вставленъ въ металлическую оправу *b*). Иногда оправа дѣлается четырехгран-

ная, но при такой оправкѣ алмазъ можно подводить къ кругу только въ четырехъ положеніяхъ, а потому круглая оправка болѣе удобна. На нѣкоторыхъ машинахъ имѣется приспособленіе для закрѣпленія державки алмаза при обточкѣ круга; но въ большинствѣ случаевъ инструментъ держатъ прямо въ рукахъ, положивъ его на центръ бабки и упирая въ конецъ издѣлія, которое при этомъ стоитъ въ покоѣ. Самый кругъ, вращающійся съ обычной скоростью заставляетъ двигаться взадъ и впередъ передъ алмазомъ. При нѣкоторомъ навыкѣ легко такимъ образомъ обточить кругъ такъ, что онъ будетъ по всей ширинѣ равномѣрно прикасаться къ издѣлію.

Нужно обратить вниманіе на то, что неопытные рабочіе не сознаютъ необходимости, чтобы кругъ вращался совершенно правильно и прикасался къ издѣлію *по всей своей ширинѣ*. Если кругъ прикасается только частью своей ширины, то онъ начинаетъ шлифовать слишкомъ грубо, такъ что работающему можетъ показаться, что кругъ выбранъ съ слишкомъ крупнымъ зерномъ для данной работы;—на самомъ дѣлѣ, если кругъ заставить прикасаться по всей ширинѣ, поверхность получится совершенно гладкая. Когда кругъ не соприкасается съ издѣліемъ по всей своей ширинѣ, его нельзя передвигать вдоль издѣлія съ надлежащей скоростью, иначе на издѣліи получится явный винтовой слѣдъ (фиг. 686). Неопытные рабочіе приписываютъ это слишкомъ быстрому перемѣщенію вдоль издѣлія, на самомъ дѣлѣ происходитъ это отъ невывѣреннаго круга.



Фиг. 687.

— Насколько можетъ отозваться на точности и выгодности работы правильное управленіе машиной и выборъ круга надлежащаго качества, видно изъ слѣдующаго примѣра работы (приводимаго Дербишеромъ) изъ практики [1]).

Шлифуется валъ діам. 100 мм. Выбирается кругъ 36 — *M* діам. 600 мм. и толщиной 50 мм. Окружная скорость вала 10,7 метр. въ мин., подведеніе наждачнаго круга къ издѣлію производится отъ руки. Въ результатѣ въ 1 минуту было снято металла 61,5 куб. снт. и наждаковый кругъ потерялъ 47,23 куб. снт. Тѣмъ же кругомъ, съ той же окружной скоростью, но подводимымъ къ издѣлію отъ самохода въ концѣ каждаго продольнаго передвиженія круга на 0,05 мм., то же количество матеріала было снято въ 3 мин. 5 сек.; наждачный кругъ сработался на 5,67 куб. снм. Въ первомъ случаѣ расходовалась работа въ 23 л. с., во второмъ 13 л. с. Въ первомъ случаѣ діаметръ вала, вслѣдствіе срабатыванія круга измѣнялся на каждые 50 мм. длины на 0,075 мм.; во второмъ на 0,025 мм.

---

[1]) H. Darbyshire Precision Grinding.

Этотъ опытъ показалъ, что для шлифовки потребляется слишкомъ много работы и, судя по слишкомъ сильному нагрѣванію и по дрожанію издѣлія, кругъ былъ слишкомъ твердъ и скорость издѣлія слишкомъ велика, а потому наждачный кругъ былъ замѣненъ другимъ болѣе мягкимъ ($36-L$) и окружная скорость издѣлія понижена до 7,5 метр. въ мин. Толщина снимаемаго слоя осталась та же самая (0,05 мм.). При этихъ условіяхъ въ 3,5 мин. было снято 59 куб. снт. матеріала и наждачный кругъ сработался на 3,3 куб. снт. Издѣліе по всей длинѣ получилось почти совершенно одинаковой толщины.

Считая, что 1 куб. снт. наждачнаго круга стоитъ около 3 коп., 1 л. с. въ мин. стоитъ 0,2 коп. и рабочій съ накладными расходами и со стоимостью машины стоитъ 3 коп. получимъ, что въ первомъ случаѣ стоимость снятія 1 куб. снт. металла обошлось въ 2,3 коп., а во второмъ 0,2 коп., при чемъ работа получилась болѣе точная.

Изъ этого примѣра видно, что на шлифовальныхъ машинахъ болѣе быстрая работа не является еще болѣе выгодной, и въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ необходимо взвѣсить всѣ условія работы, для того, чтобы получить наиболѣе совершенные результаты.

Обстоятельства, вліяющія на точность работы.

Вообще издѣлія, обработанныя на шлифовальныхъ машинахъ, получаются болѣе точныя, чѣмъ приготовленныя на самоточкахъ.

При работѣ на самоточкѣ точность работы зависитъ отъ точности подшипника и шейки шпинделя передней бабки. Если въ этой парѣ замѣчается неточность, и обтачиваемая вещь не можетъ получить строго правильной формы. Шпиндель токарнаго станка всегда вращается, поэтому указанный недостатокъ всегда присущъ токарному станку. Затѣмъ остріе рѣжущаго инструмента нажимаетъ съ такой силой, что оно не можетъ долго сохранять свои размѣры и при обточкѣ предметовъ болѣе или менѣе значительной величины, рѣзецъ долженъ сниматься для подточки. Это опять вноситъ неточность въ работу такъ какъ при установкѣ рѣзца его нельзя поставить строго въ первоначальное положеніе. Наконецъ, при нажатіи рѣзцомъ предметъ немного пружинитъ. Вслѣдствіе всѣхъ этихъ обстоятельствъ на токарномъ станкѣ никогда нельзя получить тѣхъ точныхъ размѣровъ, какіе являются необходимостью при настоящемъ положеніи машиностроенія.

Всѣ перечисленные недостатки не имѣютъ мѣста при обработкѣ на шлифовальномъ станкѣ. Здѣсь вращеніе предмета можетъ производиться на неподвижныхъ центрахъ; сробатываніе наждачнаго круга совершенно незначительно; нажимаетъ кругъ на предметъ очень слабо и благодаря этому обработка на такомъ станкѣ можетъ вестись съ большой точностью, до 0,0025 мм. Рабочіе при работѣ на шлифовальныхъ станкахъ обыкновенно примѣняютъ болѣе точные мѣрительные инструменты, которыми можно легко обнаружить самыя незначительныя погрѣшности; —

наблюденіе надъ появленіемъ искръ уже само можетъ служить очень точнымъ указателемъ, когда работа идетъ неправильно. Но не слѣдуетъ думать что работа на шлифовальномъ станкѣ не требуетъ искусства со стороны рабочаго. Очень часто думаютъ, что разъ станокъ полученъ отъ хорошей фирмы, и исполненъ точно, то и всякая обработанная на немъ вещь получится тоже точная. Такой взглядъ совершенно ошибочный, и на шлифовальныхъ станкахъ издѣліе можно получить въ совершенно искаженномъ видѣ, если не будутъ приняты соотвѣтствующія мѣры къ устраненію тѣхъ факторовъ, которые обусловливаютъ неточную работу. Неточность работы можетъ зависѣть отъ слѣдующаго.

455. Способъ закрѣпленія. При обработкѣ на центрахъ центровыя отверстія должны быть изготовлены совершенно точно, какъ объ этомъ было говорено на стр. 99. Передъ постановкой на центры центровыя отверстія и центры должны быть совершенно чисты отъ грязи и хорошо смазаны чистымъ масломъ. Сала и мазей употреблять не слѣдуетъ, такъ какъ они легко удерживаютъ грязь, которая можетъ повести къ неточной работѣ. Точно также должны быть хорошо вытерты отъ грязи и опилокъ и смазаны всѣ подвижныя части машины и хорошо подтянуты, чтобы не было въ нихъ игры. При закрѣпленіи издѣлія необходимо зажимать его очень осторожно, чтобы не произвести никакихъ искривленій. Самые центры должны содержаться въ полной исправности. Для этого, ихъ нужно по крайней мѣрѣ разъ въ недѣлю шлифовать и слѣдить за тѣмъ, чтобы они не потеряли закала.

Пустотѣлые предметы съ длинными отверстіями нельзя закрѣплять на обычныхъ, слегка коническихъ оправкахъ, такъ какъ при заколачиваніи такой оправки всегда можетъ произойти незначительное искривленіе или издѣлія или оправки и издѣліе, снятое съ оправки послѣ шлифовки окажется неправильной формы. При точной шлифовкѣ подобныя издѣлія должны насаживаться на строго цилиндрическую оправку, хорошо пригнанную къ отверстію, при чемъ издѣліе должно упираться въ заплечикъ и закрѣпляться гайкой, точно опирающейся на его торецъ.

Вообще употребленіе оправокъ, на которыхъ издѣліе удерживается треніемъ, насаживаясь на конусъ, нежелательно, такъ какъ оправка можетъ легко перекоситься при заколачиваніи и повлечь къ неточной работѣ.

При заколачиваніи оправки будетъ сказываться какъ неправильность внутренняго отверстія, такъ и неправильность оправки.

Полыя издѣлія никогда не должны насаживаться на центры, которые входятъ непосредственно въ отверстіе издѣлія; а всегда сначала должны быть вставлены пробки съ центровыми отверстіями, которыя и упираются на центры.

456. Вліяніе температурныхъ воздѣйствій на точность работы. Для полученія точно обработанной вещи на шлифовальной машинѣ, необходимо, чтобы обрабатываемое издѣліе при шлифовкѣ имѣло равномѣрную температуру. Мѣстныя повышенія температуры издѣлія заставляютъ его деформироваться, вслѣдствіе чего наждачный кругъ снимаетъ металлъ неравномѣрно и искажаетъ форму издѣлія.

При шлифовкѣ издѣліе, въ мѣстѣ соприкосновенія съ кругомъ, нагрѣвается, такъ же какъ нагрѣвается издѣліе при обработкѣ его рѣзцомъ на самоточкѣ, но наждачный кругъ можетъ вызвать болѣе интенсивный мѣстный нагрѣвъ, чѣмъ рѣзецъ. Поэтому, если мы подведемъ къ наждачному кругу цилиндръ, который, нужно шлифовать и который не вполнѣ точенъ, то такой цилиндръ при вращеніи какимъ-нибудь мѣстомъ своей поверхности начнетъ прежде всего прикасаться къ наждачному кругу;—въ этомъ мѣстѣ онъ будетъ нагрѣваться наждачнымъ кругомъ и вслѣдствіе такого мѣстнаго нагрѣванія матеріалъ получитъ удлиненіе и цилиндръ, закрѣпленный на центрахъ, выпучится еще сильнѣе въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ былъ выпученъ и раньше, до начала шлифовки. Если мы будемъ продолжать шлифовать такой цилиндръ, то въ концѣ шлифовки хотя кругъ и начнетъ снимать матеріалъ по всей окружности, но ясно, что кругъ будетъ снимать болѣе толстый слой съ выпученной стороны чѣмъ съ другой и въ результатѣ, вмѣсто правильной цилиндрической поверхности, получимъ издѣліе совершенно искаженной формы.

Этотъ недостатокъ вполнѣ устраняется въ томъ случаѣ, когда мы шлифуемъ съ обильнымъ притокомъ воды, которая охлаждаетъ обрабатываемый предметъ и вслѣдствіе этого не позволяетъ ему деформироваться. Только при такомъ способѣ обработки, когда на издѣліе не капаетъ, а обильно льется вода, и можно достигнуть вполнѣ хорошихъ результатовъ, а потому **всякая шлифовальная машина должна быть непремѣнно снабжена приспособленіемъ для охлажденія издѣлія водой.** При этомъ условіи работа производится не только точнѣе, но и болѣе успѣшно, такъ какъ можно брать болѣе крупную стружку, не опасаясь, что издѣліе искривится.

Наждачный кругъ не долженъ никогда окрашивать издѣлія; если это происходитъ, значитъ въ этомъ мѣстѣ издѣліе перегрѣвается, а результатомъ этого будетъ его искривленіе. Мѣстный нагрѣвъ особенно вреденъ при шлифовкѣ трубъ или вообще полыхъ издѣлій, такъ какъ въ этомъ случаѣ мѣстный нагрѣвъ, при томъ же количествѣ выдѣляющейся теплоты можетъ оказаться болѣе сильнымъ. У такихъ издѣлій нужно снимать болѣе тонкій слой и самому издѣлію сообщать большую окружную скорость, чѣмъ при шлифовкѣ сплошного матеріала. Скорость издѣлія можно повышать до тѣхъ поръ пока кругъ не начнетъ окрашивать издѣлія, затѣмъ нужно поставить болѣе мягкій кругъ. При такой работѣ изнашиваніе круга будетъ болѣе сильное, но съ этимъ нужно мириться, такъ какъ если невозможно охлаждать издѣліе водой, то указанный пріемъ является единственнымъ для полученія точной работы.

Изъ сказаннаго ясно, что *получить работу на шлифовальномъ станкѣ при допущеніи мѣстнаго нагрѣва издѣлія невозможно.* **Для устраненія мѣстнаго нагрѣва** въ нашемъ распоряженіи **имѣются два средства:**

А. Обильная поливка издѣлія водой, для его охлажденія.

Нужно имѣть въ виду, что поливка водой при шлифованіи имѣетъ главной задачей предохранить издѣліе отъ мѣстнаго нагрѣва, а не дѣлается, какъ это многіе думаютъ, для тушенія искръ, отлетающихъ отъ наждачнаго круга. Поэтому струю воды надо направлять непосредственно на то мѣсто, гдѣ производится шлифованіе. Кромѣ того, направленная должнымъ образомъ струя воды улавливаетъ также наждаковую и металлическую пыль, которая очень вредна какъ для здоровія рабочихъ, такъ и для машинъ, разрабатывая у послѣднихъ трущіяся поверхности. Чтобы предупредить ржавленіе машины и издѣлія къ водѣ примѣшиваютъ соду, а для того, чтобы сама сода не сообщала издѣліямъ непріятнаго вида, къ водѣ примѣшиваютъ еще масла.

Чтобы издѣліе меньше кривилось, оно подпирается люнетами. Мѣсто, въ которомъ ставится люнетъ, должно имѣть совершенно правильную цилиндрическую поверхность, иначе всѣ неправильности поверхности въ этомъ мѣстѣ будутъ копироваться при шлифовкѣ и въ другихъ мѣстахъ обрабатываемаго издѣлія.

В. Выборъ надлежащаго сорта наждачнаго круга (не слишкомъ твердаго), который бы рѣзалъ съ небольшимъ выдѣленіемъ теплоты.

Слѣдовательно, **при точной обработкѣ работы съ сухими наждачными кругами допускать нельзя**. Круги нужно выбирать такіе, чтобы они рѣзали безъ большого нажатія, т.-е. болѣе мягкіе, вводя въ работу постоянно острыя частицы наждаку, которыя рѣжутъ металлъ, а притупленныя частицы больше трутся и работа тренія превращается въ теплоту.

457. Искры какъ указатель толщины снимаемаго слоя. При шлифовкѣ отдираемыя отъ металла частицы раскаляются и отлетаютъ въ видѣ искръ. Количество искръ, вылетающихъ изъ-подъ наждачнаго круга, можетъ служить указателемъ какой толщины слой металла снимается: *чѣмъ толще снимаемый слой, тѣмъ больше искръ отдѣляется отъ издѣлія*.

Были произведены измѣренія толщины снимаемаго слоя наждачнымъ кругомъ, когда онъ соприкасается съ издѣліемъ лишь настолько, что появляются первые признаки искръ. При измѣреніи на точной мѣрительной машинѣ оказалось, что если къ стальному калибру въ 25 м/м. діам. подвести кругъ настолько, что искры чуть-чуть начнутъ появляться, то діаметръ калибра при этомъ уменьшается на 0,00025 м/м., слѣдовательно толщина снимаемаго слоя была 0,000125 м/м. Такимъ образомъ самый наждачный кругъ при осторожномъ пользованіи имъ можетъ служить чрезвычайно точнымъ индикаторомъ для распознаванія неточностей въ издѣліи.

Опытный рабочій, наблюдая за количествомъ выдѣляемыхъ искръ можетъ судить о томъ, какой толщины слой снимается и насколько равномѣрный слой снимается въ различныхъ мѣстахъ по длинѣ издѣлія, а также и по его окружности. Такъ какъ появленіе неравномѣрныхъ искръ будетъ свидѣтельствовать о какой-то неправильности въ работѣ (мѣстномъ

нагрѣвѣ или искривленіи издѣлія по какой-либо другой причинѣ и др.), то, наблюдая за отдѣленіемъ искръ, рабочій можетъ во-время замѣтить эту неправильность въ работѣ и, принимая соотвѣтственныя мѣры, предупредить порчу издѣлія.

При шлифовкѣ твердой стали, нужно быть очень внимательнымъ, такъ какъ искры окрашены въ темно-красный цвѣтъ и ихъ легко можно не замѣтить.

458. Неравномѣрность матеріала. Если при шлифовкѣ издѣлія на нѣкоторой части его поверхности матеріалъ оказывается мягче, чѣмъ на остальной (такія случаи могутъ быть при мѣстномъ закалѣ издѣлія), то съ болѣе мягкихъ частей кругъ снимаетъ больше матеріала, чѣмъ съ болѣе твердыхъ, и діаметръ издѣлій, измѣренный въ различныхъ направленіяхъ получается различный. Точно также, если издѣліе по длинѣ, въ нѣкоторыхъ частяхъ представляетъ сплошное тѣло вращенія, а въ другихъ шлифуется только часть окружности (напримѣръ, при шлифовкѣ крановъ у машинъ Корлиса), то тамъ гдѣ шлифуется неполная окружность, наждачный кругъ, въ особенности, если онъ притупился, снимаетъ больше матеріала, чѣмъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ шлифуется полная окружность. Для предупрежденія этого при шлифовкѣ подобныхъ предметовъ нужно выбирать наждачные круги, которые шлифовали бы по возможности съ малымъ нажатіемъ, т.-е. болѣе мягкіе круги, и отдѣлочный слой снимать самый тонкій.

459. Какъ пользоваться дѣленіями на столѣ и на бабкахъ при установкѣ издѣлій для шлифовки. Дѣленія, имѣющіяся на шлифовальныхъ машинахъ, служатъ лишь для приблизительной установки, *окончательная же установка машины должна быть произведена путемъ измѣренія издѣлія послѣ начала его шлифовки.* Довѣряться дѣленіямъ машины нельзя не потому, что дѣленія могутъ бытя невѣрными, а потому, что вообще невозможно разъ навсегда сдѣлать точной такую чувствительную машину, какъ шлифовальная: достаточно температурныхъ воздѣйствій, чтобы точность установки по дѣленіямъ машины была нарушена; кромѣ того неточность можетъ вноситься постепенно развѣряющимися центрами, на которыхъ вращается издѣліе, даже смазка или загрязненіе центровыхъ отверстій въ различной степени можетъ внести измѣненіе въ положеніе издѣлія, установленнаго по дѣленіямъ. Поэтому при началѣ работы, машину устанавливаютъ по дѣленіямъ—приблизительно; затѣмъ издѣліе, подлежащее шлифовкѣ, аккуратно измѣряется и замѣчаютъ съ какого, конца оно имѣетъ наибольшій размѣръ; издѣліе ставится на машину и начинаютъ шлифовку съ болѣе толстаго конца, гдѣ издѣліе имѣетъ большій размѣръ; кругъ долженъ въ этомъ мѣстѣ снимать болѣе толстый слой, о чемъ можно судить по количеству вылетающихъ изъ-подъ круга искръ. Если этого не происходитъ,—значитъ машина установлена неправильно, и нужно соотвѣтственнымъ образомъ измѣнить положеніе стола или бабки. Если издѣліе при первоначальномъ измѣреніи имѣло одинаковый размѣръ по всей длинѣ, то и кругъ долженъ снимать слой одинаковой толщины по всей длинѣ, а если этого

на самомъ дѣлѣ не замѣчается, значитъ, машина опять установлена неправильно, и столъ или бабку нужно нѣсколько переставить. Только когда издѣліе будетъ поставлено въ совершенно точное положеніе, начинаютъ окончательную шлифовку.

460. Поводокъ. Издѣліе приводится въ движеніе при помощи поводка, надѣтаго на издѣліе. Здѣсь какъ и въ самоточкахъ нужно заботиться о томъ, чтобы издѣліе не могло быть деформировано поводкомъ. На планшайбѣ машины обыкновенно ставится два штифта, которыми и ведется поводокъ, при этомъ уменьшается изгибающій моментъ (см. стр. 109). Кромѣ того желательно, чтобы поводокъ былъ хорошо уравновѣшенъ, чтобы центробѣжныя силы не могли вызвать искривленія тонкихъ издѣлій.

Подготовка издѣлій для шлифовки.

461. При подготовкѣ издѣлій къ шлифовкѣ долженъ быть рѣшенъ вопросъ о томъ, съ какой точностью должны обрабатываться издѣлія прежде, чѣмъ они поступятъ на шлифовальный станокъ.

При легкихъ типахъ шлифовальныхъ машинъ по необходимости количество металла, оставленное для снятія отдѣлочныхъ стружекъ, должно быть очень мало, и потому издѣлія должны быть обработаны предварительно съ большой точностью и требуютъ для этой работы искусныхъ рабочихъ. Вслѣдствіе этого *работа на легкихъ шлифовальныхъ станкахъ невыгодна.*

При работѣ на тяжелыхъ шлифовальныхъ машинахъ металлъ снимается очень энергично, и потому предварительная работа не требуетъ большой точности. Но и здѣсь, преслѣдуя экономичную работу, надо имѣть въ виду, что если мы будемъ оставлять слишкомъ толстый слой для снятія на шлифовальныхъ станкахъ, то это вызоветъ излишній расходъ на наждачные круги, которые будутъ въ этомъ случаѣ изнашиваться болѣе сильно. Съ другой стороны, и предварительная обработка издѣлій съ большей точностью потребуетъ болѣе дорогой искусной работы и кромѣ того, явится рискъ, что оставленный тонкій слой металла окажется недостаточнымъ при отдѣлкѣ на шлифовальномъ станкѣ и повлечетъ за собой бракъ, поэтому приходится выбирать нѣкоторую середину въ степени точности предварительной обработки. Считаютъ, что **слой металла толщиной отъ 0,3 до 0,6 м/м., оставленный при предварительной обработкѣ для окончательной отдѣлки на шлифовальныхъ машинахъ, дастъ наиболѣе выгодную работу**, какъ въ смыслѣ сохраненія наждачныхъ круговъ, такъ въ смыслѣ стоимости предварительной обработки.

Длинные цилиндры, діаметромъ не больше 50 м/м. будетъ болѣе выгодно обрабатывать прямо на шлифовальныхъ станкахъ безъ предварительной обработки, *если при этомъ не приходится размѣръ прокатной полосы уменьшать больше чѣмъ на 1,5 м/м.*

При выполненіи точныхъ издѣлій изъ стали необходимо озаботиться, чтобы передъ шлифовкой были уничтожены внутреннія напряженія,

которыя всегда появляются при прокаткѣ стали. Для этого необходимо стальныя полосы отжигать. Искривленныя полосы не слѣдуетъ выправлять въ холодномъ состояніи, такъ какъ при этомъ внутреннія напряженія еще болѣе усилятся и въ концѣ концовъ издѣліе окажется искривленнымъ. Передъ выправкой полосу нужно нагрѣть до красно-калильнаго жара и въ такомъ состояніи выправить; затѣмъ отжечь. Если остывшая полоса въ холодномъ состояніи окажется прямой, ее можно обточить, оставить небольшой, нужный запасъ для отдѣлочной шлифовки. Если же полоса останется все-таки искривленной, нужно вторично ее нагрѣть, выправить въ нагрѣтомъ состояніи и опять отжечь, повторяя это до тѣхъ поръ пока не получимъ полосу достаточно прямой. Только при такихъ условіяхъ и можно получить издѣліе, которое сохранитъ свои точные размѣры послѣ окончательной отдѣлки.

Ни въ какомъ случаѣ нельзя послѣ окончательной шлифовки производить дальнѣйшую обработку издѣлія на другихъ станкахъ, напримѣръ, прорѣзать шпоночныя канавки; сверлить отверстія и т. п. Всякая такая обработка сейчасъ же внесетъ измѣненіе въ распредѣленіе напряженій матеріала и исказитъ форму издѣлія, уничтоживъ придапную ему точность на шлифовальномъ станкѣ. **Окончательная шлифовка издѣлія должна производиться уже послѣ того, какъ издѣліе вполнѣ обработано на другихъ машинахъ.**

Такъ какъ наждачнымъ кругомъ нельзя получить рѣзко очерченныхъ угловъ, то въ такихъ мѣстахъ углы должны подрѣзаться болѣе глубоко рѣзцомъ на самоточкѣ, чтобы образовать рабочую поверхность, которая уже можетъ быть отшлифована. Такія же подрѣзки нужно дѣлать и внутри отверстій, если отверстіе имѣетъ глухое дно, чтобы можно было получить при шлифовкѣ правильную цилиндрическую поверхность и рѣзкій переходъ къ плоскому дну.

Иногда приходится шлифовать издѣлія съ поверхностнымъ закаломъ. Въ такихъ мѣстахъ нельзя снимать толстаго слоя, такъ какъ этимъ самымъ будетъ уничтоженъ закалъ, распространяющійся на небольшую глубину, поэтому мѣста, которыя получаютъ поверхностный закалъ, должны быть передъ шлифовкой обработаны болѣе точно, оставляя лишь очень тонкій слой для отдѣлки. Другія же мѣста издѣлія, не требующія закала, должны быть предварительно обработаны болѣе грубо; это необходимо для того, чтобы въ случаѣ искривленія при закаливаніи издѣліе могло быть выпрямлено, пользуясь незаконченной отдѣлкой незакаленныхъ частей, на которыхъ оставленъ большой запасъ матеріала для отдѣлки, такъ что его можно снимать неравномѣрно въ отдѣльныхъ частяхъ и тѣмъ не менѣе издѣліе получитъ точные размѣры.

При массовомъ производствѣ необходимо предварительную обработку вести такимъ образомъ, чтобы толщина слоя, оставляемая для шлифовки была по возможности одинаковая у повторяющихся издѣлій; это значительно облегчаетъ работу шлифовальщика, который напередъ можетъ оцѣнивать степень износа наждачнаго круга и соотвѣтствующимъ образомъ его переставлять.

Центровыя отверстія у издѣлія должны быть приготовлены съ особымъ вниманіемъ; если центры не будутъ выполнены надлежащимъ образомъ, какъ объ этомъ было говорено на стр. 99, нельзя разсчитывать получить на шлифовальной машинѣ точную работу.

Во многихъ случаяхъ подготовку издѣлій очень удобно производить на револьверныхъ станкахъ, обтачивая нагрубо прокатныя полосы металла, затачивая концы, нарѣзая на нихъ рѣзьбу и затѣмъ передавая для окончательной отдѣлки на шлифовальныя машины.

При **шлифовкѣ плоскихъ поверхностей** толщина отдѣлочнаго слоя оставляется нѣсколько меньше чѣмъ при шлифовкѣ цилиндрическихъ поверхностей, такъ какъ машины для плоскихъ поверхностей работаютъ обыкновенно безъ поливки и при сниманіи толстаго слоя трудно было бы бороться съ нагрѣваніемъ издѣлій.

Чугунныя издѣлія при предварительной подготовкѣ должны обрабатываться болѣе точно, оставляя болѣе тонкій слой для шлифовки, такъ какъ для чугуна примѣняются болѣе мягкіе наждачные круги, которые при сниманіи толстого слоя слишкомъ сильно изнашиваются и этимъ удорожаютъ работу.

Точно также издѣлія изъ мѣди и ея сплавовъ предварительно обрабатываются болѣе близко къ окончательнымъ размѣрамъ, оставляя лишь тонкій слой для шлифовки; дѣлается это въ виду того, что стружки, снимаемыя рѣзцомъ, представляютъ цѣнность, тогда какъ стружки при шлифованіи никакой цѣнности не представляютъ;—поэтому выгоднѣе получить больше стружекъ при предварительной обработкѣ мѣдныхъ издѣлій рѣзцомъ.

Вообще желательно чтобы шлифовальная машина получала издѣлія, вполнѣ подготовленныя къ шлифовкѣ;—издѣлія должны быть вполнѣ вывѣрены, выпрямлены, хорошо расцентрованы и т. д., чтобы рабочему на шлифовальной машинѣ не было нужды производить эти операціи, и такимъ образомъ терять непроизводительно время. *Необходимо, чтобы предварительная обработка издѣлій была согласована съ тѣми требованіями, которыя предъявляются шлифовальными машинами; только при такихъ условіяхъ работа будетъ получаться и вполнѣ доброкачественная и дешевая.*

Примѣры работъ на универсальномъ шлифовальномъ станкѣ.

462. Порядокъ обработки. Издѣліе должно быть сначала обработано нагрубо и затѣмъ уже можно приступать къ его окончательной отдѣлкѣ. Если мы въ точно отшлифованномъ издѣліи будемъ прорѣзать какія-либо канавки или сверлить отверстія, то этимъ необходимо точность предварительной обработки будетъ нарушена, такъ какъ всякое снятіе матеріала нарушаетъ равновѣсіе частицъ и искажаетъ форму издѣлія; это искаженіе получается тѣмъ сильнѣе, чѣмъ неравномѣрнѣе и въ большемъ количествѣ снимается матеріалъ.

Въ особенности нужно быть осторожнымъ при шлифовкѣ закаленныхъ издѣлій, такъ какъ искривленія издѣлій, полученныя при закалѣ постепенно уменьшаются и обработанное сейчасъ же послѣ закала издѣліе, черезъ нѣкоторое время можетъ оказаться неточнымъ. Имѣя это въ виду, нѣкоторые заводы, изготовляющіе очень точные калибры, сейчасъ же послѣ закалки шлифуютъ ихъ лишь начерно, а затѣмъ окончательную отдѣлку сообщаютъ имъ спустя годъ и болѣе, когда уже всѣ молекулы матеріала прійдутъ въ равновѣсіе. Въ обыкновенной заводской практики такой способъ былъ бы слишкомъ медленнымъ, и будетъ вполнѣ достаточно, если закаленныя издѣлія, обработанныя нагрубо, нагрѣть до температуры, до которой нагрѣваются утюги (такъ что брызнутая на ихъ поверхность вода шипитъ), затѣмъ оставить медленно охладиться и послѣ этого уже окончательно шлифовать до точныхъ размѣровъ.

Если при закалѣ издѣліе покоробится, его выправлять не слѣдуетъ въ холодномъ состояніи, а нужно сперва нагрѣть до указанной температуры и затѣмъ подвергнуть не ударному дѣйствію [1]), а давленію при помощи пресса, производя эту операцію по возможности медленно, чтобы молекулы успѣли прійти какъ бы въ равновѣсіе. Выправленныя въ холодномъ состояніи предметы склонны снова искривляться. Вообще издѣліе, покоробившееся при закалѣ и потомъ выпрямленное, не внушаетъ довѣрія.

При шлифовкѣ большого количества одинаковыхъ издѣлій обыкновенно поступаютъ такимъ образомъ. Сначала производятъ грубую шлифовку издѣлій и устанавливаютъ для этого наждачный кругъ надлежащимъ образомъ и шлифуютъ издѣліе, измѣряя его размѣры; затѣмъ ставятъ другое издѣліе, не перемѣняя положенія круга, и только придвигая его къ издѣлію на величину износа круга. Когда всѣ издѣлія нагрубо отшлифованы, производятъ установку наждачнаго круга и машины для точной отдѣлочной шлифовки и опять шлифуютъ всѣ издѣлія одно за другимъ правильно установленнымъ кругомъ, подвигая его немного, чтобы компенсировать износъ. При такомъ способѣ работа идетъ болѣе успѣшно, чѣмъ при шлифовкѣ сразу начисто каждаго издѣлія. Но для этой работы нужно примѣнять кругъ, который не изпашивается слишкомъ быстро и послѣ шлифовки издѣлій нагрубо провѣрить кругъ алмазомъ, а затѣмъ приступать къ окончательной шлифовкѣ.

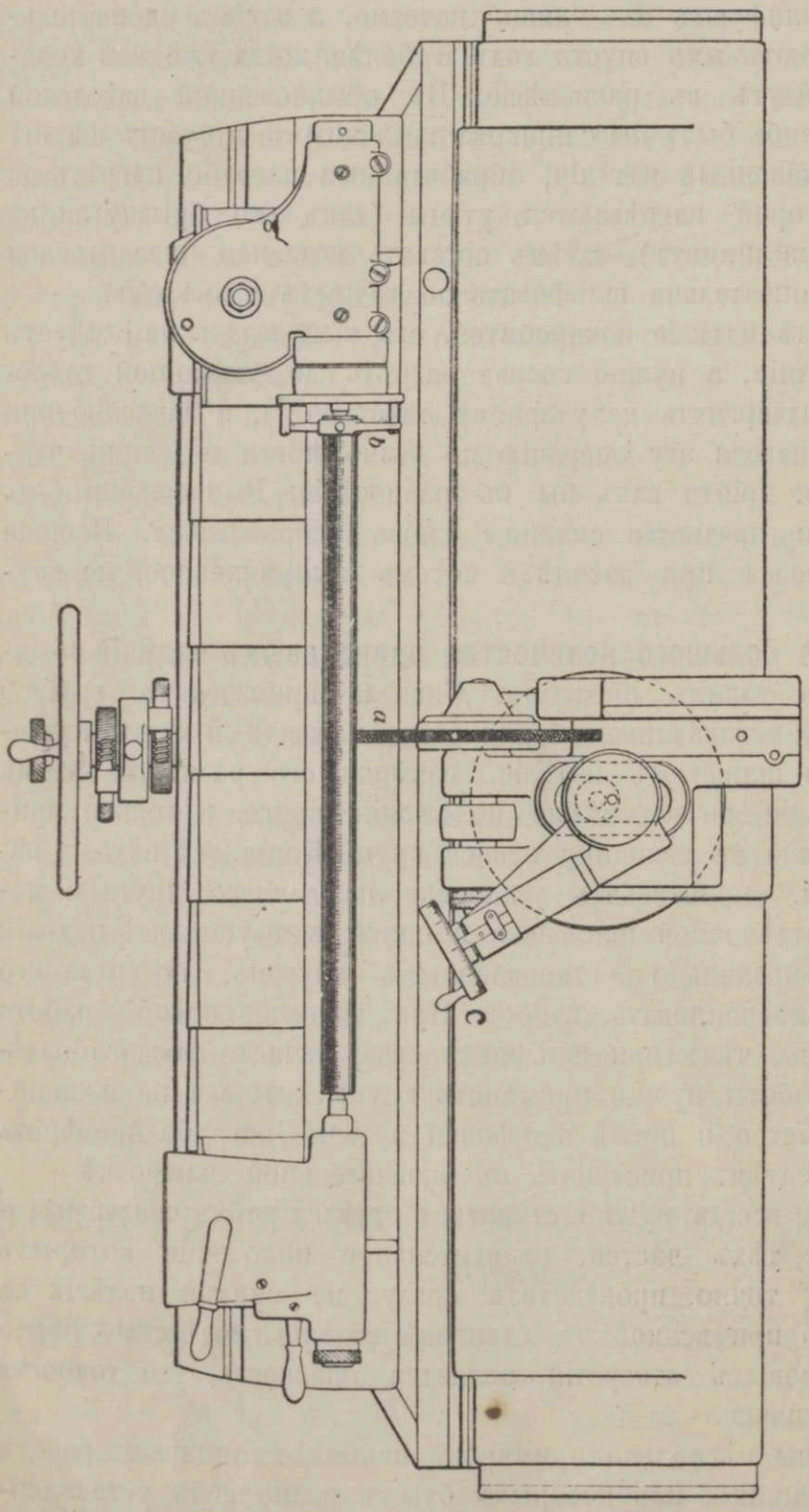
При шлифовкѣ всегда нужно стараться отдѣлку всѣхъ частей издѣлія, въ особенности тѣхъ частей, относительное положеніе которыхъ должно быть очень точно, производить сразу, не снимая издѣлія съ центровъ, такъ какъ при всякой перестановкѣ издѣлія, вслѣдствіе порчи или засоренія центровыхъ отверстій является опасность, что точность работы будетъ нарушена.

Ниже приведены нѣсколько примѣровъ наиболѣе типичныхъ работъ на шлифовальной машинѣ, изъ которыхъ будетъ видно какъ устанавливаются различныя детали машины, приспособляясь къ извѣстной работѣ

[1]) Подъ ударами молотка происходитъ наклепка поверхности, и если такую поверхность сошлифовать, то издѣліе снова искривится.

и какой формы наждачные круги употребляются. Познакомившись съ этими примѣрами, будетъ ясно какъ машина можетъ примѣняться и къ другимъ случаямъ шлифованія.

463. Шлифовка цилиндра. На фиг. 688 представленъ примѣръ наиболѣе простой работы шлифовки цилиндра на центрахъ. На чертежѣ представленъ планъ универсальной шлифовальной машины, изготовляемой заводомъ *Ландисъ*. Она отличается отъ машины *Брауна* и *Шарпа* конструкціей деталей и тѣмъ, что здѣсь столъ съ закрѣпленнымъ на немъ издѣліемъ остается неподвижнымъ, а вдоль издѣлія передвигается каретка съ закрѣпленнымъ на ней наждачнымъ кругомъ. Перемѣщеніе круга къ издѣлію и отъ издѣлія производится, поворачивая маховичекъ *c*; имѣющіяся на немъ дѣленія показываютъ на какую величину перемѣщается кругъ. Если нужно сообщить кругу быстрыя и большія перемѣщенія, тогда поворачиваютъ всю стойку, въ которой закрѣплена ось маховичка, такъ что ось маховичка перемѣщается въ горизонтальной плоскости. Издѣліе, подлежащее обработкѣ, поставлено на



Фиг. 688.

центры и приводится въ движеніе поводкомъ *b*. Кругъ *a* установленъ такъ, что соприкасается съ издѣліемъ цилиндрической поверхностью. *Чтобы издѣліе получило правильную цилиндрическую форму, ось круга должна перемѣщаться параллельно линіи центровъ*; въ томъ, что это требованіе дѣйствительно выполнено, убѣждаются измѣреніемъ шлифуемаго цилиндра;—если окажется, что одинъ конецъ его получается толще чѣмъ другой, столъ машины соотвѣтственно переставляютъ. Такой длинный и сравнительно тонкій цилиндръ, какъ показанный на чертежѣ, всегда будетъ немного прогибаться, а потому его точно отшлифовать безъ употребленія люнетовъ невозможно. На чертежѣ люнеты не показаны, чтобы не усложнять чертежа.

464. Выполненіе цилиндрической шлифовки. Приступая къ работѣ нужно помнить, что износъ круга тѣмъ больше, чѣмъ больше скорость вращенія издѣлія, чѣмъ больше вибрація издѣлія и чѣмъ толще снимаемой слой. Кромѣ того слишкомъ большая скорость вращенія издѣлія дѣлаетъ быстро поверхность круга неровной, такъ что его нужно править алмазомъ. Передъ всякой работой кругъ долженъ быть хорошо выправленъ и представлять точную цилиндрическую поверхность.

Предположимъ, что намъ предстоитъ *шлифовка сравнительно жесткаго цилиндра* діаметромъ 35 мм, и длиной 300 мм.

Здѣсь могутъ различаться два случая; 1) *обработка ведется на легкой машинѣ*, или требуется отшлифовать одинъ такой цилиндръ; 2) *требуется отшлифовать много однородныхъ издѣлій и машина тяжелаго типа*.

Въ первомъ случаѣ подготовленный на другихъ машинахъ цилиндръ нужно измѣрить и убѣдиться въ томъ, что на немъ имѣется достаточный для шлифовки слой и что центровыя отверстія находится въ исправности. Въ виду достаточной жесткости издѣлія шлифовку можно вести безъ люнетовъ, снимая очень тонкій слой, но примѣняя возможно быстрое передвиженіе круга вдоль издѣлія, насколько позволяетъ скорость вращенія издѣлія. При этомъ нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы кругъ при одномъ оборотѣ издѣлія не перемѣщался вдоль издѣлія больше, чѣмъ на ширину круга, тогда вся поверхность издѣлія будетъ сошлифовываться равномѣрно. Слишкомъ быстрое перемѣщеніе круга обнаружится появленіемъ винтовой полоски на издѣліи, которое въ этомъ мѣстѣ не будетъ сошлифовываться, если шагъ винтового перемѣщенія круга будетъ больше, чѣмъ его ширина (см. фиг. 686).

При обработкѣ нѣсколькихъ однородныхъ издѣлій на легкой машинѣ выгоднѣе всѣ ихъ сначала сошлифовать грубо, оставляя запасъ въ діаметрѣ около 0,03 мм. и затѣмъ, подправивъ кругъ, произвести отдѣлочную шлифовку до нужной степени точности.

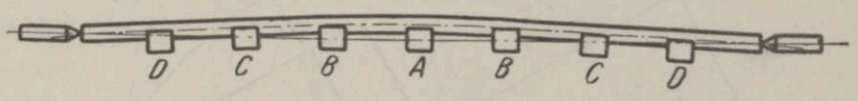
Во второмъ случаѣ, т.-е. при массовой обработкѣ на сильныхъ машинахъ, приступая къ работѣ прежде всего необходимо выяснить наиболѣе выгодныя скорости и толщину снимаемаго слоя для данной работы, имѣя въ виду наименьшее срабатываніе круга.

Предположимъ, что мы имѣемъ для обработки тѣ же цилиндры, которые поступаютъ на шлифовальный станокъ, имѣя запасъ въ діам. въ 0,6 мм. Издѣлію сообщаютъ скорость вращенія около 8 метр. въ мин. Кругу сообщаютъ возможно быстрое передвиженіе вдоль издѣлія, соотвѣтствующее данной скорости самаго издѣлія, при условіи, чтобы перемѣщеніе при каждомъ оборотѣ издѣлія не было больше ширины круга. Имѣя въ виду энергичную работу, чтобы предотвратить дрожаніе, издѣліе должно быть подперто жесткими люнетами. Послѣ того, какъ кругъ прошелъ вдоль издѣлія нѣсколько разъ и издѣліе пріобрѣло правильную цилиндрическую форму, можно начать автоматичное питаніе круга, установивъ механизмъ такимъ образомъ, чтобы кругъ приближался къ издѣлію послѣ каждаго его хода на 0,025 мм. и при этомъ такъ поставить станокъ, чтобы питаніе остановилось, когда діаметръ издѣлія будетъ имѣть запасъ въ 0,05 мм. сверхъ предѣльной нормы. Когда питаніе круга прекратится и кругъ перестанетъ шлифовать, признакомъ чего будетъ прекращеніе искръ, нужно измѣрить издѣліе. Если при измѣреніи окажется, что діаметръ вмѣсто того, чтобы имѣть запасъ въ 0,05 мм., имѣетъ на самомъ дѣлѣ 0,15 мм., это укажетъ, что при шлифовкѣ діаметръ круга уменьшился на 0,1 мм. Такой же опытъ можно повторить съ другими цилиндрами, и устанавливая остановъ механизма для снятія слоя той же толщины, какъ и въ первомъ опытѣ, но мѣняя величину питанія въ концѣ каждаго хода круга. Тогда можетъ оказаться, что при меньшемъ питаніи кругъ будетъ срабатываться меньше. Продѣлавъ нѣсколько такихъ опытовъ, что займетъ очень немного времени, и составивъ табличку, можно выбрать наиболѣе выгодную комбинацію для величины питанія. Послѣ чего уже можно начать грубую шлифовку издѣлій, а именно поставивши остановъ на минимальный предѣльный размѣръ діаметра (запасъ 0,04 мм.). По мѣрѣ срабатыванія круга діаметръ издѣлія будетъ возрастать; когда онъ достигнетъ максимальнаго предѣла (запасъ 0,06 мм.), остановъ долженъ быть нѣсколько переставленъ, чтобы снова получить минимальный предѣльный размѣръ и т. д. Послѣ того какъ всѣ издѣлія нагрубо отшлифованы, наждачный кругъ вывѣряется и приступаютъ къ отдѣлочной шлифовкѣ. Скорость вращенія издѣлія и скорость передвиженія круга вдоль издѣлія уменьшаютъ и питанію сообщаютъ минимальную величину, придвигая кругъ не болѣе какъ на 0,006 мм. въ концѣ каждаго хода. Установивши правильно остановъ для перваго цилиндра, что провѣряется путемъ измѣреній, и замѣчая затѣмъ, чтобы искры при концѣ шлифовки каждаго послѣдующаго цилиндра были одинаковой интенсивности, мы можемъ при такихъ условіяхъ кругомъ, правильно выбраннымъ по твердости, шириной въ 50 мм., отшлифовать около 30 цилиндровъ указаннаго размѣра, при чемъ кругъ не срабатывается болѣе чѣмъ на 0,006 мм. Подъ конецъ шлифовки необходимо нажимъ люнетовъ ослабить, чтобы они не могли, деформируя издѣліе, причинить неточность обработки.

Если въ цилиндрахъ прорѣзаны канавки для шпонокъ, то такія канавки должны быть передъ шлифовкой задѣланы плотно деревомъ,

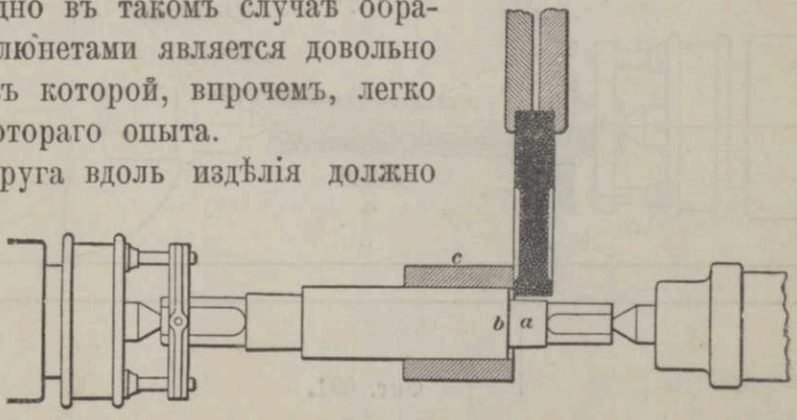
которое сообщитъ издѣлію непрерывную поверхность. Вообще лучше издѣлія, въ которыхъ имѣются шпоночныя канавки, шлифовать сразу нагрубо и начисто; такъ какъ примѣняя къ нимъ способъ указанный выше, мы рискуемъ, что послѣ грубой шлифовки дерево можетъ усохнуть и во время отдѣлки поверхность его будетъ отличаться отъ правильной цилиндрической поверхности, что поведетъ къ неточной обработкѣ.

Положимъ теперь, что намъ **нужно шлифовать длинный и тонкій цилиндръ** напримѣръ діам. 25 мм. и длина 1500 мм. *Точность шлифовки такого цилиндра главнымъ образомъ будетъ зависѣть отъ правильной установки люнетовъ.* Люнетовъ должно быть поставлено возможно больше, напримѣръ для нашего случая 7, какъ представлено на фиг. 689. Разставлены люнеты должны быть равномѣрно по всей длинѣ; они должны прочно подпирать цилиндръ, чтобы уничтожить всякія дрожанія. Для этого средній люнетъ А подымается на такую высоту, чтобы онъ прогнулъ цилиндръ вверхъ на такую же величину, на какую валъ прогибается внизъ отъ собственнаго вѣса. Затѣмъ подводятся люнеты ВВ, такъ чтобы они только касались издѣлія, такимъ же образомъ подводятся люнеты СС и DD. Затѣмъ нужно убѣдиться, что люнеты не прогибаютъ валъ въ горизонтальной плоскости. Если при началѣ шлифовки мы замѣтимъ, что наждачный кругъ шлифуетъ болѣе сильно около середины, нужно поднять еще болѣе издѣліе по направленію къ верху, сообщая ему форму дуги, и заботясь, чтобы всѣ люнеты подпирали равномѣрно. Какъ видно въ такомъ случаѣ обработки обращеніе съ люнетами является довольно сложной операціей, съ которой, впрочемъ, легко освоиться послѣ нѣкотораго опыта.



Фиг. 689.

Передвиженіе круга вдоль издѣлія должно быть насколько возможно быстрое. Поливка водой должна быть обильная, чтобы не происходило мѣстныхъ перегрѣвовъ матеріала.



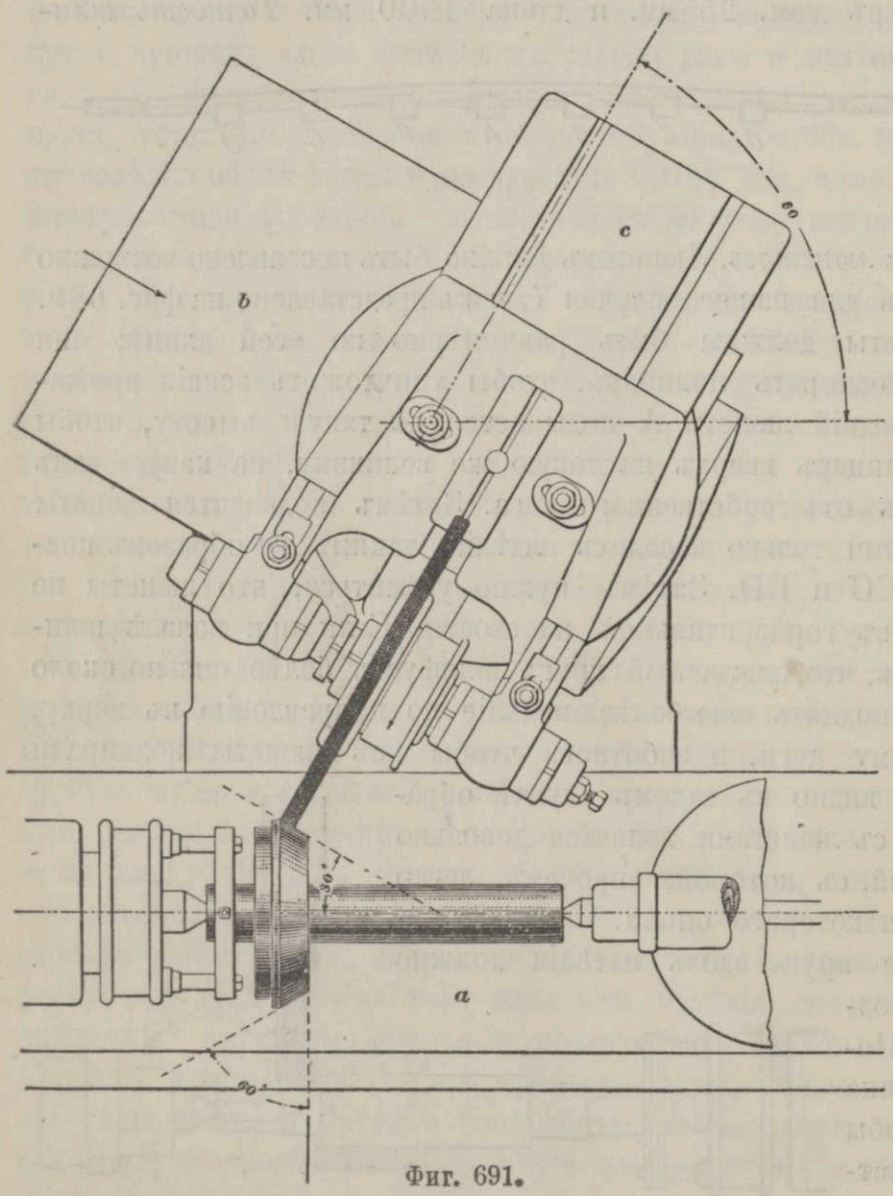
Фиг. 690.

Если валъ имѣетъ концы меньшаго діаметра, нужно сначало грубо отшлифовать середину, затѣмъ шлифовать концы грубо и начисто и послѣ этого переходить къ отдѣлкѣ средней части, иначе долгое вращеніе отдѣланной части въ люнетахъ можетъ испортить поверхность.

465.—Шлифовка торца у втулки (фиг. 690). Втулка с надѣта на точную оправку и поставлена на центры. Чтобы можно было отшлифовать весь торецъ втулки, не задѣвая наждачнымъ кругомъ за оправку, на послѣдней дѣлается заточка *a* и втулка *c* надѣвается на часть *b* такъ,

чтобы конецъ ея свѣшивался. Наждачному кругу придается такая форма, чтобы онъ касался издѣлія ободкомъ на периферіи своей плоскости. При шлифовкѣ кругъ долженъ перемѣшаться по направленію къ центру издѣлія, при такомъ направленіи питанія круга поверхность получается болѣе красивая, чѣмъ при обратномъ движеніи.

Иногда приходится на одномъ и томъ же издѣліи различныя его части шлифовать кругами различной твердости. Напримѣръ, при шлифовкѣ втулки съ тонкими стѣнками торецъ нужно шлифовать бокомъ круга, имѣющимъ на окружности выступающій ободокъ, и такъ какъ при этомъ поверхность соприкосновенія все-таки большая, то кругъ долженъ быть довольно мягкій, напр. 36—K. Цилиндрическую же часть втулки нужно шлифовать цилиндрической частью круга, при чемъ кругъ долженъ быть тверже: напр. 36—M. или 36—L.



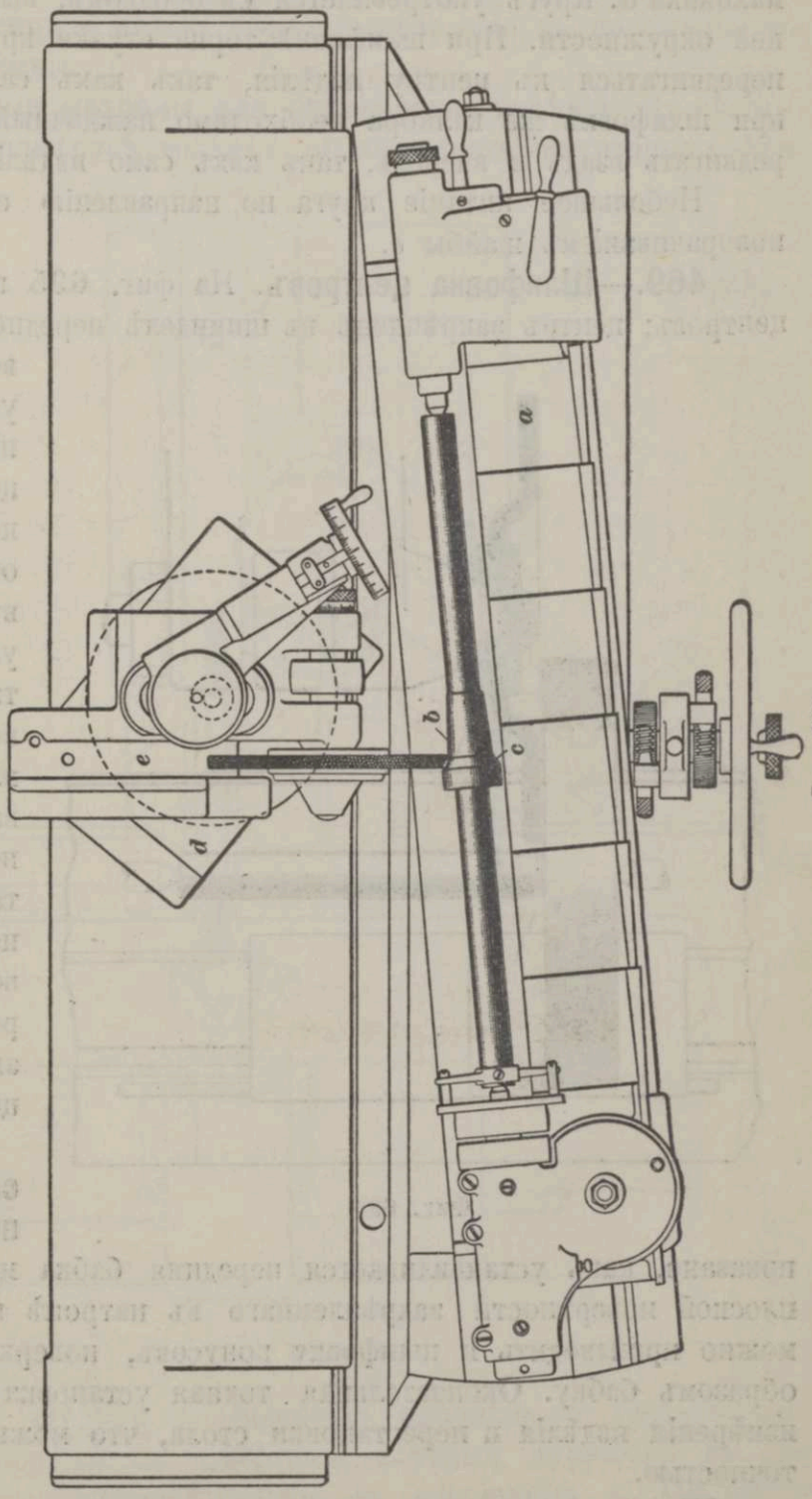
Фиг. 691.

466. Шлифовка конусовъ. На фиг. 691 представленъ способъ шлифовки клапана на машинѣ *Брауна и Шарпа*. Столъ машины *a* не можетъ быть повернуть на такой уголъ какъ этого требуетъ конусъ клапана, поэтому поворачиваются на соотвѣтствующій уголъ салазки *b*, къ которымъ прикрѣпляется стойка съ наждачнымъ кругомъ. Верхнія салазки *c* ставятся подъ угломъ въ 90° къ нижнимъ салазкамъ *b* такъ, чтобы наждачный кругъ работалъ своей цилиндрической поверхностью. Точная установка производится путемъ измѣреній шаблономъ или угломѣрнымъ инструментомъ.

При работѣ столъ *a* стоитъ неподвижно, перемѣщаются салазки *b* по стрѣлкѣ.

На фиг. 692 представленъ способъ шлифовки штока паровой машины. Для шлифовки меньшаго конуса *b* поворачивается столъ *a*, когда же шлифуется большій конусъ *c*, поварачиваются салазки *d* подъ нужнымъ угломъ и передвигаютъ стойку съ кругомъ по этимъ салазкамъ. Наждачный кругъ подводится къ издѣлію, передвигая его по направляющимъ *e*.

Для предупрежденія прогиба издѣлія въ данномъ случаѣ необходимо примѣнять люнеты; на чертежѣ они опущены.



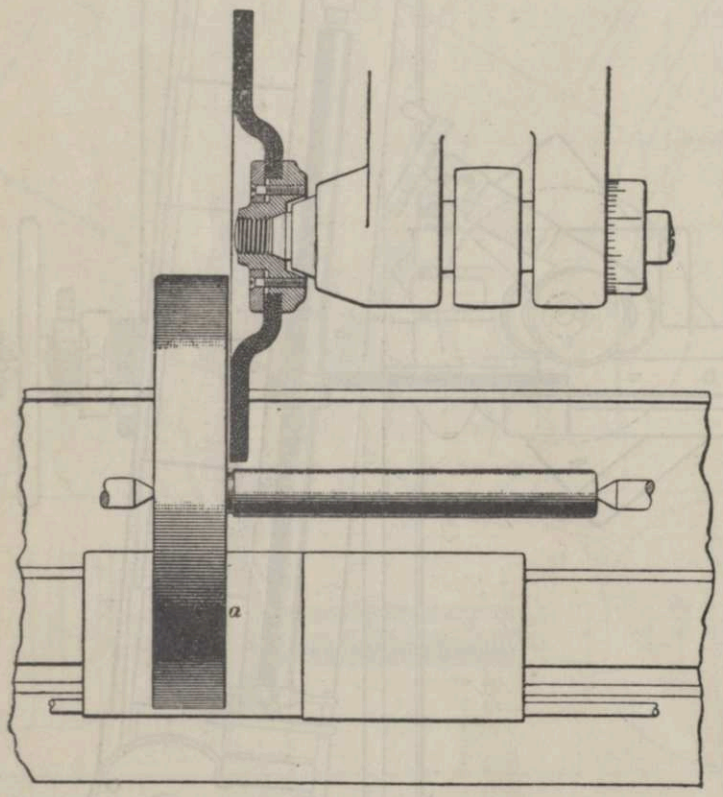
Фиг. 692.

467. Шлифовка угла около заплечика. На фиг. 693 представленъ случай шлифовки цилиндрической поверхности подходящей къ значительному уширенію. Въ этомъ случаѣ нельзя примѣнить обыкновенный плоскій наждачный кругъ, такъ какъ гайка въ оправкѣ не позволила бы подвести такой кругъ къ уширенію, а потому здѣсь долженъ быть примѣненъ кругъ со впадиной въ центральной части. Этимъ же кругомъ *нельзя* произвести шлифовку плоской поверхности *a*, такъ какъ наждачный кругъ будетъ соприкасаться съ издѣліемъ по слишкомъ большой поверхности и выходъ металлической пыли и наждаку будетъ затрудненъ; поэтому для шлифовки такой поверхности надо примѣнять кругъ съ ободкомъ, выступающимъ на периферіи плоской поверхности, чтобы получить узкую шлифующую полоску.

468.—Шлифовка плоской поверхности калибра. На фиг. 694 представлена часть машины *Ландиса*. Калибръ *a* закрѣпленъ на столѣ *b*. Ось круга ставится перепендикулярно къ плоской поверхности шаблона. Кругъ передвигается по направляющимъ *c*, поворачивая опору для оси маховика *d*. Кругъ употребляется съ ободкомъ, выступающимъ на внѣшней окружности. При шлифовкѣ торца втулки кругъ долженъ медленно передвигаться къ центру издѣлія, такъ какъ само издѣліе вращается; при шлифовкѣ же калибра необходимо наждачный кругъ все время передвигать взадъ и впередъ, такъ какъ само издѣліе стоитъ въ покоѣ.

Небольшое питаніе круга по направленію его оси производится поворачиваніемъ шайбы *e*.

469.—Шлифовка центровъ. На фиг. 695 представлена шлифовка центровъ; центръ закрѣпленъ въ шпинделѣ передней бабки, которая повернута подъ нужнымъ угломъ. На шлифовальныхъ машинахъ оба центра всегда одинаковы, такъ что ихъ оба можно шлифовать въ передней бабкѣ. На универсальной машинѣ такой поворотъ бабки возможенъ, на простыхъ же машинахъ поворачивать рабочую бабку нельзя, а потому на такихъ машинахъ обыкновенно имѣется добавочная бабка съ поворотомъ, спеціально назначенная для заточки центровъ.



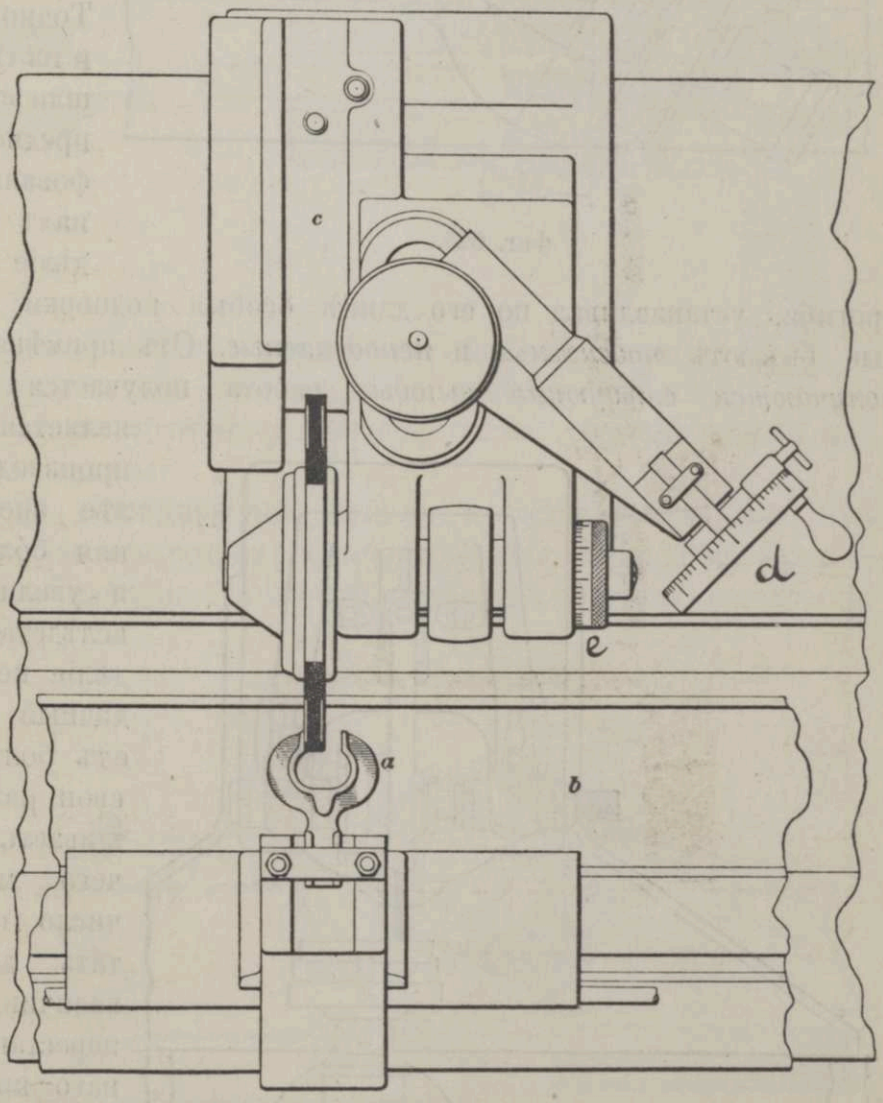
Фиг. 693.

470. Шлифовка плоскихъ поверхностей въ патронѣ. На фиг. 696 показано, какъ устанавливается передняя бабка машины при шлифовкѣ плоской поверхности закрѣпленнаго въ патронѣ издѣлія. Точно также можно производить и шлифовку конусовъ, повернувъ соотвѣтственнымъ образомъ бабку. Окончательная точная установка производится путемъ измѣренія издѣлія и перестановки стола, что можно дѣлать съ большой точностью.

Шлифовку плоскости нужно производить широкимъ кругомъ, цилиндрической его частью. Полученіе правильной плоскости можетъ быть провѣрено при помощи точной линейки, но еще болѣе удобно провѣрить тѣмъ же самымъ кругомъ, наблюдая вылетающія изъ-подъ него искры. Если при шлифовкѣ получается правильная плоскость, то кругъ,

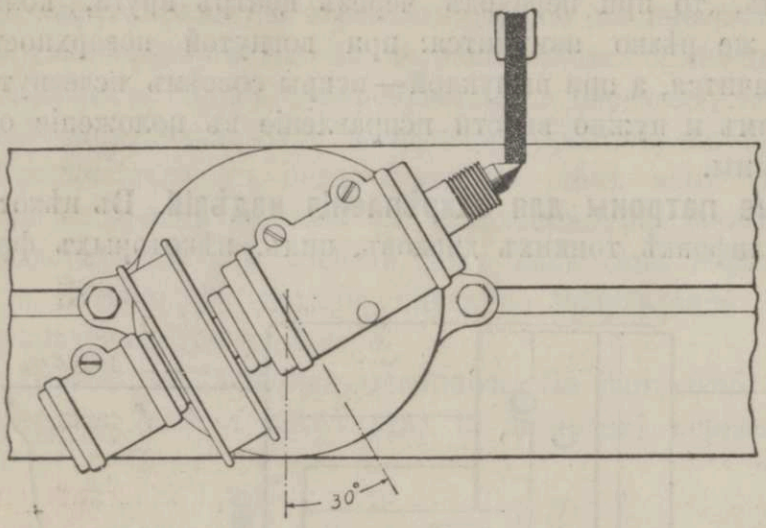
приближаясь къ центру и пройдя немного на другую сторону, будетъ давать все время одно и то же количество искръ. Если же шлифуется коническая поверхность, то при переходѣ черезъ центръ круга, количество искръ сейчасъ же рѣзко измѣнится: при вогнутой поверхности количество искръ увеличится, а при выпуклой—искры совсѣмъ исчезнутъ; соотвѣтственно съ этимъ и нужно внести исправленіе въ положеніе отдѣльныхъ частей машины.

471. Спеціальные патроны для закрѣпленія издѣлій. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при шлифовкѣ тонкихъ дисковъ, пилъ, нѣкоторыхъ фрезеровъ и др. бываетъ неудобно закрѣплять ихъ на обыкновенныхъ оправкахъ и патронахъ. Для такихъ работъ можетъ оказаться удобнымъ патронъ, изображенный на фиг. 697. На шпиндель передней бабки навинчивается планшайба *a*; внутри шпинделя пропускается цилидрикъ *b*, въ который ввинченъ съ одной стороны винтъ *d*, проходящій черезъ весь шпиндель, а съ другой стороны шурупъ *c*. Вращеніе цилиндра *b* относительно планшайбы *a* предупреждается штифтомъ, который вставленъ въ цилиндръ *b* и помѣщается внутри прорѣза въ планшайбѣ *a*. На передній конецъ цилиндра *b* надѣвается шайба *e*, которая имѣетъ радіональные прорѣзы и можетъ немного расширяться конической головкой шурупа *c*. Шайба *e* плотно входитъ въ центральное отверстіе обрабатываемаго издѣлія. При завинчиваніи шурупа *c* издѣліе прочно закрѣп-



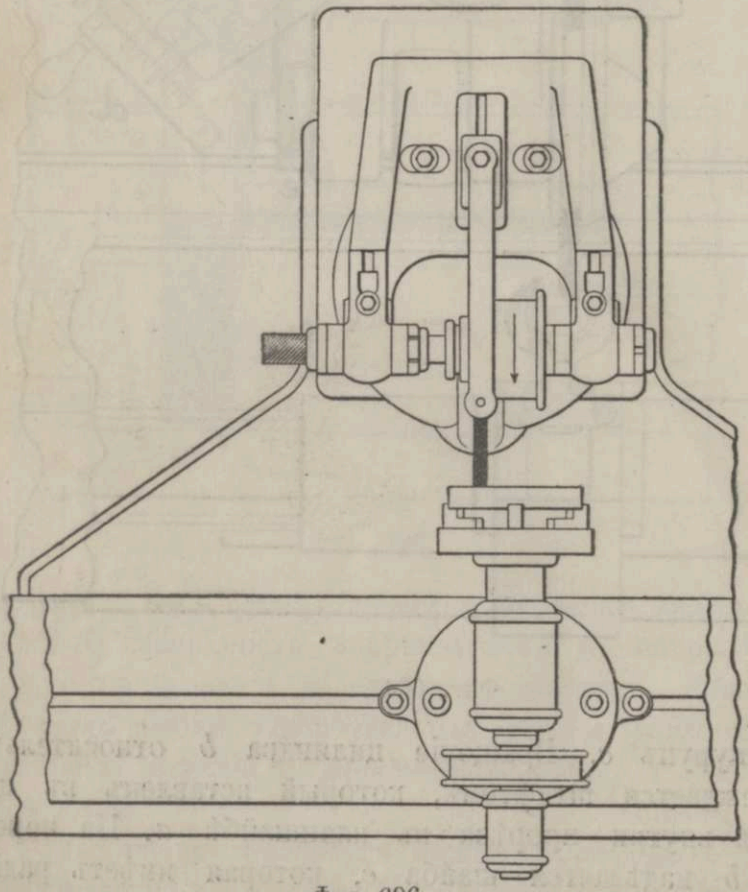
Фиг. 694.

ляется на цилиндрѣ b, а затѣмъ, поворачивая маховичекъ f и винтъ d, издѣліе притягивается и прижимается къ поверхности планшайбы a, послѣ чего оно можетъ быть отшлифовано. Понятно, что для каждаго размѣра отверстія въ издѣліи должна имѣться особая шайба e.



Фиг. 695.

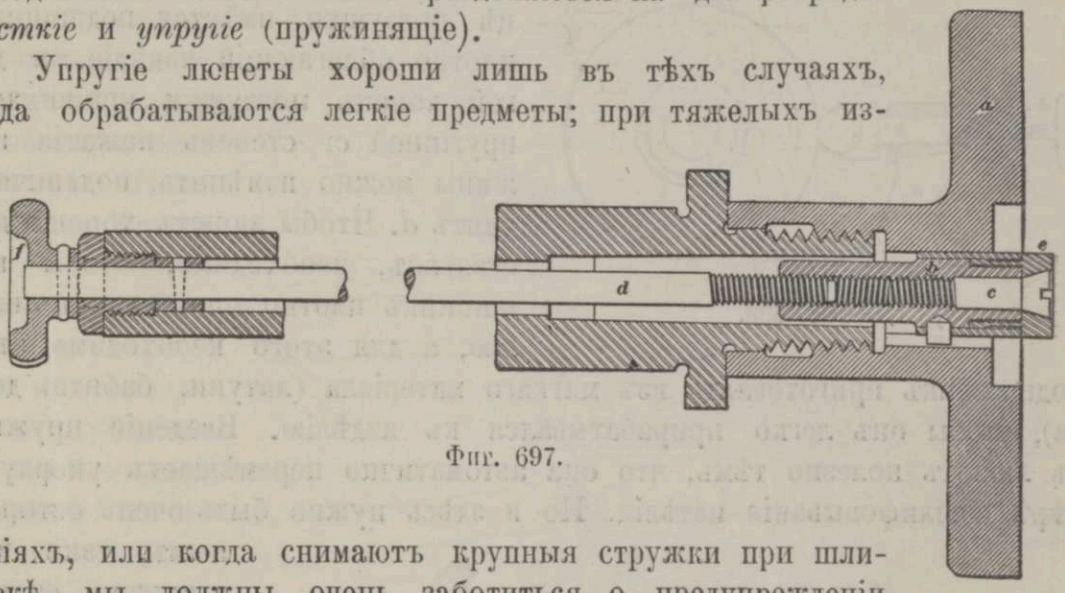
472. Укрѣпленіе издѣлій отъ прогиба. Точно такъ же какъ и на самоточкахъ при шлифовкѣ длинныхъ предметовъ на шлифовальныхъ машинахъ необходимо издѣліе укрѣплять отъ прогиба, устанавливая по его длинѣ особыя подпорки люнеты, которые бываютъ *подвижные* и *неподвижные*. Отъ примѣненія подпорокъ *получаются слѣдующія выгоды*: работа получается болѣе точная; является возможность производить работу болѣе энергично, примѣняя бо́льшія скорости и увеличивая питаніе; вслѣдствіе того, что издѣліе не дрожитъ, наждачный кругъ сохраняетъ болѣе долгое время свои размѣры (не изнашивается), вслѣдствіе чего можно большее число издѣлій обработать до надлежащей величины, не производя перестановки наждачнаго круга.


Фиг. 696.

473. Подвижные люнеты сохраняютъ неизмѣннымъ свое положеніе по отношенію къ наждачному кругу. Первоначально шлифовальныя машины снабжались только такими люнетами. Они могутъ примѣняться только при обработкѣ цилиндрическихъ предметовъ, имѣющихъ одинаковый діаметръ по всей длинѣ.

474. Неподвижные люнеты сохраняютъ неизмѣнное положеніе по отношенію къ издѣлію. Такіе люнеты считаются вообще лучше, чѣмъ подвижные; они могутъ примѣняться также и при шлифовкѣ коническихъ предметовъ и предметовъ съ различнымъ діаметромъ по длинѣ. Неподвижные люнеты также раздѣляются на два разряда: *жесткіе* и *упругіе* (пружинящіе).

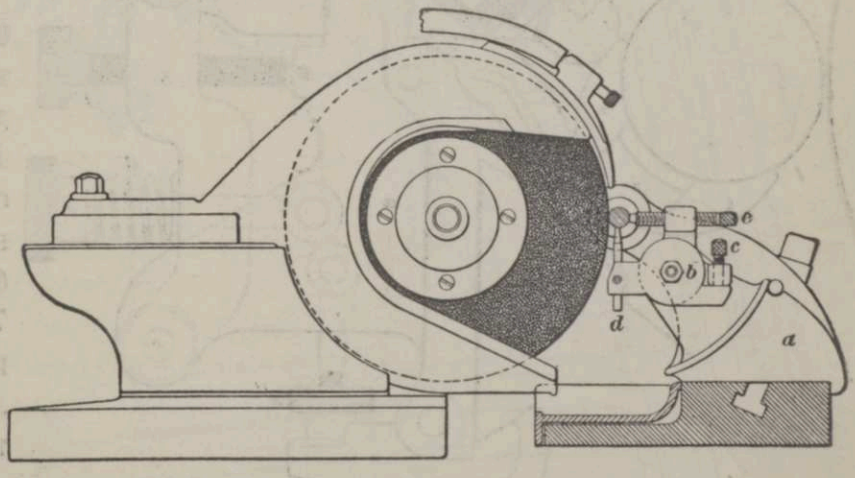
Упругіе люнеты хороши лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда обрабатываются легкіе предметы; при тяжелыхъ изд-



Фиг. 697.

ѣліяхъ, или когда снимаютъ крупныя стружки при шлифовкѣ, мы должны очень заботиться о предупрежденіи появленія вибрацій, а въ этомъ отношеніи болѣе дѣйствительными оказываются жесткіе люнеты.

475. Жесткій неподвижный люнетъ представленъ на фиг. 698, какъ онъ изготовляется заводомъ *Ландисъ*. Стойка *a* прикрѣпляется неподвижно къ столу машины. На стойкѣ закрѣпленъ поворачивающійся рычагъ *b*. Небольшія перемѣщенія рычагу можно сообщать, подвинчивая винтъ *c*. Въ рычагъ вставляется цилиндрическій штифтъ *d*, который грубо подводится къ издѣлію и закрѣпляется нажимнымъ винтомъ; болѣе точная установка производится при помощи винта *c*. Отъ горизонтальнаго перемѣщенія издѣліе удерживается винтомъ *e*.

