

Р 1.749

На дом
не выдается

инженеровъ, машинистовъ и мастеровъ

ОБЩЕДОСТУПНЫЙ
СПУТНИКЪ
МЕХАНИКА-СТРОИТЕЛЯ.

ИЛИОДОРА ФЕЛЬКНЕРА.

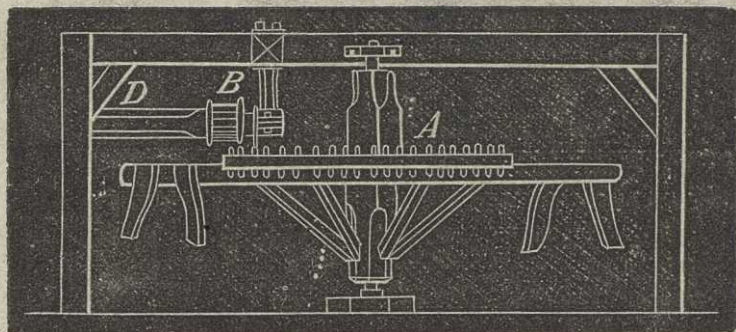
ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ

ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Инженеръ-Технологомъ

А. А. ЛАДЫГИНЫМЪ,

со 157 гравированными на деревѣ рисунками въ текстѣ.



ИЗДАНИЕ КНИГОПРОДАВЦА Н. Я. ОГЛОВЛИНА.

КИЕВЪ,
Крещатикъ, 33.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ,
Екатерининская, 4.

1890.

И. 232.
А. В. 229.

✓
6721

Провер. 1935

По № 398

ПРОВЕРЕНО
1952

БИБЛИОТЕКА
ИМПЕРАТОРСКОГО
МОСКОВСКОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕБНОГО

ПРОВЕРЕНО
1945

Проверено
сегодня.



ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ ПЕРВОМУ ИЗДАНІЮ.

Передавая на судъ публики эту книгу, я долготомъ считаю объяснить, что цѣлью моею, при составленіи ея, были—сколь возможно большія ясность, краткость и простота, какъ въ выраженіяхъ, такъ и въ выкладкахъ. Сообразно съ такою цѣлью, я выпустилъ всѣ математическія исчисленія, ограничился самыми легкими расчетами и помѣстилъ даже, въ началѣ, извлеченіе изъ ариѳметики, желая черезъ то сдѣлать мою книгу доступною для тѣхъ, которые только знакомы съ первыми четырьмя правилами.

ПРЕДИСЛОВІЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНІЮ.

Первое изданіе Спутника разошлось въ полтора года. Ободренный такимъ успѣхомъ, я думалъ немедленно приступить ко второму изданію, но обстоятельства не позволили мнѣ этого до настоящаго времени.

Нынѣ, передавая снова на судъ публики мою книжку, я долженъ повторить тоже, что было заявлено въ первомъ предисловіи, то есть, что стремясь сдѣлать ее *доступною для большинства*, я старался вездѣ ограничиваться самыми простыми вычисленіями и не исключилъ даже, въ началѣ, извлеченія изъ ариѳметики.

Исправивъ и пополнивъ теперь Спутникъ, на сколько мнѣ указала необходимымъ десятилѣтняя дѣятельность практической жизни, я искренно благодарю публику за лестное вниманіе къ первому изданію и надѣюсь, что второе удостоится его также. По крайней мѣрѣ съ моей стороны сдѣланы для того всѣ усилія, а именно: содержаніе книжки значительно увеличено многими новыми статьями; необходимые объяснительные рисунки, для большаго удобства, помѣщены теперь всѣ въ текстѣ и, несмотря на это, цѣна книжки оставлена прежняя.

ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНІЮ.

Выпуская въ свѣтъ настоящую книгу третьимъ изданіемъ, я не буду повторять того, что уже было сказано авторомъ въ предисловіяхъ къ первому и второму изданіямъ этой книги, но не могу не прибавить, что, по моему мнѣнію, Спут-

никъ долженъ быть настольной книгой для каждаго механика и въ особенности для тѣхъ, кто не обладаетъ высшимъ техническимъ образованіемъ.

Содержаніе книги исправлено и дополнено согласно современному состоянію Техники; а также равно увеличено число таблицъ и рисунковъ, что дѣлаетъ книгу болѣе наглядною и упрощаетъ пользованіе ею.



ОГЛАВЛЕНІЕ.

О мѣрахъ и вѣсахъ.

СТРАН.

Объясненіе знаковъ, употребляемыхъ при вычисленіяхъ	1
Мѣры русскія, французскія и англійскія, выраженные однѣ въ другихъ	3
Вѣса русскіе, французскіе и англійскіе, выраженные одни въ другихъ	10
Мѣры и вѣса различныхъ государствъ вообще	11
Сравнительныя таблицы употребительнѣйшихъ мѣръ и вѣсовъ	20

Ариѳметика.

О простыхъ дробяхъ	23
О десятичныхъ дробяхъ	27
О геометрической пропорціи	31
О квадратномъ корнѣ	32
О кубическомъ корнѣ	35
Таблица квадратныхъ и кубическихъ корней	38

Геометрія.

Графическія рѣшенія различныхъ задачъ	52
Опредѣленіе квадрата, прямоугольника, ромба, параллело- грамма, круга, радіуса, хорды, синуса-верзуса, дуги, сегмента и сектора	58

Площади.

Площадь квадрата, прямоугольника, ромба и параллелограма	59
Площадь трапеции	59
Площадь треугольника и свойства его	60
Площадь какого нибудь многоугольника	62
О кругъ, окружности и площади его	63
Площадь сектора	65
Площадь сегмента	66
Площадь кольца	67
Площадь эллипсиса	67
Площадь параболы	68
Площадь ограниченная двумя прямыми и двумя кривыми линиями	68

Поверхности и объемы тѣлъ.

Поверхность и объемъ цилиндра	69
Поверхность и объемъ конуса и пирамиды	70
Поверхность и объемъ усѣченного конуса и пирамиды	71
Объемъ клина	73
Поверхность и объемъ шара	73
Поверхность и объемъ шароваго сегмента	74
Объемъ сфероида	75
Объемъ сегмента сфероида	75
Поверхность и объемъ кольца	76
Объемъ холма	77

Тригонометрія.

Общія замѣчанія	78
Простыя тригонометрическія формулы	80
Рѣшеніе прямоугольныхъ треугольниковъ	81
Рѣшеніе косоугольныхъ треугольниковъ	82
Таблица $\sin$, $\cos$, tg и cotg	83

Сопротивленіе матеріаловъ.

Сопротивленіе растягиванію	85
Цѣпи	87
Проволочныя цѣпи	88
Пеньковыя канаты	89
Сопротивленіе сдавливанію	89
Сопротивленіе излому	92
Когда сѣченіе тѣла прямоугольное	94
„ „ „ круглое или квадратное	96
„ „ „ кольцомъ	98
„ „ „ прямоуг. съ пустотою.	98
„ „ „ трубою	99
„ „ „ буквою Т	100
Графическій способъ вычерчиванія балокъ	101
Сопротивленіе скручиванію	102
Валы	104
Соединеніе валовъ (муфты)	106

Механика.

О работѣ силъ	108
Что такое машина	110
Рычагъ	110
Воротъ.	113
Краны	115
Блокъ	118
Наклонная плоскость.	119
Клинъ	122
Винтъ	122
Таблица работы живыхъ движителей	123
Паденіе тѣлъ въ пространствѣ	123
Равномѣрно ускорительное движеніе	126
Масса тѣла	128

Маятникъ	129
Живая сила тѣлъ	130
Сопротивленіе матеріаловъ живой силѣ	132
Треніе	134
Давленіе на пятники	136
Сила потребная для движенія повозокъ по различнымъ дорогамъ	136
Треніе въ зубчатыхъ колесахъ	136
Жесткость канатовъ	137
Зубчатая колеса	137
Скорость колесъ, шестерней, шкивовъ и барабановъ .	139
Таблица для отысканія шага зацепленія или радіуса на- чального круга	143
Размѣры зубчатыхъ колесъ	146
Опредѣленіе силы зубчатыхъ колесъ и размѣровъ ихъ по силѣ	148
Деревянные зубья	150
Вычерчиваніе зубцовъ	150
Общія замѣчанія о зубчатыхъ колесахъ	154
Безконечный винтъ	155
Передача движенія ремнемъ	156

Гидравлика.

Давленіе жидкостей	159
Плаваніе тѣлъ въ водѣ	160
Равновѣсіе жидкостей	161
Давленіе атмосферы, барометръ	162
Объ истеченіи воды изъ сосудовъ	163
Опредѣленіе притока въ ручьяхъ и рѣкахъ	168
Опараживаніе и наполненіе сосудовъ	170
Водопроводные каналы	171
Водопроводныя трубы	173
Снабженіе городовъ водою	179

О главной водопроводной трубѣ	182
Толщина водопроводныхъ трубъ	183

Водяные двигатели.

Опредѣленіе силы потока	184
Подливное колесо съ прямыми лопатками	185
Подливное колесо съ кривыми лопатками Понселе. . .	191
Колесо въ кругломъ жолобѣ, съ водосливомъ	196
Наливное колесо съ ящиками	202
Турбина жонваля	210
Колесо Швамкруга	215

П а р ь.

Свойства пара	220
Таблица давленія, температуры, объема и вѣса пара .	222
Скорость пара	222
Вѣсъ воздуха и пара	223
Топливо	233
Паровые котлы	226
Поверхность нагрѣва	229
Рѣшетка колосниковая	229
Пламенные или дымовые ходы	231
Дымовыя трубы	232
Таблица толщины стѣнокъ паровыхъ котловъ и желѣз- ныхъ трубъ съ внутреннимъ давленіемъ	236
Таблица толщины стѣнокъ мѣдныхъ трубъ съ внутрен- нимъ давленіемъ	237
Таблица толщины стѣнокъ чугунныхъ паровыхъ цилин- дровъ и трубъ со внутр. давленіемъ	238
Таблица толщины стѣнокъ дымогарныхъ трубъ съ внѣш- нимъ давленіемъ	239
Предохранительный клапанъ	240
Расчетъ груза на предохранительный клапанъ	240

Вѣсъ паровыхъ котловъ	241
Таблица размѣровъ и вѣса паров. котловъ	242
О вмазкѣ паровиковъ	243
Манометръ	246
Ходъ и скорость поршня	248

Паровыя машины.

Машины низкаго давленія	250
Машины высокаго давленія безъ расширенія	252
Машины высокаго давленія безъ охлажденія съ расши- реніемъ	253
Машины высокаго давленія съ охлажденіемъ и отсѣч- кою пара	255
Машины Вольфа	257
Машины Компоундъ	260
Сравненіе системъ паровыхъ машинъ	263
Выборъ системы машины	264
О паровомъ стержнѣ	265
Толщина стѣнъ цилиндра	266
Высота пружинъ поршня	266
Площадь паровыхъ каналовъ, оконъ и трубъ	266
Простой золотникъ	267
Установка золотника	274
Двойной золотникъ	275
Распредѣленіе Мейера	276
Распредѣленіе Корлиса	278
Распредѣленіе Зульцера	280
Кулисы	282
Насосъ для холодной воды	288
Воздушный насосъ	288
Конденсаторъ или холодильникъ	289
Питательный насосъ	290
Инжекторъ Жиффара	290
Маховое колесо	291

Регуляторъ	295
Локомотивы	297
Воздушныя машины	299
Вѣсъ воды	301
Насосы	301
Количество доставляемой воды	302
Расчетъ потребной силы	304
Потребность въ водѣ	306
О рудничныхъ паровыхъ водоподъемныхъ машинахъ .	306
Гидравлическій прессъ	307
Пожарныя машины	308
Воздуходувныя машины	309
Таблица и расчетъ потребной силы	313
Данныя о количествѣ воздуха, нужнаго для различныхъ производствъ	314
Вентиляторъ	315
Мукомольныя мельницы	318
Вѣтряныя мельницы	319
Молота	321
Фундаменты подъ молота	322
Доменное производство	323
Желѣзное производство	325
Пудлингованіе	326
Сварочная операція	327
Валки для листового желѣза	328
Общія замѣчанія	328
Вычисленіе радіуса барабана для плоскаго канала . .	329

О вычерчиваніи и о размѣрахъ составныхъ частей машинъ.

О заклепкахъ	331
О болтахъ и гайкахъ	333
Таблица Витворта для болтовъ, гаекъ и шайбъ . . .	335

Гаечные ключи	336
О гнѣздахъ	337
О сальникахъ	340
О втулкахъ	343
О шалнерахъ	345
О подшипникахъ	351
О подпятникахъ	354
О стержняхъ	355
О поршняхъ	356
О крестовинахъ	359
О кривошипахъ	362
О балансирахъ или коромыслахъ	364
О шатунахъ	366

С м ѣ с ь.

Общія замѣчанія о постановкѣ приводныхъ валовъ . .	369
Манежъ (конный приводъ)	371
Таблица скоростей	373
Таблица вѣса листового желѣза	374
Таблица вѣса листовой мѣди и свинца	375
Таблица желѣза по бирмингемскому лекалу	376
Таблица вѣса углового желѣза	376
Таблица вѣса трубъ изъ желѣза, мѣди и свинца . . .	377
Таблица вѣса круглаго и квадратнаго желѣза . . .	378
Таблица вѣса полосоваго желѣза	379
Таблица вѣса чугунныхъ шаровъ	380
Таблица вѣса чугунныхъ трубъ	381
Переводъ градусовъ температуры различныхъ скалъ однѣхъ въ другія	382
Таблица вѣса металловъ	383
Таблица относительно вѣса различныхъ тѣлъ и жидко- стей	384
Таблица вѣса газовъ	385

Сплавы	385
Припой	386
Плавни	386
Таблица плавленія, сжатія и расшир. металловъ . . .	387
Усадка металловъ при отливкахъ	387
Замазки	388
Таблица окружностей и площадей круга съ увеличе- ніемъ на $\frac{1}{8}$ д.	389
Таблица, показывающая отношеніе осьминнаго дѣленія къ десятичному	401
Таблица окружностей и площадей круга съ увеличеніемъ на 1 дюймъ	402
Таблицы поверхностей и объемовъ шаровъ	407



749

СПУТНИКЪ МЕХАНИКА—СТРОИТЕЛЯ.

ОБЪЯСНЕНИЕ

знаковъ, употребляемыхъ при вычисленіяхъ.

Знакъ $=$ означаетъ равенство, т. е. что 4 сложенное съ 3 равно ($=$) 7.

„ $+$ означаетъ сложеніе, такъ $5 + 3 = 8$.

„ $-$ означаетъ вычитаніе, такъ $5 - 3 = 2$.

„ $\times$ означаетъ умноженіе, такъ $5 \times 3 = 15$.

„ $\div$ означаетъ дѣленіе, такъ $15 \div 3 = 5$.

или проще $\frac{15}{3} = 5$.

„ $:::$ означаетъ пропорцію, такъ $2:3::4:6$ показываетъ, что 2 относится къ 3, какъ 4 относится къ 6.

„ $\sqrt{\quad}$ означаетъ корень квадратный, такъ $\sqrt{9} = 3$.

„ $\sqrt[3]{\quad}$ означаетъ корень кубическій, такъ $\sqrt[3]{27} = 3$.

„ 3^2 означаетъ возвышеніе въ квадратъ, такъ $3^2 = 9$.

„ 3^3 означаетъ возвышеніе въ кубъ, такъ $3^3 = 27$.

Знакъ $(3+5)\times 3=24$ означаетъ, что числа въ скобкахъ находящіяся, предварительно сложены и потомъ уже ихъ сумма умножена на 3.

„ $\sqrt{5^2-3^2}=4$ означаетъ, что изъ квадрата 5 вычтенъ квадратъ 3, и изъ разности этихъ квадратовъ извлеченъ квадратный корень.

„ $\sqrt[3]{\frac{20\times 12}{30}}=2$ означаетъ, что произведеніе изъ 20 на 12 раздѣлено на 30, и изъ частнаго извлеченъ кубическій корень.

„ $\frac{\sqrt[3]{4\times 16}}{2}=2$ означаетъ, что изъ произведенія 4 на 16 извлеченъ кубическій корень, и онъ уже раздѣленъ на 2.



О МѢРАХЪ.

Употребительнѣйшія русскія мѣры, выраженные въ мѣрахъ французскихъ и англійскихъ.

1) МѢРЫ ДЛИНЫ

1 Верста = 500 сажень. .	1066,7	} метровъ.	3500	} фут.
1 Сажень = 3 аршинамъ .	2,1336		7	
1 Аршинъ = 16 вершкамъ.	0,7112		28	} дюймъ.
1 Вершокъ	0,04455		1,75	

2) МѢРЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ.

1 □ Саж. = { 9 □ аршинъ. 2304 □ верш.	4,5521	} метровъ. □	49	} □ футовъ.
1 □ Арш. = 256 □ верш. .	0,5058		5,444	
1 □ Вершокъ	0,00197		3,0625	

Одна □ верста = 250000 □ сажень = 1137848 □ метровъ = 12250000 □ футовъ.

Одна десятина равна 2400 □ саженьямъ = 10925 □ метровъ = 1176000 □ футовъ.

3) МѢРЫ ОБЪЕМОВЪ.

1 Куб. саж = 27 куб. арш. .	9,7069	} куб. метр.	343	} куб. фут.
1 Куб. арш. = 4096 к. верш.	0,3594		12,7	
1 Куб. вершокъ	0,08784	кубич. дециметровъ.	5,36	куб. дюймовъ.

4) МѢРЫ СЫПУЧИХЪ И ЖИДКИХЪ ТѢЛЪ.

1 Четверть =	8 мѣрамъ.	2,0974304	7,4074	куб. футовъ.
	0,583 куб. ар.	гектолитра.		
1 мѣра =	8 гарнцамъ.	26,2178	1601	} куб. дюймовъ.
	298,5 куб. верш.	} литровъ.		
1 Гарнецъ = 37,3 куб. верш.	3,2772		200	
1 Ведро = 139,56 куб. верш.	12,26		750	

Ведро принято въ 30 фунтовъ воды.

*Употребительнѣйшія англійскія мѣры, выраженные въ
мѣрахъ французскихъ и русскихъ.*

1) МѢРЫ ДЛИНЫ.

1 Лига (League)	$\left. \begin{array}{l} = 3 \text{ ми-} \\ \text{лямъ.} \end{array} \right\}$	4827,9179	} б . в о р т е М	2262,8571	} т . н е ж а с
1 Миля (Mile)	$\left. \begin{array}{l} = 8 \text{ фур-} \\ \text{лонгамъ} \end{array} \right\}$	1609,3059		754,2857	
1 Фурлонгъ (Furlong)	$\left. \begin{array}{l} = 4 \text{ по-} \\ \text{лямъ.} \end{array} \right\}$	201,1632		94,2857	
1 Полю (Pole)	$\left. \begin{array}{l} = 5\frac{1}{2} \text{ яр-} \\ \text{дамъ.} \end{array} \right\}$	5,0291		2,3571	
1 Фадомъ (Fathom)	$\left. \begin{array}{l} = 6 \text{ фу-} \\ \text{тамъ.} \end{array} \right\}$	1,8288		0,8571	
1 Ярдъ (Yard)	$\left. \begin{array}{l} = 3 \text{ фу-} \\ \text{тамъ.} \end{array} \right\}$	0,9144		1,2857	} аршина.
1 Футъ (Foot).	$\left. \begin{array}{l} = 12 \text{ дюй-} \\ \text{мамъ.} \end{array} \right\}$	0,3048		0,4285	
1 Дюймъ (Inch).		0,0254		0,5714	} вершка.

2) МѢРЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ.