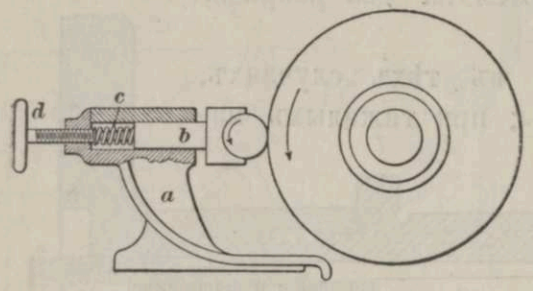


Фиг. 698.

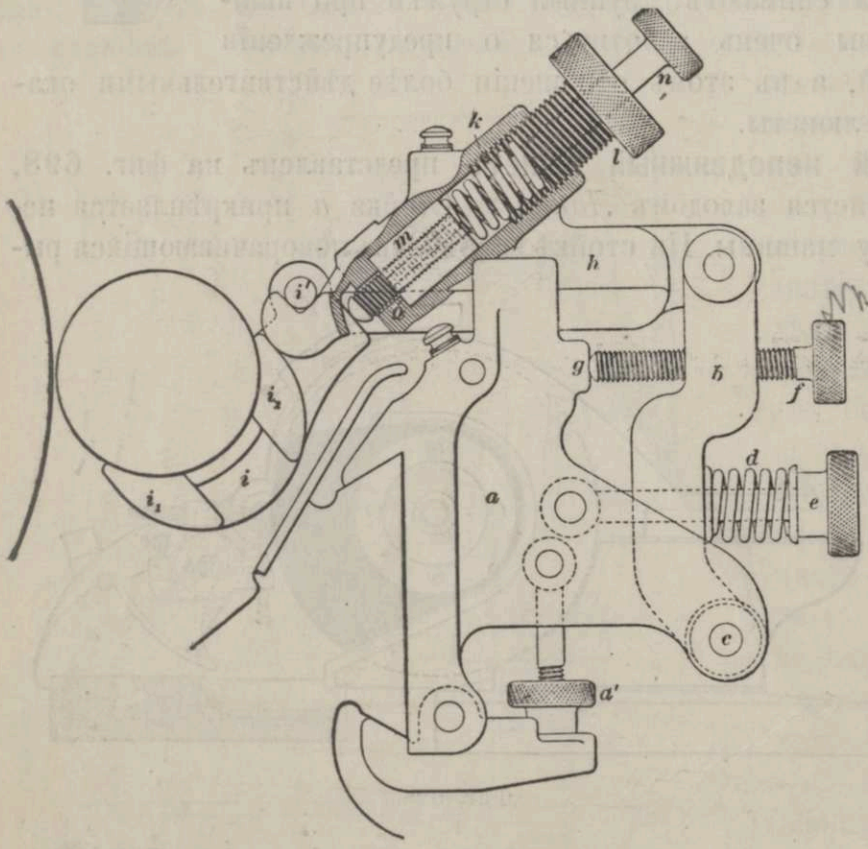
При установкѣ люнета на шлифовальныхъ машинахъ нужно быть очень осторожнымъ и внимательнымъ, такъ какъ незначительный прогибъ издѣлія, причиненный нажатіемъ люнета, уже поведетъ къ неточной работѣ. Поэтому, уставивши люнетъ и начавъ шлифовку, нужно измѣрять издѣліе по всей длинѣ и если будетъ замѣчена неправильность, которая

можетъ быть отнесена къ неправильной установкѣ люнета, то люнетъ нужно переставить.

476. Пружинящій неподвижный люнетъ представленъ на фиг. 699. Въ верхней части стойки *a* имѣется квадратный прорѣзъ, въ который вставлена ползушка *b*. На одномъ концѣ ползушки имѣется подшипникъ, плотно облегающій издѣліе, а другой конецъ ползушки прижимается пружиной *c*; степень нажатія пружины можно измѣнить, подвинчивая винтъ *d*. Чтобы люнетъ хорошо дѣйствовалъ, необходимо, чтобы подшипникъ плотно прилегалъ къ издѣлію, а для этого необходимо этотъ подшипникъ приготовлять изъ мягкаго матеріала (латуни, бабита, дерева), чтобы онъ легко прирабатывался къ издѣлію. Введеніе пружины въ люнетъ полезно тѣмъ, что она автоматично перемѣщаетъ упорку по мѣрѣ сошлифовыванія издѣлія. Но и здѣсь нужно быть очень осторожнымъ, такъ какъ слишкомъ сильное нажатіе пружины можетъ искривить издѣліе и повести къ неточной работѣ.



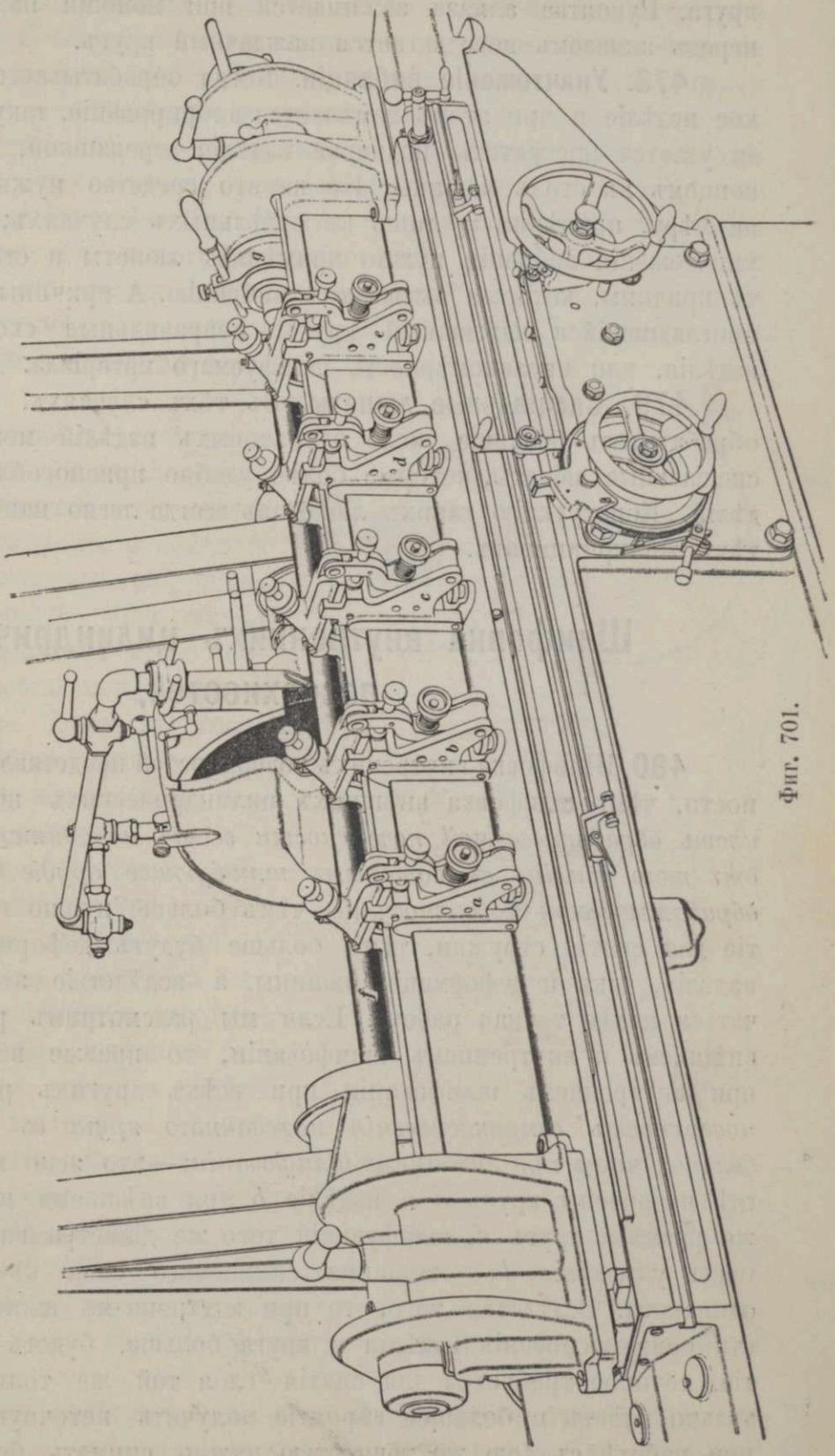
Фиг. 699.



Фиг. 700.

477. Пружинящій люнетъ, изготовляемый заводомъ *Браунъ и Шарпъ* для простыхъ шлифовальныхъ машинъ изображенъ на фиг. 700. Стойка *a* прикрѣпляется къ столу машины винтомъ *a'*. Къ стойкѣ прикрѣпленъ рычагъ *b*, вращающійся на шалнерѣ *c*. Рычагъ *b* нажимается въ горизонтальномъ направленіи пружиной *d*, степень нажатія которой можно измѣнять, подвинчивая гайку *e*. Перемѣщеніе рычага *b* ограничивается винтомъ *f*, упирающимся въ выступъ *g*. Къ верхнему концу рычага *b* прикрѣплена ползушка *h*, опирающаяся на стойку *a*. Къ переднему концу ползушки *h* подвѣшивается на шипахъ *i'* башмакъ *i*, прижимающійся

къ издѣлію. Башмакъ i можетъ поворачиваться около шипа i' подъ нажатіемъ винта n. Винтъ n проходитъ черезъ гайку m, которая нажимается пружиной k; степень нажатія можно измѣнять, подвинчивая гайку l, внутри которой свободно проходитъ винтъ n. Перемѣщеніе башмака i ограничивается гайкой m, которая упирается въ поверхность o. Такимъ образомъ нажатіе башмака i на издѣліе поверхностью i_2 въ горизонтальномъ направленіи производится пружиной d и ограничивается винтомъ f, а нажатія въ вертикальномъ направленіи поверхностью i_1 производится пружиной k и ограничивается гайкой m. Если установить надлежащимъ образомъ винтъ f и гайку m, то нечего опасаться, что слишкомъ сильное нажатіе пружины можетъ искривить издѣліе. Для каждаго размѣра издѣлія требуются соотвѣтственнаго размѣра башмаки i; перемѣняются они очень просто, вынимая изъ подшипниковъ i'.



Фиг. 701.

На фиг. 701 показано, какимъ образомъ подобные люнеты располагаются на шлифовальной машинѣ. Разставляются они на разстояніи

6—8 діаметровъ обрабатываемаго цилиндра (*a*, *b*, *c*, *d*). На этомъ же чертежѣ *g* представляетъ алмазный инструментъ для вывѣрки наждачнаго круга. Рукоятка алмаза зажимается при помощи нажимного винта и передъ алмазомъ передвигается наждачный кругъ.

478. Уничтоженіе вибраціи. Когда обрабатывается довольно жесткое издѣліе и при этомъ замѣчается вибрированіе, такую вибрацію иногда удается прекратить, подпирая издѣліе деревяшкой, упертой другимъ концомъ въ столъ машины. Но на это средство нужно смотрѣть какъ на мѣру, примѣнимую лишь въ отдѣльныхъ случаяхъ; вообще же для уничтоженія вибраціи нужно примѣнять люнеты и стараться устранить тѣ причины, которыя вызываютъ вибрацію. А причины эти могутъ быть: пригладившійся наждачный кругъ, неправильныя скорости круга или издѣлія, или неравномѣрность шлифуемаго матеріала.

479. Спеціальные люнеты. Въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится обрабатывать большое число одинаковыхъ издѣлій могутъ примѣняться спеціальные люнеты, которые болѣе удобно приспособлены къ формѣ издѣлій. Конструкцію такихъ люнетовъ всегда легко намѣтить, исходя изъ тѣхъ же принциповъ.

Шлифовка внутреннихъ цилиндрическихъ поверхностей.

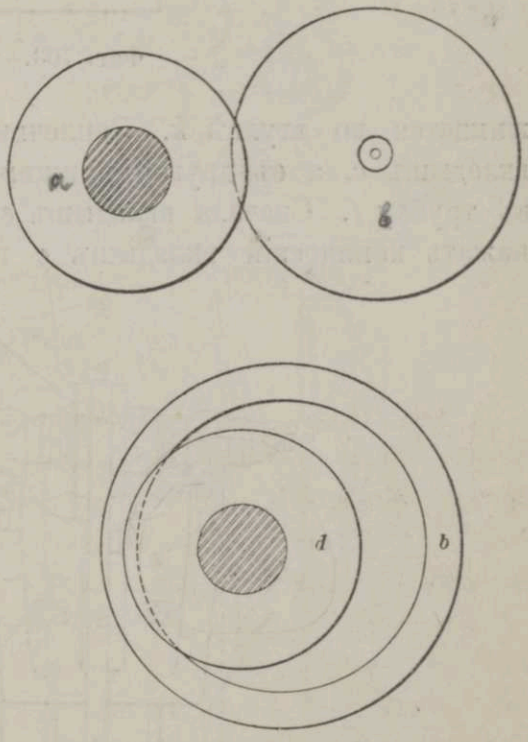
480. Шлифовка внутренихъ поверхностей представляетъ бо́льшія трудности, чѣмъ шлифовка внѣшнихъ цилиндрическихъ поверхностей. *Точность обрабатываемой поверхности всегда находится въ зависимости отъ того усилія, съ которымъ шлифующее орудіе прижимается къ обрабатываемой поверхности*;—чѣмъ больше нужно производить нажатіе для снятія стружки, тѣмъ больше будутъ деформаціи какъ самого издѣлія, такъ и деформаціи машины, а вслѣдствіе этого будетъ получаться менѣе точная работа. Если мы разсмотримъ работу круга при внѣшнемъ и внутреннемъ шлифованіи, то прежде всего увидимъ, что при внутреннемъ шлифованіи при всѣхъ другихъ равныхъ условіяхъ *поверхность соприкосновенія наждачнаго круга съ издѣліемъ будетъ больше, чѣмъ при внѣшнемъ шлифованіи*;—это ясно видно на фиг. 102, гдѣ начерчены кругъ *a* и издѣліе *b* при внѣшнемъ шлифованіи и того же размѣра кругъ *d*, шлифующій того же діаметра внутреннюю поверхность у издѣлія *b*;—толщина снимаемаго слоя въ обоихъ случаяхъ одинакова. Вслѣдствіе того, что при внутреннемъ шлифованіи поверхности соприкосновенія издѣлія и круга больше, будетъ больше и нажатіе, которое требуется для снятія слоя той же толщины, а слѣдовательно будетъ и большее вѣроятіе получить неточную работу, или же при работѣ съ тою же точностью нужно снимать болѣе тонкій слой, т.-е. работать болѣе медленно.

Вслѣдствіе того, что размѣры наждачнаго круга при внутреннемъ шлифованіи ограничиваются размѣрами отверстія, обыкновенно приходится работать съ кругами очень малаго размѣра, которые даже при

самомъ большемъ числѣ оборотовъ шпинделя даютъ слишкомъ малую окружную скорость. А какъ было уже сказано наждачный кругъ при недостаточномъ числѣ оборотовъ рѣжетъ менѣе энергично, и для снятія того же количества матеріала опять нужно употреблять болѣе сильное нажатіе, ведущее къ неточной работѣ. Такъ какъ рѣжущая способность наждачнаго круга увеличивается съ увеличеніемъ его мягкости, то изъ сказаннаго слѣдуетъ, что *для внутренняго шлифованія нужно брать наждачные круги болѣе мягкіе, чѣмъ для наружнаго.*

Наконецъ, меньшая точность работы при внутреннемъ шлифованіи зависитъ отъ того, что шпиндель, на который надѣвается наждачный кругъ, тоже можетъ имѣть лишь ограниченный діаметръ при сравнительно большой длинѣ, такъ какъ онъ долженъ вводить посаженный на него кругъ во внутрь отверстія шлифуемаго издѣлія.

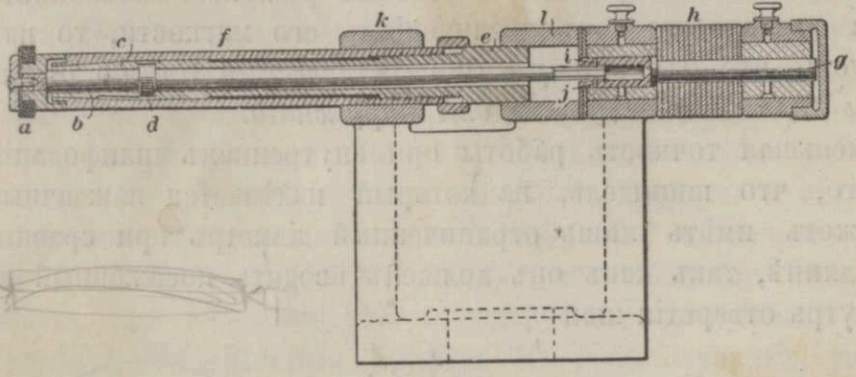
Въ первоначальныхъ конструкціяхъ строители дѣлали этотъ шпиндель насколько возможно большаго діаметра и помѣщали въ солидныхъ опорахъ, расположенныхъ внѣ обрабатываемаго отверстія. При такой конструкціи оказывалось новое неудобство, вносящее большую неточность въ работу. Дѣло въ томъ, что какъ бы хорошо шпиндель ни былъ пригнанъ къ опорѣ, если онъ въ ней свободно движется, то непремѣнно долженъ существовать нѣкоторый зазоръ, хотя и очень малый; но если шпиндель выдается далеко за опоры, то даже при очень незначительномъ перемѣщеніи шпинделя въ опорахъ, конецъ шпинделя будетъ перемѣщаться уже на замѣтную величину и внесетъ въ работу большую неточность. Вслѣдствіе этого въ современныхъ машинахъ опора шпинделя помѣщается непосредственно около самаго наждачнаго круга; хотя это и приводитъ къ необходимости выполнять опору въ видѣ тонкой трубки, которая должна помѣщаться внутри обрабатываемаго отверстія, но зато указаннаго выше дефекта не замѣчается, а при небольшихъ нажатіяхъ, опора со шпинделемъ прогибаются очень мало.



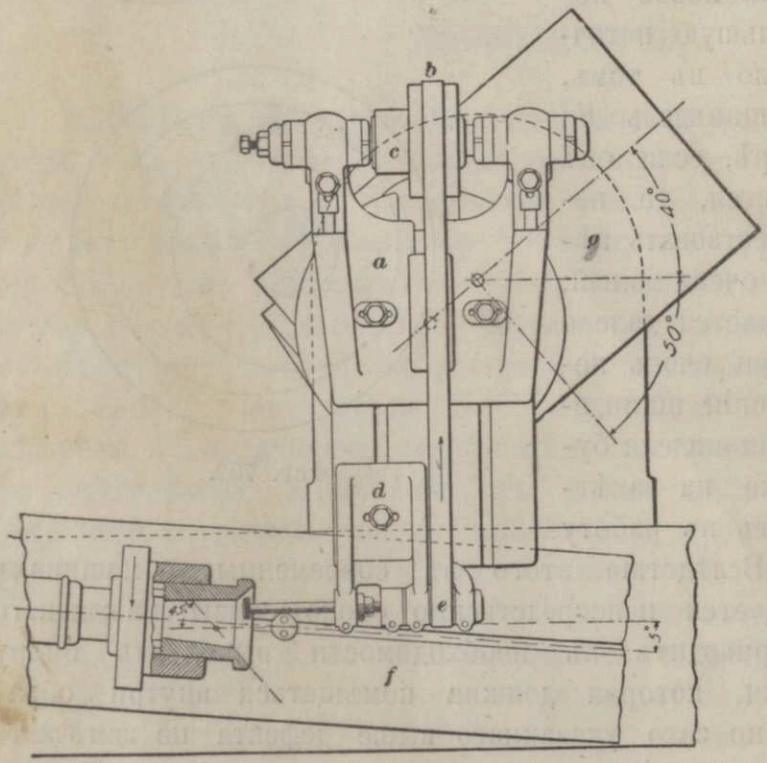
Фиг. 702.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что *при внутреннемъ шлифованіи небольшихъ отверстій нельзя вести работу такъ энергично, какъ при внѣшнемъ шлифованіи, и желаемая степень точности можетъ быть получена путемъ снятія болѣе тонкихъ слоевъ и выборомъ болѣе мягкихъ наждачныхъ круговъ.*

481. Конструкція шпинделя для внутренней шлифовки. На фиг. 703 представлена конструкція шпинделя, изготовляемаго заводомъ *Браунъ и Шарпъ*, который первый примѣнилъ вышеуказанное расположеніе опоръ. Наждачный кругъ *a* закрѣпленъ на шпиндель, который вращается въ опорѣ *c*. Отъ продольнаго перемѣщенія шпиндель удерживается заплечикомъ *d*. Опора *c* имѣетъ коническую внѣшнюю поверхность и помѣщается въ трубкѣ *f*, которая плотно зажимается во втулкѣ *k*. Заплечикъ *d* съ одной стороны упирается во вкладышъ *c*, а съ другой прижимается вкладышемъ *e*, ввинчивающимся въ трубку *f*. Сначала вкладышъ *e* ввинчивается довольно плотно, чтобы нажать конической вкладышъ *c* и чтобы онъ плотно прикоснулся со шпинделемъ, а потомъ вкладышъ *e* немного ослабляютъ, чтобы шпиндель получилъ свободное вращеніе, но безъ замѣтной игры. Правый конецъ шпинделя имѣетъ двѣ продольныя канавки для шпонокъ и входитъ внутрь вала *g*; два штифтика *i* и *j* заставляютъ шпиндель вращаться вмѣстѣ съваломъ *g*, но позволяютъ шпинделю нѣсколько передвигаться вдоль оси вала *g*. Валъ *g* приводится во вращеніе шкивомъ *h*, приготовленнымъ изъ кожи. Втулка *f* хорошо пригнана къ опорамъ *k* и *l* и можетъ передвигаться вдоль оси. Такимъ образомъ, если шлифуются не особенно глубокія отверстія, трубка *f* можетъ быть вдвинута во внутрь и, выступая меньше изъ опоры *k*, не будетъ такъ сильно прогибаться. Когда трубка установлена въ желаемое положеніе, опора *k* зажимается.



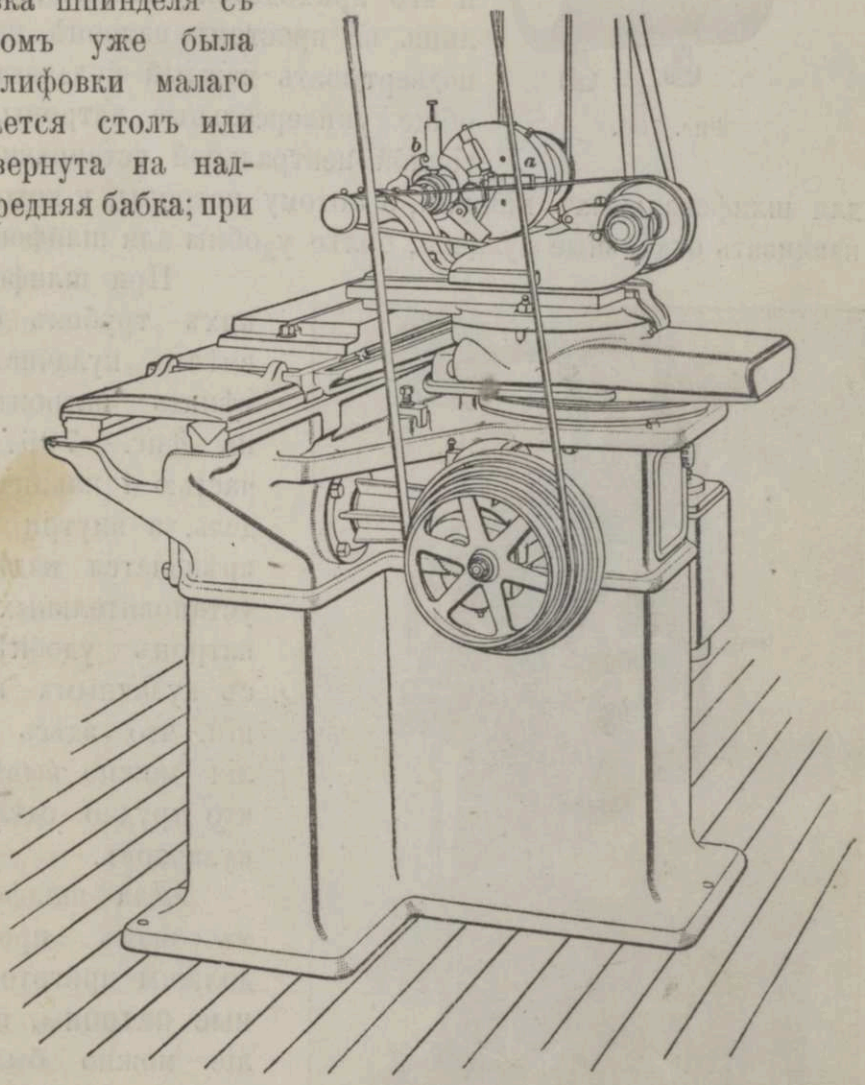
Фиг. 703.



Фиг. 704.

Такой шпиндель устанавливается на машинѣ какъ показано на фиг. 704. Обычный для внѣшняго шлифованія наждачный кругъ снимается и на его мѣсто сажается шкивъ *b*. Стойка, поддерживающая наждачный кругъ перевертывается на 180°. Къ переднему концу салазокъ привертывается стойка *d* со шпинделемъ. Отъ шкива *b* движеніе передается ремнемъ шкиву на шпинделѣ *e*. Отъ привода ремень передаетъ движеніе шкиву *c*.

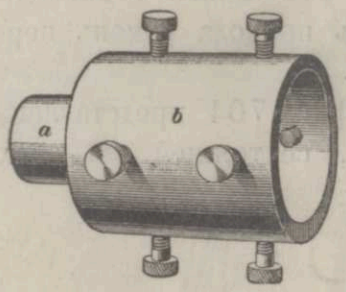
482. Пріемы внутренней шлифовки. На фиг. 704 представлено, какъ шлифуется внутренняя поверхность втулки, состоящей изъ двухъ конусовъ. Установка шпинделя съ наждачнымъ кругомъ уже была описана. Для шлифовки малаго конуса повертывается столъ или можетъ быть повернута на надлежащій уголъ передняя бабка; при шлифовкѣ передвигается столъ. Для шлифовки большого конуса повертываются салазки *g* наждачнаго круга и при шлифовкѣ передвигаются эти салазки.



Фиг. 705.

На фиг. 705 представлено какъ шлифуется внутренній конусъ шпинделя самоточки, такъ чтобы ось конуса получилась совпадающей съ осью внѣшней поверхности. Одинъ конецъ шпинделя закрѣпляется въ патронѣ *a*; другой устанавливается въ люнетъ *b*. Правильность закрѣпленія въ патронѣ должна быть вывѣрена при помощи чувствительнаго индикатора. Затѣмъ нужно провѣрить индикаторомъ другой конецъ и подвести къ нему люнетъ такъ, чтобы при зажатіи въ люнетъ ось шпинделя не была сдвинута. Если при закрѣпленіи въ люнетъ ось шпинделя перекосится, тогда при вращеніи зажатый въ патронѣ конецъ будетъ ерзать и испортитъ поверхность; кромѣ того при этомъ шпиндель понемногу будетъ вылѣзать изъ патрона впередъ. Въ люнетѣ

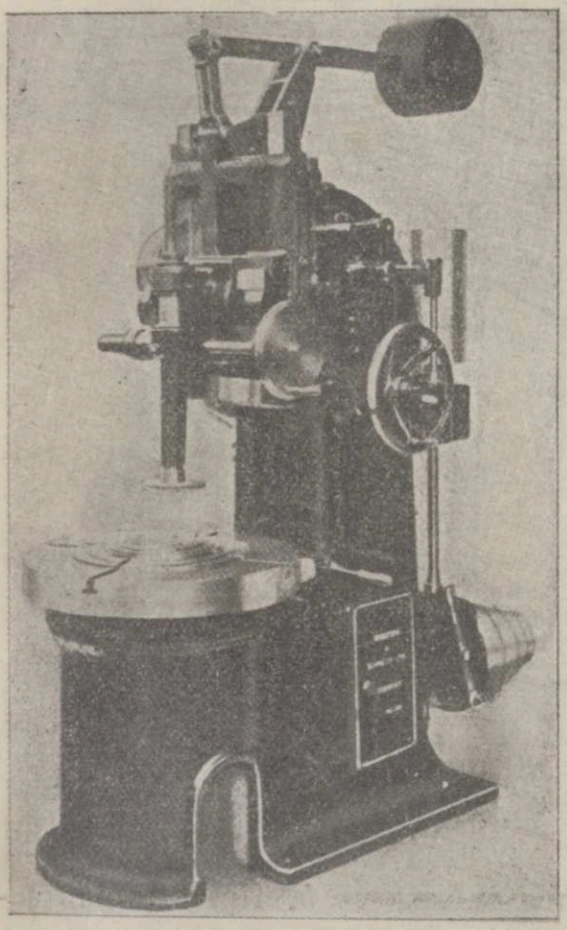
издѣліе должно быть закрѣплено плотно, такъ чтобы не было замѣтно игры, но не туго, иначе издѣліе начнетъ грѣться. При нагрѣваніи издѣліе расширится, что еще больше вызоветъ нагрѣваніе и въ результатѣ издѣліе можетъ заѣсть въ люнетѣ.



Фиг. 706.

483. Конструкція патроновъ. Универсальные патроны для работы на шлифовальныхъ машинахъ неудобны, такъ какъ на такихъ машинахъ приходится часто обрабатывать издѣлія послѣ закалки, при которой издѣліе коробится, и его приходится вывѣрять, что можно сдѣлать лишь на простомъ патронѣ, на которомъ можно подвертывать каждый кулачекъ отдѣльно. И вообще универсальные патроны не даютъ такой точной центральной установки, какая требуется для шлифовальныхъ машинъ, а потому патроны, у которыхъ можно устанавливать отдѣльные кулачки, болѣе удобны для шлифовальныхъ машинъ.

При шлифовкѣ внутри тонкихъ трубокъ бываетъ удобнѣе, вмѣсто кулачнаго патрона, примѣнять патронъ, изображенный на фиг. 706. Такой патронъ частью *a* навинчивается на шпиндель, а внутри расширенія *b* закрѣпляется издѣліе при помощи установительныхъ винтовъ. Такой патронъ удобнѣе по сравненію съ кулачнымъ въ томъ отношеніи, что здѣсь оба конца издѣлія можно вывѣрять независимо, что трудно сдѣлать при помощи кулачковъ.


Фиг. 707.

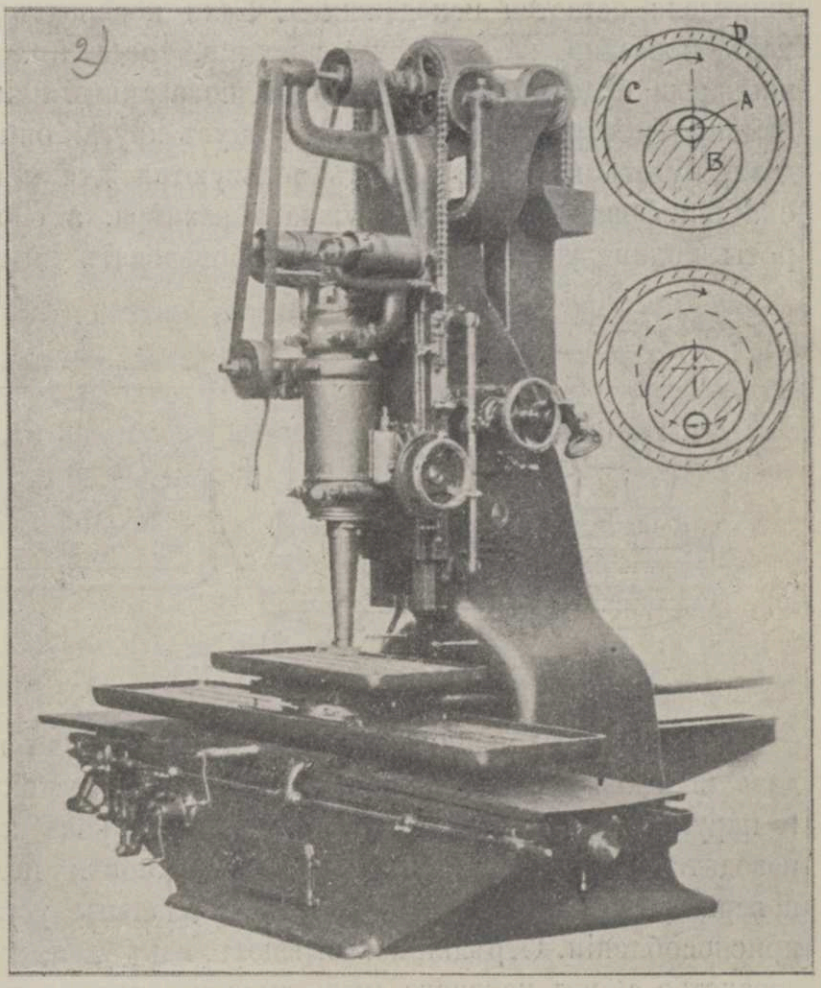
Для шлифовки издѣлій при массовомъ производствѣ всегда должны приготовляться **спеціальные патроны**, въ которыхъ издѣліе можно было бы быстро и удобно закрѣплять. Конструкція такихъ патроновъ должна соотвѣтствовать формѣ издѣлія и можетъ быть намѣчена въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ на основаніи тѣхъ данныхъ и примѣровъ, которые уже были приведены при описаніи работы на револьверныхъ станкахъ.

Съ большимъ удобствомъ могутъ примѣняться также и **магнитные патроны**.

При внутренней шлифовкѣ издѣліе можетъ закрѣпляться и на **планшайбѣ**, такимъ же образомъ какъ и на самоточкахъ; но при этомъ всегда нужно помнить, что шлифовка является очень точнымъ способомъ обработки, а потому *нужно обращать особое вниманіе на то, чтобы при закрѣпленіи издѣлія не покоробить его.*

484.—Машины для внутренней шлифовки крупныхъ цилиндровъ. такія машины строятся двухъ типовъ: у однихъ машинъ ось шпинделя, на которомъ закрѣпленъ наждачный кругъ, остается неподвижной, а вращается само издѣліе; у другихъ издѣліе во время работы остается неподвижнымъ, а ось шпинделя описываетъ окружности.

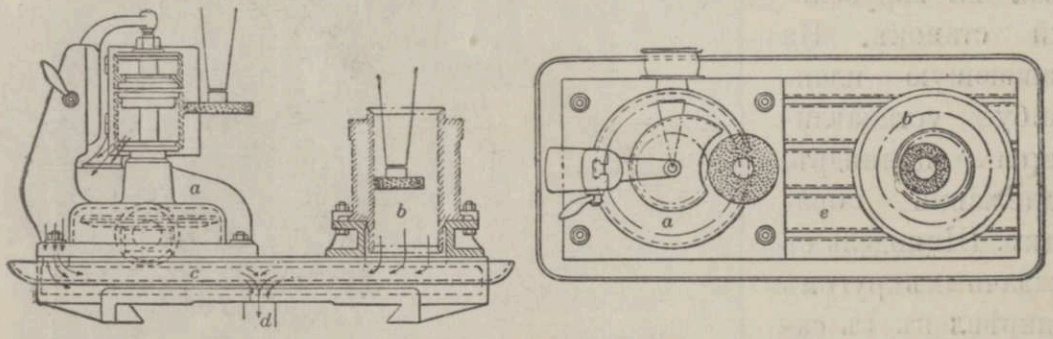
Примѣромъ машинъ перваго типа можетъ служить изображенная на фиг. 707. Она очень похожа на каруселный станокъ. На вращающую планшайбу устанавливается цилиндръ, подлежащій обработкѣ. Шпиндель съ наждачнымъ кругомъ прикрѣпленъ къ салазкамъ, перемѣщающимся вдоль поперечины, которая, въ свою очередь, двигается вверхъ и внизъ. Сдвигая шпиндель въ горизонтальномъ направленіи по поперечинѣ, устанавливаютъ радіусъ шлифуемаго цилиндра, и затѣмъ небольшія передвиженія, для питанія наждачнаго круга, сообщаются шпинделю автоматично. Перемѣщеніе круга вдоль оси шлифуемаго цилиндра производится автоматичнымъ передвиженіемъ поперечины въ вертикальномъ направленіи. Такія машины съ удобствомъ могутъ примѣняться для шлифовки поршневыхъ колецъ. (Для этой цѣли спец. машины см. Iron Age—862—06).



Фиг. 708.

Машина второго типа изображена на фиг. 708. Въ нижней части машины имѣется столъ, перемѣщающійся въ горизонтальномъ направленіи, на этомъ столѣ устанавливается неподвижно издѣліе. Шпиндель съ наждачнымъ кругомъ закрѣпленъ въ салазкахъ, передвигающихся въ вер-

тикальномъ направленіи. Закрѣпленіе шпинделя схематично представлено съ боку. На салазкахъ поставлена цилиндрическая втулка *D*. Въ ней, какъ въ подшипникѣ вращается отъ привода цилиндръ *C*. Внутри этого цилиндра эксцентрично помѣщенъ другой цилиндръ *B*, а внутри цилиндра *B*, какъ въ подшипникѣ, вращается отъ привода шпиндель *A*, на которомъ закрѣпленъ наждачный кругъ. Цилиндръ *B* можетъ поворачиваться около своей оси отъ руки и можетъ получать очень незначительные повороты автоматично отъ привода. Когда цилиндръ *B* стоитъ въ положеніи, изображенномъ на верхнемъ рисункѣ, тогда ось шпинделя и ось цилиндра *C* совпадаютъ, такъ что при вращеніи цилиндра *C* ось шпинделя остается неподвижной. Если повернуть цилиндръ *B* на 180°, какъ показано на нижнемъ рисункѣ, тогда при вращеніи цилиндра *C*, шпиндель будетъ описывать кругъ, показанный пунктиромъ. Понятно, что измѣняя поворотъ цилиндра *B*, радіусъ круга, описываемаго осью шпинделя, будетъ мѣняться; этимъ пользуются для установа машины, чтобы она шлифовала цилиндръ нужнаго размѣра, а сообщая небольшіе повороты цилиндру *B*, тѣмъ самымъ производятъ питаніе наждачнаго круга.



Фиг. 709.

Такой типъ машинъ удобенъ тѣмъ, что на немъ можно производить шлифовку какъ внутреннихъ цилиндрическихъ поверхностей, такъ и наружныхъ. На фиг. 709 представлено какъ на такой машинѣ производится шлифовка внутренней поверхности цилиндра (*b*) и внѣшней поверхности клапана (*a*), для чего клапанъ установленъ на особомъ приспособленіи. Стрѣлки показываютъ, какъ удаляется пыль въ особое пространство *c*, изъ котораго пыль вытягивается по трубѣ *d* вентиляторомъ.

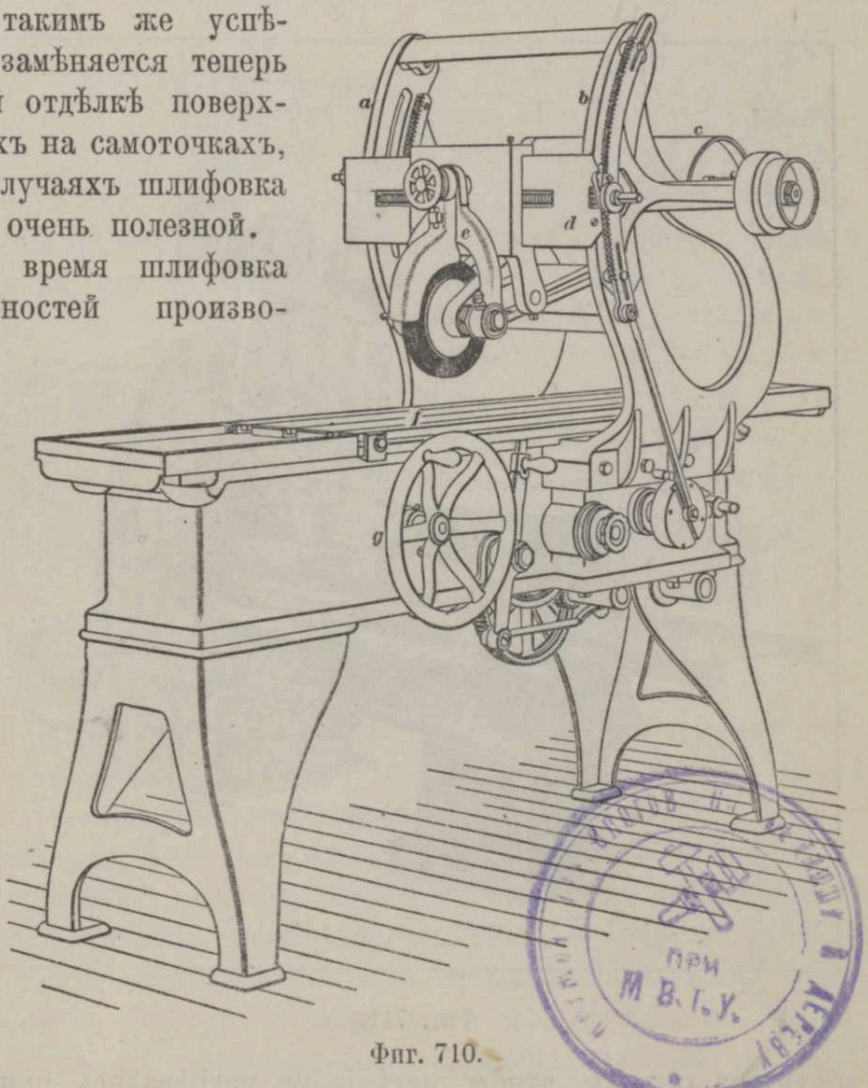
На фиг. 708 на столѣ машины поставлено приспособленіе, при помощи котораго производится шлифовка кривыхъ поверхностей большого радіуса, напримѣръ кулисъ паровозовъ. Съ задней стороны машины имѣется выступъ, въ которомъ закрѣпляется шипъ; на этомъ шипѣ, какъ на шалнерѣ, вращается полоса, къ переднему концу которой прикрѣпленъ столъ съ салазками, закрѣпленными на столѣ машины. Если на эти салазки закрѣпить кулису, то при передвиженіи стола машины ось шпинделя будетъ передвигаться относительно кулисы по кругу, радіусъ котораго равенъ разстоянію отъ оси шалнернаго шипа, до оси шпинделя. Описанныя машины находятъ въ настоящее время большое примѣненіе при производствѣ автомобильныхъ двигателей, газовыхъ машинъ и др.

Шлифовка плоскихъ поверхностей.

Способы шлифовки плоскихъ поверхностей въ настоящее время не доведены до такого совершенства, какъ шлифовка тѣлъ вращенія. Шлифовка плоскихъ поверхностей примѣняется главнымъ образомъ для полученія точныхъ гладко обработанныхъ поверхностей; этотъ способъ обработки оказывается единственнымъ примѣнимымъ для вывѣрки закаленныхъ поверхностей. Но шлифовка не можетъ замѣнить собой окончательную обработку строганыхъ поверхностей съ такимъ же успѣхомъ, какъ это замѣняется теперь при окончательной отдѣлкѣ поверхностей, полученныхъ на самоточкахъ, хотя во многихъ случаяхъ шлифовка можетъ оказаться очень полезной.

Въ прежнее время шлифовка плоскихъ поверхностей производилась на строгальныхъ машинахъ, къ поперечинѣ которой прикрѣплялась особая головка съ наждачнымъ кругомъ.

Потомъ стали изготовлять станки, спеціально назначенные для шлифовки плоскихъ поверхностей. По внѣшности станки эти очень напоминаютъ строгальныя машины.

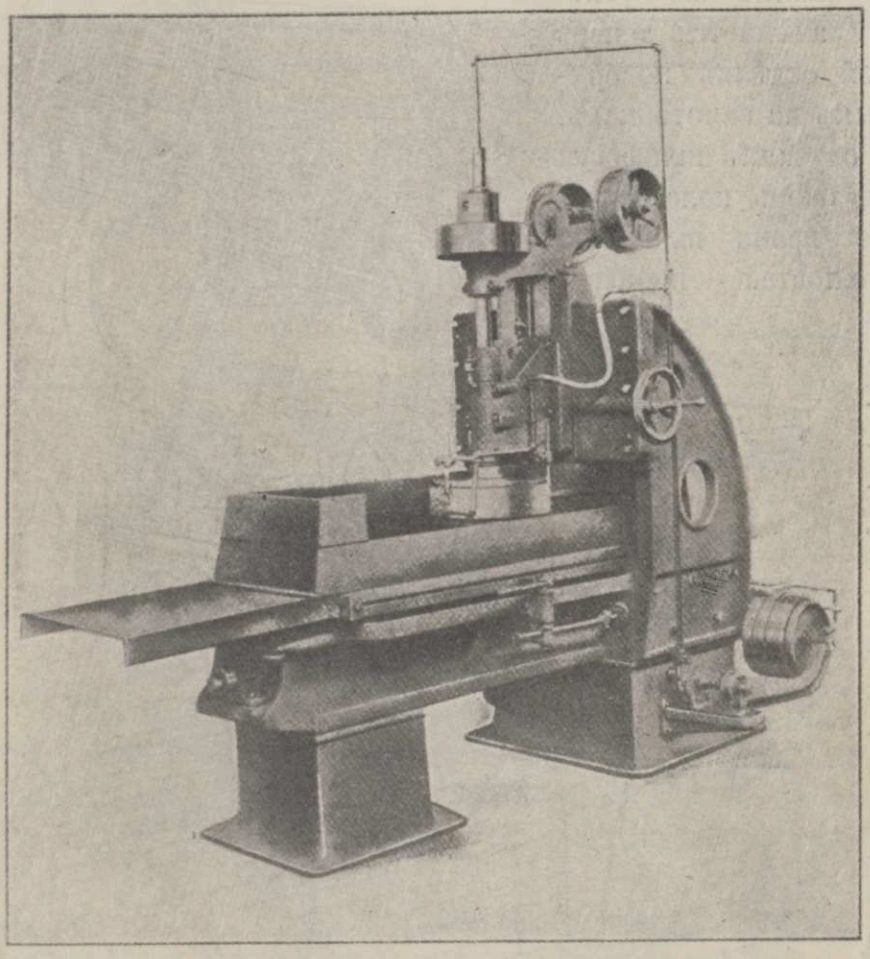


Фиг. 710.

485. Машина для шлифовки плоскихъ поверхностей, изготовляемая заводомъ *Браунъ и Шарпъ*, представлена на фиг. 710. Станокъ отличается отъ строгальной тѣмъ, что стойки у него не съ прямыми направляющими, а направляющія очерчены дугами круга, центръ которыхъ совпадаетъ съ осью приводнаго барабана *c*. По стойкамъ *a* и *b* движется поперечина *d*, которая можетъ устанавливаться на произвольной высотѣ. Вдоль поперечины передвигается головка *e* съ наждачнымъ кругомъ. Вращеніе кругу сообщается отъ ремня, идущаго съ барабана *c*, передвиженіе круга вдоль поперечины можетъ производиться и отъ руки

и самоходомъ отъ привода. Грубая подводка круга къ издѣлію производится, переставляя поперечину *d*, а болѣе точная, поворачивая маховичекъ, находящійся въ верхней части головки *e*. Столъ *f*, на которомъ устанавливается издѣліе, можетъ передвигаться и отъ руки, поворачивая маховичокъ *g*, и отъ привода. Величина хода, также какъ и на строгальныхъ станкахъ, устанавливается при помощи особыхъ кулачковъ, привернутыхъ къ столу и упирающихся въ отводку, перемѣняющую направленіе движенія стола.

На фиг. 711 представленъ болѣе современный типъ машины. Конструкція ея болѣе солидна. Шпиндель поставленъ вертикально; кругъ шлифуетъ плоской стороной, имѣя чашкообразную форму; примѣнена обильная поливка водой.



Фиг. 711.

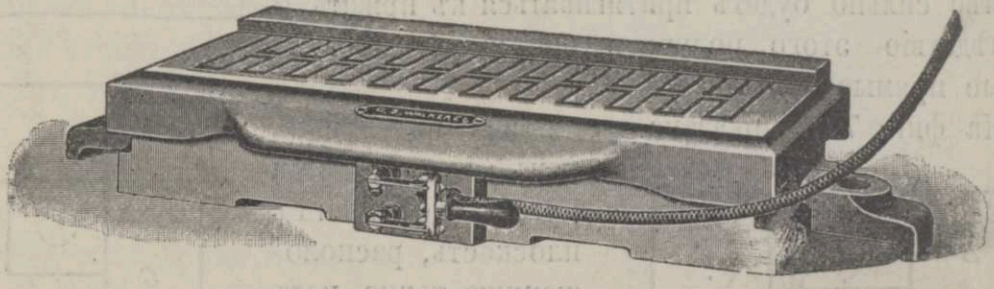
486. Выборъ сорта наждачнаго круга. Для шлифовки плоскихъ поверхностей выбираются круги болѣе мягкіе, чѣмъ для шлифовки тѣлъ вращенія. Объясняется это тѣмъ, что машины для шлифовки плоскостей обыкновенно не строятся для работы съ охлажденіемъ водой, а потому необходимо заботиться о томъ, чтобы издѣліе не нагрѣвалось при работѣ. Здѣсь нагрѣваніе особенно опасно, такъ какъ шлифуется поверхность всегда съ одной стороны издѣлія, и потому искривленіе отъ нагрѣванія будетъ особенно сильно,—середина издѣлія будетъ выпучиваться. Мягкіе же наждачные круги позволяютъ производить работу при меньшемъ нагрѣваніи.

При шлифовкѣ такихъ предметовъ весьма важно, чтобы предметъ по всей своей поверхности прилегалъ къ какой-нибудь массивной опорѣ, чтобы онъ могъ равномѣрно отдавать теплоту. Въ этомъ смыслѣ лучше всего прикрѣплять издѣліе непосредственно къ столу машины. И потому же будетъ ошибкой закрѣпить тонкое издѣліе въ тиски такимъ об-

разомъ, чтобы концы издѣлія выходили изъ губъ тисокъ. При шлифованіи издѣліе, нагрѣваясь, будетъ отдавать болѣе сильно теплоту губамъ тисокъ, вслѣдствіе чего въ мѣстахъ зажатыхъ оно окажется болѣе холоднымъ, чѣмъ выступающіе концы. которые и покоробятся, и когда остынутъ, не представятъ плоской поверхности.

Вообще для полученія точной работы и для возможности вести шлифовку энергично, необходимо примѣнять охлажденіе водой, подобно тому, какъ это дѣлается на вращающихся шлифовальныхъ машинахъ, что вполнѣ возможно и въ настоящее время такое охлажденіе уже примѣняется (см. фиг. 711). При этомъ явится возможность работать болѣе твердыми кругами, которые не такъ быстро изнашиваются, и потому будетъ получена еще экономія на наждачныхъ кругахъ.

При обработкѣ безъ воды слѣдуетъ заставлять кругъ работать цилиндрической поверхностью, такъ какъ при этомъ онъ будетъ имѣть наименьшую поверхность соприкосновенія и не такъ будетъ нагрѣвать издѣліе. Если почему-либо представляется необходимость вести шлифовку плоской стороной круга, то во всякомъ случаѣ кругъ нужно приводить въ сопри-



Фиг. 712.

косновеніе не всей плоскостью, а ставить плоскость круга къ обрабатываемой поверхности подъ угломъ не меньше 10 град., чтобы кругъ опять соприкасался съ поверхностью лишь по узкой полоскѣ.

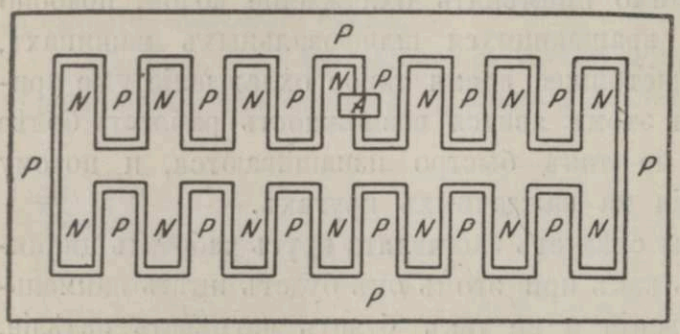
487. Установка издѣлій на столѣ. Установка и закрѣпленіе издѣлій на столѣ производится такимъ же способомъ, какъ и при работѣ на строгальныхъ и фрезовыхъ машинахъ. Въ послѣднее время въ большое употребленіе стали входить магнитные патроны, дозволяющіе устанавливать издѣліе очень быстро и закрѣплять его, не вызывая искривленій, что при работѣ на шлифовальныхъ станкахъ особенно важно.

На фиг. 712—713 изображенъ магнитный патронъ. Онъ представляетъ изъ себя обыкновенный электромагнитъ, который привертывается къ столу машины или къ планшайбѣ машины. Если на него положить издѣліе и замкнуть токъ, то издѣліе настолько прочно притягивается магнитомъ, что его можно свободно обрабатывать не только на шлифовальныхъ машинахъ, но также на строгальныхъ и фрезовыхъ машинахъ.

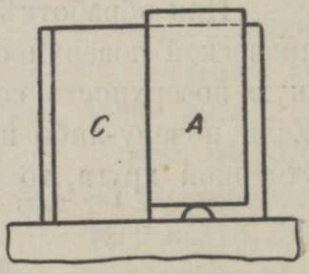
Какъ показываетъ фиг. 713 такой патронъ представляетъ цѣлый рядъ магнитныхъ полюсовъ N и P, изолированныхъ другъ отъ друга. Издѣліе, чтобы притягиваться магнитомъ, должно располагаться на двухъ полюсахъ, какъ это показываетъ небольшое издѣліе A. Издѣліе, поло-

женное на патронъ, само намагничивается и можетъ притягивать; этимъ пользуются для производства различныхъ работъ.

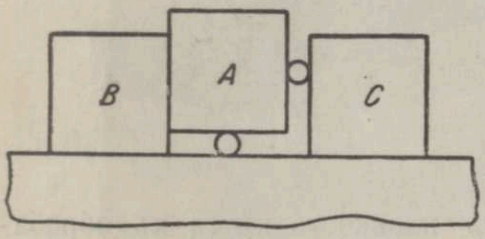
Напримѣръ, на фиг. 714 представленъ случай установки, когда нужно отшлифовать параллелопипедъ со сторонами, расположенными другъ къ другу точно подъ прямымъ угломъ. Въ такомъ случаѣ на патронъ ставятъ призму *B*, у которой стороны обработаны точно подъ прямыми углами, а на другой полюсъ ставятъ призму *C*. Издѣліе прикладывается къ прямѣ *B*, а между патрономъ, призмой *C* и издѣліемъ прокладываются проволоки. При такомъ расположеніи издѣліе наиболѣе сильно будетъ притягиваться къ призмѣ *B* и вслѣдствіе этого получитъ прн шлифовкѣ правильные прямые углы.



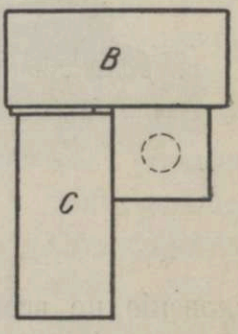
Фиг. 713.



На фиг. 715 показана установка издѣлія въ томъ случаѣ, когда нужно получить плоскость, расположенную точно подъ прямыми углами къ двумъ другимъ плоскостямъ. Въ такомъ случаѣ на патронъ ставятъ двѣ точно обработанныя призмы *B* и *C*, прикасающіяся съ различными полюсами, при чемъ между призмами прокладывается изоляціонный слой изъ бумаги. Къ этимъ призмамъ и прикладывается издѣліе *A*, опирающееся на патронъ при посредствѣ проволоки.



Фиг. 714.



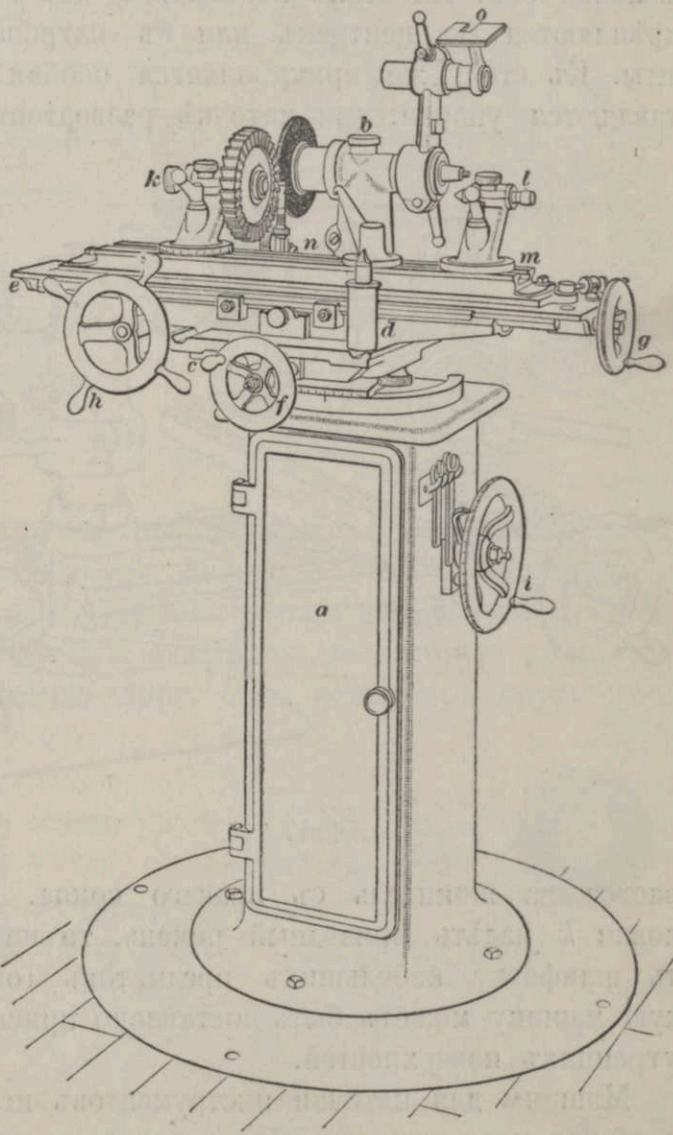
Фиг. 715.

Шлифовка (наточка) рѣжущихъ инструментовъ.

488. При изготовленіи фрезеровъ, развертокъ и другихъ инструментовъ послѣ закалки необходимо ихъ отшлифовать, чтобы сообщить имъ правильную форму—правильныя рѣжущія ребра. Затѣмъ при дальнѣйшей службѣ инструментовъ необходимо ихъ время отъ времени снова перешлифовывать, чтобы возстанавливать остроту и правильность рѣжущихъ реберъ, притупившихся или испортившихся отъ работы. Необходимо очень зорко слѣдить за исправнымъ состояніемъ рѣжущихъ реберъ, такъ какъ если нѣсколько притупившійся инструментъ сейчасъ же не

натачивается, то онъ начинаетъ быстро портиться вслѣдствіе того, что отъ излишняго тренія и развитія большого количества теплоты закалъ инструмента отпускается. Кромѣ того въ притупленномъ состояніи рѣзаніе идетъ не такъ энергично и требуется излишній расходъ энергіи.

Если не позволять инструментамъ сильно притупляться и во-время производить ихъ наточку, то достаточно будетъ снять очень немного матеріала, чтобы привести рѣжущія ребра опять въ исправное состояніе. Если же заточка производится не во-время, можетъ случиться, что нѣкоторыя рѣжущія ребра настолько испортятся, что придется снимать слой около 1 мм. для ихъ возстановленія. На это тратится и излишнее время, и при снятіи такого количества матеріала ребро можетъ перегрѣться и отпуститься. Особенно важно слѣдить за исправнымъ состояніемъ фрезеровъ, изготовленіе которыхъ стоитъ дорого, между тѣмъ при несвоевременной заточкѣ при порчѣ одного зуба приходится снимать такое же количество металла и на всѣхъ остальныхъ зубьяхъ, вслѣдствіе чего фрезеръ быстро срабатывается.

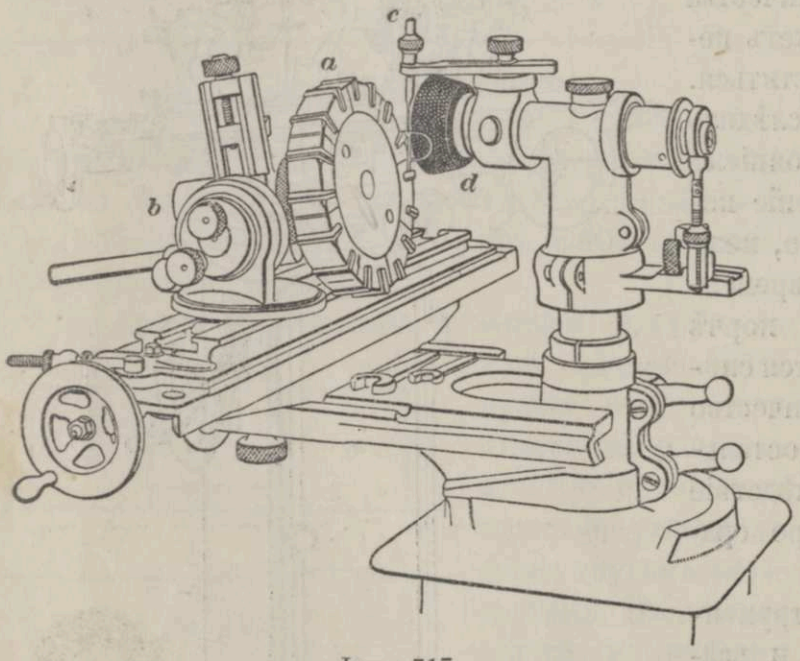


Фиг. 716.

У такихъ инструментовъ, какъ фрезера и развертки недостаточно чтобы зубья были остры, но они должны быть правильно расположены относительно оси инструмента и имѣть подлежащіе углы заостренія. Всего этого можно легко достичь на спеціальныхъ машинахъ.

489. Машина для наточки инструментовъ (фрезеровъ, развертокъ и друг.). На фиг. 716 представлена машина, изготовляемая заводомъ *Нортона* для наточки фрезеровъ и развертокъ, а также для шлифовки мелкихъ тѣлъ вращенія. Машина состоитъ изъ станины *a*, выполненной въ видѣ шкапа, въ которомъ хранятся наждачные круги и различныя приспособленія. На верхней части станины помѣщается стойка *b*, въ которой находятся опоры для шпинделя съ наждачными кругами.

Около этой стойки поворачивается каретка *d*. (Положеніе стойки *b* и каретки *d* болѣе ясно видно на фиг. 717). Нижняя опорная поверхность каретки имѣетъ дѣленія, такъ что по нимъ можно судить, на какой уголъ повернута средняя линія каретки относительно оси шпинделя съ кругами;—для поворота каретки служитъ маховичекъ *h*. Верхняя часть имѣетъ направленія, въ которыхъ передвигаются салазки *e*; это передвиженіе производится при помощи маховичка *g*. На салазкахъ поставленъ столъ *m*, который какъ и у универсальной шлифовальной машины, можетъ поворачиваться на нѣкоторый уголъ относительно вертикальной оси. На столѣ поставлены двѣ бабки *k* и *l*, въ которыхъ закрѣпляются (на центрахъ или въ патронахъ), натачиваемые инструменты. Къ столу же прикрѣпляется особая подставка *n*, въ которую вставляются упорки, при наточкѣ развертокъ и др., какъ это будетъ объяснено дальше. Каретка *d* вмѣстѣ съ установленнымъ на столѣ издѣліемъ можетъ придвигаться къ наждачному кругу поворачивая маховичекъ *f*. Для заточки фрезеровъ имѣется особая подставка *o*, показанная на чертежѣ въ откинутомъ видѣ, на которую кладется фрезеръ и подводится къ кругу, который надѣвается на шпиндель съ праваго конца. Если на шкивъ шпинделя головки *k* надѣть приводный ремень, то на центрахъ можно производить шлифовку небольшихъ предметовъ (оправки, сверла и др.). На такую машину можетъ быть поставлено приспособленіе и для шлифовки внутреннихъ поверхностей.



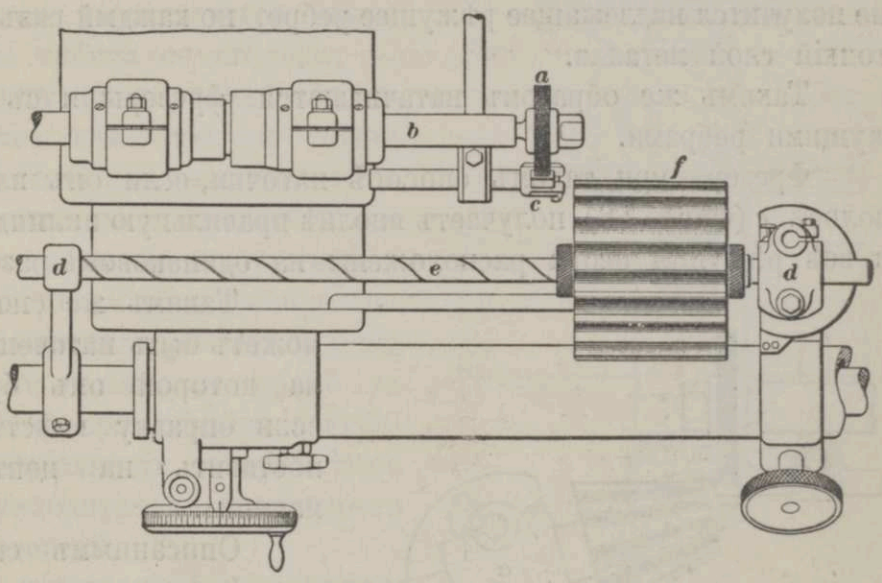
Фиг. 717.

Машины для наточки инструментовъ исполняются многими фирмами; общая идея ихъ устройства остается одна и та же, отличаются онѣ только конструкціей своихъ деталей.

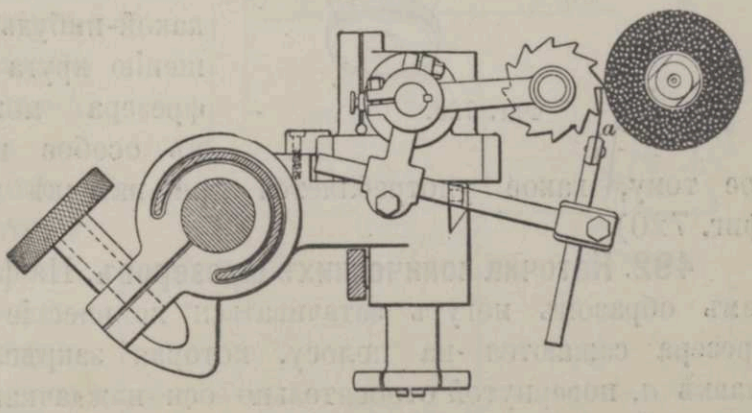
До сихъ поръ такія машины строятся для сухой шлифовки. Но и здѣсь, какъ и въ другихъ случаяхъ шлифовки, примѣненіе охлажденія было бы очень желательно.

490. Примѣры наточки инструментовъ. Ниже приводимые рисунки не относятся къ какой-либо конструкціи шлифовальной машины, а даютъ только представленіе, какъ вообще на машинахъ такого рода устанавливаются инструменты и производится ихъ заточка.

491. Наточка цилиндрическихъ фрезеровъ. На фиг. 718 показанъ планъ. Наждачный кругъ *a* закрѣпленъ на шпинделѣ *b*. Въ двухъ подставкахъ *dd* закрѣплена цилиндрическая полоса *e*, на которую надѣвается фрезеръ. Такъ какъ отверстія у фрезеровъ бываютъ различныя, то должны имѣться или полосы различнаго діаметра, приходящіяся къ различнымъ отверстіямъ, или въ фрезеры должны вставляться втулки, плотно приходящіяся какъ къ фрезеру, такъ и къ полосѣ. У машины, изображенной на фиг. 716, полоса можетъ быть зажата между центрами. На полосѣ сдѣлана винтовая проточка для того, чтобы попадающія на полосу частички наждака, счищались въ эту канавку, при передвиженіи фрезера по полосѣ. Подъ наждачнымъ кругомъ *a* показана упорка *c*. Положеніе упорки *c* болѣе ясно показано на фиг. 719, гдѣ она обозначена буквой *a*. Подпорка представляетъ тонкую стальную пластинку, въ которую упирается зубъ фрезера. Упорка должна быть шире, чѣмъ наждачный кругъ, чтобы фрезеръ, передвигаемый по полосѣ *e*, оперся на пластинку прежде, чѣмъ онъ подойдетъ къ кругу и оставался подпертымъ еще нѣкоторое время, послѣ того какъ онъ сошелъ съ круга, иначе наждачный кругъ будетъ шлифовать неподпертый фрезеръ и можетъ его испортить.



Фиг. 718.



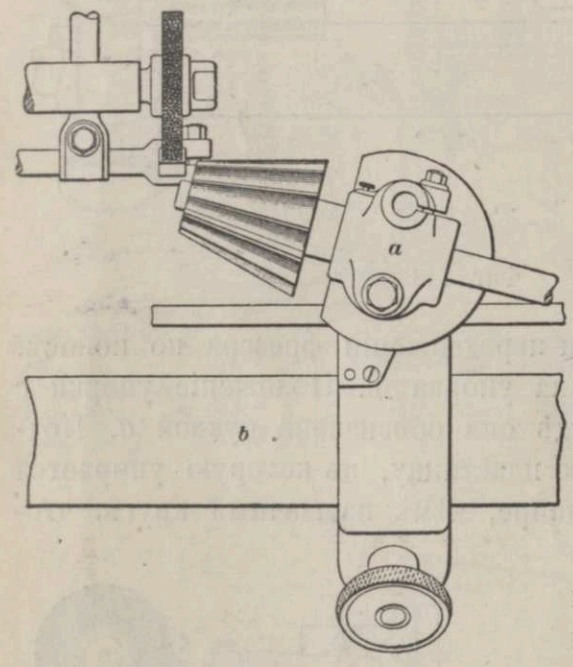
Фиг. 719.

При наточкѣ фрезеръ опирается зубомъ на упорку и подводится къ наждачному кругу такъ, чтобы послѣдній снималъ съ фрезера самую легкую стружку и затѣмъ фрезеръ передвигается вдоль своей оси по полосѣ, все время опираясь зубомъ на упорку. Кругъ при этомъ имѣетъ такое направленіе вращенія, что онъ прижимаетъ фрезеръ къ упоркѣ. Когда сошлифованъ одинъ зубъ, фрезеръ повертывается, такъ

чтобы на упорку оперся слѣдующій зубъ и снова проводятъ фрезеръ по полосѣ. При натачиваніи нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы зубья не перегрѣлись и не отпустили закала, а такъ какъ подобныя машины обыкновенно работаютъ безъ охлажденія водой, то предупредить перегрѣвъ зубьевъ можно только, снимая очень тонкіе слои, и сошлифовавъ всѣ зубья, повторяютъ ихъ шлифовку второй и третій разъ, пока не получится надлежащее рѣжущее ребро, но каждый разъ снимается очень тонкій слой металла.

Такимъ же образомъ натачиваются фрезеры и съ винтовыми рѣжущими ребрами.

Фрезеръ при такомъ способѣ наточки, если онъ плотно сидитъ на полосѣ *e* (фиг. 718) получаетъ вполнѣ правильную цилиндрическую форму и всѣ рѣжущія ребра расположены на одинаковомъ разстояніи отъ оси.



Фиг. 720.

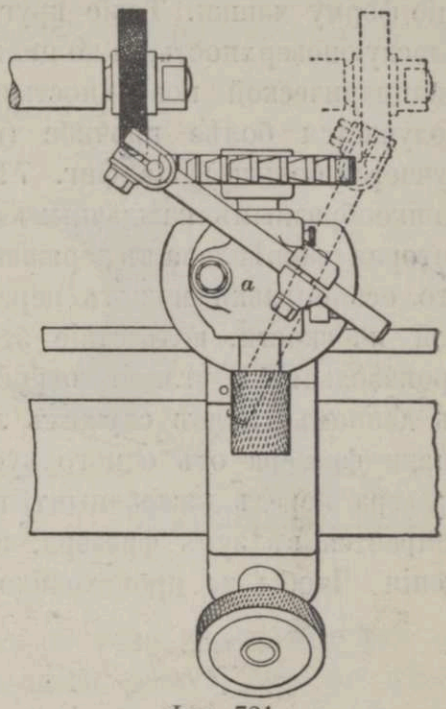
Такимъ же способомъ фрезеръ можетъ быть наточенъ и на оправкѣ, на которой онъ будетъ работать, если оправку вмѣстѣ съ фрезеромъ поставить на центры точильной машины.

Описаннымъ способомъ, надѣвая фрезеръ на полосу, не могутъ быть наточены фрезеры безъ внутренняго отверстія, имѣющіе хвосты. Такіе фрезеры можно поставить на центры и передвигать вмѣстѣ со столомъ, на которомъ закрѣплены центры, при чемъ упорка должна быть поставлена не на столѣ, а на какой-нибудь неподвижной по отношенію круга детали. Или же хвостъ фрезера можетъ быть вставленъ въ особое приспособленіе, подобное тому, какое употребляется при наточкѣ коническихъ фрезеровъ (фиг. 720).

492. Наточка коническихъ фрезеровъ. На фиг. 720 представлено какимъ образомъ могутъ затачиваться коническіе фрезеры. Пустотѣлые фрезера сажаются на полосу, которая закрѣпляется въ особой подставкѣ *a*, повернутой относительно оси наждачнаго круга подъ нужнымъ угломъ. Подставка *a* передвигается вдоль другой полосы *b* (или подставка можетъ прикрѣпляться къ столу машины и передвигаться вмѣстѣ съ нимъ). Упорка, на которую опирается натачиваемый зубецъ, должна быть закрѣплена неподвижно относительно наждачнаго круга.

493. Наточка дисковыхъ фрезеровъ. Для наточки дисковыхъ фрезеровъ, фрезеръ надѣвается на оправку, которая зажимается въ особой державкѣ *a*, прикрѣпленной къ столу (см. фиг. 720 и 721). Когда натачиваются боковыя ребра, упорка упирается въ зубья по внѣшней

окружности (фиг. 721); такъ какъ упорка должна стоять, такимъ образомъ, чтобы треніе наждачнаго круга всегда прижимало фрезеръ къ упоркѣ, то при перевертываніи фрезера на оправкѣ для наточки другой его стороны, должна переставляться и упорка, какъ показано на фиг. 721 пунктиромъ. При натачиваніи державка *a* передвигается около наждачнаго круга вмѣстѣ со столомъ.

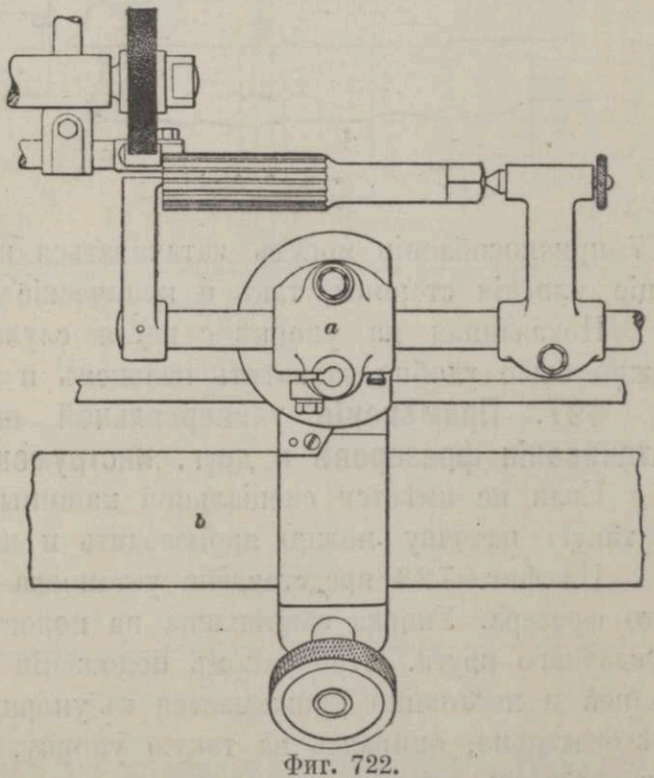


Фиг. 721.

494. Наточка развертокъ. Пустотѣлыя развертки натачиваются точно такъ же какъ и пустотѣлые цилиндрическіе фрезеры, сажая ихъ на цилиндрическую полосу. Нужно имѣть въ виду, что у пустотѣлыхъ развертокъ обыкновенно отверстіе дѣлается слегка коническое, а потому ихъ нужно сажать не прямо на полосу, а сажать съ промежуточной втулкой, внѣшняя поверхность которой тоже коническая и приходится къ поверхности отверстія въ разверткѣ.

Сплошныя развертки натачиваются, закрѣпляя ихъ на центрахъ машины, или примѣняя особое приспособленіе, зажимающееся въ державку *a* (фиг. 722), которая передвигается по направляющей *b*.

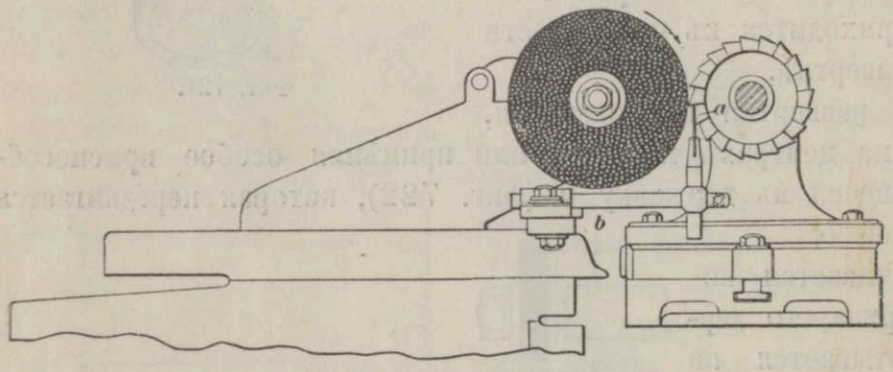
Если затачивается коническая развертка, то державка *a* повертывается на соотвѣтствующій уголъ.