1 □ Акръ } (Acre)	= 4 □ ру- дамъ.	4046,6648	квадратныхъ метровъ.	888,9766	квадратныхъ сажень.
1 □ Рудъ } (Rood)	= 40 □ по- лямъ.	1011,6662		222,2449	
1 □ Поль } (Pole)	= 30 ¹ / ₄ яр- дамъ.	25,2916		5,5561	
1 □ Ярдъ } (Yard)	= 9 □ фу- тамъ.	0,8361		0,1837	
1 □ Футъ } (Foot)	= 144 □ дюй- мамъ.	0,0929		47,05	квадратныхъ вершковъ.
1 □ Дюймъ (square inch).		0,0006		0,327	
		6,4516 □ сантиметр.			

3) МѢРЫ ДЛЯ СЫПУЧИХЪ ТѢЛЪ.

1 Бушель=4 пекамъ } (Imperial bushel)	2218,192 кубич. дюйм.	36,347	куб. децим.	413,696	куб. вершк.
1 Пекъ=2 галлонамъ } (Pek)	554,548 к. дюйм.	9,086		103,424	

4) МѢРЫ ОБЪЕМОВЪ.

1 Корабел. тонна } =42 к. (Ton of shipping) } футам.	1,1892	куб. метра.	3,306	куб. аршинъ.
1 Куб. ярдъ=27 к. фут.	0,7645		2,125	
1 Куб. футъ=1728 к. дюйм.	0,0283		0,0787	
			322,38	куб.
1 Куб. дюймъ	0,016387 куб. дециметровъ		0,1867	верш.

5) МѢРЫ ДЛЯ ЖИДКИХЪ ТѢЛЪ.

1 Галлонъ=4 кварт. } 277,274 } (Imperial gallon) . }	кубич. дюймовъ.	4,5417	51,712	кубич. вершковъ.
1 Кварта=2 пинт. } 69,318 } (Quart) }		1,1354	12,928	
1 Пинтъ=4 гиллям. } 34,659 } (Pint) }		0,5677	6,464	
1 Гилль (Gill) = 8,665 }		0,1419	1,616	

Мѣры французскія, выраженные въ мѣрахъ англійскихъ и русскихъ.

1) МѢРЫ ДЛИНЫ.

1 Мириаметръ (Myriametre)	10936,389	} ярдовъ.	14061,07	} аршинъ.
1 Километръ (Kilometre)	1093,6389		1406,107	
1 Гектометръ (Hectomet.)	328,0916	} футовъ.	140,610	
1 Декаметръ (Decametre)	32,8091		14,061	
1 Метръ (Metre)	3,28091		1,406	
” ”	39,371	} дюймовъ.	22,49771	} вершковъ.
1 Дециметръ (Decimetre)	3,9371		2,2497	
1 Сантиметръ (Centimet.)	0,3937		0,2249	
1 Миллиметръ (Millimet.)	0,03937		0,0224	

2) МѢРЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ.

1 Гектаръ (Hectare).	11960,4603	} ярдовъ.	19771,36	} аршинъ.
1 Декаръ (Decare). .	1196,046		1977,13	
1 Аръ (Are)	119,6046		197,71	
1 Сентіаръ (Centiare)	1,1960	} фут. □	1,97713	} вершковъ.
1 □ Метръ.	10,7643		506,14704	
1 □ Дециметръ. . .	15,50059		5,06147	
1 □ Сантиметръ . .	0,155005		0,05061	
1 □ Миллиметръ . .	0,00155	□ дюйм.	0,0005	□

Гектаръ = 0,9127 десятины.

3) МѢРЫ ОБЪЕМОВЪ.

1 Миріалитръ (Myrialitre)	353,17146	куб. фута.	27,8170	куб. аршинъ.
1 Килолитръ (Kilolitre) .	35,31714		2,7817	
1 Гектолитръ (Hectolitre)	3,53171		0,2781	
1 Декалитръ (Decalitre) .	0,35317		0,0278	
	610,28028	куб. дюйма.	113,93933	куб. вершковъ.
1 Литръ (Litre)	61,02802		11,39393	
1 Децилитръ (Decilivre).	6,10280		1,13939	
1 Сантитлръ (Centilitre).	0,61028		0,11393	
1 Миллитлръ (Millilitre)	0,06102		0,01139	

Килолитръ равенъ куб. метру; *литръ* куб. дециметру.

ТАБЛИЦА

для переложенія употребительнѣйшихъ мѣръ воды одинъ въ другія.

Ведра $\times 12,8$ = литрамъ.	Литры $\times 0,0815$ = ведамъ.
„ $\times 2,7$ = галлонамъ.	„ $\times 0,221$ = галлонамъ.
„ $\times 0,433$ = куб. футамъ.	„ $\times 0,0353$ = к. футамъ.
Галлоны $\times 0,37$ = ведамъ.	Куб. футы $\times 2,31$ = ведамъ.
„ $\times 4,543$ = литрамъ.	„ „ $\times 6,23$ = галлон.
„ $\times 0,16$ = куб. фут.	„ „ $\times 28,31$ = литрамъ.

Напримѣръ: 12 ведеръ $\times 2,7$ = 32,4 галлонамъ,
32,4 галлона $\times 0,37$ = 11,98 ведамъ.

О ВѢСАХЪ.

Русскій вѣсъ, выраженный въ вѣсахъ англійскихъ и французскихъ.

1 Пудъ=40 фунт.	16,3808	килограммъ.	36,113	англ. фунт.
1 Фунтъ	0,40952		0,90282	

Англійскій вѣсъ, выраженный въ вѣсахъ французскихъ и русскихъ.

1 Тонна=20 Гундредъ-вайт-тамъ. (Ton)	1015,92	килограммъ.	62,02742	пуда.
1 Гундредъ-вайтъ=4 квартерамъ. (Hundred w.—центнеръ) .	50,769		3,10137	
1 Квартеръ=28 фунтамъ. (Quarter)	12,699		31,01371	фунта.
1 Фунтъ (Pound)	0,45354		1,10763	

Замѣчаніе. Здѣсь понимается торговый Англійскій фунтъ, называемый Round avoir du pois или сокращенно lbs. Round avoir du pois или $\text{lbs} \times 1,21527 = \text{round troy}$.

Французскій вѣсъ, выраженный въ вѣсахъ англійскихъ и русскихъ.

1 Центнеръ=100 килогр. (Quintal)	1,96839 Гундредъ-вайт-овъ	6,104708 пуд.
1 Килограмъ	2,20459 фунта.	2,441883 фунта.

О мѣрахъ и вѣсахъ различныхъ государствъ вообще.

(ПО АЛФАВИТУ).

1. Австрія.

- 1 Wiener Fuss=1,037 фут.=12,44 дюйм.=0,444 арш.
- 1 Fuss=12 Zoll=144 Linien.
- 1 Elle=2,465 Fuss=30,678 дюймамъ=1,0957 арш.
- 1 Klafter=6 Fuss=74,673 дюймамъ=2,666 арш.
- 1 Meile=4000 Klafter=24000 Fuss=7,086 верстъ.
- 1 Joch=1600 □ Klafter=0,526 десятины.
- 1 Eimer=40 Maass=4,6024 ведеръ.
- 1 Metze=2,344 хлѣбныхъ мѣрокъ или четвериковъ.
- 1 Wiener Handelspfund=32 Loth=1,367 русскихъ фунтовъ.
- 1 Centner=5 Stein=100 Handelspfund=136 рус. ф.=3,4 пуда.

2. Англія.

Употребительнѣйшія мѣры помѣщены выше въ таблицахъ. Сверхъ сего:

- 1 British mile=1760 yards=754,28 сажени=1,508 версты.
- 1 London mile=1,666²/₃ yards=714,28 саж.=1.43 версты.
- 1 Sea mile=2028,65 yards=869,42 саж.=1,73 версты.
- 60 Морскихъ миль=1 градусу на экваторѣ.
- 1 Imperial charter (хлѣбная мѣра)=10,265 куб. фут.

3. Баварія.

- 1 Fuss=12 Zol=0,9576 фут.=0,41 арш.
- 1 Elle (локоть)=2⁴¹/₄₈ Fuss=2,7322 русск. фут.=1,17 арш.
- 1 Morgen=400 □ Ruthen=0,311 десятины.
- 1 Eimer=64 Maass=5,56 ведеръ.

- 1 Scheffel=6 Metzen=12 Viertel=7,85 куб. фут.=8,47 хлѣбныхъ мѣръ.
- 1 Pfund=32 Loth=1,367 русск. фунта.
- 1 Centner=100 Pfund=136,7 русск. фунт.=3,42 пуда.

4. Бадень.

- 1 Fuss=10 Zoll=0,9843 русск. фута=0,421 арш.
- 1 Elle=2 Fuss.
- 1 Ruthe=10 Fuss.
- 1 Meile (Wegstunde)=29629 Fuss= $\frac{6}{5}$ географической мили=8,33 версты.
- 1 Morgen=400 Quadratruthen=0,329 десятины.
- 1 Maass=1 Meslein= $1\frac{1}{2}$ Liter=91,53 куб. дюйма.
- 1 Ohm=100 Maass=400 Schoppen=12,12 ведеръ.
- 1 Malter=10 Sester=5,3 куб. фута=5,71 хлѣбныхъ мѣръ.
- 1 Zuber=2 Malter.
- 1 Pfund=32 Loth=1,22 русск. фунта.
- 1 Centner=100 Pfund=122 фунта=почти 3 пудамъ.

5. Бельгія, какъ во Франціи.

- 1 Elle=2,28 русск. фута.

6. Брауншвейгъ.

- 1 Fuss=12 Zoll=0,936 фута=0,4 арш.
- 1 Ruthe=16 Fuss.
- 1 Meile=1625 Ruthe=6,95 верстъ.
- 1 Feldmorgen=120 □ Ruthen=549,38 □ саж.=0,228 десятины.
- 1 Himten (хлѣбная мѣра)=16 Metzen=1,099 куб. фута=1,187 четверика.
- 1 Oxhoft= $1\frac{1}{2}$ Ohm=6 Anker=240 Quartier=18,3 ведра.
- 1 Quartier=0,03307 куб. фута.
- 1 Centner=100 Pfund (въ 32 Loth)=2,8 пуда.

7. Бременъ.

- 1 Fuss=0,948 русск. фута=0,406 арш.
- 1 Elle=2 Fuss=0,81 арш.
- 1 Stübchen=196,48 куб. дюйм.=0,262 ведра.
- 1 Oxhoft=1¹/₂ Ohm=67¹/₂ Stübchen=17,7 ведеръ.
- 1 Last=40 Scheffel=160 Viertel=104 куб. фут.=112,8 мѣръ хлѣбныхъ.
- 1 Pfund=32 Loth=1,217 русск. фунта.
- 1 Schifflast=2 Tonnen =4000 Pfund=121,6 пуд.

8. Буэносъ-Айресъ.

- 1 Вара=3 футамъ=4 пальмамъ=34 русск. дюйм.=1,2 арш.
- 1 Фунтъ=16 унціямъ=256 adarme=1,121 русск. фунта.

9. Валахія.

- 1 Эндаце=25,25 русск. дюйма=0,9 арш.
- 1 Халеби=26,85 русск. дюйма=0,959 арш.
- 1 Bahh сажень=8 bohь футъ=78 русск. дюйм.=2.786 арш.
- 1 Око=4 литрамъ=400 драхмамъ= ¹/₄₄ кактаря=3,134 русск. фунта.

10. Венеція.

- 1 Футъ=12 дюйм.=13,67 русск. дюйм.=0,48 арш.
- 1 Браччіо (a seta)=25 русск. дюйм.
- 1 Браччіо (di lana)=26,8 русск. дюйм.
- 1 Большой фунтъ (libra grossa)=12 унціямъ=1,16 русск. фунта.

11. Виртембергъ.

- 1 Fuss=10 Zoll=11,27 русск. дюйм.=0,402 арш.
- 1 Elle=2,144 Fuss, 1 Ruthe=10 Fuss.

- 1 Morgen=384 □ Ruthe=0,288 десятинъ.
- 1 Eimer=16 Imi=160 Maass=23,89 ведра.
- 1 Scheffel=8 Simri=6,75 хлѣбныхъ мѣръ, то есть четвериковъ.
- 1 Leichtes Pfund=32 Loth=1,182 русск. фунта.
- 1 Centner=104 leichte Pfund=100 schwere Pfund.

12. Гамбургъ.

- 1 Fuss=12 Zoll=0,94 русск. фута=11,27 дюйм.
- 1 Elle=2 Fuss, 1 Pfund Handelsgewicht=1,1892 русск. фунта.
- 1 Центнеръ=132,5 русск. фунта.
- 1 Schiffspfund=131,3 русск. фунта.

13. Ганноверъ.

- 1 Fuss=12 Zoll=11,5 русск. дюйм.=0,41 арш.
- 1 Handelselle=1,916 русск. фута.
- 1 Centner=100 Pfund (въ 32 Loth)=2,85 пуда.

14. Гессенское великое герцогство.

- 1 Fuss=10 Zoll=0,82 фута.
- 1 Pfund=32 Loth=1,221 фунта.
- 1 Centner=100 Pfund=3,05 пуда.

15. Голландія, какъ во Франціи, а именно:

- 1 El (Meter)=10 Palmen=100 Duimen=3,28 фут.=1,406 арш.
- 1 Mjil (kilometer)=100 Roeden въ 10 Ellen=1406,107 арш.
- 1 Runder (Hectar)=100 □ Roeden въ 10 □ Ellen=2196,8 □ саж.=0,915 десят.
- 1 Last (для хлѣба)=30 Zakken (Hectoliter)=114,3 хлѣбныхъ мѣрокъ.
- 1 Vat (для жидкостей)=100 Kannen=8,14 ведра.
- 1 Pond (kilogramm)=10 Onsen въ 10 Looden=2,4418 русск. фунта.

16. Данія, какъ въ Пруссіи.

17. Египетъ.

- 1 Пикъ Эндаце=25,05 русск. дюйм.=0,895 арш.
- 1 Пикъ Стамбули=26,22 русск. дюйм.=0,936 арш.
- 1 Пикъ Мессери=22,7 русск. дюйм.=0,81 арш.
- 1 Цессебе=142,8 русск. дюйм.=5,1 арш.
- 1 Ротль=144 драхмы=1,076 русск. фунт.

18. Испанія.

- 1 Футъ=12 дюйм.=10,96 русск. дюйм.=0,39 арш.
- 1 Вара=3 фут.=32,9 русск. дюйм.=1,175 арш.
- 1 Кастильскій фунтъ (libra)=2 маркамъ=16 унціямъ=1,123 русскаго фунта.

19. Ломбардія какъ во Франціи.

20. Любекъ.

- 1 Fuss=12 Zoll=0,943 русск. фута=0,409 арш.
- 1 Pfund=32 Loth=1,14 русск. фунта.
- 1 Centner=100 Pfund=3,08 пуд.

21. Норвегія.

- 1 Футъ=12 дюйм.=12,35 русск. дюйм.=0,44.
- 1 Локоть=2 футамъ.
- 1 Фунтъ=1,216 фунта, 1 центнеръ=121,6 русск. фунт.

22. Персія.

- 1 Гязъ шахскій=40 русск. дюйм.=1,429 арш.
- 1 Гязъ макесарскій=36,8 русск. дюйм.=1,314 арш.
- 1 Арканъ=12 русск. саженьямъ.
- 1 Персидскій фарсангъ=5,25 верстъ.
- 1 Санъ=5 бильжукамъ=10 танамъ=5 десятинамъ.
- 1 Демирле=1 мѣркѣ хлѣбной.
- 1 Артаба=2,49 мѣркамъ.
- 1 Батманъ шахскій=1280 мискалямъ=14,4 русск. фунта.

- 1 Батманъ таврическій. большой=1000 мискалямъ.
- 1 Батманъ малый=640 мискалямъ.

23. Польша.

- 1 Футъ=12 дюйм.=11,34 русск. дюйм.=0,405 арш.
- 1 Локоть=2 футамъ; 1 сажень=6 футамъ.
- 1 Скуръ=75 локтямъ=1000 лавекамъ.
- 1 Польская миля=8 верстамъ.
- 1 Польская почтовая миля=7 верстамъ.
- 1 Моргъ=3 □ скурамъ=0,512 десят.
- 1 Бочка=100 квартамъ=8,13 ведеръ.
- 1 Корецъ=32 гарнцамъ=128 квартамъ=4,87 хлѣбныхъ мѣръ.
- 1 Фунтъ=16 унціямъ=32 лотамъ=128 драхмамъ=384 скрупуламъ=9216 гранамъ=0,99 русск. фунта.
- 1 Центнеръ=4 катіей=100 фунтамъ.

24. Португалія.

- 1 Вара=5 пальмамъ=40 pollegada=43,3 русск. дюйм.=1,54 арш.
- 1 Pollegada=12 linha=144 ponto.
- 1 Фунтъ (libra, arratel)=2 маркамъ=16 увціямъ=128 outava=1,12 русск. фунта.

25. Пруссія.

- 1 Fuss (rheinländisch)=12 Zoll=12,35 русск. дюйм.=0,441 арш.
- 1 Elle=25¹/₂ Zoll=26,25 русск. дюйм.=0,93 арш.
- 1 Lachter=80 Zoll=2,94 арш.
- 1 Ruthe=12 Fuss.
- 1 Meile=24000 Fuss=7,06 верстъ.
- 1 Morgen=180 □ Ruthe=0,233 десятины.
- 1 Scheffel=16 Metzen=3072 Kubikzoll=2,094 хлѣбныхъ мѣръ.
- 1 Eimer=2 Anker=¹/₂ Ohm=¹/₃ Oxhoft=5,58 вед.

- 1 Pfund=2 Mark=32 Loth=1,142 русск. фунта.
- 1 Centner=5 Stein=110 Pfund=3,14 пуда.
- 1 Schifflast=4000 Pfund=114,2 пуда.

26. Россія.

Употребительнѣйшія мѣры помѣщены выше въ таблицахъ; сверхъ сего:

- 1 Русскій футъ=англійскому=135,1142 парижскимъ линіямъ.

Дюймъ для заводскихъ производствъ дѣлятъ на осьмья части.

Основная мѣра жидкостей есть *ведро*. Оно должно содержать въ себѣ 30 фунтовъ перегнанной воды при $13\frac{1}{3}^{\circ}$ Реомюра, взвѣшенной въ безвоздушномъ пространствѣ.

- 1 Ведро=0,4343 куб. фута=750,56 куб. дюймамъ.
- 1 Бочка=40 ведрамъ.
- 1 Ведро=8 штофамъ=10 кружкамъ=100 чаркамъ.
Фунтъ=вѣсу 25,0189 куб. дюйм. перегнанной воды, при температурѣ $13\frac{1}{3}^{\circ}$ Реомюра, взвѣшенной въ безвоздушномъ пространствѣ.
- 1 Берковецъ=10 пудамъ.
- 1 Фунтъ=32 лотамъ=96 золотн.
- 1 Золотникъ=96 долямъ.
- 1 Аптекарскій фунтъ= $\frac{7}{8}$ русск. фунта=12 унціямъ=96 драхмамъ=288 скрупуламъ=5760 гранамъ=84 золотникамъ=8064 долямъ обыкновеннаго вѣса.

27. Саксонія.

- 1 Fuss=12 Zoll=11,14 русск. дюйм.=0,398 арш.
- 1 Elle=2 Fuss=22,28 русск. дюйм.=0,79 арш.
- 1 Meile=32000 Fuss=8,49 верстъ.
- 1 Neues Pfund=1,22 русск. фунта.

1 Centner=100 Pfund=3,05 пуда.

1 Altes leipziger Pfund=1,14 русск. фунтамъ.

28. Сардинія, какъ во Франціи.

29. Сицилія и Неаполь.

1 Неаполитанская пальма = 10 дюймамъ = 10,416 русск. дюйм.=0,372 аршин.

1 Канна=10 пальмамъ=104,16 русск. дюйм.=3,72 арш.

1 Моджіо=10000 □ пальмамъ=0,064 десятины.

1 Бориль= $\frac{1}{12}$ botta=3,54 ведра.