Фиг. 722.

495. Выборъ сорта наждачнаго круга. Круги для наточки инструментовъ должны быть мягки и съ зернами средней крупности. Не слѣдуетъ допускать, чтобы кругъ заглаживался, такъ какъ такое состояніе круга вызываетъ перегрѣвъ инструмента. Чтобы предупредить всѣ эти нежелательныя явленія, лучше брать кругъ помягче, напримѣръ 60 *I*. Затачиваемое ребро нужно проводить быстро около круга, снимая самый тонкій слой. *Не слѣдуетъ затачивать грязныхъ инструментовъ*, такъ какъ масло засаливаетъ поверхность круга, что ведетъ къ перегрѣву. Поэтому лучше фрезера передъ наточкой промывать въ содовой водѣ

496. Примѣненіе чашеобразныхъ наждачныхъ круговъ. Во многихъ случаяхъ для наточки фрезеровъ оказываются очень удобными круги, имѣющіе форму чашки. Такіе круги шлифуютъ зубья своимъ торцемъ и даютъ плоскуюповерхность, а не цилиндрическую, какъ это бываетъ при шлифовкѣ цилиндрической поверхностью круга;—вслѣдствіе этого рѣжущее ребро получается болѣе прочное (при томъ же зазорѣ уголъ заостренія получается больше). На фиг. 717 представлена заточка дискового фрезера чашкообразнымъ наждачнымъ кругомъ *d*. Фрезеръ *a* посаженъ на оправку, которая закрѣплена въ державкѣ *b*. Державка имѣетъ такую конструкцію, что ось оправки можетъ перемѣщаться въ горизонтальной и вертикальной плоскости, вслѣдствіе этого фрезеръ можетъ устанавливаться подъ произвольными углами относительно наждачнаго круга *d*. Упорка *c* въ данномъ случаѣ служитъ лишь какъ собачка храповика, для перестановки фрезера отъ одного зуба къ другому. Во время же передвиженія фрезера передъ наждачнымъ кругомъ при наточкѣ, упорка *c* не все время упирается въ зубъ фрезера, и потому не можетъ держать его отъ вращенія Чтобы не происходило такого вращенія, фрезеръ послѣ каждаго поворота на одинъ зубъ долженъ прочно закрѣпляться въ державкѣ и послѣ этого уже передвигаться передъ кругомъ.



Фиг. 723.

Понятно, что на указанномъ на фиг. 717 приспособленіи могутъ затачиваться какъ дисковые фрезера, имѣющіе плоскія стороны, такъ и коническіе фрезера.

Показанная на упоркѣ *c* петля служитъ для того, чтобы упорку можно было удобно захватить пальцемъ и свести съ зуба.

497. Примѣненіе универсальной шлифовальной машины для натачиванія фрезеровъ и друг. инструментовъ.

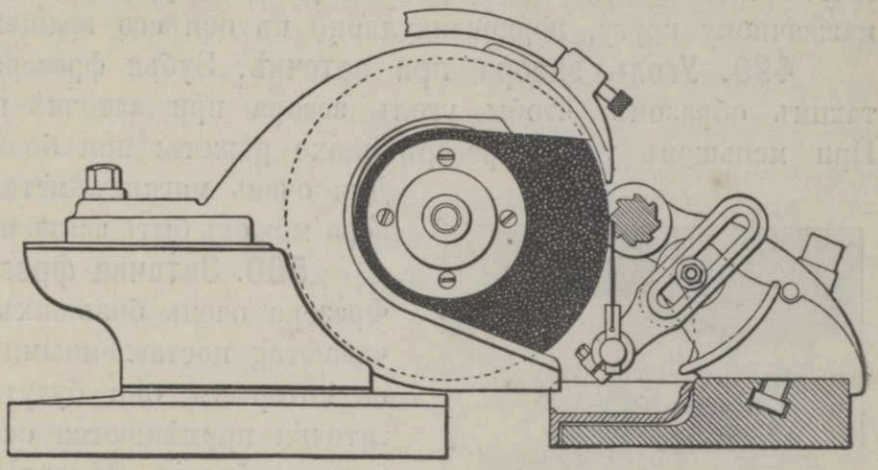
Если не имѣется спеціальной машины для наточки инструментовъ, то такую наточку можно производить и на универсальныхъ машинахъ.

На фиг. 723 представлена установка машины для наточки дисковаго фрезера. Упорка закрѣплена на полосѣ *b* неподвижно относительно наждачнаго круга. При такомъ положеніи упорки фрезеръ *a* скользитъ по ней и постоянно прижимается къ упоркѣ треніемъ наждачнаго круга, слѣдовательно, опираясь на такую упорку, могутъ затачиваться и винтовые фрезеры, которые, передвигаясь вдоль своей оси, будутъ въ то же время слегка поворачиваться упоркой.

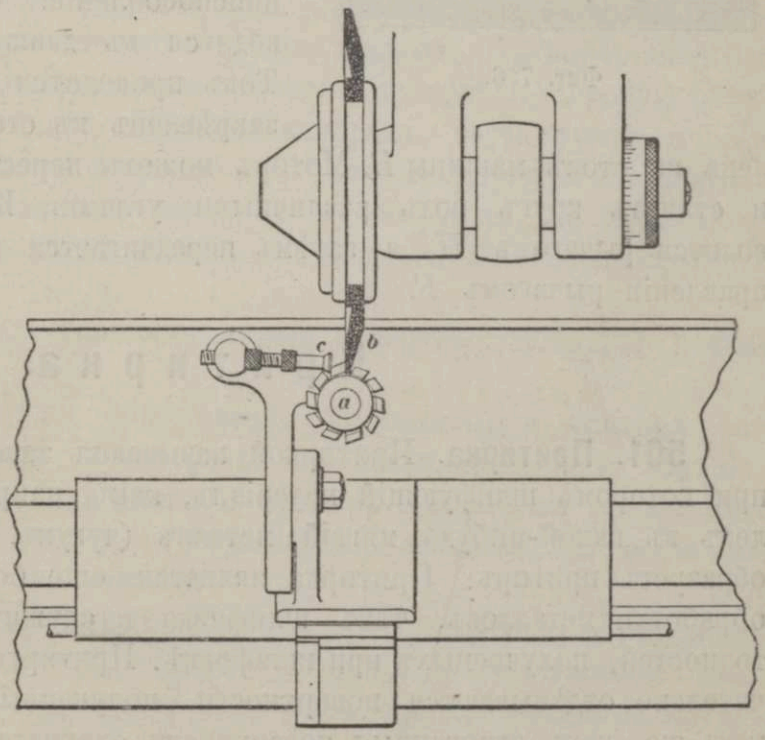
Если упорка поставлена, такъ какъ показано на фиг. 724—неподвижно относительно издѣлія, въ такомъ случаѣ поворачиванія фрезера

упоркой не происходитъ, и при такомъ расположеніи фрезеры съ винтовыми рѣжущими ребрами затачиваться не могутъ.

Точно также *при такомъ расположеніи упорки нельзя натачивать длинныхъ фрезеровъ, развертокъ и вообще инструментовъ съ длинными рѣжущими ребрами* и на это слѣдуетъ обратить вниманіе. Какъ бы точно не былъ исполненъ инструментъ до закалки, послѣ закалки онъ непремѣнно покоробится, вслѣдствіе чего рѣжущее ребро получится искривленнымъ и если его натачивать на упоркѣ, не передвигающейся вдоль рѣжущаго ребра, оно по длинѣ получитъ различные рѣжущіе углы и вообще будетъ заточено неправильно и будетъ неправильно работать. Поэтому на упоркахъ, неподвижныхъ относительно издѣлія, можно затачивать лишь инструменты съ короткими рѣжущими ребрами; вообще же *нужно ставить упорку неподвижно относительно наждачнаго круга*, такъ чтобы издѣліе скользило по ней и *нужно упирать непремѣнно въ рѣжущую грань, а не въ заднюю*, иначе всегда будетъ рискъ получить неправильную заточку и неправильную работу такимъ инструментомъ.



Фиг. 724.

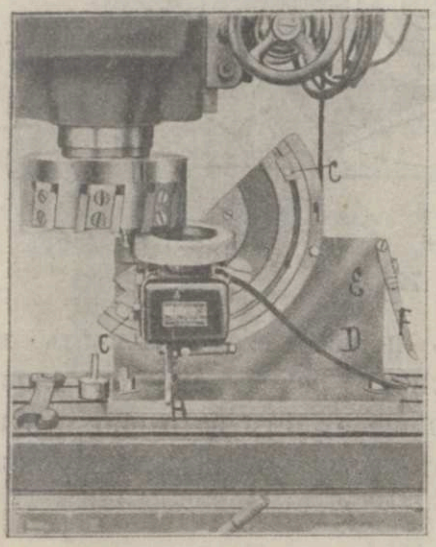


Фиг. 725.

498. Наточка фрезеровъ со спирально срѣзанными зубьями. На фиг. 725 показана наточка фрезеровъ со спирально срѣзанными зубьями. Фрезеръ ставится на шпиндель *a* на такой высотѣ, чтобы его средняя плоскость проходила черезъ ось вращенія наждачнаго круга. Удержи-

вается фрезеръ отъ вращенія упоркой особой формы *c*, которая устанавливается такимъ образомъ, чтобы сошлифованная поверхность проходила чрезъ ось фрезера. Для шлифовки примѣняются чашкообразный кругъ *b*. При наточкѣ столъ машины стоитъ неподвижно, а передвигается подставка, на которой закрѣпленъ фрезеръ, по направленію къ наждачному кругу, перпендикулярно къ оси его вращенія.

499. Уголъ зазора при заточкѣ. Зубья фрезеровъ затачиваются такимъ образомъ, чтобы уголъ зазора при заточкѣ получился въ 3°. При меньшемъ углѣ, фрезеръ плохо рѣжетъ; при большемъ—дрожитъ. Для очень мягкихъ металловъ уголъ зазора можетъ быть взятъ нѣсколько больше.



Фиг. 726.

500. Заточка фрезеровъ на мѣстѣ. Фрезера очень большихъ размѣровъ затачиваются поставленными на тѣ машины, на которыхъ они будутъ работать. Для заточки примѣняются особыя спеціальныя приспособленія. Дѣлается это съ двоякой цѣлью: фрезеръ получается болѣе точно наточенный, а кромѣ того слишкомъ большіе фрезеры не могутъ быть поставлены на обыкновенныя машины для натачиванія. На фиг. 726 показано такое приспособленіе: наждачный кругъ приводится въ движеніе электро моторомъ. Токъ приводится по проводу *D*. Моторъ закрѣпленъ къ стойкѣ *E*, которая закрѣплена на столѣ машины *B*. Моторъ можетъ переставляться въ прорѣзѣ *cc* и ставитъ кругъ подъ различными углами. Къ фрезеру кругъ подводится рычагомъ *H*, а затѣмъ передвигается въ горизонтальномъ направленіи рычагомъ *F*.

Притирка.

501. Притирка. Притиркой называютъ такой способъ шлифованія, при которомъ шлифующій матеріалъ, какъ, напримѣръ, наждакъ, вкрапленъ въ какой-нибудь мягкій металлъ (чугунъ, латунь или свинецъ) и образуетъ притиръ. Притирка является еще болѣе тонкимъ способомъ обработки металловъ, чѣмъ шлифовка и служитъ для исправленія неточностей, получаемыхъ при шлифовкѣ. Притиркой, слѣдовательно, окончательно отдѣлываются поверхности, полученныя шлифованіемъ, точно такъ же, какъ строганныя поверхности окончательно отдѣлываются при помощи шабры. Притирка можетъ примѣняться для окончательной отдѣлки поверхностей, приготовленныхъ изъ незакаленнаго металла, въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется очень высокая степень точности; но главнымъ образомъ притирка примѣняется при отдѣлкѣ закаленныхъ поверхностей.

502. Матеріалъ для притировъ. Притиры приготовляются изъ свинца, мѣди и чугуна. Свинецъ, мѣдь или латунь хорошо удерживаютъ на своей поверхности шлифующій матеріалъ (наждакъ), но быстро срабатываются и теряютъ свою форму; приготовленные изъ этихъ матеріаловъ притиры шлифуютъ быстро, но не даютъ такой гладкой поверхности, какая получается при притирахъ изъ чугуна. Свинцовые и мѣдные притиры хороши въ тѣхъ случаяхъ, когда предварительная шлифовка произведена неудовлетворительно и притиркой приходится удалять значительный слой металла. Наилучшимъ матеріаломъ для притира при точной работѣ будетъ мягкій чугунъ. Въ качествѣ притирочнаго порошка можетъ употребляться самый мелкій наждакъ. Его нужно смѣшать съ машиннымъ масломъ (1 объемъ наждака и 3 объема масла) и оставить стоять около трехъ часовъ;—при этомъ очень крупныя крупинки наждака осядутъ на дно, а остальная равномѣрная смѣсь пойдетъ на притирку. Наносить масло на притиръ нужно равномѣрнымъ слоемъ, растирая пальцемъ и затѣмъ вдавливая наждакъ какой-нибудь гладкой, твердой поверхностью. Притиры для отверстій могутъ быть покрыты слоемъ наждака, растирая его на плитѣ и затѣмъ катая по плитѣ притиръ. Если при притиркѣ наждакъ будетъ слишкомъ сильно царапать, такое дѣйствіе можетъ быть умѣрено прибавленіемъ небольшого количества бензина.

503. Сортъ наждака при притиркѣ. Какой крупности наждакъ примѣняется при притиркѣ зависитъ отъ того, какой слой металла предполагается снять и какую степень отдѣлки желаютъ сообщить издѣлію. Если издѣлія должны имѣть высокую степень полировки, которую обыкновенно сообщаютъ наиболѣе точнымъ калибрамъ, тогда нужно примѣнять самый мелкій наждакъ. Если же притиркой пользуются для отдѣлки поверхностей, приготовленныхъ на другихъ машинахъ, за неимѣніемъ шлифовальныхъ станковъ, тогда можетъ примѣняться и довольно крупный наждакъ.

Чтобы притирка шла успѣшно, нужно поверхности обильно смазывать масломъ.

При притиркѣ издѣліе обыкновенно вращается, а притиръ все время передвигается взадъ и впередъ по направленію оси издѣлія; можно и обратно заставлятъ вращаться притиръ и сообщать продольныя перемѣщенія издѣлію. Продольное перемѣщеніе является необходимымъ условіемъ для успѣшнаго притиранія.

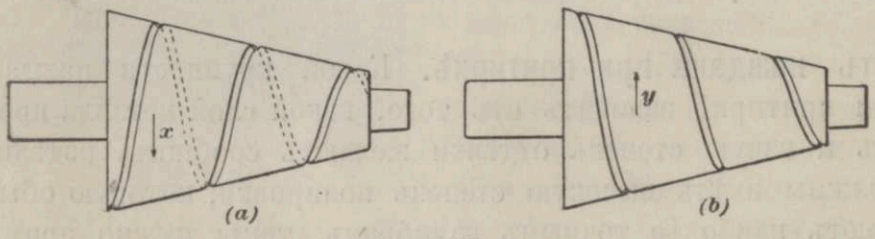
504. Инструменты, примѣняющіеся для притирки — притиры. Притиры для притирки цилиндрическихъ отверстій приготовляются очень просто. Для приготовленія свинцоваго притира берется желѣзный прутъ, граненый или съ прорѣзанными продольными канавками, чтобы онѣ задерживали свинецъ отъ вращенія относительно прута, и затѣмъ прутъ обливается расплавленнымъ свинцомъ, который и вытачивается до желаемой толщины. Притиры изъ чугуна или латуни приготовляются въ видѣ трубочекъ съ однимъ продольнымъ прорѣзомъ; — такія трубочки надѣваются на слегка коническую оправку. Надвигая болѣе или менѣе

трубочки на оправку можно измѣнять и точно устанавливать ихъ внѣшній діаметръ.

Притиръ вытачивается такого размѣра, чтобы онъ возможно ближе подходилъ къ отдѣлываемому отверстію. Поверхность притира смазывается масломъ и посыпается наждакомъ и затѣмъ притиръ вводится въ отверстіе издѣлія, которое при этомъ быстро вращается. Черезъ нѣкоторое время притиръ изотрется и уменьшится въ діаметрѣ, тогда его нужно привести къ нормальной величинѣ, передвигая по оправкѣ. Если притиръ сдѣланъ изъ свинца, внутренній стержень можно сдѣлать тоже коническимъ и размѣръ сработавшагося притира можно увеличить, постукивая торцемъ притира и заставляя свинецъ осѣдать на стержнѣ, вслѣдствіе чего діаметръ притира будетъ увеличиваться. Такое уширеніе притира можно произвести раза два-три, послѣ чего свинецъ уже не будетъ имѣть правильной формы, и его придется перелить и снова переточить.

Притирку можно производить и на шлифовальныхъ машинахъ, но удобнѣе эту работу вести на ручныхъ токарныхъ станкахъ.

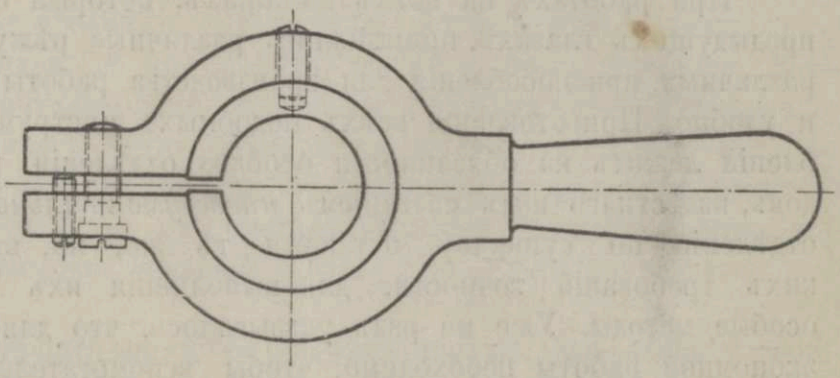
505. — Притирка коническихъ отверстій представляетъ больше трудностей вслѣдствіе того, что притиру нельзя сообщить продольнаго перемѣщенія, а безъ этого отдѣльныя крупинки наждака, двигаясь все по однимъ и тѣмъ же путямъ, прорѣзаютъ концентричныя канавки въ видѣ царапинъ. Кромѣ того наждакъ вслѣдствіе центробѣжной силы собирается на болѣе широкомъ концѣ притира, вслѣдствіе чего конусъ отверстія получается не совсѣмъ правильный. Чтобы избѣжать царапанія, нужно притиръ все время вкладывать и вынимать изъ отверстія. Чтобы устранить второй недостатокъ, на поверхности притира должна быть проточена винтовая канавка, которая заставляла бы масло двигаться по поверхности отъ основанія къ вершинѣ конуса. Если вращеніе притира происходитъ по направленію стрѣлки x или y (фиг. 727), то направленіе канавки должно бы быть такое, какое показано на фиг. 727. Чтобы получить вполнѣ точное отверстіе, нужно перемѣнить нѣсколько притировъ. Наждакъ для коническихъ отверстій долженъ употребляться болѣе мелкій, чѣмъ для цилидрическихъ.



Фиг. 727.

506. — Притирка внѣшнихъ поверхностей. Притиръ приготовляется въ видѣ кольца, внутренняя поверхность котораго можетъ быть облицована свинцомъ или латунью. Кольцо дѣлается разрѣзнымъ и стягивается при помощи болта, чтобы можно было уменьшать діаметръ притира по мѣрѣ того, какъ онъ срабатывается. Ширина кольца должна быть 25—30 мм. Если діаметръ притира значителенъ и его трудно держать въ рукѣ, тогда къ притиру можетъ быть придѣлана ручка (фиг. 728).

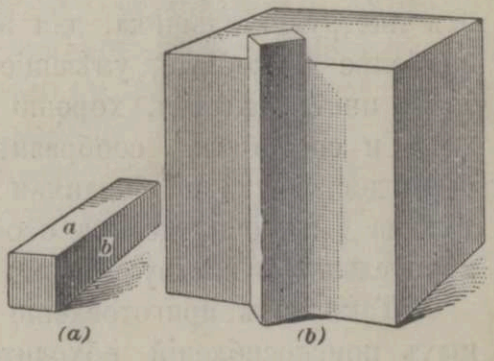
При помощи притирки отдѣлываются поверхности довольно крупныхъ издѣлій, которыя за недостаткомъ спеціальныхъ машинъ не могутъ быть отдѣланы при помощи шлифовки. Такъ, напримѣръ, при помощи притирки часто отдѣлываются внутреннія поверхности цилиндрическихъ золотниковъ. Притиръ, приготовленный изъ чугуна, имѣющій форму золотника, смазывается масломъ, посыпается наждакомъ и имъ притирается цилиндрическая поверхность, въ которой будетъ работать золотникъ. Притиръ двигается взадъ и впередъ и понемногу поворачивается. На нѣкоторыхъ заводахъ для подобной работы строятся даже спеціальные станки.



Фиг. 728.

Для точной обработки части вогнутой цилиндрической поверхности можетъ быть приготовленъ притиръ, который прикрѣпляется къ полосѣ, ставится на центры токарнаго станка, а издѣліе прикрѣпляется къ суппортной доскѣ и такимъ образомъ притирается.

507.—Притирка плоскихъ поверхностей производится точно также при помощи плоскихъ притировъ, выстроганныхъ изъ чугуна. Притирать нужно, двигая притиръ по всѣмъ направленіямъ. При этомъ нужно слѣдить, чтобы не слишкомъ усиленно тереть въ однихъ мѣстахъ по сравненію съ другими. Притиръ во время притиранія нѣсколько разъ перестрогивается, такъ какъ онъ срабатывается и теряетъ правильную форму довольно скоро.



Фиг. 729.

При притиркѣ плоскихъ поверхностей очень легко скруглить углы у граней. Для предупрежденія этого могутъ примѣняться различныя приспособленія. Напримѣръ, если требуется притереть поверхность призмы (фиг. 729 *a*) такъ, чтобы ея торцевыя поверхности были перпендикулярны къ поверхностямъ *a* и *b*, такую призму пришлось бы тереть по притиру узкой поверхностью, и если эта работа производится въ ручную, то очень легко было бы, слегка перекашивая призму, скруглить ея углы; для предупрежденія этого призма можетъ быть прикрѣплена къ деревянному кубу (фиг. 729 *b*), въ которомъ сдѣланъ прорѣзъ, къ этому прорѣзу приткнута призма и какъ-нибудь привязана, послѣ этого можно свободно тереть призмой вмѣстѣ съ кубомъ по притиру, не опасаясь, что она перекосится, такъ какъ опорная поверхность получается уже достаточна большая.

ГЛАВА VIII.

Приготовленіе инструментовъ.

При работахъ на всѣхъ машинахъ, которыя были разсмотрѣны въ предыдущихъ главахъ, примѣнялись различные рѣжущіе инструменты, и различныя приспособленія для производства работы болѣе точно, быстро и удобно. Приготовленіе всѣхъ подобныхъ инструментовъ и приспособленій лежитъ на обязанности особаго отдѣленія механическихъ заводовъ, извѣстнаго подъ названіемъ *инструментальной*. Работы въ этомъ отдѣленіи по существу остаются тѣ же, но, въ силу очень высокихъ требованій точности, для выполненія ихъ должны прилагаться особые методы. Уже не разъ указывалось, что для полученія точной и экономной работы необходимо, чтобы вспомогательныя средства отличались высокимъ качествомъ, а потому при исполненіи инструментовъ требуется особое искусство, аккуратность и примѣненіе особыхъ пріемовъ. Напримѣръ, задача просверлить два отверстія на извѣстномъ разстояніи другъ отъ друга будетъ рѣшаться различными способами въ томъ случаѣ, когда это разстояніе должно быть соблюдено съ точностью до 0,5 мм., что достаточно для многихъ работъ въ машиностроеніи, и въ томъ случаѣ когда точность требуется до 0,005 мм., что очень часто требуется при исполненіи инструментовъ. Въ виду такой точности работы, требующейся отъ инструментальщика, для этихъ работъ должны выбираться рабочіе наиболѣе способные, умѣющіе хорошо обращаться съ тонкими мѣрительными инструментами, хорошо разбираться въ довольно сложныхъ чертежахъ и способныхъ сообразить, какъ должна вестись работа, чтобы была достигнута необходимая точность выполненія. Инструментальная должна быть оборудована особо точными машинами-орудіями и точными мѣрительными инструментами.

Такъ какъ приготовленіе инструментовъ и другихъ вспомогательныхъ приспособленій обходится довольно дорого, то всегда, прежде чѣмъ приступить къ исполненію такого приспособленія, необходимо выяснить, окупятся ли понесенныя на его приготовленіе затраты выгодами, которыя получатся отъ примѣненія приспособленія. Обыкновенно такіе инструменты какъ калибры, фрезеры, мечики, развертки и другіе имъ подобные рѣжущіе инструменты изготовляются на спеціальныхъ заводахъ и въ большинствѣ случаевъ какъ въ смыслѣ качества, такъ и въ смыслѣ ихъ стоимости будетъ выгоднѣе пріобрѣтать ихъ именно отъ этихъ спеціальныхъ заводовъ, на долю же инструментальной главнымъ образомъ будетъ выпадать забота о поддержаніи этихъ инструментовъ въ исправномъ состояніи и въ приготовленіи спеціальныхъ инструментовъ и приспособленій для производящихся на заводѣ работъ.

Способы измѣренія.

508. При изготовленіи инструментовъ требуется очень большая степень точности, а потому для измѣренія при такихъ работахъ должны примѣняться и очень точные мѣрительные инструменты. Въ хорошо оборудованныхъ инструментальныхъ должны имѣться **провѣрочные калибры**, исполненные съ точностью до 0,0005 мм. *Такіе калибры*, употребляемые только для повѣрки мѣрительныхъ инструментовъ, примѣняемыхъ при работѣ, *должны очень бережно храниться*. У инструментальщиковъ должна быть развита способность точно измѣрять или сравнивать одинъ калибръ съ другимъ. Искусные инструментальщики способны при помощи чувства осязанія различать разницу въ 0,0005 мм. Вообще же въ инструментальной точныя работы не исполняются съ точностью меньшей 0,0025 мм., что различается довольно легко.

509. Накопленіе погрѣшностей при измѣреніяхъ. При работахъ очень часто случается повторять измѣренія, отсчитывая ихъ отъ предыдущихъ, при этомъ легко можетъ накопиться значительная погрѣшность, хотя каждое измѣреніе въ отдѣльности произведено и очень точно. Чтобы пояснить это, положимъ, что намъ нужно расположить на плоскости нѣсколько цилиндровъ, такъ чтобы центры ихъ лежали на одной прямой и на извѣстномъ разстояніи отъ данной точки. Если мы возьмемъ мѣрительный инструментъ (калибръ), при помощи котораго мы можемъ измѣрить нужное разстояніе между двумя цилиндриками, то помѣщая калибръ между цилиндриками, мы можемъ ихъ установить и закрѣпить на плоскоски съ большой точностью; затѣмъ можемъ при помощи того же калибра установить относительно второго цилиндрика—третій, относительно третьяго—четвертый и т. д. Разстояніе между цилиндриками будетъ установлено очень точно, но разстояніе между крайними цилиндриками не будетъ выполнено съ той же точностью, вслѣдствіе постепеннаго накопленія погрѣшностей при установкѣ отдѣльныхъ цилиндриковъ.

Эти погрѣшности могутъ заключаться:

1. Въ неточностяхъ мѣрительнаго инструмента.
2. Въ неточныхъ размѣрахъ самихъ цилиндриковъ.
3. Въ неточности измѣренія.

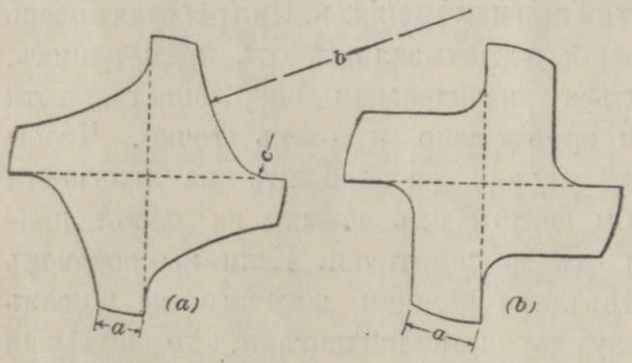
Если бы мы имѣли мѣрительный инструментъ, которымъ можно было измѣрить разстояніе между крайними цилиндриками, то этимъ самымъ повторенія погрѣшностей мы могли избѣжать, и установку крайнихъ цилиндриковъ мы получили бы съ той же точностью какъ и установку отдѣльныхъ цилиндриковъ.

Приведенный примѣръ указываетъ, что при производствѣ подобнаго рода работъ необходимо имѣть въ виду возможность накопленія погрѣш-

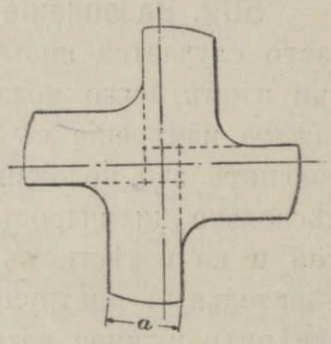
ностей, и потому всегда слѣдуетъ стараться производить суммарное измѣреніе и затѣмъ уже разбивать его на частичныя измѣренія; при этомъ точность измѣренія получится значительно больше.

Приготовленіе мечиковъ [1]).

Мечикъ представляетъ, какъ извѣстно, винтъ, приготовленный изъ инструментальной стали, при помощи котораго нарѣзается рѣзьба въ гайкахъ. Чтобы образовать рѣжущія ребра и получить вмѣстилища для образующихся стружекъ, вдоль мечиковъ прорѣзаются канавки. Такихъ канавовъ для мечиковъ до 50 мм. прорѣзается обыкновенно 4. При большихъ размѣрахъ нѣкоторые инструментальщики считаютъ достаточнымъ оставить 4 канавки, нѣкоторые же дѣлаютъ ихъ 5. Вообще 4 канавки вполнѣ достаточны для мечиковъ всѣхъ размѣровъ, которые нарѣзаютъ рѣзьбу сразу до конца. Но мечики, которые назначены



Фиг. 730.



Фиг. 731.

спеціально для нарѣзанія инструментальныхъ плашекъ, и которыми снимается только отдѣлачная стружка, послѣ того какъ рѣзьба предварительно нарѣзана обыкновеннымъ мечикомъ меньшаго размѣра, такіе спеціальные мечики или **переводники** имѣютъ отъ 6 до 8 канавокъ.

510. Профиль канавокъ. Профиль канавокъ изображенъ на фиг. 730. Профиль фиг. (*a*) вообще лучше, такъ какъ при немъ получается болѣе прочный мечикъ, который къ тому же не такъ легко трескается при закаливаніи. Профиль составляется изъ двухъ дугъ круга. Радіусъ большей дуги *b* берется равнымъ діаметру мечика, а радіусъ *c* меньшей дуги $^1/_6$ діаметра. Большой точности въ этомъ отношеніи не преслѣдуется и однимъ и тѣмъ же фрезеромъ могутъ нарѣзаться мечики нѣсколькихъ близкихъ другъ къ другу діаметровъ.

Профиль фиг. (*b*) болѣе распространенъ, хотя приготовленные такимъ образомъ мечики менѣе прочны и требуютъ большого усилія при нарѣзкѣ. Чтобы сообщить мечику большую крѣпость, размѣръ *a* во вто-

---

[1]) Относительно приготовленія мечиковъ см. статьи въ Machinery Jan. 1905, March.—1905, Sept. 1905; 169—11—07; 524—4—08. Спеціальн. и расшир. мечики—Mach. 779—7—08. Фабричное приготовленіе мечиковъ Mach. 343—1—09; 435—2—09; также American Machinist 881—1911 г.

ромъ случаѣ приходится дѣлать больше, чѣмъ въ первомъ, а это вызываетъ большее треніе. Профиль составляется изъ прямой линіи и закругленія по дугѣ круга съ радіусомъ, равнымъ приблизительно $^1/_8$ діам. мечика.

Вообще у мечиковъ, назначенныхъ для нарѣзанія рѣзьбы въ различныхъ металлахъ, уголъ рѣзанія дѣлается равнымъ 90°, такъ что рѣжущая грань совпадаетъ съ радіусомъ (фиг. 730). Только у мечиковъ, назначенныхъ спеціально для нарѣзки бронзы, уголъ рѣзанія дѣлается нѣсколько больше 90°, такъ что рѣжущая грань выступаетъ нѣсколько впередъ параллельно среднему діаметру, какъ показано на фиг. 731, при этомъ нарѣзка получается болѣе чистая и устраняется заѣданіе мечика. Выступъ обыкновенно дѣлается отъ $^1/_{15}$ до $^1/_{10}$ діам. мечика.

При исполненіи различаются два сорта мечиковъ для *ручной* и для *машинной* нарѣзки.

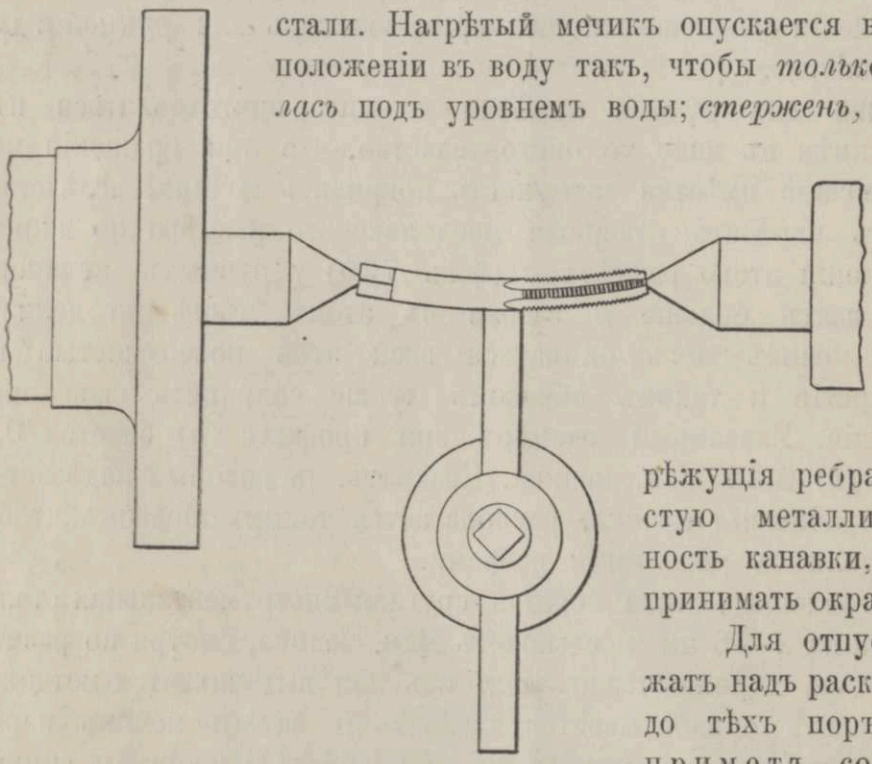
511. Мечики для ручной нарѣзки должны приготовляться нѣсколько иначе, имѣя въ виду то обстоятельство, что при вращеніи мечика отъ руки всегда имѣется склонность покривить мечикъ, вслѣдствіе чего онъ можетъ нарѣзать отверстіе неодинакового размѣра по длинѣ. Для предупрежденія этого размѣръ *a* (фиг. 730) у ручныхъ мечиковъ долженъ быть взятъ больше и зазора въ этомъ мѣстѣ не должно дѣлаться, чтобы мечикъ могъ опираться всей этой поверхностью на нарѣзаемое отверстіе и такимъ образомъ лучше сохранять свое правильное положеніе. Указанный размѣръ при профилѣ (*a*) берется 0,2 *a* при профилѣ (*b*) 0,25 діам. мечика. Квадратъ, на который надѣвается ключъ, для поворачиванія мечика, располагается такимъ образомъ, чтобы углы его совпадали съ рѣжущими ребрами.

Для приготовленія мечика берется круглая инструментальная сталь, діаметръ которой на 2—6 мм. превышаетъ діам. мечика, смотря по размѣрамъ мечика. Сталь хорошо отжигается, изъ нея вытачивается метчикъ, на фрезовой машинѣ обрабатывается квадратъ и затѣмъ мечикъ нарѣзается. Нарѣзка должна производиться при смазкѣ масломъ и снимая тонкую стружку, чтобы получить очень гладкую поверхность. Нѣкоторые инструментальщики сначала нарѣзаютъ мечикъ однимъ рѣзцомъ, оставляя слой 0,05—0,075 мм. и затѣмъ сообщаютъ окончательную отдѣлку при помощи гребенки. Если не требуется большой точности, то мечики малаго размѣра могутъ быть нарѣзаемы при помощи плашекъ. Острыя плашки при обильной смазкѣ масломъ даютъ очень хорошую нарѣзку, но при этомъ нужно имѣть въ виду, что *при нарѣзаніи плашками, которыя навинчиваются сами собой*, а не передвигаются ведущимъ винтомъ, *шагъ нарѣзаемаго винта получается всегда нѣсколько больше, чѣмъ шагъ нарѣзки у плашекъ*.

У нарѣзаннаго мечика конецъ стачивается на конусъ;—степень коничности выбирается въ зависимости отъ того, для чего назначается мечикъ, см. стр. 302. Послѣ этого вырѣзаются канавки, что лучше всего можетъ быть сдѣлано на фрезовой машинѣ, устанавливая мечикъ

на центры дѣлительной головки. Когда канавки прорѣзаны, нужно мелкимъ личнымъ подпилкомъ зачистить заусенцы на рѣжущихъ граняхъ, затѣмъ для мечиковъ большихъ 6 мм. въ діам. полезно нѣсколько спилить часть, заточенную на конусъ, такимъ образомъ, чтобы образовался уголъ зазора при рѣзаніи. На гладкой цилиндрической части штампуется размѣръ мечика, и число нарѣзокъ на единицѣ длины, послѣ чего мечикъ готовъ къ закалкѣ.

Закаливать мечики, при отсутствіи болѣе совершенныхъ приспособленій, слѣдуетъ, нагрѣвая ихъ внутри газовой трубки, которая подвергается непосредственному дѣйствію огня; при такомъ способѣ можно достичь довольно равномѣрнаго нагрѣва и не подвергать мечикъ окислительному дѣйствію пламени. Нагрѣвъ слѣдуетъ производить по возможности низкій насколько это допускаетъ сортъ стали. Нагрѣтый мечикъ опускается въ вертикальномъ положеніи въ воду такъ, чтобы *только нарѣзка скрылась* подъ уровнемъ воды; *стержень, на который надѣвается воротокъ остается незакаленнымъ.*



Фиг. 732.

Послѣ закала канавки шлифуются наждаковымъ кругомъ, чтобы заострить рѣжущія ребра и получить чистую металлическую поверхность канавки, которая должна принимать окраску при отпускѣ.

Для отпуска мечикъ держатъ надъ раскаленными углями до тѣхъ поръ, пока онъ не приметъ соломенно-желтый цвѣтъ, послѣ чего мечикъ оставляютъ остывать.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда не имѣется наждачнаго круга, поверхность канавокъ очищаютъ при помощи наждачнаго полотна, при этомъ нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы полотно не терлось около рѣжущихъ граней, такъ какъ при этомъ рѣжущія ребра непремѣнно притупятся.

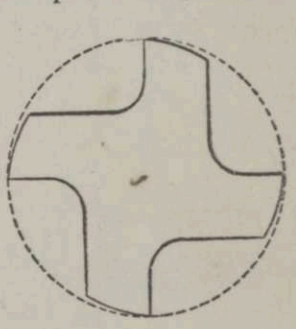
512. Искаженіе мечика при закалкѣ. Вслѣдствіе закалки почти всегда размѣры мечика измѣняются, хотя и на очень небольшую величину (измѣненіе не превосходитъ 0,002), такъ что такимъ измѣненіемъ размѣра можно пренебречь для большинства производимыхъ работъ. Деформаціи мечика тѣмъ меньше, чѣмъ меньше нагрѣвъ при закалкѣ.

При закалкѣ мечики *могутъ* сильно *покривиться*. Для выпрямленія ихъ можетъ быть примѣненъ слѣдующій пріемъ. Мечикъ зажимается между центрами самоточки и къ выпуклой его части подводится стер-

жень, закрѣпленный въ суппортѣ, какъ показано на фиг. 732. Мечикъ обмазывается масломъ (лардомъ) и нагрѣвается при помощи бунзеновской или спиртовой горѣлки, пока масло не начнетъ дымиться. Тогда продвигая суппортъ въ поперечномъ направленіи, заставляютъ мечикъ прогнуться въ обратномъ направленіи на ту же величину, и, поливая его на станкѣ холодной водой, быстро охлаждаютъ. Повторяя такую операцію нѣсколько разъ, можно мечикъ выправить очень хорошо. Такимъ же способомъ могутъ выправляться и другія закаленныя издѣлія.

Выправленіе мечика должно производиться до его отпуска.

513. Машинные мечики. Такъ какъ мечики, приводимые въ движеніе машиной, получаютъ отъ самой машины правильное направленіе, то нѣтъ необходимости принимать тѣхъ мѣръ для сообщенія устойчивости мечика, какія были указаны для ручныхъ мечиковъ, а потому размѣръ *a* (фиг. 730) можетъ быть сдѣланъ меньше и нарѣзка слегка спилена подпилкомъ, чтобы получился уголъ зазора, какъ показано пунктиромъ на фиг. 733. При этомъ мечикъ испытываетъ меньше тренія и движется болѣе легко. Зазоръ слѣдуетъ дѣлать самый незначительный, иначе въ него могутъ попадать опилки при нарѣзкѣ рѣзьбы и мѣшать работѣ.



Фиг. 733.

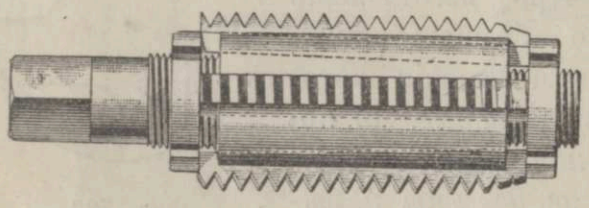
514. Коническіе мечики. При изготовленіи коническихъ мечиковъ необходимо обращать вниманіе на два обстоятельства, при несоблюденіи которыхъ мечики получатся недоброкачественные. 1) *Коническіе мечики должны имѣть значительный уголъ зазора* и 2) *коническіе мечики не должны нарѣзаться при помощи смѣщенія центровъ самоточки.* Несоблюденіе перваго условія ведетъ къ тому, что мечикъ не рѣжетъ, а защемляется въ металлъ; при несоблюденіи второго условія нарѣзка получается неправильная, какъ это объяснено на стр. 160. *При нарѣзкѣ рѣзецъ долженъ ставиться перпендикулярно къ оси конуса, а не къ образующей.*

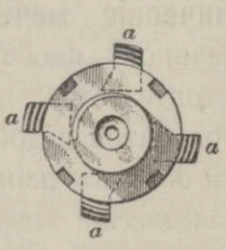
Если мы установимъ станокъ для нарѣзки рѣзьбы по образующей конуса, предполагая, что нарѣзка производится на смѣщенныхъ центрахъ, тогда по направленію оси конуса шагъ получится меньше. Обозначая черезъ 2α уголъ у вершины конуса, черезъ T шагъ по образующей конуса, шагъ по направленію оси будетъ $t = T\cos\alpha$, такъ что отношеніе шаговъ $t:T = \cos\alpha$. При незначительныхъ углахъ разница получается очень малая, но, напр., при углѣ $\alpha = 8^0$ разница получается уже равной $t:T = 0{,}9902$, т.-е. въ $1\,^0/_0$, что уже даетъ большую неточность.

515. Плашечные мечики переводники служатъ для нарѣзанія рѣзьбы въ плашкахъ, отличаются тѣмъ, что имѣютъ больше канавокъ, — обыкновенно 6—8. Если мечики назначаются для нарѣзанія сплошныхъ, цѣльныхъ плашекъ, имъ придаютъ точный размѣръ. Мечики, назначенные для нарѣзанія раздвижныхъ плашекъ, должны имѣть размѣръ нѣсколько больше противъ нормы, а именно ихъ діаметръ можетъ быть больше на двойную глубину рѣзьбы. Плашка, нарѣзанная такимъ, болѣе толстымъ метчикомъ,

когда она будетъ сдвинута при нарѣзаніи болта, получитъ при этомъ необходимый уголъ зазора и будетъ болѣе легко рѣзать. Выполняться плашечные мечики должны съ большой точностью и аккуратностью, такъ какъ всякая неточность въ мечикѣ повлечетъ еще большую неточностъ въ плашкѣ, а послѣдняя будетъ рѣзать совсѣмъ плохую рѣзьбу. Цилиндрическіе плашечные мечики могутъ приготовляться безъ угла зазора. Коническіе же мечики должны непремѣнно имѣть этотъ уголъ, какъ объ этомъ уже было сказано раньше.

516. Мечики для нарѣзанія гребенокъ дѣлаются цилиндрическими, нарѣзка ихъ должна быть въ три раза длиннѣе, чѣмъ длина нарѣзаемой гребенки. На мечикѣ дѣлается большое число (до 12) мелкихъ канавокъ. При нарѣзкѣ гребенки мечикъ устанавливается на центрахъ самоточки, а гребенка зажимается въ суппортъ, такимъ образомъ, чтобы ея верхняя грань была около 2-хъ мм. выше центральной линіи. При этомъ мечикъ такъ нарѣжетъ рѣзьбу, что у гребенки получится надлежащій уголъ зазора. Вращеніе мечика производится при помощи поводка, поэтому мечикъ долженъ имѣть такіе размѣры, чтобы на него удобно было посадить поводокъ. Для обычныхъ размѣровъ гребенокъ мечикъ долженъ имѣть около 30 мм. діам., длину нарѣзки около 50 мм. и длину стержня около 30 мм.





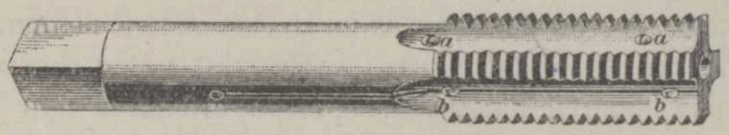
Фиг. 734.

517. Расширяющіеся мечики Когда требуется нарѣзать отверстія съ большой точностью, какъ напримѣръ при массовомъ производствѣ, тогда примѣненіе обыкновенныхъ мечиковъ оказывается невозможнымъ. Хотя мечикъ до закалки можетъ быть приготовленъ съ большой точностью (до 0,0025 мм.), но послѣ закалки онъ можетъ измѣнить свои размѣры и окажется неудовлетворительнымъ; компенсировать деформацію мечика при заказѣ предворительнымъ измѣненіемъ размѣровъ невозможно, такъ какъ напередъ неизвѣстно какъ деформируется мечикъ, его размѣры при закалкѣ могутъ увеличиться, уменьшиться или остаться безъ перемѣны. Поэтому чтобы можно было выполнить издѣлія съ намѣченною степенью точности, необходимо примѣнять расширяющіеся мечики, размѣры которыхъ можно точно устанавливать и снимать ими отдѣлочную стружку, сообщая нарѣзкѣ окончательные точные размѣры.

Примѣръ расширяющагося мечика представленъ на фиг. 734. Онъ состоитъ изъ 4-хъ гребенокъ, которыя закрѣплены въ прорѣзахъ цилиндрическаго стержня. Дно прорѣзовъ идетъ наклонно къ оси стержня, такъ что, передвигая гребенки вдоль стержня, при помощи двухъ установительныхъ гаекъ, расположенныхъ съ обоихъ концовъ гребенокъ, тѣмъ самымъ измѣняется діаметръ мечика. Такіе мечики обыкновенно не дѣ-

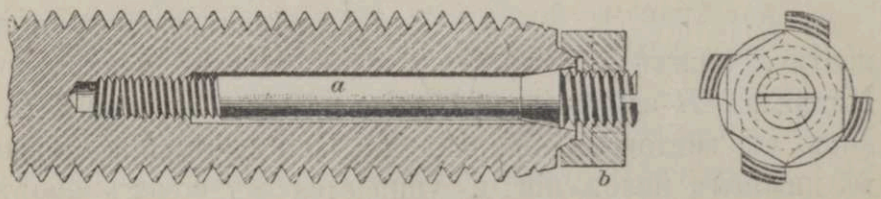
лаются меньше 25 мм., такъ какъ при этомъ внутренній стержень выходитъ слишкомъ тонкимъ.

При изготовленіи такого мечика прежде всего вытачивается внутренній стержень (при малыхъ размѣрахъ изъ инструментальной стали, при большихъ изъ машинной стали). Затѣмъ прорѣзаются продольныя канавки, что наиболѣе удобно можетъ быть сдѣлано на шепингѣ. По концамъ нарѣзается рѣзьба. Гайки нарѣзаются и облицовываются, не снимая со станка, чтобы торцевая поверхность была точно нормальна къ оси нарѣзки. Нарѣзку гайки надо дѣлать очень аккуратно, чтобы она плотно находила на винтъ. Пластинки для гребенокъ приготовляются на фрезовой или строгальной машинѣ и плотно пригоняются въ прорѣзы. Пригонка должна быть настолько тугая, чтобы торцы вставленныхъ въ прорѣзъ пластинокъ можно было облицовать на токарномъ станкѣ и чтобы всѣ пластинки получились одинаковой длины. Затѣмъ надѣваются обѣ гайки, зажимая пластинки, послѣ чего пластинки могутъ быть обточены до надлежащаго діаметра, нарѣзана рѣзьба и съ одного конца пластинки сточены на конусъ, какъ у обыкновенныхъ мечиковъ. Послѣ этого пластинки вынимаются; подпилкомъ придается небольшой уголъ зазора; пластинки закаливаются и отпускаются до желто-соломеннаго цвѣта. Если при закалѣ пластинки покоробятся, ихъ нужно выправить указаннымъ выше способомъ. Если стержень приготовленъ изъ машинной стали, то для сообщенія квадрату, на который надѣвается воротокъ, большей твердости, въ этомъ мѣстѣ стержню можно сообщить поверхностный закалъ.



Фиг. 735.

На фиг. 735 представлена очень простая конструкція расширяющагося мечика. Какъ видно мечикъ имѣетъ продольный прорѣзъ, въ который ввинчены двѣ коническихъ шпильки *bb*. При завинчиваніи этихъ шпилекъ мечикъ расширяется. Чтобы удерживать размѣръ мечика въ установленныхъ нормахъ, имѣются двѣ шпильки *aa*, которыя стягиваютъ разрѣзанныя части мечика вмѣстѣ.



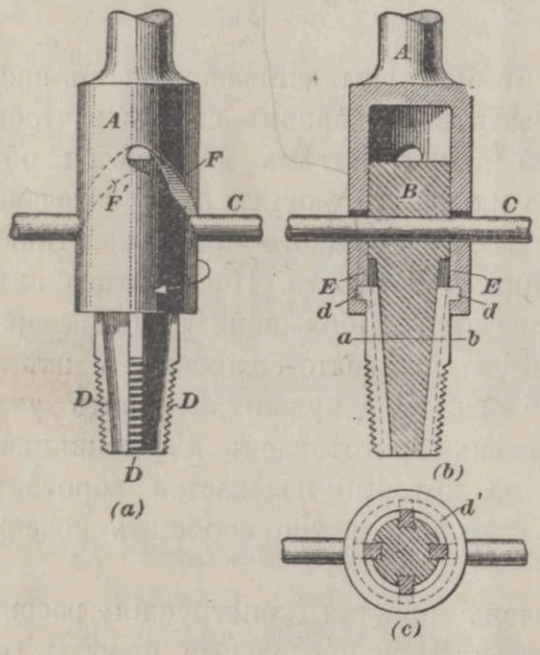
фиг. 736.

На фиг. 736 представлена еще одна конструкція расширяющагося мечика. Мечикъ разрѣзанъ по діаметральной плоскости; внутрь его вставлена шпилька *a*, которая конической головкой производитъ расширеніе мечика. Для скрѣпленія обѣихъ частей вмѣстѣ на конецъ надѣвается гайка *b*, которая опирается на конусъ и стягиваетъ обѣ половинки. Діаметральный разрѣзъ долженъ продолжаться дальше нарѣзки и закан-

чиваться круглымъ отверстіемъ. Продольный прорѣзъ нужно дѣлать уже послѣ того, какъ нарѣзана рѣзьба и прорѣзаны канавки.

518. Мечики съ прямоугольной нарѣзкой приготовляются такъ же какъ и съ треугольной. Если такой мечикъ употребляется для прорѣзанія рѣзьбы въ цѣльномъ матеріалѣ, то ему нужно сообщать большой уголъ зазора, иначе онъ будетъ работать съ большимъ сопротивленіемъ. Если же мечикъ употребляется для снятія отдѣлочной стружки въ уже ранѣе прорѣзанной рѣзьбѣ, то уголъ зазора можетъ быть самый незначительный.

519. Раздвижные мечики отличаются тѣмъ, что ихъ діаметръ можетъ быстро измѣняться на значительную величину, такъ что мечикъ можно вынуть изъ нарѣзаннаго отверстія, не вывертывая мечика. Такіе мечики примѣняются на револьверныхъ станкахъ при нарѣзкѣ крупныхъ отверстій (болѣе 30 мм.). Выгода ихъ примѣненія — сохраненіе времени, нужнаго для обратнаго вывинчиванія мечика послѣ нарѣзки.



Фиг. 737.

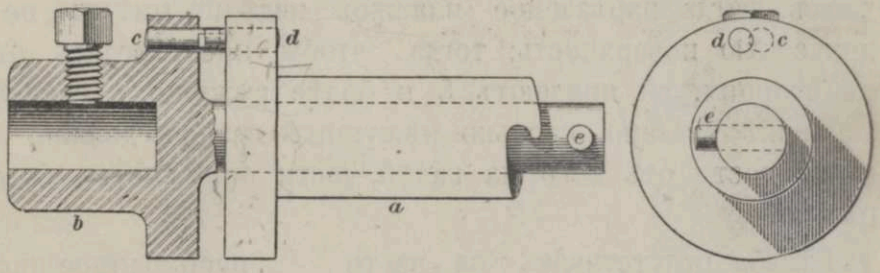
Конструкція такого мечика представлена на фиг. 737. Мечикъ назначенъ для нарѣзки коническихъ отверстій въ бронзовыхъ деталяхъ. Мечикъ состоитъ изъ пустотѣлаго цилиндра A, внутри котораго помѣщается цилиндръ B съ коническимъ концомъ. На конусѣ сдѣланы прорѣзы E, въ которые вставлены гребенки D. Верхніе концы гребенокъ выполнены въ видѣ крючковъ d, которые помѣщаются въ кольцевомъ прорѣзѣ. При подъемѣ цилиндра B вверхъ гребенки движутся въ прорѣзахъ конуса и приближаются къ центру, такимъ образомъ внѣшній діаметръ мечика сразу уменьшается. Цилиндръ B закрѣпленъ отъ вращенія стержнемъ C, который проходитъ въ винтовомъ прорѣзѣ F. При нарѣзаніи стержень C находится въ нижнемъ положеніи и упирается въ конецъ прорѣза F. Когда нарѣзка окончена, стержень C поворачиваютъ, при чемъ онъ, двигаясь по винтовому прорѣзу, подымаетъ цилиндръ B вверхъ.

Описанный мечикъ приготовляется тѣми же способами, какъ и мечикъ фиг. 734. Здѣсь новой деталью для исполненія является прорѣзаніе канавки F, которая должна выполняться на фрезовомъ станкѣ при помощи торцевого фрезера.

Раздвижные мечики могутъ выполняться весьма разнообразно. Такъ, напр., для нарѣзанія глухихъ отверстій мечикъ можетъ быть устроенъ такимъ образомъ, что передвиженіе внутренняго конуса будетъ производиться упоромъ его въ дно отверстія.

Раздвижные мечики могутъ устраиваться также подобно тому какъ устраиваются универсальные патроны для сверлилокъ см. стр. 266, фиг. 449.

520. Патронъ для мечиковъ, при нарѣзаніи отверстій опредѣленной глубины. На стр. 181 была описана коробка для закрѣпленія плашекъ при машинной нарѣзкѣ винта, опредѣленной длины; на фиг. 738 представленъ подобный же патронъ для закрѣпленія мечиковъ. Патронъ состоитъ изъ втулки *a*, которая вставляется, напримѣръ, въ головку револьвернаго станка; внутри втулки помѣщенъ свободно двигающійся стержень, оканчивающійся расширенімъ *b*, въ которое и закрѣпляется мечикъ при помощи нажимного винта. Въ расширенной части стержня вставлена шпилька *c*, точно также во втулкѣ вставлена шпилька *d*, обѣ расположены на одинаковомъ разстояніи отъ оси патрона. Нарѣзаніе происходитъ слѣдующимъ образомъ. Патронъ, закрѣпленный въ головкѣ револьвернаго станка, со вставленнымъ мечикомъ, придвигается вмѣстѣ съ головкой къ нарѣзаемой гайкѣ. Какъ только мечикъ соприкоснется съ вращающейся гайкой, такъ вслѣдствіе тренія онъ увлекается во вращеніе и вращается до тѣхъ поръ, пока шпилька *c* не упрется въ шпильку *d*, послѣ чего мечикъ перестаетъ вращаться и, двигаясь поступательно вмѣстѣ съ головкой револьвернаго станка, рѣжетъ рѣзьбу.



Фиг. 738.

Когда револьверная головка упирается въ остановъ и останавливается, вмѣстѣ съ ней останавливается, слѣдовательно, и втулка *a*; тогда мечикъ продолжаетъ ввинчиваться въ гайку и выдвигается при этомъ изъ втулки *a* до тѣхъ поръ, пока шпилька *c* не соскочетъ со шпильки *d*. Послѣ чего мечикъ начинаетъ вращаться вмѣстѣ съ гайкой и нарѣзаніе прекращается. Устанавливая остановъ для револьверной головки на опредѣленномъ мѣстѣ, мы будетъ получать углубленіе мечика на опредѣленную величину. Затѣмъ шпинделю станка сообщается обратный ходъ, вмѣстѣ съ этимъ и мечикъ вращается въ обратномъ направленіи. Это будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока при обратномъ передвиженіи револьверной головки штифтъ *e* не упрется въ имѣющійся на торцѣ втулки *a* зубъ, который остановитъ вращеніе мечика и послѣдній начнетъ вывинчиваться изъ нарѣзанной гайки.

При выполненіи такого патрона можетъ встрѣтится затрудненіе въ приготовленіи винтовой поверхности на торцѣ втулки *a*. Эта работа можетъ быть произведена на самоточкѣ. Вставляя въ суппортъ какой-нибудь инструментъ съ остреемъ, намѣчаютъ на втулкѣ винтовую линію; затѣмъ сверлятъ рядъ отверстій, срубаютъ излишній матеріалъ зубиломъ и окончательную отдѣлку поверхности производятъ рѣзцомъ для пря-

моугольной нарѣзки (фиг. 251, стр. 157), поворачивая шпиндель станка отъ руки. Направленіе винтовой поверхности должно быть такое же, какъ и мечика (правый или лѣвый); размѣръ шага дѣлается въ 1,5 діаметра штифта *c*. Размѣры втулки *a* опредѣляются размѣрами отверстія въ револьверной головкѣ. Діам. внутренняго стержня берется около $^5/_8$ отъ діам. втулки; діам. шпилекъ *c*, *d*, и *e* берется около $^1/_3$ отъ діам. втулки.

Приготовленіе плашекъ [1]).

521. Плашкой называется особымъ образомъ приготовленная гайка, назначенная для нарѣзанія винтовъ. Чтобы получить рѣжущія ребра и образовать вмѣстилище для стружекъ, на внутренней поверхности плашекъ дѣлаются продольные прорѣзы. Размѣръ плашки обозначаетея діаметромъ того винта, для нарѣзки котораго плашка назначена. Плашки меньше 100 мм. имѣютъ всегда 4 рѣжущихъ грани. При большихъ размѣрахъ плашекъ нѣкоторые инструментальщики дѣлаютъ 5 и болѣе рѣжущихъ граней, хотя въ этомъ необходимости нѣтъ. Плашкамъ необходимо сообщать болѣе 4-хъ рѣжущихъ граней лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда нарѣзаемое плашкой издѣліе имѣетъ не *полную* цилиндрическую поверхность; тогда, чтобы предупредить отклоненіе плашки въ сторону, ей придаютъ 5 и болѣе рѣжущихъ граней. Въ слѣдующей табличкѣ указано, сколько рѣжущихъ граней должна имѣть плашка въ зависимости отъ того, на какой части окружности будетъ отсутствовать рѣзьба.

Рѣзьба отсутствуетъ на части окружности	необходимое число рѣжущихъ реберъ на плашкѣ
0,04	5
0,08	6
0,15	7
0,17	8

Если у издѣлія болѣе 0,17 окружности остается безъ рѣзьбы, то нарѣзка плашками въ такомъ случаѣ не можетъ дать удовлетворительной работы.

Уголъ рѣзанія такъ же, какъ и у мечиковъ берется равнымъ 90°. Только у плашекъ, назначенныхъ спеціально для нарѣзки бронзы и мѣди, этотъ уголъ берется нѣсколько больше.

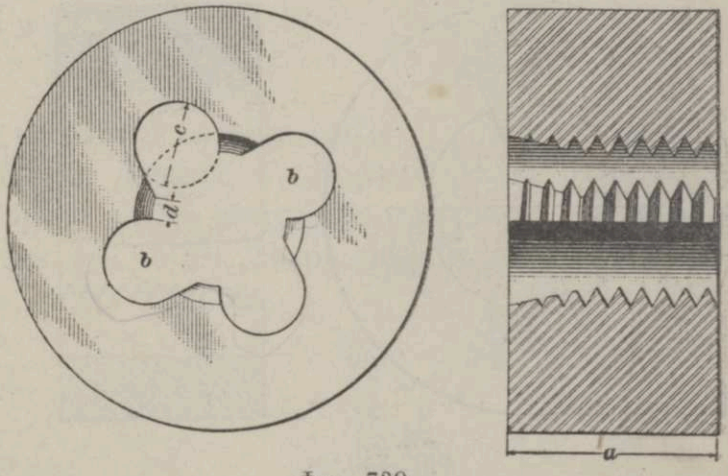
522. Цѣльныя плашки, т.-е. приготовленныя изъ одного куска стали, имѣютъ сравнительно малое примѣненіе. У такихъ плашекъ трудно поддерживать острыми рѣжущія ребра, трудно сообщить имъ точный размѣръ, а потому цѣльныя плашки примѣняются иногда въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется нарѣзать небольшое число винтовъ особыхъ размѣровъ, не требующихъ большой точности; для такой работы примѣненіе цѣльныхъ плашекъ будетъ умѣстно, такъ какъ изготовленіе ихъ не дорого. *Нарѣзка* цѣльныхъ плашекъ производится обыкновенно на

[1]) См. также Machinery 27 стр. Sept. 1908.

самоточкѣ; для провѣрки правильности нарѣзки необходимо предварительно нарѣзать винтъ, который будетъ служить калибромъ.

Конструкція цѣльной плашки представлена на фиг. 739. Внѣшній діам. зависитъ отъ размѣра патрона, въ которомъ плашка будетъ закрѣплена, но во всякомъ случаѣ внѣшній діам. долженъ быть по крайней мѣрѣ въ 2,5 раза больше, чѣмъ діам. нарѣзаемаго болта. Толщина плашки *a* берется 1,25 діам. нарѣзаемаго болта; при малыхъ плашкахъ этотъ размѣръ можетъ быть нѣсколько больше. Отверстія для образованія продольныхъ канавокъ дѣлаются круглыми; діам. ихъ берется 0,5 внутрен. діам. Центры этихъ окружностей расположены по окружности нарѣзаемаго болта. Съ одной стороны внутреннее отверстіе плашки получаетъ коническое уширеніе на протяженіи 2—3-хъ нарѣзокъ.

При изготовленіи такой плашки въ выточенномъ цилиндрѣ сверлится отверстіе, въ немъ нарѣзается рѣзьба; съ одной стороны дѣлается уширеніе. Затѣмъ въ отверстіе завинчивается заранѣе приготовленный болтъ, торецъ его сравнивается съ торцемъ плашки, размѣчаются круги для продольныхъ канавокъ и просверливается одна канавка, въ которую плотно вставляется стержень, чтобы при сверленіи остальныхъ канавокъ, вставленый болтъ не могъ повернуться. Когда канавки просверлены, болтъ вынимаютъ и полученныя рѣжущія грани зачищаютъ личнымъ напилкомъ.



Фиг. 739.

Плашку закаливаютъ и отпускаютъ до желто-соломеннаго цвѣта.

При исполненіи большого количества подобныхъ плашекъ нарѣзку ихъ болѣе выгодно производить приготовленнымъ спеціально мечикомъ (см. стр. 503). Внутреннее уширеніе плашки можетъ быть сдѣлано при помощи конической развертки еще до нарѣзки рѣзьбы. Просверливаніе продольныхъ канавокъ можетъ быть произведено безъ ввинчиванія болта, примѣняя спеціально устроенный кондукторъ, отверстія котораго будутъ направлять сверло.

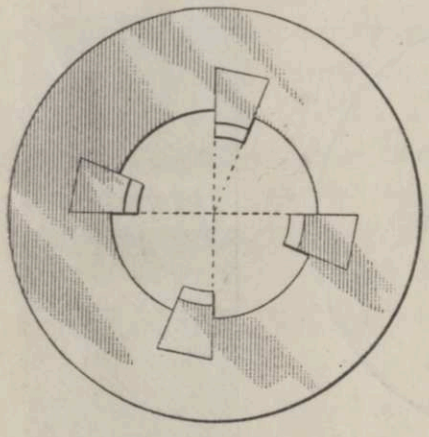
Для нарѣзки болтовъ болѣе 50 мм. цѣльныя **плашки** дѣлаются **со вставными гребенками**. Гребенки вставляются въ кольцо, приготовленное изъ чугуна или машинной стали, при этомъ получаются слѣдующія выгоды: уменьшается опасность испортить плашку при закалкѣ; гребенки могутъ легко натачиваться; при износѣ приходится мѣнять только гребенки, что обходится значительно дешевле.

Подобная плашка представлена на фиг. 740. Во внѣшнемъ кольцѣ продалбливаются канавки, въ которыя плотно пригоняются сталь-

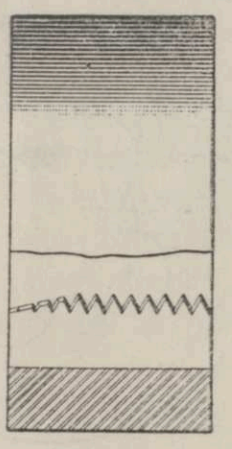
ныя пластинки, такъ что ихъ нужно въ канавки заколачивать ударами молотка. Торцевыя части пластинокъ затачиваются заподлицо съ торцевой частью кольца; затѣмъ нарѣзается рѣзьба, съ одной стороны 3—4 нарѣзки стачиваются на конусъ, послѣ чего гребенки выбиваются изъ кольца, зачищаются подпилкомъ, дѣлается уголъ зазора, производится закалка и отпускъ; послѣ закала гребенки вновь заколачиваются на свои мѣста (предварительно канавки и гребенки должны быть соотвѣтственно перемѣчены).

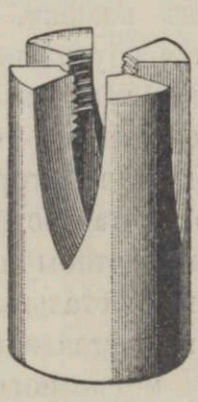
Для болтовъ большихъ 50 мм. плашки должны имѣть слѣдующіе размѣры. Если назовемъ черезъ d діам. нарѣзаемаго болта, тогда внѣшній діам. плашки $= 2{,}4\ d$, внутренній діам. кольца $= 1{,}3\ d$; ширина плашки $= 1{,}25\ d$; ширина гребенокъ (предполагая, что ихъ 4) $= {}^1/_{16}$ окружности нарѣзаемаго болта.

523. Раздвижныя плашки дѣлаются очень разнообразныхъ конструкцій. Обыкновенно такія плашки пріобрѣтаются готовыми отъ заводовъ, занимающихся спеціально изготовленіемъ по-



Фиг. 740.





Фиг. 741.

добныхъ издѣлій, такъ какъ въ смыслѣ стоимости и качества это будетъ выгоднѣе, чѣмъ приготовлять ихъ у себя на заводѣ. Въ способахъ изготовленія такихъ плашекъ никакихъ особенностей не имѣется, и инструментальщикъ, знакомый съ исполненіемъ цѣльныхъ плашекъ, сумѣетъ приготовить и раздвижную плашку по имѣющемуся образцу, а потому здѣсь больше о такихъ плашкахъ говорить не будемъ.

524. Пружинящія плашки. Такія плашки тоже выгоднѣе пріобрѣтать отъ спеціальныхъ заводовъ, тѣмъ не менѣе очень часто въ инструментальной приходится ихъ готовить, а потому сдѣлаемъ нѣкоторыя указанія по поводу ихъ приготовленія.

Пружинящая плашка представлена на фиг. 741. Она уже была описана на стр. 184, тамъ же былъ приведенъ чертежъ зажима (фиг. 298), безъ котораго такія плашки не употребляются. Для приготовленія плашки берется кусокъ инструментальной стали, вытачивается цилиндръ, просверливается отверстіе, которое нѣсколько уширяется, нарѣзается рѣзьба, съ конца нѣсколько нарѣзокъ (2 — 3) стачиваются на конусъ, затѣмъ плашка ставится на фрезовую машину и коническимъ фрезеромъ

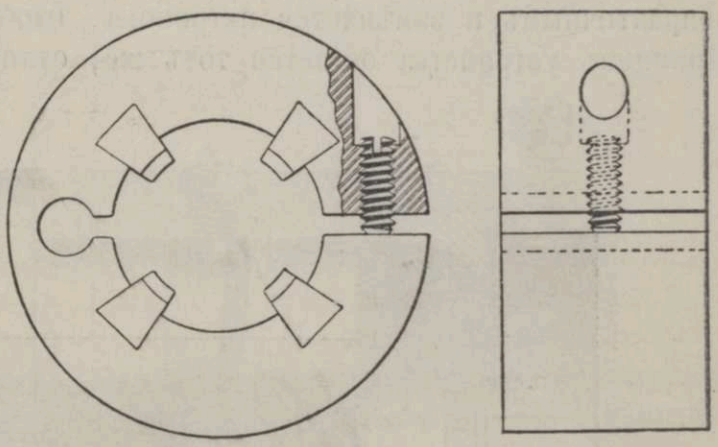
съ угломъ 45° прорѣзаются продольныя канавки; для уничтоженія заусенцовъ черезъ рѣзьбу можно пропустить мечикъ; всѣ рѣжущія грани нужно зачистить личнымъ подпилкомъ, конусъ спилить такимъ образомъ, чтобы получился нужный уголъ зазора, отштамповать размѣръ плашки, послѣ чего можно ее закалить и отпустить до желто-соломеннаго цвѣта.

У такихъ плашекъ рѣжущія грани можно подтачивать на наждачномъ кругѣ. Для точной работы необходимо употреблять двѣ плашки, одну для грубой нарѣзки и другую для отдѣлочной.

Въ табличкѣ приведены средніе размѣры подобныхъ плашекъ:

Размѣръ нарѣзаемаго болта.	Внѣшній діам. плашки.	Длина плашки.
3— 6 мм.	13 мм.	30 мм.
6—10 „	20 „	40 „
10—13 „	25 „	50 „
13—18 „	30 „	65 „
18—25 „	45 „	70 „
25—30 „	50 „	75 „
20—50 „	75 „	100 „

Ширина рѣжущихъ гребенокъ берется около $^1/_{16}$ окружности. Если плашка назначена для нарѣзки издѣлія, у котораго рѣзьба расположена не по всей окружности, тогда число рѣжущихъ гребенокъ должно быть соотвѣтственно увеличено (см. стр. 508). Такой типъ пружинящей плашки является наиболѣе дешевымъ и удобнымъ для револьверныхъ станковъ при нарѣзаніи винта не больше 50 мм. въ діам. При большихъ винтахъ болѣе удобными будутъ пружинящія плашки со вставными гребенками.

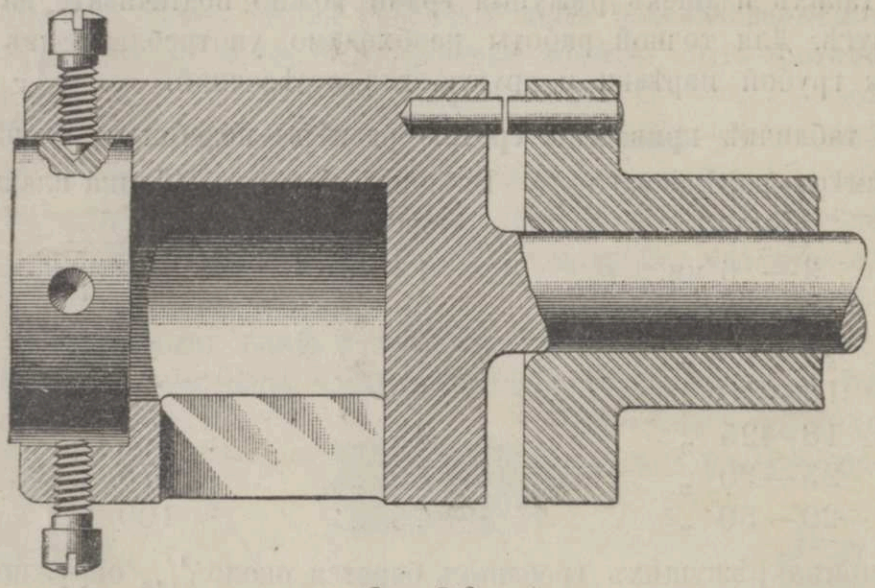


Фиг. 742.

525. Пружинящая плашка со вставными гребенками представлена на фиг. 742. Она изготовляется совершенно такъ же, какъ и плашки, изображен. на фиг. 740, но кромѣ того разрѣзается и получаетъ распорный болтъ. Распорнымъ болтомъ устанавливается надлежащій діаметръ рѣзьбы, а когда плашка вставлена въ патронъ, тогда нажимные болты патрона не позволяютъ ей разойтись. Въ патронѣ должно имѣться отверстіе, черезъ которое можно бы было подвинчивать распорный болтъ. Просверливаніе отверстія на цилиндрической поверхности для распорнаго болта можетъ быть произведено при помощи торцеваго фрезера.

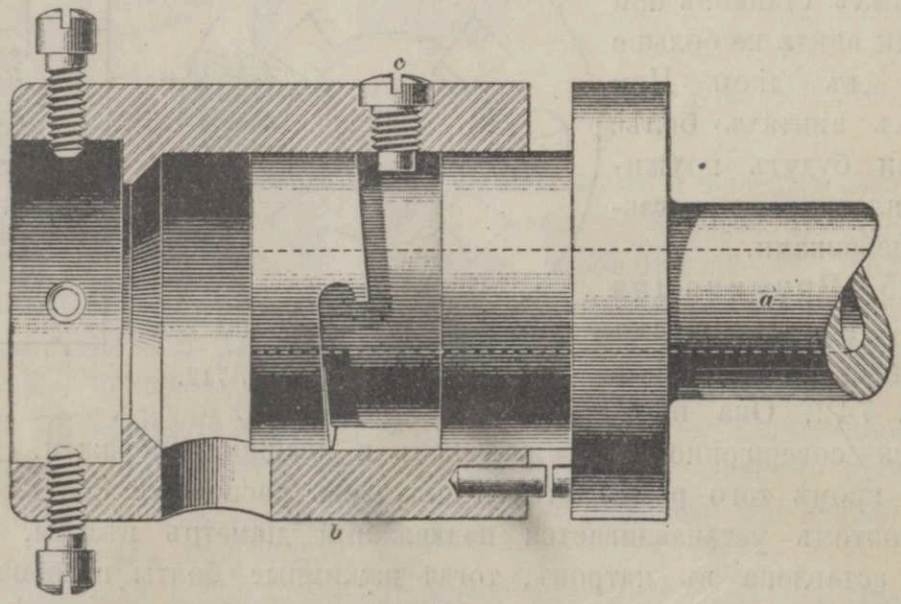
526. Патроны для закрѣпленія плашекъ. Описанныя плашки примѣняются главнымъ образомъ на револьверныхъ станкахъ и для пользова-

нія ими въ револьверную головку должны вставляться особые патроны. На фиг. 743 прелставленъ такой патронъ съ закрѣпленной въ немъ плашкой. Патронъ устроенъ по тому же принципу, какъ и патронъ для мечиковъ (фиг. 738). Внутренность коробки должна быть достаточна для того, чтобы въ ней могъ помѣститься нарѣзаемый винтъ. Въ коробкѣ



Фиг. 743.

должны имѣться отверстія, черезъ которыя могли бы свободно выпадать стружки. Такой патронъ для нарѣзанія длинныхъ винтовъ оказывается непрактичнымъ и замѣняется патрономъ, изображеннымъ на фиг. 744. Принципъ устройства остается тотъ же; отличіе въ томъ, что прежняя



Фиг. 744.

внѣшняя втулка, закрѣпляющаяся въ револьверной головкѣ, въ этой конструкціи становится внутренней (*a*); нарѣзаемый винтъ можетъ проходить въ отверстіе, расположенное по оси втулки, не встрѣчая преграды, а потому и очень длинные винты могутъ нарѣзаться одинаково удобно.

Приготовленіе развертокъ [1]).

См. также стр. 138 и 256. Назначеніе развертки отдѣлывать просверленное отверстіе и сообщать ему точные размѣры. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ развертки примѣняются для увеличенія размѣровъ отверстія, или превращенія цилиндрическаго отверстія въ коническое, не требуя отъ работы большой точности. Чтобы развертка могла сообщить отверстію правильную форму и точные размѣры, необходимо, чтобы рѣжущія ребра имѣли надлежащую форму и были надлежащимъ образомъ расположены.

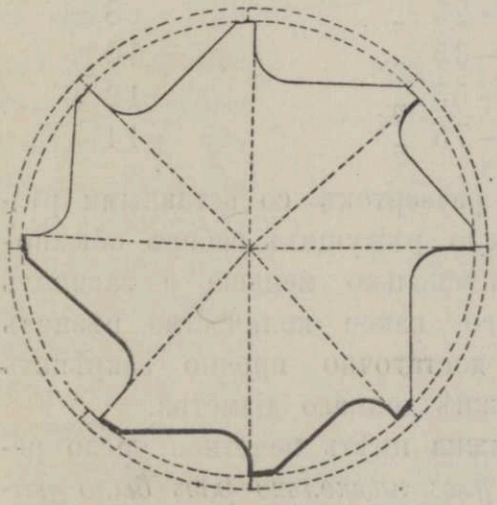
527. Дрожаніе или заѣданіе развертокъ. При неправильной конструкціи развертка не рѣжетъ гладко, а, заѣдая, вырабатываетъ въ отверстіи продольные рубцы. Такое явленіе можетъ быть вызвано:

1.—Равномѣрнымъ распредѣленіемъ по окружности рѣжущихъ реберъ.

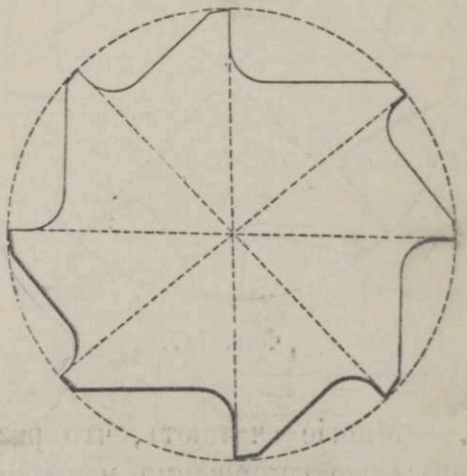
2.—Слишкомъ острымъ угломъ рѣзанія.

3.—Слишкомъ большимъ угломъ зазора.

Если рѣжущія ребра расположены равномѣрно по окружности, то каждое ребро идетъ по тому же пути какъ и предшествующее, а по-



Фиг. 745.



Фиг. 746.

тому всякая незначительная погрѣшность въ работѣ одного ребра повторяется другими и въ результатѣ получается отверстіе не цилиндрическое, а граненое. Слишкомъ острый уголъ рѣзанія способствуетъ этому явленію, такъ какъ при этомъ рѣжущія ребра легко заѣдаютъ и вырабатываютъ рубцы. Точно также слишкомъ большой уголъ зазора способствуетъ тому же явленію, такъ какъ задняя грань рѣжущаго ребра, которая должна какъ бы служить опорой для рѣзца, въ данномъ случаѣ отсутствуетъ и рѣзецъ легко заѣдаетъ въ металлъ.

528. Распредѣленіе рѣжущихъ реберъ по окружности. Иногда ребра развертокъ распредѣляютъ по окружности такъ, какъ показано на фиг. 745. Здѣсь ребра распредѣлены не равномѣрно (для того, чтобы это было ясно на внѣшней пунктирной окружности нанесены равно-

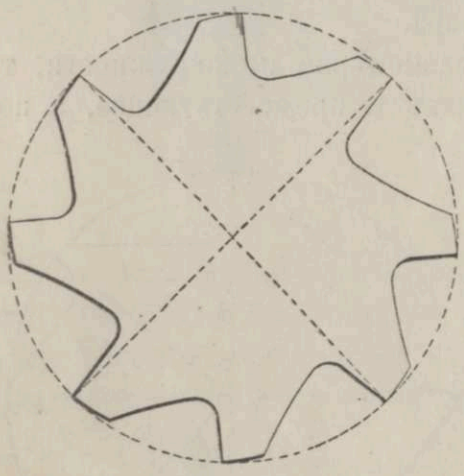
[1]) См. Machinery 1907 года, Aug. стр. 670; Sept. — 14; Oct. — 84; Nov. — 146.; Dec.—226; 1911 годъ, March.—523.

мѣрно распредѣленныя дѣленія) и въ этомъ отношеніи развертка сдѣлана правильно, но на томъ же чертежѣ видно, что противуположныя ребра не лежатъ на одномъ и томъ же діаметрѣ, а это совершенно не правильно, такъ какъ у такой развертки невозможно точно измѣрить ея діаметръ.

На фиг. 746 представлено сѣченіе развертки, у которой противуположныя ребра расположены на одномъ и томъ же діаметрѣ, слѣдовательно ее можно точно измѣрить, и кромѣ того всѣ ребра по окружности распредѣлены неравномѣрно, вслѣдствіе чего развертка должна давать гладкую поверхность.

Точно также распредѣляются рѣжущія ребра и у развертокъ со вставными рѣзцами.

529. Число рѣжущихъ реберъ. У развертокъ, назначенныхъ для вывѣрки отверстій, число рѣжущихъ реберъ не дѣлается меньше 6. Вообще же число реберъ должно быть согласно приведенной таблицѣ:



Фиг. 747.

Діам. развертки.	Число реберъ.
3—12 мм.	6
12—25 „	8
25—35 „	10
35—55 „	12
55—75 „	14

У развертокъ со вставными рѣзцами число рѣжущихъ реберъ обыкновенно нѣсколько меньше и зависитъ отъ того, какое количество рѣзцовъ можно достаточно прочно закрѣпить въ стержнѣ даннаго діаметра.

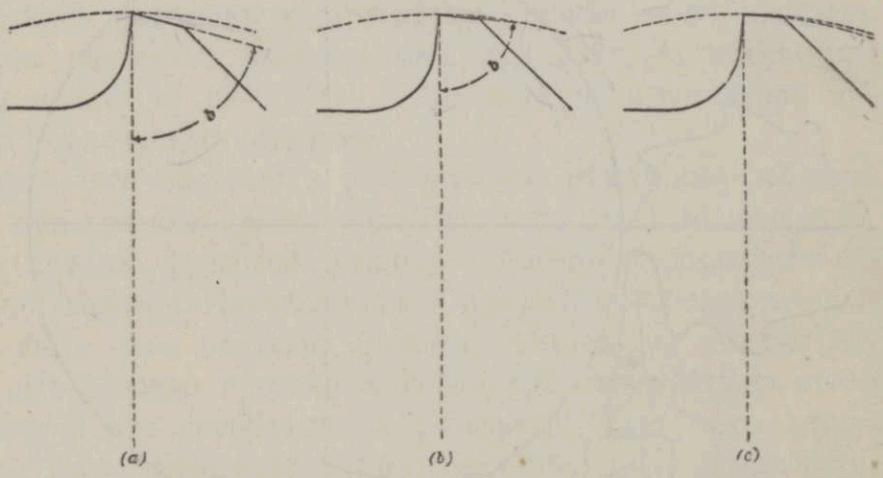
Многіе считаютъ, что развертка должна имѣть нечетное число реберъ; *это совершенно неправильно какъ уже нѣсколько разъ было указано.* Развертка должна непремѣнно имѣть четное число реберъ; только при такомъ условіи возможно легко провѣрить ея размѣръ по діаметру; что же касается до гладкости рѣзанія, то въ этомъ отношеніи развертки съ четнымъ числомъ реберъ работаютъ такъ же хорошо, какъ и съ нечетнымъ, лишь бы ребра были распредѣлены по окружности неравномѣрно.

530. Форма канавокъ. Хорошая форма канавокъ представлена на фиг. 746. Такія канавки мало ослабляютъ тѣло развертки и вслѣдствіе отсутствія рѣзкихъ переходовъ не вызываютъ трещинъ при закаливаніи. На фиг. 747 представленъ профиль канавокъ, рекомендуемый заводомъ Браунъ и Шарпъ. При такой формѣ уголъ рѣзанія получается больше прямого, что обусловливаетъ болѣе гладкую поверхность развертываемаго отверстія; но *уголъ рѣзанія все-таки не долженъ превосходить 95°.* Если *развертка назначается исключительно для развертыванія отверстій, просверленныхъ въ сталн, то уголъ рѣзанія не долженъ быть больше 90°.*

При прорѣзаніи канавокъ фрезеръ долженъ настолько углубляться въ тѣло развертки, чтобы толщина зубьевъ получилась для фиг. 746 около $^1/_8$ разстоянія между зубьями, а для фиг. 747 около $^1/_3$.

531. Уголъ зазора. Чтобы развертка работала болѣе свободно, рѣжущимъ ребрамъ необходимо сообщить нѣкоторый уголъ зазора. Это дѣлается или при помощи наждачнаго круга или отъ руки точильнымъ брускомъ. Величина угла зазора зависитъ отъ назначенія развертки. У развертокъ для грубой работы и снятія толстаго слоя уголъ зазора дѣлается гораздо больше, чѣмъ у развертокъ, назначенныхъ для точной вывѣрки отверстія.

На фиг. 748*a* показанъ уголъ зазора, дѣлаемый у развертокъ для грубой работы, величина угла *b* въ такомъ случаѣ берется 80°. Для болѣе точной работы уголъ зазора дѣлается такъ, какъ показано на фиг. 748*b* здѣсь величина *b* берется отъ 85° (для бронзы) до 88°. Такая развертка будетъ рѣзать не такъ легко, какъ фиг. 748*a*, но зато уголъ заострения получается болѣе прочный и развертка болѣе долго сохраняетъ правильные размѣры, что очень важно въ томъ случаѣ, когда одной разверткой нужно развернуть большое число отверстій. Еще болѣе прочной и дающей болѣе точную работу и болѣе гладкую поверхность будетъ развертка, у которой уголъ зазора исполненъ такъ, какъ представлено на фиг. 748*c*, гдѣ зазоръ образованъ не плоской, а цилиндрической поверхностью, какъ это показано пунктиромъ. Такая развертка должна употребляться для самыхъ точныхъ работъ, гдѣ снимается самый тонкій слой металла.



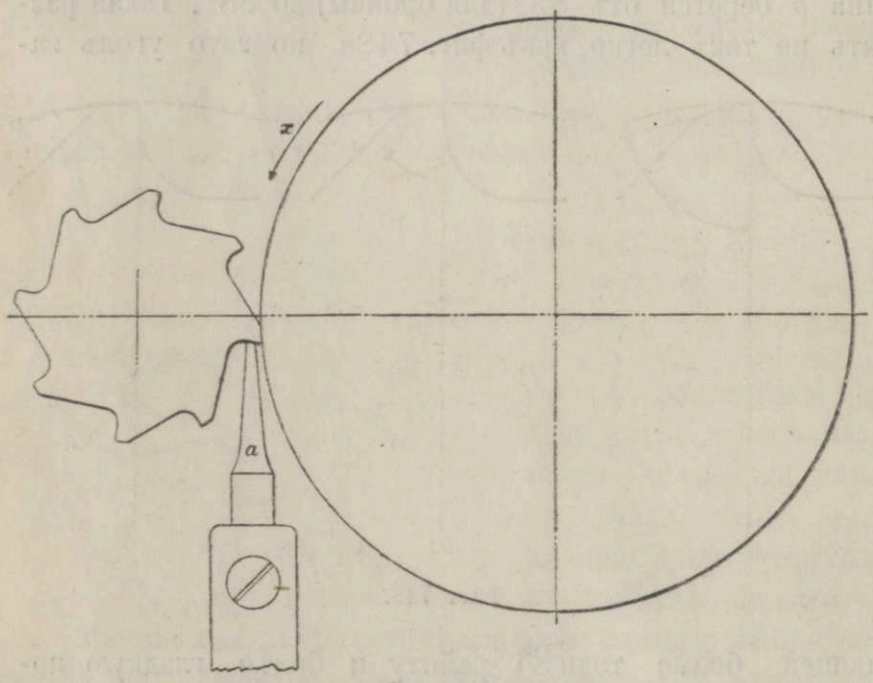
Фиг. 748.

532. Винтовыя рѣжущія ребра дѣлаютъ у развертокъ, имѣя въ виду предупредить заѣданіе; направленіе винтовой линіи должно быть таково, чтобы при вращеніи развертки она не стремилась завинчиваться, такъ что при вращеніи развертки по часовой стрѣлкѣ, винтовая линія должна быть лѣвая. Вообще является спорнымъ вопросомъ, имѣютъ ли винтовыя ребра какое-либо преимущество передъ прямолинейными ребрами. Для достиженія хорошихъ результатовъ все, что было сказано относительно прямолинейныхъ реберъ, относится одинаково и къ винтовымъ. Наклонъ винтовой линіи къ оси развертки берется въ 15°.

У *коническихъ развертокъ*, которыя должны снимать много матеріала, *винтовыя ребра располагаются такъ, что* при вращеніи *раз-*

вертка имѣетъ стремленіе завинтиться въ отверстіе, такое расположеніе способствуетъ болѣе легкому рѣзанію; но для отдѣлочнаго слоя и коническія развертки должны имѣть винтовую линію, противящуюся завинчиванію.

533. Напускъ, необходимый для наточки развертокъ. Такъ какъ при закаливаніи развертка всегда нѣсколько искривляется, то для возможности произвести ея вывѣрку наждачнымъ кругомъ развертка должна быть сдѣлана нѣсколько большаго діаметра. Напускъ долженъ быть тѣмъ больше, чѣмъ больше размѣры развертки, въ особенности сильно вліяетъ ея длина. Для развертокъ до 20 мм., если длина рѣжущихъ реберъ не превосходитъ 150 мм., достаточно имѣть напускъ въ 0,625 мм. такъ какъ если развертка покривится слишкомъ сильно, то ее можно выправить тѣмъ же способомъ, который былъ указанъ для мечиковъ на стр. 502. При каждомъ увеличеніи діаметра на 5 мм. противъ указаннаго, напускъ долженъ быть увеличенъ на 0,2 мм., при условіи, что длина развертки не превосходитъ 200 мм.; для болѣе же длинныхъ развертокъ, напускъ долженъ быть еще больше.



Фиг. 749.

534. Наточка развертокъ производится наждачными кругами на спеціальныхъ машинахъ (см. стр. 491) или же при помощи особыхъ приспособленій на самоточкѣ.

Прежде всего развертка ставится на центры, приводится во вращеніе и стачивается до надлежащаго діаметра съ точностью отъ 0,025 до 0,050 мм. въ зависимости отъ размѣра.

Когда надлежащій размѣръ діаметра развертки полученъ, приступаютъ къ шлифовкѣ зазора, для чего къ кругу приставляютъ упорку, и развертку опираютъ на опорку. Относительное положеніе развертки, наждачнаго круга и упорки представлено на фиг. 749. Какъ видно, верхній конецъ упорки (*a*) опущенъ нѣсколько ниже линіи, соединяющей центры развертки и наждачнаго круга; чѣмъ ниже будетъ опущена упорка, тѣмъ больше получится уголъ зазора.

Упорка *a* закрѣпляется неподвижно относительно наждачнаго круга, такъ что при перемѣщеніи развертки или наждачнаго круга, упорка

скользитъ вдоль рѣжущей грани и все время поддерживаетъ то же относительное положеніе круга и развертки. Направленіе круга должно быть таково, чтобы онъ прижималъ развертку къ упоркѣ a, какъ показано стрѣлкой x. Слой снимается самый тонкій, чтобы не вызвать перегрѣва и отпуска рѣжущихъ реберъ и сильнаго изнашиванія наждачнаго круга. Снявши небольшой слой съ одного ребра, подставляютъ другое и такъ обходятъ кругомъ всю развертку нѣсколько разъ. Поверхность, ограничивающую уголъ зазора, не доводятъ до самаго рѣжущаго ребра, а оставляютъ тонкую полоску безъ зазора. Въ зависимости отъ размѣра развертки ширина этой полоски измѣняется отъ 0,25 до 0,50 мм. Для заточки зазора нужно брать по возможности большой кругъ, такъ какъ кругъ малаго діаметра сообщаетъ слишкомъ вогнутую поверхность и рѣжущее ребро получается непрочнымъ (см. стр. 492). Окончательная отдѣлка зазора, доводя его до рѣжущаго ребра и сообщая окончательный точный размѣръ развертки, производится отъ руки при помощи маслянаго бруска.

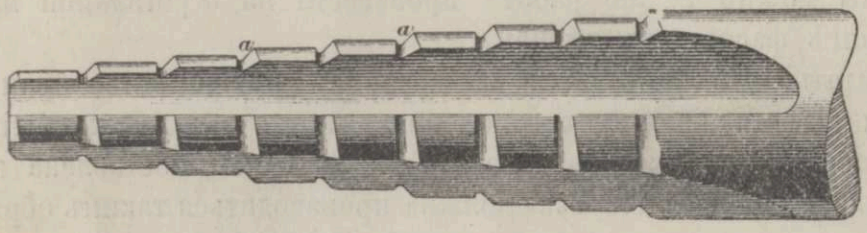
535.—Нарѣзаніе канавокъ у развертокъ удобнѣе всего производится на фрезовыхъ машинахъ, спеціальными фрезерами. За неимѣніемъ фрезовой машины можно ту же работу произвести на строгальной машинѣ или шепингѣ фасоннымъ рѣзцомъ.

Будемъ считать, что нарѣзается развертка съ рѣжущими ребрами, расположенными діаметрально противоположно, какъ это и должно быть. Нарѣзка производится на фрезовой машинѣ; развертка поставлена на центры дѣлительной головки. Нарѣзка должна производиться такимъ образомъ, что послѣ того какъ нарѣзана канавка, сейчасъ же должна нарѣзаться канавка діаметрально противоположная, при этомъ будетъ много сокращено во времени для поворачиванія развертки. Такъ какъ рѣжущія ребра должны быть распредѣлены не равномѣрно по окружности, то, переходя отъ одной канавки къ другой, приходится развертку поворачивать не на одинаковый уголъ. Большой разницы вообще не требуется;—достаточно, если разница между углами поворота будетъ около 3-хъ град.

Поясникъ производство работы примѣромъ. Положимъ, что червячное колесо дѣлительной головки имѣетъ 40 зубьевъ и что на дѣлительномъ дискѣ мы выбрали окружность съ 20 отверстіями; тогда для того, чтобы развертка сдѣлала одинъ оборотъ, установительный штифтъ долженъ пройти $40 \times 20 = 800$ отверстій. При перемѣщеніи штифта на одно отверстіе развертка повернется на $360 : 800$ или приблизительно на $^1/_2$ град. Если мы желаемъ ввести неравномѣрность въ распредѣленіи рѣжущихъ реберъ, измѣряемую 2-мя градусами, то разница въ отсчетѣ дѣленій должна равняться 4-мъ отверстіямъ. Положимъ, что нарѣзается 8 канавокъ. При равномѣрномъ распредѣленіи нужно было бы переставлять штифтъ на 100 отверстій, мы же будемъ переставлять черезъ такое число отверстій: 95, 99, 103 и 101, что въ суммѣ дастъ какъ разъ 400 отверстій, или полъ окружности. Установивши фрезеръ, мы нарѣжемъ одну канавку, затѣмъ сдѣлаемъ 20 полныхъ оборотовъ рукояткой,

при чемъ развертка повернется на полъ оборота и мы нарѣжемъ діаметрально противоположную канавку; затѣмъ поворачиваемъ штифтъ на 95 отверстій, нарѣзаемъ канавку и опять поворачиваемъ на полъ оборота для нарѣзанія діаметрально противоположной канавки и т. д. Нужно обратить вниманіе на то, что глубина прорѣзаемыхъ канавокъ будетъ неодинакова: тамъ, гдѣ уголъ между ребрами будетъ больше и глубина канавки должна быть больше, поэтому послѣ прорѣзки двухъ парныхъ канавокъ фрезеръ приходится перестанавливать по вертикальному направленію. Сразу разсчитать надлежащую глубину канавки очень трудно, а потому обыкновенно развертку нарѣзаютъ въ два пріема: сначала нарѣзаютъ канавки нагрубо не до полной глубины, а затѣмъ, руководствуясь положеніемъ полученнаго рѣжущаго ребра, которое не перемѣстится при большемъ углубленіи фрезера, такъ какъ въ этомъ мѣстѣ прорѣзъ идетъ по радіусу, уже углубляютъ фрезеръ для прорѣза сосѣдней канавки, настолько, чтобы ширина зубца получилась желаемой величины.

536. Закалка и отпускъ развертокъ производится, сообразуясь съ ихъ назначеніемъ. У развертокъ, назначенныхъ для грубой работы и снятія большого количества металла, рѣжущія ребра должны сохранить вязкость, чтобы не ломаться, а потому такія развертки послѣ закала отпускаются также какъ мечики. Развертки, назначенныя для отдѣлки отверстій отпускаются меньше, а развертки, отъ которыхъ требуется очень большая точность работы, закаливаются совершенно безъ отпуска.



Фиг. 750.

537. Коническія развертки, если онѣ назначены для снятія большого количества металла, исполняются такъ, какъ представлено на фиг. 750, т.-е. изъ цѣлаго ряда цилиндрическихъ ступеней. Каждая ступень работаетъ, какъ разбуровка. Развертка вытачивается на самоточкѣ; прорѣзаются канавки, протачиваются рѣжущія ребра *a a*, около которыхъ запиливается уголъ зазора, рѣзаніе производится только ребрами *a a*, цилиндрическая часть служитъ лишь для направленія.

У развертокъ, назначенныхъ для работы въ бронзѣ или чугунѣ, канавки могутъ быть прорѣзаны параллельно оси, кадъ показано на фиг. 750, у развертокѣ, не назначенныхъ для работы въ желѣзѣ или стали, канавки дѣлаются винтовыми, съ наклономъ винтовой линіи въ 15° къ плоскости, проходящей черезъ ось развертки. Направленіе винтовой линіи должно быть таково, чтобы развертка при вращеніи какъ бы завинчивалась въ металлъ.

При вытачиваніи отдѣльныхъ ступеней, полезно нѣсколько подрѣзать канавки круглымъ рѣзцомъ; это позволяетъ при шлифовкѣ снимать наждачнымъ кругомъ всю цилиндрическую поверхность и даетъ возмож-

ность подтачивать болѣе удобно и самое рѣжущее ребро. Заточка рѣжущихъ радіальныхъ реберъ производится отъ руки или на наждачномъ кругѣ или при помощи маслянаго оселка.

Число ступеней назначается, сообразуясь съ условіями работы, имѣя въ виду, что чѣмъ больше ступеней мы сдѣлаемъ у развертки, снимающей матеріалъ нагрубо, тѣмъ меньше выпадетъ работы на долю отдѣлочной конической развертки.

Если на заводѣ требуется большое количество коническихъ развертокъ и онѣ постоянно находятся въ работѣ, то необходимо имѣть спеціальный калибръ для ихъ провѣрки послѣ каждой заточки. Калибръ можетъ представлять коническое отверстіе, просверленное въ стальномъ кускѣ, которое надлежащимъ образомъ закалено и отшлифовано; такой калибръ можетъ служить очень долго. Какимъ образомъ пользоваться такимъ калибромъ см. стр. 116.

538. Увеличеніе діаметра износившихся развертокъ. Всякая развертка вслѣдствіе работы изнашивается и черезъ нѣкоторое время перестаетъ давать отверстія съ желаемой степенью точности. Когда это замѣчено, развертку или перетачиваютъ, назначая ее для грубой работы, или же отжигаютъ, чтобы сообщить ей мягкость и затѣмъ рѣжущія ребра расчеканиваютъ. Для этого развертку зажимаютъ въ свинцовыхъ прихваткахъ въ тиски и чеканкой проходятъ вдоль рѣжущаго ребра, которое при этомъ уширяется настолько, что можетъ быть сошлифовано до надлежащаго размѣра. Обыкновенно подобное исправленіе развертки удается произвести не болѣе одного раза, а затѣмъ развертка должна быть передѣлана или для грубой работы или для какого-нибудь подходящаго меньшаго размѣра.

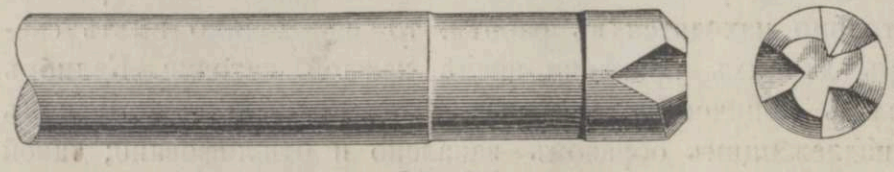
539. Пустотѣлыя развертки, надѣвающіяся на оправки, приготовляются совершенно такъ же какъ сплошныя. Здѣсь нужно только обратить вниманіе на то, что при закаливаніи внутреннее отверстіе сильно искажается, а потому при исполненіи такой развертки внутреннее отверстіе слѣдуетъ выполнять меньшаго размѣра, чтобы послѣ закалки его можно было обработать на шлифовальномъ станкѣ и точно пригнать къ оправкѣ. Шлифовку рѣжущихъ реберъ нужно производить на оправкѣ.

Если полая развертка сработалась, то исправить ее описаннымъ способомъ обыкновенно не удается, такъ какъ при отпускѣ и закалкѣ внутреннее отверстіе искажается настолько, что развертку уже невозможно посадить на прежнюю оправку.

540. Торцевыя развертки должны рѣзать только торцевой частью. Продольныя канавки у такихъ развертокъ прорѣзаются фрезерами, имѣющими профиль полуокружности, діам. которой равенъ 0,25 отъ діам. развертки. Такой фрезеръ углубляется на $^2/_3$ своей толщины. Ширина цилиндрическихъ полосокъ, остающихся между канавками, приблизительно такая же, какъ и у обыкновенныхъ развертокъ. Когда развертка закалена, ее ставятъ на шлифовальную машину и цилиндрическую часть точно шлифуютъ до надлежащаго размѣра. Затѣмъ затачиваютъ рѣжущія ребра

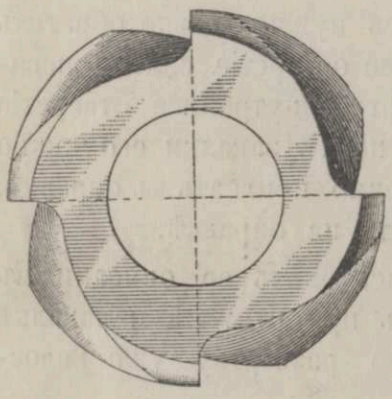
на торцѣ, производя эту работу отъ руки на наждачномъ кругу или при помощи маслянаго оселка.

Торцевыя развертки небольшого размѣра могутъ выполняться какъ представлено для ясности въ увеличенномъ видѣ на фиг. 751. Въ такихъ разверткахъ закаливается только конецъ съ рѣжущими ребрами. Такъ какъ при закалкѣ матеріалъ по сосѣдству съ закаленной частью иногда разбухаетъ, то чтобы это явленіе не оказывало вліянія на работу развертки, на нѣкоторой длинѣ дѣлается утоненіе приблизительно на 0,1 мм. Чтобы образовать рѣжущія грани, торецъ пропиливается трехграннымъ подпилкомъ, на конической части запиливается уголъ зазора. Если внѣшніе концы рѣжущихъ реберъ слегка закруглить, то при помощи такой развертки можно получить очень гладкую поверхность.



Фиг. 751.

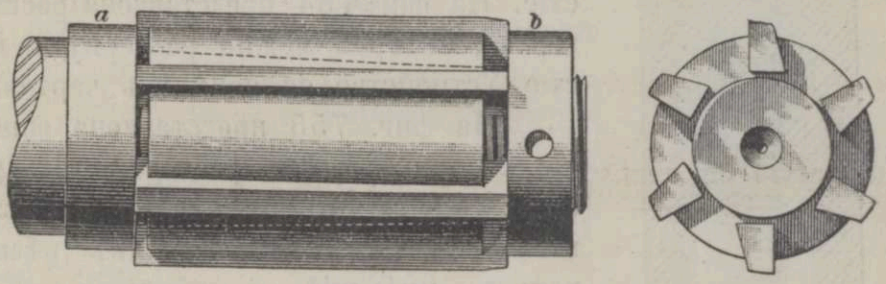
541. Развертка сверло является прекраснымъ инструментомъ для грубаго разсверливанія отверстій, полученныхъ отливкой; примѣняется оно на самоточкахъ, а въ особенности на вертикальныхъ револьверныхъ станкахъ. Такая развертка представляетъ изъ себя винтовое сверло со многими винтовыми канавками, обыкновенно 4 канавки. Нарѣзается она такъ же какъ и спиральныя сверла. Для ея приготовленія у спеціальныхъ заводовъ, напримѣръ у Браунъ и Шарпа, имѣются спеціальные фрезеры. Наклонъ винтовой канавки берется около 15 град. къ плоскости, проходящей черезъ ось развертки. Торцевый видъ подобной развертки представленъ на фиг. 752. Изготовляются онѣ очень большихъ размѣровъ (75 мм. и больше) и въ такомъ случаѣ приготовляются полыми и надѣваются на оправки. При изготовленіи внутреннихъ отверстій надо принимать тѣ же предосторожности, о которыхъ было говорено выше. Цилиндрическая часть шлифуется безъ зазора и служитъ хорошей направляющей. Такъ какъ развертки эти назначаются для грубой работы и удаленія большого количества металла, то нѣтъ необходимости исполнять ихъ съ очень большой точностью (отдѣлочная стружка снимается другой разверткой—фиг. 210b); чтобы развертка не могла завязать въ отверстіи, можно внѣшнюю поверхность дѣлать слегка на конусъ, уменьшая къ верху діаметръ около 0,025 мм. на длинѣ въ 25 мм. Если развертка имѣетъ 4 канавки, то размѣръ цилиндрической части между канавками можно брать около 0,1 діам. развертки. Діам. внутренняго отверстія у пустотѣлой развертки берется равный 0,5 внѣшняго діаметра. Для малыхъ развертокъ будетъ достаточно 3-хъ кана-



Фиг. 752.

вокъ. Заточка производится торцевой части, точно такъ же, какъ и заточка спиральныхъ сверлъ.

542. Расширяющіяся развертки. Такія развертки дѣлаются съ двоякой цѣлью: чтобы имѣть возможность увеличивать діаметръ для наточки развертки, сохраняя при этомъ ея нормальный размѣръ, и чтобы вообще имѣть возможность измѣнять діаметръ развертки въ небольшихъ предѣлахъ, приспособляя ее для данной работы.



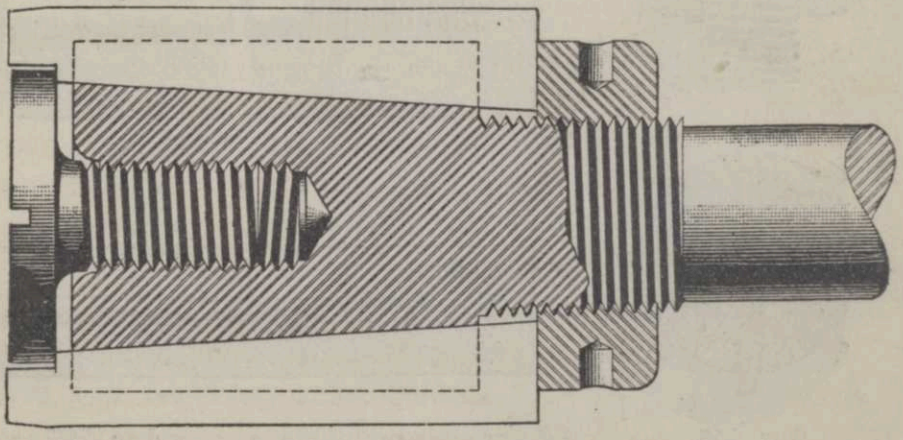
Фиг. 753.

Въ первомъ случаѣ развертки нарочно такъ выполняются, что ихъ размѣра нельзя измѣнить безъ обработки на станкахъ; размѣръ такихъ развертокъ измѣняется въ инструментальной и онѣ вообще получаются болѣе точными.

Во второмъ случаѣ конструкція развертки позволяетъ перемѣну ея діаметра безъ машинной обработки и такая перестановка можетъ быть произведена лицомъ, пользующимся разверткой, но обыкновенно съ меньшей степенью точности, чѣмъ въ первомъ случаѣ.

Конструкцій расширяющихся развертокъ очень много, ихъ вообще болѣе выгодно пріобрѣтать отъ фирмъ, занимающихся спеціально ихъ изготовленіемъ; только въ исключительныхъ случаяхъ будетъ выгодно приготовлять такія развертки у себя на заводѣ.

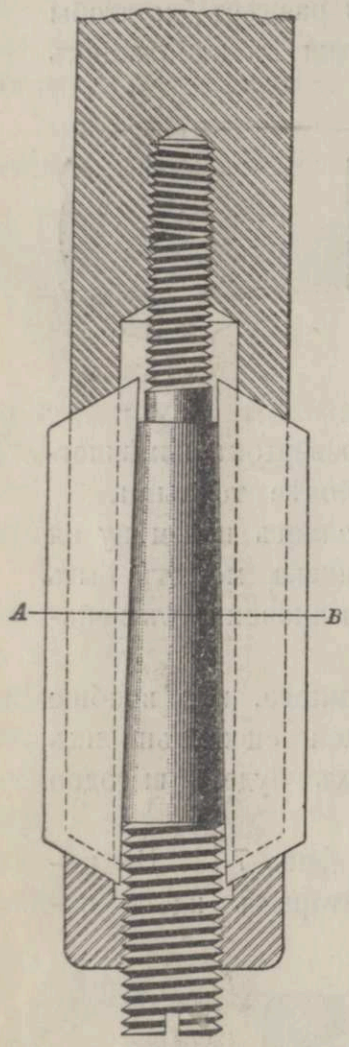
Примѣръ развертки перваго рода приведенъ на фиг. 753. Въ цилиндрическомъ стержнѣ прорѣзаны канавки, дно которыхъ идетъ наклонно; въ канавки вставлены стальные рѣзцы, которые съ одной стороны упираются въ заплечикъ *a*, а съ другой зажимаются гайкой *b*. Когда желаютъ развертку расширить, гайка отвинчивается, рѣзцы выколачиваются немного въ сторону гайки *b* и заплечикъ *a* немного стачивается; послѣ чего рѣзцы снова загоняются до упора въ заплечикъ *a* и закрѣпляются гайкой. Въ такомъ положеніи развертка расширится и ее можно отшлифовать и отдѣлать рѣжущія ребра оселкомъ до надлежащаго размѣра.



Фиг. 754.

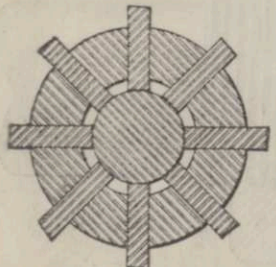
Чтобы у такой развертки можно было увеличивать и уменьшать діаметръ, вмѣсто заплечика *a*, нужно посадить другую гайку.

Прорѣзы въ подобныхъ завертках удобнѣе простригивать на шепингѣ, чѣмъ прорѣзать на фрезовой машинѣ.

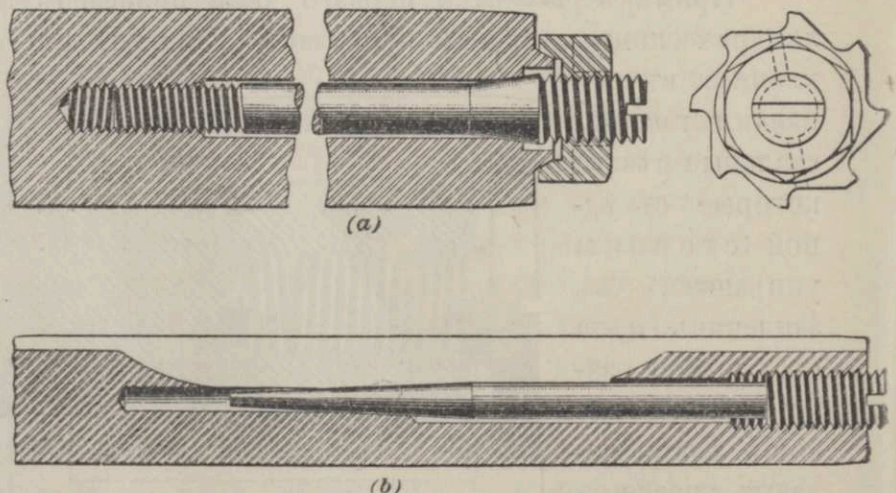


Описанная развертка можетъ примѣняться въ тѣхъ случаяхъ, когда развертывается сквозное отверстіе. На фиг. 754 представлена расширяющаяся развертка, которой можно развернуть и глухое отверстіе. Устройство ея ясно изъ чертежа.

На фиг. 755 представлена еще одна конструкція расширяющейся развертки. Въ цилиндрическомъ стержнѣ сдѣланы радіальные прорѣзы, въ которые вставлены рѣзцы; въ серединѣ рѣзцовъ помѣщается конусъ, имѣющій съ обоихъ концовъ нарѣзку;— тонкая часть ввинчивается въ стержень, а на толстую надѣвается гайка, которая скрѣпляетъ всѣ рѣзцы. При изготовленіи этой развертки рѣзцы послѣ закала должны быть отшлифованы кругомъ на шлифовальной машинѣ для плоскостей. Центральный конусъ долженъ быть закаленъ, отпущенъ до пурпуроваго цвѣта и отшлифованъ. Когда развертка собрана, рѣзцы должны быть отшлифованы и заправлены оселкомъ, какъ обыкновенно. Замыкающая гайка должна быть закалена, но самый стержень лучше оставить



Фиг. 755.

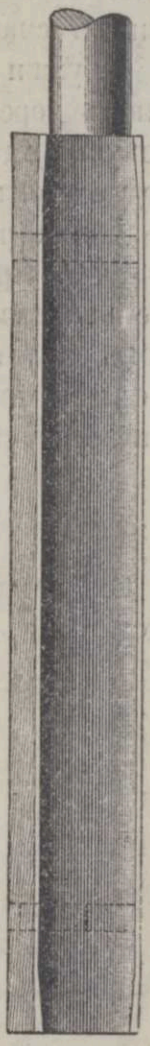


Фиг. 756.

безъ закала. При размѣрахъ развертки меньше 35 мм. стержень приготовляется изъ инструментальной стали; при большихъ размѣрахъ стержень можетъ быть приготовленъ изъ машинной стали. Такая конструкція можетъ примѣняться для развертокъ размѣромъ больше 18 мм.

Очень употребительная конструкція расширяющейся развертки представлена на фиг. 756. Такія развертки приготовляются такъ же, какъ и

обыкновенныя, но затѣмъ внутри ихъ просверливается продольное отверстіе и, какъ изображено на фиг. (*a*), въ разверткѣ дѣлается продольный прорѣзъ. Внутри отверстія вставляется болтъ съ конической головкой, ввинчивая который, развертка расширяется; для закрѣпленія развертки въ должномъ положеніи на ея торецъ надѣвается гайка. Подобная развертка расширяется съ передняго конца.

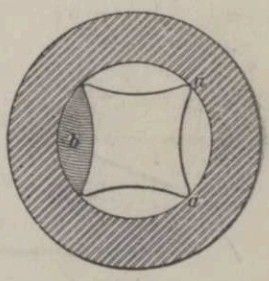


На фиг. (*b*) представлена развертка, у которой стержень разрѣзается не съ конца, а прорѣзъ начинается, отступя отъ конца на 1,5 діаметра развертки. Если въ центральное отверстіе ввинчивать конусъ, то онъ распираетъ развертку и она разбухаетъ. Такимъ образомъ въ этой конструкціи уширеніе происходитъ въ средней части.

У развертокъ до 10 мм. достаточно дѣлать одинъ прорѣзъ, разчленяя стержень на 2 части. Развертки до 20 мм. можно расчленять на 3 части и развертки большихъ размѣровъ можно расчленять на 4 части.

Приготовленіе такихъ расширяющихся развертокъ наиболѣе дешево. Противъ нихъ имѣется возраженіе, что онѣ расширяются неравномѣрно по всей длинѣ, но этотъ недостатокъ не особенно важенъ, если работа требуется не особо высокой точности.

543. Квадратная развертка. Для развертыванія очень длинныхъ отверстій, какъ напримѣръ ружейныхъ стволовъ, должна примѣняться развертка по конструкціи совершенно отличная отъ ранѣе описанныхъ. Такая развертка изображена на фиг. 757; она очень мало извѣстна внѣ ружейныхъ заводовъ, гдѣ ею исключительно пользуются для отдѣлки ружейныхъ стволовъ, хотя та же развертка можетъ съ успѣхомъ примѣняться для аналогичныхъ работъ въ машиностроеніи.



Фиг. 757.

Развертка приготовляется изъ квадратной стали; стороны дѣлаются слегка вогнутыми, что для большихъ размѣровъ можетъ быть выполнено на фрезовой машинѣ, а для меньшихъ развертокъ можетъ быть исполнено подпилкомъ. Развертка затѣмъ закаливается и шлифуется на станкѣ для плоскихъ поверхностей, чтобы рѣжущія ребра получились совершенно прямыми и параллельными. Размѣръ развертокъ по діагонали долженъ быть отъ 0,075 до 0,1 мм. меньше, чѣмъ діаметръ отверстія. Рѣжущія ребра аккуратно оправляются арканзасскимъ оселкомъ и внѣшніе концы слегка скашиваются тѣмъ же оселкомъ. При употребленіи развертки къ одной изъ сторонъ прикладывается деревянная планка *b*, которая удерживается отъ продольнаго перемѣщенія двумя штифтами. Развертка вводится въ отверстіе и легкое нажатіе деревянной планки за-

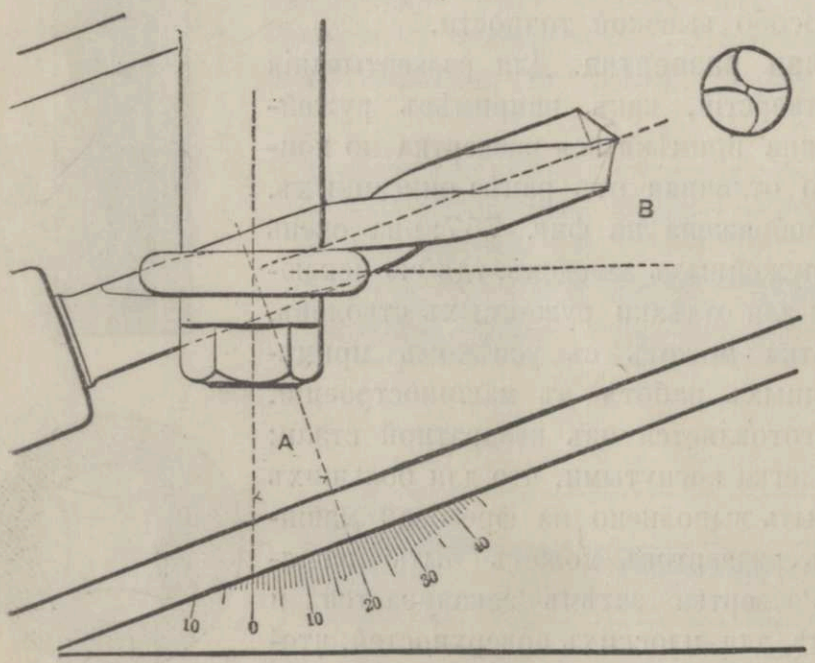
ставляютъ рѣжущія ребра *aa* снимать очень тонкую стружку. Когда развертка прошла черезъ отверстіе, между деревянной планкой и разверткой прокладываютъ полоску тонкой папиросной бумаги и снова пропускаютъ развертку черезъ отверстіе; такъ продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока отверстіе не получится надлежащаго размѣра. Работа должна вестись при обильной смазкѣ масломъ; развертка должна снимать самыя незначительныя стружки и развертку слѣдуетъ не всовывать въ отверстіе, а протягивать черезъ отверстіе. При такихъ условіяхъ развертка даетъ такую высокую отдѣлку отверстія, какой нельзя достичь никакимъ другимъ инструментомъ.

Длина развертки берется около 8 діам. отверстія.

544. Продольное утоненіе развертокъ. Для того, чтобы развертка легче входила въ отверстіе, конецъ ея стачивается слегка на конусъ. Уклонъ дѣлается въ $^1/_2$ градуса на длинѣ 10—12 мм. Съ другой стороны у торцевыхъ развертокъ, чтобы онѣ не завязали въ отверстіи, стачивается стержень на конусъ, но уже въ обратномъ направленіи.

Приготовленіе сверлъ [1]).

См. также стран. 133 и 250. Приготовленіе плоскихъ сверлъ не представляетъ ничего особеннаго и объ ихъ изготовленіи говорить не будемъ. Нѣкоторыя особенности, касающіяся до закалки будутъ указаны въ статьѣ о приготовленіи разбуровокъ.



Фиг. 758.

545. Винтовыя сверла. Въ большинствѣ подобныя сверла выгоднѣе пріобрѣтать готовыми отъ заводовъ, занимающихся спеціально ихъ изготовленіемъ; но въ нѣкоторыхъ случаяхъ предпочитаютъ гововить винтовыя сверла собственными средствами.

Для приготовленія винтового сверла берется круглая инструментальная сталь соотвѣтствующаго размѣра; отрѣзается кусокъ надлежащей длины и расцентровывается. Затѣмъ обтачивается конусъ и надлежащій діаметръ, оставляя запасъ для шлифовки послѣ закала; если сортъ стали

[1]) См. Machinery 1911, March, 523.

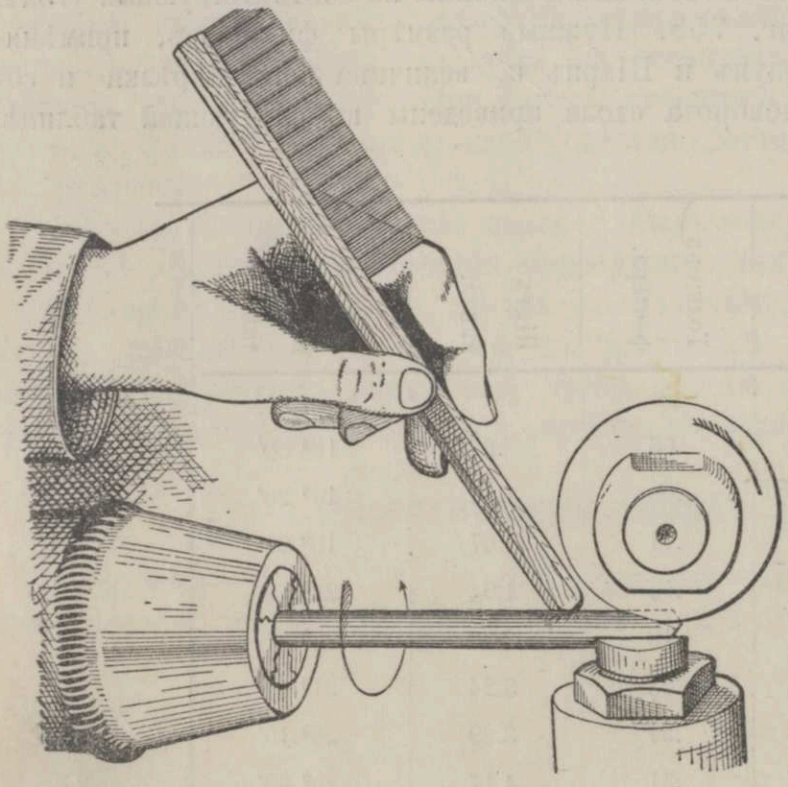
выбранъ подходящій, по размѣрамъ, то можно обойтись безъ обточки цилиндрической части.

Нарѣзка винтовыхъ канавокъ производится на фрезовыхъ машинахъ, для чего сверло закрѣпляется въ универсальной головкѣ, и столъ повертывается относительно шпинделя машины на соотвѣтствующій уголъ, какъ показано на фиг. 758. Нужные размѣры фрезеровъ, примѣняющихся на заводѣ Браунъ и Шарпъ и, величина шага нарѣзки и соотвѣтствующіе углы поворота стола приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Діаметръ сверла д.	Толщина фрезера.	Шагъ винта.	Наклонъ винтовой линіи.
$\frac{1}{16}$	.06	.67	16° 20′
$\frac{1}{8}$	.08	1.12	19° 20′
$\frac{3}{16}$	.11	1.67	19° 25′
$\frac{1}{4}$	.15	1.94	21°
$\frac{5}{16}$	.19	2.92	20°
$\frac{3}{8}$	.23	3.24	21°
$\frac{7}{16}$	.27	3.89	20° 10′
$\frac{1}{2}$	.31	4.17	20° 30′
$\frac{9}{16}$	.35	4.86	20°
$\frac{5}{8}$	.39	5.33	20° 12′
$\frac{11}{16}$	.44	6.12	19° 30′
$\frac{3}{4}$	.50	6.48	20°
$\frac{13}{16}$	.56	7.29	19° 20′
$\frac{7}{8}$	.62	7.62	19° 50′
$\frac{15}{16}$	.70	8.33	19° 30′
1	.77	8.95	19° 20′
$1\frac{1}{8}$	.85	9.33	20° 40′

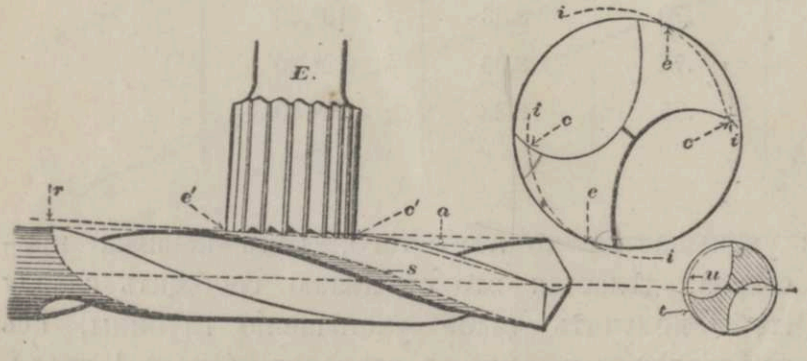
Глубина канавки уменьшается по мѣрѣ того, какъ канавка приближается къ хвосту сверла; дѣлается это съ цѣлью сообщить сверлу большую прочность. Чтобы получить такое уменьшеніе глубины, ось сверла устанавливается нѣсколько наклонно къ горизонту (около 1 град.). Чтобы сверло не гнулось при нарѣзкѣ, другой его конецъ или опирается на центръ или опирается на особую подпорку, какъ показано на фиг. 759. Если сверло очень тонко, то для предупрежденія его дрожанія, при началѣ рѣзанія, сверло нужно прижимать къ опорѣ, какъ показано на той же фиг.

Когда нарѣзаны винтовыя канавки, нужно образовать зазоръ (см. стр. 253, фиг. 414). Эта работа производится торцевымъ фрезеромъ, какъ представлено на фиг. 760. Сверлу сообщается то же движеніе, какъ и при нарѣзкѣ винтовыхъ канавокъ. Столъ поворачивается такъ, чтобы фрезеръ едва прикасался къ сверлу въ точкѣ *e* и углублялся на желательную величину къ точкѣ *c'*, тогда фрезеръ придастъ сверлу постепенно увеличивающійся зазоръ, какъ показываетъ *ii*. Если поставить ось сверла перепендикулярно оси фрезера, то фрезеръ срѣжетъ равномѣрно всю поверхность сверла, оставляя лишь узкую полосу *s*. Чтобы при обработкѣ торцевымъ фрезеромъ было ясно видно, какую часть поверхности онъ снимаетъ, сверло нагрѣваютъ, чтобы оно покрылось окисломъ; при этомъ срѣзаемая поверхность будетъ блестящая, а нетронутая плоскость выдѣлится въ видѣ темной полоски *s*.



Фиг. 759.

Приготовленное такимъ образомъ сверло закаливается, нагрѣвая его въ свинцовой ваннѣ и опуская затѣмъ въ воду. Сверла небольшого размѣра могутъ закаливаться въ маслѣ. Отпускаются сверла, нагрѣвая ихъ до соломеннаго цвѣта.



Фиг. 760.

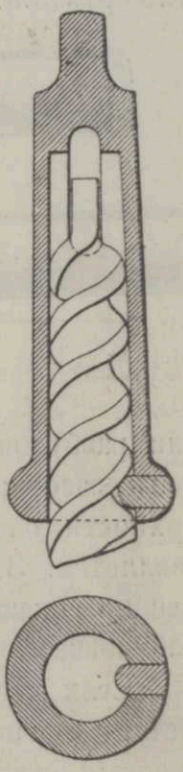
Послѣ закала поверхность сверла шлифуется на шлифовальномъ станкѣ, чтобы сообщить сверлу правильные размѣры. Чтобы сверло не завязало въ отверстіи, иногда его сошлифовываютъ на конусъ, утоняя діаметръ на длинѣ 150 мм. на 0,075 мм.

Рѣжущія ребра затачиваются, какъ объяснено, на спеціальномъ шлифовальномъ станкѣ (см. стр. 306, фиг. 506).

Описаніе приготовленія винтовыхъ сверлъ фабричнымъ способомъ на заводѣ *Cleveland Twist Drill Company* помѣщено въ журналѣ American Machinist, 1907, стр. 433.

Фиг. 761.

Американскій заводъ *Праттъ и Уитней* и англійскій заводъ *Викерса* приготовляютъ винтовыя сверла изъ стальныхъ полосъ, скручивая ихъ въ нагрѣтомъ состояніи, какъ показано на фиг. 761. Чтобы вставить такое сверло въ машину, имѣются спеціальные патроны, внѣшняя поверхность которыхъ обточена по нормальному конусу *Морза*, а внутренняя полость расточена такъ, что въ нее плотно входитъ винтовое сверло (фиг. 762), въ нижней части патрона имѣется штифтъ, который входитъ въ винтовой желобокъ сверла и послѣднее при увеличивающемся крутящемъ моментѣ еще болѣе плотно ввинчивается въ патронъ. Сверла приготовляются изъ стали, содержащей вольфрамъ, ванадій и хромъ, благодаря чему сверло можетъ рѣзать съ большими скоростями; напримѣръ, при сверленіи мягкой стали были получены слѣдующіе результаты:



Фиг. 762.

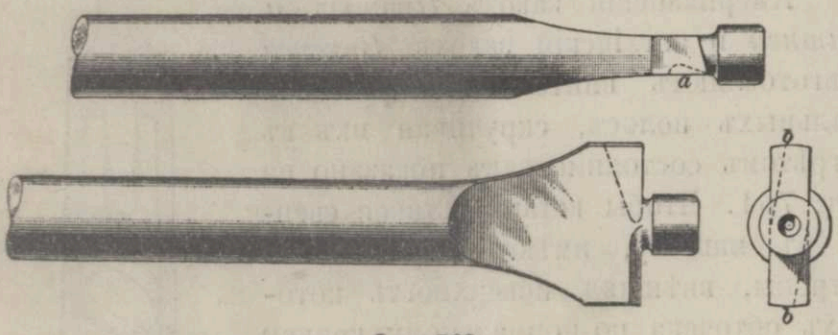
Діаметръ сверла.	Скорость рѣзанія фут. въ мин.	Число оборотовъ въ мин.	Питаніе за 1 оборотъ.	Глубина прониканія сверла, дюймы въ мин.
5/8	85	520	0,019	9,88
45/64	95	520	0,029	14,56
7/8	120	520	0,019	9,88

Приготовленіе разбуровокъ.

(См. также стр. 260). Конструкція разбуровки выбирается, сообразуясь съ различными условіями: обрабатываемымъ матеріаломъ, размѣромъ отверстія, числомъ отверстій, подлежащихъ разбуровкѣ, и расположеніемъ матеріала около отверстія.

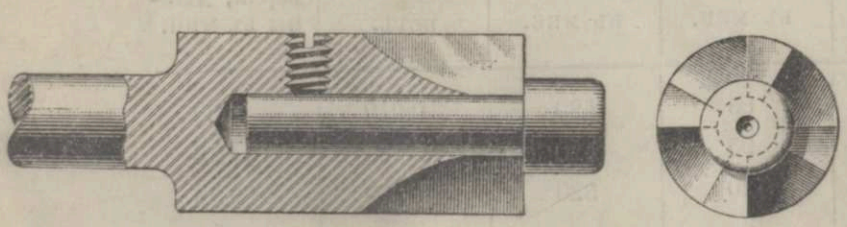
546. Простая цѣльная разбуровка примѣняется въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется расширить небольшое число отверстій и затѣмъ раз-

буровка больше употребляться не будетъ. Такая разбуровка представлена на фиг. 763; исполненіе ея обходится дешево. Разбуровка отковывается изъ стали, разцентровывается, ставится на самоточку, гдѣ обтачивается; затѣмъ направляющій центръ отшлифовывается. Рѣжущія ребра запиливаются подпилкомъ, придавая имъ необходимые углы зазора и углы рѣзанія. Если разбуровка назначается для работы въ стали или желѣзѣ, рѣжущій уголъ дѣлается острымъ, какъ показано пунктиромъ въ *a*; при работѣ въ чугунѣ или бронзѣ предпочитаютъ этотъ уголъ имѣть прямымъ. На сторонахъ *bb*, если разбуровка углубляется глубоко въ металлъ, дѣлается небольшой уголъ зазора; если же разбуровка предназначается для облицовки поверхности около отверстія, то въ этомъ зазорѣ необходимости не представляется. Закаливаются только рѣжущія ребра, но при этомъ обыкновенно окажется закаленнымъ и направляющій центръ. Отпускается разбуровка до соломенно-желтаго цвѣта.



Фиг. 763.

Если расширяющееся отверстіе стоитъ близко къ какому-нибудь выступу на поверхности, такъ что при разбуравливаніи только часть отверстія окажется въ выступѣ, то въ такихъ случаяхъ лучше дѣлать разбуровку съ 4-мя рѣжущими ребрами (см. фиг. 437, стр. 260). Такая разбуровка можетъ быть приготовлена изъ куска круглой стали, вытачивая ее сначала на самоточкѣ, а затѣмъ прорѣзая канавки торцевымъ фрезеромъ на фрезовой машинѣ. У разбуровки, назначенной для работы въ стали или желѣзѣ, канавки могутъ вырѣзаться винтовыя, подъ угломъ въ 15° къ плоскости, проходящей черезъ ось разбуровки. У рѣжущихъ реберъ должны быть запилены углы зазора.



Фиг. 764.

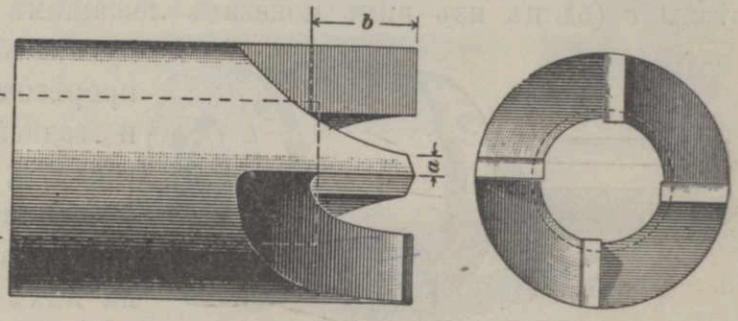
Цѣльныя разбуровки хотя и дешевы, но неудобны тѣмъ, что ихъ трудно натачивать, а кромѣ того онѣ могутъ примѣняться лишь для отверстій бо́льшихъ, чѣмъ діаметръ направляющаго центра, для чего на центръ должны насаживаться втулки. Такъ какъ закрѣпленіе и сниманіе этихъ втулокъ вообще неудобно, то подобныя разбуровки предназначаются лишь для отверстій опредѣленнаго размѣра.

547. Составныя разбуровки. Указанные выше недостатки могутъ быть устранены, если въ разбуровкѣ сдѣлать вставной направляющій

центръ, какъ это показано на фиг. 764. Такая разбуровка приготовляется изъ куска круглой стали; сначала обтачивается внѣшняя поверхность; одинъ конецъ закрѣпляется въ патронъ, а другой устанавливается въ люнетѣ и просверливается отверстіе. Затѣмъ прорѣзаются канавки, что можетъ быть сдѣлано на фрезовой машинѣ (примѣняя въ случаѣ 4-хъ канавокъ конической фрезеръ въ 60°), просверливается отверстіе для нажимного болта и производится закалка рѣжущихъ реберъ, послѣ чего внутреннее отверстіе провѣряется путемъ притирки наждакомъ. Заточка рѣжущихъ реберъ производится на торцевой части на наждачномъ кругу, придавая нужные углы зазора. Центральный стержень притачивается аккуратно къ отверстію, но все-таки такъ, чтобы его можно было легко вынимать, когда нажимной болтъ отвернутъ. Если требуется очень точная работа, вставной стержень можетъ быть отшлифованъ.

Нѣсколько конструкцій разбуровокъ было приведено на стр. 260 и далѣе. Выполненіе ихъ не представляетъ никакихъ особенностей и останавливаться здѣсь на этомъ не будемъ.

548. Рѣжущія втулки или пустотѣлый фрезеръ [1]) (фиг. 765), примѣняются главнымъ образомъ на револьверныхъ станкахъ для обточки цилиндрическихъ стержней, на которыхъ должна быть затѣмъ плашкой нарѣзана рѣзьба. Для *грубой обточки* онѣ дѣлаются *цѣльными*, для снятія *отдѣлочной стружки — расширяющимися*. Для небольшихъ діаметровъ обыкновенно имѣютъ 4 рѣжущихъ ребра. Втулка обтачиается снаружи, ставится въ патронъ, вывѣряя индикаторомъ, и просверливается внутреннее отверстіе: тамъ, гдѣ располагаются рѣжущія ребра, діаметръ отверстія соотвѣтствуетъ діаметру обрабатываемаго стержня, а въ остальной части дѣлается нѣсколько больше. Канавки прорѣзаются дисковымъ фрезеромъ, діаметръ котораго въ два раза больше діам. внѣшней втулки. Внутренняя часть рѣжущихъ реберъ и торцевая часть запиливаются подпилкомъ, чтобы сообщить имъ необходимые углы зазора. Если обозначить діаметръ обрабатываемаго (болта) цилиндра черезъ d, то размѣръ a берется $0{,}17\ d$, $b = 0{,}8\ d$ и $c = 1{,}1\ d$. Закаливается только рѣжущая часть и отпускается до желто-соломеннаго цвѣта, надѣвая втулку на раскаленную докрасна полосу. Затачивается на точилѣ торцевая часть.



Фиг. 765.

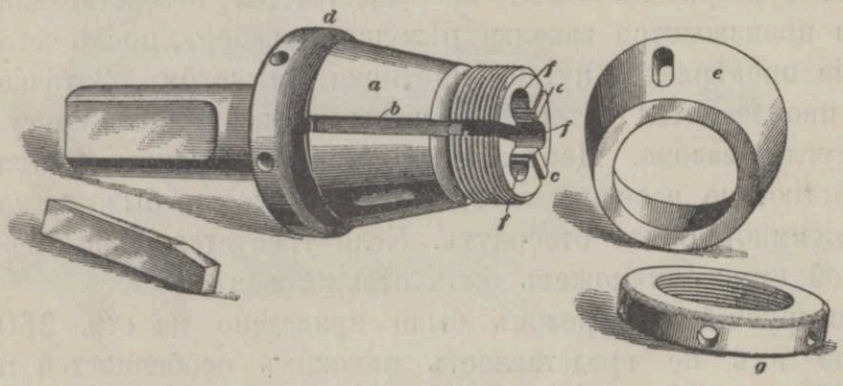
549. Пружинящая втулка можетъ быть устроена такимъ же образомъ, какъ и пружинящая плашка (фиг. 741), и стягивается до надлежащаго размѣра при помощи такого же зажима (фиг. 298, стр. 184).

550. Втулки со вставными рѣзцами примѣняются при болѣе крупныхъ работахъ и могутъ быть устроены какъ не расширяющіяся,

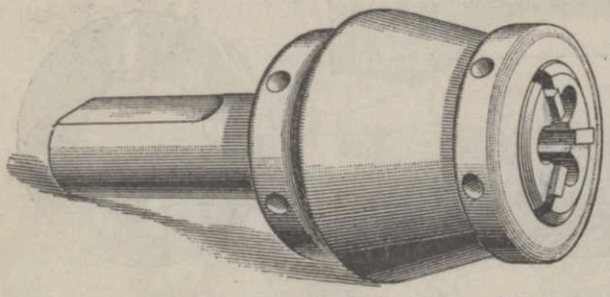
[1]) См. также Machinery 1911, march—525; apr.—643.

такъ и расширяющіяся совершенно такъ же, какъ приготовляются плашки, изображенныя на фиг. 740 и 742,—у такихъ втулокъ рѣзцы не переставляются.

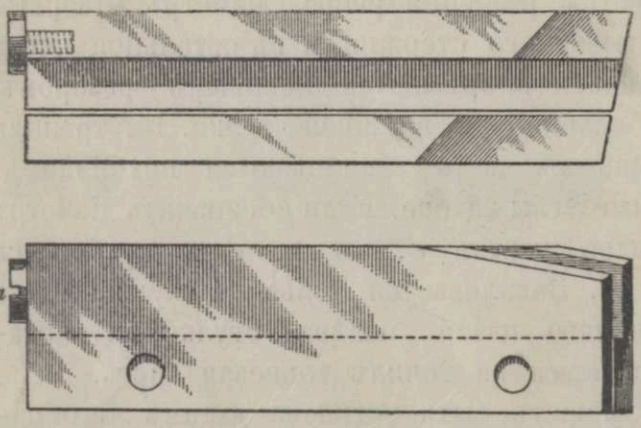
На фиг. 766 и 766*a* изображена втулка, у которой вставные рѣзцы могутъ передвигаться и благодаря этому можно ихъ устанавливать для обточки стержней различныхъ діаметровъ. Втулка состоитъ изъ тѣла *a*, въ которомъ сдѣланы три прорѣза *b*, наклоненные къ оси втулки. Эти прорѣзы выполняются на фрезовой машинѣ и должны быть расположены совершенно симметрично относительно оси. Въ прорѣзы вкладываются рѣзцы *c* (одинъ изъ нихъ показанъ лежащимъ отдѣльно), которые могутъ свободно передвигаться вдоль прорѣзовъ. Рѣзцы всѣ одинаковы и задней частью упираются въ гайку *d*, навинченную на тѣло *a*. Рѣзцы нѣсколько выступаютъ изъ прорѣзовъ, такъ что если надѣть на нихъ конусъ *e* и прижать его гайкой *g*, то всѣ рѣзцы будутъ плотно зажаты. Такъ какъ рѣзцы въ прорѣзахъ закрѣплены наклонно, то чтобы получить рѣжущія ребра, параллельныя оси, концы рѣзцовъ скошены. Если нужно уменьшить діаметръ обрабатываемаго цилиндра, конусъ *e* ослабляютъ и подвинчиваютъ гайку *d*, при этомъ рѣзцы передвигаются по направленію къ оси и уменьшаютъ внутренній діаметръ. При увеличеніи діаметра обрабатываемаго цилиндра поступаютъ обратно. Чтобы дать мѣсто для стружекъ, внутри сдѣланы прорѣзы *f*, и кромѣ того въ тѣлѣ *a* и въ конусѣ *e* сдѣланы сквозныя отверстія, черезъ которыя стружки могутъ выпадать наружу.



Фиг. 766.



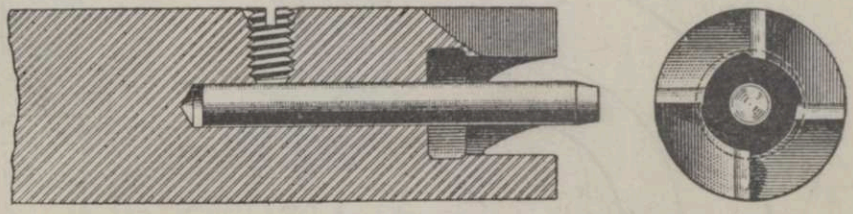
Фиг. 766*a*.



Фиг. 767.

Приготовленіе подобной втулки обходится довольно дорого, но зато въ дальнѣйшей службѣ она не требуетъ почти никакихъ расходовъ, такъ какъ замѣна рѣзцовъ стоитъ дешево.

Для приготовленія новыхъ рѣзцовъ можетъ быть устроенно особое приспособленіе (*шаблонъ*), изображенное на фиг. 767. Приспособленіе представляетъ коробку, составленную изъ двухъ частей, соединенныхъ шпильками; внутренняя часть какъ разъ вмѣщаетъ въ себя готовый рѣзецъ. Коробка приготовляется изъ инструментальной стали, приблизительно обстрагивается, затѣмъ во внутрь ея кладется готовый закаленный рѣзецъ, который заднимъ концомъ упирается въ упорный винтъ *a*. Коробка вмѣстѣ съ рѣзцомъ зажимается въ тиски, при чемъ и самый рѣзецъ оказывается плотно зажатымъ между двумя половинками коробки. Послѣ этого коробки спиливаютъ, такъ чтобы она была какъ разъ въ уровень съ рѣзцомъ; сдѣлать это легко, такъ какъ коробка пока мягкая, а рѣзецъ закаленъ и его подпилокъ не беретъ. Выпиленную такимъ образомъ коробку закаливаютъ, и тогда она можетъ служить шаблономъ для выпилки вновь приготовляемыхъ рѣзцовъ. Толщина рѣзца получается строганіемъ, такъ чтобы рѣзецъ какъ разъ приходился въ прорѣзъ втулки, а остальные его размѣры получаются выпиливаніемъ въ коробкѣ. Такимъ образомъ всѣ рѣзцы получаются одинаковой формы и размѣровъ, и достигается это очень просто.



Фиг. 768.

551. Рѣжущая втулка съ центральнымъ стержнемъ. Представлена на фиг. 768, она можетъ примѣняться въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится обтачивать внѣшнюю поверхность у цилиндра съ отверстіемъ, просверленнымъ по оси. Стержень дѣлается вставной и закрѣпляется нажимнымъ болтомъ. Закаливается и отпускается стержень до синяго нагрѣва. Чтобы было болѣе удобно выпиливать уголъ зазора на внутреннихъ рѣжущихъ ребрахъ, задняя часть внутренняго отверстія нѣсколько расширяется.

Приготовленіе фрезеровъ [1]).

552. Число зубьевъ. У фрезеровъ съ прямолинейными рѣжущими ребрами (мелкими зубьями) число зубьевъ берется согласно слѣдующей таблицѣ:

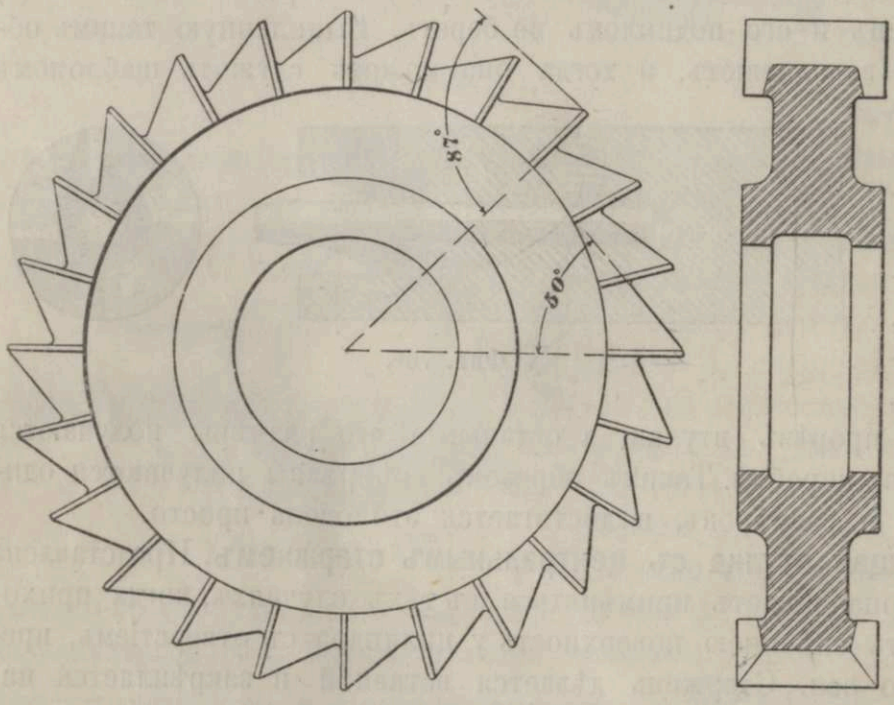
діам. фрезера	число зубьевъ	діам. фрезера	число зубьевъ
15 мм.	6	65 мм.	21
20 „	8	75 „	24
25 „	12	85 „	26
30 „	14	100 „	28
35 „	16	125 „	30
50 „	18	150 „	32

[1]) См. также, стр. 325 и дальше.

Фрезеры больше 150 мм. дѣлаются обыкновенно со вставными зубьями.

553. Уголъ рѣзанія (фиг. 769) обыкновенно берется равнымъ 90°, такъ что рѣжущая грань совпадаетъ съ направленіемъ радіуса.

Нарѣзаніе зубьевъ производится коническимъ фрезеромъ съ такимъ угломъ, чтобы уголъ заостренія получился на цилиндрической части фрезера въ 50°, а на боковыхъ поверхностяхъ отъ 60° до 70°. Фрезеръ углубляется настолько, чтобы толщина зуба около рѣжущаго ребра получалась отъ 0,5 до 1 мм. Такъ какъ на торцевой части рѣжущія ребра идутъ сближаясь къ центру, то, чтобы полоска около рѣжущаго ребра получилась одинаковой ширины по всей длинѣ, нужно ось оправки, на которой будетъ закрѣпленъ фрезеръ для нарѣзанія на немъ зубьевъ, поставить не горизонтально, а нѣсколько наклонно; величина наклона должна быть опредѣлена путемъ пробъ. Послѣ нарѣзки зубьевъ заусенцы счищаются подпилкомъ и приступаютъ къ закалкѣ фрезера. Такъ какъ при закалкѣ внутреннее отверстіе можетъ деформироваться, то для возможности произвести въ немъ исправленія его вытачиваютъ на 0,004 діам. меньше по сравненію съ нормальнымъ размѣромъ, оставляя эти 4‰ для шлифовки. Отпускается рѣжущая часть фрезера до соломенно-желтаго цвѣта. Это лучше всего дѣлать, надѣвая фрезеръ на раскаленную полосу, при этомъ онъ будетъ въ серединѣ нагрѣтъ болѣе сильно и получится въ этой части болѣе мягкимъ. Послѣ отпуска внутренняя втулка и боковыя плоскости шлифуются; для сокращенія шлифуемой поверхности внутри втулки дѣлается выемка.

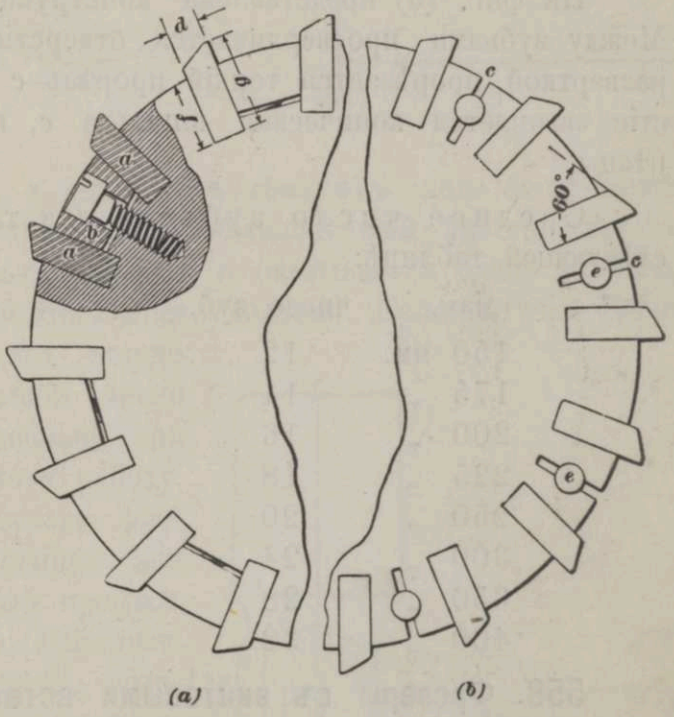


Фиг. 769.

554. Наточка фрезеровъ. Наточка фрезеровъ производится такъ же, какъ и развертокъ, съ тою только разницей, что у фрезеровъ рѣжущихъ реберъ не подправляютъ брускомъ. Фрезеръ упирается на упорку такимъ образомъ, чтобы наждачный кругъ образовалъ при заточкѣ уголъ зазора въ 3°. При такомъ углѣ фрезеръ хорошо рѣжетъ и долго не притупляется; при большомъ углѣ зазора притупленіе идетъ быстро.

Снимать стружку надо самую незначительную, чтобы не перегрѣть зубьевъ и не отпустить ихъ закала. Чтобы фрезеры хорошо работали и не скоро тупились ихъ необходимо точить на машинѣ съ упоркой, такъ какъ при ручной заточкѣ невозможно получить фрезеръ, заточенный симметрично, а при этомъ условіи онъ будетъ рѣзать лишь нѣкоторыми зубьями и будетъ быстро срабатываться.

555. Фрезеры съ винтовыми зубьями нарѣзаются также на дѣлительной головкѣ фрезовой машины. Уголъ наклона винтовой линіи съ плоскостью проходящей черезъ ось фрезера берется въ 20°. Необходимо обратить вниманіе на то, что при работѣ винтовымъ фрезеромъ безъ внѣшней опоры, нужно направленіе винтовой нарѣзки выбирать такъ, чтобы сопротивленіе рѣзанія стремилось втиснуть фрезеръ въ шпиндель машины, и такимъ образомъ стремилось бы его еще болѣе закрѣпить въ шпинделѣ [1]). Если фрезеръ поддерживается кромѣ шпинделя и внѣшней опорой или какъ-либо надежно закрѣпленъ въ шпинделѣ, то въ этомъ необходимости не представляется.