1 Томоло=2,11 хлѣбныхъ мѣръ.

1 Роттоло=10 унціямъ=100 dramma=2,175 русск. фунта.

30. Турція.

1 Эндаце=25,7 русск. дюйм.=0,91 арш.

1 Пике=26,89 русск. дюйм.=0,96 арш.

1 Турецкая берри= $\frac{1}{3}$ фарсанга=1,56 верстъ.

1 Алмудъ=0,426 ведеръ.

1 Кило= $\frac{1}{4}$ фортина=0,209 хлѣбныхъ мѣрокъ.

1 Ока=400 драхмамъ=3,14 русск. фунта.

1 Контаръ=44 окамъ.

1 Батманъ въ 8, 6 и 2 ока.

31. Финляндія.

1 Локоть (künäre)=23,37 русск. дюйм.=0,83 арш.

1 Сажень (syli)=3 локтямъ=70,13 русск. дюйм.=2,5 арш.

1 Финляндская миля=10 верстамъ.

1 Tounneland=32 korland=0,451 десятины.

1 Ohm=4 анкерамъ=12,76 ведеръ

1 Канна= $1\frac{2}{3}$ русск. гарнца=0,209 хлѣбной мѣрки.

1 Каппа=2,1 канны.

1 Бочка (tünneri)=30 каппамъ.

1 Skolpund= $\frac{1}{20}$ lispund=1,03 русск. фунт.

32. Франція.

Употребительнѣйшія мѣры помѣщены выше въ таблицахъ; сверхъ того:

- 1 *Mètre* есть одна десятимилліонная часть $\frac{1}{4}$ земнаго меридіана=1,406 аршина.
- 1 *Gramme* есть вѣсъ одного кубическаго сантиметра воды при температурѣ $3\frac{1}{2}^{\circ}$ Реомюра=22,516 долей.
- 1 *Litre*, служащій мѣрою для сыпучихъ и жидкихъ тѣлъ, равенъ одному кубическому дециметру=0,0353 русск. куб. фут.=61,027 русск. куб. дюймамъ=0,305 гарнца=0,0815 ведра.
- 1 *Stère*=куб. метру и служитъ мѣрою дровъ=2,78 куб. аршина.
- 1 *Decistère*=3,532 куб. фута.
- 1 *Decastère*=1,029 куб. саж.
- 1 *Hectostère*=10,296 куб. саж.
- 1 *Парижскій футъ*=12 дюйм.=0,3248 метра.
- 1 *Парижскій дюймъ*=12 линіямъ=1,0656 русск. дюйма.
- 1 *Парижская линія*=0,0888138 русскаго дюйма.
- 1 *Toise*=6 парижскимъ футамъ=1,949 метра=2,74 арш.
- 1 Новый французскій футъ= $\frac{1}{3}$ метра=1,094 русск. фута=1,0261 парижскаго фута.
- 1 Французскій мириаметръ=10 километрамъ=9,374 версты.
- 1 Французская льё (*Lieue terrestre*)= $\frac{1}{25}$ градуса=4,173 версты.

33. Швейцарія.

- 1 Fuss=10 Zoll=100 Linien=11,811 русск. дюйм.=0,421 арш.
- 1 Ruthe=10 Fuss.

- 1 Klafter=6 Fuss.
 1 Wegstunde=4,499 верстъ.
 1 Juchart=0,329 десятины.
 1 Malter=10 Sester=100 Imi=5,716 хлѣбныхъ мѣрокъ.
 1 Saum (Ohm)=100 Maass=12,2 ведра.
 1 Centner=10 Pfund=122 русск. фунта.

34. Швеція.

- 1 Футъ=12 дюйм. (tum)=144 линіямъ=11,68 русск. дюйм.
 =0,417 арш.
 1 Локоть (alnar)=2 фут.
 1 Famn=6 фут.=2,5 арш.
 1 Шведская миля=10,02 верстъ.
 1 Skölpund=32 Lod=1,038 русскаго фунта.
 1 Centner=120 Pfund=3,11 пудъ.

*Сравнительная таблица употребительнѣйшихъ линей-
 ныхъ мѣръ.*

Русскій или англійскій футъ.	Прусскій футъ.	Австрійскій футъ.	Баварскій футъ.	Баденскій или Швей- царскій футъ	Парижскій футъ.	Метръ.
1	0,9711	0,9642	1,0443	0,0160	0,9383	0,3048
1,0297	1	0,9929	1,0754	1,0462	0,9662	0,3139
1,0371	0,0072	1	1,0831	1,0537	0,9731	0,3161
0,9576	0,9299	0,9233	1	0,9729	0,8985	0,2919
0,9843	0,9559	0,9490	1,0279	1	0,9235	0,3000
1,0658	1,0350	1,0276	1,1130	1,0828	1	0,3248
3,2809	3,1862	3,1635	3,4263	3,3333	3,0784	1

Сравнительная таблица употребительнѣйшихъ мѣръ по-
верхностей.

Русскій или англійскій футъ.	Прусскій футъ.	Австрійскій футъ.	Баварскій футъ.	Баденскій или Швецар- скій футъ.	Парижскій футъ.	метръ.
1	0,9431	0,9297	1,0906	1,0322	0,8804	0,0929
1,0603	1	0,9858	1,1564	1,0945	0,9335	0,0985
1,0756	0,0144	1	1,1731	1,1103	0,9470	0,0999
0,9446	0,8647	0,8525	1	0,9169	0,8072	0,0852
0,9688	0,9137	0,9007	1,0566	1	0,8529	0,0900
1,1359	1,0712	1,0560	1,2388	1,1725	1	0,1055
10,764	10,152	10,007	11,740	11,111	9,4768	1

Сравнительная таблица употребительнѣйшихъ кубиче-
скихъ мѣръ.

Русскій или англійскій куб. футъ.	Прусскій куб. футъ.	Австрійскій куб. футъ.	Баварскій куб. футъ.	Баденск или Швейцарск. куб. футъ.	Парижскій куб. футъ.	Куб. метръ.
1	0,9159	0,8964	1,1389	1,0487	0,8261	0,0283
1,0918	1	0,9787	1,2435	1,1450	0,9019	0,0309
1,1156	1,0217	1	1,2706	1,1699	0,9215	0,0316
0,8780	0,8042	0,7871	1	0,9208	0,7253	0,0249
0,9536	0,8733	0,8548	1,0860	1	0,7877	0,0270
1,2106	1,1087	1,0852	1,1788	1,2695	1	0,0343
35,317	32,346	31,658	40,224	37,037	29,174	1

Сравнительная таблица употребительнѣйшихъ вѣсовъ.

Русскій фунтъ.	Прусскій фунтъ.	Австрійскій фунтъ.	Баденск.или Швейцар- скій фунтъ.	Англійскій фунтъ (ав. d. p.).	Килограммъ.
1	0,8755	0,7312	0,8199	0,9028	0,4095
1,1421	1	0,8352	0,9354	1,0311	0,4677
1,3674	1,1974	1	1,1200	1,2346	0,5600
1,2209	1,0694	0,8928	1	1,1023	0,5000
1,1076	0,9698	0,8100	0,9272	1	0,4536
2,4419	2,1381	1,7857	2,0000	2,2046	1

Сравнительная таблица путевыхъ мѣръ.

Верста.	Итальянск. миля= $\frac{1}{60}$ гр. экват.	Прусская миля=24000 фут.	Австрійская миля=24000 фут.	Англійская миля=5280 фут.	Французск. льё= $\frac{1}{25}$ гр. экват.
1	0,5750	0,1416	0,1406	0,6628	0,2396
1,7389	1	0,2462	0,2445	1,1527	0,4166
7,0610	4,0600	1	0,9928	4,6806	1,6918
7,1117	4,0892	1,0072	1	4,7141	1,7040
1,5085	0,8675	0,2136	0,2121	1	0,3614
4,1735	2,4000	0,5909	0,5867	2,7665	1

Замѣчаніе. Одна нѣмецкая или географическая миля= $\frac{1}{15}$ градуса экватора=6,9559 верстъ.

АРИΘΜΕΤΙΚΑ.

О ПРОСТЫХЪ ДРОБЯХЪ.

Правильная дробь, напимѣрь $\frac{5}{6}$, выражаетъ собою часть единицы, взятой за мѣру, и состоитъ изъ *числителя и знаменателя*. Знаменатель пишется подъ чертою и показываетъ, на сколько частей раздѣлена единица; числитель же показываетъ сколько такихъ частей берется. Такъ напимѣрь: дробь $\frac{5}{6}$ аршина, или фута означаетъ, что аршинъ, или футъ раздѣленъ на 6 равныхъ частей, и что этихъ частей надобно взять 5.

Въ правильной дробѣ, какова $\frac{5}{6}$, числитель всегда меньше знаменателя, но бываютъ еще дробѣ *неправильныя*; у нихъ числитель болѣе знаменателя, напимѣрь $\frac{47}{5}$, и сами онѣ выражаютъ уже не часть единицы, но величину бѣольшую единицы.

Чтобъ *неправильную дробь превратить въ цѣлое число съ дробью*, числителя ея раздѣляютъ на знаменателя и къ частному прибавляютъ новую дробь, числитель которой есть происшедшій отъ раздѣленія остатокъ, а знаменатель тотъ же что былъ прежде. Такъ, напимѣрь, взявъ дробь $\frac{47}{5}$ получимъ:

$$\frac{47}{5} = 9 + \frac{2}{5} \text{ или } 9\frac{2}{5}.$$

Чтобъ *цѣлое число съ дробью превратить въ неправильную дробь*, надобно цѣлое число помножить на знаменателя дробѣ, къ произведенію приложить числителя, и подъ суммою подписать того же знаменателя; такъ напимѣрь, взявъ $9\frac{2}{5}$, получимъ: $9 \times 5 = 45 + 2 = 47$ и слѣдовательно $9\frac{2}{5} = \frac{47}{5}$.

Чтобы данное цѣлое число, напримѣръ 7, выразить въ видѣ неправильной дроби, имѣющей знаменателемъ какое нибудь данное число, напримѣръ 9, надобно: цѣлое число помножить и раздѣлить на даннаго знаменателя, такимъ образомъ получимъ:

$$7 = \frac{7 \times 9}{9} = \frac{63}{9}.$$

Дробь не уменьшается и не увеличивается, если числителя и знаменателя ея помножить или раздѣлить на одно и то же число. Такъ напримѣръ:

$$\frac{3}{4} = \frac{3 \times 2}{4 \times 2} = \frac{6}{8} \quad \text{или} \quad \frac{8}{12} = \frac{8 : 4}{12 : 4} = \frac{2}{3}.$$

Такое свойство дробей даетъ возможность приводить ихъ къ одному знаменателю. Чтобы привести дроби къ одному знаменателю, надобно числителя и знаменателя каждой дроби помножить на произведение изъ знаменателей прочихъ дробей; напримѣръ, пусть требуется привести къ одному знаменателю дроби: $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$ и $\frac{6}{7}$.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{3 \times 21}{4 \times 21} = \frac{63}{84} \text{ ибо } 3 \times 7 = 21 \\ \frac{2 \times 28}{3 \times 28} = \frac{56}{84} \text{ ибо } 4 \times 7 = 28 \\ \text{и } \frac{6 \times 12}{7 \times 12} = \frac{72}{84} \text{ ибо } 3 \times 4 = 12 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Слѣдовательно на мѣсто} \\ \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{6}{7} \text{ получаемъ} \\ \frac{63}{84}, \frac{56}{84} \text{ и } \frac{72}{84}. \end{array}$$

О сложении простыхъ дробей.

Правило. Если дроби имѣютъ одинаковые знаменатели, то надо сложить ихъ числители и подписать того

же знаменателя, если же не имѣютъ, то необходимо предварительно привести ихъ къ таковому. Напримѣръ:

$$\frac{5}{12} + \frac{7}{12} + \frac{11}{12} = \frac{23}{12} \text{ или } \frac{3}{4} + \frac{2}{3} + \frac{6}{7} = \frac{63}{84} + \frac{56}{84} + \frac{72}{84} = \frac{191}{84}.$$

О вычитаніи простыхъ дробей.

Правило. Если дроби имѣютъ одинаковые знаменатели, то берутъ разность ихъ числителей и подписываютъ общаго знаменателя, если же не имѣютъ, то необходимо предварительно привести ихъ къ таковому, напримѣръ:

$$\frac{7}{8} - \frac{3}{8} = \frac{4}{8}; \text{ или } \frac{3}{4} - \frac{1}{7} = \frac{21}{28} - \frac{4}{28} = \frac{17}{28}.$$

Если вычитать приходится цѣлыя числа, или изъ цѣлыхъ чиселъ, то эти послѣднія превращаютъ сперва въ неправильныя дроби, напримѣръ:

$$8 - \frac{4}{7} = \frac{56}{7} - \frac{4}{7} = \frac{52}{7}; \text{ или } \frac{15}{4} - 3 = \frac{15}{4} - \frac{12}{4} = \frac{3}{4}.$$

О умноженіи простыхъ дробей.

Правило 1. Чтобъ умножить цѣлое число на дробь, или дробь на цѣлое число, надобно цѣлое число помножить на числителя дроби и подписать того же знаменателя, напримѣръ:

$$\frac{3}{7} \times 4 = \frac{12}{7}; 5 \times \frac{4}{8} = \frac{20}{8}.$$

Правило 2. Чтобъ умножить дробь на дробь, надоб-

но числителей и знаменателей перемножить взаимно, напимѣрь:

$$\frac{3}{7} \times \frac{4}{8} = \frac{12}{56}.$$

Правило 3. Если одинъ изъ множителей, или даже оба, будутъ состоять изъ цѣлаго числа съ дробью, то надобно сперва превратить ихъ въ неправильныя дроби, напимѣрь:

$$2\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{3} = \frac{5}{2} \times \frac{4}{3} = \frac{20}{6}; \quad 4 \times 3\frac{1}{5} = 4 \times \frac{16}{5} = \frac{64}{5}.$$

О дѣленіи простыхъ дробей.

Правило 1. Чтобъ раздѣлить дробь на цѣлое число, надобно числителя дроби оставить какъ онъ есть, а знаменателя умножить на данное число, напимѣрь:

$$\frac{3}{7} : 4 = \frac{3}{28}.$$

Правило 2. Чтобъ цѣлое число раздѣлить на дробь, надобно это данное цѣлое число умножить на знаменателя дроби и произведеніе раздѣлить на числителя ея, напимѣрь:

$$4 : \frac{3}{7} = \frac{28}{3} = 9\frac{1}{3}.$$

Правило 3. Чтобъ раздѣлить дробь на дробь, надобно дробь дѣлимаго умножить на обращенную дробь дѣлителя; напимѣрь:

$$\frac{4}{7} : \frac{2}{5} = \frac{4}{7} \times \frac{5}{2} = \frac{20}{14}; \quad \frac{2}{5} : \frac{4}{7} = \frac{2}{5} \times \frac{7}{4} = \frac{14}{20}.$$

Замѣчаніе. Если при дѣленіи встрѣтятся цѣлыя числа съ дробями, ихъ необходимо предварительно превращать въ неправильныя дроби.

О ДЕСЯТИЧНЫХЪ ДРОБЯХЪ.

Десятичною дробью называется такая дробь, у которой знаменатель состоитъ изъ единицы съ нулями, такъ, напимѣръ $\frac{3}{10}$, $\frac{3}{100}$ и $\frac{3}{1000}$ суть дроби десятичныя.

Дроби эти, подобно простымъ, могутъ быть соединены съ цѣлыми числами, такъ напимѣръ:

$$5\frac{3}{10}, 5\frac{3}{100} \text{ и } 5\frac{3}{1000}.$$

Для упрощенія вида десятичныхъ дробей, условились, что если поставлено подъ рядъ нѣсколько цифръ въ одной строкѣ, и цифры эти раздѣлены на двѣ части запятою, то первая изъ нихъ, по лѣвую сторону запятой, выражаетъ единицы цѣлыхъ чиселъ; первая цифра, по правую сторону запятой,—десятыя части единицы, вторая цифра послѣ нея по правую сторону—сотыя части единицы, третья—тысячныя части единицы и т. д.

Основываясь на такомъ условіи, вышеозначенныя дроби можно написать иначе, а именно: 5,3 ; 5,03, 5,003—или, если при нихъ цѣлыхъ чиселъ не находится, то 0,3 ; 0,03 и 0,003.

Далѣе, чтобъ пояснить лучше нумерацію десятичныхъ чиселъ, возьмемъ три дроби $\frac{3}{10}$, $\frac{7}{100}$ и $\frac{5}{1000}$ приведемъ ихъ къ одному знаменателю и сложимъ,

$$\frac{300}{1000} + \frac{70}{1000} + \frac{5}{1000} = \frac{375}{1000};$$

но сообразно съ вышесказаннымъ, мы можемъ означенныя дроби написать такъ: 0,3 + 0,07 + 0,005, или прямо 0,375.

поступаютъ совершенно такъ, какъ съ цѣлыми числами, на примѣръ 37,425

$$\begin{array}{r} 8,72 \\ 436,0 \\ 0,54 \\ 68,034 \\ \hline 550,719 \end{array}$$

Въ полученной суммѣ запятая становится по направленію той же вертикальной линіи.

О вычитаніи десятичныхъ дробей.

Правило. Данныя дроби пишутъ одну подъ другою, располагая такъ, чтобъ запятыя приходились на одной вертикальной линіи и потомъ поступаютъ совершенно такъ, какъ съ цѣлыми числами, въ полученной разности запятая ставится по направленію той же вертикальной линіи. На примѣръ: 68,740

$$\begin{array}{r} - 53,837 \\ \hline 14,903. \end{array}$$

Если въ уменьшаемомъ менѣе десятичныхъ знаковъ, чѣмъ въ вычитаемомъ, число ихъ дополняютъ нулями, на примѣръ: 737,000

$$\begin{array}{r} - 73,534 \\ \hline 663,466 \end{array}$$

О умноженіи десятичныхъ дробей.

Правило. Откинувъ запятыя, производятъ умноженіе

$$\begin{array}{r} 4005 \\ \times 327 \\ \hline 28035 \\ 8010 \\ 12015 \\ \hline 13,09635 \end{array}$$

дробей какъ цѣлыхъ чиселъ и потомъ въ произведеніи, отъ правой руки къ лѣвой, отдѣляютъ столько десятичныхъ знаковъ запятою, сколько находится ихъ во множимомъ и множителѣ вмѣстѣ; на примѣръ, пусть надобно 4,005 помножить на 3,27.

Отбросивъ запятая и перемножая 4005 на 327, получимъ 1309635, въ которомъ и отдѣляемъ запятою 5 десятичныхъ знаковъ, слѣдовательно

$$4,005 \times 3,27 = 13,09635.$$

О дѣленіи десятичныхъ дробей.

Правило. Помощію прибавленія нулей съ правой стороны приводятъ данныя дроби къ одному знаменателю, а потомъ, откинувъ запятая, производятъ дѣленіе какъ цѣлыхъ чиселъ; на примѣръ, пусть требуется 173,5425 раздѣлить на 3,75. Приводя къ одному знаменателю, получимъ:

1735425	37500
150000	46,278.
235425	
225000	
104250	
75000	
292500	
262500	
300000	
300000	
0.	

173,5425 и 3,7500.

Далѣе, откидывая запятая, производимъ дѣленіе какъ простыхъ чиселъ и ставимъ запятую въ частномъ тотчасъ по прибавленіи къ разности 10425

нуля за неимѣніемъ болѣе цифръ въ дѣлимомъ.

Примѣръ 2. Пусть 0,0375 надобно раздѣлить на 5.

375000	50000
35000	0,0075.
25000	
25000	
0.	