Фиг. 770.

556. Фрезеры съ зазубренными рѣжущими ребрами приготовляются слѣдующимъ образомъ. Когда выточенъ цилиндръ для фрезера, самоточку устанавливаютъ для нарѣзки винта съ шагомъ, равнымъ разстоянію между зазубринами, которыя будутъ нарѣзаны на фрезерѣ. Затѣмъ въ суппортъ вставляютъ рѣзецъ съ полукруглымъ рѣжущимъ ребромъ, шириной равной $^1/_3$ шага нарѣзки и этимъ рѣзцомъ производятъ на цилиндрѣ винтовую нарѣзку. Послѣ чего нарѣзаются зубья фрезеромъ, которые при этомъ получатся, понятно, зазубренными,

557. Фрезеры со вставными зубьями. Если діаметръ фрезера превосходитъ 150 мм., тогда приготовлять его изъ цѣльнаго куска стали будетъ слишкомъ дорого и выгоднѣе тѣло фрезера приготовить изъ болѣе дешеваго матеріала, напримѣръ чугуна или машинной стали, и въ него вставить приготовленные изъ инструментальной стали рѣзцы. На

---

[1]) Нужно замѣтить, что при такомъ направленіи зубьевъ фрезера уголъ рѣзанія получается менѣе выгоднымъ, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда зубья наклонены такъ, что при рѣзаніи фрезеръ стремится выйти изъ шпинделя машины, а потому указанное правило соблюдается не всѣми. Если фрезеръ можетъ быть надежно закрѣпленъ въ шпинделѣ машины тогда будетъ правильнѣе не придерживаться указаннаго правила. Мнѣніе различныхъ заводовъ по этому предмету см. American Machinist. 1911, стр. 292.

фиг. 770 представлены 2 наиболѣе употребительныя конструкціи вставныхъ рѣзцовъ. Конструкція на сторонѣ (*a*) предложена заводомъ Морза (Morse Twist Drill and Machine Company, New Bedford, Mass) въ тѣлѣ фрезера прорѣзаются прямоугольные прорѣзы, въ которые вставляются такого же поперечнаго сѣченія рѣзцы *a a*; такіе два рѣзца закрѣпляются планкой *b*, которая прижимается болтами. Выполнять такіе фрезеры дозольно просто, такъ какъ всѣ поверхности легко выполняются на фрезовой машинѣ и вывѣряются на шлифовальныхъ станкахъ. Размѣръ *d* берется равнымъ $^1/_4$ отъ разстоянія между рѣжущими ребрами; размѣръ *g* берется $^3/_4$ отъ того же разстоянія; *f* берется 0,55 отъ шага. Уголъ заостренія дѣлается около 60°, ширина полоски около рѣжущаго ребра дѣлается около 0,75 мм., уголъ зазора 3°.

На фиг. (*b*) представлена конструкція завода Праттъ и Уитней. Между зубьями просверливается отверстіе, развертывается конической разверткой, прорѣзается тонкій прорѣзъ *c* пилой и въ коническое отверстіе загоняется коническая шпилька *e*, которая, распирая, зажимаетъ рѣзцы.

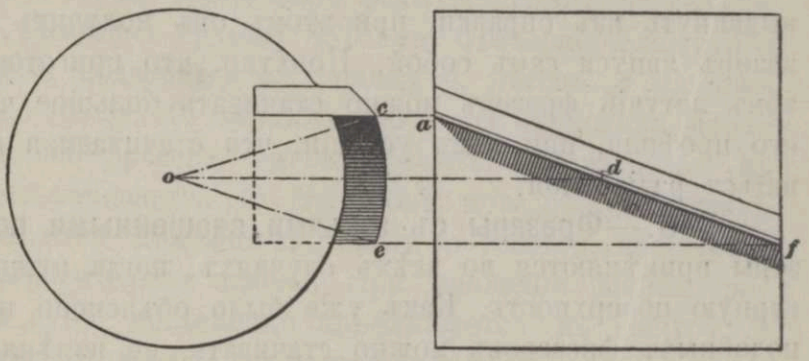
Среднее число зубьевъ для такихъ фрезеровъ приведено въ слѣдующей таблицѣ:

діам.	число зуб.	діам.	число зуб.
150 мм.	12	450 мм.	35
175 „	14	500 „	38
200 „	16	550 „	41
225 „	18	600 „	44
250 „	20	650 „	46
300 „	24	700 „	48
350 „	28	750 „	50
400 „	32	800 „	52

558. Фрезеры съ винтовыми вставными зубьями приготовлять собственными средствами представляется невозможнымъ, такъ какъ для этого необходимо имѣть приспособленія для штамповки зубьевъ, чтобы сообщить имъ винтовую поверхность. Дѣлать же зубья вмѣсто винтовыхъ прямолинейные, ставя ихъ наклонно, не раціонально.

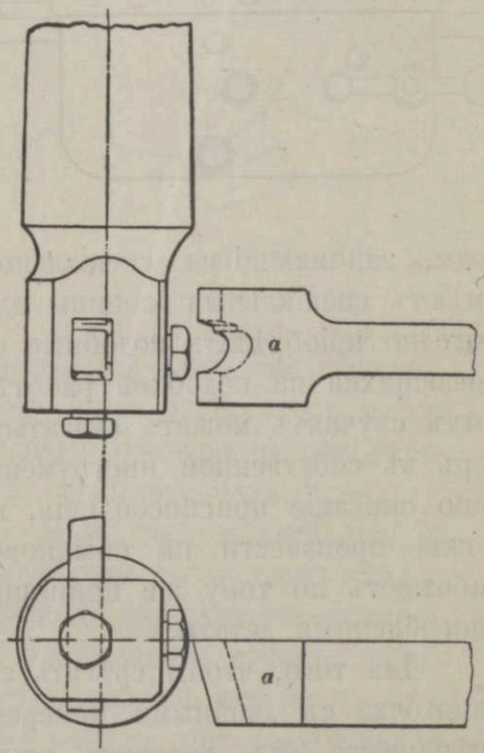
Нераціональность такой конструкціи видна изъ фиг. 771. Прорѣзъ въ тѣлѣ фрезера дѣлается прямолинейный; въ него вставляется рѣзецъ, имѣющій форму параллелепипеда. Рѣжущее ребро рѣзца стачивается по цилиндрической поверхности, при этомъ какъ видно изъ чертежа, углы рѣзанія по всей длинѣ получаются различные: если въ серединѣ въ точкѣ *d* уголъ рѣзанія будетъ прямой, то въ точкѣ *a* онъ будетъ острый, а въ точкѣ *f*—тупой. Для устраненія этого неудобства рѣзцы дѣлаются толще и выступающая изъ тѣла фрезера рѣжущая грань обрабатывается на фрезовой машинѣ при помощи торцеваго фрезера, при чемъ она получаетъ винтовую поверхность съ равными углами рѣзанія; но такую обработку можно произвести только въ томъ случаѣ, если рѣзцы не очень длинны, а иначе выступающая изъ тѣла часть

получается въ нѣкоторыхъ мѣстахъ слишкомъ тонкая и непрочная. Кромѣ того, какъ видно изъ чертежа, углубленіе рѣзца въ тѣло фрезера получается различное въ различныхъ мѣстахъ по длинѣ. При значительной длинѣ углубленіе на концахъ можетъ оказаться равнымъ нулю, и рѣзецъ, слѣдовательно, будетъ непрочно закрѣпленъ въ тѣлѣ. Обо всемъ этомъ уже было сказано на стр. 328.



Фиг. 771.

559. Летучій фрезеръ приготовляется въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится отдѣлать фигурную поверхность сравнительно небольшого числа издѣлій. Изготовленіе такого фрезера обходится дешево, а вмѣстѣ съ тѣмъ онъ, хотя и не можетъ работать съ такой скоростью, какъ обыкновенный фрезеръ, все-таки даетъ очень удовлетворительную работу и оказывается очень удобнымъ, въ особенности для приготовленія инструментовъ. Если летучій фрезеръ приготовленъ правильно, его можно натачивать довольно большое число разъ, не измѣняя его профиля, при чемъ онъ будетъ давать точную работу.

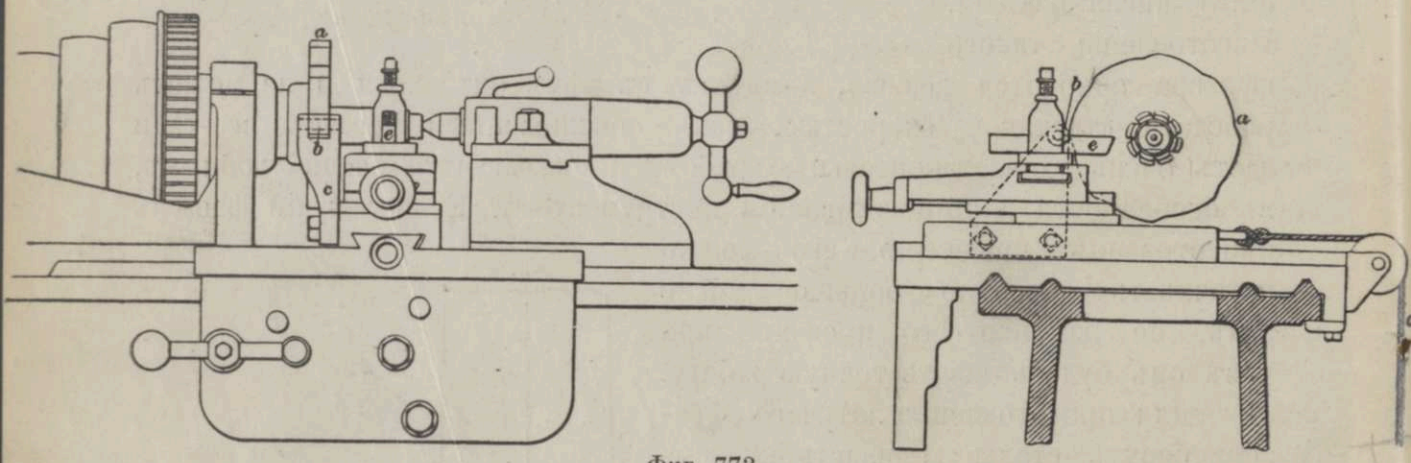


Фиг. 772.

Для приготовленія летучаго фрезера берутъ стальную пластинку, вычерчиваютъ на ней желаемый профиль и, слѣдуя очертанію, точно выпиливаютъ контуръ подпилкомъ (чтобы ускорить работу, можно контуръ вырѣзать нагрубо на фрезовой машинѣ); получаютъ такимъ образомъ рѣзецъ *a* (фиг. 772), который закаливается и затѣмъ контуръ его еще выправляется брускомъ, сравнивая его съ контуромъ, вычерченнымъ тонкой иглой на металлической пластинкѣ; работа эта должна производиться очень точно, пользуясь увеличительнымъ стекломъ. Приготовленный рѣзецъ *a* закрѣпляютъ въ тиски фрезовой машины; въ оправку, вставленную въ шпиндель машины, закрѣпляютъ кусокъ стали, изъ которой будетъ приготовленъ летучій фрезеръ. Предварительно контуръ фрезера можетъ быть грубо обработанъ на фрезовой машинѣ. Рѣзецъ *a* устанавливаютъ такъ, чтобы его рѣжущая грань какъ разъ проходила

черезъ ось вращенія оправки (см. фиг. 772). Летучій фрезеръ долженъ возможно меньше выступать изъ оправки. Когда все установлено, приводятъ шпиндель во вращеніе и понемногу питаютъ рѣзецъ *a*, который и вытачиваетъ поверхность летучаго фрезера. Послѣ закалки летучій фрезеръ представляетъ какъ бы одинъ зубецъ обыкновеннаго фрезера. Чтобы получить необходимый уголъ зазора, достаточно летучій фрезеръ выдвинуть изъ оправки, при этомъ онъ получитъ большій радіусъ, тогда зазоръ явится самъ собой. Понятно, что приготовленный такимъ образомъ летучій фрезеръ можно стачивать большое число разъ, не мѣняя его профиля, при томъ условіи, что стачиваемая плоскость будетъ оставаться радіальной.

560.—Фрезеры съ зубьями, скошенными по спирали. Такіе фрезеры примѣняются во всѣхъ случаяхъ, когда нужно обрабатывать фигурную поверхность. Какъ уже было объяснено на стр. 334, зубья у подобныхъ фрезеровъ можно стачивать, не измѣняя ихъ профиля. За-

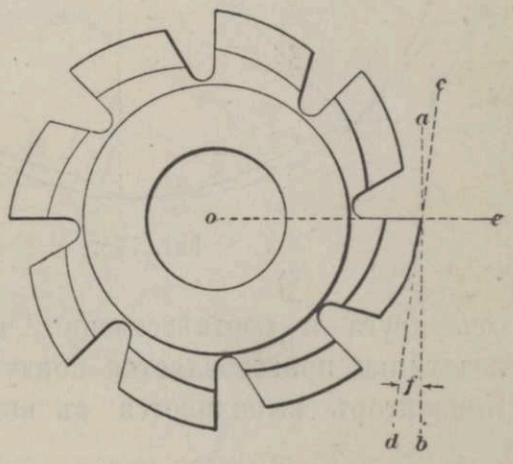


Фиг. 773.

воды, занимающіеся спеціально изготовленіемъ подобныхъ фрезеровъ, имѣютъ спеціальныя машины для этой цѣли, и вообще будетъ болѣе выгодно пріобрѣтать подобные фрезеры именно отъ такихъ спеціализировавшихся на подобной работѣ заводовъ, тѣмъ не менѣе въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ оказаться нужнымъ приготовить подобный фрезеръ въ собственной инструментальной, а потому здѣсь будетъ приведено описаніе приспособленія, при помощи котораго подобную работу можно произвести на обыкновенной самоточкѣ; спеціальныя машины работаютъ по тому же принципу, но имѣютъ только болѣе удобно приспособленныя детали.

Для того, чтобы срѣзать зубья фрезера по спирали, должна имѣться самоточка съ двойными поперечными салазками. Нижнія салазки расцѣпляются отъ ходового винта (фиг. 773) и къ нимъ привертывается стойка *c* съ роликомъ *b*. Роликъ упирается въ *шайбу-кулачекъ a*, которая плотно привертывается къ планшайбѣ самоточки. Роликъ *b* прижимается къ шайбѣ *a* грузомъ, который прикрѣпленъ къ салазкамъ при помощи шнура *d*. Шайба *a* имѣетъ на своей окружности зубцы, которые должны сообщить опирающемуся на нее ролику *b*, а вмѣстѣ съ

нимъ и поперечнымъ салазкамъ и закрѣпленному въ суппортѣ рѣзцу *e* опредѣленныя движенія. Фрезеръ съ нарѣзанными зубьями сажается на оправку, или на особый выступъ, имѣющійся на шайбѣ *a*, и закрѣпляется совершенно неподвижно относительно шайбы. Число зубьевъ на шайбѣ такое же, какъ и число зубьевъ на фрезерѣ. Устанавливается фрезеръ такимъ образомъ, чтобы наибольшіе радіусы шайбы *a* лежали въ одной плоскости съ рѣжущей гранью зубьевъ фрезера. Для этого наибольшій радіусъ шайбы подводится къ ролику *b*, рѣзецъ *e* закрѣпляется такимъ образомъ, чтобы его верхняя плоскость проходила черезъ центръ ролика и черезъ ось фрезера, затѣмъ рѣзецъ придвигается къ фрезеру, и послѣдній поворачивается до тѣхъ поръ, пока рѣжущая грань зуба не совпадетъ съ верхней плоскостью рѣзца; въ такомъ положеніи фрезеръ закрѣпляется относительно шайбы. При вращеніи шайбы роликъ *b*, опираясь на ея зубъ, постепенно приближается къ центру и такое же движеніе получаетъ рѣзецъ относительно фрезера, срѣзая понемногу поверхность его зуба по спирали. Когда съ поверхности одного зуба немного срѣзано, тогда шайба снова отодвигаетъ рѣзецъ и начинается срѣзаніе слѣдующаго зуба. Рѣзецъ *e* постепенно питается къ фрезеру посредствомъ верхняго поперечнаго суппорта, пока вся поверхность зубьевъ не будетъ срѣзана надлежащимъ образомъ.



Фиг. 774.

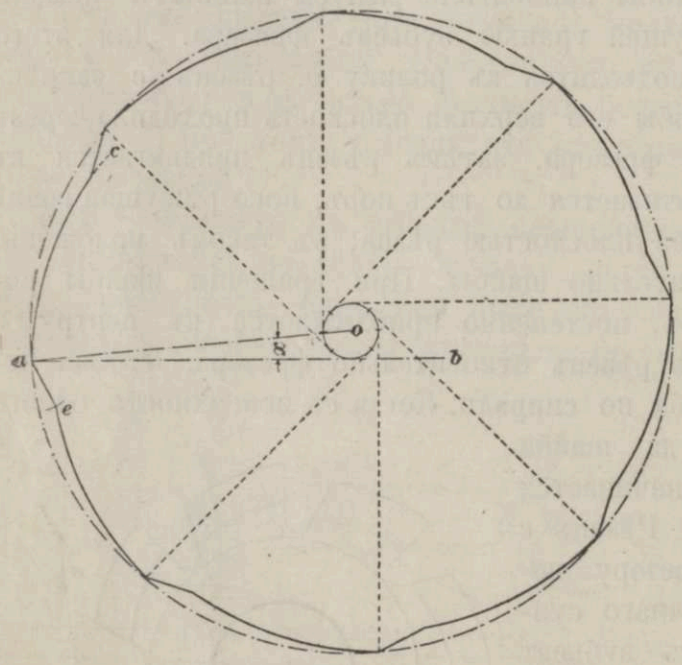
Рѣзецъ *e* приготовляется при помощи летучаго фрезера, который, въ свою очередь, приготовляется уже описаннымъ способомъ.

Неудобство подобнаго приспособленія въ томъ, что одна шайба можетъ нарѣзать фрезеры съ такимъ же числомъ зубьевъ, сколько зубьевъ имѣетъ сама шайба, кромѣ того величина скоса получается всегда одинаковая, между тѣмъ для фрезеровъ большаго діаметра нужно имѣть скосъ больше, иначе уголъ зазора получится слишкомъ малъ.

561.—Приготовленіе шайбы-кулачка. При изготовленіи шайбы должно быть извѣстно: діаметръ фрезера, число зубьевъ и уголъ зазора, т.-е. уголъ *f* между касательной *ab* къ внѣшней окружности фрезера (фиг. 774) и касательной *cd* къ спирали по которой, зубецъ желаютъ срѣзать. Этотъ уголъ берется для желѣза, стали и чугуна въ 8^0; для бронзы отъ 10^0 до 12^0. Діаметръ шайбы берутъ по возможности малымъ, приблизительно раза въ 3 больше, чѣмъ діаметръ фрезера. Шайбу дѣлятъ на такое число равныхъ частей, какое число зубьевъ имѣетъ фрезеръ. Проводятъ радіусъ *ao* (фиг. 775) и отъ него откладываютъ уголъ *x* во столько разъ меньшій угла *f* (фиг. 774), во сколько радіусъ шайбы больше радіуса фрезера. Къ линіи *ab* проводятъ касательную окружность, на которой будутъ лежать центры дугъ *ac*, имѣ-

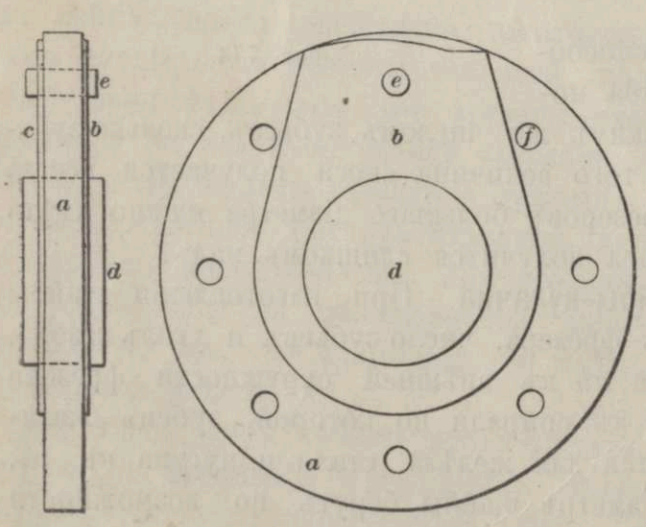
ющихъ радіусъ шайбы *ao*. Изъ точки *a* радіусомъ, равнымъ 1/5 дѣленій по окружности отсѣкаютъ дугу *ae* и соединяютъ *a* съ *e* прямой линіей. Этимъ и заканчивается построеніе кулачка.

Для приготовленія такихъ шайбъ удобно пользоваться особымъ шаблономъ, изображеннымъ на фиг. 776. Шаблонъ состоитъ изъ двухъ закаленныхъ стальныхъ пластинокъ *b* и *c*, которыя прижимаются къ шайбѣ и по нимъ шайба опиливается.



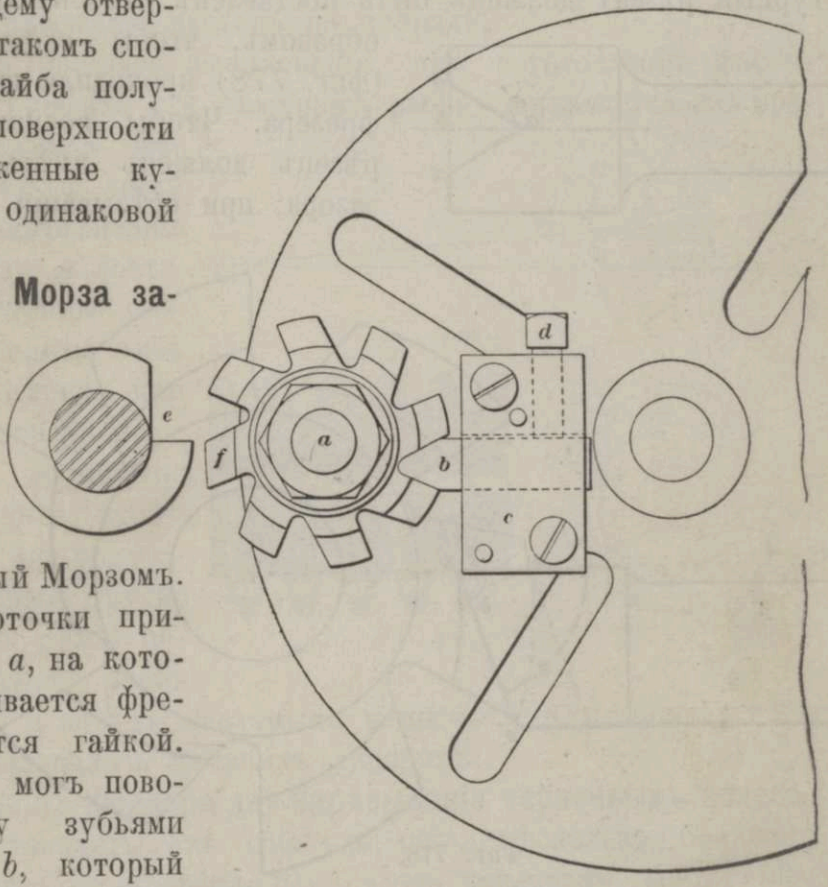
Фиг. 775.

Приготовленіе шайбы идетъ слѣдующимъ образомъ. Шайба нужнаго діаметра просверливается, надѣвается на оправку и обтачивается снаружи. Затѣмъ шайбу вмѣстѣ съ оправкой ставятъ на центры дѣлительной головки фрезовой машины и, пользуясь дѣлительнымъ кругомъ, расчерчиваютъ на шайбѣ тонкія радіальныя линіи на равномъ разстояніи другъ отъ друга и соотвѣтственно числу кулачковъ. Изъ тонкой стальной пластинки приготовляется кондукторъ для сверленія отверстій на шайбѣ. Кондукторъ выполняется въ видѣ пластинки *b* (фиг. 776), въ немъ просверливается отверстіе такъ, чтобы кондукторъ плотно надѣвался на оправку *d*; на нѣкоторомъ разстояніи просверливается отверстіе *e*; внѣшній край пластинки скашивается наклонно и на этой поверхности проводится тонкая черта. Такой кондукторъ надѣвается на оправку, прижимается къ шайбѣ и ставится въ такія положенія, чтобы начерченная на немъ черта совпадала съ линіями, начерченными на шайбѣ; въ каждомъ такомъ положеніи черезъ отверстіе *e* кондуктора просверливается отверстіе въ шайбѣ и такимъ образомъ въ шайбѣ получаются отверстія *e*, *f* и др., расположенныя на одной окружности на равномъ разстояніи другъ отъ друга.



Фиг. 776

Шаблонъ для выпиливанія кулачковъ приготовляется такъ же, какъ кондукторъ для сверленія, т.-е. берутся двѣ стальныя пластинки; въ нихъ просверливается отверстіе такъ, чтобы онѣ плотно надѣвались на оправку *d*; черезъ отверстіе въ шайбѣ просверливается отверстіе *e* (фиг. 776); на внѣшней поверхности шаблона расчерчивается кулачекъ; профиль его выпиливается и шаблонъ закаливается. Приготовленный такимъ образомъ закаленный шаблонъ надѣвается на оправку, въ отверстіе продѣвается штифтъ *e*, шаблонъ прижимается къ шайбѣ въ тискахъ и шайба опиливается въ этомъ мѣстѣ. Подпилокъ рѣжетъ мягкій матеріалъ шайбы, не трогая шаблона, который и служитъ для направленія подпилка. Когда одинъ кулакъ выпиленъ, шаблонъ передвигаютъ къ слѣдующему отверстію *s* и т. д. При такомъ способѣ исполненія шайба получаетъ по своей поверхности правильно расположенные кулаки, совершенно одинаковой формы.

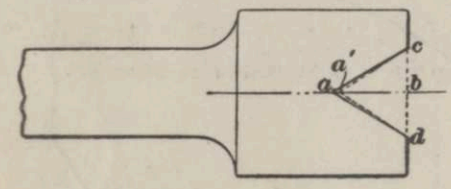


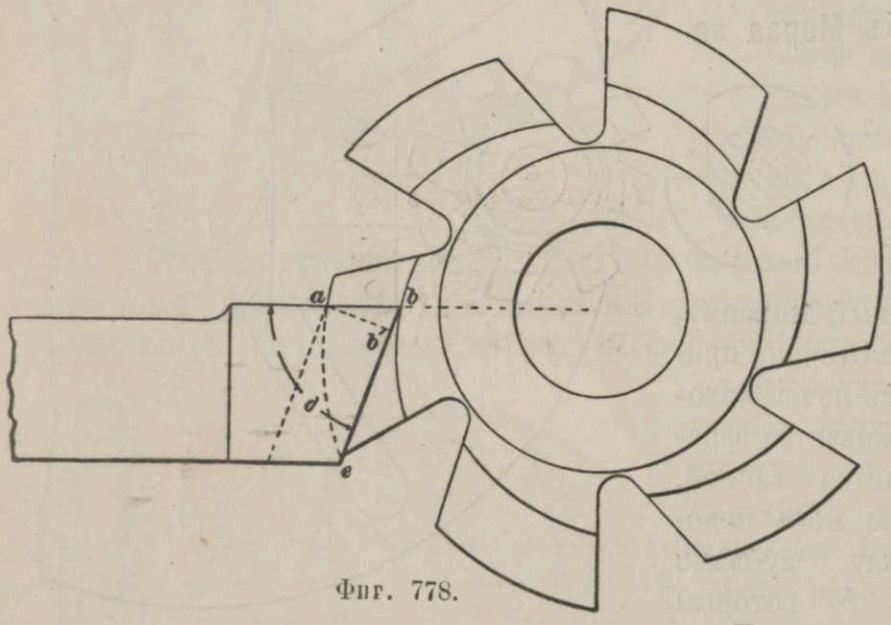
Фиг. 777.

562. Способъ Морза заточки зубьевъ по спирали. На фиг. 777 указанъ очень простой способъ заточки по спирали фрезеровъ, предложенный Морзомъ. Къ планшайбѣ самоточки прикрѣпляется штифтъ *a*, на который плотно насаживается фрезеръ и прижимается гайкой. Чтобы фрезеръ не могъ поворачиваться, между зубьями вдвигается клинъ *b*, который закрѣпляется нажимнымъ болтомъ *d*. Заточка производится или круглымъ рѣзцомъ *e*, или обыкновеннымъ фигурнымъ рѣзцомъ, Какъ видно на чертежѣ, при такомъ положеніи фрезера зубъ *f* будетъ сточенъ рѣзцомъ приблизительно по спирали. Хотя при этомъ способѣ при натачиваніи фрезера на наждачномъ кругѣ профиль рѣжущаго ребра и не вполнѣ сохраняетъ свои очертаніе, но разница получается столь малая, что въ виду простоты этого способа онъ можетъ примѣняться для большинства работъ. Для сохраненія профиля рѣжущая грань фигурнаго рѣзца *e* должна все время проходить черезъ ось фрезера, въ данномъ случаѣ этого не осуществляется, такъ какъ ось фрезера перемѣщается.

563. Приготовленіе фигурныхъ рѣзцовъ для срѣзыванія зубьевъ по спирали. Фигурные рѣзцы должны приготовляться такимъ образомъ,

чтобы ихъ можно было много разъ натачивать на точилѣ и они не мѣняли бы профиля рѣжущаго ребра. Для этого предварительно приготовляется тонкій рѣзецъ изъ стальной пластины съ точно выпиленнымъ профилемъ, какъ это уже было указано при описаніи изготовленія летучихъ фрезеровъ; затѣмъ берется стальной брусокъ для фигурнаго рѣзца довольно толстый (около 30—40 мм. толщины), чтобы его можно было много разъ стачивать, и въ этомъ брускѣ прорѣзается нужный профиль, сначала грубо при помощи фрезеровъ или обстрагивая на шепингѣ, а затѣмъ окончательно профиль простругивается приготовленнымъ спеціальнымъ рѣзцомъ съ точно выпиленнымъ профилемъ. При этомъ нужно имѣть въ виду слѣдующее. Для правильной работы фигурный рѣзецъ долженъ быть поставленъ относительно фрезера такимъ образомъ, чтобы его рѣжущая грань *ab* (фиг. 778) проходила какъ разъ черезъ ось фрезера. Чтобы возможно было рѣзаніе, рѣзецъ долженъ имѣть надлежащій уголъ зазора; при срѣзываніи зубьевъ фрезера по спирали уголъ зазора рѣзца долженъ быть на 10° больше, чѣмъ уголъ зазора спирали. Такъ какъ уголъ зазора у фрезера можетъ измѣняться отъ 8° до 12°, то уголъ зазора рѣзца долженъ мѣняться отъ 18° до 22°, слѣдовательно уголъ заострения *d* будетъ мѣняться отъ 72° до 68°. При строганіи рѣзца послѣдній зажимается въ тиски такъ, что опорная поверхность рѣзца оказывается наклоненной подъ указаннымъ угломъ къ горизонту и верхняя грань *be* грубо обрабатывается. При снятіи отдѣлочной стружки точно выпиленнымъ рѣзцомъ, послѣдній *долженъ ставиться такъ, чтобы его рѣжущая грань была параллельна плоскости ab, и рѣзаніе нужно производить по направленію къ плоскости ab.* Значитъ, уголъ рѣзанія при этомъ получится тупой, но это будетъ вести только къ тому, что поверхность получится болѣе гладкая. *Строганіе необходимо вести при обильной смазкѣ масломъ.* Работа можетъ быть произведена и на фрезовой машинѣ, закрѣпляя обрабатываемый фасонный рѣзецъ въ тиски или въ спеціально приготовленную коробку, которая сразу даетъ бруску необходимый на-



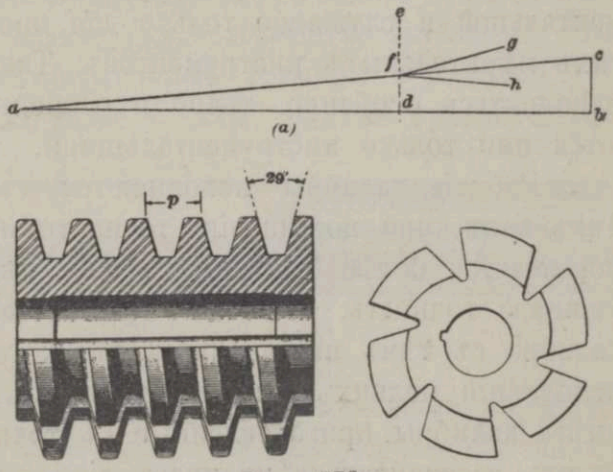


Фиг. 778.

клонъ, а выпиленный рѣзецъ можно подъ требуемымъ угломъ закрѣпить въ оправку, вставленную въ шпиндель, какъ это дѣлается съ летучимъ фрезеромъ. Шпиндель закрѣпляется неподвижно; столъ питается отъ руки. Если бы мы поставили выпиленный рѣзецъ нормально къ обрабатываемой поверхности, т.-е. параллельно линіи ab', то получили бы искаженный профиль рѣжущаго ребра у фигурнаго рѣзца, такъ какъ правильный профиль долженъ быть въ плоскости ab, а ab', очевидно, имѣетъ другой размѣръ чѣмъ ab.

Приготовленный описаннымъ способомъ фигурный рѣзецъ можетъ много разъ стачиваться параллельно плоскости ab, сохраняя профиль рѣжущаго ребра. Такимъ рѣзцомъ сначала вытачиваютъ фрезеръ, а потомъ, когда сдѣланы радіальные прорѣзы у фрезера, то тѣмъ же рѣзцомъ производится срѣзываніе зубьевъ по спирали.

Чтобы избѣжать лишняго выпиливанія, при изготовленіи фасонныхъ рѣзцовъ, если профиль его рѣжущаго ребра составляется изъ правильныхъ геометрическихъ фигуръ, напр. изъ прямыхъ линій и окружностей, простраживаніе производится не сразу, а частями, примѣняя прямолинейные рѣзцы, кружки, выточенные изъ стали и т. п. Обстроганная при обильной смазкѣ поверхность, хотя и получается достаточно гладкой, тѣмъ не менѣе, чтобы на самомъ фрезерѣ не получалось царапинъ, которыя трудно выводить, поверхность рѣзца передъ закалкой шлифуютъ очень мелкимъ подпилкомъ, а затѣмъ масляннымъ камнемъ и наждакомъ, чтобы на поверхности не оставалось никакихъ царапинъ.



Фиг. 779.

564. Приготовленіе фрезера для нарѣзыванія червячныхъ колесъ. Такой фрезеръ представляетъ изъ себя червякъ, нѣсколько большаго діаметра (на 0,1 шага) съ прорѣзанными вдоль канавками (фиг. 779). Чтобы найти необходимый боковой уголъ зазора, откладываютъ линію ab (фиг. a) равную длинѣ внутренней окружности, откладываютъ bc, равную шагу, проводятъ ac, проводятъ въ любомъ мѣстѣ линію de перпендикулярно къ ab, и проводятъ къ линіи ac линіи fg и fh подъ угломъ въ 10°. Уголъ efg и будетъ боковымъ угломъ зазора, который нужно сообщить рѣзцу.

Продольныя канавки прорѣзаются нѣсколько глубже нарѣзки. Ширина канавки около дна можетъ быть взята равной 0,17 шага + 3 мм.

Число канавокъ берется такое, чтобы разстояніе между ними у дна равнялось приблизительно глубинѣ нарѣзки плюсъ 3 мм. Лучше если канавки прорѣзаются по винтовой линіи, такъ что онѣ пересѣкаются съ винтовой нарѣзкой подъ прямыми углами, при этомъ углы

рѣзанія получаются по всему рѣжущему ребру симметричными, если же канавки идутъ параллельно оси фрезера, то съ одной стороны рѣжущей грани углы рѣзанія получаются острые, а съ другой тупые.

При большомъ числѣ нарѣзаемыхъ колесъ фрезеръ долженъ имѣть углы зазора, такъ какъ безъ нихъ рѣзаніе идетъ не при благопріятныхъ условіяхъ. Приготовленіе такихъ фрезеровъ довольно трудно, требуетъ спеціальныхъ машинъ, и потому въ такихъ случаяхъ будетъ болѣе раціонально пріобрѣтать ихъ отъ заводовъ, занимающихся спеціально ихъ приготовленіемъ.

Приготовленіе калибровъ [1]).

О конструкціи калибровъ было сказано въ главѣ о мѣрительныхъ инструментахъ. На заводѣ должны имѣться калибры двухъ родовъ: 1) **калибры рабочіе,** которые находятся постоянно въ обращеніи и примѣняются рабочими. 2) **калибры провѣрочные,** находящіеся въ инструментальной и служащіе только для провѣрки рабочихъ калибровъ и другихъ мѣрительныхъ инструментовъ. Такіе провѣрочные калибры должны исполняться особенно точно и особенно бережно храниться; пользуются ими только инструментальщики.

Рабочіе калибры исполняются съ различной степенью точности. Такъ какъ при повышеніи точности исполненія стоимость калибровъ повышается болѣе быстро, то не слѣдуетъ никогда преслѣдовать излишнюю точность, а всегда нужно сообразовать точность исполненія калибра съ тѣмъ назначеніемъ, для котораго калибръ предназначенъ. При исполненіи мелкихъ смѣняющихся безъ пригонки частей необходимо имѣть калибры, приготовленные съ точностью до 0,0025 мм. Если же будетъ растачиваться цилиндръ діаметромъ 1000 мм., то будетъ достаточно для измѣренія такого цилиндра изготовить калибръ съ точностью до 0,15 мм. Наконецъ калибръ, назначенный для измѣренія кузнечныхъ работъ будетъ вполнѣ хорошъ, если изготовленъ съ точностью до 1 мм.

Для измѣреній инструментальщики пользуются различными мѣрительными инструментами, описаннымми во второй главѣ, при чемъ, пользуясь этими инструментами, можно достичь слѣдующихъ степеней точности.

Измѣряя точнымъ, хорошо исполненнымъ масштабомъ, устанавливая по немъ крумциркуль, можно достичь точности измѣренія (плюсъ-минусъ) 0,05 мм., т.-е. разница въ размѣрахъ не будетъ получаться больше 0,1 мм.

При пользованіи точнымъ штангенъ циркулемъ съ ноніусомъ точность измѣренія можетъ быть доведена до (плюсъ-минусъ) 0,025 мм.,— разница въ размѣрахъ не будетъ превосходить 0,05 мм.

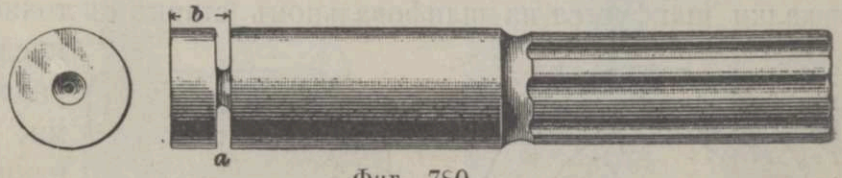
Очень точнымъ микрометромъ можно измѣрить съ точностью (плюсъ-минусъ) 0,00125;—разница въ размѣрахъ не будетъ превосходить 0,0025 мм.

---

[1]) См. также Machinery, стр. 26—august, 1909 г. и стр. 185—november, 1910 г.

Если требуется еще болѣе высокая степень точности, то должны примѣняться мѣрительныя машины, подобныя изображенной на стр. 78, на которыхъ можно измѣрять съ точностью (плюсъ-минусъ) 0,0005 мм. такъ что разница въ размѣрахъ не будетъ превосходить 0,001 мм., Такая степень точности является предѣльной въ машиностроеніи, и примѣняется очень рѣдко—лишь при изготовленіи самыхъ точныхъ калибровъ.

565. Матеріалъ для приготовленія калибровъ. Калибры приготовляются изъ инструментальной стали и закаливаются, или же приготовляются изъ машинной стали безъ закала. Закаленные калибры имѣютъ очень твердую поверхность, а потому при измѣреніи не такъ быстро изнашиваются, но при этомъ нужно имѣть въ виду, что, калибры послѣ закала постепенно измѣняютъ свои размѣры, вслѣдствіе того, что молекулы матеріала понемногу приходятъ въ равновѣсіе, которое было нарушено при закалѣ. Такое измѣненіе размѣровъ закаленныхъ издѣлій можетъ продолжаться очень долго, иногда въ теченіе цѣлаго года, а потому желая получить точные калибры, ихъ послѣ закала отдѣлываютъ лишь грубо, затѣмъ оставляютъ лежать (выдерживаютъ) въ теченіе года и послѣ этого придаютъ имъ окончательные размѣры. Замѣчено, что величина деформаціи послѣ закала даже спустя годъ не превосходитъ, 0,0005 линейныхъ измѣреній, а потому указанныя предосторожности въ обработкѣ нужно примѣнять въ томъ случаѣ, когда готовятся калибры, точность которыхъ должна превосходить указанную величину деформаціи; если же при исполненіи калибровъ можетъ быть допущена указанная неточность, то окончательную обработку калибра можно производить сейчасъ же послѣ закала. Въ виду сказаннаго очень точные калибры, которыми пользуются только для сравненія при изготовленіи рабочихъ калибровъ, изготовляютъ изъ машинной стали и не закаливаютъ; опасаться, что такіе калибры будутъ срабатываться нѣтъ основанія, такъ какъ ими пользуются очень мало, а вмѣстѣ съ тѣмъ незакаленная машинная сталь совершенно не измѣняетъ со временемъ своихъ размѣровъ, а потому разъ калибръ исполненъ точно, онъ сохраняетъ эту точность и съ теченіемъ времени.



Фиг. 780.

У калибровъ, изготовленныхъ изъ инструментальной стали, иногда производятъ частичный закалъ только тѣхъ поверхностей, которыя могутъ срабатываться; этимъ деформація калибровъ значительно уменьшается по сравненіи съ полнымъ закаломъ.

Если калибры *штампуются*, то для предупрежденія деформаціи съ теченіемъ времени, ихъ слѣдуетъ передъ отдѣлкою отжигать.

566. Изготовленіе нормальнаго цилиндрическаго калибра (фиг. 780). Кусокъ инструментальной стали хорошо отжигается, точно расцентровывается и вытачивается въ видѣ цилиндра; часть, назначенная для рукоятки, прорѣзается канавками, какъ показано на фиг. 780 или

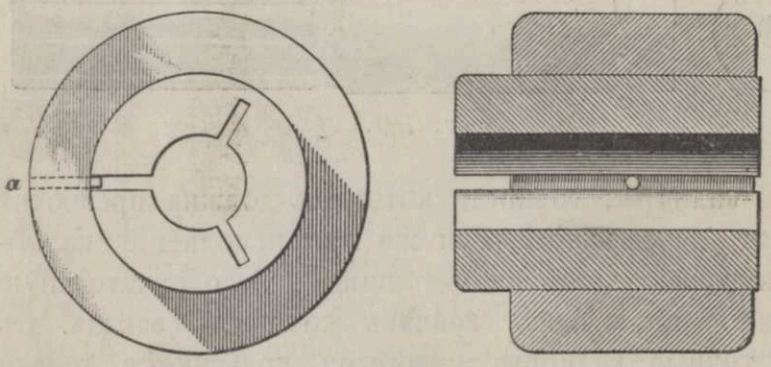
накатывается рифленной накаткой. Съ одного конца протачивается канавка *a* на такомъ разстояніи *b* отъ торца, чтобы центровое отверстіе было внѣ канавки. Толщина перешейка оставляется для калибровъ:

діам. до	5 мм.	въ	2,5 мм.
	10		3
	20		5
	30		6
для большихъ размѣровъ			10

Выточенный калибръ закаливается и подвергается обработкѣ на шлифовальномъ станкѣ. При обточкѣ долженъ быть оставленъ запасъ для шлифовки у калибровъ:

діаметр. до	5 мм.	напускъ діаметра	0,25 мм.
	15		0,50
при большихъ діаметрахъ			0,75

Закаленный калибръ или оставляется для выдержки въ теченіе болѣе или менѣе долгаго времени, для предупрежденія появленія деформацій, или же, если большой точности не требуется, сейчасъ же послѣ закалки шлифуется на шлифовальномъ станкѣ съ точностью до 0,025 мм.; послѣ чего калибръ обрабатывается притирами, до желаемой степени точности.



Фиг. 781.

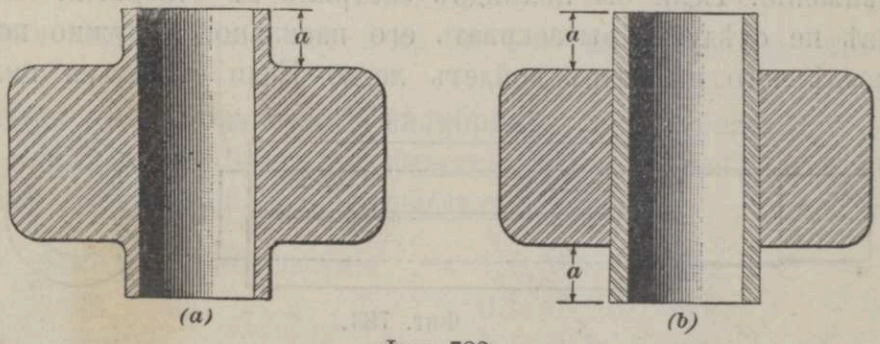
Такъ какъ при обработкѣ притиромъ внѣшній конецъ имѣетъ склонность получить нѣсколько меньшіе размѣры по сравненію съ центральной частью, то для изготовленія совершенно цилиндрическаго калибра внѣшній конецъ и вытачивается въ видѣ отдѣльнаго диска, соединеннаго тонкимъ перешейкомъ; этотъ дискъ послѣ притирки отламывается, калибръ вставляется въ патронъ шлифовальной машины и торецъ гладко шлифуется.

Конструкція притира, удобнаго для этой цѣли, изображена на фиг. 781. Онъ состоитъ изъ втулки, вставляемой въ кольцо. Внутреннее отверстіе втулки цилиндрично и на 0,025 мм. приготовляется больше, чѣмъ діам. калибра; внѣшняя поверхность втулки слегка коническая и пригоняется къ такому же коническому отверстію въ кольцѣ. (уменьшеніе діаметра конуса берется около 0,01 длины конуса); длина втулки берется равной тремъ діам. калибра. Внутренняя втулка имѣетъ три радіальныхъ прорѣза, одинъ изъ которыхъ сквозной. Понятно, что при вдвиганіи втулки въ кольцо діаметръ внутренняго отверстія будетъ уменьшаться и, пользуясь этимъ, можно получить притиръ нужнаго размѣра. Чтобы предупредить вращеніе внутренней втулки въ одинъ изъ

прорѣзовъ вставляется штифтъ *a*. Лучшимъ матеріаломъ для втулки будетъ мелкозернистый чугунъ. Притирка производится наждаковой пылью съ масломъ. Такъ какъ при притиркѣ калибръ нагрѣвается и измѣняетъ свои размѣры, то, прежде чѣмъ измѣрять калибръ, его необходимо охладить до комнатной (нормальной) температуры, иначе вѣрный въ нагрѣтомъ состояніи калибръ окажется по охлажденіи невѣрнымъ. Для охлажденія долженъ имѣться сосудъ съ водой, имѣющей нормальную температуру; въ этотъ сосудъ и погружается калибръ. Измѣрять нужно всегда длинную цилиндрическую часть калибра, а не часть, отдѣленную канавкой *a*, такъ какъ эта часть всегда получается нѣсколько тоньше.

Очень крупные калибры могутъ быть приготовлены изъ машинной стали, но съ надѣтой закаленной втулкой изъ инструментальной стали. Втулка имѣетъ внутреннее отверстіе, слегка коническое, точно пришлифованное къ такому же конусу внутренняго стержня. Надѣтая легкими ударами втулка держится достаточно прочно. Внѣшняя обработка калибра производится такъ же какъ и описаннаго выше.

567. — Приготовленіе кольцевого калибра. Кольцевые калибры приготовляются двухъ родовъ: 1) цѣльные изъ инструментальной стали, закаленные во всей массѣ, 2) изъ машинной стали со вставными закаленными втулками. Цѣльные калибры дешевле при первоначальномъ приготовленіи и болѣе прочны, но зато послѣ закалки они могутъ съ теченіемъ времени измѣнять свои размѣры, такъ что при требованіи большой точности они должны быть выдержаны около года передъ окончательной отдѣлкой. Кромѣ того при закалкѣ они могутъ легко дать трещины. Приготовленіе калибровъ со вставными втулками стоитъ болѣе дорого, но за то они не обладаютъ вышеуказанными недостатками цѣльныхъ калибровъ.

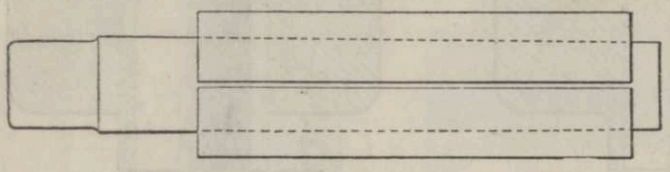


Фиг. 782.

При изготовленіи цѣльнаго кольца изъ куска инструментальной стали вытачивается калибръ, имѣющій форму, представленную на фиг. 782*a*. Размѣръ *a* дѣлается равнымъ 0,2 діам. плюсъ 5 мм. Толщина стѣнокъ уширенія дѣлается отъ 1,5 до 2,5 мм, Размѣръ внутренняго отверстія дѣлается такой, чтобы оставался запасъ на шлифовку. Когда внѣшняя поверхность кольца обточена, отштампованъ размѣръ калибра, его закаливаютъ. Послѣ закалки шлифуютъ внутреннюю поверхность, оставляя запасъ для окончательной отдѣлки. Шлифовка производится или на шлифовальномъ станкѣ или, если такового не имѣется или размѣръ отверстія слишкомъ малъ, при помощи притира. Затѣмъ калибръ выдерживаютъ въ теченіе болѣе или менѣе долгаго времени, въ зависимости

отъ степени точности, которая предъявляется калибру. Окончательная отдѣлка производится при помощи притира, при чемъ надлежащій размѣръ кольца провѣряется соотвѣтствующимъ ему цилиндрическимъ калибромъ. При измѣреніи нужно обращать большое вниманіе на то, чтобы температуры какъ кольца такъ и цилиндрическаго калибра были одинаковы, а также чтобы поверхности калибровъ были совершенно чисты отъ употребляющагося при притиркѣ наждака и масла. При притиркѣ внѣшніе концы у кольцевого отверстія всегда получаются нѣсколько большого діаметра, а потому, какъ только цилиндръ начнетъ входить въ отверстіе, это будетъ указывать, что размѣръ отверстія близокъ къ нормальной величинѣ; послѣ этого притирку нужно вести очень осторожно и употреблять самую мелкую наждаковую пыль при обильномъ подводѣ масла.

Пригонка кольца къ цилиндру должна быть произведена съ большой точностью. Пригонка должна быть такова, что если цилиндръ подержать въ рукѣ и нагрѣть его до температуры руки, то онъ уже не долженъ входить въ кольцо (вслѣдствіе расширенія). При измѣреніи отверстія цилиндромъ, нужно вставлять цилиндръ, сообщая ему винтовое движеніе. Если бы цилиндръ застрялъ въ отверстіи, ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ вытаскивать его насильно, а нужно кольцо подогрѣть, послѣ чего цилиндръ войдетъ легко. Если стараться цилиндръ вставить насильно или вынуть насильно, то легко испортить поверхность какъ кольца, такъ и цилиндра.



Фиг. 783.

Послѣ того какъ кольцо притерто съ надлежащей степенью точности, выступающіе придатки *a* сошлифовываютъ и получаютъ кольцевой калибръ, у котораго діаметръ отверстія будетъ одинаковый по всей длинѣ.

У калибра со вставной втулкой (фиг. 782 b) внѣшняя часть вытачивается изъ машинной стали. Втулка приготовляется изъ инструментальной стали. Толщина стѣнокъ берется около 1 : 20 внутрен. діамет. плюсъ 2,5 м/м. Съ внѣшней стороны втулка затачивается на конусъ (діаметръ конуса уменьшается на 0,01 длины). Выточенная съ запасомъ для шлифовки фтулка закаливается, шлифуется внутреннее отверстіе, втулка сажается на точную оправку, шлифуется внѣшній конусъ, послѣ чего втулка загоняется во внѣшнее кольцо и окончательно притирается по цилиндрическому калибру. Послѣ притирки выступающія изъ кольца части *aa* сошлифовываются. Если отъ употребленія внутренній размѣръ втулки нѣсколько увеличивается, то закалачивая слегка втулку, можно внести соотвѣтствующее исправленіе въ размѣръ калибра.

Конструкція очень удобнаго для такой работы притира изображена на фиг. 783. Онъ состоитъ изъ слегка конической оправки (діам.

конуса уменьшается на 0,01 длины), на которую насажена чугунная втулка, внутри коническая, а снаружи втулка должна имѣть правильную цилиндрическую поверхность, діаметръ которой на 0,025 м/м. меньше, чѣмъ діаметръ калибра. Втулка имѣетъ три продольныхъ прорѣза, одинъ изъ нихъ сквозной, а два *aa* являются надрѣзами, которые позволяютъ втулкѣ болѣе легко пружинить, и кромѣ того они являются резервуарами, въ которыхъ можетъ скопляться наждакъ съ масломъ, употребляемые при притиркѣ. Понятно, что по мѣрѣ надвиганія втулки на оправку, діаметръ притира слегка увеличивается. Нужно обратить вниманіе на то, что если притиромъ отверстіе должно быть значительно увеличено, въ случаѣ если оставлено много запаса для снятія, то при этомъ притиръ долженъ значительно расшириться, вслѣдствіе чего онъ утратитъ правильную цилиндрическую форму, и такимъ притиромъ нельзя получить точнаго цилиндрическаго отверстія. Поэтому въ такихъ случаяхъ передъ окончательной отдѣлкой отверстія притиръ нужно поставить на шлифовальную машину и притиру сообщить правильную цилиндрическую поверхность. Только при условіи, что притиръ имѣетъ правильную цилиндрическую поверхность, можно получить точное цилиндрическое отверстіе.

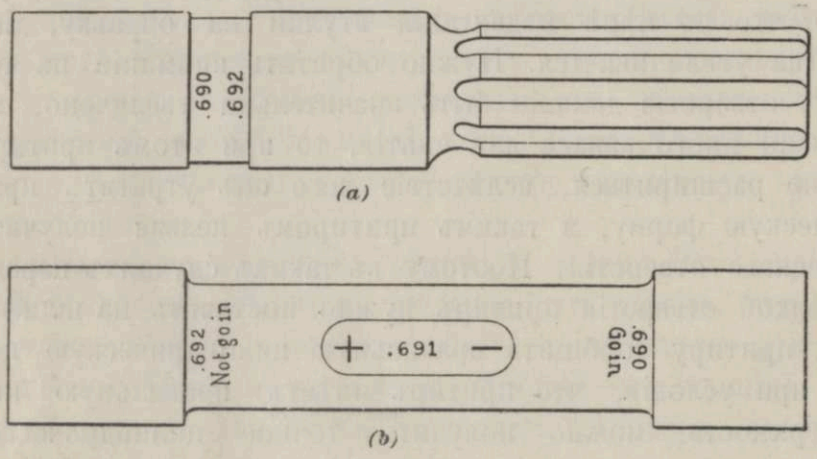
Длина втулки должна быть отъ 2-хъ до 3-хъ разъ больше, чѣмъ ширина кольца.

568. Размѣры цилиндрическихъ калибровъ. Хотя строго установленныхъ пропорцій для калибровъ не имѣется, тѣмъ не менѣе въ среднемъ имъ придаются слѣдующіе относительные размѣры:

Длина цилиндрической части . . .	1,8 d+10 м/м.
Длина ручки	0,5 d+40 м/м.
Діаметръ ручки	0,5 d+ 5 м/м.
Толщина кольца	0,9 d+ 8 м/м.
Внѣшній діам. кольца	2,2 d+13 м/м.

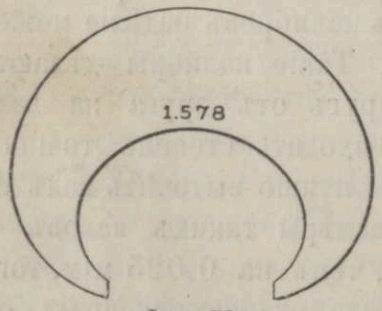
569. Предѣльные калибры. О нихъ было уже говорено на стр. 81. Тамъ же было указано, что при помощи такихъ калибровъ издѣліе можетъ быть измѣрено съ нужной степенью точности. Такіе калибры дѣлаются всегда парными и размѣры ихъ отличаются другъ отъ друга на величину, изъ предѣловъ которой не должна выходить степень точности исполняемаго издѣлія. Если, напримѣръ, намъ нужно выточить валъ діаметромъ въ 30 м/м. и мы желаемъ, чтобы размѣры такихъ валовъ не отличались отъ нормальной величины больше, чѣмъ на 0,025 м/м, тогда мы должны имѣть два колибра, размѣры которыхъ отличаются другъ отъ друга на 0,025 м/м. Одинъ калибръ дѣлается нѣсколько меньше нормальнаго размѣра, а другой нѣсколько больше, при чемъ допустимая разница раздѣляется между калибрами въ ту и другую сторону. Такъ что для даннаго случая одинъ калибръ будетъ имѣть размѣръ 29,9875 м/м., а другой 30,0125 м/м. Если при измѣреніи окажется, что одинъ калибръ находитъ на валъ, а другой не находитъ, то съ увѣренностью можно сказать, что валъ исполненъ съ точностью до 0,025 м/м.

Въ машиностроеніи очень часто приходится выполнять издѣлія, которыя должны точно приходиться другъ къ другу. Массовое производство такихъ издѣлій можетъ быть выполнено только при условіи примѣненія предѣльныхъ калибровъ. Положимъ, напримѣръ, что требуется изготовлять отверстія и цилиндрическіе стержни, которые плотно входили бы въ это отверстіе. Если установлено, что для надлежащей пригонки стержня къ отверстію разница между ихъ діаметрами не должна быть меньше 0,025 м/м. и вмѣстѣ съ тѣмъ установлено, что размѣры отверстій и размѣры стержней могутъ измѣняться въ предѣлахъ не болѣе какъ 0,025 м/м. и если нормальный размѣръ отверстія и стержня 30 м/м., тогда цилиндрическій предѣльный калибръ долженъ имѣть размѣры 30,0125 и 30,0375 м/м., а кольцевой предѣльный калибръ долженъ имѣть размѣры: 29,9875 и 29,9625 м/м.

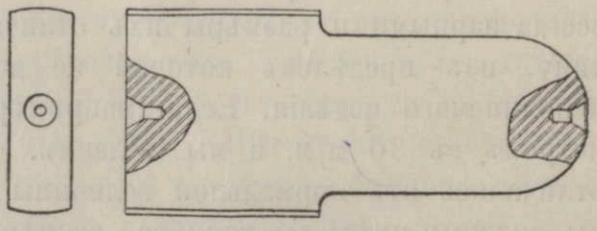


Фиг. 784.

Предѣльные калибры выполняются разнообразныхъ конструкцій, какъ показано на фиг. 81, стр. 81, а также на фиг. 784. При исполненіи такихъ калибровъ весьма важно обращать вниманіе на то, чтобы было сразу видно, какой калибръ большій и какой меньшій. На фиг. 784*a* этого не требуется, такъ какъ оба калибра составляютъ продолженіе одинъ другого и спутать ихъ нельзя, но такая форма калибра не всегда удобна для употребленія, а потому чаще калибры располагаются по обѣимъ концамъ стержня, какъ показываетъ фиг. 784*b*, въ этомъ случаѣ большій и меньшій калибры отмѣчаются знакомъ + и —, кромѣ того можно большій калибръ дѣлать большей длины; нѣкоторые предпочитаютъ дѣлать обратно, какъ показано на фиг. 81.

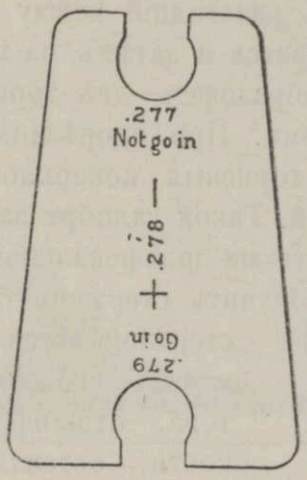


Фиг. 785.

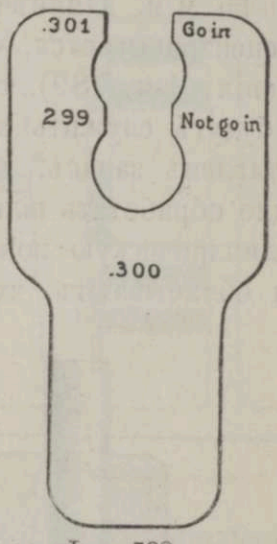

Фиг. 786.

570. Плоскіе калибры во многихъ случаяхъ оказываются болѣе удобными, чѣмъ цилиндрическіе и кольцевые. Напримѣръ, плоскіе ка-

либры въ видѣ скобы очень удобно примѣнять для измѣренія цилиндрическихъ предметовъ; дѣлать это можно не снимая издѣлія съ центровъ (кольцевымъ нельзя); скобой можно выяснить не только то, что издѣліе получило надлежащій діаметръ, а также и то, что издѣліе въ сѣченіи представляетъ правильный кругъ; издѣліе можетъ имѣть и овальную въ сѣченіи форму и это кольцевымъ калибромъ можно обнаружить только при слишкомъ большомъ отступленіи отъ круга, скобой же могутъ быть обнаружены самыя незначительныя отклоненія отъ круглой формы. Скобой можно измѣрить діаметръ цилиндра между двумя заплечиками, чего кольцомъ сдѣлать нельзя. Отступленіе отъ надлежащаго размѣра скобой можно различить болѣе точно и легко, чѣмъ кольцомъ. Наконецъ, скоба можетъ примѣняться не только для круглыхъ издѣлій, но и для призматическихъ.



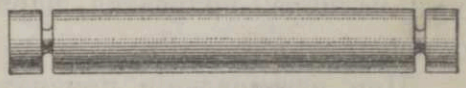
Фиг. 787.



Фиг. 788.

Плоскій калибръ въ видѣ скобы обыкновенно имѣетъ форму, представленную на фиг. 785. Глубина выемки, если калибръ назначенъ для измѣренія цилиндровъ, должна быть нѣсколько больше радіуса цилиндра; у калибровъ, назначенныхъ для измѣренія призматическихъ издѣлій, глубина выемки должна соотвѣтствовать назначенію. Для провѣрки правильности такихъ калибровъ долженъ имѣться калибръ цилиндрическій, которымъ провѣрка и производится.

Вмѣсто цилиндрическихъ калибровъ, употребляются плоскіе калибры, изображенные на фиг. 786. Такой калибръ для измѣреній цилиндрическихъ отверстій обтачивается по цилиндрической поверхности; если калибръ назначенъ для измѣренія призматическихъ отверстій, онъ ограничивается параллельными плоскостями.

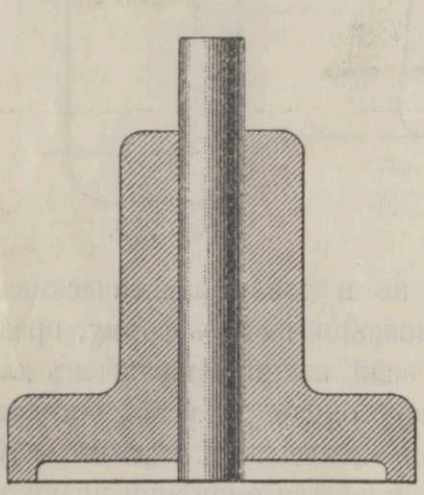

Фиг. 789.

Предѣльные плоскіе калибры изготовляются, какъ представлено на фиг. 787 и 688. Чтобы не спутать большого отверстія съ малымъ, они отмѣчаются знаками + и —. Кромѣ того, калибру можетъ быть придана клиновидная форма, изображенная на фиг. 787; — болѣе широкая сторона соотвѣтствуетъ большему размѣру отверстія. Если издѣліе позволяетъ, то болѣе удобной формой предѣльнаго калибра будетъ фиг. 788, гдѣ малое отверстіе слѣдуетъ за большимъ, при чемъ измѣреніе производится болѣе быстро и удобно.

Степень точности калибровъ какъ уже было сказано, **должна соотвѣтствовать ихъ назначенію.**

Для провѣрки плоскихъ калибровъ въ видѣ скобы необходимо имѣть особые калибры, имѣющіе двѣ параллельныя плоскости, расположенныя на опредѣленномъ разстояніи, соотвѣтствующемъ размѣру скобы. Такіе калибры наиболѣе удобно могутъ быть приготовлены слѣдующимъ образомъ.

Берется кусокъ круглой инструментальной стали, приблизительно на 15 м/м. длиннѣе, чѣмъ разстояніе между плоскостями. Такой кусокъ расцентровывается, обтачивается и затѣмъ на немъ прорѣзаются два углубленія (фиг. 789), чтобы образовать двѣ торцевыя плоскости, которыя и будутъ служить калибромъ. При прорѣзаніи углубленій долженъ быть оставленъ запасъ, чтобы торцевыя поверхности послѣ закалки можно было обработать шлифовкой. Такой калибръ закаливаютъ, обрабатываютъ, цилиндрическую поверхность на шлифовальномъ станкѣ, послѣ чего концы обламываютъ, чтобы получить стержень безъ центровыхъ отверстій; стержень вставляютъ въ патронъ и, установивъ его точно при помощи индикатора, отшлифовываютъ торцовыя плоскости, оставляя небольшой запасъ для притирки.



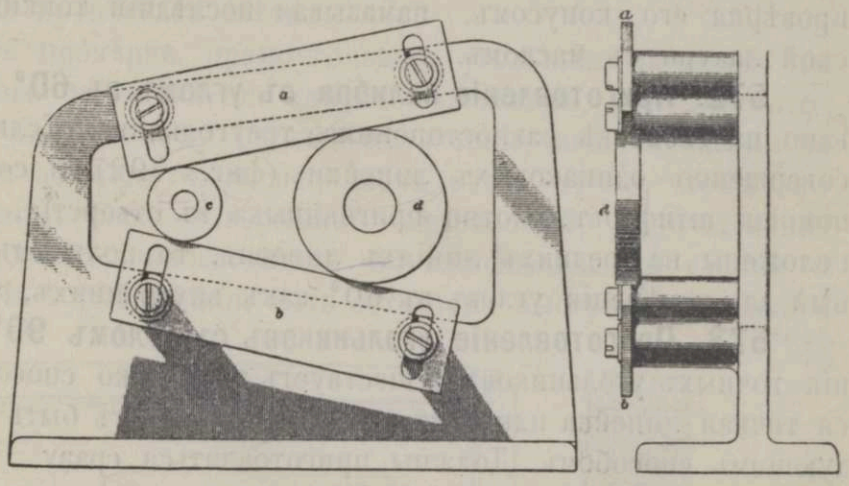
Фиг. 790.

Чтобы при притиркѣ не скруглить торцевыхъ плоскостей, можетъ быть примѣнено приспособленіе, изображенное на фиг. 790. Оно состоитъ изъ втулки, приготовленной изъ чугуна; во втулкѣ просверливается отверстіе, въ которое плотно входитъ калибръ, подлежащій притиркѣ; внѣшняя каемка на нижней торцевой поверхности втулки облицовывается въ то же время, когда сверлится на самоточкѣ отверстіе. Вставленный въ такое приспособленіе калибръ ставится на притирочную плоскую плиту, на которую наносится мелкая наждаковая пыль съ масломъ и притирается. Понятно, что при такомъ способѣ притирки торцевыя поверхности калибра получатся параллельными и въ то же время совершенно плоскими.

При изготовленіи призматическихъ калибровъ (фиг. 786) плоскія поверхности шлифуются на шлифовальныхъ машинахъ, а затѣмъ притираются. Чтобы эти поверхности не скруглились при притиркѣ, калибръ вставляется въ особую коробку хорошо къ нему нему пригнанную, и привертывается шурупами. Въ такой коробкѣ калибръ шлифуется и притирается, при чемъ одновременно шлифуются и притираются плоскости коробки, которыя и скругляются по краямъ, а помѣщающійся внутри ихъ калибръ сохраняетъ поверхности совершенно плоскими. Послѣ притирки калибра такая коробка бросается, если она не можетъ быть употреблена для изготовленія калибра меньшаго размѣра.

Плоскіе калибры съ цилиндрическими поверхностями шлифуются на шлифовальныхъ станкахъ, а затѣмъ притираются арканзаскими брусками съ масломъ.

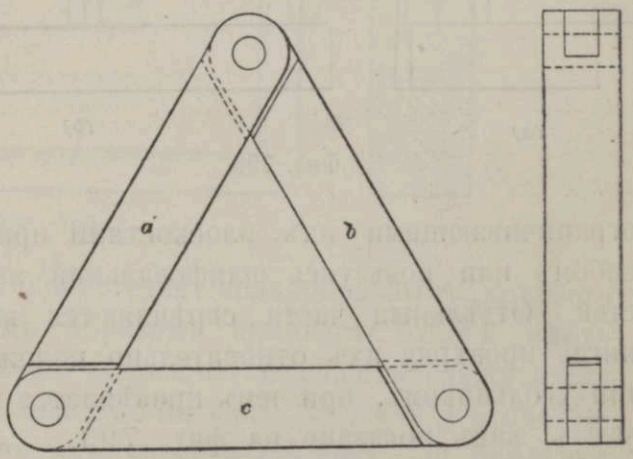
Скобы могутъ быть отшлифованы или на шлифовальныхъ станкахъ или на самоточкѣ, если шлифовальной машины не имѣется. Въ такомъ случаѣ наждачный кругъ надѣвается на оправку, вставленную на центры, а калибръ привертывается къ суппорту. Для того, чтобы поверхности получить плоскими, на калибръ надѣваются плитки, въ видѣ коробки, которыя придерживаются скобами. Съ этими же коробками производится и притирка поверхностей.



Фиг. 791.

571. Угломѣрные калибры. Если калибръ не требуетъ большой точности, то для исполненія ихъ расчерчиваютъ острой графилкой при помощи геометрическаго построенія на стальномъ листѣ нужный уголъ, затѣмъ выпиливаютъ его ножевкой и окончательно отдѣлываютъ подпилкомъ, руководствуясь начерченными линіями.

При болѣе точномъ исполненіи угломѣрныхъ калибровъ или шаблоновъ пользуются приборомъ, изображеннымъ на фиг. 791. Здѣсь имѣются двѣ точныя закаленныя стальныя линейки *ab*, которыя могутъ привертываться къ металлическому станку, образуя между собой различные углы. Чтобы установить линейки подъ нужнымъ угломъ, между ними вкладываются два кружка *c* и *d*, приготовленные изъ закаленной стали и имѣющіе точно измѣренный діаметръ. Зная разстояніе между центрами кружковъ (которое легко измѣрить) и размѣръ кружковъ, нетрудно, на основаніи геометрическихъ соотношеній, опредѣлить уголъ между линейками или же вычислить разстояніе, на которомъ кружки должны быть разставлены, чтобы линейки стали подъ требуемымъ угломъ. При помощи такой установки можетъ быть достигнута очень большая точность.



Фиг. 792.

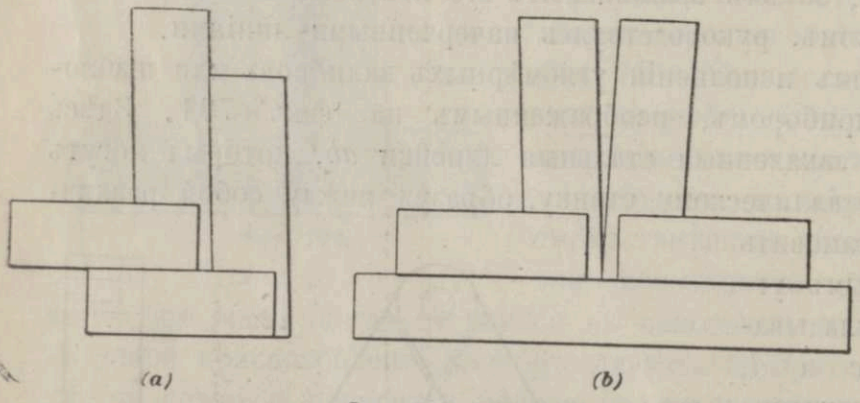
Разъ приборъ установленъ, калибръ уже легко приготовить, припиливая его такимъ образомъ, чтобы вложенный между линейками онъ не пропускалъ свѣта; по такому калибру для измѣренія внутреннихъ

угловъ можетъ затѣмъ быть приготовленъ калибръ для измѣренія внѣшнихъ угловъ.

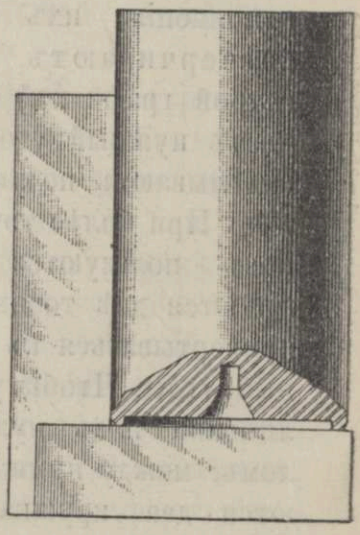
Пользуясь тѣмъ же приборомъ, можно провѣрять коническіе калибры, которые приготовляются на шлифовальныхъ машинахъ. По провѣренному такимъ образомъ конусу можно изготовить коническое отверстіе, провѣряя его конусомъ, намазывая послѣдній тонкимъ слоемъ берлинской лазури съ масломъ.

572. Приготовленіе калибра съ угломъ въ 60° можетъ быть основано на свойствѣ равносторонняго треугольника. Если мы возьмемъ три совершенно одинаковыхъ линейки (фиг. 792) и соединимъ ихъ при помощи штифтовъ, плотно пригнанныхъ въ отверстія, которыя сами расположены на среднихъ линіяхъ линеекъ, то получимъ калибръ, пригодный для измѣренія угловъ въ 60° какъ внутреннихъ, такъ и наружныхъ.

573. Приготовленіе угольниковъ съ угломъ 90°. Для приготовленія точныхъ угольниковъ существуетъ нѣсколько способовъ. Если имѣется точная линейка или плита, угольники могутъ быть приготовлены слѣдующимъ способомъ. Должны приготовляться сразу два угольника. Составныя части (см. фиг. 96, стр. 86) въ видѣ точныхъ призмъ съ параллельными



Фиг. 793.



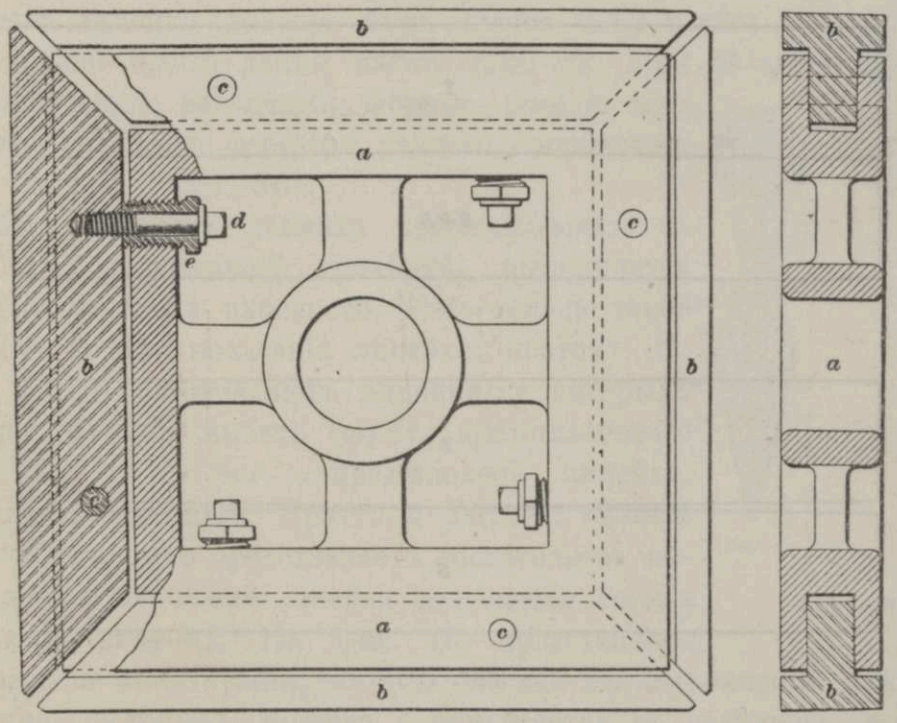
Фиг. 794.

ограничивающими ихъ плоскостями приготовляются или ручнымъ способомъ или пользуясь шлифовальной машиной для плоскихъ поверхностей. Отдѣльныя части скрѣпляются вмѣстѣ, чтобы получился угольникъ, провѣряя ихъ относительно положеніе имѣющимся въ распоряженіи угольникомъ, при чемъ провѣряется какъ внѣшній, такъ и внутренній уголъ, какъ показано на фиг. 793.