Къ дѣлителю 5, какъ къ числу цѣлому, прибавляемъ, съ правой стороны, столько нулей, сколько находится десятичныхъ знаковъ въ дѣлимомъ, т. е. 4 и потомъ, откинувъ запятая, поступаемъ, какъ если бы приходилось дѣлить 375 на 50000,

т. е. при раздѣленіи меньшаго числа на большее, въ частномъ ставятъ столько нулей, сколько нужно прибавить ихъ къ дѣлимому, т. е. къ 375, чтобы въ немъ могъ задаваться дѣлитель, т. е. 50000.

Итакъ, получимъ $\frac{0,0375}{5} = 0,0075.$

О ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОПОРЦИИ.

Геометрическимъ отношеніемъ двухъ чиселъ, напри-
мѣръ 18 и 6; 15 и 5, называется частное, происшедшее
отъ раздѣленія ихъ одного на другое.

Такимъ образомъ

$$\frac{18}{6}=3 \dots \text{или} \frac{15}{5}=3$$

$$\frac{6}{18}=0,333 \dots \frac{5}{15}=0,333 \dots$$

Изъ этихъ примѣровъ видно, что хотя числа и неоди-
наковы, однакожъ геометрическія отношенія ихъ, како-
вы 3 и 0,333 . . . выходятъ однѣ и тѣ же. Равенство
двухъ такихъ геометрическихъ отношеній называется ге-
ометрическою пропорціею, и слѣдовательно:

$$\frac{18}{6} = \frac{15}{5} \text{ или } \frac{6}{18} = \frac{5}{15}$$

будутъ геометрическія пропорціи, которыя условились
писать такъ: $18:6::15:5$ или $6:18=5:15$ и произносить:
*„какъ 18 относится къ 6, такъ 15 относится къ 5, или
иначе: во сколько разъ 18 больше 6, во столько разъ 15
больше 5.*

Геометрическая пропорція имѣетъ то свойство, что
произведеніе ея крайнихъ членовъ равно произведенію
среднихъ, т. е. что $18 \times 5 = 6 \times 15$. И дѣйствительно
 $90=90$.

Свойство это даетъ возможность, по даннымъ тремъ
членамъ пропорціи, находить четвертый.

Правило 1. Если въ пропорціи неизвѣстенъ средній членъ, надобно взять произведеніе крайнихъ и раздѣлить его на другой средній; напримѣръ, если имѣемъ

$$18:6 :: x:5, \text{ то } x = \frac{5 \times 18}{6} = \frac{90}{6} = 15.$$

Правило 2. Если въ пропорціи неизвѣстенъ крайній членъ, надобно взять произведеніе среднихъ и раздѣлить его на другой крайній; напримѣръ, если имѣемъ

$$18:6 :: 15:x, \text{ то } x = \frac{15 \times 6}{18} = \frac{90}{18} = 5.$$

О КВАДРАТНОМЪ КОРНѢ.

Если какое нибудь число помножить само на себя, какъ напримѣръ 6×6 или 9×9 , то произведенія 36 и 81 будутъ *квадратами* или *вторыми степенями* этихъ чиселъ, самыя же числа 6 и 9 получаютъ названіе *корней*.

Корни квадратовъ, а также кубовъ, состоящіе изъ одной цифры, т. е. только изъ единицъ, могутъ быть находимы прямо по слѣдующей таблицѣ:

Корни.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Квадраты.	1	4	9	16	25	36	49	64	81
Кубы.	1	8	27	64	125	216	343	512	729

Чтожъ касается до корней, которые состоятъ изъ нѣсколькихъ цифръ, т. е. изъ единицъ, десятковъ и проч.,

то мы отысканіе ихъ пояснимъ примѣромъ. Пусть требуется найти квадратный корень изъ 76176?

число	корень.
7,61,76	276 276 × 276 = 76176
4	
$2 \times 2 = 4$; 47	361, 47 × 7 = 329
	329
$27 \times 2 = 54$; 546	3276, 546 × 6 = 3276
	3276
	0

т. е, данное число раздѣляютъ отъ правой руки къ лѣвой, запятыми, на грани, содержащія въ себѣ по двѣ цифры; послѣдняя грань можетъ имѣть одну цифру, какъ на примѣръ у насъ 7.

Къ первой грани, т. е. къ числу 7, приписываютъ по таблицѣ ближайшій квадратъ, т. е. 4, и вычитая его изъ 7, къ остатку сносятъ слѣдующую грань, т. е. 61.

Корень отысканнаго по таблицѣ, ближайшаго квадрата въ первой грани, т. е. корень 4-хъ 2, будетъ первымъ членомъ корня даннаго числа. Этотъ первый членъ корня удваиваютъ, чрезъ что получаютъ 4, и потомъ, по соображенію, находятъ для второго члена корня такое число (въ нашемъ примѣрѣ 7), которое, будучи поставлено съ правой руки четырехъ, дало бы такое число (47), которое, будучи помножено на него, т. е. на 7, дало бы произведеніе, сколь возможно близкое къ 361, какъ у насъ 329. Затѣмъ снова производятъ вычитаніе и снова къ остатку сносятъ слѣдующую грань 76.

Полученные два члена корня 27 удваиваютъ, что даетъ 54, и потомъ опять ищутъ, по соображенію, для 3-го члена корня, такое число, которое, будучи приставлено къ 54 (въ нашемъ случаѣ 6) и потомъ все число 546

умножено на него, т. е. на 6, дало бы произведение по возможности близкое къ 3276; такъ продолжаютъ до послѣдней грани. Если послѣ снесенія послѣдней грани корень не извлеченъ еще совершенно, то это значить, что онъ состоитъ изъ цѣлаго числа и дроби. Въ случаѣ желанія имѣть его въ такомъ видѣ, прибавляютъ каждый разъ къ остатку, на мѣсто грани изъ цифръ, грань изъ двухъ нулей (00); въ корнѣ ставятъ запятую, для отдѣленія десятичныхъ знаковъ.

Когда данное для извлеченія корня число состоитъ изъ цѣлаго и дроби, десятичные ея знаки дѣлятся на грани отъ лѣвой руки къ правой и если послѣдняя грань будетъ имѣть одну цифру, къ ней прибавляется 0; запятая же въ полученномъ корнѣ ставится тотчасъ по снесеніи первой десятичной грани, самый ходъ вычисленія остается неизмѣняемымъ.

Пусть, напримѣръ, надобно извлечь квадратный корень изъ числа 7680,7696.

Число	Корень
76,80,76,96	87,64
	64
$2 \times 8 = 16;$	167
	1280
	1169;
	$167 \times 7 = 1169.$
$2 \times 87 = 174;$	1746
	11176
	10476;
	$1746 \times 6 = 10476.$
$2 \times 876 = 1752;$	17524
	70096
	70096;
	$17524 \times 4 = 70096.$
	0

И дѣйствительно $87,64 \times 87,64 = 7680,7696.$

О КУБИЧЕСКОМЪ КОРНѢ.

Если квадратъ какого нибудь числа, на примѣръ 36, умножить на его корень 6, произведеніе 216 называется *кубомъ* 6, а самое число 6 кубическимъ *корнемъ* 216. Кубы, состоящія изъ одной цифры, т. е. только изъ единицъ, могутъ быть прямо находимы въ таблицѣ (смотри о квадратномъ корнѣ), отысканіе же кубовъ, состоящихъ изъ единицъ, десятковъ и т. д. мы пояснимъ примѣромъ.

Пусть требуется найти кубическій корень числа 596947688.

	число	куб. корень.
	596,947,688	842
	512	
	849,47	
$8^2 = 64 \times 3 =$	192	768
$4^2 = 16 \times 3 =$	48	384
$4^3 = 64$	...	64
	80704	
$84^2 = 7056 \times 3 =$	21168	42436,88
		42336
$2^2 = 4 \times 3 =$	...	12
$2^3 =$	...	8
	4243688	
	0.	

Данное число дѣлать запятыми, отъ правой руки къ лѣвой, на грани, содержащія по 3 цифры. Первая грань съ лѣвой стороны можетъ содержать и 2 и 1 цифру. Къ первой грани, т. е. къ 596, отыскиваютъ по таблицѣ ближайшій кубъ, т. е. 512, корень которато 8 будетъ первымъ членомъ куб. корня даннаго числа.

512 вычитаютъ изъ 596 и къ остатку сносятъ слѣдующую грань 947; въ полученномъ такимъ образомъ числѣ 84947 отдѣляютъ съ правой стороны, запятою, двѣ цифры, т. е. 4 и 7.

За тѣмъ берутъ утроенный квадратъ перваго члена корня, т. е. $8^2=64 \times 3=192$ и смотрятъ сколько разъ число 192 заключается въ 849, т. е. въ цифрахъ стоящихъ по лѣвую сторону запятой. Въ нашемъ примѣрѣ можно задаться четырьмя. Это число 4 будетъ вторымъ членомъ корня.

Далѣе 192 множатъ на 4 и произведеніе 768 подписываютъ такъ, чтобъ единицы его, т. е. 8 приходились подъ 9. Потомъ берутъ утроенный квадратъ второго члена корня, т. е. 4-хъ; $4^2=16 \times 3=48$ и множатъ его на первый членъ корня, т. е. на 8; произведеніе $48 \times 8=384$ подписываютъ подъ прежнимъ произведеніемъ 768 одною цифрою выступя впередъ.

Наконецъ берутъ кубъ второго члена т. е. 4-хъ; $4^3=64$, и подписываютъ его подъ послѣднимъ произведеніемъ 384, тоже одною цифрою выступя впередъ.

Три величины, такимъ образомъ написанныя, т. е. 768, 384 и 64 складываютъ, сумму 80704 вычитаютъ изъ 84947; къ разности 4243 сносятъ слѣдующую грань и въ полученномъ числѣ 4243688 отдѣляютъ запятою, справа, двѣ цифры т. е. 8 и 8; берутъ снова утроенный квадратъ первыхъ двухъ членовъ корня, т. е. 84-хъ; $84^2 \times 3=21168$ и смотрятъ, сколько разъ это число содержится въ 42436, частное 2 будетъ третій членъ корня. Далѣе ходъ исчисления продолжается тѣмъ же порядкомъ до послѣдней грани.

Если по снесеніи послѣдней грани корень не извлекся совершенно, и желаютъ получить его въ видѣ цѣлаго числа и десятичной дроби, то на мѣсто граней изъ цифръ

прибавляютъ каждый разъ къ остатку по три нуля, а въ корнѣ ставятъ запятую.

Если данное число имѣеть десятичные знаки, ихъ дѣ-
лятъ на грани отъ лѣвой руки къ правой, соблюдая при
томъ, чтобъ во всякой грани непремѣнно было по 3 циф-
ры, и добавляя, въ случаѣ противнаго, послѣднюю грань
нулями.—Запятая ставится въ корнѣ, тотчасъ по снесе-
ніи первой десятичной грани, такъ напримѣръ, еслибъ
намъ дано было число 596947.688 вмѣсто 596947688, мы
въ корнѣ получили бы 84,2.



ТАБЛИЦА,

*содержащая квадратные и кубические корни чиселъ отъ
1 до 1,000.*

Число.	Кв. кор.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
1	1,0000	1,0000	33	5,7445	3,2075
2	1,4142	1,2599	34	5,8309	3,2396
3	1,7320	1,4420	35	5,9160	3,2710
4	2,0000	1,5874	36	6,0000	3,3019
5	2,2360	1,7099	37	6,0827	3,3322
6	2,4494	1,8171	38	6,1644	3,3619
7	2,6457	1,9129	39	6,2449	3,3912
8	2,8284	2,0000	40	6,3245	3,4199
9	3,0000	2,0800	41	6,4031	3,4482
10	3,1622	2,1544	42	6,4807	3,4760
11	3,3166	2,2239	43	6,5574	3,5033
12	3,4641	2,2894	44	6,6332	3,5303
13	3,6055	2,3513	45	6,7082	3,5568
14	3,7416	2,4101	46	6,7823	3,5830
15	3,8729	2,4662	47	6,8556	3,6088
16	4,0000	2,5198	48	6,9282	3,6342
17	4,1231	2,5712	49	7,0000	3,6593
18	4,2426	2,6207	50	7,0710	3,6840
19	4,3588	2,6684	51	7,1414	3,7084
20	4,4721	2,7144	52	7,2111	3,7325
21	4,5825	2,7589	53	7,2801	3,7562
22	4,6904	2,8020	54	7,3484	3,7797
23	4,7958	2,8438	55	7,4161	3,8029
24	4,8989	2,8844	56	7,4833	3,8258
25	5,0000	2,9240	57	7,5498	3,8485
26	5,0990	2,9624	58	7,6157	3,8708
27	5,1961	3,0000	59	7,6811	3,8929
28	5,2915	3,0365	60	7,7459	3,9148
29	5,3851	3,0723	61	7,8102	3,9364
30	5,4772	3,1072	62	7,8740	3,9578
31	5,5677	3,1413	63	7,9372	3,9790
32	5,6568	3,1748	64	8,0000	4,0000

Число.	Кв. кур.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
65	8,0622	4,0207	103	10,1488	4,6875
66	8,1240	4,0412	104	10,1980	4,7026
67	8,1853	4,0615	105	10,2469	4,7176
68	8,2462	4,0816	106	10,2956	4,7326
69	8,3066	4,1015	107	10,3440	4,7474
70	8,3666	4,1212	108	10,3923	4,7622
71	8,4261	4,1408	109	10,4403	4,7768
72	8,4852	4,1601	110	10,4880	4,7914
73	8,5440	4,1793	111	10,5356	4,8058
74	8,6023	4,1983	112	10,5830	4,8202
75	8,6602	4,2171	113	10,6301	4,8345
76	8,7177	4,2358	114	10,6770	4,8488
77	8,7749	4,2543	115	10,7238	4,8629
78	8,8317	4,2726	116	10,7703	4,8769
79	8,8881	4,2908	117	10,8166	4,8909
80	8,9442	4,3088	118	10,8627	4,9048
81	9,0000	4,3267	119	10,9087	4,9186
82	9,0553	4,3444	120	10,9544	4,9324
83	9,1104	4,3620	121	11,0000	4,9460
84	9,1651	4,3795	122	11,0453	4,9596
85	9,2195	4,3968	123	11,0905	4,9731
86	9,2736	4,4140	124	11,1355	4,9866
87	9,3273	4,4310	125	11,1803	5,0000
88	9,3808	4,4479	126	11,2249	5,0132
89	9,4339	4,4647	127	11,2694	5,0265
90	9,4868	4,4814	128	11,3137	5,0396
91	9,5393	4,4979	129	11,3578	5,0527
92	9,5916	4,5143	130	11,4017	5,0657
93	9,6436	4,5306	131	11,4455	5,0787
94	9,6953	4,5468	132	11,4891	5,0916
95	9,7467	4,5629	133	11,5325	5,1044
96	9,7979	4,5788	134	11,5758	5,1172
97	9,8488	4,5947	135	11,6189	5,1299
98	9,8994	4,6104	136	11,6619	5,1425
99	9,9498	4,6260	137	11,7046	5,1551
100	10,0000	4,6415	138	11,7473	5,1676
101	10,0498	4,6570	139	11,7898	5,1801
102	10,0995	4,6723	140	11,8321	5,1924

Число.	Кв. кор.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
141	11,8743	5,2048	179	13,3790	5,6357
142	11,9163	5,2171	180	13,4164	5,6462
143	11,9582	5,2293	181	13,4536	5,6566
144	12,0000	5,2414	182	13,4907	5,6670
145	12,0415	5,2535	183	13,5277	5,6774
146	12,0830	5,2656	184	13,5646	5,6877
147	12,1243	5,2776	185	13,6014	5,6980
148	12,1655	5,2895	186	13,6381	5,7082
149	12,2065	5,3014	187	13,6747	5,7184
150	12,2474	5,3132	188	13,7113	5,7286
151	12,2882	5,3250	189	13,7477	5,7387
152	12,3288	5,3368	190	13,7840	5,7488
153	12,3693	5,3484	191	13,8202	5,7589
154	12,4096	5,3601	192	13,8564	5,7689
155	12,4498	5,3716	193	13,8924	5,7789
156	12,4899	5,3832	194	13,9283	5,7889
157	12,5299	5,3946	195	13,9642	5,7988
158	12,5698	5,4061	196	14,0000	5,8087
159	12,6095	5,4175	197	14,0356	5,8186
160	12,6491	5,4288	198	14,0712	5,8284
161	12,6885	5,4401	199	14,1067	5,8382
162	12,7279	5,4513	200	14,1421	5,8480
163	12,7671	5,4625	201	14,1774	5,8577
164	12,8062	5,4737	202	14,2126	5,8674
165	12,8452	5,4848	203	14,2478	5,8771
166	12,8840	5,4958	204	14,2828	5,8867
167	12,9228	5,5068	205	14,3178	5,8963
168	12,9614	5,5178	206	14,3527	5,9059
169	13,0000	5,5287	207	14,3874	5,9154
170	13,0384	5,5396	208	14,4222	5,9249
171	13,0766	5,5504	209	14,4568	5,9344
172	13,1148	5,5612	210	14,4913	5,9439
173	13,1529	5,5720	211	14,5258	5,9533
174	13,1909	5,5827	212	14,5602	5,9627
175	13,2287	5,5934	213	14,5945	5,9720
176	13,2664	5,6040	214	14,6287	5,9814
177	13,3041	5,6146	215	14,6628	5,9907
178	13,3416	5,6252	216	14,6969	6,0000

Число.	Кв. кур.	Куб. кор	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
217	14,7309	6,0092	255	15,9687	6,3413
218	14,7648	6,0184	256	16,0000	6,3496
219	14,7986	6,0276	257	16,0312	6,3578
220	14,8323	6,0368	258	16,0623	6,3660
221	14,8660	6,0459	259	16,0934	6,3743
222	14,8996	6,0550	260	16,1245	6,3825
223	14,9331	6,0641	261	16,1554	6,3906
224	14,9666	6,0731	262	16,1864	6,3988
225	15,0000	6,0822	263	16,2172	6,4069
226	15,0332	6,0911	264	16,2480	6,4150
227	15,0665	6,1001	265	16,2788	6,4231
228	15,0996	6,1091	266	16,3095	6,4312
229	15,1327	6,1180	267	16,3401	6,4392
230	15,1657	6,1269	268	16,3707	6,4473
231	15,1986	6,1357	269	16,4012	6,4553
232	15,2315	6,1446	270	16,4316	6,4633
233	15,2643	6,1534	271	16,4620	6,4712
234	15,2970	6,1622	272	16,4624	6,4792
235	15,3297	6,1710	273	16,5227	6,4871
236	15,3622	6,1797	274	16,5529	6,4950
237	15,3948	6,1884	275	16,5831	6,5029
238	15,4272	6,1971	276	16,6132	6,5108
239	15,4596	6,2058	277	16,6433	6,5186
240	15,4919	6,2142	278	16,6733	6,5265
241	15,5241	6,2230	279	16,7032	6,5343
242	15,5563	6,2316	280	16,7332	6,5421
243	15,5884	6,2402	281	16,7630	6,5499
244	15,6204	6,2487	282	16,7928	6,5576
245	15,6524	6,2573	283	16,8226	6,5654
246	15,6843	6,2658	284	16,8522	6,5731
247	15,7162	6,2743	285	16,8819	6,5808
248	15,7480	6,2823	286	16,9115	6,5885
249	15,7797	6,2911	287	16,9410	6,5962
250	15,8113	6,2996	288	16,9705	6,6038
251	15,8429	6,3079	289	17,0000	6,6114
252	15,8745	6,3163	290	17,0293	6,6191
253	15,9059	6,3247	291	17,0587	6,6267
254	15,9373	6,3330	292	17,0880	6,6342