Полученные такимъ образомъ два угольника сравниваются между собой, ставя ихъ на линейку или на плоскость въ положеніе, показанное на фиг. 793*b*. Замѣченная неправильность уничтожается снятіемъ матеріала на шлифовальной машинѣ, при чемъ матеріалъ снимается равномѣрно съ обоихъ угольниковъ и съ болѣе узкой составной части настолько, чтобы приставленные другъ къ другу угольники (фиг. 793*b*) не пропускали свѣта. Затѣмъ сошлифовывается грань, параллельная только что обработанной такъ, чтобы при точномъ измѣреніи эти грани дѣй-

ствительно были параллельны, и угольники приставляются другъ къ другу, какъ показано на фиг. 793*a*. Замѣченная неточность исправляется по описанному способу; опять вывѣряется параллельность граней и угольники сравниваются въ положеніи фиг. 793 *b*. Такъ продолжается до тѣхъ поръ, пока приставленные другъ къ другу въ обоихъ положеніяхъ (фиг. 793) угольники не будутъ пропускать свѣта.

Другой способъ провѣрки прямоугольнаго угольника показанъ на фиг. 794. Для этого вытачивается стальной цилиндръ, размѣры котораго по отношенію къ угольнику должны быть такіе, какіе показаны на фиг. 794. Цилиндръ долженъ быть исполненъ очень точно, чтобы его діаметръ по всей длинѣ былъ совершенно одинаковый; окончательная отдѣлка цилиндра должна производиться на шлифовальномъ станкѣ и потомъ притиркой. На торцѣ должна быть оставлена выступающая каемка



Фиг. 795.

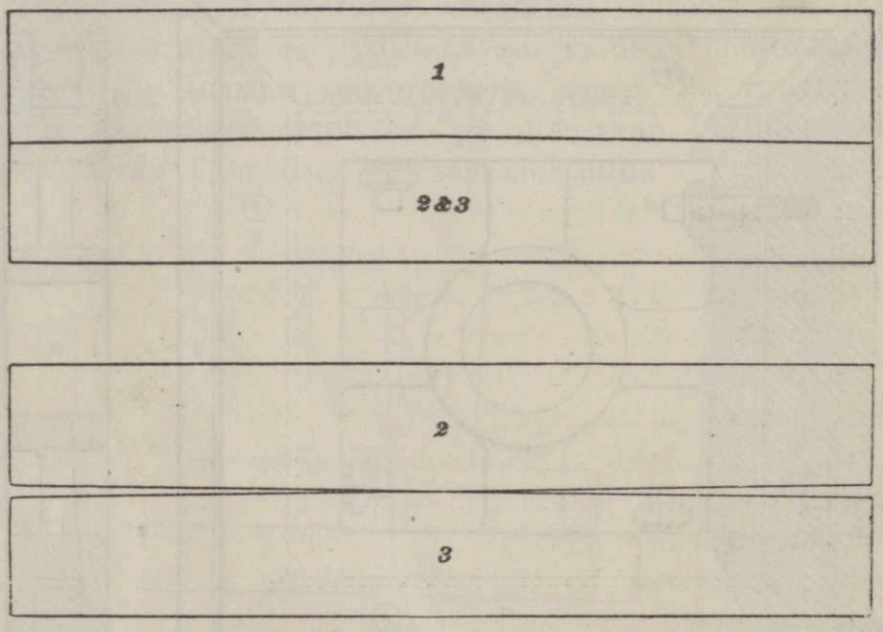
шириной около 3-хъ мм., которая шлифуется чашкообразнымъ кругомъ. Понятно, что исполненный такимъ образомъ цилиндръ будетъ имѣть образующія подъ прямымъ угломъ къ основанію и можетъ служить для провѣрки внутренняго угла, какъ показано на фиг. 794, или же, поставленный на плиту рядомъ съ угольникомъ, можетъ служить для провѣрки внѣшняго угла.

Если цилиндръ исполненъ точно при аккуратной работѣ притиромъ, разница въ діаметрахъ пилиндра не должна превосходить 0,0005 мм. и потому этотъ способъ надо признать наиболѣе точнымъ для провѣрки угольниковъ.

На фиг. 795 представлено особое приспособленіе для провѣрки угольниковъ, предложенное *Батсомъ*. Приспособленіе состоитъ изъ чугунной коробки *a*, по внѣшнему очертанію которой простроганъ пазъ;

въ этотъ пазъ точно пригнаны 4 планки *b*, которыя закрѣплены на шалнерныхъ штифтахъ *c*, и кромѣ того скрѣпляются съ коробкой шпильками *d*, которыя съ одной стороны ввинчены въ планки, а съ другой проходятъ внутри установочныхъ винтовъ *e*; такимъ образомъ при помощи этихъ винтовъ можно переставлять планки, поворачивая ихъ на очень незначительный уголъ около штифтовъ *c*. Установительные винты должны имѣть очень мелкую рѣзьбу (40 нарѣзокъ на 1″), чтобы планкамъ можно было сообщать самыя незначительныя перемѣщенія. Внѣшнія поверхности планокъ должны представлять совершенно точныя плоскости; ихъ можно сдѣлать болѣе узкими въ видѣ точныхъ линеекъ.

Для установки планокъ *b* подъ прямымъ угломъ приготовляется изъ стальнаго листа угольникъ пользуясь имѣющимся возможно точнымъ угольникомъ. Для болѣе удобной приладки такого угольника

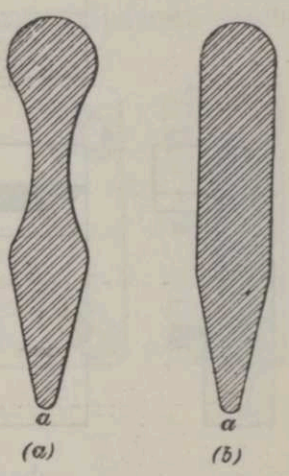


Фиг. 796.

на немъ дѣлаются рабочіе выступы, которыми онъ будетъ соприкасаться съ планками. Прикладывая такой угольникъ къ верхней и правой планкамъ, устанавливаютъ ихъ такъ, чтобы онѣ плотно соприкоснулись съ угольникомъ; затѣмъ такимъ же образомъ прикладываютъ угольникъ къ верхней и лѣвой планкѣ и устанавливаютъ послѣднюю, наконецъ, прикладывая къ правой и нижней планкамъ, устанавливаютъ нижнюю планку. Прикладывая угольникъ къ нижней и лѣвой планкамъ мы получимъ нѣкоторое несовпаденіе вслѣдствіе неточности угольника, при чемъ эта неточность проявится въ этомъ случаѣ увеличенной въ четыре раза. Въ соотвѣтствіи съ этимъ угольникъ исправляется и снова по немъ производится установка планокъ. Это повторяется до тѣхъ поръ, пока угольникъ не дастъ полнаго совпаденія по всѣмъ 4-мъ угламъ, тогда приспособленіе будетъ установлено вполнѣ точно и можетъ служить для провѣрки другихъ угольниковъ.

574. Приготовленіе прямыхъ линеекъ. Прямое ребро линейки можетъ быть приготовлено, сравнивая его съ уже имѣющейся точной линейкой или точной плоской плитой. Если таковыхъ нѣтъ, то точную линейку можно получить, изготовляя сразу три линейки. Положимъ, что мы имѣемъ три строганыя линейки 1, 2, 3. Беремъ линейку 1 и пришабриваемъ къ ней линейки 2, 3 (фиг. 796). Затѣмъ прикладываемъ другъ къ другу линейки 2 и 3, замѣченную неправильность уничтожаемъ, спиливая поровну съ той и другой линейки, пока онѣ совпадутъ; тогда линейку 1 пригоняемъ тоже къ 3 линейкѣ, а затѣмъ сравниваемъ между собой 1 и 2, замѣченную неправильность уничтожаемъ и ко 2 пригоняемъ 1 и 3, сравниваемъ 1 и 3 и продолжаемъ такъ до тѣхъ поръ, пока всѣ три линейки не будутъ совпадать между собой.

Обыкновенно линейки имѣютъ видъ прямоугольниковъ. Если длина линейки не превосходитъ 1000 мм., то для сообщенія линейкѣ жесткости ширина линейки должна быть около 0,12 длины плюсъ 15 мм., толщина около 0,005 длины плюсъ 1,25 мм. При большей длинѣ линейки получаютъ различныя формы; иногда ихъ исполняютъ въ видѣ брусьевъ равнаго сопротивленія (см. фиг. 94, стр. 86).



Фиг. 797.

Ребро, которымъ линейка прикладывается къ поверхности, подлежащей провѣркѣ, выполняется обыкновенно въ видѣ плоскости. Чѣмъ тоньше такое ребро, тѣмъ точнѣе показанія линейки; поэтому нѣкоторые фирмы изготовляютъ линейки, у которыхъ поперечное сѣченіе имѣетъ форму, представленную на фиг. 797 [1]). На фиг. *a* представлена линейка, изготовляемая заводомъ Праттъ и Уитней; сѣченіе выбрано удачно, оно представляетъ достаточную жесткость, въ то же время линейка получается легкая съ острымъ ребромъ. На фиг. (*b*) представлена болѣе тяжелая конструкція, но болѣе легкая для выполненія. Какъ видно, самое ребро, которымъ линейка соприкасается съ издѣліемъ, выполнено не плоскимъ, а въ видѣ цилиндрической поверхности; это позволяетъ линейку при провѣркѣ нѣсколько наклонять и все-таки получать точныя показанія.

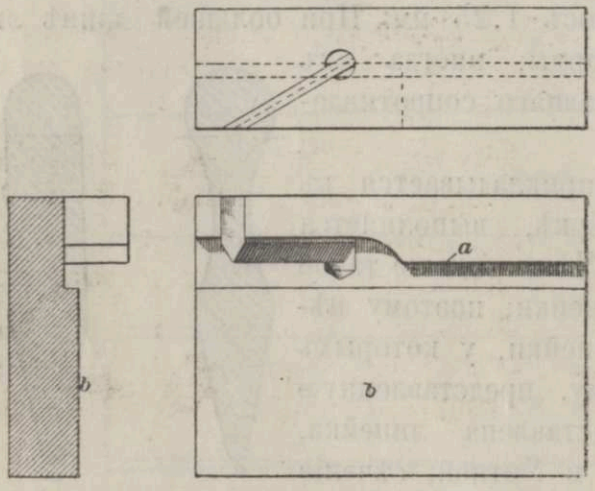
Линейки съ плоскимъ ребромъ приготовляются предварительно строжкой, а затѣмъ пришабриваніемъ и притиркой. Для того, чтобы ребро получилось дѣйствительно плоскимъ, не скошеннымъ на бокъ, что легко можетъ произойти при пришабриваніи и притиркѣ, примѣняется приспособленіе, изображенное на фиг. 798. Изъ чугуна выстрагивается угольникъ, сторона *b* котораго должна при работѣ соприкасаться съ широкой поверхностью линейки, а сторона *a* опирается на ребро. Въ верхнюю часть угольника вставлена шабра, которой скребутъ ребро линейки, двигая по линейкѣ этотъ угольникъ-скребокъ. Шабра поставлена

[1]) Съ такимъ же ребромъ приготовляются и очень точные угольники. См. Machinery, 1911—April, стр. 645.

подъ угломъ въ 60° къ направленію движенія скребка; въ сѣченіи шабра имѣетъ форму треугольника, такъ что можетъ рѣзать при движеніи въ обѣ стороны. Лезвее шабры выступаетъ нѣсколько надъ поверхностью *a* (около 0,01 мм.). Понятно, что если двигать скребокъ, прижимая поверхность *b* къ линейкѣ, то перекашиванія ребра линейки произойти не можетъ. На чертежѣ шабра показана закрѣпленной какъ бы однимъ треніемъ, но если найдутъ нужнымъ, то можно прибавить установительные и нажимные винты, при помощи которыхъ шабра можетъ нѣсколько переставляться.

Для притирки берется такой же чугунный угольникъ, только вмѣсто шабры на поверхность *a* кладутъ мелкій наждакъ съ масломъ.

Для большей прочности линеекъ ихъ иногда закаливаютъ. Эта работа сопряжена съ большими трудностями, такъ какъ крайне трудно сохранить при закалкѣ правильную форму линейки, а потому послѣ закалки линейку приходится вывѣрять, выправлять, а затѣмъ шлифовать и притирать.



Фиг. 798.

Иногда закаливаютъ только одно ребро, оставляя тѣло линейки мягкимъ. Достигается это тѣмъ, что къ линейкѣ привертываются двѣ желѣзныя полосы, оставляющія открытымъ только ребро; линейка подвергается равномѣрному нагрѣву, а затѣмъ при охлажденіи быстрое охлаждающее дѣйствіе воды распространяется только на часть линейки, выступающую изъ желѣзныхъ планокъ,остальная же часть остается незакаленной. При такомъ способѣ исполненія линейка деформируется значительно меньше.

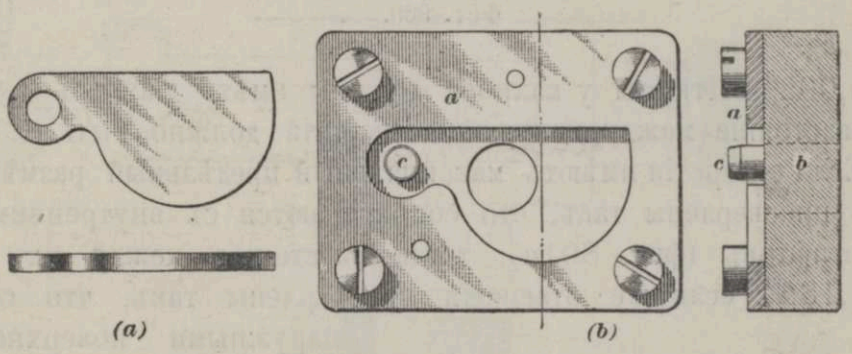
Линейки съ острымъ ребромъ, представляющимъ цилиндрическую поверхность, приготовлять очень трудно. Ихъ невозможно вывѣрить, приготовляя сразу три линейки и сравнивая другъ съ другомъ. Въ данномъ случаѣ единственнымъ способомъ приготовленія послѣ шлифовки на машинахъ является провѣрка ихъ на плоской плитѣ, ставя ихъ подъ различнымъ наклономъ къ плитѣ, замѣчая неправильности и уничтожая ихъ путемъ шлифовки (если линейка закаленная) оселками.

Въ виду слишкомъ большихъ трудностей при изготовленіи остраго ребра, линейки болѣе 1000 мм. съ такимъ ребромъ не приготовляются.

575. Приготовленіе спеціальныхъ калибровъ. При массовомъ производствѣ одинаковыхъ предметовъ полная идентичность ихъ, которая позволяетъ имъ быть взаимно смѣняющимися, можетъ быть достигнута только при примѣненіи предѣльныхъ калибровъ. Наиболѣе простые типы предѣльныхъ калибровъ, устанавливающихъ предѣльные размѣры отверстій и стержней, нами были уже разсмотрѣны. Но при исполненіи из-

дѣлій бываютъ случаи, когда требуются болѣе сложные калибры, напр. устанавливающіе правильное разстояніе между отверстіями, правильное взаимное расположеніе поверхностей и т. д. Калибры эти могутъ быть разнообразны до безконечности и дать какія-либо общія правила для ихъ исполненія не представляется возможнымъ; въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ на помощь должна явиться изобрѣтательность и соображенія общаго характера, чтобы подсказать, какая форма калибра будетъ наиболѣе умѣстна. Вообще можно сказать, что при устройствѣ калибровъ нужно стремиться къ тому, чтобы они были возможно просты, были прочны, легко исполнимы, чтобы провѣряемыя издѣлія можно было легко вкладывать и вынимать изъ калибра. Описанія слѣдующихъ калибровъ приводятся какъ примѣры того, какимъ образомъ выполняются такого рода задачи.

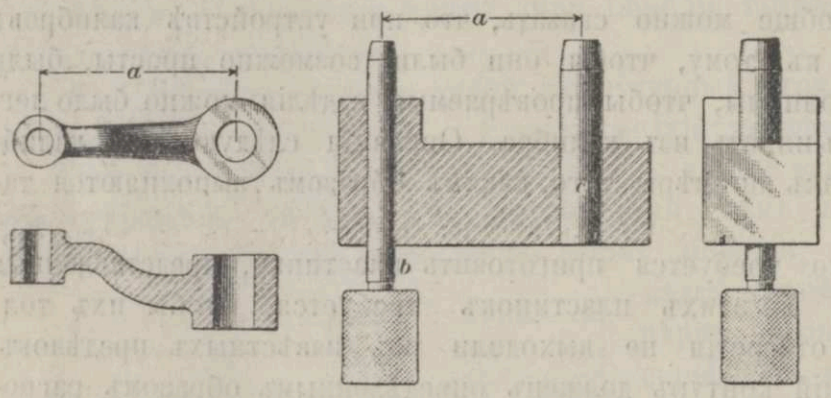
Положимъ, что требуется приготовить пластинки, представленныя на фиг. 799 (*a*). У этихъ пластинокъ требуется, чтобы ихъ толщина и діаметръ отверстія не выходили изъ извѣстныхъ предѣловъ, точно также внѣшній контуръ долженъ опредѣленнымъ образомъ располагаться относительно отверстія и имѣть установленное очертаніе. Повѣрка толщины пластинки и діаметра отверстія производится уже описанными предѣльными калибрами. Для провѣрки остального приготовляется калибръ, изображенный на фиг. 799*b*. Штифтъ *c* имѣетъ діаметръ, соотвѣтствующій минимальному размѣру отверстія; въ планкѣ *a* дѣлается вырѣзъ, контуръ котораго соотвѣтствуетъ правильной формѣ издѣлія и расположенъ правильно относительно штифта *c*. Поэтому если издѣліе надѣнется на штифтъ и уложится въ прорѣзѣ, это укажетъ, что издѣліе не превосходитъ намѣченныхъ размѣровъ. Чтобы получить увѣренность въ томъ, что издѣліе не имѣетъ слишкомъ преуменьшенныхъ размѣровъ, подъ доску *a* можетъ быть положена вторая доска съ другимъ предѣльнымъ прорѣзомъ, черезъ который издѣліе не должно проходить.



Фиг. 799.

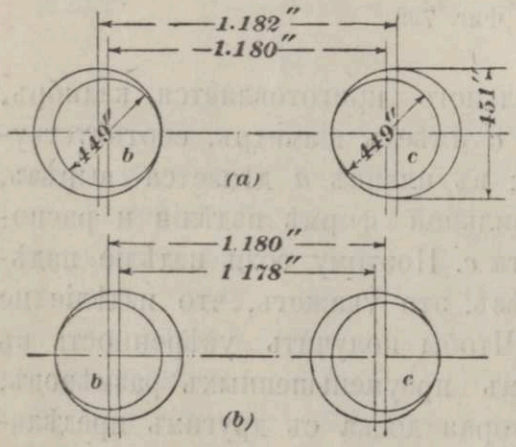
На фиг. 800 представленъ калибръ, который долженъ установить, что два отверстія у издѣлія расположены на правильномъ разстояніи *a*. Для этого въ чугунную стойку вставлены два штифта на разстояніи *a*; діаметръ штифтовъ долженъ соотвѣтствовать минимальному размѣру отверстій. Если издѣліе надѣвается на штифты, это указываетъ, что отверстія расположены правильно. Здѣсь нужно указать на слѣдующее: весьма возможно, что при правильно просверленныхъ отверстіяхъ издѣліе легко надѣнется на штифты, но снять его съ калибра будетъ трудно,

такъ какъ вслѣдствіе перекашиванія при сниманіи получится сильное треніе. Для устраненія этого неудобства одинъ изъ штифтовъ дѣлаютъ вынимающимся изъ стойки, въ данномъ случаѣ вынимающимся сдѣланъ штифтъ *b*, конечно онъ долженъ быть хорошо пригнанъ къ отверстію въ стойкѣ. Другой штифтъ *c* задѣлывается въ стойку наглухо. Вынимая штифтъ *b*, издѣліе снимается съ калибра совершенно свободно.



Фиг. 800.

Посмотримъ, какая степень точности можетъ быть установлена такимъ калибромъ. Положимъ, что отверстія должны быть просверлены діам. 0,450″ и провѣряются предѣльнымъ калибромъ 0,451″ — 0,449″, т.-е. въ предѣлахъ 0,002″. Штифты у калибра должны имѣть діаметръ 0,449″. Нормальное разстояніе между центрами отверстій должно быть 1,180″ (фиг. 801). Если отверстія имѣютъ максимальный предѣльный размѣръ, т.-е. 0,451″, и просверлены такъ, что соприкасаются съ внутренними поверхностями штифтовъ (фиг. 801*a*), тогда разстояніе между ихъ центрами будетъ 1,182″; если же отверстія просверлены такъ, что соприкасаются съ наружными поверхностями штифтовъ (фиг. 801*b*), разстояніе между центрами будетъ 1,178″, слѣдовательно разница въ обоихъ случаяхъ будетъ 1,182— —1,178=0,004″.



Фиг. 801.

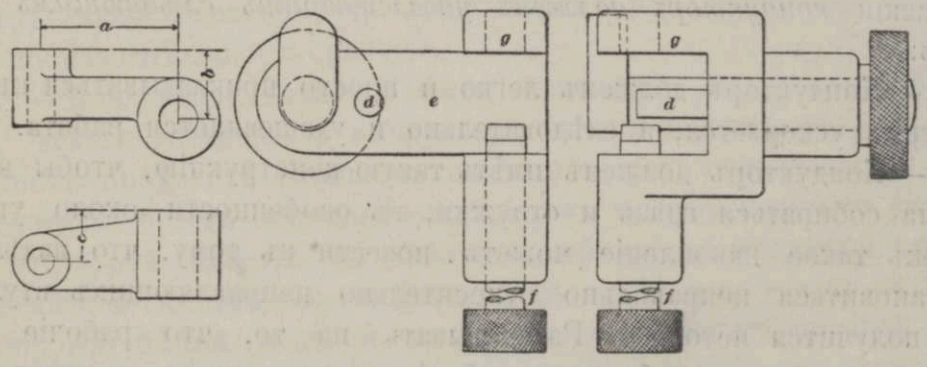
Положимъ, что отверстія имѣютъ минимальный размѣръ, т.-е. 0,449; въ такомъ случаѣ издѣліе не налезетъ на калибръ, если разстояніе между отверстіями хотя на самую незначительную величину (даже на 0,001″) отличается отъ разстоянія между штифтами. Такимъ образомъ можетъ показаться, что издѣліе выполнено неудовлетворительно, хотя на самомъ дѣлѣ оно не будетъ выходить изъ установленныхъ предѣловъ.

Положимъ теперь, что штифты исполнены съ уменьшеннымъ діаметромъ, напримѣръ имѣютъ діаметръ 0,447″. Тогда при разстояніи между штифтами въ 1,180″, если отверстія имѣютъ минимальный размѣръ, разстояніе между ихъ центрами можетъ измѣняться отъ 1,178″ до 1,182″. Если же отверстія имѣютъ максимальную величину, разстояніе

между ихъ центрами можетъ измѣняться отъ 1,176″ до 1,184″, т.-е. на 0,008; изъ этого видно, что уменьшеніе діаметра штифтовъ очень невыгодно въ смыслѣ точности исполненія, и въ этомъ отношеніи болѣе правильно выполнять самыя отверстія съ большей точностью. Такъ, напримѣръ, если тѣ же отверстія будутъ исполнены съ предѣльнымъ калибромъ 0,4495 и 0,4505, тогда діаметръ штифтовъ калибра можетъ быть сдѣланъ на 0,0005″ меньше минимальнаго размѣра отверстія, т.-е. 0,449; и разстояніе между центрами для максимальнаго размѣра отверстій можетъ измѣняться въ предѣлахъ отъ 1,1785″ до 1,1815″, слѣдовательно, разница уменьшилась до 0,003″, вмѣсто прежнихъ 0,004″.

Эту разницу можно уменьшить еще въ два раза, если одинъ изъ штифтовъ (лучше штифтъ, задѣланный неподвижно) сдѣлать расширяющимся, такъ чтобы онъ вполнѣ заполнялъ отверстіе надѣваемаго на него издѣлія.

Иногда для провѣрки разстоянія между отверстіями оба штифта дѣлаются расширяющимися, при чемъ одинъ закрѣпляется въ калибрѣ неподвижно, а другой устанавливается на передвижной рейкѣ съ поніу-



Фиг. 802.

сомъ. Когда издѣліе надѣто и штифты, расширившись, вполнѣ заполнили отверстія, то передвинутая при этомъ рейка точно указываетъ разстояніе между центрами отверстій. Такое приспособленіе довольно дорого и можетъ примѣняться лишь въ исключительныхъ случаяхъ.

На фиг. 802 представленъ калибръ, при помощи котораго можно провѣрить правильность разстоянія между двумя отверстіями, оси которыхъ взаимно перпендикулярны; кромѣ того можно провѣрить правильность размѣровъ *b* и *c*. Правильность размѣровъ самихъ отверстій провѣряется предѣльными калибрами. Штифтъ *d* долженъ имѣть размѣръ, равный минимальному калибру. Надѣтое на этотъ штифтъ издѣліе должно какъ разъ обработанной поверхностью, отстоящей на разстояніи *c*, прикоснуться къ поверхности *g*; въ такомъ положеніи издѣліе зажимается прихваткой, находящейся около штифта *d*, такъ что поверхность около отверстія, надѣтаго на штифтъ *d*, плотно прикоснется къ поверхности калибра *e*. Штифтъ *f* расположенъ въ калибрѣ такимъ образомъ, что ось его отстоитъ отъ поверхности *e* на разстояніи *b* и отъ оси штифта *d* на разстояніи *a*; если штифтъ *f* войдетъ свободно въ отверстіе, значитъ всѣ размѣры выполнены правильно.

Устройство кондукторовъ [1]).

576. Кондукторомъ называется приспособленіе, которое накладывается на издѣліе для точнаго направленія рѣжущаго инструмента, главнымъ образомъ для направленія сверлъ и развертокъ. Такія приспособленія являются необходимыми при массовомъ производствѣ, дозволяя выполнять однообразныя издѣлія очень точно и въ то же время дешево.

Всякій кондукторъ состоитъ изъ **корпуса**, въ которомъ помѣщаются: **упоры**, опредѣляющіе правильное положеніе издѣлія относительно кондуктора; **направляющія втулки**, сообщающія направленіе сверлу (или аналогичная направляющая деталь для другихъ инструментовъ); **зажимы**, закрѣпляющіе издѣліе въ кондукторѣ, и **опоры**, которыми кондукторъ ставится на столъ машины, чтобы сообщить издѣлію правильное положеніе относительно инструмента. Зажимы и опоры могутъ выполняться отдѣльно отъ корпуса; напримѣръ, кондукторъ можетъ прижиматься къ издѣлію струбцинками; опорную поверхность можетъ представлять само издѣліе.

Всякій *кондукторъ долженъ удовлетворять слѣдующимъ требованіямъ*:

1.—Кондукторъ долженъ легко и просто прикладываться къ издѣлію. Этимъ ускоряется, а слѣдовательно и удешевляется работа.

2.—Кондукторъ долженъ имѣть такую конструкцію, чтобы въ немъ не могла собираться грязь и стружки, въ особенности около упоровъ, такъ какъ такое накопленіе можетъ повести къ тому, что издѣліе будетъ становиться неправильно относительно направляющихъ втулокъ и работа получится неточная. Разсчитывать на то, что рабочіе будутъ вычищать стружки при быстрой работѣ, не приходится, а слѣдуетъ дѣлать кондукторъ такъ, чтобы онъ очищался самъ собой или, по крайней мѣрѣ, возможно легко.

3.—Упоры должны имѣть такую конструкцію, чтобы издѣліе всегда ложилось въ надлежащее положеніе. Если размѣръ издѣлія можетъ мѣняться въ небольшихъ предѣлахъ, хорошо упоры конструировать такимъ образомъ, чтобы ихъ можно было немного переставлять и приспособлять къ измѣнившимся размѣрамъ издѣлія.

4.—Зажимы должны быть такъ устроены, чтобы ихъ можно было быстро и легко размыкать и замыкать, не прилагая при этомъ большихъ усилій.

5.—Зажимы должны быть такъ устроены, чтобы при зажатіи какъ само издѣліе, такъ и кондукторъ не коробились, иначе работа будетъ получаться неточная.

---

[1]) Статьи о приготовленіи кондукторовъ и примѣры исполненныхъ кондукторовъ и анологичныхъ приспособленій. см. *Machinery*. стр. 437 — 3 — 08; 517 — 4 — 08; 621—5—08; 689—6—08; 775—7—08; 857—8—08; 21—9—08; 111—10—08; 179—11—08; 261—12—08; 351—I—09; 439—2—09; 512 - 3—09; приспособл. для установки на строг. и фрезов. маш. 598—4—09. Тоже для мелкихъ частей.—*Mach*. 857—7—09; 944—8—09; *Mach*. 385—I—11. American Machinists, стр. 396—1910; стр. 586, апр. 1911; стр. 628, апр. 1911.

6.—Кондукторъ долженъ быть достаточно прочнымъ, чтобы отъ употребленія онъ не разстраивался и не мѣнялъ своихъ размѣровъ,—не быстро изнашивался.

Такъ какъ всякій кондукторъ при употребленіи будетъ все-таки изнашиваться, то при производствѣ большого числа однородныхъ предметовъ необходимо принять мѣры къ тому, чтобы износившіеся кондукторы могли быть легко замѣнены новыми. Для этого кондукторы должны сами приготовляться при помощи образцоваго кондуктора или же для исполненія отдѣльныхъ частей кондуктора должны имѣться спеціально приготовленные шаблоны, по которымъ износившіяся части и будутъ возобновляться.

7.—Опорныя поверхности должны быть такъ расположены, чтобы подъ давленіемъ инструмента кондукторъ и издѣліе не могли прогибаться и не могли перевертываться.

8.—Корпусъ кондуктора долженъ быть достаточно жестокъ, чтобы онъ не пружинилъ какъ подъ дѣйствіемъ зажимовъ, такъ и подъ нажатіемъ инструмента.

9.—Корпусъ не долженъ имѣть острыхъ угловъ и реберъ, которые затрудняютъ обращеніе съ кондукторомъ при установкѣ и уменьшаютъ производительность работы.

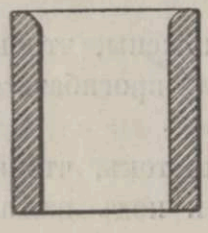
10.—Кондукторъ долженъ быть исполненъ съ надлежащей точностью; всякая неточность кондуктора будетъ передана издѣлію, а если инструментъ проходитъ слишкомъ свободно черезъ направляющія втулки, то неточность будетъ передана издѣлію въ *преувеличенномъ видѣ*. Но въ то же время никогда не слѣдуетъ добиваться излишней точности, не отвѣчающей назначенію издѣлія, такъ какъ это всегда покупается очень дорогой цѣной и въ то же время не приноситъ никакой пользы. Вообще, прежде чѣмъ изготовлять кондукторъ, необходимо хорошо выяснить экономическую сторону его примѣненія. Было бы прямымъ убыткомъ приготовить дорого стоящій кондукторъ для того, чтобы при помощи его исполнить нѣсколько издѣлій, которыя въ суммѣ стоятъ дешевле самого кондуктора. Въ то же время примѣненіе того же кондуктора при массовомъ производствѣ можетъ принести громадную выгоду.

577. Направляющія втулки. Для направленія сверлъ, развертокъ и мечиковъ въ корпусъ кондуктора вставляются направляющія втулки, приготовленныя изъ закаленной инструментальной стали.

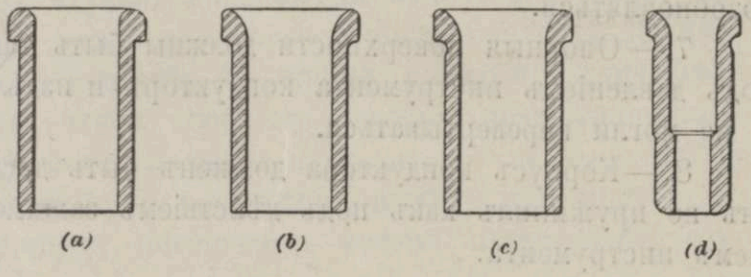
На фиг. 803 представлена наиболѣе простая форма направляющей втулки. Внутренній діаметръ втулки долженъ точно соотвѣтствовать размѣру сверла; внѣшняя поверхность должна быть точно концентрична съ внутренней. Чтобы было удобно вводить въ тулку сверло, ея верхній край скругляется. Такая втулка держится въ корпусѣ только треніемъ, что вообще достаточно прочно; но если сверло идетъ черезъ втулку слишкомъ туго, что очень легко можетъ случиться на многошпиндельной машинѣ, то оно можетъ выдавить втулку изъ гнѣзда. Для предупрежденія этого втулки дѣлаются съ заплечиками или внѣшней поверхности втулки придаютъ коническую форму. Конусъ неудобенъ

тѣмъ, что его труднѣе выполнять и кромѣ того такую втулку трудно точно помѣстить въ корпусѣ кондуктора, но зато коническія втулки легко вынимать изъ корпуса.

Втулки съ заплечиками представлены на фиг. 804. На фиг. (*a*) заплечикъ ограниченъ прямымъ угломъ; это неправильно, такъ какъ такой заплечикъ легко даетъ трещины при закаливаніи и легко можетъ быть отбитъ при заколачиваніи втулки въ отверстіе корпуса. Лучше дѣлать заплечикъ съ закругленіемъ, какъ показано на фиг. (*b*); еще лучше прорѣзать около заплечика закругленную канавку, фиг. (*c*), такъ какъ та-



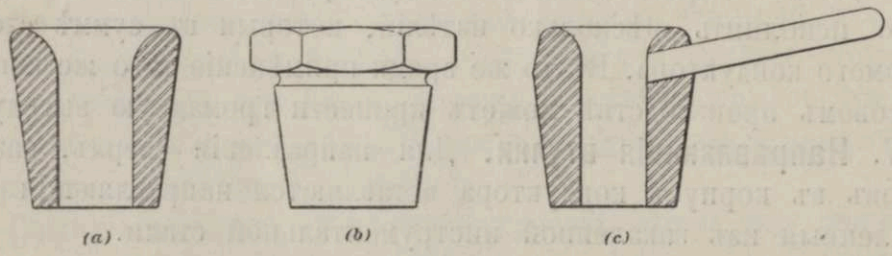
Фиг. 803.



Фиг. 804.

кую втулку можно удобно отшлифовать снаружи послѣ закалки. Верхній край скругленъ, при чемъ скругленіе лучше дѣлать больше съ внутренней стороны (фиг. *b* и *c*) такъ какъ при этомъ сверло легче входитъ во втулку.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ втулку приходится дѣлать выступающей изъ корпуса, чтобы подвести ее ближе къ поверхности издѣлія и сообщить сверлу лучшее направленіе. Такая втулка представлена на фиг. *d*. Часть съ большимъ внѣшнимъ діаметромъ плотно входитъ въ корпусъ, а болѣе тонкая выступаетъ изъ него. Расширеніе въ верхней внутренней части сдѣлано для того, чтобы уменьшить треніе сверла.



Фиг. 805.

Длина той части втулки, которая служитъ непосредственно для направленія сверла, должна быть около двухъ діаметровъ сверла.

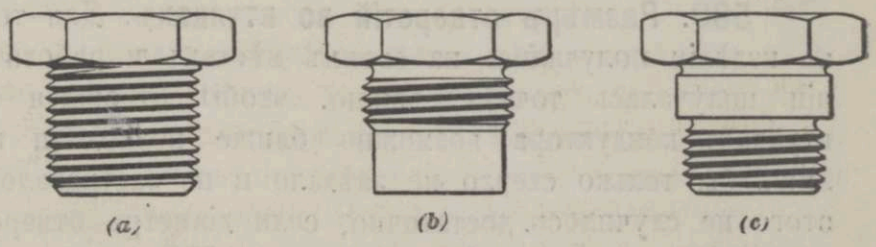
Всѣ описанныя втулки заколачиваются въ корпусъ и вынимаются изъ него только въ томъ случаѣ, когда износятся и требуютъ замѣны новыми.

578. Отъемныя направляющія втулки. Во многихъ случаяхъ бываетъ удобно у кондукторовъ дѣлать втулки отъемными: черезъ однѣ втулки сверлятся отверстія, а затѣмъ втулки мѣняются для развертки или нарѣзки.

Наиболѣе простая конструкція отъемной втулки такая же, какъ изображенная на фиг. 804, съ тою только разницей, что втулка пригоняется хотя и плотно, но настолько чтобы ее можно было вынимать; удерживается втулка на мѣстѣ нажимнымъ винтомъ. Такъ какъ нажимные винты не вездѣ могутъ быть помѣщены, то такая конструкція втулокъ не всегда примѣнима.

Чтобы втулки держались безъ нажимного винта ихъ дѣлаютъ коническими (фиг. 805). Втулка (*a*) прямо заколачивается и выколачивается прочь при помощи какой-либо упорки. Чтобы избѣжать выколачиванія, что можетъ портить втулку, верхнюю часть втулки дѣлаютъ граненой и выступающей изъ отверстія, (фиг. *b*), чтобы можно было наложить ключъ и такимъ образомъ вывернуть втулку. Если мѣсто позволяетъ, то къ втулкѣ придѣлывается ручка (*c*), за которую втулка и вынимается.

Неудобство коническихъ втулокъ въ томъ, что ихъ болѣе трудно приготовить и труднѣе помѣстить точно на должномъ мѣстѣ; кромѣ того, при постановкѣ коническихъ втулокъ ихъ положеніе легко можетъ оказаться неправильнымъ, вслѣдствіе попавшаго на поверхность отверстія какого-либо сора; такой соръ при постановкѣ цилиндрической втулки счищается самъ собой. Съ другой стороны коническія втулки не могутъ такъ легко разработаться и ослабнуть въ отверстіи, какъ это бываетъ съ цилиндрическими.



Фиг. 806.

Иногда отъемныя втулки *завинчиваются* въ корпусъ кондуктора. Наиболѣе простая форма такой втулки представлена на фиг. 806 *a*.

Такъ какъ послѣ закалки форма втулки всегда искажается и закаленную рѣзьбу исправить не представляется возможнымъ, то такая втулка вообще не можетъ стать точно въ должное положеніе, а потому при точныхъ работахъ такая конструкція не должна примѣняться.

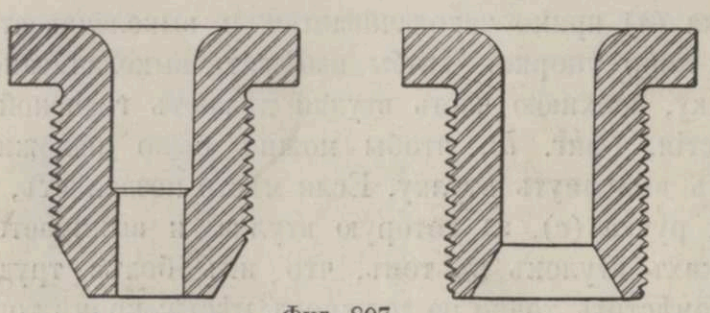
Болѣе совершенной будетъ конструкція втулки фиг. (*b*). Здѣсь часть втулки имѣетъ цилиндрическую форму; эта часть послѣ закалки шлифуется и точно пригоняется къ отверстію въ корпусѣ, рѣзьба же пригоняется свободно и служитъ только для закрѣпленія. Еще болѣе удобна будетъ форма фиг. (*c*). Такъ какъ отверстіе въ корпусѣ при такой формѣ можетъ нарѣзаться насквозь. Рѣзьба пригоняется свободно, а цилидрическая поверхность плотно пригоняется къ отверстію.

Головки втулокъ могутъ быть граненыя. для надѣванія ключа, или же могутъ имѣть ручку, подобно фиг. 805 *c*, или же могутъ быть круглыми рифленными.

579. Направляющія втулки-зажимы. Во многихъ случаяхъ завинчивающіяся втулки могутъ примѣняться, кромѣ направленія инструмента,

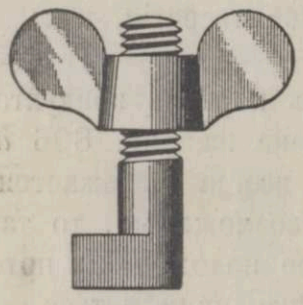
и для зажима издѣлія въ корпусѣ кондуктора. Такое примѣненіе втулокъ часто значительно упрощаетъ конструкцію кондуктора.

Точно также, если на издѣліи имѣются правильныя отверстія или выступы, цилиндрическія втулки могутъ служить и упорами, которые придаютъ издѣлію правильное положеніе въ кондукторѣ. Если въ издѣліи имѣются отверстія, втулка оканчивается конусомъ (фиг. 807 *a*), который входитъ въ отверстіе и этимъ опредѣляется положеніе издѣлія. Если на издѣліи имѣются цилиндрическіе или коническіе выступы, внутреннее отверстіе втулки получаетъ коническое расширеніе (фиг. *b*) такъ что выступъ на издѣліи попадаетъ внутрь этого конуса, и издѣліе получаетъ правильное положеніе.

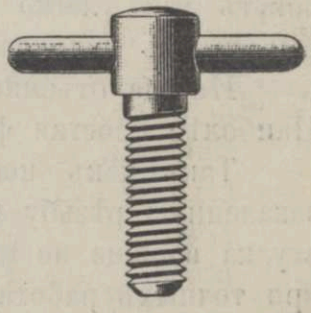


(*a*) Фиг. 807. (*b*)

580. Размѣръ отверстій во втулкахъ. Для того, чтобы отверстія въ издѣліи получались на своихъ мѣстахъ и работа въ этомъ отношеніи получалась точная, важно, чтобы отверстія въ направляющихъ втулкахъ кондуктора возможно ближе подходили къ размѣру сверлъ, лишь бы только сверло не заѣдало и не застревало во втулкѣ. Чтобы этого не случилось, достаточно, если діаметръ отверстія втулки будетъ на 0,25 мм. больше діаметра сверла. При исполненіи втулокъ обыкновенно встрѣчаются съ тѣмъ затрудненіемъ, что діаметръ сверлъ не бываетъ вполнѣ одинаковый; фабриканты исполняютъ ихъ не достаточно точно, дѣлая нѣкоторыя нѣсколько больше нормы, а нѣкоторыя нѣсколько меньше. Инструментальщику въ такихъ случаяхъ нужно рѣшить по какому сверлу сдѣлать отверстіе во втулкѣ. Если работа требуется не особенно точная, наиболѣе просто будетъ измѣрить тщательно всѣ сверла, выбрать сверло съ наибольшимъ діаметромъ и по немъ приготовить втулки кондуктора. При болѣе точной работѣ, отверстію втулки можетъ быть приданъ нормальный размѣръ; тогда болѣе толстыя сверла придется сошлифовать и пригнать ихъ размѣръ къ размѣру втулки, а болѣе тонкія сверла будутъ сверлить уже не вполнѣ точно. Наконецъ, при самыхъ точныхъ работахъ размѣръ отверстія во втулкѣ долженъ быть сдѣланъ по самому тонкому сверлу, а всѣ сверла должны быть сошлифованы по втулкѣ.



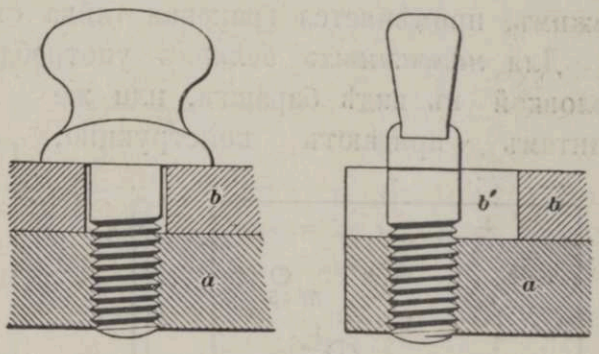
Фиг. 808.



Фиг. 809.

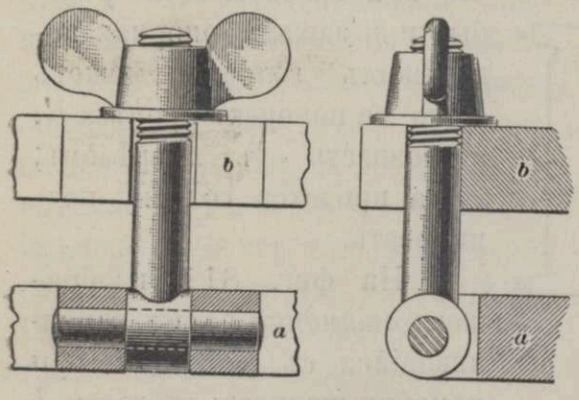
При этомъ необходимо помнить, что *недостаточно имѣть сверло, хорошо приходящееся къ отверстію направляющей втулки, а необходимо также, чтобы сверло было правильно заточено*, такъ какъ несимметрично заточенное сверло даетъ отверстіе большаго діаметра, чѣмъ діаметръ сверла (см. стр. 252).

Для сообщенія же нормальнаго размѣра отверстіямъ, *они должны быть развернуты.*

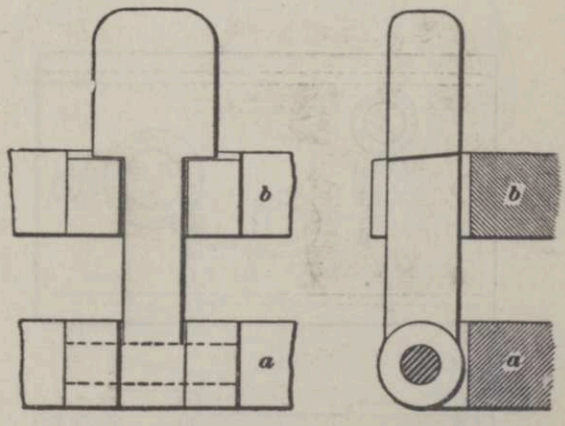


Фиг. 810.

581. Матеріалъ для приготовленія втулокъ. Чтобы втулки сохраняли свои размѣры, онѣ должны приготовляться изъ инструментальной стали, закаливаться безъ отпуска и затѣмъ шлифоваться, чтобы исправить искривленія, которыя всегда происходятъ при закалкѣ. Шлифовать нужно какъ снаружи, такъ и внутри, чтобы получить втулку совершенно концентричной. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при тонкихъ стѣнкахъ втулки, довольствуются тѣмъ, что послѣ закала, не шлифуя втулки, ее заколачиваютъ въ отверстіе и давленіемъ стѣнокъ отверстія выправляютъ искривленія, полученныя при закалѣ. Отверстіе при этомъ притирается до надлежащаго размѣра послѣ того, какъ втулка заколочена. При такой работѣ нужно быть очень осторожнымъ, такъ какъ положеніе втулки можетъ оказаться очень неправильнымъ.



Фиг. 811.



Фиг. 812.

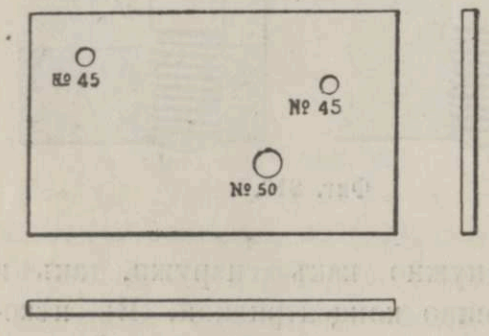
582. Зажимы [1]) служатъ какъ для закрѣпленія издѣлія внутри къ кондуктору, такъ и для закрѣпленія отдѣльныхъ частей кондуктора, которыя дѣлаются отъемными для того, чтобы облегчить установку кондуктора.

Зажимы имѣютъ въ большинствѣ форму винтовъ. На фиг. 808 изображенъ винтъ въ видѣ крючка, который употребляется очень часто. Цилиндрическая часть входитъ плотно въ отверстіе корпуса; головка

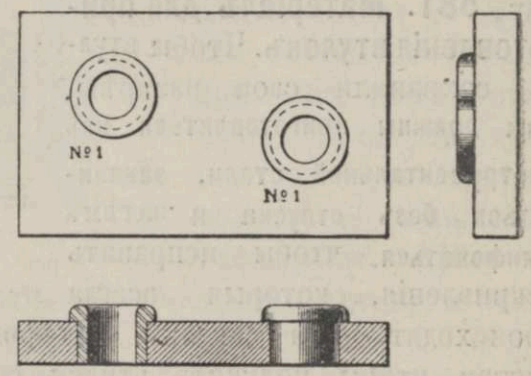
[1]) Статью о конструкціи зажимовъ см. American Machinist 1911., стр. 343.

въ видѣ крючка поворачивается и подводится подъ закрѣпляемую часть. Зажатіе производится гайкой, которая можетъ быть выполнена въ видѣ барашка или въ видѣ цилиндра съ рифленой поверхностью. Такія гайки отвинчиваются очень быстро, но не даютъ особенно сильныхъ зажимовъ, а потому въ тѣхъ случаяхъ, когда желаютъ получить очень прочный зажимъ, примѣняется граненая гайка съ ключемъ.

Для *нажимныхъ болтовъ* употребляются винты со штампованной головкой въ видѣ барашка, или же винтамъ придаютъ конструкцію,



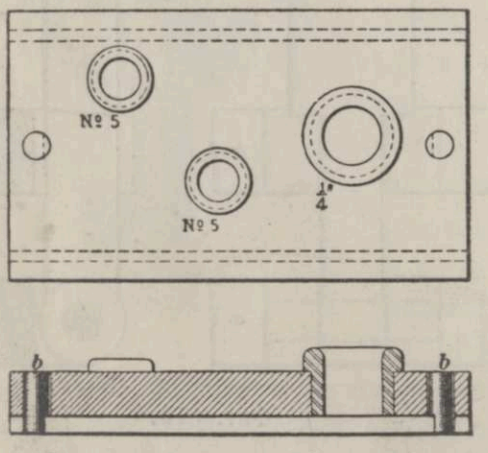
Фиг. 813.



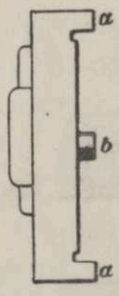
Фиг. 814.

представленную на фиг. 809. Для очень сильнаго зажатія опять должна быть граненая головка съ ключемъ.

На фиг. 810 представленъ зажимъ, позволяющій очень быстро свертывать части *a* и *b*. Въ части *b* имѣется прорѣзъ *b'*, черезъ который можетъ пройти головка винта. Неудобство такого зажима въ томъ, что при срабатываніи рѣзьбы, при зажатіи опорная поверхность головки можетъ стать не поперекъ прорѣза *b'*, а совпасть съ прорѣзомъ; тогда придется головку подпиливать.



Фиг. 815.

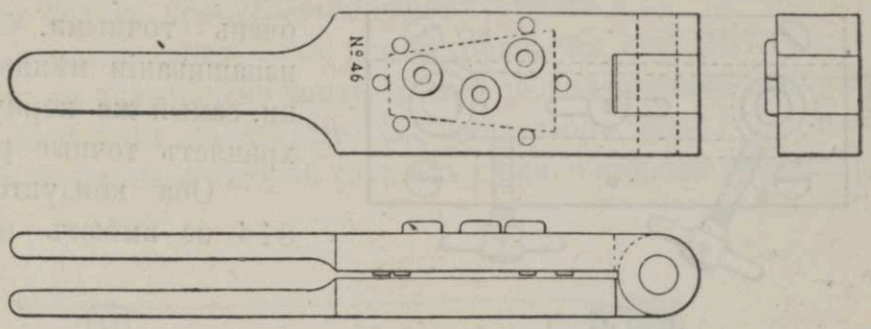


На фиг. 811 изображенъ *откидной болтъ*, скрѣпляющійся съ частью *a* при помощи шалнера; въ части *b* имѣется ушко, въ которое болтъ вводится съ боку. Такъ какъ для откидыванія болта гайку нужно отвинтить на нѣсколько нарѣзокъ, то скорость закрѣпленія этимъ болтомъ гораздо мепьше, чѣмъ болтомъ фиг. 810.

На фиг. 812 изображенъ *откидной клинъ* для скрѣпленія частей *a* и *b*. Гдѣ требуется особая скорость закрѣпленія, этотъ зажимъ можетъ быть рекомендованъ.

583. Закрѣпляющіе штифты-упоры. Чтобы предупредить возможность перемѣщенія издѣлія относительно кондуктора, въ добавленіе къ

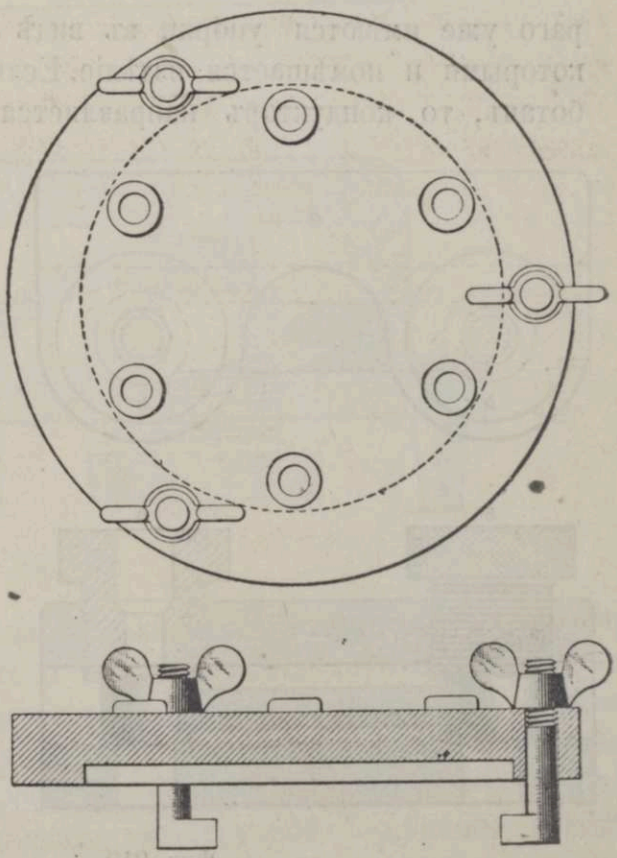
упорамъ примѣняются закрѣпляющіе штифты, которые выполняются въ видѣ цилиндровъ, плотно пригнанныхъ къ направляющимъ втулкамъ. Такіе штифты вставляются черезъ втулку въ отверстіе, какъ только оно просверлено. Чтобы штифты было удобно вставлять и вынимать, они снабжаются особыми ручками. Для того, чтобы издѣліе получило опредѣленное положеніе относительно кондуктора, нужно вставить не меньше двухъ штифтовъ, при чемъ слѣдуетъ вставлять въ наиболѣе отдаленныя другъ отъ друга отверстія.



Фиг. 816.

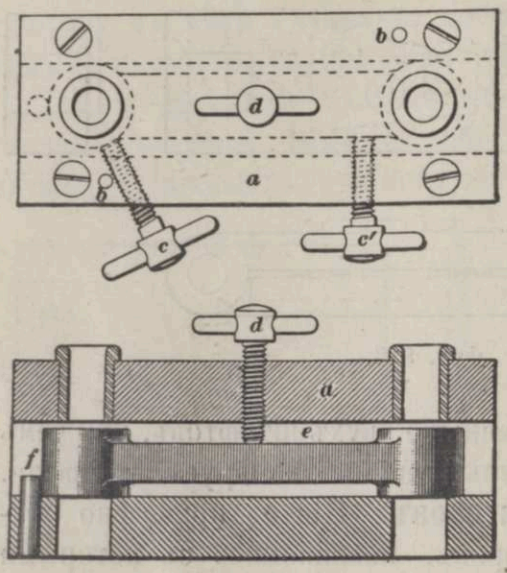
584. Примѣры устройства кондукторовъ. Ниже приведено нѣсколько примѣровъ устройства кондукторовъ, познакомясь съ которыми и пользуясь указаніями, данными ранѣе, уже не трудно будетъ конструировать кондукторы для различныхъ работъ, могущихъ встрѣтиться въ практикѣ.

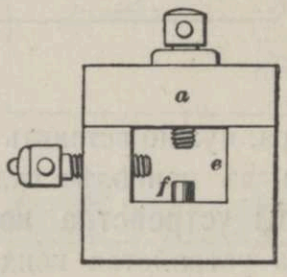
На фиг. 813 представленъ наиболѣе простой кондукторъ; онъ представляетъ изъ себя стальную пластинку, съ просверленными въ ней отверстіями должнаго размѣра и на должномъ разстояніи другъ отъ друга. Пластинка накладывается на издѣліе, прикрѣпляется къ нему струбцинками и черезъ отверстія кондуктора сверлятся отверстія въ издѣліи. При небольшомъ размѣрѣ пластинка изготовляется изъ инструментальной стали и закаливается, при чемъ размѣры ея нѣсколько искажаются; при крупныхъ размѣрахъ пластинка приготовляется изъ машинной стали и около отверстій ей надо сообщить поверхностный закалъ. Такіе кондукторы будутъ не особенно прочны, отверстія скоро разрабатываются, и потому они могутъ въ такомъ видѣ изготовляться въ тѣхъ случаяхъ, когда издѣлій требуется немного и когда отъ работы не требуется особой точности. Около отверстій, обыкновенно ставятся №№, указывающіе размѣръ сверлъ.



Фиг. 817.

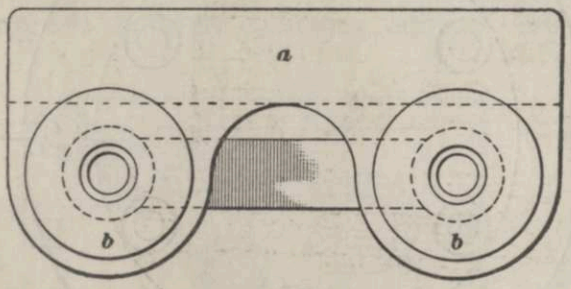
При болѣе точныхъ работахъ въ отверстія необходимо вставлять закаленныя втулки, какъ показано на фиг. 814. Самый корпусъ кондуктора въ этомъ случаѣ не требуетъ закалки, и потому разстоянія между отверстіями можно получить очень точными, кромѣ того при изнашиваніи мѣняются только втулки, самый же корпусъ все время сохраняетъ точные размѣры.

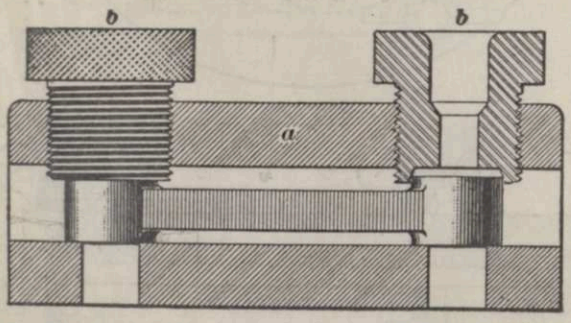


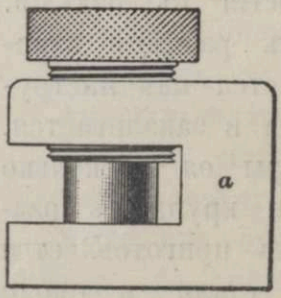


Фиг. 818.

Оба кондуктора фиг. 813 и 814 не имѣютъ никакихъ упорокъ, такъ что кондукторъ устанавливается на издѣліи, руководствуясь его очертаніемъ на глазъ. На фиг. 815 представленъ кондукторъ, у котораго уже имѣются упорки въ видѣ штифтовъ *bb* и реберъ *aa*, между которыми и помѣщается издѣліе. Если контуръ издѣлія правильно обработанъ, то кондукторъ направляется этими упорками довольно точно. Во многихъ случаяхъ нѣтъ надобности даже примѣнять зажимы, такъ какъ однѣхъ упорокъ достаточно, чтобы кондукторъ не сдвинулся относительно издѣлія.







Фиг. 819.

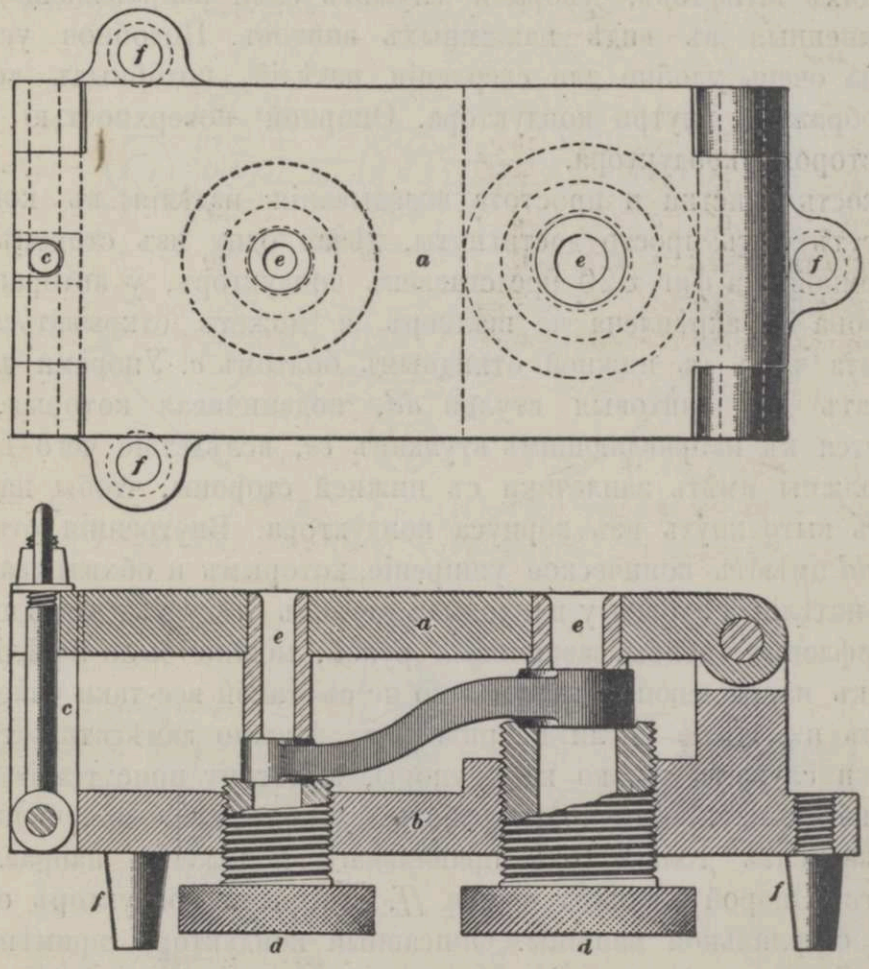
На фиг. 816 представленъ кондукторъ съ зажимомъ, который производится рукой рабочаго. Кромѣ трехъ направляющихъ втулокъ имѣются 6 упорокъ, которыя сообщаютъ издѣлію правильное положеніе внутри кондуктора. Такая конструкція оказывается очень удобной для сверленія плоскихъ мелкихъ издѣлій одинаковой толщины.

На фиг. 817 представленъ кондукторъ, удобный для сверленія отверстій во флянцахъ. Корпусъ кондуктора имѣетъ впадину, внутрь которой вкладывается флянецъ. Если желательно, то вмѣсто впадины,

корпусъ можетъ имѣть выступъ, который будетъ вкладываться внутрь цилиндрическаго отверстія трубы. Прижимается кондукторъ крючкообразными болтами, которые должны быть такъ расположены относительно направляющихъ втулокъ, чтобы не мѣшать работѣ тѣми инструментами, которые будутъ пропускаться черезъ втулки.

См. также описаніе подобныхъ кондукторовъ на стр. 307.

При пользованіи описанными кондукторами опорой служило само издѣліе, кондукторъ надѣвался на издѣліе. Въ кондукторъ фиг. 818 издѣліе вкладывается вовнутрь и опорой служитъ нижняя сторона кондуктора.



Фиг. 820.

Для болѣе удобнаго изготовленія корпусъ кондуктора составленъ изъ двухъ частей; верхняя часть *a* привертывается шурупами къ нижней и чтобы придать ей правильное положеніе относительно нижней части служатъ направляющіе штифты *bb*. Эти штифты необходимы, такъ какъ упоры, которыми устанавливается издѣліе, находятся въ нижней части, слѣдовательно и верхняя часть, въ которой помѣщены направляющія втулки, должна получить совершенно опредѣленное положеніе относительно нижней. Упорами служатъ сторона корпуса *e* и штифтъ *f*. Издѣліе прижимается винтами *c*, *c'* и *d*. Винтъ *c* поставленъ наклонно, вслѣдствіе чего онъ прижимаетъ издѣліе и къ *e* и къ штифту *f*, и устанавливаетъ издѣліе въ продольномъ направленіи, а потому нѣтъ необ-

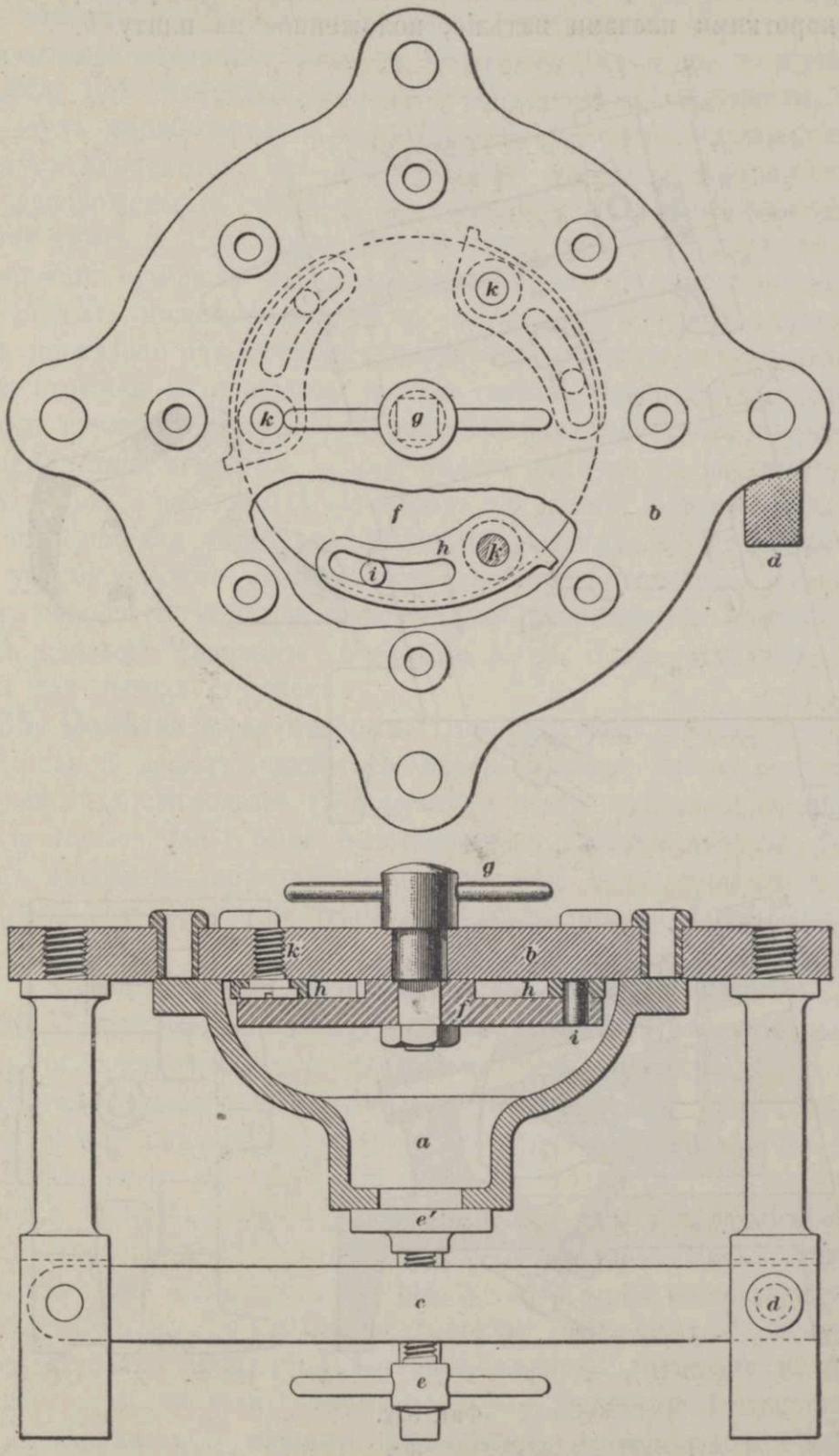
ходимости ставить штифтъ съ другого конца. Недостатки описаннаго кондуктора въ томъ, что онъ не совсѣмъ удобенъ для очистки, и кромѣ того винтъ *d* упирается такъ въ издѣліе, что можетъ легко согнуть его и повести къ неточной работѣ.

На фиг. 819 показано какимъ образомъ для той же работы можно измѣнить конструкцію кондуктора, чтобы избѣжать указанныхъ недостатковъ. Здѣсь корпусъ кондуктора состоитъ изъ одной части *a*, совершенно открытой съ одной стороны, что позволяетъ очень просто вкладывать издѣліе и легко очищать внутренность корпуса. Вмѣсто направляющихъ штифтовъ, упорами служатъ сами направляющія втулки *bb*, выполненныя въ видѣ нажимныхъ винтовъ. Подобное устройство кондуктора очень удобно для сверленія издѣлій, подобныхъ тому, которое изображено внутри кондуктора. Опорной поверхностью служитъ нижняя сторона кондуктора.

Легкость очистки и простота вкладыванія издѣлія въ кондукторъ часто могутъ быть просто достигнуты, дѣлая одну изъ сторонъ кондуктора отъемной. На фиг. 820 представленъ кондукторъ, у котораго верхняя сторона *a* закрѣплена на шалнерѣ и можетъ открываться; скрѣпляется эта часть съ нижней откиднымъ болтомъ *c*. Упорами для издѣлія служатъ двѣ винтовыя втулки *dd*, подвинчивая которыя, издѣліе прижимается къ направляющимъ втулкамъ *ee*, вслѣдствіе чего послѣднія втулки должны имѣть заплечики съ нижней стороны, чтобы нажатіе не могло ихъ вытолкнуть изъ корпуса кондуктора. Внутреннія отверстія у втулокъ *dd* имѣютъ коническое уширеніе, которымъ и обхватываются выступы на издѣліи. Головки у винтовыхъ втулокъ слѣдуетъ дѣлать цилиндрическія, рифленыя, чтобы, завинчивая рукой, можно было издѣліе плотно прижать къ направляющей втулкѣ, но не съ такой все-таки силой, чтобы кондукторъ и издѣліе могли искривиться. Нужно замѣтить, что винтовыя втулки служатъ только какъ упоры, а потому присутствіе винтовой нарѣзки не вноситъ неточности работы, и положеніе полученныхъ отверстій зависитъ только отъ правильнаго положенія направляющихъ втулокъ *ee*. Опорой служатъ ножки *ff*, которыми кондукторъ опирается на столъ сверлильной машины. Описанный кондукторъ примѣняется къ издѣлію, у котораго отверстія расположены въ различныхъ плоскостяхъ; та же идея можетъ быть примѣнена въ очень разнообразныхъ случаяхъ. Всѣ части кондуктора вполнѣ доступны; издѣліе быстро и точно устанавливается для работы, очистка происходитъ сама собой,—все это заставляетъ признать конструкцію удачной.

На фиг. 821 представленъ кондукторъ, который часто употребляется для сверленія отверстій во флянцахъ издѣлій, подобныхъ изображенному на чертежѣ (обозначено буквой *a*). Корпусъ кондуктора состоитъ изъ плиты *b*, въ которой размѣщены направляющія втулки. Плита поставлена на 4-хъ ножкахъ. Между двумя ножками закрѣплена поперечина *c*; съ одной стороны поперечина закрѣплена на шалнерѣ, а съ другой закрѣпляется отъемнымъ штифтомъ *d*. Зажимается издѣліе болтомъ *e*, проходящимъ черезъ поперечину *c*. Винтъ можетъ оканчиваться бляш-

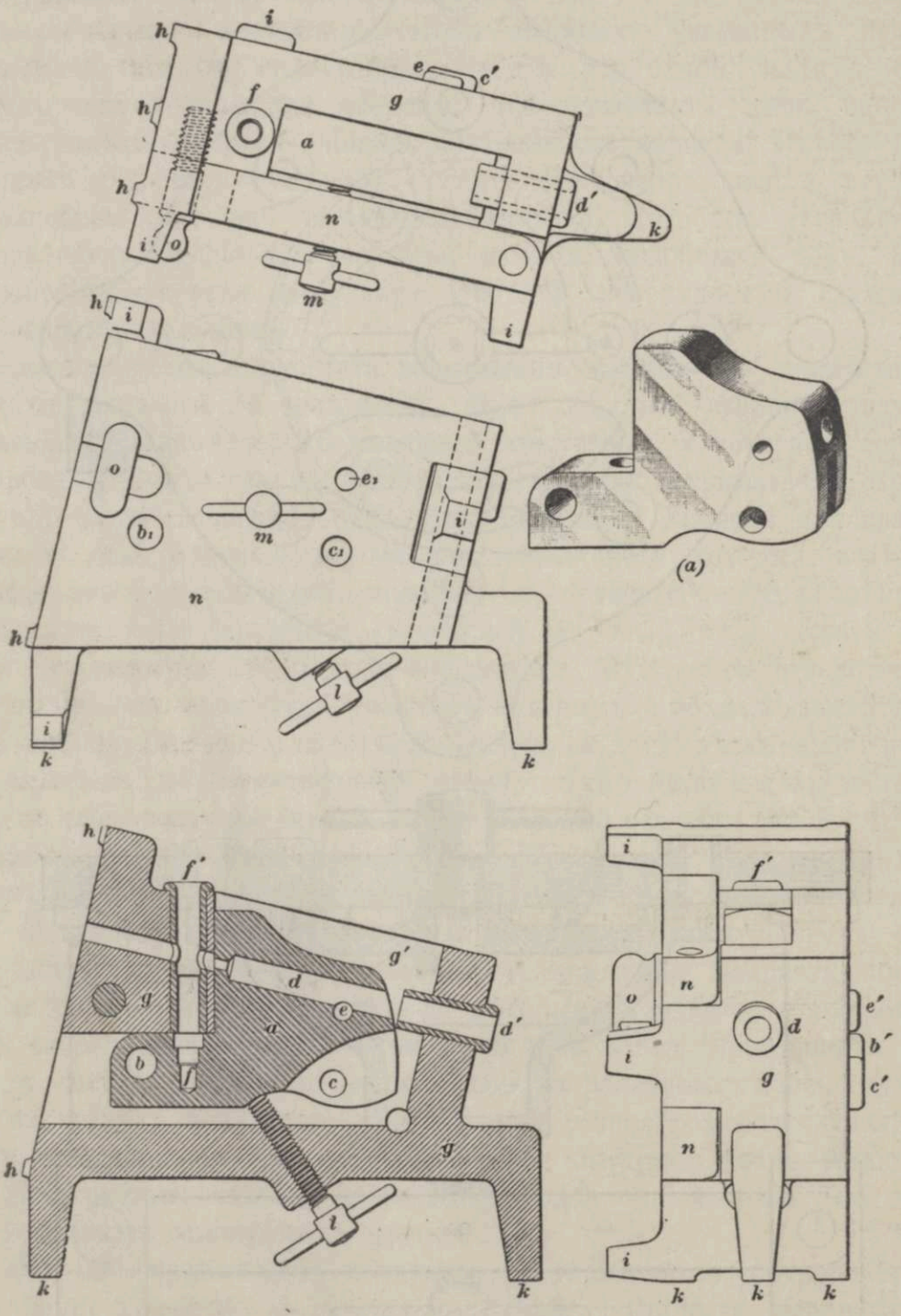
кой c'. При вынимании и вкладываніи издѣлія винтъ e ослабляется, штифтъ d вынимается, поперечина c отводится и издѣліе можетъ свободно пройти.



Фиг. 821.

Для центрированія издѣлія имѣется особое приспособленіе, состоящее изъ диска f, въ которомъ задѣланы штифты i. Эти штифты входятъ въ про-

рѣзы рычаговъ h, вращающихся около штифтовъ k, ввинченныхъ въ плиту b. Поворачивая рукоятку g, и вмѣстѣ съ ней дискъ f, заставляютъ рычаги h поворачиваться около винтовъ k и, распирая, центрировать короткими плечами издѣліе, положенное на плиту b.



Фиг. 822.

Всѣ до сихъ поръ описанные кондукторы были назначены для сверленія отверстій, у которыхъ оси параллельны. На фиг. 822 представленъ кондукторъ для сверленія детали, у которой оси отверстій идутъ въ трехъ различныхъ направленіяхъ. Деталь, подлежащая сверле-

нію, изображена отдѣльно въ перспективномъ видѣ (*a*). Для удобства вкладыванія детали и очистки, корпусъ кондуктора состоитъ изъ двухъ частей, соединенныхъ между собой при помощи шалнера и скрѣпяющихся винтомъ *o*. Нужно просверлить отверстія *b*, *c*, *d*, *e* и *f*, при чемъ послѣднее отверстіе дѣлается не сквознымъ и въ нижней части нарѣзается. Всѣ отверствія должны быть точно расположены относительно двухъ обработанныхъ поверхностей, которыми издѣліе упирается въ корпусъ кондуктора. Всѣ направляющія втулки и упорныя поверхности расположены въ части *g*, въ откидной части *n* помѣщается одинъ нажимной винтъ *m*. При сверленіи отверстія *f* опорами служатъ ножки *kkk*; при сверленіи отверстій *b*, *c*, *e* служатъ ножки *iii*; при сверленіи отверстія *p* служатъ ножки *hh*. Отверстіе *d* проходитъ черезъ втулку *f*, для чего въ послѣдней просверлено поперечное отверстіе, черезъ которое выпадаютъ стружки и проходитъ конецъ сверла. Отверстіе сдѣлано выше той части втулки *f*, которая служитъ направляющей для сверла, а потому присутствіе отверстія не причиняетъ неточности работы втулки *f*. Отверстія *d* и *f* различныхъ діаметровъ по длинѣ. Направляющія втулки приготовляются для сверла наибольшаго діаметра, а затѣмъ, когда это сверло углубилось на надлежащую глубину, сверленіе продолжаютъ сверломъ меньшаго діаметра, которое уже направляется конусомъ, сдѣланнымъ первымъ сверломъ. Отверстія *b'*, *c'*, *e'* въ откидной доскѣ *n* сдѣланы для вывода стружекъ.