Число.	Кв. кор.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
293	17,1172	6,6418	331	18,1934	6,9163
294	17,1464	6,6493	332	18,2208	6,9243
295	17,1755	6,6569	333	18,2482	6,9312
296	17,2046	6,6644	334	18,2756	6,9383
297	17,2336	6,6719	335	18,3030	6,9451
298	17,2626	6,6794	336	18,3303	6,9520
299	17,2916	6,6868	337	18,3575	6,9589
300	17,3205	6,6943	338	18,3847	6,9658
301	17,3493	6,7017	339	18,4119	6,9726
302	17,3781	6,7091	340	18,4390	6,9795
303	17,4068	6,7165	341	18,4661	6,9863
304	17,4355	6,7239	342	18,4932	6,9931
305	17,4642	6,7313	343	18,5202	7,0000
306	17,4928	6,7386	344	18,5472	7,0067
307	17,5214	6,7459	345	18,5741	7,0135
308	17,5499	6,7533	346	18,6010	7,0203
309	17,5783	6,7606	347	18,6279	7,0271
310	17,6068	6,7678	348	18,6547	7,0338
311	17,6351	6,7751	349	18,6815	7,0405
312	17,6635	6,7824	350	18,7082	7,0472
313	17,6918	6,7896	351	18,7349	7,0540
314	17,7200	6,7968	352	18,7616	7,0606
315	17,7482	6,8040	353	18,7882	7,0673
316	17,7763	6,8112	354	18,8148	7,0740
317	17,8044	6,8184	355	18,8414	7,0806
318	17,8325	6,8256	356	18,8679	7,0873
319	17,8605	6,8327	357	18,8944	7,0939
320	17,8885	6,8399	358	18,9208	7,1005
321	17,9164	6,8470	359	18,9472	7,1071
322	17,9443	6,8541	360	18,9736	7,1137
323	17,9722	6,8612	361	19,0000	7,1203
324	18,0000	6,8682	362	19,0262	7,1269
325	18,0277	6,8753	363	19,0525	7,1334
326	18,0554	6,8823	364	19,0787	7,1400
327	18,0831	6,8894	365	19,1049	7,1465
328	18,1107	6,8964	366	19,1311	7,1530
329	18,1383	6,9034	367	19,1572	7,1595
330	18,1659	6,9104	368	19,1833	7,1660

Число.	Кв. кур	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб кор.
369	19,2093	7,1725	407	20,1742	7,4107
370	19,2353	7,1790	408	20,1990	7,4168
371	19,2613	7,1855	409	20,2237	7,4229
372	19,2873	7,1919	410	20,2484	7,4289
373	19,3132	7,1984	411	20,2731	7,4349
374	19,3390	7,2048	412	20,2977	7,4410
375	19,3649	7,2112	413	20,3224	7,4470
376	19,3907	7,2176	414	20,3469	7,4530
377	19,4164	7,2240	415	20,3715	7,4590
378	19,4422	7,2304	416	20,3960	7,4650
379	19,4679	7,2367	417	20,4205	7,4709
380	19,4935	7,2431	418	20,4450	7,4769
381	19,5192	7,2495	419	20,4694	7,4829
382	19,5448	7,2558	420	20,4939	7,4888
383	19,5703	7,2621	421	20,5182	7,4948
384	19,5959	7,2684	422	20,5426	7,5007
385	19,6214	7,2747	423	20,5669	7,5066
386	19,6468	7,2810	424	20,5912	7,5125
387	19,6723	7,2873	425	20,6155	7,5184
388	19,6977	7,2936	426	20,6397	7,5243
389	19,7230	7,2998	427	20,6639	7,5302
390	19,7484	7,3061	428	20,6881	7,5361
391	19,7737	7,3123	429	20,7123	7,5419
392	19,7989	7,3186	430	20,7364	7,5478
393	19,8242	7,3248	431	20,7605	7,5536
394	19,8494	7,3310	432	20,7846	7,5595
395	19,8746	7,3372	433	20,8086	7,5653
396	19,8997	7,3434	434	20,8326	7,5711
397	19,9248	7,3495	435	20,8566	7,5769
398	19,9499	7,3557	436	20,8806	7,5827
399	19,9749	7,3619	437	20,9045	7,5885
400	20,0000	7,3683	438	20,9284	7,5943
401	20,0249	7,3741	439	20,9523	7,6001
402	20,0499	7,3803	440	20,9761	7,6059
403	20,0748	7,3864	441	21,0000	7,6116
404	20,0997	7,3925	442	21,0237	7,6174
405	20,1246	7,3986	443	21,0457	7,6232
406	20,1494	7,4047	444	21,0713	7,6288

Число.	Кв. кор.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
445	21,0950	7,6346	483	21,9772	7,8460
446	21,1187	7,6403	484	22,0000	7,8514
447	21,1423	7,6460	485	22,0227	7,8568
448	21,1660	7,6517	486	22,0454	7,8622
449	21,1896	7,6574	487	22,0680	7,8676
450	21,2132	7,6630	488	22,0907	7,8729
451	21,2367	7,6687	489	22,1133	7,8783
452	21,2602	7,6744	490	22,1359	7,8837
453	21,2837	7,6800	491	22,1585	7,8890
454	21,3072	7,6857	492	22,1810	7,8944
455	21,3307	7,6913	493	22,2036	7,8997
456	21,3541	7,6970	494	22,2261	7,9051
457	21,3775	7,7026	495	22,2485	7,9104
458	21,4009	7,7082	496	22,2710	7,9157
459	21,4242	7,7138	497	22,2934	7,9210
460	21,4476	7,7194	498	22,3159	7,9264
461	21,4709	7,7250	499	22,3383	7,9317
462	21,4941	7,7306	500	22,3606	7,9370
463	21,5174	7,7361	501	22,3830	7,9422
464	21,5406	7,7417	502	22,4053	7,9475
465	21,5638	7,7473	503	22,4276	7,9528
466	21,5870	7,7528	504	22,4499	7,9581
467	21,6101	7,7584	505	22,4722	7,9634
468	21,6333	7,7639	506	22,4944	7,9686
469	21,6564	7,7694	507	22,5166	7,9738
470	21,6794	7,7749	508	22,5388	7,9791
471	21,7025	7,7804	509	22,5610	7,9843
472	21,7255	7,7859	510	22,5831	7,9895
473	21,7485	7,7914	511	22,6053	7,9947
474	21,7715	7,7969	512	22,6274	8,0000
475	21,7944	7,8024	513	22,6495	8,0052
476	21,8174	7,8079	514	22,6715	8,0104
477	21,8403	7,8133	515	22,6936	8,0155
478	21,8632	7,8188	516	22,7156	8,0207
479	21,8860	7,8242	517	22,7376	8,0259
480	21,9089	7,8297	518	22,7596	8,0311
481	21,9317	7,8351	519	22,7815	8,0362
482	21,9544	7,8405	520	22,8035	8,0414

Число.	Кв. кор.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
521	22,8254	8,0466	559	23,6431	8,2376
522	22,8473	8,0517	560	23,6643	8,2425
523	22,8691	8,0568	561	23,6854	8,2474
524	22,8910	8,0620	562	23,7065	8,2523
525	22,9128	8,0671	563	23,7266	8,2572
526	22,9346	8,0722	564	23,7486	8,2621
527	22,9564	8,0773	565	23,7697	8,2670
528	22,9782	8,0824	566	23,7907	8,2719
529	23,0000	8,0875	567	23,8117	8,2767
530	23,0217	8,0926	568	23,8327	8,2816
531	23,0434	8,0977	569	23,8537	8,2864
532	23,0651	8,1028	570	23,8746	8,2913
533	23,0867	8,1079	571	23,8956	8,2961
534	23,1084	8,1129	572	23,9165	8,3010
535	23,1300	8,1180	573	23,9374	8,3058
536	23,1516	8,1230	574	23,9582	8,3106
537	23,1732	8,1281	575	23,9791	8,3155
538	23,1948	8,1331	576	24,0000	8,3203
539	23,2163	8,1382	577	24,0208	8,3251
540	23,2379	8,1432	578	24,0416	8,3299
541	23,2594	8,1482	579	24,0624	8,3347
542	23,2808	8,1532	580	24,0831	8,3395
543	23,3023	8,1573	581	24,1039	8,3443
544	23,3238	8,1633	582	24,1246	8,3491
545	23,3452	8,1683	583	24,1453	8,3539
546	23,3666	8,1733	584	24,1660	8,3586
547	23,3880	8,1782	585	24,1867	8,3634
548	23,4093	8,1832	586	24,2074	8,3682
549	23,4307	8,1882	587	24,2280	8,3729
550	23,4520	8,1932	588	24,2487	8,3777
551	23,4733	8,1981	589	24,2693	8,3824
552	23,4946	8,2031	590	24,2899	8,3872
553	23,5159	8,2080	591	24,3104	8,3919
554	23,5372	8,2130	592	24,3310	8,3966
555	23,5584	8,2179	593	24,3515	8,4013
556	23,5796	8,2228	594	24,3721	8,4061
557	23,6008	8,2278	595	24,3926	8,4108
558	23,6220	8,2327	596	24,4131	8,4155

Число.	Кв. кор.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
597	24,4335	8,4202	635	25,1992	8,5952
598	24,4540	8,4249	636	25,2190	8,5997
599	24,4744	8,4296	637	25,2388	8,6042
600	24,4948	8,4343	638	25,2586	8,6087
601	24,5153	8,4390	639	25,2784	8,6132
602	24,5356	8,4436	640	25,2982	8,6177
603	24,5560	8,4483	641	25,3179	8,6222
604	24,5764	8,4530	642	25,3377	8,6267
605	24,5967	8,4576	643	25,3574	8,6311
606	24,6170	8,4623	644	25,3771	8,6356
607	24,6373	8,4670	645	25,3968	8,6401
608	24,6576	8,4716	646	25,4165	8,6445
609	24,6779	8,4762	647	25,4361	8,6490
610	24,6981	8,4809	648	25,4558	8,6534
611	24,7184	8,4855	649	25,4754	8,6579
612	24,7386	8,4901	650	25,4950	8,6623
613	24,7588	8,4948	651	25,5147	8,6668
614	24,7790	8,4994	652	25,5342	8,6712
615	24,7991	8,5040	653	25,5538	8,6756
616	24,8193	8,5086	654	25,5734	8,6801
617	24,8394	8,5132	655	25,5929	8,6845
618	24,8596	8,5178	656	25,6124	8,6889
619	24,8797	8,5224	657	25,6320	8,6933
620	24,8997	8,5270	658	25,6515	8,6977
621	24,9198	8,5316	659	25,6709	8,7021
622	24,9399	8,5361	660	25,6904	8,7065
623	24,9599	8,5407	661	25,7099	8,7109
624	24,9799	8,5453	662	25,7293	8,7153
625	25,0000	8,5498	663	25,7487	8,7197
626	25,0199	8,5544	664	25,7681	8,7241
627	25,0399	8,5589	665	25,7875	8,7285
628	25,0599	8,5635	666	25,8069	8,7328
629	25,0798	8,5680	667	25,8263	8,7372
630	25,0998	8,5726	668	25,8456	8,7416
631	25,1197	8,5771	669	25,8650	8,7459
632	25,1396	8,5816	670	25,8843	8,7503
633	25,1594	8,5862	671	25,9036	8,7546
634	25,1793	8,5907	672	25,9229	8,7590

Число.	Кв. кор.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
673	25,9422	8,7633	711	26,6645	8,9253
674	25,9615	8,7677	712	26,6833	8,9294
675	25,9807	8,7720	713	26,7020	8,9336
676	26,0000	8,7763	714	26,7207	8,9378
677	26,0192	8,7807	715	26,7394	8,9420
678	26,0384	8,7850	716	26,7581	8,9461
679	26,0576	8,7893	717	26,7768	8,9503
680	26,0768	8,7936	718	26,7955	8,9545
681	26,0959	8,7979	719	26,8141	8,9586
682	26,1151	8,8022	720	26,8328	8,9628
683	26,1342	8,8065	721	26,8514	8,9669
684	26,1533	8,8108	722	26,8700	8,9711
685	26,1725	8,8151	723	26,8886	8,9752
686	26,1916	8,8194	724	26,9072	8,9793
687	26,2106	8,8237	725	26,9258	8,9835
688	26,2297	8,8280	726	26,9443	8,9876
689	26,2488	8,8322	727	26,9629	8,9917
690	26,2678	8,8365	728	26,9814	8,9958
691	26,2868	8,8408	729	27,0000	9,0000
692	26,3058	8,8450	730	27,0185	9,0041
693	26,3248	8,8493	731	27,0370	9,0082
694	26,3438	8,8535	732	27,0554	9,0123
695	26,3628	8,8578	733	27,0739	9,0164
696	26,3818	8,8620	734	27,0924	9,0205
697	26,4007	8,8663	735	27,1108	9,0246
698	26,4196	8,8705	736	27,1293	9,0287
699	26,4386	8,8748	737	27,1477	9,0328
700	26,4575	8,8790	738	27,1661	9,0368
701	26,4764	8,8832	739	27,1845	9,0409
702	26,4952	8,8874	740	27,2029	9,0450
703	26,5141	8,8917	741	27,2213	9,0491
704	26,5328	8,8959	742	27,2396	9,0531
705	26,5518	8,9001	743	27,2580	9,0572
706	26,5706	8,9043	744	27,2763	9,0613
707	26,5894	8,9085	745	27,2946	9,0653
708	26,6082	8,9127	746	27,3130	9,0694
709	26,6270	8,9169	747	27,3313	9,0734
710	26,6458	8,9211	448	27,3495	9,0775

Число.	Кв. кор.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
749	27,3678	9,0815	787	28,0535	9,2326
750	27,3861	9,0856	788	28,0713	9,2365
751	27,4044	9,0896	789	28,0892	9,2404
752	27,4226	9,0936	790	28,1069	9,2443
753	27,4408	9,0977	791	28,1247	9,2482
754	27,4590	9,1017	792	28,1424	9,2521
755	27,4772	9,1057	793	28,1602	9,2560
756	27,4954	9,1097	794	28,1780	9,2599
757	27,5136	9,1137	795	28,1957	9,2637
758	27,5317	9,1177	796	28,2134	9,2676
759	27,5499	9,1218	797	28,2311	9,2715
760	27,5680	9,1258	798	28,2488	9,2754
761	27,5862	9,1298	799	28,2665	9,2793
762	27,6043	9,1338	800	28,2842	9,2831
763	27,6224	9,1377	801	28,3019	9,2870
764	27,6405	9,1417	802	28,3196	9,2909
765	27,6586	9,1457	803	28,3372	9,2947
766	27,6767	9,1497	804	28,3548	9,2986
767	27,6947	9,1537	805	28,3725	9,3024
768	27,7128	9,1577	806	28,3901	9,3063
769	27,7308	9,1616	807	28,4077	9,3101
770	27,7488	9,1656	808	28,4253	9,3140
771	27,7668	9,1696	809	28,4429	9,3178
772	27,7848	9,1735	810	28,4604	9,3216
773	27,8028	9,1775	811	28,4780	9,3255
774	27,8208	9,1815	812	28,4956	9,3293
775	27,8388	9,1854	813	28,5131	9,3331
776	27,8567	9,1894	814	28,5306	9,3370
777	27,8747	9,1933	815	28,5482	9,3408
778	27,8926	9,1972	816	28,5657	9,3446
779	27,9105	9,2012	817	28,5832	9,3484
780	27,9284	9,2051	818	28,6006	9,3522
781	27,9463	9,2090	819	28,6181	9,3560
782	27,9642	9,2130	820	28,6356	9,3599
783	27,9821	9,2169	821	28,6530	9,3637
784	28,0000	9,2208	822	28,6705	9,3675
785	28,0178	9,2247	823	28,6879	9,3713
786	28,0356	9,2287	824	28,7054	9,3750

Число	Кв. кор.	Куб. кор	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
825	28,7228	9,3788	863	29,3768	9,5207
826	28,7402	9,3826	864	29,3938	9,5245
827	28,7576	9,3864	865	29,4108	9,5280
828	28,7749	9,3902	866	29,4278	9,5317
829	28,7923	9,3940	867	29,4448	9,5354
830	28,8097	8,3977	868	29,4618	9,5390
831	28,8270	9,4015	869	29,4788	9,5427
832	28,8444	9,4053	870	29,4957	9,5464
833	28,8617	9,4091	871	29,5127	9,5500
834	28,8790	9,4128	872	29,5296	9,5537
835	28,8963	9,4166	873	29,5465	9,5573
836	28,9136	9,4203	874	29,5634	9,5610
837	28,9309	9,4241	875	29,5803	9,5646
838	28,9482	9,4278	876	29,5972	9,5682
839	28,9654	9,4316	877	29,6141	9,5719
840	28,9827	9,4353	878	29,6310	9,5755
841	29,0000	9,4391	879	29,6379	9,5792
842	29,0172	9,4428	880	29,6647	9,5828
843	29,0344	9,4466	881	29,6816	9,5864
844	29,0516	9,4503	882	29,6984	9,5900
845	29,0688	9,4540	883	29,7153	9,5937
846	29,0860	9,4578	884	29,7321	9,5973
847	29,1032	9,4615	885	29,7489	9,6009
848	29,1204	9,4652	886	29,7657	9,6045
849	29,1376	9,4689	887	29,7825	9,6081
850	29,1547	9,4726	888	29,7993	9,6117
851	29,1719	9,4761	889	29,8161	9,6153
852	29,1890	9,4801	890	29,8328	9,6190
853	29,2061	9,4838	891	29,8496	9,6226
854	29,2232	9,4875	892	29,8663	9,6262
855	29,2403	9,4912	893	29,8831	9,6297
856	29,2574	9,4949	894	29,8998	9,6333
857	29,2745	9,4986	895	29,9165	9,6369
858	29,2916	9,5023	896	29,9332	9,6405
859	29,3087	9,5059	897	29,9499	9,6441
860	29,3257	9,5096	898	29,9666	9,6477
861	29,3428	9,5133	899	29,9833	9,6513
862	29,3598	9,5170	900	30,0000	9,6548

Число.	Кв. кор.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
901	30,0166	9,6584	939	30,6431	9,7923
902	30,0333	9,6620	940	30,6596	9,7958
903	30,0499	9,6656	941	30,6757	9,7993
904	30,0665	9,6691	942	30,6920	9,8028
905	30,0832	9,6727	943	30,7083	9,8062
906	30,0998	9,6763	944	30,7245	9,8097
907	30,1164	9,6798	945	30,7408	9,8131
908	30,1330	9,6834	946	30,7571	9,8166
909	30,1496	9,6869	947	30,7733	9,8201
910	30,1662	9,6905	948	30,7896	9,8235
911	30,1827	9,6940	949	30,8058	9,8270
912	30,1993	9,6976	950	30,8220	9,8304
913	30,2158	9,7011	951	30,8382	9,8339
914	30,2324	9,7046	952	30,8544	9,8373
915	30,2489	9,7082	953	30,8706	9,8408
916	30,2654	9,7117	954	30,8868	9,8442
917	30,2820	9,7153	955	30,9030	9,8476
918	30,2985	9,7188	956	30,9192	9,8511
919	30,3150	9,7223	957	30,9354	9,8545
920	30,3315	9,7258	958	30,9515	9,8579
921	30,3479	9,7294	959	30,9677	9,8614
922	30,3644	9,7329	960	30,9838	9,8648
923	30,3809	9,7364	961	31,0000	9,8682
924	30,3973	9,7399	962	31,0161	9,8716
925	30,4138	9,7434	963	31,0322	9,8751
926	30,4302	9,7469	964	31,0483	9,8785
927	30,4446	9,7504	965	31,0644	9,8819
928	30,4630	9,7539	966	31,0805	9,8853
929	30,4795	9,7575	967	31,0966	9,8887
930	30,4959	9,7610	968	31,1126	9,8921
931	30,5122	9,7644	969	31,1287	9,8955
932	30,5286	9,7679	970	31,1448	9,8989
933	30,5450	9,7714	971	31,1608	9,9023
934	30,5614	9,7749	972	31,1769	9,9057
935	30,5777	9,7784	973	31,1929	9,9091
936	30,5941	9,7829	974	31,2089	9,9125
937	30,6104	9,7854	975	31,2249	9,9159
938	30,6267	9,7889	976	31,2409	9,9193

Число.	Кв. кор.	Куб. кор.	Число.	Кв. кор.	Куб. кор.
977	31,2569	9,9227	989	31,4483	9,9631
978	31,2729	9,9261	990	31,4642	9,9665
979	31,2889	9,9295	991	31,4801	9,9699
980	31,3049	9,9328	992	31,4960	9,9732
981	31,3209	9,9362	993	31,5119	9,9766
982	31,3368	9,9396	994	31,5277	9,9799
983	31,3528	9,9430	995	31,5436	9,9833
984	31,3687	9,9463	996	31,5594	9,9866
985	31,3847	9,9497	997	31,5753	9,9899
986	31,4006	9,9531	998	31,5911	9,9933
987	31,4165	9,9564	999	31,6069	9,9966
988	31,4324	9,9598	1000	31,6227	10,0000

Ежели при помощи этой таблицы желаютъ извлекать корни и кубы изъ цѣлыхъ чиселъ съ дробями, то должно поступать слѣдующимъ образомъ:

Правило. Умножь разность между ближайшимъ большимъ и ближайшимъ меньшимъ числомъ на десятичную дробь при данномъ числѣ находящуюся и произведение приложи къ корню ближайшаго наименьшаго числа, сумма будетъ искомый корень цѣлаго съ дробью.

Примръ 1. Найти квадратный корень 60,2?

$$\begin{array}{l}
 \sqrt{61} = 7,8102 \\
 \sqrt{60} = 7,7459 \\
 \text{разность } 0,0643
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\}
 \begin{array}{l}
 0,0643 \times 0,2 = 0,01286 \\
 + 7,7459. \\
 \hline
 \sqrt{60,2} = 7,75876
 \end{array}$$

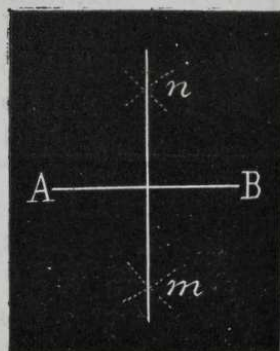
Примръ 2. Найти кубическій корень числа 843,75?

$$\begin{array}{l}
 \sqrt[3]{844} = 9,4503 \\
 \sqrt[3]{843} = 9,4466 \\
 \text{разность } 0,0037 \\
 \times \quad 0,75 \\
 \hline
 0,002775 \\
 + 9,4466 \\
 \hline
 \sqrt[3]{853,75} = 9,449375.
 \end{array}$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРІЯ.

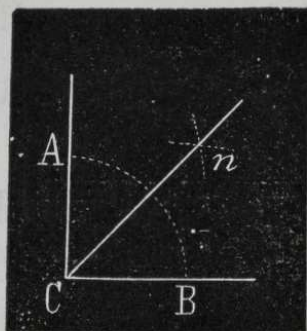
1) *Раздѣлитъ данную линію на двѣ равныя части.*

Изъ точекъ A и B , какъ изъ центровъ, опиши произвольнымъ радіусомъ (большимъ однакожъ нежели половина данной линіи) дуги, пересѣкающіяся въ точкахъ m и n , линія mn раздѣлитъ AB по поламъ.



2) *Раздѣлитъ данный уголъ пополамъ.*

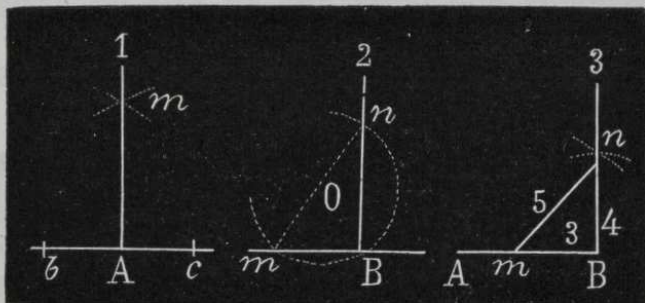
Изъ точки C , какъ изъ центра, произвольнымъ радіусомъ опиши дугу AB , и потомъ изъ точекъ A и B , тоже произвольнымъ радіусомъ, опиши двѣ дуги, пересѣкающіяся между собою въ точкѣ n . Линія nC раздѣлитъ данный уголъ по поламъ.



3) *Изъ данной точки, на прямой линіи, возстановитъ перпендикуляръ.*

1) Отъ данной точки A (1) отложи въ обѣ стороны разныя пространства, и потомъ изъ полученныхъ точекъ b и c , произвольнымъ радіусомъ, большимъ однакожъ

нежели Ab или Ac , опиши двѣ дуги, пересѣкающіяся между собою въ m . Линія Am будетъ перпендикулярна къ bc .

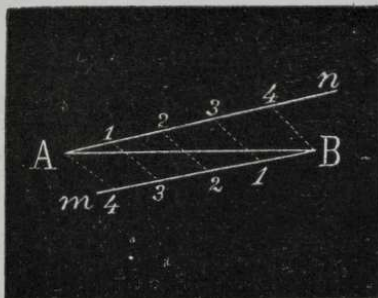


1) Изъ произвольной точки o (2) опиши радіусомъ, равнымъ Bo , дугу mBn , пересѣкающую данную линію въ m и B , потомъ черезъ точки m и o проводи прямую и соедини точку n съ точкою B . Линія Bn будетъ искомый перпендикуляръ.

3) Отъ данной точки B , (3) на линіи AB , отложи Bm , равную какимъ нибудь тремъ единицамъ длины (напримѣръ тремъ футамъ или тремъ дюймамъ). Потомъ изъ точки m , радіусомъ равнымъ 5 этимъ единицамъ длины, и изъ точки B , радіусомъ равнымъ 4 единицамъ длины, опиши двѣ дуги, пересѣкающіяся взаимно въ n . Линія Bn будетъ искомый перпендикуляръ.

4) Раздѣлитъ прямую линію на данное число равныхъ частей.

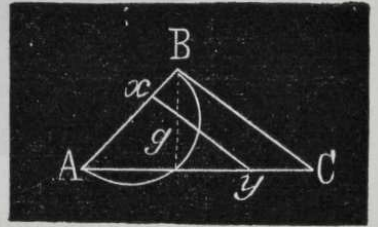
Изъ точекъ A и B , подѣ какимъ угодно острымъ угломъ, проводи сверху и снизу данной линіи Ap и Bm , которыя и раздѣли произвольно на требуемое число равныхъ частей, какъ напримѣръ: A , 1, 2, 3, 4, и B , 1, 2, 3, 4. Затѣмъ соедини A и



4; 1 и 3; 2 и 2 и т. д. Точки a , b , c , будутъ точками искомага дѣленія.

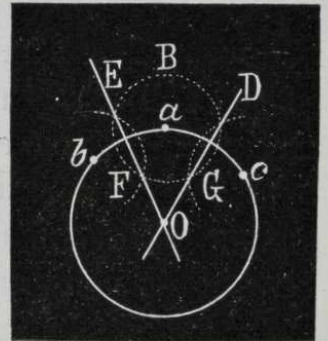
5) *Раздѣлить треугольникъ на двѣ равныя части.*

На одной изъ сторонъ треугольника, положимъ, хоть на AB , опиши полукругъ AgB , который и раздѣли по поламъ въ точкѣ g . Потомъ отъ A отложи Ax , равное Ag или Bg , линия $xу$, проведенная параллельно BC , раздѣлитъ треугольникъ ABC на двѣ равныя части.



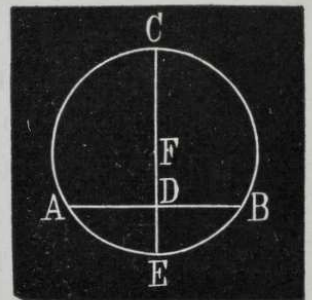
6) *Черезъ три точки, взятыя не на прямой линіи, провести кругъ.*

Пусть даны точки a , b и c ; изъ средней точки a произвольнымъ радиусомъ опиши кругъ aB , а изъ крайнихъ точекъ b и c , тѣмъ же радиусомъ, опиши двѣ дуги EF и DG . Пересѣченіе прямыхъ линій EF и DG въ точкѣ O , опредѣлитъ центръ искомага круга.



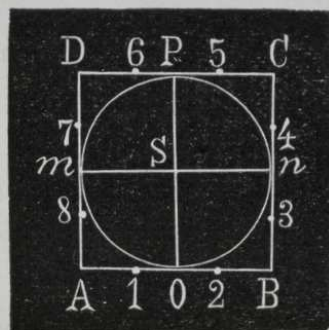
7) *Найти центръ даннаго круга.*

Проведи хорду AB и изъ точки D , раздѣляющей ее по поламъ, возстанови перпендикуляръ DC . Точка F , раздѣляющая по поламъ линію CE , будетъ искомымъ центръ круга.



8) *Описать квадратъ около даннаго круга.*

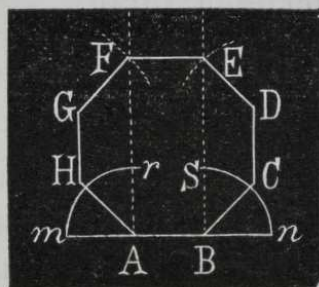
1) Проведи въ данномъ кругѣ два, взаимно перпендикулярные, діаметра mn и OP . Изъ точекъ m , n , O , P радіусомъ, равнымъ радіусу круга, опиши дуги, пересѣкающіяся въ точкахъ A , B , C , D , соединеніе которыхъ даетъ искомый квадратъ $ABCD$.



Если изъ точки A , какъ изъ центра, радіусомъ AS пересѣчь линіи AB и AD въ точкахъ, означенныхъ цифрами 2 и 7, и поступить такимъ же образомъ, бравъ за центры B , C , D , то получимъ точки 1 и 4, 3 и 6, 5 и 8, соединеніе которыхъ даетъ правильный восьмиугольникъ 12345678, описанный на кругѣ.

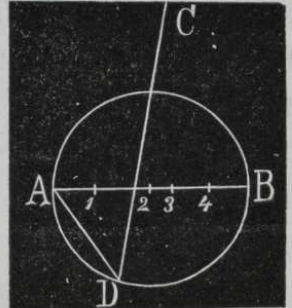
9) *На прямой линіи, по данной сторонѣ, начертить восьмиугольникъ.*

На линіи mn отложи гдѣ нибудь въ серединѣ, данную сторону AB . Изъ точекъ A и B возстанови перпендикуляры AF и BE . Углы mAg и nBS раздѣли пополамъ линіями $АН$ и BC , изъ которыхъ каждая равна AB . Изъ точекъ H и C проводи параллельно AF линіи HG и CD , длиною равныя той же данной сторонѣ восьмиугольника AB . Изъ точекъ G и D , какъ изъ центровъ, радіусомъ, равнымъ AB , пересѣки перпендикуляры въ F и E , за тѣмъ точки F , E , D и G соедини прямыми линіями. $ABCDEFGH$ будетъ требуемый правильный восьмиугольникъ.



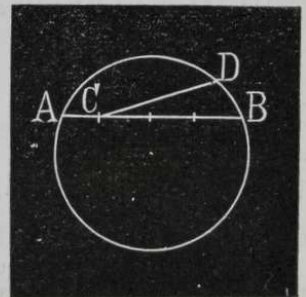
- 10) Въ данномъ кругѣ вписать какой нибудь правильный многоугольникъ.

Раздѣли діаметръ круга АВ на столько частей, сколько предполагается имѣть сторонъ въ многоугольникѣ. Изъ точекъ А и В, какъ изъ центровъ, радіусомъ АВ опиши двѣ дуги, пересѣкающіяся взаимно въ точкѣ С. Черезъ точку С и второе дѣленіе проводи прямую линію СD, до пересѣченія ея съ окружностью въ точкѣ D, которую и соедини съ А; линія AD будетъ сторона искомага въ кругѣ пятиугольника, какъ то имѣетъ мѣсто въ нашемъ примѣрѣ.



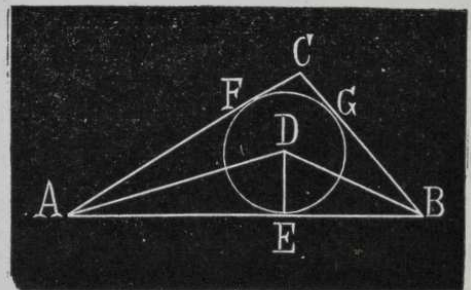
- 11) Найти прямую линію, которой бы длина равнялась, приблизительно, длинѣ данной дуги круга.

Хорду данной дуги АВ раздѣли на 4 равныя части и одну изъ этихъ частей отложи по окружности дуги отъ В до D. Точку С перваго дѣленія соедини съ D, полученная такимъ образомъ линія CD будетъ половиною искомой линіи.



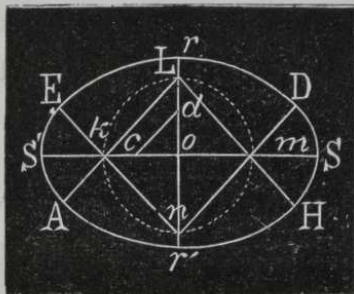
- 12) Начертить въ данномъ треугольникѣ наибольшій кругъ.

Углы А и В раздѣли пополамъ линіями; изъ точки D, пересѣченія этихъ линій, опусти на линію АВ перпендикуляръ DE и, принявъ его за радіусъ, опиши кругъ EFG который и будетъ искомымъ.



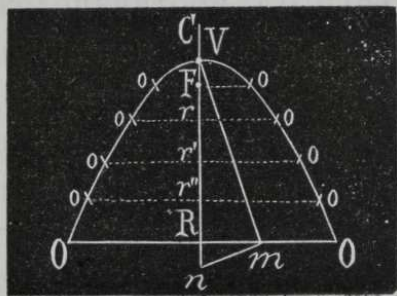
- 13) Начертить эллипсисъ по даннымъ продолжному и поперечному діаметрамъ SS' rr' .

Отложи разность обоихъ полудіаметровъ отъ точки o , по направленію or и oS' чрезъ что получатся точки c и d , которыя соедини прямою. Отъ точки c , по направленію oS' , отложи скравное половинѣ cd и радіусомъ ok опиши кругъ $kLmn$, затѣмъ: изъ точекъ k и m , радіусомъ mS опиши дуги HD и AE , а изъ точекъ L и n , радіусомъ nr , двѣ другія дуги ED и $АН$, которыя, соединившись съ первыми, дадутъ очертаніе искомаго эллипсиса.



- 14) Начертить параболу по одной данной ординатѣ и къ ней принадлежащей абсциссѣ.

Пусть дана ордината RO и абсцисса VR . Раздѣли ординату OR пополамъ въ точкѣ m и проводи mV . Къ линіи mV возстанови перпендикуляръ mn , до пересѣченія съ осью абсциссъ. Отъ точки V отложи вверхъ и внизъ, по направленію той же оси абсциссъ, линіи VC и VF , равныя каждая Rn . Точка F будетъ фокусъ параболы.



Ось абсциссы раздѣли на произвольное число частей r , r' , r'' и черезъ точки дѣленія проводи горизонтальныя линіи произвольной длины. Затѣмъ постоянно изъ одной и той же точки F , по различнымъ радіусами: CF , Cr , Cr' и Cr'' , пересѣки соотвѣтствующія ординаты въ точкахъ o .

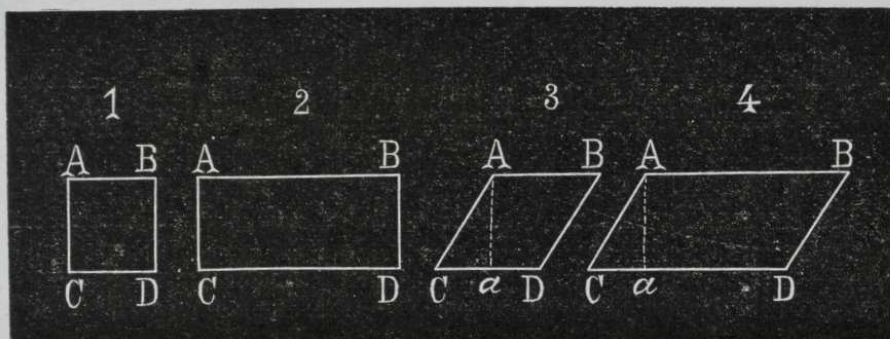
Кривая OVO будетъ требуемая параболы.

ОБЪ ИЗМѢРЕНІЯХЪ ПЛОЩАДЕЙ.

Площадью называется, пространство ограниченное линиями, лежащими на одной поверхности.

Квадратомъ (1) называется фигура, имѣющая четыре равныя между собою стороны и четыре равные между собою прямые угла.

Прямоугольникомъ (2) называется фигура, имѣющая 4 равные между собою прямые угла и 4 стороны, изъ которыхъ противуположѣя равны.

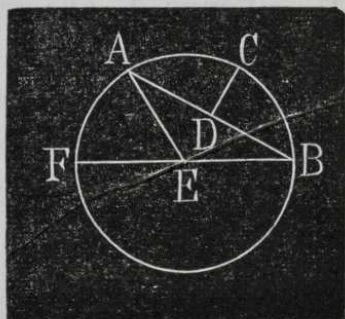


Ромбомъ (3) называется фигура, у которой всѣ 4 стороны равны, а 4 угла по два, равны между собою, но только углы не прямые.

Параллелограмомъ (4) называется фигура, имѣющая 4 равныхъ противуположныхъ по два, но не прямыхъ угла, и 4 стороны, изъ которыхъ противуположѣя равны и параллельны между собою.

Кругомъ называется такая фигура, которая ограничена одною кривою линіею, именуемою *окружностью*. Свойство же окружности состоитъ въ томъ, что всѣ точки ея удалены на одинаковое пространство отъ одной постоянной точки, внутри круга находящейся и именуемой *центромъ*.

Радиусомъ круга АЕ называется линія, проведенная отъ центра до окружности.



Діаметромъ круга FB называется линия, проведенная чрезъ центръ и раздѣляющая кругъ на двѣ равныя части.

Дугою AC называется часть окружности.

Сегментомъ ACB называется часть круга, заключенная между дугою и *хордою*, т. е. линіею стягивающею концы ея.

Синусомъ-верзусомъ CD называется перпендикуляръ, возстановленный изъ середины хорды къ дугѣ.

Секторомъ $ACBE$ называется часть площади круга, заключенная между двумя радіусами и дугою.

Окружность круга принято раздѣлять на 360 частей и каждую изъ этихъ частей называть *градусомъ*.

Такимъ образомъ величина дуги можетъ быть выражена и мѣрою длины, и числомъ градусовъ при извѣстномъ діаметрѣ.

- 1) *Найти площадь квадрата, прямоугольника, ромба и параллелограма (см. ф. 1, 2, 3 и 4).*

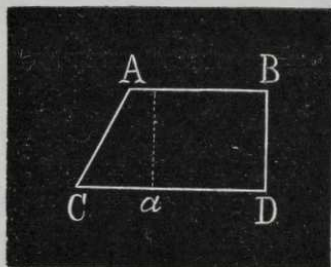
Правило. Умножь длину на ширину ихъ (то есть высоту) и произведеніе выразишь искомую площадь.

Примѣръ. Спрашивается: какъ велика площадь параллелограма, у котораго длина $AB = 20,5$; а ширина $aA = 11,75$? $20,5 \times 11,75 = 240,875$ площади.

- 2) *Найти площадь трапеціи.*

Трапеція есть четырехугольникъ, у котораго двѣ стороны одна съ другою параллельны.

Правило. Возьми сумму параллельныхъ сторонъ и умножь ее на высоту трапеціи. Половина произведенія будетъ площадь ея.