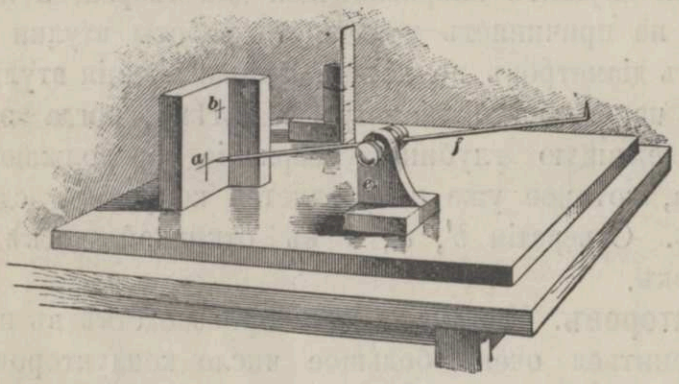
585. Помѣтка кондукторовъ. При массовомъ производствѣ въ инструментальной можетъ скопиться очень большое число кондукторовъ. Необходимо ихъ складывать въ порядкѣ и вести надлежащую отчетность. На кондукторѣ должно быть выштамповано названіе издѣлія, для котораго онъ назначенъ, порядковый нумеръ; всѣ кондукторы должны быть записаны въ каталогъ, такъ чтобы ихъ всегда можно было легко найти.

Размѣщеніе отверстій на кондукторахъ.

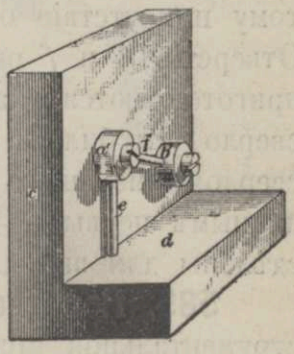
586. При исполненіи кондукторовъ ихъ точность будетъ сильно зависѣть отъ того насколько точно будутъ размѣщены отверстія, черезъ которыя производится сверленіе. Приготовленіе кондукторовъ производится или по чертежу или снимая копію съ имѣющагося уже кондуктора. Въ первомъ случаѣ, если не требуется большой точности, центры отверстій намѣчаются острой графилкой (фиг. 823), какъ при обыкновенной размѣткѣ деталей. Для болѣе удобнаго снятія размѣровъ съ масштаба, онъ можетъ быть поставленъ на той же плитѣ, на какой стоитъ издѣліе, прикрѣпивъ его резинками къ угольнику (фиг. 823). Въ намѣченныхъ центрахъ ставятся небольшимъ острымъ керномъ возможно малыя центровыя отверстія, проводятся контрольныя окружности и отверстія сверлятся на сверлильной машинѣ. При такомъ способѣ, при очень аккуратной работѣ можно достичь точности въ размѣщеніи отверстій не болѣе 0,125 мм. Здѣсь ошибки могутъ послѣдовательно накопляться при снятіи размѣра съ масштаба, при постановкѣ центра, при направленіи по центру сверла и, наконецъ, вслѣдствіе уклоненія сверла въ сторону

при сверленіи. Эти погрѣшности могутъ компенсировать другъ друга, и работа можетъ случайно получиться очень точная, но вообще нельзя разсчитывать получить ее выше указаннаго предѣла.

Если требуется большая точность, тогда сверленіе производятъ не на сверлилкѣ, а на точной самоточкѣ. Размѣченное издѣліе привертывается къ планшайбѣ и центры намѣченныхъ отверстій послѣдовательно при помощи индикатора устанавливаются такъ, чтобы они совпадали съ осью вращенія шпинделя; послѣ чего отверстіе просверливается меньшаго размѣра, а затѣмъ разсверливается и развертывается. При этомъ неточность зависитъ отъ снятія размѣра по масштабу и постановки центроваго отверстія; остальныя неточности перваго способа почти отпадаютъ, При аккуратной работѣ точность исполненія не будетъ выходить изъ предѣловъ 0,025 мм. При этомъ *нужно обращать вниманіе на то, чтобы планшайба вращалась равномѣрно*, а для этого необходимо



Фиг. 823.

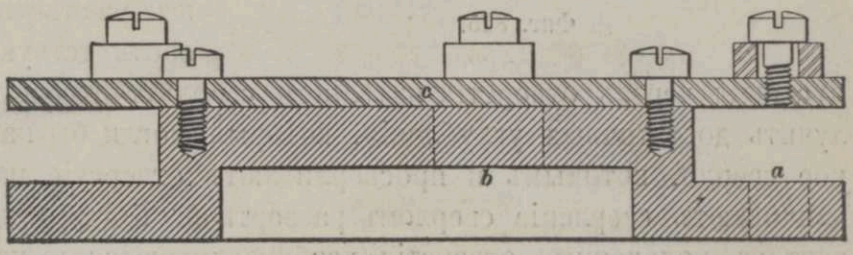


Фиг. 823*а*.

привернутый кондукторъ уравновѣшивать контръгрузомъ. Кромѣ того необходимо, чтобы приводный ремень не скользилъ и не имѣлъ рѣзкихъ выступовъ въ сшивкѣ, сообщающихъ толчки.

Если требуется бо́льшая точность работы, тогда прибѣгаютъ къ слѣдующему способу. Предварительно размѣтку отверстій производятъ такъ же, какъ было указано (фиг. 823). Руководясь намѣченными центрами, просверливаютъ небольшія отверстія и нарѣзаютъ въ нихъ винтовую рѣзьбу, чтобы можно было завинтить въ нихъ шурупы. Затѣмъ приготовляются изъ закаленной инструментальной стали отшлифованныя послѣ закала точныя цилиндрическія втулки. Удобными размѣрами для такихъ втулокъ будетъ 15 мм. внѣшній діам., 6 — 7 мм. внутренній діам. и 6—7 мм. высота. Втулки эти ставятся на тѣ мѣста, гдѣ должны быть просверлены отверстія въ кондукторѣ и привертываются шурупами. Для точной установки втулокъ должны быть приготовлены точные калибры изъ стальной проволоки, пользуясь точными мѣрительными инструментами (микрометромъ или машиной). На фиг. 823*а* показано какимъ образомъ втулка устанавливается при помощи калибра *e*. Изъ чертежа извѣстно, на какомъ разстояніи отъ плоскости *d* долженъ быть расположенъ центръ отверстія. Тогда, зная діаметръ втулки, легко вычислить длину калибра *e* и, точно приготовивъ его, такъ установитъ втулку *a*,

чтобы калибръ прикасался къ ней, какъ разъ съ тѣмъ нажимомъ, съ какимъ онъ прикасался къ микрометру при изготовленіи. Точно также втулка *a* устанавливается относительно плоскости *c*. Когда втулка установлена, ее прижимаютъ шурупомъ и снова провѣряютъ ея положеніе калибрами, такъ какъ при зажимѣ втулка могла немного сдвинуться. Удостовѣрившись, что втулка привернута вполнѣ точно, устанавливаютъ слѣдующую втулку. Положеніе другой втулки можетъ быть провѣрено не только относительно плоскостей *d* и *c*, но также и относительно первой втулки, вычисляя разстояніе между ними и измѣряя его спеціально приговленнымъ калибромъ *f*. Издѣліе съ привернутыми втулками ставится на планшайбу точной самоточки и при помощи индикатора устанавливается такъ, чтобы послѣдовательно оси втулокъ совпадали съ осью вращенія шпинделя; послѣ чего втулки отвертываются и на ихъ мѣстѣ сверлятся, а затѣмъ разсверливаются и развертываются отверстія. Если работа производится аккуратно, самоточка находится въ исправномъ состояніи, т.-е. шпиндель не разработался въ подшипникахъ, и планшайба вращается равномѣрно, то работа можетъ быть получена чрезвычайно точная [1]).



Фиг. 824.

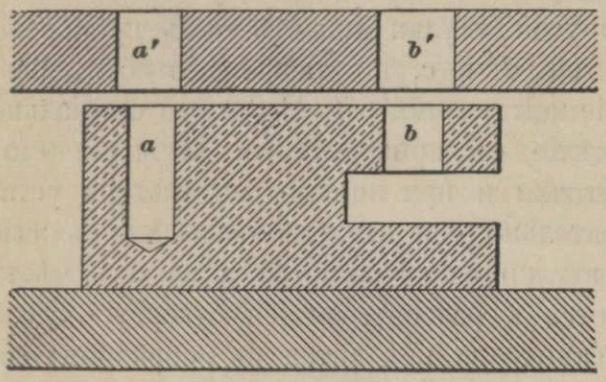
Въ тѣхъ случаяхъ, когда отверстія расположены не въ одной плоскости, такъ что при помощи калибровъ измѣрить разстояніе между отдѣльными втулками не представляется возможнымъ примѣняютъ *размѣточную доску*. На фиг. 824 *b* — корпусъ кондуктора; въ немъ должны быть просверлены отверстія, показанныя пунктиромъ *a* и *b*. Къ кондуктору привертываютъ размѣточную доску *c*, на которой установлены втулки на должномъ разстояніи другъ отъ друга; съ такой доской издѣліе привертывается къ планшайбѣ самоточки и установка производится по втулкамъ, пользуясь индикаторомъ. Когда одна изъ втулокъ установлена, просверливаютъ и разсверливаютъ отверстіе сначала въ доскѣ, а затѣмъ черезъ это отверстіе просверливается отверстіе въ издѣліи, затѣмъ переходятъ къ слѣдующей втулкѣ и т. д. Разсверленная такимъ образомъ размѣточная доска остается и можетъ оказаться очень цѣннымъ пособіемъ при повторномъ исполненіи кондуктора.

Если сверлить отверстіе въ корпусѣ кондуктора черезъ отверстіе въ доскѣ представляется неудобнымъ, можно доску сдѣлать такъ, чтобы послѣ установки втулки, всю доску можно было отвинтить и сверлить отверстіе безъ доски, а затѣмъ снова поставнть доску на мѣсто и сверлить слѣдующее отверстіе. Чтобы доска всякій разъ становилась точно

---

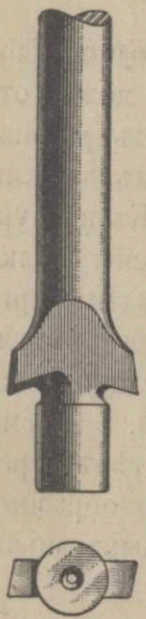
[1]) Существуютъ индикаторы, при помощи которыхъ можно установить издѣліе по суппортѣ точно относительно оси машины и прорѣзать отверстіе фрезеромъ. См. American Machinist, стр., 531—1911 г.

на свое мѣсто, черезъ доску и корпусъ кондуктора просверливаютъ два отверстія, которыя развертываютъ конической разверткой и заколачиваютъ двѣ коническихъ шпильки. Такія шпильки, если онѣ хорошо пригнаны къ отверстіямъ, всегда при наложеніи доски на кондукторъ и при заколачиваніи ихъ въ отверстія, будутъ доску ставить въ то же положеніе относительно кондуктора, въ какомъ она находилась первоначально.



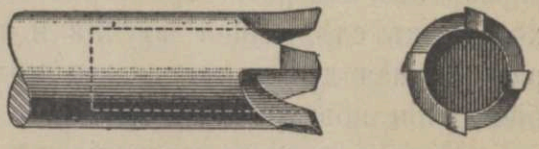
Фиг. 825.

587. Размѣтка отверстій, копируя издѣлія производится просто въ томъ случаѣ, когда отверстія въ издѣліи сквозныя. Тогда издѣліе само служитъ кондукторомъ, привернувъ его къ той части, на которой желаютъ размѣстить отверстія, сверло соотвѣтствующаго размѣра пропускаютъ черезъ отверстія издѣлія и сверлятъ отверстія такъ, чтобы получить достаточныя углубленія, которыя могли бы направить болѣе тонкое сверло, которымъ и просверливаютъ отверстіе насквозь; затѣмъ доканчиваютъ сверленіе сверломъ-разверткой. Когда издѣліе снято съ кондуктора, полученныя отверстія разбуравливаются до надлежащаго размѣра разбуровкой, направляющій цилиндръ которой плотно входитъ въ просверленное отверстіе.


Фиг. 826.

Когда въ копируемомъ издѣліи отверстія не сквозныя или почему-либо не представляется возможнымъ скопировать отверстія указаннымъ способомъ, тогда можно прибѣгнуть къ слѣдующему пріему.

На кондукторѣ при помощи размѣтки наносятъ центры возможно точно и просверливаютъ отверстія, оси которыхъ могутъ и не совпасть точно съ осями отверстій a и b (фиг. 825). Тогда кондукторъ привертывается къ издѣлію и ставится на планшайбу самоточки и точно устанавливается при помощи индикатора, руководствуясь поверхностью отверстій въ издѣліи a и b, послѣ чего могутъ быть разсверлены отверстія въ кондукторѣ a' и b'.


Фиг. 827.

Иногда представляется неудобнымъ устанавливать издѣліе по отверстіямъ a и b., тогда въ эти отверстія вставляются точно пригнанные и обработанные штифты, руководясь которыми издѣліе и устанавливается на планшайбѣ.

Можно отверстія a' и b' разсверлить и не на планшайбѣ самоточки, а на сверлильной машинѣ, примѣняя разбуровку, цилиндрическая часть которой плотно входитъ въ отверстіе a и b издѣлія. Такъ какъ разбу-

ровкѣ приходится срѣзать не одинаковый слой матеріала по всей окружности (отверстіе a расположено эксцентрично относительно a'), то разбуровка можетъ имѣть стремленіе отклониться въ сторону и дать не вполнѣ точную работу. Для устраненія этого разбуровкѣ слѣдуетъ придавать конструкцію, изображенную на фиг. 826;—здѣсь рѣжущія ребра идутъ не перпендикулярно къ оси разбуровки, а наклонно, что способствуетъ большей устойчивости.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда обыкновенная разбуровка не можетъ быть введена въ отверстіе, въ него вставляютъ штифтъ, а разбуровкѣ придаютъ форму трубки (фиг. 827), плотно находящей на этотъ штифтъ. Рѣжущія ребра такой развертки, должны имѣть такой же уклонъ къ оси какъ на фиг. 826 и по той же причинѣ.

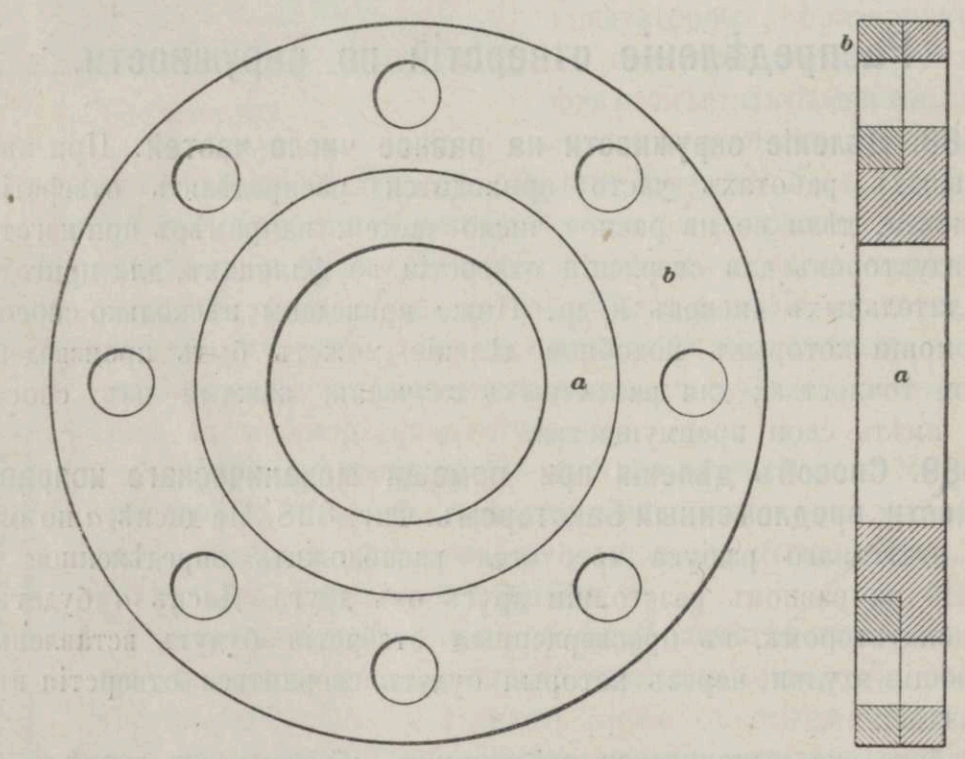
Распредѣленіе отверстій по окружности.

— **588. Дѣленіе окружности на равное число частей.** При инструментальныхъ работахъ часто приходится распредѣлять отверстія по окружности, дѣля ее на равное число частей: напримѣръ при изготовленіи кондукторовъ для сверленія отверстій во флянцахъ, для приготовленія дѣлительныхъ дисковъ и др. Ниже приведены нѣсколько способовъ, при помощи которыхъ подобное дѣленіе можетъ быть произведено съ большой точностью; для различныхъ случаевъ, каждый изъ способовъ будетъ имѣть свои преимущества.

— **589. Способъ дѣленія при помощи механическаго исправленія неточности, предложенный Бакстеромъ.** Фиг. 828. На дискѣ a по окружности извѣстнаго радіуса требуется расположить опредѣленное число отверстій на равномъ разстояніи другъ отъ друга. Дискъ a будетъ служить кондукторомъ, въ просверленныя отверстія будутъ вставлены направляющія втулки, черезъ которыя будутъ сверлиться отверстія въ другихъ издѣліяхъ.

Работа эта выполняется слѣдующимъ образомъ, на дискѣ a вытачивается заплечикъ, на который надѣвается другой кольцевой дискъ b, такой же толщины, какъ и дискъ a. Расчерчивается окружность нужнаго діаметра и дѣлится циркулемъ на нужное число частей; острымъ керномъ намѣчаются центры отверстій и наносятся контрольные круги, какъ это обыкновенно дѣлается при сверленіи, затѣмъ просверливаются насквозь въ обѣихъ частяхъ отверстія, руководствуясь возможно точной размѣткой, при чемъ дискъ и кольцо свертываются вмѣстѣ струбцинкой. Послѣ сверленія отверстія развертываются конической разверткой. Для этого должна имѣться развертка длиной около 150 мм., утолщаются около 2 мм. на 100 мм. длины; тонкій конецъ развертки долженъ немного входить въ отверстіе. Должны быть приготовлены два коническіе штифта съ такимъ же точно конусомъ, какъ и развертка. Для развертыванія кольцо b поворачивается относительно диска a на одно отверстіе и устанавливается такъ, чтобы какія-нибудь два отверстія въ кольцѣ

и дискѣ возможно близко совпали; оба диска опять свертываются струбцинкой и совпавшія отверстія развертываются такъ, чтобы коническая развертка прошла черезъ все отверстіе въ кольцѣ *b* и немного начала рѣзать отверстіе въ дискѣ *a*. Въ развернутое такимъ образомъ отверстіе забивается осторожно коническая шпилька и развертывается также діаметрально противоположное отверстіе, въ которое тоже забивается коническая шпилька. Эти двѣ шпильки не позволятъ кольцу *b* повернуться относительно диска *a*. Послѣ этого развертываются всѣ отверстія, при чемъ необходимо, чтобы развертка во всѣ отверстія углублялась на одинаковую величину, а потому начинаютъ развертывать то отверстіе, которое наиболѣе сдвинуто относительно отверстія въ дискѣ *a*. Когда всѣ отверстія развернуты, шпильки вынимаются, струбцинки снимаются и



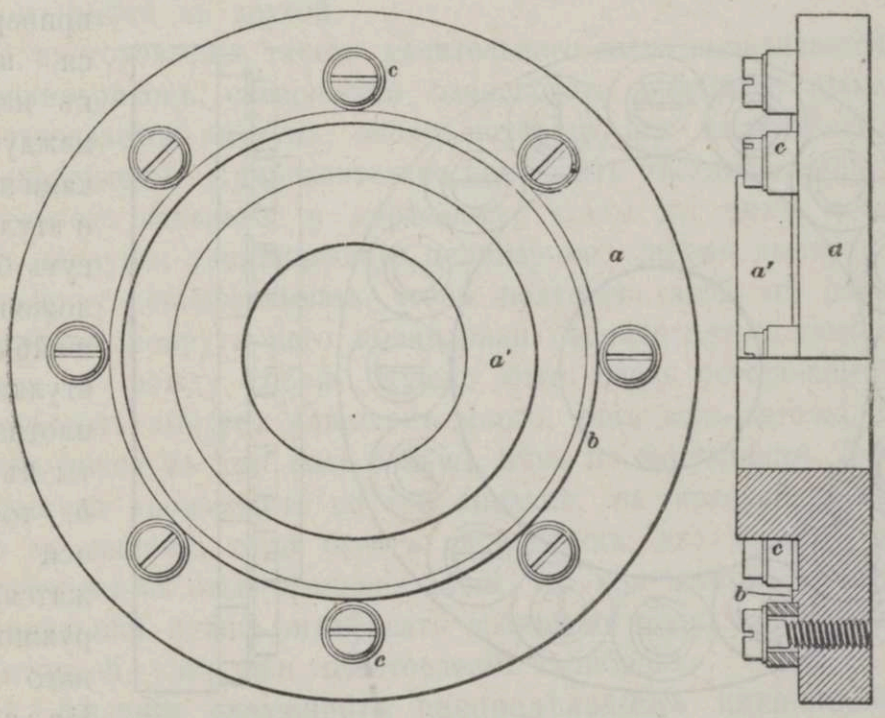
Фиг. 828.

дискъ *b* повертывается относительно диска *a* опять на одно отверстіе и устанавливается такъ, чтобы какія-нибудь два отверстія возможно точно совпали, эти отверстія развертываются, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, вставляется коническая шпилька, развертывается отверстіе діаметрально противоположное, въ него тоже вставляется шпилька и затѣмъ развертываются всѣ остальныя отверстія, какъ и въ первомъ случаѣ. Послѣ каждаго такого развертыванія отверстія будутъ все болѣе и болѣе совпадать другъ съ другомъ, и повторивши такую операцію развертыванія 6—8 разъ, получимъ полное совпаденіе отверстій диска *b* съ отверствіями диска *a*, при любомъ ихъ относительномъ положеніи, что и будетъ указывать на то, что всѣ отверстія расположены на равномъ разстояніи другъ отъ друга.

Эту работу развертыванія удобнѣе всего производить на сверлильной машинѣ. Работа требуетъ не столько искусства, сколько терпѣнія. Если желаютъ въ концѣ получить цилиндрическія отверстія, то развертку на толстомъ концѣ слѣдуетъ приготовить въ видѣ цилидрической развертки и подъ конецъ работы пропустить всю развертку насквозь.

При этомъ не слѣдуетъ пропускать развертку сразу насквозь, даже послѣ того какъ всѣ отверстія вполнѣ подходятъ другъ къ другу, а нужно продолжать углублять развертку понемногу, каждый разъ поворачивая кольцо *b* относительно диска *a*, иначе можно уже приведенныя къ совпаденію отверстія снова испортить.

Работу легче получить болѣе точную при тонкихъ, чѣмъ при толстыхъ дискахъ.

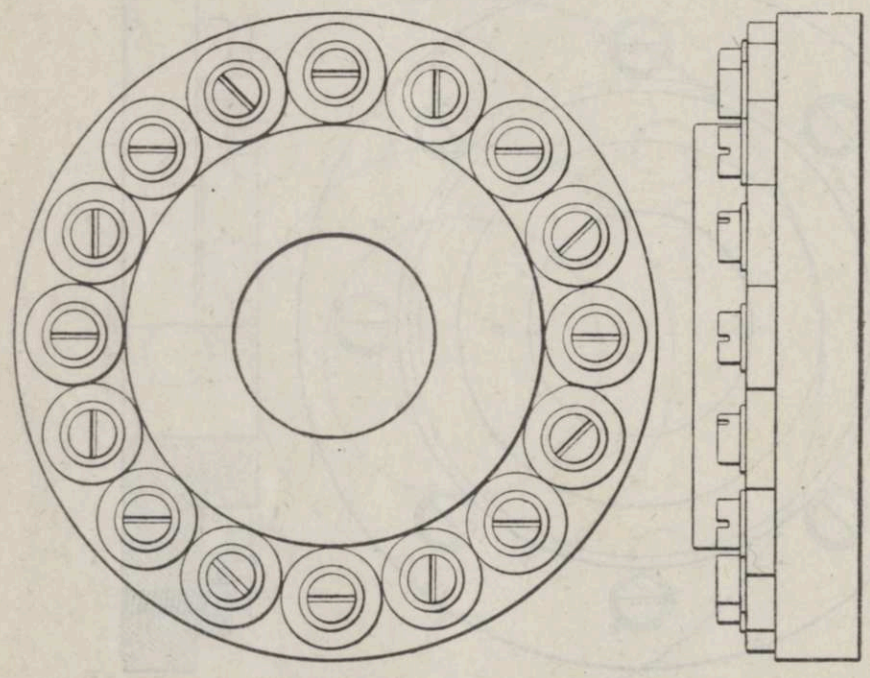


Фиг. 829.

Примѣняя этотъ способъ можно получить очень точную работу въ смыслѣ равномѣрнаго распредѣленія по окружности, но нельзя достичь того, чтобы центры отверстій были точно расположены на окружности опредѣленнаго діаметра, а потому, гдѣ предъявляется такое требованіе, тамъ этотъ способъ не приложимъ.

590. Дѣленіе при помощи точныхъ измѣреній. На фиг. 829 *a* представляетъ деталь, на которой должны быть просверлены отверстія, равномѣрно расположенныя на окружности съ точно установленнымъ діаметромъ. Для производства работы на детали *a* чертятъ окружность даннаго діаметра, дѣлятъ циркулемъ на нужное число частей, сверлятъ отверстія и нарѣзаютъ въ нихъ винтовую нарѣзку, вся эта работа большой точности не требуетъ. Вытачиваютъ пустотѣлыя втулки, внутренній діаметръ которыхъ нѣсколько больше, чѣмъ діаметръ шуру-

повъ, которые будутъ завинчиваться въ приготовленныя нарѣзанныя отверстія. Размѣръ внѣшняго діаметра втулокъ не имѣетъ значенія, *необходимо только, чтобы всѣ втулки имѣли совершенно одинаковый внѣшній діаметръ*. Обточенныя грубо втулки, сажаются на точную оправку и отдѣлываются на шлифовальномъ станкѣ, а затѣмъ притираются съ возможно большей точностью, чтобы внѣшній діаметръ ихъ получился совершенно одинаковый. Торцы втулокъ должны быть тоже точно отшлифованы нормально къ внѣшней цилиндрической поверхности. Діаметръ приготовленныхъ втулокъ точно измѣряется чувствительнымъ микрометромъ. Полученная величина діаметра втулокъ вычитается изъ діаметра окружности, по которой должны быть расположены центры отверстій, полученная величина будетъ внѣшнимъ діаметромъ выступа *b*, который и вытачивается на дискѣ *a* возможно точно. Затѣмъ втулки привертываются шурупами къ издѣлію *a*; между головками шуруповъ и втулками могутъ быть проложены мягкія шайбы. Если втулки будутъ плотно прижаты къ выступу *b*, тогда ихъ оси расположатся по окружности даннаго размѣра. Разстояніе между втулками измѣряется посредствомъ какого-нибуть точнаго мѣрительнаго инструмента, и, передвигая ихъ на незначительную величину, можно достичь того, что втулки будутъ расположены на одинаковомъ другъ отъ друга разстояніи. Въ такомъ положеніи втулки прочно прижимаются шурупами.



Фиг. 830.

Затѣмъ деталь *a* устанавливается на планшайбѣ точной самоточки, такъ чтобы поочередно оси втулокъ совпадали съ осью вращенія шпинделя, что провѣряется при помощи индикатора. Установленная такимъ образомъ втулка снимается и на ея мѣстѣ сверлится, а затѣмъ разсверливается и развертывается отверстіе, ось котораго какъ разъ будетъ совпадать съ осью снятой втулки. При аккуратной работѣ высверленныя такимъ образомъ отверстія будутъ расположены согласно заданію. Если втулки были установлены точно, и затѣмъ издѣліе устанавливалось точно на планшайбѣ станка, то работа можетъ быть получена очень точная въ смыслѣ правильности распредѣленія отверстій по окружности.

Еще большая точность, которая удовлетворитъ всѣ практическія требованія, можетъ быть получена, если соединить этотъ способъ съ предыдущимъ.

591. Дѣленіе окружности при помощи установки равновеликихъ частей [1]). Иногда при изготовленіи дѣлительныхъ дисковъ, вмѣсто того, чтобы сверлить въ нихъ отверстія, въ которыя переставляется штифтъ, дѣлительный дискъ выполняютъ въ видѣ зубчатаго колеса, при чемъ изъ зубца въ зубецъ переставляется особаго рода защелка. Гдѣ требуется особая точность дѣлительнаго диска, онъ можетъ быть приготовленъ такъ, какъ показано на фиг. 830. Какъ видно, здѣсь къ диску привертываются отдѣльные цилиндрики, которые образуютъ внѣшними краями рифленую поверхность; защелка, имѣющая форму клина, переставляется изъ одного рифта въ другой.

Для приготовленія такого дѣлительнаго диска вытачивается нужное число цилиндриковъ, совершенно одинаковаго внѣшняго діаметра. На дискѣ вытачивается выступъ, около котораго эти цилиндрики должны быть распредѣлены. Приблизительно намѣчаютъ мѣстоположеніе ихъ центровъ; сверлятъ отверстія и нарѣзаютъ, чтобы въ нихъ можно было завернуть шурупы, закрѣпляющіе цилиндрики; затѣмъ выступъ начинаютъ понемногу сошлифовывать, чтобы получить такой его размѣръ, что расположенные вокругъ него цилиндрики соприкоснуться какъ съ выступомъ, такъ и между собой. Нужно быть очень осторожнымъ, чтобы не сошлифовать выступъ слишкомъ много, такъ какъ неточность по діаметру, получится въ три раза больше, чѣмъ по окружности. Лучше шлифовку выступа производить на той оправкѣ, на которой дискъ будетъ работать въ машинѣ, тогда будетъ увѣренность, что выступъ получится концентричнымъ съ осью вращенія диска, что при точномъ дѣленіи важно.

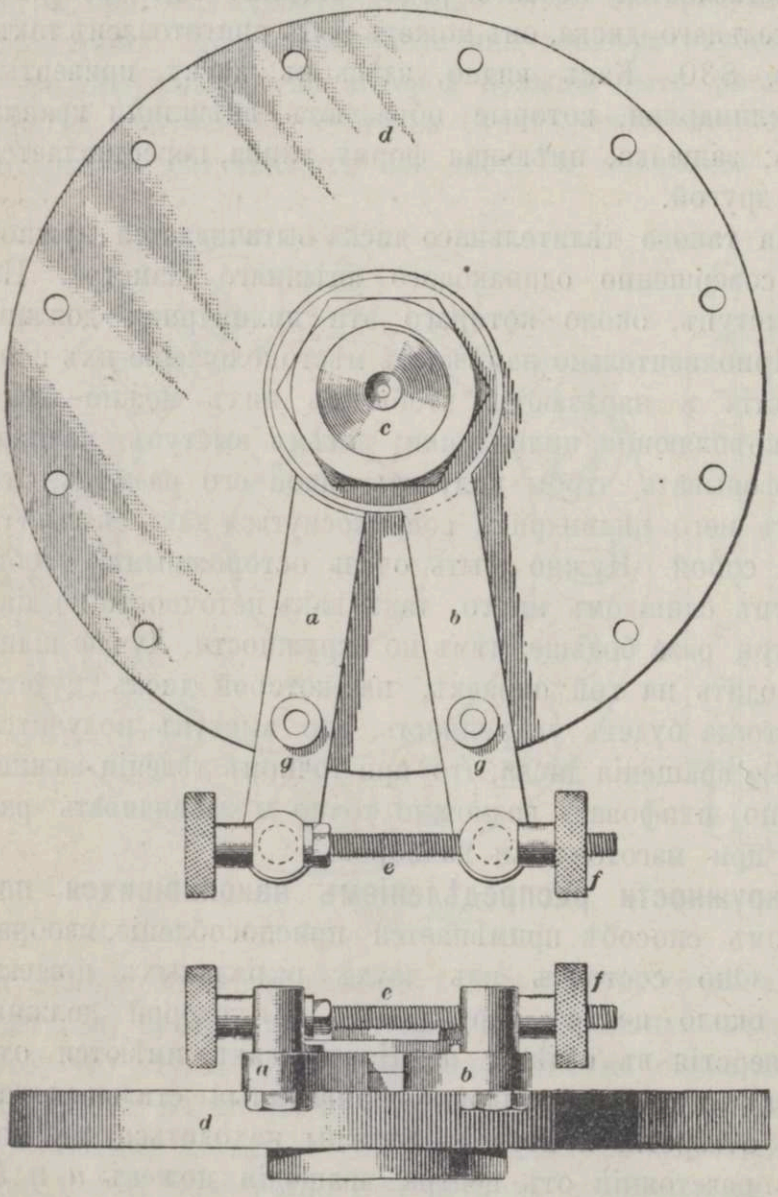
Цилиндрики нужно шлифовать возможно точно и заканчивать работу притиркой, какъ при изготовленіи калибровъ.

591. Дѣленія окружности распредѣленіемъ накопившихся погрѣшностей. При этомъ способѣ примѣняется приспособленіе, изображенное на фиг. 831. Оно состоитъ изъ двухъ радіальныхъ ножекъ *a* и *b*, вращающихся около центра окружности, по которой должны быть распредѣлены отверстія въ издѣліи *d*. На ножкахъ имѣются отверстія *gg*, въ которыя вставляются плотно пригнанныя стальныя закаленныя втулки. Оси отверстій и втулокъ должны находиться на совершенно одинаковомъ разстояніи отъ центра вращенія ножекъ *a* и *b*, равномъ радіусу окружности, на которой распредѣляются отверстія. Ножки могутъ сдвигаться между собой и раздвигаться при помощи микрометрическаго винта *e* и закрѣпляться въ любомъ положеніи контръ-гайкой *f*.

Приступая къ дѣленію, разстояніе между осями втулокъ *gg* опредѣляется путемъ вычисленія и устанавливается возможно точно; черезъ одно изъ отверстій втулокъ сверлится отверстіе въ детали *d*, развертывается разверткой, точно подходящей къ втулкѣ; во втулку и въ от-

[1]) См. примѣненіе такого способа Machinery 545—3—10.

верстіе вставляется плотно пригнанный штифтъ, чтобы ножка *a* не могла перемѣщаться относительно детали *d*, послѣ чего сверлится и развертывается отверстіе черезъ другую втулку. Затѣмъ штифтъ изъ ножки *a* вынимается, ножка передвигается ко второму отверстію и закрѣпляется здѣсь штифтомъ, а черезъ втулку въ ножкѣ *b* сверлится третье отверстіе и т. д. Когда всѣ отверстія будутъ просверлены, то при наложеніи ножекъ на послѣднее и первое отверстіе будетъ замѣчено, что они не совпадаютъ. Полученная разница будетъ представлять сумму всѣхъ погрѣшностей при сверленіи отдѣльныхъ отверстій. Переставляя винтомъ *e* ножки на соотвѣтствующую величину, чтобы уничтожить эту погрѣшность, вставляютъ затѣмъ втулки нѣсколько большаго внутренняго діаметра и соотвѣтствующаго размѣра разверткой развертываютъ всѣ отверстія и такъ поступаютъ до тѣхъ поръ, пока не получатъ полнаго совпаденія послѣдняго и перваго отверстій со втулками *gg*.



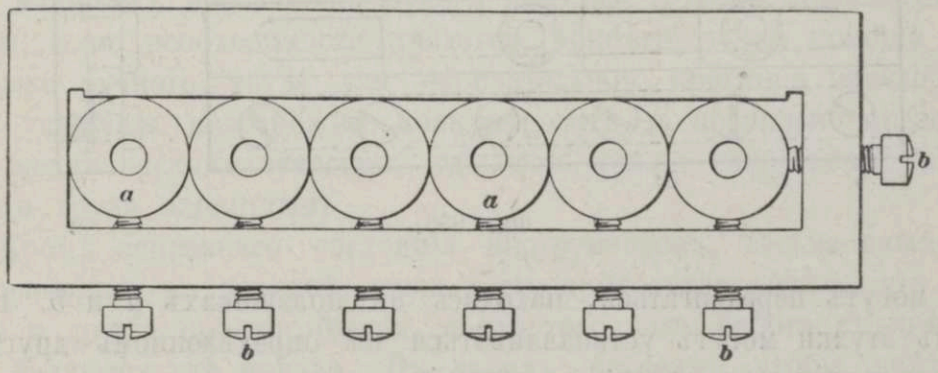
Фиг. 831.

Этотъ же принципъ можетъ быть примѣненъ и для другихъ работъ, помимо сверленія отверстій. Напримѣръ, такимъ же образомъ могутъ наноситься дѣленія:— тогда на ножкахъ *a* дѣлаются соотвѣтствующіе индексы; для наблюденія за правильностью ихъ установки могутъ быть прикрѣплены увеличительныя стекла; закрѣпленіе ножекъ при нанесеніи дѣленій можетъ производиться при помощи какихъ-либо особыхъ зажимающихъ приспособленій.

592. Распредѣленіе отверстій по прямымъ линіямъ. Такая задача то-же часто встрѣчается при инструментальныхъ работахъ; нужно про-

сверлить нѣсколько отверстій такъ, чтобы ихъ оси были расположены на одной прямой на извѣстномъ разстояніи другъ отъ друга, при условіи соблюденія большой точности. Путемъ простой размѣтки и обычнаго способа сверленія большой точности получить нельзя, такъ что въ данномъ случаѣ приходится прибѣгать къ сверленію черезъ точныя направляющія втулки, которыя можно предварительно расположить очень точно.

Наиболѣе простой способъ состоитъ въ томъ, что направляющія втулки, имѣющіе одинаковый внѣшній діаметръ, располагаются, опираясь на линейку, на данныхъ разстояніяхъ, которое устанавливается при помощи точнаго мѣрительнаго инструмента. Если втулки можно прикрѣпить, тогда сверленіе и развертываніе можно производить черезъ втулки если же прочно прикрѣпить втулки представляется невозможнымъ, тогда втулки или сплошные цилиндрики приклеиваютъ къ издѣлію, обливая ихъ снаружи, у основанія воскомъ или другимъ клейкимъ веществомъ; затѣмъ издѣліе ставится на планшайбу точной самоточки и устанавливая послѣдовательно всѣ втулки при помощи индикатора такъ, чтобы ось ихъ совпадала съ осью вращенія шпинделя, просверливаютъ и развертываютъ отверстія.



Фиг. 832.

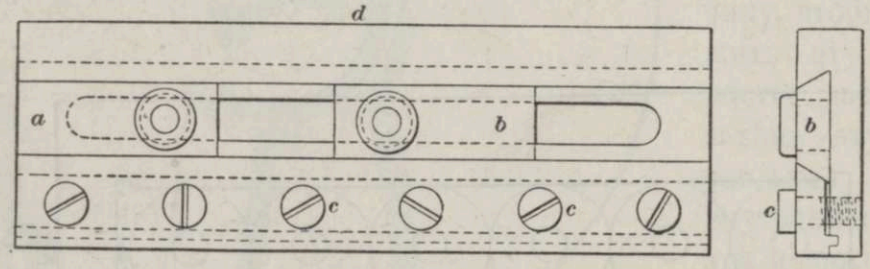
Во многихъ случаяхъ очень удобнымъ будетъ приспособленіе, изображенное на фиг. 832. Здѣсь направляющія втулки вставляются въ рамку, прижимаясь къ прямой линейкѣ нажимными винтами *b*. Точность распредѣленія отверстій будетъ зависѣть отъ точности исполненія прямой линейки и отъ точности исполненія стальныхъ закаленныхъ втулокъ, въ смыслѣ ихъ размѣровъ и концентричности внутреннихъ и внѣшнихъ поверхностей. Нужно обратить вниманіе, но что здѣсь погрѣшность будетъ постепенно накопляться, такъ что погрѣшность въ разстояніи между первымъ и послѣднимъ отверстіемъ будетъ гораздо значительнѣе, чѣмъ въ разстояніи между первымъ и вторымъ, поэтому много втулокъ въ одну рамку вставлять не слѣдуетъ. Если требуется распредѣлить большое число отверстій, то будетъ правильнѣе прикрѣпить къ издѣлію прямую линейку, вдоль которой передвигать такую рамку; тогда просверливши всѣ отверстія внутри рамки, въ первое отверстіе вставляютъ точно обработанный штифтъ, такой же штифтъ вставляютъ въ отверстіе одной изъ втулокъ въ рамкѣ и пользуясь точнымъ

мѣрительнымъ инструментомъ, передвигаютъ рамку по линейкѣ, на должное разстояніе, въ такомъ положеніи рамку закрѣпляютъ, сверлятъ и развертываютъ отверстія, затѣмъ снова передвигаютъ рамку и т. д. Понятно, что при такой работѣ внѣшняя и внутренняя сторона рамки, на которую опираются втулки, должны быть строго параллельны между собой.

Можно также, прикрѣпивъ къ планшайбѣ самоточки линейку, опереть на нее линейку, привернутую къ издѣлію и просверливши одно отверстіе, передвигать затѣмъ издѣліе по линейкѣ, промѣряя каждый разъ точно величину передвиженія какимъ-либо калибромъ или мѣрительнымъ инструментомъ.

Довольно точно могутъ быть просверлены отверстія, устанавливая издѣліе на столъ фрезовой машины и передвигая его ходовыми винтами машины, пользуясь указаніемъ помѣщенныхъ на нихъ циферблатовъ.

Болѣе совершеннымъ приспособленіемъ будетъ изображенное на фиг. 833. Здѣсь рамка устроена такимъ образомъ, что втулки вну-



Фиг. 833.

три ея могутъ передвигаться, находясь въ ползушкахъ *a* и *b*. Такимъ образомъ втулки могутъ устанавливаться на опредѣленномъ другъ отъ друга розстояніи при помощи измѣренія точными инструментами. Для большаго удобства передвиженія ползушекъ къ нимъ могутъ быть придѣланы ходовые винты..

Если отверстія приходится располагать на большей длинѣ, чѣмъ длина рамки, тогда эта же рамка можетъ употребляться совмѣстно съ линейкой, при чемъ сама рамка будетъ передвигаться, опираясь на линейку поверхностью *d*. Понятно, что при такой работѣ необходимо, чтобы направленіе перемѣщенія ползушекъ и линія, соединяющая оси втулокъ, были совершенно параллельны поверхности *d*. Работа можетъ весьтись такимъ образомъ: втулки устанавливаются возможно точно на разстояніи, равномъ разстоянію между отверстіями. Сверлится первое отверстіе, въ него вставляется штифтъ, рамку передвигаютъ въ другое крайнее положеніе и при помощи мѣрительнаго инструмента устанавливаютъ рамку такъ, чтобы крайняя втулка оказалась на должномъ мѣстѣ, въ такомъ положеніи зажимаютъ рамку, сверлятъ и развертываютъ послѣднее отверстіе; затѣмъ начинаютъ сверлить послѣдовательно отверстія одно за другимъ, устанавливая одну втулку при помощи штифта надъ просверленнымъ отверстіемъ и сверля слѣдующее отверстіе черезъ дру-

гую втулку. Послѣднія два отверстія вслѣдствіе накопленія погрѣшностей не совпадутъ со втулками, тогда втулки соотвѣтственно немного сдвигаютъ или раздвигаютъ, ставятъ втулки съ нѣсколько большимъ внутреннимъ діаметромъ и соотвѣтствующей разверткой снова проходятъ всѣ отверстія. Такъ поступаютъ до тѣхъ поръ, пока въ концѣ не получатъ полнаго совпаденія просверленныхъ отверстій съ отверстіями во втулкахъ.

Устройство инструментальной[1]).

593. Имѣющіеся на заводѣ инструменты и различныя приспособленія будутъ давать точную и дешевую работу только въ томъ случаѣ, если они находятся въ полномъ порядкѣ и исправности. Очень часто тратятъ громадныя деньги на пріобрѣтеніе первоклассныхъ машинъ и въ то же время не обращаютъ надлежащаго вниманія на тѣ инструменты, при помощи которыхъ на дорогой машинѣ производится работа; въ результатѣ получается разочарованіе и несправедливое осужденіе машины, которая не оправдала возлагаемыхъ на нее ожиданій. При неудовлетворительныхъ инструментахъ и различныхъ приспособленіяхъ, къ которымъ прибѣгаетъ современная механическая обработка на самыхъ лучшихъ машинахъ невозможно будетъ получить точной, производительной работы, и по необходимости придется прибѣгнуть къ помощи дорогостоющаго ручного труда для окончательной пригонки издѣлій, а при этихъ условіяхъ невозможно конкурировать съ правильно организованными механическими заводами, гдѣ всѣ усилія направлены къ замѣнѣ ручного труда машиннымъ.

Кромѣ исправнаго состоянія инструментовъ, весьма важно чтобы они хранились въ порядкѣ; очень часто приходится видѣть, что инструменты и другія приспособленія, послѣ того какъ работа съ ними окончена, валяются гдѣ попало. Въ такихъ случаяхъ, чтобы найти какой нибудь инструментъ, когда онъ снова потребуется, тратится больше времени, чѣмъ на производство самой работы, а кромѣ того при такомъ способѣ храненія инструменты быстро портятся.

Такимъ образомъ при правильной постановкѣ дѣла, *необходимо, чтобы всѣ инструменты и приспособленія, поступая въ работу находились въ полной исправности*, и *чтобы всѣ вспомогательные предметы, необходимые рабочему при производствѣ его работы, хранились аккуратно въ опредѣленномъ мѣстѣ, чтобы не приходилось тратить времени на ихъ разыскиваніе. Выполненіе этого возлагается въ правильно организованномъ механическомъ заводѣ на особое отдѣленіе*—**инструментальную.**

Согласно сказанному инструментальная должна состоять изъ 1) *отдѣленія*, въ которомъ приводятся въ порядокъ испортившіеся инструменты и приспособленія, а также приготовляются новыя подобныя издѣлія и 2) отдѣленія, въ которотъ вполнѣ исправные инструменты и другіе вспомогательные при работѣ предметы хранятся въ порядкѣ.

[1]) См. также Machinery 10 стр.—1903 г.

Помѣщеніе инструментальной должно быть свѣтлое и просторное. Здѣсь **все должно быть на своемъ мѣстѣ и всему должно быть свое мѣсто.**

Отдѣленіе, занимающееся изготовленіемъ и ремонтомъ инструментовъ должно быть оборудовано очень точными машинами; здѣсь должны находиться: *точная самоточка, универсальная фрезовая, универсальная шлифовальная машина, сверлильная машина* (для очень легкой и болѣе крупной работы), *машина для натачиванія инструментовъ, машина для натачиванія сверлъ.* Машины эти и вообще инструментальное отдѣленіе должно находиться въ рукахъ первоклассныхъ рабочихъ, спеціалистовъ инструметальнаго дѣла. Нужно помнить, что инструментальная является душой механической мастерской, а потому пользованіе здѣсь ради сбереженія не первоклассным трудомъ и не первоклассными вспомогательными средствами будетъ плохой экономіей.

Завѣдующій инструментальной долженъ быть способнымъ не только исполнять то, что ему поручается, но и долженъ быть въ состояніи давать совѣты завѣдующимъ различными отдѣленіями, относительно того какой изъ инструментовъ и способовъ обработки будетъ наиболѣе умѣстно употребить въ данномъ случаѣ. *Первоклассная постановка дѣла въ инструментальной даетъ возможность обходиться болѣе дешевымъ трудомъ въ другихъ отдѣленіяхъ завода*, и это нужно всегда имѣть въ виду.

Преслѣду полученіе издѣлій возможно высокаго качества, будетъ неправильно въ инструментальной заниматься изготовленіемъ такихъ предметовъ, какіе являются предметомъ производства спеціальныхъ заводовъ; въ этомъ смыслѣ будетъ неправильно заниматься въ инструментальной приготовленіемъ нормальныхъ калибровъ, нормальныхъ фрезеровъ, сверлъ и друг., такъ какъ всѣ эти издѣлія можно лучшаго качества пріобрѣтать отъ фирмъ, которыя прилагаютъ все свое вниманіе на усовершенствованіе этихъ предметовъ. Конкурировать съ такими спеціальными заводами инструментальная, конечно, никогда не будетъ въ состояніи и, если откажется отъ ихъ услугъ, то этимъ самымъ она обречетъ себя на пользованіе издѣліями менѣе совершенными. Задача инструментальной является достаточно сложной и безъ того; ея прямая задача поддерживать всѣ имѣющіеся инструменты въ исправномъ состояніи и приготовлять тѣ приспособленія, которыхъ готовыми на рынкѣ достать нельзя.

Отдѣленіе инструментальной, въ которомъ хранятся инструменты, готовые къ выдачѣ рабочимъ, должно быть такъ оборудовано, чтобы всѣ предметы лежали на своихъ мѣстахъ, чтобы ихъ можно было быстро находить и не задерживать при выдачѣ рабочихъ, избѣгая при этомъ простоя машинъ и потери времени.

Въ инструментальной должны храниться всѣ рѣжущіе инструменты, не находящіеся въ постоянномъ употребленіи: мечики, развертки, фрезеры, сверла и др. На нѣкоторыхъ заводахъ въ инструментальной хранятся и рѣзцы, такъ что рабочему не приходится самому заниматься

наточкой рѣзцовъ; затупившіеся рѣзцы онъ сдаетъ въ инструментальную и получаетъ взамѣнъ ихъ уже правильно наточенные. Такой порядокъ вполнѣ раціоналенъ, такъ какъ при этомъ не только получаются рѣзцы лучше заточенные, но избѣгается простой машинъ, въ то время, когда рабочій затачиваетъ рѣзецъ, а этотъ простой обходится очень дорого.

Инструментальная должна быть отдѣлена отъ общаго помѣщенія мастерской глухой или сѣтчатой перегородкой; въ перегородкѣ должно имѣться окно, черезъ которое производится выдача и пріемъ обратно инструментовъ.

Для храненія инструментовъ и другихъ приспособленій наиболѣе удобно устанавливать полки съ перегородками для того, чтобы раздѣлять различные сорта инструментовъ. Полки не должны быть глубоки и должны стоять нѣсколько наклонно, чтобы положенные на нихъ предметы были на виду и чтобы съ полокъ легко было счищать соръ. Предметы, которые требуются рѣдко и которые могутъ портиться отъ пыли, лучше хранить въ запирающихся шкапахъ или ящикахъ. Мелкіе инструменты, которые приходится часто выдавать, удобно укладывать на полки, исполненныя въ видѣ многогранныхъ пирамидъ, вращающихся на вертикальной оси. Такія полки-пирамиды могутъ стоять около самаго окна, и лицо, выдающее инструменты, можетъ доставать ихъ съ полокъ, не отходя отъ окна, что сберегаетъ время.

Фрезеры обыкновенно развѣшиваются на доскахъ, прикрѣпленныхъ къ стѣнамъ, или же устраиваются шкафы, изъ которыхъ поставленныя вертикально доски съ повѣшенными на нихъ фрезерами выдвигаются въ видѣ ящиковъ.

Для храненія очень длинныхъ инструментовъ, какъ напр. клупы для нарѣзки, различные ключи и т. п. удобно ставить козла съ рожками, на которыя такіе предметы и кладутся.

Выдача инструментовъ производится обыкновенно слѣдующимъ образомъ:

Каждому рабочему выдается нѣсколько (достаточно 10) металлическихъ чековъ съ его нумеромъ. Когда рабочему нуженъ какой-либо предметъ изъ инструментальной, онъ подходитъ къ окну, спрашиваетъ у отпускающаго нужный предметъ и даетъ свой чекъ; отпускающій беретъ съ полки инструментъ и кладетъ на его мѣсто чекъ рабочаго, чѣмъ и отмѣчается, что данный инструментъ выданъ такому-то рабочему. Когда взятый инструментъ рабочему больше не нуженъ, онъ возвращаетъ его въ инструментальную и получаетъ чекъ обратно. Инструментальщикъ долженъ сейчасъ же осмотрѣть инструментъ и если онъ окажется въ чемъ-либо неисправнымъ, передать его въ инструментальную для приведенія въ порядокъ; затѣмъ исправленный инструментъ кладется на мѣсто.

Необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы предметы, выданные изъ инструментальной, не оставались долго на рукахъ у рабочихъ. При этомъ инструменты могутъ незамѣтно прійти въ неисправное состояніе, а кромѣ того при этомъ всѣ привыкаютъ къ безпорядку, и получается картина,

которую обычно наблюдаютъ на тѣхъ заводахъ, гдѣ инструментальная отсутствуетъ: инструменты, въ большинствѣ испорченные, валяются по всей мастерской, и если кому что-либо понадобится, приходится искать по цѣлымъ часамъ, теряя дорогое время.

Вообще выданные инструменты не должны находиться у рабочихъ болѣе двухъ дней. Чтобы установить контроль въ этомъ смыслѣ, на нѣкоторыхъ заводахъ при выдачѣ инструмента вмѣстѣ съ чекомъ рабочаго вѣшается на мѣстѣ выданнаго инструмента особый чекъ, ясно указывающій время выдачи. Такіе чеки приготовляются трехъ цвѣтовъ, наприм. красные, синіе и желтые. При выдачѣ въ понедѣльникъ подъ чекъ рабочаго кладется красный чекъ, во вторникъ синій, въ среду желтый.

Инструменты, взятые въ понедѣльникъ, во вторникъ вечеромъ должны быть непремѣнно возвращены обратно въ инструментальную. Въ среду контролеръ осматриваетъ полки и если замѣтитъ гдѣ-либо красный чекъ, указывающій, что инструментъ во время не возвращенъ, онъ доводитъ до свѣдѣнія мастера, который разслѣдуетъ причину невозвращенія. Если оказывается, что инструментъ дѣйствительно нуженъ рабочему и находится въ исправномъ состояніи, тогда красный чекъ мѣняется на желтый и инструментъ оставляется у рабочаго еще на два дня; послѣ чего рабочій непремѣнно долженъ возвратить инструментъ въ инструментальную для провѣрки. Если окажется, что рабочій не возвратилъ въ должное время инструмента по нерадѣнію, тогда онъ подвергается установленному взысканію.

Чтобы быть убѣжденнымъ въ томъ, что рабочій при уходѣ сдалъ всѣ взятые имъ инструменты, у каждаго инструмента долженъ быть свой чекъ, который помѣщается рядомъ съ инструментомъ и имѣетъ знакъ, указывающій, какому инструменту чекъ принадлежитъ. Когда рабочій требуетъ инструментъ, чекъ рабочаго кладется на мѣсто взятаго инструмента, а соотвѣтствующій этому инструменту чекъ вѣшается на особую доску съ нумерами для каждаго рабочаго. По такой доскѣ въ каждый моментъ можно узнать, какіе инструменты числятся за рабочимъ. (Мотивировка этого см. А. М. 325—07).

Нѣкоторые инструменты должны храниться комплектами и такъ выдаваться, при этомъ получается значительное удобство работы и происходитъ экономія въ чекахъ. На заводѣ *Брауна* и *Шарпа* имѣются, напримѣръ, комплекты инструментовъ, необходимыхъ для сверленія и нарѣзанія отверстій. Сразу выдается деревянный брусокъ съ просверленными въ немъ отверстіями, въ которыхъ вставлены сверло для сверленія на небольшой глубинѣ нормальнаго отверстія, (чтобы нарѣзка не выпучивала металла на поверхности) сверло для сверленія подъ рѣзьбу, наборъ мечиковъ и тутъ же имѣется мѣсто для воротка, которымъ поворачиваются мечики.

Въ инструментальной кладовой хранятся кромѣ инструментовъ и различные матеріалы, которые бываютъ нужны рабочимъ: пилы, масло, концы и друг.

Желательно, чтобы каждому рабочему былъ открытъ, такъ сказать, личный счетъ. При выдачѣ пилъ въ этотъ счетъ должно записываться время выдачи и нумеръ пилы; приходя за новой пилой рабочій долженъ непремѣнно вернуть выданную ему раньше, а не другую какую-либо пилу того же размѣра. Если за этимъ не наблюдать, то возможны большія злоупотребленія и неряшливое обращеніе съ пилами.

Такіе матеріалы какъ масло и концы должны выдаваться тоже подъ чеки, но другого образца и записываться на личный счетъ рабочаго. При выдачѣ концовъ необходимо требовать, чтобы пришедшіе въ негодность концы возвращались обратно. Рабочій, зная, что онъ находится подъ контролемъ, расходуетъ эти матеріалы болѣе экономно.

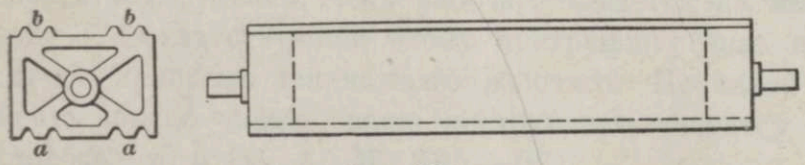
ГЛАВА IX.

Добавленія.

Сборка и повѣрка самоточекъ [1]).

594. Способы сборки самоточекъ очень разнообразны и зависятъ отъ ихъ конструкціи, размѣра и средствъ завода. При изготовленіи важна послѣдовательность, съ которой обрабатываются различныя части, такъ какъ извѣстно, что послѣ каждой послѣдующей обработки, предварительно обработанныя поверхности нѣсколько деформируются, а потому вообще слѣдуетъ послѣдними обрабатывать тѣ поверхности, точность которыхъ наиболѣе трудно обезпечить ручной обработкой. Имѣя это въ виду, нѣкоторые заводы обрабатываютъ крупныя части машинъ нагрубо и затѣмъ оставляютъ ихъ лежать въ теченіе нѣсколькихъ недѣль, при чемъ нарушенное обработкой напряженіе частицъ приходитъ какъ бы въ равновѣсіе и дальнѣйшія деформаціи отъ обработки уменьшаются.

595. Обработка станинъ производится въ большинствѣ на строгальныхъ или на фрезовыхъ (о преимуществахъ того и другого способа см. стр. 397). Обстрожка производится, руководствуясь размѣткой и провѣркой шаблонами; при массовомъ производствѣ шаблоны ставятся на платформу строгальной машины и по нимъ рѣзецъ устанавливается, не прибѣгая къ размѣткѣ издѣлія (см. стр. 229). Тѣ поверхности, которыя должны быть отшлифованы, нужно обрабатывать подпилкомъ сейчасъ же послѣ строжки, такъ какъ свѣжеобстроганная поверхность поддается обработкѣ подпилкомъ легче, чѣмъ поверхность, простоявшая нѣкоторое время и подвергавшаяся замасливанію и ржавчинѣ.



Фиг. 834.

Обстроганная станина провѣряется длинными линейками (см. фиг. 94, стр. 86) и исправляется при помощи шабры или подпилка.

---

[1]) См. также пріемы при изготовл. Hendey—Norton Machinery—Oct. 1900 г. Amer. Machinist 785—1903 г. 720—1904 г. 720—1908 г.

При массовомъ производствѣ заводы приготовляютъ особые провѣрочные шаблоны, къ которымъ станины пришабриваются подъ краску. На фиг. 834 представленъ подобный шаблонъ, примѣняющійся на одномъ американскомъ заводѣ. Контуры *aa* и *bb* выполнены очень точно и какъ разъ соотвѣтствуютъ другъ другу, такъ что станина пришабривается по контуру *aa*, а устанавливаемыя на станину бабки пришабриваются по контуру *bb*. Хорошо пригнанныя къ шаблону бабки будутъ хорошо приходиться и къ станинѣ.

Представленный на фиг. 834 шаблонъ имѣетъ по концамъ шипы, которыми онъ подвѣшивается къ крану и можетъ удобно переноситься и повертываться въ нужное положеніе.

Въ большинствѣ случаевъ бабки пришабриваютъ къ ранѣе провѣреннымъ станинамъ.

596. Обработка бабокъ. У мелкихъ самоточекъ обработку бабокъ обыкновенно начинаютъ съ выработки гнѣздъ подшипниковъ, производя эту работу на фрезовыхъ машинахъ. При массовомъ производствѣ на фрезовыхъ машинахъ должны имѣться приспособленія, которыя давали бы бабкѣ сразу надлежащее положеніе на столѣ машины. Въ подшипники вкладываются обработанные по калибрамъ вкладыши и крышки и приступаютъ къ разсверливанію вкладышей. Для этого бабка вставляется въ кондукторъ, черезъ направляющія втулки котораго пропускается полоса съ разсверливающимъ рѣзцомъ. Разсверливаніе можетъ производиться на сверлильныхъ станкахъ или на самоточкѣ. Въ разсверленныя отверстія вставляется точная цилиндрическая полоса, которая опирается на угловыя подкладки при обработкѣ основанія бабки на фрезовой или строгальной машинѣ; при такомъ способѣ установки обезпечивается, что плоскости нижняго основанія бабки получаются параллельными осевой линіи подшипниковъ (см. аналогичный случай парагр. 370, стр. 375).

У крупныхъ бабокъ обыкновенно обработку начинаютъ съ обстрожки основанія, затѣмъ обрабатываются гнѣзда для подшипниковъ, при чемъ стараются строгать одновременно нѣсколько бабокъ, устанавливая ихъ рядомъ на столѣ строгальной машины (см. фиг. 348, стр. 214). Обработанная такимъ образомъ бабка ставится на станину, тоже обработанную, скрѣпляется съ ней болтами и затѣмъ на станину ставится особое приспособленіе для разсверливанія, у котораго ось разсверливающей полосы строго параллельна направляющимъ плоскостямъ станины. Этой полосой производится разсверливаніе отверстія подшипниковъ, при чемъ осевая линія подшипниковъ получится параллельной направляющимъ плоскостямъ станины, а слѣдовательно и параллельной направленію движенія рѣзца, что и требуется.

597. Пригонка бабокъ къ станинѣ. Когда закончена машинная обработка станины и бабокъ, послѣднія пришабриваются къ станинѣ и окончательно провѣряется ихъ положеніе. При этой работѣ станина должна стоять на ножкахъ, направляющія плоскости должны быть точно провѣрены при помощи уровня и линейки, чтобы при установкѣ станины въ ней не проявилось скручиванія отъ неравномѣрнаго давленія

подпора ножекъ (для устраненія этого подъ ножки должны заклиниваться клинья). Пригонка имѣетъ своей задачей уничтожить тѣ незначительныя неправильности, которыя могли получиться при машинной обработкѣ.

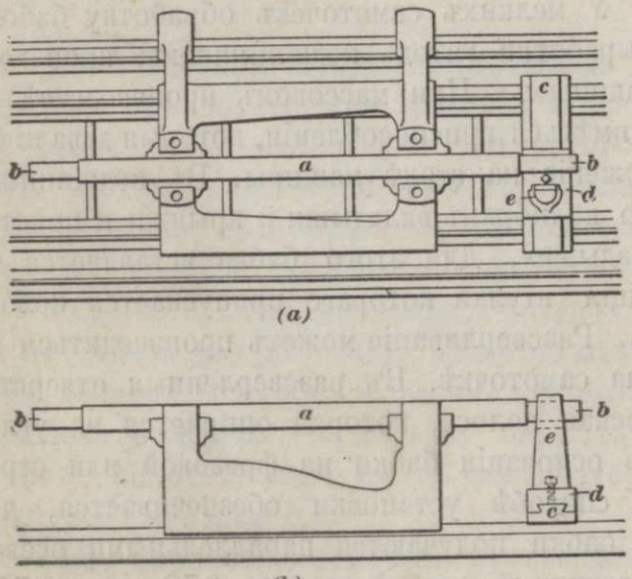
Какъ извѣстно, **у точной самоточки должны быть выполнены слѣдующія требованія:**

1. Направляющія станины должны сообщать рѣзцу прямолинейное движеніе (провѣряется линейкой или особымъ шаблономъ) [1]).

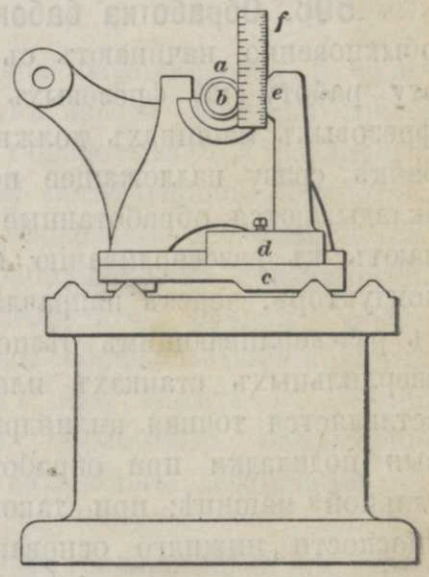
2) Оси передней и задней бабокъ должны составлять одну прямую и быть параллельны направленію движенія рѣзца.

3) Направляющія поперечныхъ салазокъ должны сообщать рѣзцу направленіе движенія, перпендикулярное къ осевой линіи бабокъ.

4) Ось вращенія шпинделя должна совпадать съ осевой линіей бабокъ и быть параллельной направленію движенія рѣзца.



Фиг. 835.



Фиг. 836.

5) Ось конуса отверстія шпинделя должна совпадать съ осью вращенія шпинделя.

Для провѣрки второго требованія существуетъ много различныхъ пріемовъ, по существу сходныхъ между собой. Въ общихъ чертахъ провѣрка сводится къ слѣдующему [2]):

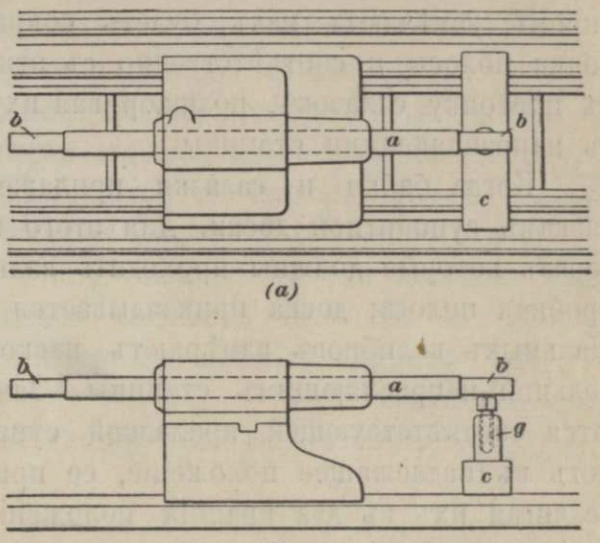
Приготовляются пробныя цилиндрическія полосы *aa* (фиг. 835), которыя плотно входятъ въ подшипники передней и задней бабки. Такія полосы въ средней части должны имѣть форму и размѣры, соотвѣтствующіе размѣрамъ подшипниковъ, въ которые они вкладываются, но концы *b* у обѣихъ полосъ должны быть совершенно одинаковаго діаметра и точно отшлифованы. Когда бабки поставлены на направляющія станины, пробныя полосы вкладываются въ подшипники и къ концамъ по-

[1]) Можно провѣрять при помощи уровня воды въ сосудѣ, прикрѣпленномъ къ станинѣ. См. American Machinist, 464—10—08.

[2]) См. простой способъ провѣрить точность самоточки и другихъ машинъ—орудій. Бюллетени Политехнич. Общества 1898 г., № 7. Стр. 31.

— О допустимыхъ погрѣшностяхъ см. о сборкѣ фрезовой машины.

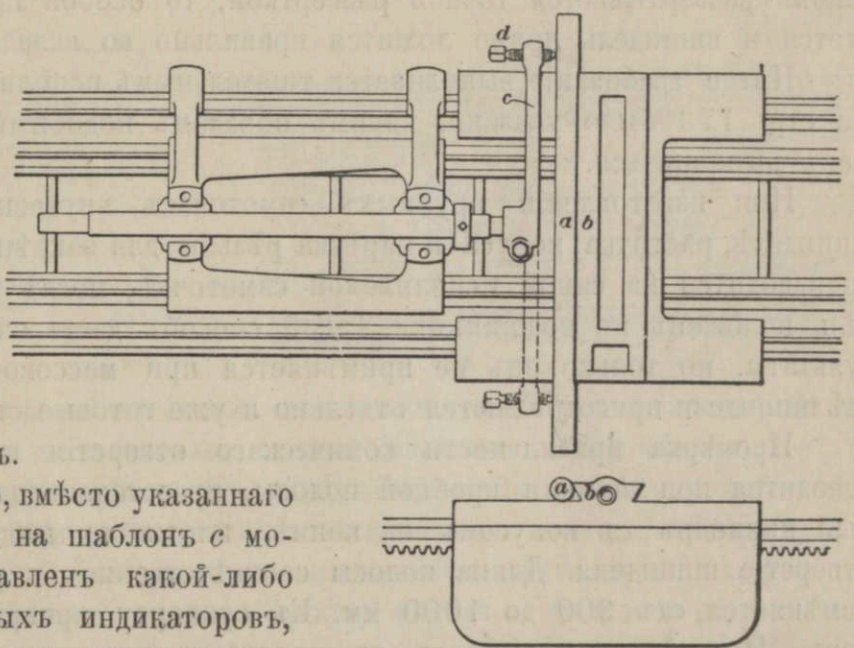
лось подводится калибръ, устройство котораго представлено на фиг. 835 и 836. Калибръ состоитъ изъ горизонтальной плитки *c*, точно пригнанной къ направляющей станинѣ, по этой плиткѣ передвигается ползушка *d* съ вертикальнымъ отросткомъ *e*. Такую ползушку подводятъ къ какому-нибудь концу пробной полосы, прикладывая между стойкой *c* и концомъ *b* какую-нибудь металлическую пластинку (напримѣръ точнообработанную металлическую линейку фиг. 836), нажимая стойку *c* лишь настолько, чтобы пластинка чуть-чуть держалась. Въ такомъ положеніи ползушка *d* закрѣпляется нажимнымъ винтомъ, и шаблонъ *c* подводится къ остальнымъ тремъ концамъ пробныхъ полосъ, при этомъ замѣчается въ какую сторону полосы уклоняются, сообразно съ этимъ бабки [1]) пришабриваются, пока не будетъ получено полнаго совпаденія съ калибромъ всѣхъ четырехъ концовъ пробныхъ полосъ, что и укажетъ на параллельность осевой линіи съ направленіемъ движенія рѣзца въ горизонтальной плоскости.



Фиг. 837.

Для провѣрки того же въ вертикальной плоскости на шаблонъ *c* ставится маленькій домкратикъ (фиг. 837) и поступаютъ такимъ же образомъ.

Понятно, что, вмѣсто указаннаго простого способа, на шаблонъ *c* можетъ быть поставленъ какой-либо изъ чувствительныхъ индикаторовъ, который погрѣшность укажетъ еще болѣе точно, а вмѣстѣ съ тѣмъ укажетъ и размѣръ неточности.



Фиг. 838.

Для провѣрки выполненія третьяго требованія, послѣ того какъ поперечныя салазки обстроганы и пришабрены, къ направляющей ста-

[1]) Нижнія поверхности или поверхности вкладышей подшипниковъ.

нинѣ на направляющія поперечныя салазки кладется пробная полоса *a* (фиг. 838); на пробную полосу, лежащую въ подшипникахъ бабки, надѣвается кривошипъ *c*, въ которомъ закрѣпленъ микрометрическій винтъ или индикаторъ *d*. Подводя микрометръ до совпаденія съ полосой *a* и затѣмъ поворачивая кривошипъ *c* на 180 град., какъ показано пунктиромъ, замѣчаютъ какъ будетъ соприкасаться микрометръ съ другого конца полосы и соотвѣтственно съ этимъ вносятъ нужныя исправленія въ пригонку салазокъ, подшабривая ихъ направляющія, соприкасающіяся съ направляющими станины.

Когда бабки и салазки прилажены, начинаютъ приладку къ салазкамъ суппортной доски. Для этого въ подшипники суппортной доски, черезъ которые должны проходить валикъ и ходовой винтъ, вставляется пробная полоса; доска прикладывается къ салазкамъ и при помощи спеціальныхъ калибровъ измѣряютъ насколько полоса оказывается параллельной направляющимъ станины. Замѣченныя погрѣшности исправляются соотвѣтствующей приладкой суппортной доски. Когда доска станетъ въ надлежащее положеніе, ее привертываютъ къ салазкамъ и, передвигая ихъ въ два крайнія положенія и руководясь при этомъ указаніемъ пробной полосы, пригоняютъ къ станинѣ подшипники, въ которыхъ будетъ положенъ ходовой винтъ и валикъ.

Четвертое требованіе выполняется аккуратной пригонкой шпинделя къ вкладышамъ подшипника. Если обработка шпинделя заканчивается на шлифовальной машинѣ по предѣльному калибру и отверстіе подшипниковъ развертывается точной разверткой, то особой пригонки не требуется и шпиндель прямо ложится правильно во вкладыши.

Пятое требованіе выполняется тщательнымъ исполненіемъ шпинделя. На стр. 173 было указано, какимъ образомъ подобный шпиндель долженъ выполняться.

При изготовленіи крупныхъ самоточекъ внутренняя полость въ шпинделѣ, расточка конуса и нарѣзка рѣзьбы для закрѣпленія планшайбы производится на самой исполняемой самоточкѣ, послѣ того какъ шпиндель положенъ въ подшипники. Такой способъ даетъ очень хорошіе результаты, но только онъ не примѣняется при массовомъ производствѣ, гдѣ шпиндели приготовляются отдѣльно и уже готовые ставятся въ бабки.

Провѣрка правильности коническаго отверстія въ шпинделѣ производится при помощи пробной полосы, представляющей изъ себя точный цилиндръ съ конусомъ на концѣ, плотно входящимъ въ конусное отверстіе шпинделя. Длина полосы соотвѣтственно съ размѣромъ станка измѣняется отъ 300 до 1000 мм. Къ суппорту прикрѣпляется индикаторъ. Подводятъ индикаторъ къ полосѣ около шпинделя и на противоположномъ концѣ полосы. При поворачиваніи шпинделя, если конусное отверстіе концентрично, индикаторъ не долженъ показывать отклоненій. Въ противномъ случаѣ отклоненія индикатора и укажутъ на степень неточности.

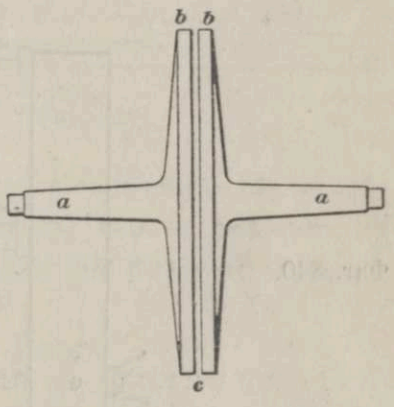
Если при помощи такого способа будетъ установлено, что конусъ расточенъ вѣрно, тогда при помощи той же полосы можно провѣрить

правильное положеніе оси шпинделя (требованіе четвертое), приводя индикаторъ въ соприкосновеніе съ полосой въ вертикальной и горизонтальной плоскости и заставляя суппортъ передвигаться вдоль станины.

Параллелизмъ линіи центровъ съ линіей движенія рѣзца можно провѣрить, ставя пробную полосу на центры и передвигая вдоль ея индикаторъ, прикрѣпленный къ суппорту.

Точное совпаденіе осей передней и задней бабокъ можно провѣрить при помощи двухъ дисковъ (фиг. 839), діаметры которыхъ совершенно одинаковы и плоскія поверхности отшлифованы перпендикулярно къ осямъ конусовъ *aa*. Такіе диски вставляются въ шпиндели передней и задней бабокъ и затѣмъ, бабки подводятся другъ къ другу. Всякая неточность сейчасъ же обнаружится неплотнымъ соприкосновеніемъ дисковъ *bb* другъ къ другу.

Провѣрку ходового винта производятъ, помѣщая около станины точный масштабъ и наблюдая на сколько будетъ передвигаться суппортъ при одномъ и томъ же числѣ оборотовъ ходового винта на различныхъ мѣстахъ по его длинѣ.



Фиг. 839.

На благоустроенныхъ заводахъ такая провѣрка самоточки производится по ея изготовленіи особымъ инспекторомъ и всякая машина получаетъ свой паспортъ, указывающій на замѣченныя въ ней погрѣшности и на величину ихъ. Точно также въ готовой машинѣ просматриваются и другія движущіяся части, насколько хорошо онѣ пригнаны, просматриваются зубчатыя передачи, какъ они работаютъ съ шумомъ или безшумно, имѣютъ ли большіе зазоры и др.

Инспекторъ долженъ удостовѣриться, что погрѣшности не выходятъ изъ допустимыхъ предѣловъ.

Если въ машинѣ потомъ окажутся какія-либо погрѣшности, не отмѣченныя инспекторомъ, то за это онъ отвѣчаетъ.

Кромѣ того, **подобныя же изслѣдованія необходимо производить и на заводѣ время отъ времени**, такъ какъ при работѣ машина способна развѣряться и для того, чтобы она давала удовлетворительную работу, необходимо машину провѣрять и соотвѣтственно исправлять.

Сборка и провѣрка строгальной машины.