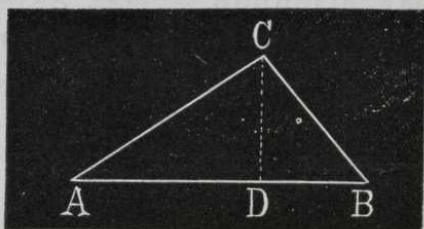
Примѣръ. Найти площадь трапеціи, у которой сторона $AB = 10,25$, сторона $CD = 14,5$; а высота $h = 7,25$.

$$\frac{(14,5 + 10,25) \times 7,25}{2} = 89,71875.$$

3) *Найти площадь треугольника.*

Правило. Умножь одну изъ сторонъ треугольника на перпендикуляръ, опущенный изъ противоположнаго угла, и половина произведенія будетъ искомая площадь; или:

Возьми половину суммы сторонъ и вычти изъ нея по одиночкѣ каждую сторону, чрезъ что получится три разности. Три разности эти и полъ-суммы перемножь между собою. Корень квадратный изъ произведенія будетъ площадь треугольника.



Примѣръ 1. Спрашивается, какъ велика площадь треугольника, у котораго основаніе $AB = 16,5$, а перпендикуляръ $DC = 10,25$.

$$\frac{16,5 \times 10,25}{2} = 84,5625.$$

Примѣръ 2. Спрашивается: какъ велика площадь треугольника, у котораго три стороны равны 8, 12 и 16?

$$\frac{8 + 12 + 16}{2} = 18 \text{ полъ суммы сторонъ.}$$

$$18 - 8 = 10 \text{ первая разность.}$$

$$18 - 12 = 6 \text{ вторая разность.}$$

$$18 - 16 = 2 \text{ третья разность.}$$

$$\sqrt{18 \times 10 \times 6 \times 2} = 46,47 \text{ площади.}$$

4) *О прямоугольномъ треугольникѣ.*

Въ прямоугольномъ треугольникѣ стороны, заключающія прямой уголъ AB CB , называются *катетами*, а

сторона противолежащая AC — *гипотенузу*.

Пифагоръ доказаль, что *сумма квадратовъ катетовъ равна квадрату гипотенузы*, а посему

1) Если даны катеты и ищутъ гипотенузу, надобно изъ суммы квадратовъ катетовъ извлечь квадратный корень.

Примѣръ 1. Пусть $AB = 16$ и $BC = 12$.

Гипотенуза $AC = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20$.

Если данъ будетъ катетъ и гипотенуза, то для отысканія другаго катета надобно сумму ихъ умножить на разность и изъ произведенія извлечь корень.

Примѣръ 2. Пусть $AB = 16$, гипотенуза $AC = 20$.

$$\left. \begin{array}{l} 20 + 16 = 36 \\ 20 - 16 = 4 \end{array} \right\} \text{ слѣдовательно } \sqrt{36 \times 4} = 12$$

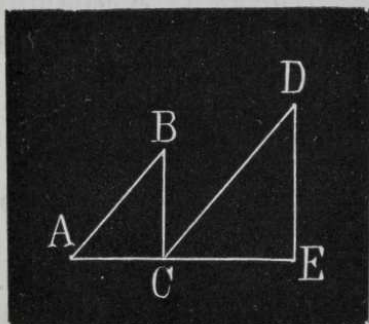
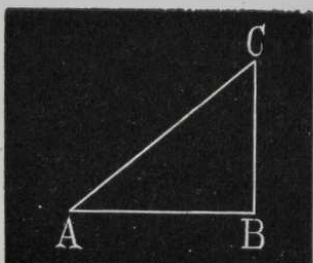
для катета BC .

Подобными треугольниками, каковы ABC и CDE называются такіе треугольники, у которыхъ углы равны между собою, но противолежащія имъ стороны не равны, хотя и пропорціональны, т. е. что

$$AC : BC :: CE : DE \text{ или}$$

$$AB : BC :: CD : DE.$$

Такое свойство подобныхъ треугольниковъ имѣеть, на практикѣ, приложеніе къ опредѣленію высоты зданій, такъ напримѣръ, пусть DE будетъ искомая высота строенія, а EC длина тѣни, бросаемою отъ него на землю солнцемъ. Для нахожденія величины DE вбиваемъ въ точкѣ C извѣстной длины коль, и измѣряемъ



длину его тѣни AC, затѣмъ пишемъ пропорцію:

$$AC : CB :: CE : ED$$

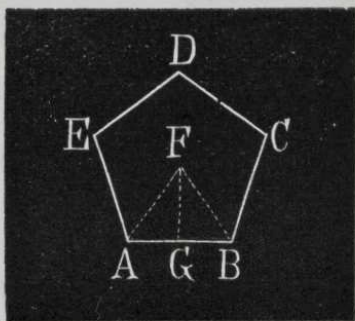
если $AC = 6$ фут., $BC = 4$ ф. и $CE = 30$ фут. то высота $ED = 20$ фут.

5) Найти площадь какого нибудь правильного многоугольника.

Правило 1. Умножь сумму сторонъ многоугольника на перпендикуляръ, проведенный изъ центра къ одной изъ сторонъ. Половина этого произведенія будетъ искомая площадь.

Правило 2. Умножь квадратъ стороны многоугольника на число, стоящее въ приложенной здѣсь таблицѣ и произведеніе выразитъ искомую площадь.

Примѣръ. Спрашивается: какъ велика площадь пятиугольника ABCDE, у котораго каждая сторона равна 7,5; а перпендикуляръ $FG = 6,4$?



$$\frac{7,5 \times 5 \times 6,4}{2} = 120.$$

Примѣръ 2. Спрашивается: какъ велика площадь правильного шестиугольника, у котораго каждая сторона равна 8,75? Противъ цифры 6 въ первомъ столбцѣ, стоитъ множитель 2,598; слѣдовательно, поступая по правилу 2, получимъ:

$$8,75^2 \times 2,598 = 199,009375 \text{ площадь,}$$

Число сторонъ много- угольни- ка.	Множитель
3	0,433
4	1
5	1,72
6	2,598
7	3,634

Число сторонъ много- угольни- ка.	Множитель,
8	4,828
9	6,181
10	7,694
11	9,365
12	11,196

О К Р У Г Ъ.

6) По данному діаметру круга отыскать окружность его и на оборотъ.

Правило. Умножить діаметръ круга на постоянное число 3,1416 и произведедіе будетъ окружность его.

Примѣръ. Пусть діаметръ круга равенъ 30.

$30 \times 3,1416 = 94,248$ для окружности.

Правило. Умножь окружность круга на постоянное число 0,31831 и произведедіе будетъ діаметръ его.

Примѣръ. Найти діаметръ круга, окружность котораго равна 94,248.

$94,248 \times 0,31831 = 30$ для діаметра.

7) Найти длину дуги какого нибудь круга.

Правило. Вычти длину хорды всей дуги изъ 8 разъ взятой длины хорды половинной дуги,—и $\frac{1}{3}$ разности

будетъ приблизительно искомая длина дуги.

Примѣръ. Требуется опредѣлить длину дуги круга ABC, которой хорда AC = 34,4; а хорда половинной дуги

$$AB = 19,8.$$

$$19,8 \times 8 = 158,4.$$

$$\frac{158,4 - 34,4}{3} = 41,33 \text{ для искомой длины дуги ABC.}$$

Замѣчаніе. Длина дуги равна числу градусовъ, помноженному на 0,0087 и еще на діаметръ. Напримѣръ, при діаметрѣ = 14 и 25 градусахъ, длина дуги будетъ $25 \times 0,0087 \times 14 = 3,05375$.

8) Найти діаметръ круга, по данной хордѣ и по данному синусу—верзусу.

Правило. Сложи квадратъ половины хорды съ квадратомъ синуса верзуса и сумму раздѣли на синусъ верзусъ. Частное будетъ діаметръ круга, къ которому данный сегментъ принадлежитъ.

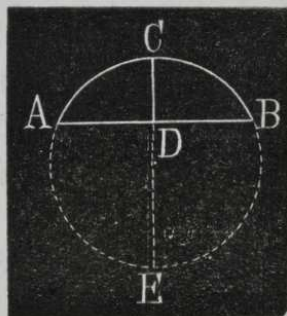
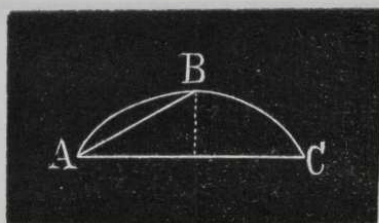
Примѣръ. Дана хорда AB = 24 и синусъ верзусъ CD = 8, требуется найти діаметръ круга CE.

$$\frac{12^2 + 8^2}{8} = 26.$$

или

Правило. Возвысь въ квадратъ половину хорды, раздѣли его на синусъ верзусъ и къ частному приложи синусъ верзусъ, сумма будетъ искомый діаметръ.

Взявъ данныя послѣдняго примѣра, получимъ



$$\frac{24}{2} = 12 : 12^2 = 144. \quad \frac{144}{8} = 18 + 8 = 26.$$

9) По данному диаметру круга найти площадь его и на оборотъ.

Правило. Умножь квадратъ діаметра на постоянное число 0,7854 и произведеніе будетъ искомая площадь.

Примѣръ. Найти площадь круга, діаметръ котораго равенъ 30,5.

$$(30,5)^2 \times 0,7854 = 730,6183.....$$

Правило. Умножь корень квадратный изъ площади круга на постоянное число 1,12837 и произведеніе будетъ искомый діаметръ.

Примѣръ. Площадь круга равна 81, найти діаметръ его.

$$\sqrt{81} = 9 \times 1,12837 = 10,1553.....$$

Замѣчаніе. Для облегченія и ускоренія вычисленій окружностей и площадей круговъ въ концѣ книжки помѣщена таблица.

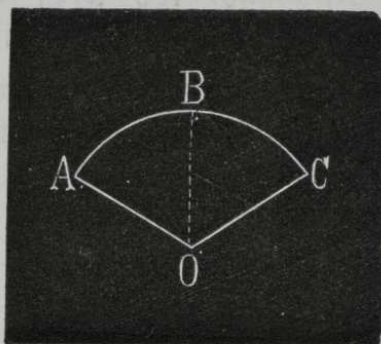
10) Найти площадь сектора круга.

Правило. Умножь длину дуги на радіусъ круга и половина произведенія будетъ искомая площадь.

Примѣръ. Найти площадь сектора круга, при длинѣ дуги ABC = 26,666 и радіусѣ BO = 16,9.

$$\frac{26,666 \times 16,9}{2} = 225,3277.$$

искомая площадь.



Замѣчаніе. Площадь сектора равна еще числу градусовъ $\times$ на площадь круга и дѣленнымъ на 360.

11) Найти площадь сегмента круга.

Правило. Умножь синусъ верзусъ на число 0,626; произведение возвысь въ квадратъ и приложи къ нему квадратъ половины хорды. Изъ полученной суммы извлеки квадратный корень, удвой его, и умножь на $\frac{2}{3}$ синуса верзуса. Последнее произведение будетъ площадь даннаго сегмента.

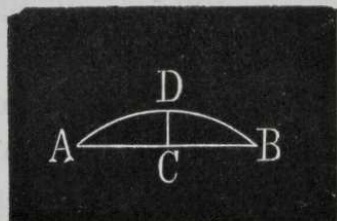
Примѣръ. Найти площадь сегмента, у котораго хорда $AB=48$, а синусъ верзусъ $CD=18$.

$$18 \times 0,626 = 11,268.$$

$$(11,268)^2 = 126,967824.$$

Теперь

$$\frac{48}{2} = 24; (24)^2 = 576.$$



$$126,967824 + 576 = 702,967824$$

$$\sqrt{702,967824} = 26,513 \times 2 = 53,026.$$

Но $\frac{2}{3}$ отъ 18 равно 12, слѣдовательно $53,026 \times 12 = 636,312$ для площади даннаго сегмента.

Впрочемъ приблизительные результаты можно получить, руководствуясь еще слѣдующимъ правиломъ.

Правило. Къ кубу синуса верзуса, раздѣленнаго на удвоенную хорду AB , приложи $\frac{2}{3}$ произведенія изъ длины синуса верзуса CD на хорду AB , полученная сумма будетъ искомая площадь.

Взявъ данныя предыдущаго примѣра, получимъ:

$$\frac{18^3}{48 \times 2} = 60,7.$$

$$\frac{2}{3} \times 48 \times 18 = 576.$$

$$576 + 60,7 = 636,7 \text{ для площади.}$$

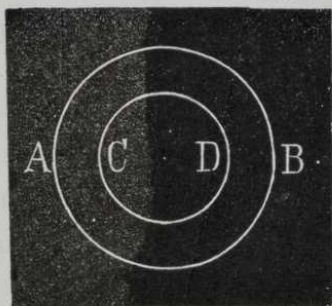
Еще вѣрнѣе площадь сегмента можетъ быть найдена

черезъ предварительное опредѣленіе площади сектора, имѣющаго одинаковый радіусъ съ даннымъ сегментомъ, потомъ черезъ вычитаніе изъ нея площади такого треугольника, какой служить сектору дополненіемъ.

12) *Найти площадь кольца, или пространства, заключеннаго между двумя кругами.*

Правило. Возьми сумму внутренняго и наружнаго діаметровъ, умножь ее на разность тѣхъ же діаметровъ и еще на число 0,7854; произведеніе будетъ искомая площадь.

Примѣръ. Діаметръ наружный $AB=10$. Діаметръ внутренній $CD=6$. Требуется найти площадь кольца, между ними заключающагося.



$$10 + 6 = 16$$

$$10 - 6 = 4$$

$$16 \times 4 \times 0,7854 = 50,2656$$

для искомой площади кольца.

13) *Найти площадь эллипсиса.*

Правило. Умножь продольную ось эллипсиса на поперечную и на число 0,7854, произведеніе будетъ площадь даннаго эллипсиса.

Примѣръ. Найти площадь эллипсиса, продольная ось котораго $AB=12$; а поперечная $CD=9$;

$$12 \times 9 \times 0,7854 = 84,8232 \text{ для площади эллипсиса.}$$

Замѣчаніе.

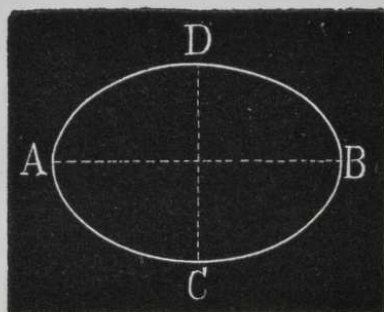
Если полъ суммы обоихъ діаметровъ умножить на 3,1416, произведеніе будетъ окружность эллипсиса. Такъ на-

примѣръ: при этихъ же данныхъ мы получимъ:

$$12 + 9 = 21 \text{ и}$$

$$\frac{21 \times 3,1416}{2} = 36,1384 \text{ для ок-}$$

ружности эллипсиса.



14) Найти площадь параболы.

Правило. Умножь основаніе на высоту параболы и $\frac{2}{3}$ произведенія будетъ искомая площадь.

Примѣръ. При основаніи = 20 фут. и высотѣ = 12 фут.

$$\text{Площадь будетъ} = \frac{2}{3} (20 \times 12) = 160 \text{ кв. ф.}$$

15) Найти площадь, ограниченную двумя прямыми и двумя какими нибудь кривыми линиями.

Ходъ вычисленія всего лучше выяснится примѣромъ.

Примѣръ. Требуется найти площадь ABCD.

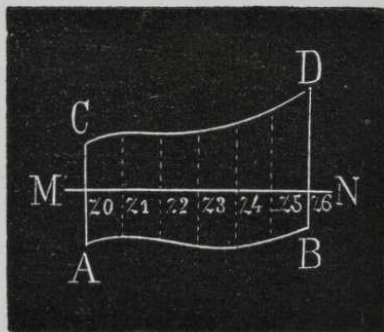
Правило 1. Проведи линію MN перпендикулярно къ сторонѣ AC и BD, и раздѣли ее на четное число равныхъ частей, напримѣръ на 6 частей.

Правило 2. Изъ точекъ дѣленія возстанови перпендикуляры Z_0, Z_1, Z_2 и т. д., которыхъ длина пусть будетъ $Z_0 = 12; Z_1 = 13; Z_2 = 13,4; Z_3 = 12,2; Z_4 = 11, 2; Z_5 = 10; Z_6 = 9.$

Правило 3. Возьми сумму перваго и послѣдняго перпендикуляра, то есть Z_0 и Z_6 .

$$12 + 9 = 21.$$

Правило 4. Возьми сумму нечетныхъ перпендикуляровъ, т. е. Z_1, Z_3, Z_5 и умножь ее на 4.



$$13 + 12,2 + 10 = 35,2$$

$$35,2 \times 4 = 140,8.$$

Правило 5. Возьми сумму *четныхъ* перпендикуляровъ, то есть Z_2, Z_4 и умножь ее на 2.

$$13,4 + 11,2 = 24,6$$

$$24,6 \times 2 = 49,2.$$

Правило 6. Всѣ эти три произведенія сложи вмѣстѣ и умножь на $\frac{1}{3}$ разстоянія между точками дѣленія. Новое произведеніе выразишь искомую площадь приблизительно.

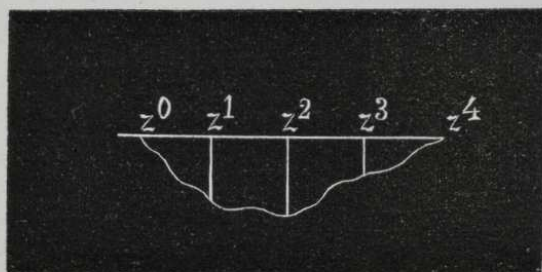
Если линія $MN = 12$ футамъ и раздѣлена на 6 равныхъ частей, то каждая часть имѣетъ въ себѣ 2 фута.

$$21 + 140,8 + 49,2 = 211.$$

$$\frac{1}{3} \text{ отъ } 2 = \frac{2}{3}.$$

$$\frac{2}{3} \times 211 = 140,6 \text{ для искомой площади.}$$

Замѣчаніе. Если площадь ограничена только одною кривою, то ходъ вычисленія остается тотъ же самый,



за исключеніемъ правила 3, ибо тогда крайніе перпендикуляры равны нулю.

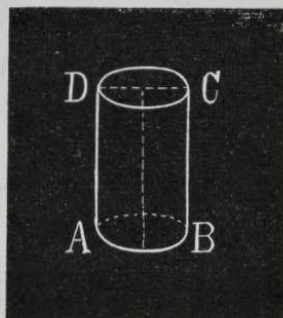
ОБЪ ИЗМѢРЕНІИ ТѢЛЪ.

1) *Найти поверхность и объемъ прямого цилиндра.*

Правило 1. Умножь окружность основанія на высоту цилиндра и произведеніе будетъ боковая поверхность цилиндра.

Правило 2. Умножь площадь основанія на высоту цилиндра и произведение будетъ объемъ его.

Примѣръ 1. Найти боковую поверхность цилиндра ABCD, основаніе котораго $AB=32$ дюймамъ, а перпендикулярная высота $BC=6$ фут. или 72 дюймамъ.



Слѣдовательно:

$3,1416 \times 32 \times 72 = 7238,2464$ квадрат. дюймовъ.

или

$\frac{7238,2464}{144} = 50,2658$ кв. фута для поверхности.

Примѣръ 2. Найти объемъ цилиндра вышеозначенныхъ размѣровъ.

$32^2 \times 0,7854 \times 72 = 57905,9712$ куб. дюйм.

или

$\frac{57905,9712}{1728} = 33,5104$ куб. фута.

2) *Найти поверхность и объемъ конуса или пирамиды.*

Правило 1. Умножь окружность основанія на длину бока конуса, и половинна произведенія будетъ боковая поверхность его, которая сложенная съ площадью основанія, дастъ поверхность всего конуса.

Правило 2. Умножь площадь основанія на вертикальную высоту конуса и $\frac{1}{3}$ произведенія выразитъ объемъ его.