598. Правильно собранная **строгальная машина должна удовлетворять слѣдующимъ требованіямъ:**

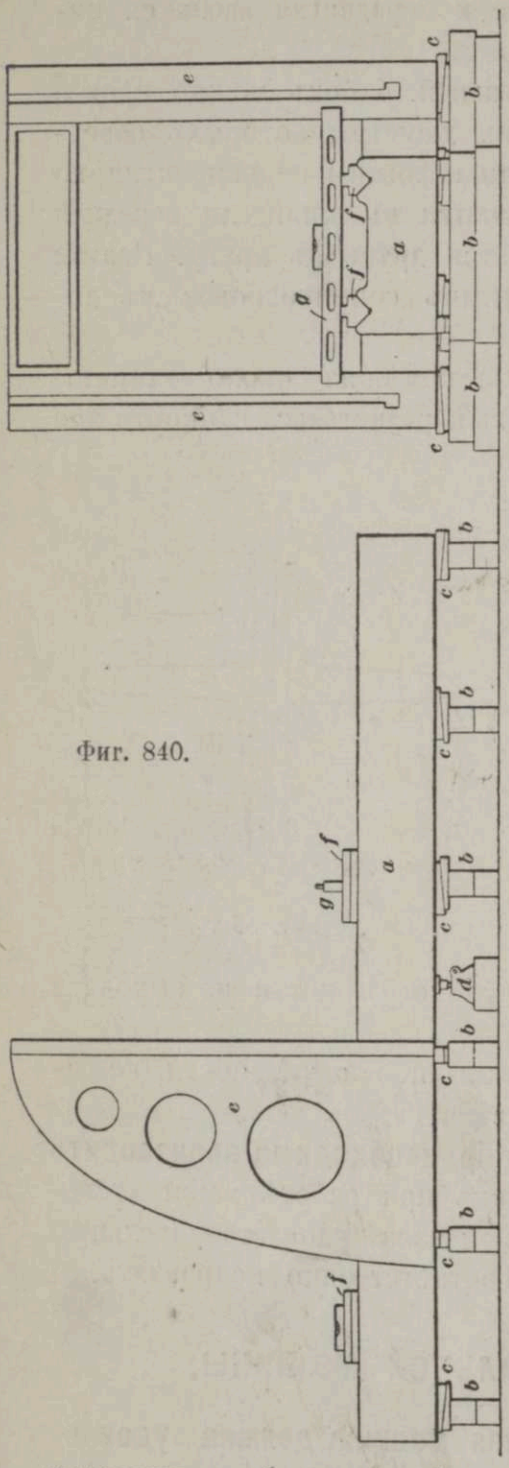
1. Направляющія, по которымъ ползаетъ платформа, должны быть прямолинейны, параллельны между собой и горизонтальны.

2. Направляющія стоекъ должны быть вертикальны.

3. Поперечина, привертывающаяся къ стойкамъ, должна быть прямолинейна и горизонтальна.

4. Суппортъ, прикрѣпленный къ поперечинѣ, поставленный на нулевое дѣленіе, долженъ сообщать рѣзцу вертикальное передвиженіе.

5. Суппортъ, привернутый къ стойкамъ, долженъ сообщать рѣзцу вертикальное передвиженіе.



Фиг. 840.

Строгальныя машины небольшого размѣра изготовляются массовымъ способомъ, примѣняя для выработки отдѣльныхъ деталей различные калибры, кондукторы и другія приспособленія.

Машины крупныхъ размѣровъ такимъ способомъ изготовляться не могутъ, и здѣсь приходится уже пригонять отдѣльныя части другъ къ другу. Понятно, что и въ этомъ случаѣ, чѣмъ точнѣе будутъ обработаны детали по чертежу на машинахъ, тѣмъ меньше выпадетъ работы на долю сборщика.

Какъ большія, такъ и малыя машины въ собранномъ видѣ должны провѣряться, чтобы убѣдиться въ томъ, что онѣ удовлетворяютъ требованіямъ, намѣченнымъ выше.

Всѣ пріемы провѣрки примѣняются и при сборкѣ машинъ, а потому здѣсь опишемъ, какимъ образомъ собираются большія строгальныя машины на заводѣ, тѣми же способами должна провѣряться машина и при установкѣ на заводѣ, гдѣ ею будутъ пользоваться.

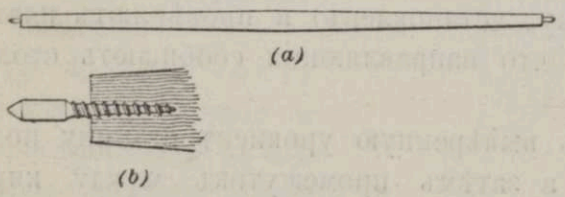
599. Обработка составныхъ частей строгальныхъ машинъ ведется главнымъ образомъ на строгальныхъ же машинахъ (см. стр. 397). Въ большинствѣ обрабатываемыя поверхности представляютъ изъ себя плоскости, а потому при ихъ обработкѣ пользуются для провѣрки линейками, шаблонами и угломѣрными инструментами. Обработка должна вестись возможно точно, чтобы сократить послѣдующую ручную пригонку. Послѣдними должны обрабатываться поверхности, отъ которыхъ требуется наибольшая точность. Передъ окончательной сборкой полезно обработанныя части нѣсколько выдержать, чтобы внутреннее строеніе ихъ пришло въ равновѣсіе.

600. Сборка начинается съ установки станины въ горизонтальное положеніе, для чего станина подпирается при помощи столбиковъ *b* и клиньевъ *c* (фиг. 840). Для вывѣрки положенія станины, въ угловыя

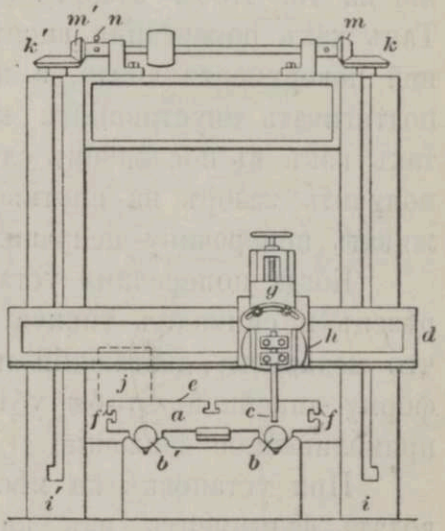
канавки станины кладутся такой же формы плитки *f*, точно обработанныя и пришабренныя, съ плоскими поверхностями. Плитки имѣютъ въ длину около 1000 мм. Передвигая плитки вдоль станины съ поставленнымъ на ней чувствительнымъ уровнемъ и подклинивая станину въ различныхъ мѣстахъ, приводятъ ее въ горизонтальное положеніе; затѣмъ на плитки кладутъ линейку *g* съ установленнымъ на ней уровнемъ и провѣряютъ горизонтальность линейки въ различныхъ мѣстахъ станины, опять подклинивая ее [1]). Продолжаютъ это до тѣхъ поръ, пока уровень не будетъ стоять горизонтально во всѣхъ положеніяхъ.

Когда станина вывѣрена, къ ней привертываютъ стойки *ee*, провѣряя ихъ положеніе точнымъ угольникомъ, поставленнымъ на линейку *g* и на плитки *f*. Направляющія поверхности стоекъ должны быть точно вертикальны; разстояніе между стойками должно быть одинаково, что провѣряется особымъ калибромъ. Калибръ для легкости можетъ быть приготовленъ изъ дерева съ металлическими наконечниками, какъ показано на фиг. 841. Калибръ устанавливается по наименьшему разстоянію между стойками, а затѣмъ стойки припиливаются такимъ образомъ, чтобы разстояніе между ними установилось одинаковымъ по всей высотѣ.

Когда стойки вывѣрены, между ними прилаживаютъ верхнюю связь и привинчи-



Фиг. 841.



Фиг. 842.

ваютъ ее къ стойкамъ. Затѣмъ устанавливливается зубчатая передача

У маленькихъ строгальныхъ подобныя детали могутъ быть приготовлены по предѣльнымъ калибрамъ и ставятся на мѣсто безъ пригонки, у большихъ же строгальныхъ пригонка является необходимой.

Послѣ постановки стоекъ снова провѣряютъ горизонтальность станины, такъ какъ при этомъ, подъ тяжестью стоекъ, станина могла немного прогнуться, и затѣмъ пришабриваютъ направляющія станины и платформы къ провѣрочнымъ плитамъ, послѣ чего столъ кладется на станину и они пришабриваются другъ къ другу.

Послѣ этого можетъ быть опредѣлена толщина рейки, которая выстрагивается и привертывается къ столу.

601. Постановка поперечины. Поперечина опирается на вертикальные винты, находящіеся внутри стоекъ (фиг. 842). Для провѣрки

[1]) Для выправки станины болѣе удобно примѣнять приспособленіе, описанное на стр. 225.

правильнаго положенія поперечины платформа сдвигается къ одному концу, а въ угловую канавку въ станинѣ кладется цилиндръ *b*, въ суппортъ поперечины закрѣпляется индикаторъ *c* и подводится до соприкосновенія съ цилиндромъ, затѣмъ цилиндръ перекладывается въ другую канавку и суппортъ съ индикаторомъ передвигается къ нему. Если показанія индикатора одинаковы, значитъ поперечина стоитъ правильно, въ противномъ случаѣ ее нужно выправить, подвинчивая одинъ изъ винтовъ въ стойкахъ. При грубой вывѣркѣ довольствуются тѣмъ, что поворачиваютъ на одинъ зубъ какую-нибудь изъ шестерней *kk*, насаженныхъ на винтахъ. Для болѣе точной установки шестерню *m* не закрѣпляютъ, а когда винты окончательно установлены, просверливается черезъ втулку шестерни отверстіе и пропускается шпилька, закрѣпляющая ее. Нѣкоторые строители шестерню *m* не закрѣпляютъ наглухо, а устанавливаютъ ее при помощи нажимного болта *n*, такъ что ее можно всегда переставить. При выправкѣ поперечины нужно всегда обращать вниманіе на то, чтобы зазоры въ обѣихъ гайкахъ были съ одной стороны. Такъ какъ поперечина виситъ на винтахъ, то зазоры будутъ на нижней поверхности винта, а потому, вывѣряя поперечину, всегда слѣдуетъ подтягивать опустившійся конецъ, а не опускать приподнятый конецъ, такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ вслѣдствіе защемленія поперечины можно получить зазоръ на противоположной сторонѣ и винтъ будетъ поддерживать поперечину неправильно.

Когда поперечина установлена правильно, въ суппортъ вставляютъ рѣзецъ и снимаютъ тонкую стружку со стола (предполагается конечно, что механизмъ, двигающій платформу, установленъ) и провѣряютъ платформу линейкой, чтобы убѣдиться, что направляющія сообщаютъ столу прямолинейное движеніе.

При установкѣ на мѣстѣ подъ вывѣренную уровнемъ станину подводятъ фундаментъ изъ кирпича, а затѣмъ промежутокъ между кирпичной кладкой и чугуннымъ литьемъ забиваютъ бетономъ. Чтобы имѣть возможность при сробатываніи станины нѣсколько ее исправлять, пользуясь ея упругостью, лучше строгальныя машины ставить не прямо на фундаментъ, а на особыя клинообразныя подкладки, которыя можно перестанавливать (см. стр. 225).

Положеніе суппорта вывѣряется при помощи точнаго угольника, затѣмъ на столъ можетъ быть поставленъ чугунный предметъ *j* вертикальная сторона котораго обстрагивается. Если полученная поверхность оказывается строго перпендикулярной къ поверхности провѣренной платформы, то положеніе суппорта можетъ быть признано вѣрнымъ и при такомъ его положеніи ставится аккуратная отмѣтка, соотвѣтствующая нулевому дѣленію. Правильное положеніе суппорта можетъ быть также провѣрено, вставляя въ него индикаторъ и заставляя индикаторъ вмѣстѣ съ суппортомъ передвигаться вдоль вертикальной стороны угольника, поставленнаго на платформу. Въ вывѣренный суппортъ закрѣпляется рѣзецъ и обстрагиваются боковыя стороны платформы. Подобнымъ же образомъ производится провѣрка боковыхъ суппортовъ, прикрѣпленныхъ къ стойкамъ.

Всѣ описанныя операціи, производимыя при построеніи строгальной, должны повторяться и для провѣрки ее при сборкѣ на мѣстѣ работы, а также и время отъ времени и послѣ ея установки, чтобы быть увѣреннымъ что машина не пришла въ разстройство и способна давать точную работу.

Изготовленіе и сборка фрезовой машины.

602. Правильно построенная фрезовая машина должна удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

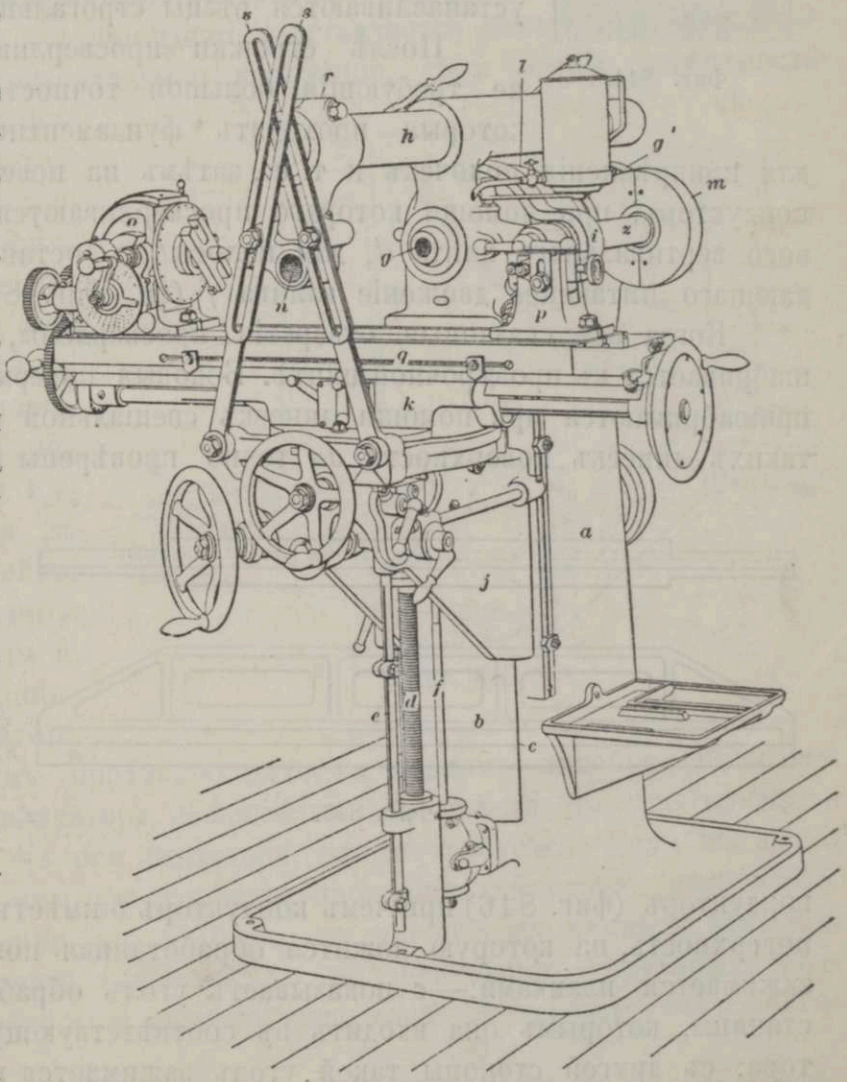
1. Направленіе движенія кронштейна j (фиг. 843) должно быть перпендикулярно къ оси шпинделя.

2. Направленіе передвиженія салазокъ, поставленныхъ на кронштейнъ j должно быть параллельно оси шпинделя.

3. Плоскость вращенія поворотной детали k, стоящей на салазкахъ, должна быть параллельна оси шпинделя.

4. Плоскость (верхняя) стола q и простроганные на ней пазы должны быть параллельны направленію движенія стола.

5. Когда поворотная деталь k стоитъ на нулѣ дѣленій, тогда направленіе движенія перемѣщающагося по этой детали стола q должно быть перпендикулярно оси шпинделя и перпендикулярно направленію движеніе кронштейна j.



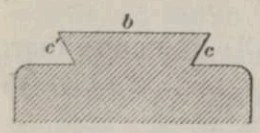
Фиг. 843.

6. Плоскость, въ которой перемѣщается ось шпинделя универсальной дѣлительной головки, должна быть перпендикулярна поверхности стола q, и когда поворотная деталь k стоитъ на нулевомъ дѣленіи, эта же плоскость должна быть перпендикулярна оси шпинделя машины.

7. Когда шпиндель универсальной дѣлительной головки стоитъ въ горизонтальномъ положенiи, линiя центровъ должна быть параллельна направленiю движенiя стола q.

8. Ось шпинделя и ось добавочной опорной полосы h должны быть параллельны.

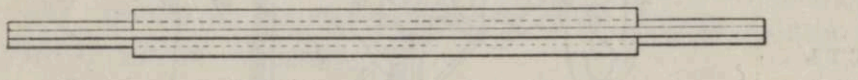
603. Обработка фрезовой машины начинается съ обстрожки на станинѣ поверхности b, служащей направляющими для кронштейна j. Станина устанавливается на платформѣ строгальной машины, при чемъ должны быть приняты предосторожности, чтобы при закрѣпленiи не искривить отливки. Эти направляющiя имѣютъ обыкновенно форму, представленную на фиг. 844. Обстрожка поверхностей b и cc ведется при помощи шаблона, по которому устанавливаются рѣзцы строгальной (см. стр. 229).



Фиг. 844.

Послѣ строжки просверливаются всѣ отверстiя, не требующiя большой точности: отверстiя, черезъ которыя проходятъ фундаментные болты, отверстiя для прикрѣпленiя полочекъ и т. п., затѣмъ на поверхность b надѣвается кондукторъ, при помощи котораго просверливаются отверстiя для ходового вертикальнаго винта d, для полосы съ остановами e и для передающаго питающее движенiе валика f (см. фиг. 843).

Когда всѣ сказанныя отверстiя просверлены, поверхность b пришабривается къ провѣрочной плитѣ. Боковыя поверхности cc (фиг. 844) пришабриваются при помощи линеекъ спецiальной формы (фиг. 845); у такихъ линеекъ поверхности aa точно провѣрены и образуютъ надлежащiй уголъ. Кромѣ того углы на самомъ издѣлiи провѣряются угломѣрными инструментами.



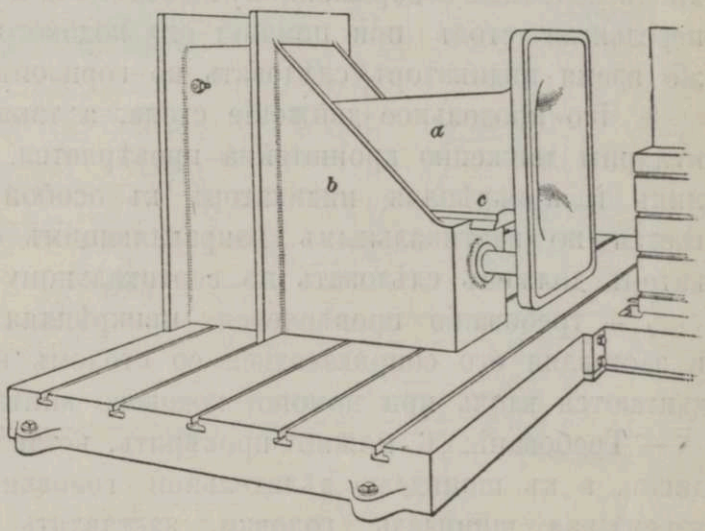
Фиг. 845.

Послѣ обработки шаброй, станину вставляютъ въ особый кондукторъ (фиг. 846) при чемъ кондукторъ b имѣетъ точно обработанную поверхность, на которую ложится обработанная поверхность станины и зажимается планками;—c показываетъ уголъ обработанной поверхности станины, которымъ она входитъ въ соотвѣтствующую впадину кондуктора; съ другой стороны такой уголъ зажимается планкой, привернутой болтами. Въ кондукторѣ имѣются направляющiя втулки, черезъ которыя плотно проходятъ цилиндрическiя полосы съ закрѣпленными въ нихъ рѣзцами для разсверливанiя отверстiй, въ которыя будутъ вложены шпиндель, добавочная опора и валикъ перебора. Такихъ полосъ примѣняется по три, для снятiя грубой стружки, для отдѣлочной стружки и на третьей полосѣ закрѣпляются развертки. Полосы направляются закаленными втулками съ обоихъ концовъ. Приводятся полосы во вращенiе

отъ шпинделя сверлильной машины при помощи стержня съ универсальнымъ шалнеромъ, чтобы несовпаденіе осей полосъ и шпинделя машины не могло вызвать искривленія полосъ и шпинделя и повліять на точность работы. При такомъ способѣ разсверливанія оси шпинделя и добавочной опоры получаются параллельными и перпендикулярными къ поверхности *b*. Этимъ выполняется требованіе 1 и 8.

Какъ бы точно не былъ исполненъ кондукторъ и какъ бы аккуратно не производилось разсверливаніе, тѣмъ не менѣе всегда возможно, что результатъ работы получится не вполнѣ точный (хотя бы отъ измѣненія внутреннихъ напряженій при обработкѣ), а потому, послѣ того какъ станина вынута изъ кондуктора, правильность положенія отверстія для шпинделя относительно поверхности *b* необходимо провѣрить.

Для этого въ разсверленное отверстіе вставляются приточенныя и шлифованныя опоры для шпинделя и вставляется самый шпиндель. Станина кладется въ горизонтальное положеніе, такъ чтобы поверхность находилась на верху. Къ шпинделю прикрѣпляется кривошипъ, подобный изображенному на фиг. 838; къ концу кривошипа прикрѣпляется индикаторъ и подводится къ линейкѣ; затѣмъ шпиндель поворачивается почти на 180 град. и индикаторъ подводится къ другому концу линейки. Затѣмъ линейка кладется поперекъ поверхности *b*, возможно ближе къ шпинделю и опять индикаторъ подводится къ двумъ противоположнымъ концамъ линейки. Если всѣ четыре показанія индикатора совпадаютъ, это указываетъ, что плоскость *b* перпендикулярна къ оси шпинделя, что и требуется. Если показанія не совпадаютъ, значитъ при сверленіи произошла нѣкоторая неточность. При длинѣ кривошипа въ 450 мм. не допускается никакой замѣтной разницы. Если таковая окажется, то ее необходимо уничтожить подшабриваніемъ передняго и задняго вкладышей шпинделя. Этимъ достигается условіе 1.



Фиг. 846.

Затѣмъ пригоняется обстроганный ранѣе кронштейнъ *j*. Направляющія поверхности обрабатываются шаброй подъ краску по провѣрочной плитѣ и пригоняются къ поверхности *b* на станинѣ такъ, чтобы кронштейнъ двигался съ одинаковымъ сопротивленіемъ по всему пути.

Къ горизонтальнымъ направляющимъ пришабриваются салазки. Ихъ правильное положеніе (условіе 2) опредѣляется индикаторомъ, для чего въ шпиндель вставляется пробная полоса, на салазки ставится

индикаторъ и подводится къ полосѣ въ вертикальной и въ горизонтальной плоскостяхъ. Передвигая салазки, замѣчаютъ насколько измѣняется показаніе индикатора. Въ горизонтальной плоскости никакихъ измѣненій въ показаніяхъ индикатора не допускается; въ вертикальной плоскости допускается разница въ зависимости отъ размѣра машины отъ 0,04 до 0,1 мм., дѣлая передній край кронштейна слегка приподнятымъ, разсчитывая на то, что подъ вліяніемъ дѣйствія вѣса и давленія рѣзцовъ кронштейнъ черезъ нѣкоторое время прогнется и пріймет надлежащее положеніе.

Когда поворотная деталь и верхній столъ установлены, ихъ правильное положеніе можетъ быть легко провѣрено при помощи индикатора. Поворачивая въ различныя положенія столъ и передвигая по немъ индикаторъ, поставленный на стойку такъ, чтобы индикаторъ касался нижней образующей полосы, вставленной въ шпиндель, можно выяснить насколько выполнено требованіе 3.

Требованіе 5 можно провѣрить, вставляя въ шпиндель плоскій дискъ, подобный изображенному на фиг. 839, закрѣпляя на столѣ индикаторъ, передвигая столъ при помощи его ходового винта и заставляя въ то же время индикаторъ слѣдовать по горизонтальному діаметру диска.

Что продольное движеніе стола, а также его поверхность перпендикулярны движенію кронштейна провѣряется, привертывая къ столу угольникъ и прикрѣпляя индикаторъ къ особой стойкѣ, которая передвигается по вертикальнымъ направляющимъ *b* станины, при чемъ индикаторъ долженъ слѣдовать по вертикальному ребру угольника.

4 требованіе провѣряется, прикрѣпляя индикаторъ къ шпинделю и заставляя его соприкасаться со столомъ и съ пазами, которые передвигаются вдоль при помощи ходового винта.

Требованіе 6 можно провѣрить, вставивши въ шпиндель машины дискъ, а къ шпинделю дѣлительной головки прикрѣпивъ индикаторъ и, перемѣщая шпиндель головки, заставлять индикаторъ соприкасаться съ плоскостью диска.

Провѣрка 7 и 8, а также провѣрка правильности конуса въ шпинделѣ производится подобно сказанному.

При сборкѣ допускаются слѣдующія погрѣшности:

Ходовые винты на каждые 100 мм. не больше 0,0125 мм.

Пробная полоса, вставленная въ конусъ шпинделя, длиной 400 мм., при поворачиваніи шпинделя, на концѣ не должна давать отклоненія больше 0,025 мм.

При испытаніи 5 на длинѣ угольника 600 мм., отклоненіе индикатора не больше 0,075 мм.

Тоже на діаметрѣ диска въ 500 мм. не больше 0,075 мм.

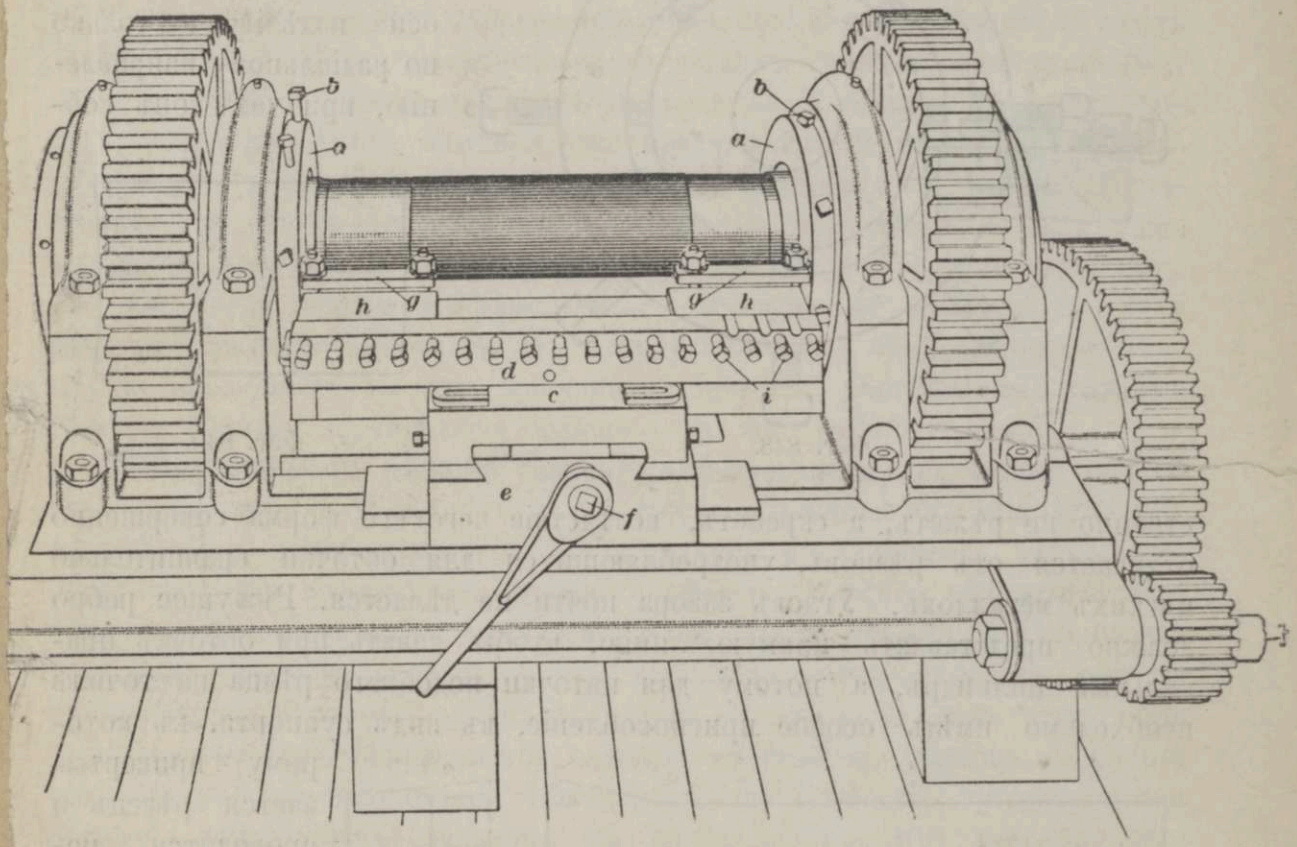
Въ тѣхъ же предѣлахъ должны быть выполнены и другія требованія.

Отверстіе въ добавочной опорѣ, въ которой закрѣпляются оправки съ насаженными фрезерами разсверливается и развертывается инструментами, вставленными въ шпиндель машины.

Аналогичными же пріемами провѣряется точность и другихъ машинъ орудій.

Способы обработки закаленныхъ вальцовъ.

604. Общія соображенія. Закаленные чугунные вальцы представляютъ очень твердый матеріалъ, а потому для ихъ обработки должны примѣняться особо сильные станки и рѣзцы, приготовленные изъ самой твердой стали. Стружки снимаются очень тонкія въ видѣ иголокъ, слѣдовательно работа вообще идетъ медленно. Хорошіе результаты могутъ быть получены только при условіи, что самая отливка вальцовъ вполнѣ

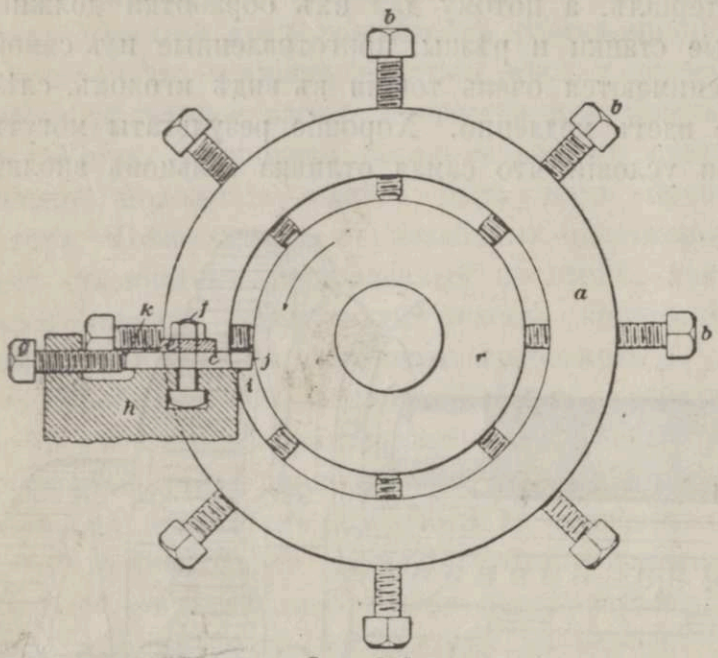


Фиг. 847.

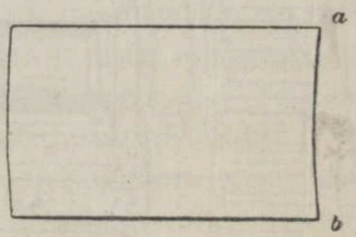
доброкачественная, т.-е. въ ней не имѣется никакихъ трещинъ, засора, пузырьковъ и т. п.; въ противномъ случаѣ получить гладкую поверхность не представляется возможнымъ.

605. Обточка цилиндрическихъ закаленныхъ вальцовъ (для мельничныхъ поставовъ, каландровъ и т. п.). Такіе вальцы отливаются обыкновенно пустотѣлыми и обтачиваются на станкѣ, представленномъ на фиг. 847. Станокъ имѣетъ двѣ бабки, шпиндели которыхъ пустотѣлые, и черезъ нихъ пропускается валецъ и закрѣпляется нажимными болтами *b* (см. также фиг. 848). Шпиндели обѣихъ бабокъ приводятся во вращеніе при посредствѣ зубчатыхъ колесъ отъ вала *j*. Суппортъ въ такомъ станкѣ имѣетъ передвиженіе только по направленію радіуса. Рѣзцы закрѣпляются на широкой плитѣ *d*, которая установлена на поперечныхъ салазкахъ *c*, передвигаемыхъ ходовымъ винтомъ *f*.

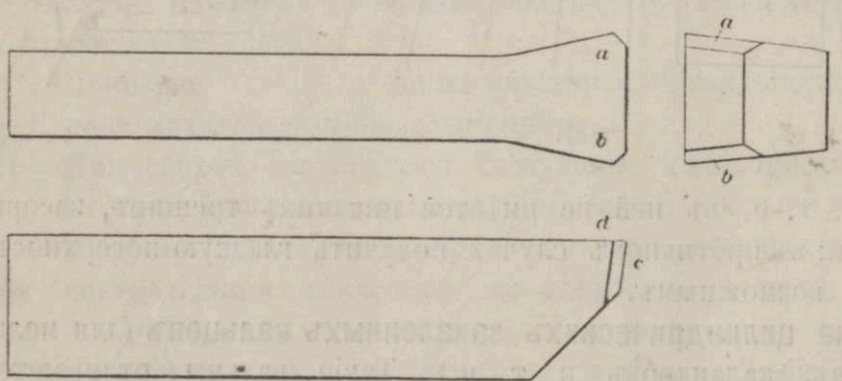
Рѣзцы у такихъ станковъ имѣютъ форму плитокъ; обыкновенные размѣры ихъ: толщина около 13 мм., ширина и длина около 125 мм. Такихъ рѣзцовъ ставится 2 и они рѣжутъ одновременно, обрабатывая цилиндрическую поверхность шириной около 250 мм. Примѣнять одинъ рѣзецъ такой ширины неудобно, такъ какъ его очень трудно закалить. При обточкѣ закаленныхъ вальцовъ рѣзецъ никогда не питается вдоль оси издѣлія, а только по радіальному направленію, при чемъ онъ собственно не рѣжетъ, а скребетъ, вслѣдствіе чего его форма совершенно отличается отъ рѣзцовъ, употребляющихся для обточки сравнительно мягкихъ металловъ. Угловъ зазора почти не дѣлается. Рѣжущее ребро должно представлять прямую линію, чтобы давать при обточкѣ правильный цилиндръ, а потому для наточки подобнаго рѣзца на точилѣ необходимо имѣть особое приспособленіе, въ видѣ суппорта, къ которому привертывается рѣзецъ и проводится передъ точиломъ; при этомъ рѣзецъ получаетъ форму, представленную на фиг. 849; реберъ рѣжущихъ получится 2—*a* и *b*, которыя будутъ представлять прямыя линіи. Когда притупится одно ребро, рѣзецъ поворачиваютъ и продолжаютъ рѣзаніе другимъ.



Фиг. 848.



Фиг. 849.



Фиг. 850.

Когда цилиндрическая поверхность вальца обточена, тогда для отрѣзанія концовъ вальца примѣняются **отрѣзные рѣзцы**, форма которыхъ представлена на фиг. 850. Отковывается рѣзецъ изъ стали размѣромъ 20 мм. на 30 мм; углы *a* и *b* скашиваются подъ угломъ 45 град.; пе-

редней грани *c* придается небольшой зазоръ около 5 град. Такимъ рѣзцомъ проходятъ только слой закаленнаго чугуна, а затѣмъ въ мягкомъ чугунѣ рѣзаніе продолжается обыкновеннымъ отрѣзнымъ рѣзцомъ.

Рѣзцы при обточкѣ вальцовъ испытываютъ очень большія усилія, и потому должны быть прочно закрѣплены. Способъ закрѣпленія представленъ на фиг. 847—848. Рѣзецъ кладется на каретку суппорта *h* (фиг. 848), устанавливается въ радіальномъ направленіи упорными болтами *g* и прижимается планкой *e*, привинчиваемой болтами *f*. Рѣзецъ долженъ по возможности мало выступать съ суппорта, какъ показываетъ *i*. Ставится рѣзецъ такимъ образомъ, чтобы его верхняя грань была немного ниже горизонтальнаго діаметра вальца, при этомъ получится необходимый уголъ зазора. Рѣзцы могутъ натачиваться съ обѣихъ сторонъ;—со стороны *j* и со стороны *k*, такимъ образомъ получаются 4 рѣжущихъ ребра, которыя переставляются, замѣняя уже притупившіяся. На фиг. 847 нажимная планка обозначена буквой *g*, рѣзецъ представленъ здѣсь уже настолько сточенный, что онъ весь помѣщается подъ планкой; для того, чтобы на него могли давить упорные болты, положены прокладки *h*.

Отрѣзные рѣзцы закрѣпляются подобнымъ же образомъ, но такъ какъ они должны выступать изъ суппорта больше, чѣмъ рабочіе рѣзцы, то для предупрежденія ихъ дрожанія и прогиба, вертикальный размѣръ рѣзцовъ берется значительно больше;—30 мм., вмѣсто 15 мм.

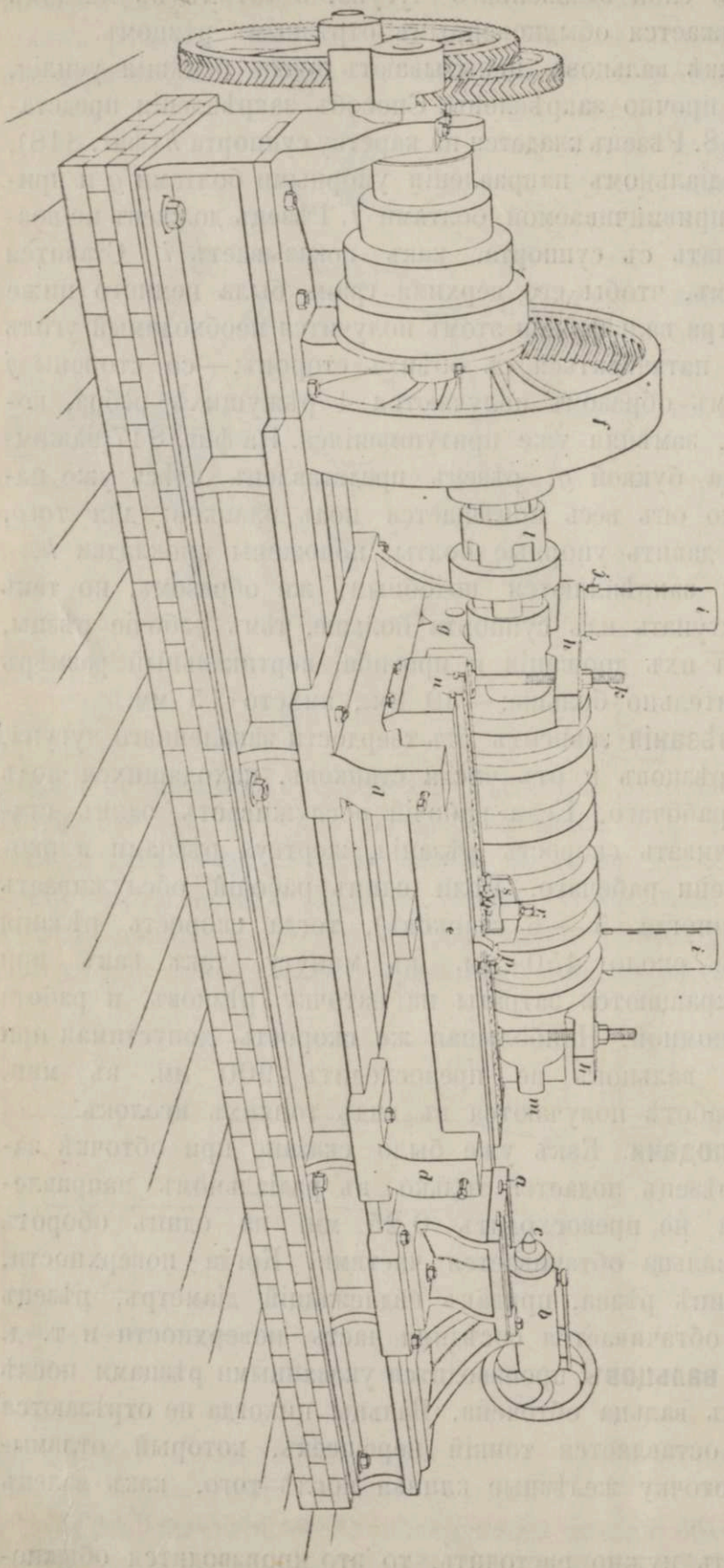
606. Скорость рѣзанія зависитъ отъ твердости закаленнаго чугуна, отъ сорта стали для рѣзцовъ и отъ числа станковъ, находящихся подъ наблюденіемъ одного рабочаго. Если рабочій обслуживаетъ одинъ станокъ, выгоднѣе увеличивать скорость рѣзанія, жертвуя рѣзцами и экономя на затратѣ времени рабочаго. Если одинъ рабочій обслуживаетъ нѣсколько станковъ (иногда 5 — 6 станковъ), тогда скорость рѣзанія уменьшаютъ, беря ее около 450 мм. въ минуту, такъ какъ при этомъ значительно сокращаются затраты на наточку рѣзцовъ, и работа получается болѣе экономной. Наибольшая же скорость, допустимая при обточкѣ закаленныхъ вальцовъ не превосходитъ 900 мм. въ мин. Стружки при такой работѣ получаются въ видѣ тонкихъ иголокъ.

607. Величина подачи. Какъ уже было сказано при обточкѣ закаленныхъ вальцовъ рѣзецъ подается только въ радіальномъ направленіи. Величина подачи не превосходитъ 0,25 мм. на одинъ оборотъ вальца. Поверхность вальца обтачивается частями. Когда поверхности, соотвѣтствующей ширинѣ рѣзца, приданъ надлежащій діаметръ, рѣзецъ перестанавливается и обтачивается сосѣдняя часть поверхности и т. д.

608. Отрѣзаніе вальцовъ производится указанными рѣзцами послѣ того, какъ поверхность вальца обточена. Вальцы никогда не отрѣзаются вполнѣ на станкѣ, а оставляется тонкій перешеекъ, который отламывается, загоняя въ проточку желѣзные клинья послѣ того, какъ валецъ снятъ со станка.

Если внутренность нужно расточить, то это производится обыкновенными рѣзцами, такъ какъ внутренность вальцовъ состоитъ изъ мягкаго чугуна.

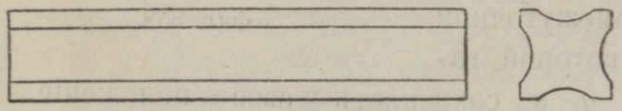
609. Обточка вальцовъ для прокатныхъ станковъ. Вальцы для прокатныхъ станковъ отливаются закаленными изъ чугуна въ металлическихъ формахъ или же отливаются просто изъ твердаго чугуна. Въ послѣднемъ случаѣ вальцы получаются не столь твердыми, какъ закаленные и обрабатываются обычнымъ способомъ. Здѣсь будутъ указаны особые пріемы, примѣняемые при обточкѣ закаленныхъ вальцовъ.



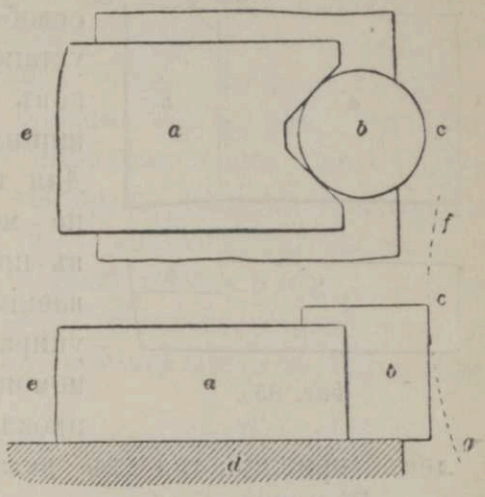
Фиг. 851.

610. Станокъ для обточки прокатныхъ вальцовъ представленъ на фиг. 851. Вслѣдствіе испытываемыхъ имъ большихъ усилій, станокъ имѣетъ очень солидную конструкцію. Передаточныя шестерни дѣлаются предпочтительнѣе съ шефронными зубьями. Станокъ снабжается задней бабкой съ центромъ (для обработки на центрахъ), небольшимъ суппортомъ *a*, примѣняемымъ для обточки шеекъ и для другихъ случаевъ точки, при которыхъ требуется передвиженіе рѣзца вдоль оси издѣлія. Главный суппортъ, состоящій изъ стоекъ *dd* съ лежащей на нихъ поперечиной имѣетъ очень солидную конструкцію, не допускающую дрожанія рѣзца.

Обыкновенно вальцы отливаются съ мягкими шейками. Работа начинается съ облицовки торцевъ шеекъ до надлежащаго размѣра и разцентровки. Разцентровку производятъ, руководствуясь закаленной поверхностью, чтобы при обточкѣ закаленнаго слоя пришлось снимать возможно меньше. Затѣмъ обтачиваются шейки, что можетъ производиться или на обыкновенной самоточкѣ, или на станкѣ, изображенномъ на фиг. 851; при чемъ валецъ ставится на центры и рѣзецъ закрѣпляется въ суппортъ *a*.

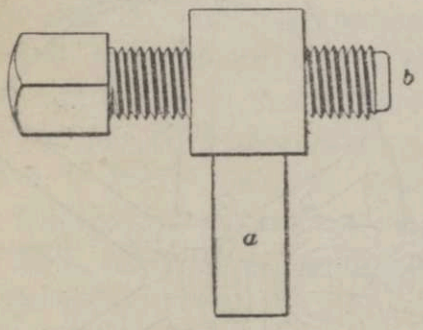


Фиг. 852.

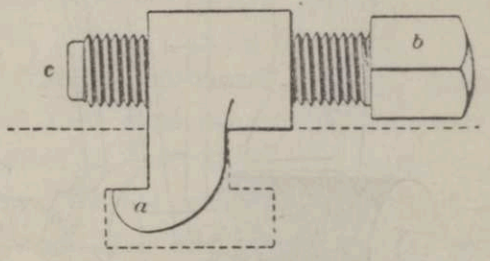


Фиг. 853.

Когда шейки обточены, приступаютъ къ обточкѣ закаленной части, для чего валецъ ставятъ на станокъ, опирая его на шейки въ особыхъ

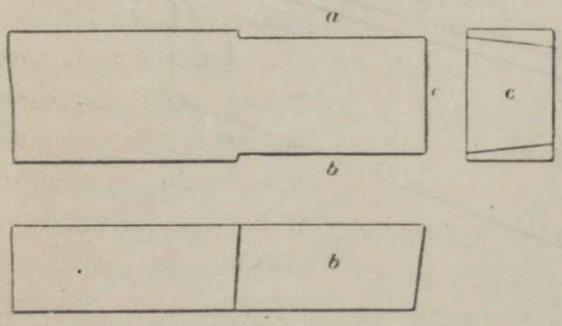


Фиг. 854.

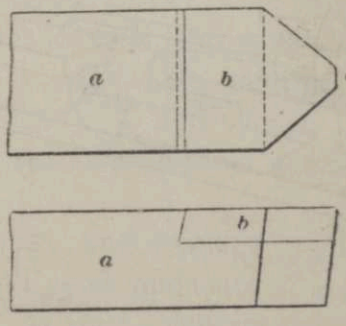


Фиг. 855.

подшипникахъ (фиг. 851); нижній вкладышъ опирается на суппортъ *d*, а верхній вкладышъ *h* съ одной стороны поддерживается колонкой *i*, при



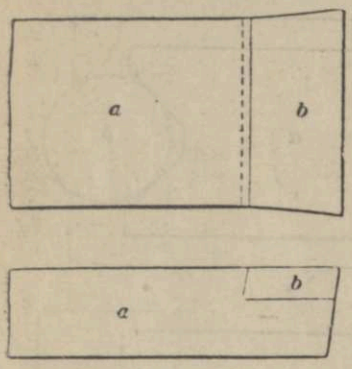
Фиг. 856.



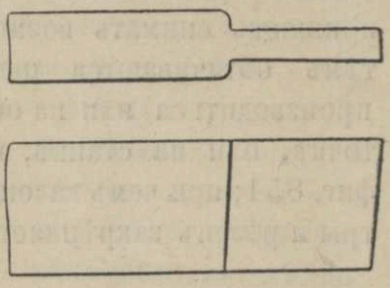
Фиг. 857.

помощи чеки *j*, а съ другой притягивается болтомъ *k*. Такая установка обезпечиваетъ достаточно прочную опору для вальцевъ и въ то же время гарантируетъ, что обточенная поверхность вальца будетъ концентрична съ поверхностью шеекъ. Чтобы сообщать вальцу вращеніе, онъ соеди-

няется со шпинделемъ станка при помощи промежуточной детали, такой же конструкціи, какъ и деталь, примѣняющаяся въ прокатныхъ станкахъ. Это даетъ извѣстную свободу передачи и освобождаетъ отъ необходимости очень точной установки подшипниковъ по отношенію къ шпинделю самоточки. Для того чтобы валецъ не могъ перемѣщаться въ продольномъ направленіи въ конецъ *m* упирается центръ, при помощи промежуточной прокладки, которой валецъ прижимается къ вкладышу *g* и сохраняетъ свое положеніе.

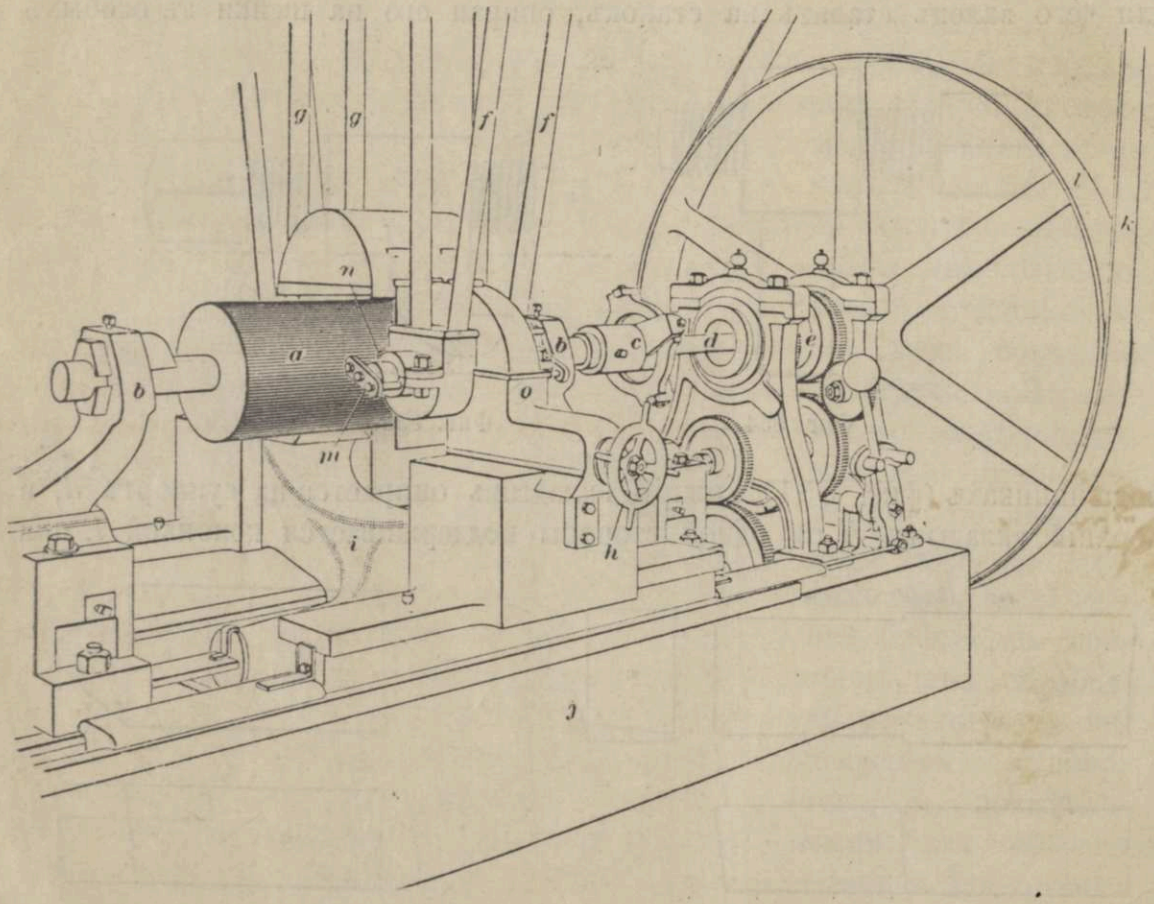


Фиг. 858.



Фиг. 859.

Рѣзцы для обточки прокатныхъ вальцовъ приготовляются изъ самой твердой въ закаленномъ состояніи стали. Для обточки цилиндрическихъ



Фиг. 860.

поверхностей примѣняется обыкновенно рѣзецъ, изображенный на фиг. 852. Для его приготовленія берется кусокъ квадратной стали (отъ 20 мм. до 30 мм.), по сторонамъ прострагиваются углубленія и такой кусокъ закаливается. Всѣ четыре грани стачиваются на точилѣ

въ видѣ плоскостей, канавки дѣлаются для уменьшенія поверхности подвергающейся стачиванію. У такого рѣзца получаются четыре рѣжущихъ ребра, которыя подводятся къ издѣлію поочередно по мѣрѣ притупленія.

Если нужно протачивать полукруглыя или овальныя ручьи, рѣзецъ приготовляется въ видѣ цилиндра *b*, который вводится въ издѣліе, опираясь на суппортъ *d* и на упорку *a* (фиг. 853). Упорка *a* устанавливается при помощи установительныхъ болтовъ *s* и *p* (фиг. 851), которые закрѣпляются въ попереченѣ *e* въ имѣющихся для этого отверстіяхъ и пазахъ. Конструкція такихъ упорныхъ болтовъ показана на фиг. 854—855. Сверху упорка *a* (фиг. 853) прижимается болтомъ *r*, проходящимъ черезъ скобу *c* (фиг. 851). Самый рѣзецъ *b* (фиг. 853) можетъ прижиматься сверху, а иногда и не прижимается, такъ какъ онъ удерживается нажатіемъ самаго издѣлія *e*, представленнаго пунктирной линіей *fg*, и упоркой *a*.

При проточкѣ ручьевъ другихъ формъ примѣняются рѣзцы различной формы, изображенные на фиг. 856—8. На послѣдней фиг. представленъ рѣзецъ, у котораго изъ твердой стали изготовлена только часть *b*, а остальная часть рѣзца приготовлена изъ машинной стали. Такъ же исполненъ и рѣзецъ, представленный на фиг. 857. Такой рѣзецъ употребляется при обточкѣ угловыхъ канавокъ. Вершина угла *c* срѣзана, чтобы она не такъ быстро притуплялась. Когда канавка этимъ рѣзцомъ обточена, тогда примѣняютъ рѣзецъ съ острымъ угломъ, который и выгачиваетъ часть *c*, невыточенную предыдущимъ рѣзцомъ.

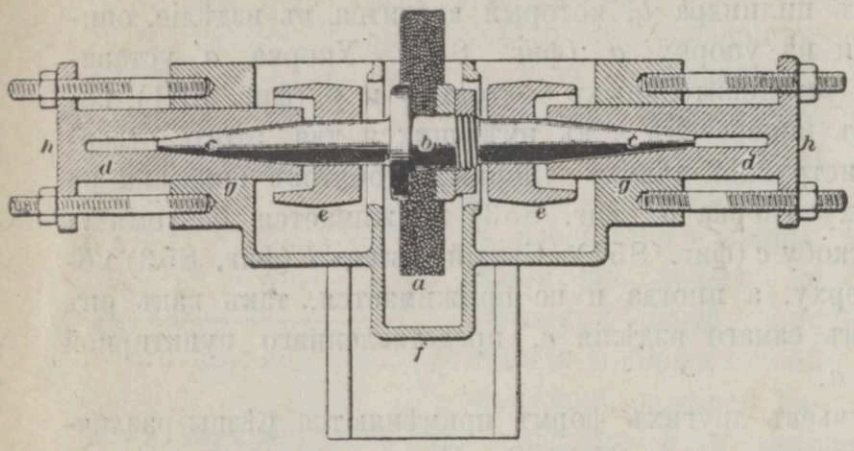
На фиг. 856 представленъ рѣзецъ, который рѣжетъ боковыми ребрами *a* и *b*; это бываетъ нужно при отдѣлкѣ прямоугольныхъ ручьевъ.

Фигурные ручьи обрабатываются фигурными рѣзцами.

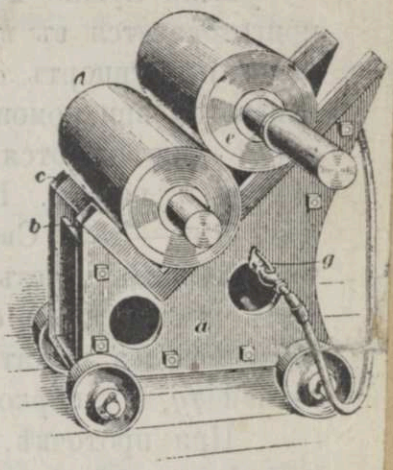
611. Шлифовка вальцовъ. Вальцы для мукомольныхъ поставовъ, для писчебумажнаго производства и др., чтобы сообщить имъ необходимую гладкость и точность, подвергаются шлифовкѣ. Работа эта производится на спеціальныхъ шлифовальныхъ станкахъ, типъ которыхъ представленъ на фиг. 860. Валецъ устанавливается на шипахъ, на которыхъ онъ будетъ работать и впослѣдствіи; шипы опираются на особыя опоры *b*. Такой способъ установки вальца ведетъ къ очень точной работѣ. Передача движенія вальцу *c* производится отъ шкива *l*, на который дѣйствуетъ ремень *k*, передается движеніе при помощи универсальнаго шалнера *c*, который воспринимаетъ всѣ неточности установки вальца относительно шпинделя *d* и такимъ образомъ не вызываетъ добавочныхъ напряженій въ шипахъ вальца.

Шлифовка производится при помощи двухъ наждачныхъ круговъ, расположенныхъ съ двухъ сторонъ вальца *a*. Круги приводятся въ движеніе ремнями *f* и *g*. Закрѣпленіе круговъ на оси представлено на фиг. 861. Здѣсь кругъ *a* сидитъ на оси *b*, концы которой заточены на конусъ и опираются во втулки *d*, изъ антифрикаціоннаго металла. Втулки эти точно приточены съ внѣшней поверхности къ опорамъ и прижимаются болтами *h*. Подтягивая эти болты можно такъ установить кругъ, что онъ будетъ работать свободно, но безъ зазоровъ, что не-

обходимо при обточкѣ вальцовъ, такъ какъ этимъ избѣгается появленіе возможной ряби. На фиг. 860 втулки и нажимные болты обозначены буквами m и n. Оба круга закрѣплены на каретк̀ѣ i, которая передви-



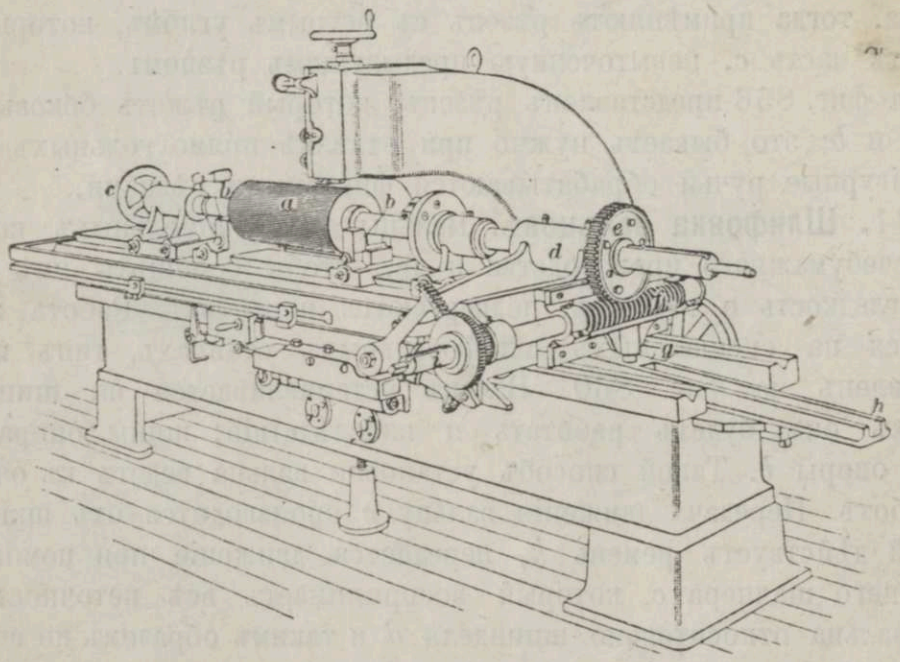
Фиг. 861.



Фиг. 862.

гается взадъ и впередъ вдоль станины машины. Поперечное перемѣщеніе круговъ производится при помощи маховичковъ h.

Діаметръ наждачнаго круга долженъ соотвѣтствовать до нѣкоторой степени діаметру обтачиваемаго цилиндра. Такъ, напримѣръ, для вальца

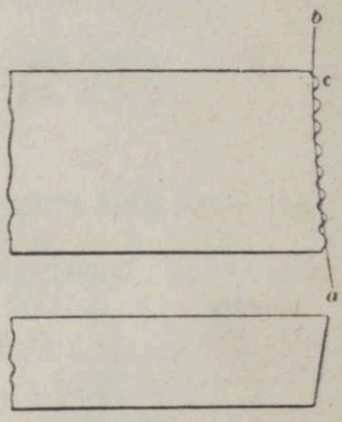


Фиг. 863.

діаметромъ въ 300 мм. берется кругъ діам. въ 360 мм. Для обработки мельничныхъ вальцовъ примѣняется № 2, съ зерномъ № 80 корбурондовый кругъ, или соотвѣтствующей твердости другіе круги. Шлифовка всегда ведется при обильной поливкѣ содовой водой. Рабочій сначала устанавливаетъ подшипники, чтобы ось вальца была параллельна направленію движенія каретки i; а затѣмъ устанавливаетъ наждачные круги, чтобы они снимали слой одинаковой толщины.

612. Испытаніе отшлифованныхъ вальцовъ. Чтобы провѣрить цилиндричность отшлифованныхъ вальцовъ, примѣняется приспособленіе, изображенное на фиг. 862. Вальцы кладутся на точно обработанныя линейки a и b, подъ нихъ вводится горѣлка g, къ которой приводится газъ по трубкѣ f (или то же достигается при помощи электрическихъ лампочекъ). Лампочки ярко освѣщаютъ нижнюю поверхность вальцовъ, и если валецъ d не плотно прикасается къ вальцу d, то это сейчасъ же будетъ замѣтно наблюдателю, по прохожденію свѣта между вальцами. Правильно обработанные вальцы не должны пропускать свѣта.

613. Нарѣзка рифленныхъ вальцевъ. Для мукомольныхъ машинъ нѣкоторые вальцы приготовляются рифленными. Нарѣзка такихъ рифтовъ производится на машинахъ, похожихъ на строгальныя [1]);—одна изъ нихъ изображена на фиг. 863. Валецъ устанавливается на платформѣ машины, опираясь на шипы b. Рѣзецъ закрѣпляется въ суппортѣ, помѣщающемся на стойкѣ. Обыкновенно рифты идутъ по винтовой линіи. Для чего вальцу кромѣ поступательнаго движенія сообщается и вращательное движеніе. Такое движеніе вальцу сообщается при помощи полосы d, на которой насажено червячное колесо e, зацѣпляющееся съ червякомъ f. Червякъ насаженъ на валикъ i такимъ образомъ, что можетъ передвигаться вдоль его оси; концы червяка помѣщаются въ подшипникахъ ползушки, которая перемѣщается въ поперечномъ направленіи при помощи шипа и насаженнаго на него кулиснаго камня g. Камень передвигается въ кулисѣ h, которая прикрѣплена къ платформѣ машины. Кулиса прямолинейная и прикрѣплена наклонно къ направленію движенія стола, такъ что, когда столъ движется въ продольномъ направленіи, червякъ f передвигается въ поперечномъ направленіи и, дѣйствуя на червячное колесо какъ рейка, заставляетъ поворачиваться валикъ около своей оси, отчего рѣзецъ вырѣзаетъ на его поверхности винтовую канавку. Послѣ каждаго хода платформы, ось i и вмѣстѣ съ ней червякъ особымъ механизмомъ поворачивается на нужный уголъ, и подводитъ поверхность вальца къ рѣзцу для прорѣзанія слѣдующей канавки.



Фиг. 864.

Такъ какъ на подобныхъ машинахъ обрабатываются обыкновенно вальцы съ очень твердой поверхностью, изъ закаленнаго чугуна, и приходится снимать очень тонкія стружки (не толще 0,4 мм.), то для ускоренія работы рѣзецъ дѣлается широкій и рѣжетъ сразу нѣсколько канавокъ. Такой рѣзецъ изображенъ на фиг. 864; его размѣры 20 мм. на 30 мм. На чертежѣ ab представляется поверхность вальца. Какъ видно, отдѣльные рифты рѣзца входятъ на различную глубину въ по-

[1]) Приспособленіе обыкновенныхъ строгальныхъ машинъ для подобной работы см. American Machinist, стр. 504—1911.

верхность вальца; рѣзецъ долженъ быть именно такимъ образомъ и установленъ относительно вальца. При началѣ рѣзецъ рѣжетъ только одинъ рифтъ, послѣ чего его немного углубляютъ, не поворачивая вальца, и поступаютъ такимъ образомъ до тѣхъ поръ, пока рѣзецъ не начнетъ рѣзать по всей своей поверхности, а въ это время крайній рифтъ углубится на надлежащую величину. Затѣмъ послѣ каждаго продольнаго хода вальца его повертываютъ на одинъ рифтъ и такимъ образомъ рѣзецъ постепенно обстрагиваетъ всю поверхность вальца кругомъ.

При строганіи рифтовъ **скорость рѣзанія** берется 600 мм. въ мин.;—нѣсколько большая чѣмъ при обточкѣ. Дѣлается это въ виду того, что при строганіи рѣзаніе происходитъ съ промежутками, и рѣзецъ можетъ при холостомъ ходѣ нѣсколько остывать.

БИБЛІОТЕКА
КЛУБА

Работа, потребляемая машинами-орудіями [1]).

Самоточки.

Высота центровъ	150	200	250	300	350	400	500	600	750	1000	1250	1500
Число лош. силъ:	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	7	10	12	15
							1750		2000			
							20		25—30			

При быстрорѣжущей стали работа можетъ возрасти въ 3 раза.

Лобовые станки.

Діам. планшайбы:	1000	1250	1500	1750	2000	2500	3000	4000	5000	6000
Число лош. силъ:	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	12
							8000	10000		
							18	25—30		

Карусельные станки.

Діам. обраб. вещи мм.:	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000	5000
	1,5	2	3	4	6	7	9	12	18
	5000/7500		6000/9000		7000/10000			7500/12000	
	12—30		25—40		30—50			40—80	

Револьверные станки.

Діам. отверстія въ шпинделѣ мм.:	10	15	20	25	30	40
Число лош. силъ:	1	1,5	2	2,5	3	4

Строгальныя машины.

Ширина платформы мм.:	600	800	1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000
Число лош. силъ:	3	5	6,5	8	10	15	20	25	30—35

При работѣ на строгальныхъ машинахъ наибольшая работа потребляется при перемѣнѣ хода рабочаго на холостой; затѣмъ холостой ходъ потребляетъ также больше работы, чѣмъ рабочій. Такъ, напримѣръ, при испытаніи одной машины при рабочемъ ходѣ расходовалось 4 силы, при холостомъ 6 силъ и при перемѣнѣ съ рабочаго на холостой 24 силы. Передача производилась отъ электро-мотора. Подробности этихъ испытаній см. American Machinist, стр. 404—4—1906 г.

Долбежныя машины.

Ходъ мм.	175	200	250	300	350	400	500	600	700	800
Число лош. силъ.	2	3	4	5,5	6	7	8	10	12	14
							9	14	17	20

[1]) См. также Mechanical Engineer, стр. 947, Decemb., 1904.

Шепингъ.

Ходъ мм.	200	300	400	500	600	800
Число лош. силъ.	1,5	2	3	4,5	6	8

Сверлильныя машины.

Діам. высверливаем. отверстія мм.	20	30	40	50	75	100
Число лош. силъ.	1,5	2	3	4	5	7

При быстрорѣжущей стали работа можетъ увеличиться въ 3—4 раза.

Машины для разсверливанія.

Діам. разсверл. полосы мм.	50	60	70	80	100	120	150	200	250
Діам. разсверл. отверст. мм.	200	250	300	400	500	600	1000	1500	2000
Число лош. силъ.	2	2,5	3	4—6	5—7	7—8	10	15	20—35

Машины для разсверливанія цилиндровъ.

Діам. разсверл. полосы мм.	150	200	250	300	350	400	450	500
Діам. цилиндра.	700	800	1000	1200	1500	2000	2500	3000
Число лош. силъ.	5	6	7	8	10	12	16	20—25

Фрезовыя машины, простыя и универсальныя.

Размѣры стола мм.	500/125	750/150	1000/200	1250/250	1500/350
Высота центровъ.	100	110	125	150	200
Число лош. силъ.	0,6	1	2	3	3,5

Вертикальныя фрезовыя машины.

Размѣры стола мм.	500/125		750/200		1000/300		
Діам. поворотн. стола.				450	650	1000	1500
Число лош. силъ.	1		1,5	2	3	4,5	6

Шлифовальныя машины.

Діам. наждачн. круга мм.	250	300	500
Число лош. силъ.	5—8	6—10	10—15

Машины для наточки инструментовъ потребляютъ отъ 0,75 до 1,8.

Для шлифовальныхъ станковъ, согласно Шлезингеру [1]), если обозначимъ черезъ

P—усиліе, приложенное по касательной къ окружности наждачнаго круга.

v—окружную скорость наждачнаго круга м/сек.

W—перемѣщеніе круга вдоль обработ. издѣлія въ мм. при 1 оборотѣ издѣлія.

t—толщину снимаемаго слоя.

E—расходъ энергіи въ кгр./метр. для снятія 1 грамма стружекъ, тогда: для мягкой стали и чугуна

P— измѣняется отъ 7 до 40 кгр. (наибольш. 80 кгр.). P—возрастаетъ съ увеличивающимся W и уменьшается съ увеличивающейся v.

---

[1]) Leistungsversuche mit nassen Schmirgel-und Karborundumscheiben, Mitt. über Forschungsarbeiten, herausgegeben vom V. d. I. 1907, Heft 43.

Количество стружекъ, снятыхъ на одинъ кгр. уменьшенія вѣса наждаковаго круга для стали средней твердости увеличивается съ возрастаніемъ окружной скорости (до 35 м.) и уменьшается съ увеличеніемъ W и t.

При обработкѣ чугуна количество стружекъ, снятыхъ на 1 кгр. потери вѣса круга увеличивается съ увеличеніемъ v и t, и уменьшается съ увеличеніемъ W.

Въ среднемъ на 1 кгр. уменьшенія вѣса круга снимается около 20 кгр. стальныхъ стружекъ и около 50 кгр. чугунныхъ стружекъ.

Количество энергіи, затрачиваемой на снятіе 1 кгр. стружекъ, увеличивается съ увеличеніемъ окружной скорости и уменьшается съ увеличеніемъ W и t.

При окружной скорости издѣлія въ 30 м/мин., для E можно принять слѣдующія среднія величины:

	Сталь.						Чугунъ.					
v	25 м.			35 м.			25 м.			35 м.		
t	0,02	0,14	0,14	0,02	0,14	0,14	0,02	0,14	0,14	0,02	0,14	0,14
W	12	12	24	12	12	24	12	12	24	12	12	24
E	1930	635	525	2070	685	540	2180	540	350	2230	690	480

Среднія величины для скоростей рѣзанія и питанія.

	ЧУГУНЪ.				СВАРОЧНОЕ ЖЕЛѢЗО.			
	Рѣзцы изъ обыкновенной стали.		Рѣзцы изъ быстрорѣжущей стали.		Рѣзцы изъ обыкновенной стали.		Рѣзцы изъ быстрорѣжущей стали.	
	Скорость рѣзанія м/мин.	Питаніе мм/1 оборот.	Скорость рѣзанія м/мин	Питаніе мм/1 оборот.	Скорость рѣзанія м/мин.	Питаніе мм/1 оборот.	Скорость рѣзанія м/мин.	Питаніе мм/1 оборот.
Обточка	6—12	0,1 —3	15—20	0,5 — 5	10—13	0,1 —3	20—30	0,5 —5
Нарѣзка рѣзьбы	2—5				2—5			
Отрѣзаніе	5—10	0,05—1,5	15—20	0,05—1,5	6—12	0,02—1	15—20	0,02—1
Сверленіе винт. сверл.	8—12	0,1 —0,5	16—20	0,2 —2	10—15	0,1 —0,5	18—25	0,2 —1,5
Разсверлив. полосой	6—12	0,1 —0,3	13—20	0,2 —5	8—12	0,1 —3	10—20	0,1 —2
Глубокое сверленіе	5—10	0,02—0,5			6—12	0,02—0,5		
Развертываніе	3—6	0,5 —10			3—6	0,5 —10		
Фрезованіе.		Питаніе мм. въ мин.		Питаніе мм. въ мин.		Питаніе мм. въ мин.		Питаніе мм. въ мин.
Плоскихъ поверхн.	10—15	15—150	25—40	25 —250	12—18	15—150	30—50	30—300
Цилиндр. поверхн.	10—15	20—60			12—15	15—50		
Зубьевъ	9—12	15—75	15—20	25 —90	10—15	15—50	16—20	25—70
Винтовъ					12—15	40—100		
		Питаніе мм. на 1 ход.		Питаніе мм. на 1 ход.		Питаніе мм. на 1 ход.		Питаніе мм. на 1 ход.
Строганіе	5—10	0,1 — 8	10—15	0,5 —12	6—12	0,1—8	10—15	0,5—12
Долбленіе	5—10	0,1 — 2	10—15	0,2 —5	6—12	0,1—2	10—15	0,2—5

Средние величины для скоростей резания и питания.

	Машинная сталь.				Медь, бронза, латунь.			
	Резцы обыкновенной стали.		Резцы быстрорежущей стали.		Резцы обыкновенной стали.		Резцы быстрорежущей стали.	
	Скорость резания м/мин.	Питание мм/1 оборот	Скорость резания м/мин.	Питание мм/1 оборот	Скорость резания м/мин.	Питание мм/1 оборот	Скорость резания м/мин.	Питание мм/1 оборот.
Обточка.	8 – 12	0,1 – 3	15 – 25	0,5 – 5	15 – 30	0,1 – 3	20 – 40	0,1 – 3
Нарезка резьбы.	2 – 4				6 – 15			
Отрезание.	5 – 10	0,02 – 1	12 – 18	0,02 – 1	12 – 20	0,02 – 1		
Сверление винт. сверл.	6 – 10	0,1 – 0,5	15 – 20	0,2 – 1,5	16 – 20	0,1 – 1	23 – 35	0,1 – 1
Развертывание полосой	6 – 10	0,1 – 3	12 – 18	0,1 – 2	15 – 20	0,1 – 3		
Глубокое сверление	5 – 10	0,02 – 0,5			15 – 20	0,02 – 1		
Развертывание	3 – 5	0,5 – 10			16 – 20	0,5 – 10		
Фрезование		питание мм./в мин		питание мм./в мин		питание мм/в мин		питание мм./в мин.
Плоских поверхност.	10 – 15	15 – 150.	25 – 40	25 – 250.	25 – 40	25 – 200	40 – 70	30 – 300.
Цилиндрич. поверхност.	10 – 15	12 – 40.			20 – 40	15 – 80		
Зубьев.	8 – 12	12 – 40	15 – 18	20 – 60	20 – 40	25 – 100		
Винтов.	10 – 12	40 – 100						
Строгание	5 – 10	питание мм. на 1 ход. 0,1 – 8	10 –	питание мм. на 1 ход. 0,5 – 12	10 – 20	питание мм. на 1 ход. 0,1 – 10		питание мм. на 1 ход
Строгание		0,1			10 – 20	0,1 – 2.		

делы, в которых должна выполняться пригонка
частей в различных случаях.

ато на заводе Браун и Шарп (A. M. 488-10-10)

ри отверстий выполняется нормальным с небольшим
ом, а именно:

метров до 13 мм.	допускается напуск до 0,0125 мм.
25	0,0187
50	0,0250
85	0,0375
150	0,0500
300	0,0625

Цилиндрические части выполняются

ходящихся частей с небольшими скоростями с диаметрами
ими против нормы в пределах:

етров до 13 мм.	от 0,00625	до 0,0187 мм.
25	0,0187	0,0375
50	0,0375	0,0625
85	0,0625	0,0875
150	0,0875	0,125

ходящихся с большими скоростями

метров до 13 мм.	от 0,0125	до 0,025 мм.
25	0,025	0,050
50	0,050	0,075
85	0,075	0,113
150	0,113	0,162

х подвижущимся деталям выполняются с диаметрами
ми против нормы в пределах:

етров до 13 мм.	от 0,00625	до 0,0125 мм.
25	0,0125	0,025
50	0,025	0,050
85	0,050	0,0875
150	0,0875	0,125.

, забиваемые молотком, делаются с диаметрами
и против нормы в пределах:

етров до 13 мм.	от 0,0125 до	0,025 мм.
25	0,025	0,050
50	0,050	0,075
85	0,075	0,100
150	0,100	0,125

, забиваемые молотком, но которые должны
ниматься, изготовляются с диаметром
против нормы в пределах:

тров до 13 мм.	от 0,000	до 0,00625 мм.
25	0,00625	0,0125
50	0,0125	0,0187
85	0,0187	0,025
150	0,025	0,0375