Примѣръ 1. Найти боковую поверхность конуса, котораго основаніе $AB=20$ дюймамъ, а длина бока $BD=29,5$ дюйма.

$$\frac{3,1416 \times 20 \times 29,5}{2} = 926,772 \text{ квадр.}$$

дюйм.,

или

$$\frac{926,772}{144} = 6,435 \text{ квадр. фут. для по-}$$

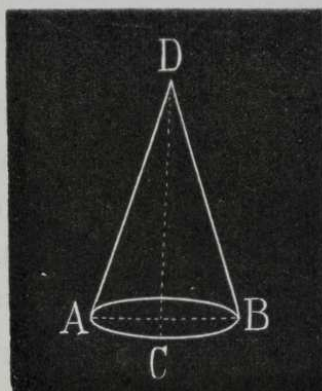
верхности.

Примѣръ 2. Найти объемъ конуса, котораго основаніе $AB=20$, а вертикальная высота $CD=28$ дюймамъ.

$$\frac{20^2 \times 0,7854 \times 28}{3} = 2932,16 \text{ куб. дюймамъ,}$$

или

$$\frac{2932,16}{1728} = 1,697 \text{ куб. фут.}$$



3) *Найти поверхность усѣченного конуса.*

Правило. Умножь сумму окружностей обоихъ концевъ на длину бока усѣченного конуса, и половина произведенія будетъ боковая поверхность его, къ которой, если прибавить площади обоихъ основаній, то получится поверхность всего конуса.

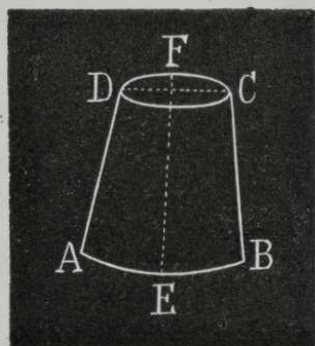
Примѣръ. Найти боковую поверхность усѣченного конуса ABCD, у котораго діаметръ основанія $AB=20$ дюйм., бокъ $BC=19$, а діаметръ верхняго конца $CD=11$ дюймамъ.

$$\frac{(3,1416 \times 20 + 3,1416 \times 11) \times 19}{2} =$$

925,2012 кв. дюйм.,

или

$$\frac{925,2012}{144} = 6,425 \text{ квадр. фут.}$$



4) Найти объемъ усѣченнаго конуса.

Правило. Къ произведенію діаметровъ обоихъ основаній приложи сумму ихъ квадратовъ, и эту последнюю общую сумму умножь сперва на вертикальную вышину усѣченнаго конуса, а потомъ на число 0,2618. Произведеніе выразитъ искомый объемъ.

Примѣръ. Найти объемъ усѣченнаго конуса, у котораго, какъ въ прошедшей задачѣ, $AB = 20$, $CD = 11$, а вертикальная вышина $EF = 18$ дюймамъ.

$$20 \times 11 = 220 \text{ и } 20^2 + 11^2 = 521.$$

Слѣдовательно:

$$220 + 521 = 741$$

$$741 \times 18 \times 0,2618 = 3491,8884 \text{ куб. дюйм.},$$

или

$$\frac{3491,8884}{1728} = 2,0208 \text{ куб. фут.}$$

5) Найти объемъ усѣченной пирамиды.

Правило. Къ суммѣ площадей обоихъ основаній приложи квадратный корень изъ ихъ произведенія, умножь новую сумму на вертикальную вышину усѣченной пирамиды и $\frac{1}{3}$ послѣдняго произведенія будетъ искомый объемъ.

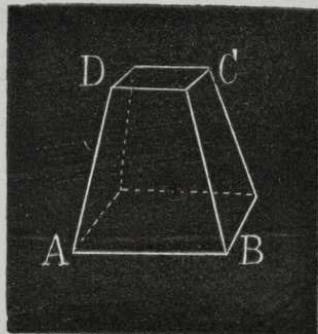
Примѣръ. Найти объемъ усѣченной пирамиды $ABCD$, у которой вертикальная вышина равна 24 дюймамъ, площадь основанія равна 144 дюймамъ, и площадь верхняго конца равна 64.

$$144 + 64 = 208.$$

$$\sqrt{144 \times 64} = 96.$$

Слѣдовательно:

$$\frac{(208 + 96) \times 24}{3} = 2432 \text{ куб. дюймамъ.}$$



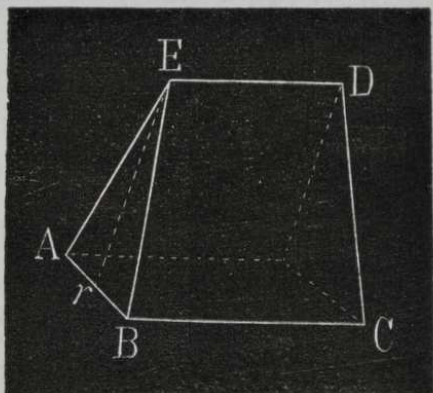
или

$$\frac{2432}{1728} = 1,4074 \text{ куб. фут.}$$

6) *Найти объемъ клина.*

Правило. Къ длинѣ клина приложи удвоенную длину основанія; происшедшую сумму умножь на высоту клина и ширину основанія его; одна шестая послѣдняго произведенія будетъ объемъ клина.

Примѣръ. Найти объемъ клина ABCD, у котораго основаніе ABC имѣетъ 12 дюйм. длины и 4 дюйма ширины. Длина самого клина DE = 10 дюйм. и вертикальная высота rE = 20 дюймамъ.



$$\frac{(10 + 24) \cdot 20 \times 4}{6} = 453,33 \text{ куб. дюйм.}$$

7) *Найти поверхность и объемъ шара.*

Правило 1. Умножь квадратъ діаметра на 3,1416 и произведеніе будетъ поверхность шара.

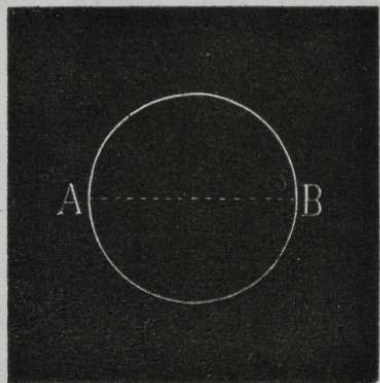
Правило 2. Умножь кубъ діаметра на 0,5236 и произведеніе будетъ объемъ шара.

Примѣръ 1. Найти поверхность шара, котораго діаметръ AB = 25,5 дюйма.

$$(25,5)^2 \times 3,1416 = 2042,8254 \text{ кв. дюймамъ,}$$

или

$$\frac{2042,8254}{144} = 14,1862 \text{ кв. фут.}$$



Примѣръ 2. Найти объемъ шара, котораго діаметръ $AB=25\frac{1}{2}$ дюйм.

$$(25,5)^3 \times 0,5236 = 8682,00795 \text{ куб. дюйм.}$$

$$\text{или } \frac{8682,00795}{1728} = 5,0243 \text{ куб. фут.}$$

8) *Найти поверхность и объемъ шарового сегмента.*

Правило 1. Помножь высоту сегмента на наибольшую окружность того шара, къ которому онъ относится, и произведение выразишь кривую поверхность его.

Правило 2. Приложи квадратъ высоты сегмента къ утроенному квадрату радіуса основанія его, полученную сумму умножь на высоту и на число 0,5236; произведение будетъ объемъ сегмента.

Примѣръ 1. Діаметръ AB шара $ABCD=20$ дюйм., спрашивается: какъ велика кривая поверхность сегмента, если высота его $ED=8$ дюймамъ?

$$3,1416 \times 20 \times 8 = 502,656 \text{ кв. д.}$$

$$\text{или } \frac{502,656}{144} = 3,49 \text{ кв. ф.}$$

Примѣръ 2. Діаметръ основанія сегмента $FEG; FG=$ дюйм., а высота сегмента $ED=8$ дюйм. Требуется найти объемъ сегмента.

$$8^2 = 64.$$

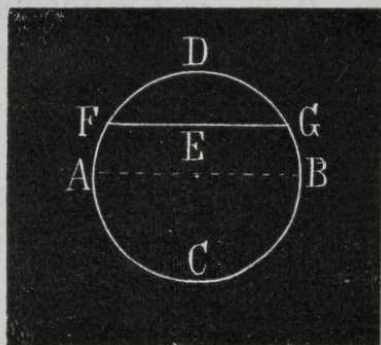
$$\frac{18}{2} = 9 \text{ радіусу основанія.}$$

$$9^2 \times 3 = 243.$$

Слѣдовательно:

$$(243 + 64) 8 \times 0,5236 = 1285,9616 \text{ куб. дюйм.,}$$

или

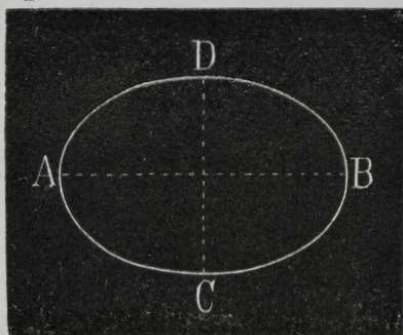


$$\frac{1285,9616}{1728} = 0,7441 \text{ куб. фут. для искомого объема.}$$

9) Найти объем сфероида.

Правило. Умножь квадрат вращающейся оси на длину постоянной оси и еще на 0,5236; произведение будет объем сфероида.

Примѣръ 1. Найти объем выпуклаго у полюсов сфероида ABCD, у котораго постоянная ось AB=50, а вращающаяся ось CD=30.



$$30^2 \times 50 \times 0,5236 = 23562 \text{ для объема.}$$

Примѣръ 2. Найти объем сплющенного у полюсов сфероида, у котораго постоянная ось AB=50, вращающаяся CD=30.

$$50^2 \times 30 \times 0,5236 = 39270 \text{ для объема.}$$

10) Найти объем сегмента сфероида въ томъ случаѣ когда его основаніе есть кругъ, т. е. когда оно параллельно вращающейся оси.

Правило. Изъ утроенной длины постоянной оси, вычти удвоенную высоту сегмента и разность умножь, сперва на квадратъ высоты его, а потомъ на число 0,5236. Затѣмъ составь пропорцію, говоря: какъ квадратъ постоянной оси относится къ квадрату вращающейся оси, такъ послѣднее произведеніе относится къ искомому объему сегмента.

Примѣръ. Найти объем сегмента ABC, у котораго

высота $Bv=10$, вращающаяся ось $EF=40$, а постоянная ось $BD=25$.

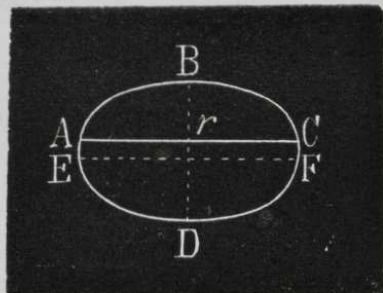
$$(25 \times 3) - (10 \times 2) = 55.$$

$$55 \times 10^2 \times 0,5236 = 2879,8.$$

Слѣдовательно:

$$25^2 : 40^2 = 2879,8 : x$$

$$x = 7372,3 \text{ приблизительно.}$$



11) Найти поверхность и объемъ круглаго кольца.

Правило 1. Умножь толщину кольца, сложенную съ внутреннимъ діаметромъ, сперва на ту же толщину его, а потомъ на число 9,8698, произведение будетъ поверхность кольца.

Правило 2. Приложи толщину кольца къ внутреннему діаметру, полученную сумму умножь на квадратъ толщины кольца и еще на число 2,4674, произведение выразишь объемъ круглаго кольца.

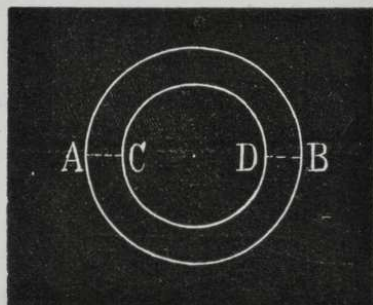
Примѣръ 1. Толщина кольца AC или $BD=2$ дюйм., а внутренний діаметръ $CD=18$; найти поверхность кольца.

$$(18 + 2) \times 2 \times 9,8698 = 394,792$$

кв. дюйм.

$$\frac{394,792}{144} = 2,741 \text{ кв. фут. при-}$$

близительно.



Примѣръ 2. Найти объемъ того же самого кольца.

$$(18 + 2)^2 \times 2,4674 = 197,392 \text{ куб. дюйм.,}$$

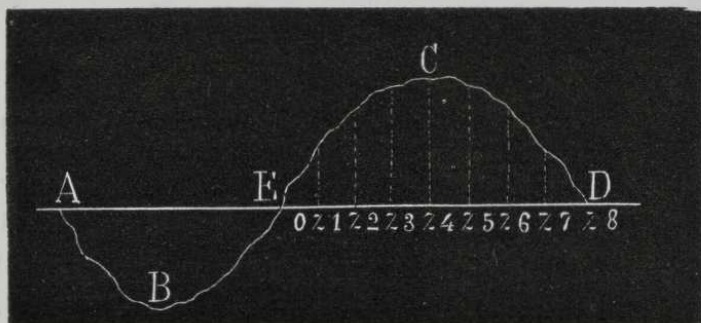
или

$$\frac{197,392}{1728} = 0,114 \text{ куб. фут.}$$

12) Найти объем неправильной фигуры, например, холма ECD , которым предполагается засыпать ложину ABE .

Снявъ, посредствомъ нивелировки, кривизну холма ECD , наноситьъ, по масштабу, его на планъ и линію ED дѣлать на *четное* число равныхъ частей, напримеръ на 8.

Черезъ точки дѣленія проектируются плоскости перпендикулярныя къ линіи E . Направленіе этихъ плоскостей обозначается на поверхности холма кольями, по направленію которыхъ дѣлается нивелировка, почему и получается семь рисунковъ площадей, поверхность коихъ вычисляется по правилу, изложенному на стр. 68.



Пусть по этому вычисленію вышли:

площади $Z_0=0$; $Z_1=8,2$ □ фут.; $Z_2=12,5$ □ фут.

$Z_8=0$; $Z_8=14,7$ „ „ ; $Z_4=17,2$ „ „

$Z_5=15,3$ „ „ ; $Z_6=10,4$ „ „

$Z_7=7,8$ „ „ ;

Разстояніе же отъ Z_0 до Z_1 или отъ Z_1 до $Z_2=16,5$ фут.

За тѣмъ берутъ.

1) Сумму крайнихъ площадей, то есть Z_0 и Z_8 .

2) Сумму *нечетныхъ* площадей, т. е. Z_1 , Z_3 и т. д., которую множать на 4.

3) Сумму *четныхъ* площадей, т. е. Z_2 , Z_4 и проч., которую множать на 2.

4) Всѣ три величины складываютъ и умножаютъ на $\frac{1}{3}$ разстоянія между Z_0 и Z_1 .

А именно: искомый объемъ холма =

$$\frac{16,5}{3}[0 + 0 + 4(8,2 + 14,7 + 15,3 + 7,8) + 2(12,5 + 17,2 + 10,4)]$$

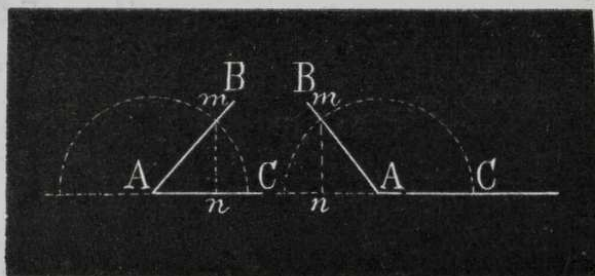
или $= 5,5 (4 \times 45,9 + 2 \times 40,1) = 1450,9$ куб. фут.

Точно также опредѣляется объемъ ложбины, и если вычисленіе покажетъ, что объемъ ложбины превышаетъ значительно объемъ холма, то надобно выбирать другую произвольную линію AED, иначе планировка обойдется слишкомъ дорого.

ТРИГОНОМЕТРІЯ.

Во всякомъ треугольникѣ три стороны и три угла. Помощію тригонометріи по даннымъ тремъ изъ означенныхъ величинъ всегда можно находить остальные три, но съ тѣмъ, чтобъ въ числѣ извѣстныхъ непременно была хоть одна сторона.

Имѣемъ два угла BAC, одинъ изъ нихъ *острый*, другою *тупой*.



Если изъ произвольной точки m , взятой на одной сторонѣ угла, опустить перпендикуляръ mn на другую сторону, или на пунктирное продолженіе ея, то mn называется *ординатою*, а An *абсциссою* даннаго угла.

Замѣчаніе. Для угловъ отъ 0 до 180° ординаты идутъ, относительно вершины угла A , всегда въ одну сторону и потому считаются *положительными*, но абсциссы, для тупыхъ угловъ, имѣютъ направленіе противоположное и потому считаются *отрицательными*.

Синусъ угла ($\sin$) есть отношеніе между ординатою и радіусомъ круга, проведеннаго черезъ точку m ,

$$\sin A = \frac{mn}{Am}, \text{ слѣдовательно } mn = Am \sin A.$$

Косинусъ угла ($\cos$) есть отношеніе между абсциссою и тѣмъ же радіусомъ

$$\cos A = \pm \frac{An}{Am}, \text{ слѣдовательно:}$$

$$An = \pm Am \cos A,$$

Тангенсъ угла ($\tan$) есть отношеніе между ординатою и абсциссою

$$\tan A = \pm \frac{mn}{An}; \text{ слѣдовательно } mn = \pm An \tan A.$$

Котангенсъ угла ($\cotang$) есть отношеніе между абсциссою и ординатою

$$\cotang A = \pm \frac{An}{mn}; \text{ слѣдовательно } An = \pm mn \cotang A.$$

Замѣчаніе. Знакъ $+$ служитъ для острыхъ угловъ, знакъ $-$ для тупыхъ.

Зная величину угловъ въ градусахъ, можно найти величину $\sin$, $\cos$, $\tan$ и $\cotang$; или на оборотъ, по прилагаемой ниже таблицѣ, составленной въ предположеніи, что радіусъ $Am = 1$.

ПРОСТЫЯ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКІЯ ФОРМУЛЫ.

$$\sin A = \sqrt{1 - (\cos A)^2}; \quad \cos A = \sqrt{1 - (\sin A)^2};$$

$$\operatorname{tang} A = \frac{\sin A}{\cos A}; \quad \operatorname{cotang} A = \frac{\cos A}{\sin A};$$

$$\operatorname{tang} A = \frac{1}{\operatorname{cotang} A}; \quad \operatorname{cotang} A = \frac{1}{\operatorname{tang} A};$$

$$\sin A = \frac{\operatorname{tang} A}{\sqrt{1 + (\operatorname{tang} A)^2}}; \quad \cos A = \frac{1}{\sqrt{1 + (\operatorname{tang} A)^2}}$$

$$\sin A = \frac{1}{\sqrt{1 + (\operatorname{cotang} A)^2}}; \quad \cos A = \frac{\operatorname{cotang} A}{\sqrt{1 + (\operatorname{cotang} A)^2}}$$

$$\sin (A \pm B) = \sin A \cdot \cos B \pm \cos A \cdot \sin B.$$

$$\cos (A \pm B) = \cos A \cdot \cos B \pm \sin A \cdot \sin B.$$

$$\sin 2A = 2 \sin A \cdot \cos A; \quad \cos 2A = 1 - 2 (\sin A)^2$$

$$\operatorname{tang} 2A = \frac{2 \operatorname{tang} A}{1 - (\operatorname{tang} A)^2}; \quad \operatorname{cotang} 2A = \frac{(\operatorname{cotang} A)^2 - 1}{2 \operatorname{cotang} A}.$$

Когда A острый угол, то

$$\begin{array}{l} \sin A = \cos (90 - A) \} \text{напри-} \sin 40^\circ = \cos 50^\circ \\ \operatorname{tang} A = \operatorname{cotg} (90 - A) \} \text{мѣръ} \operatorname{tang} 70^\circ = \operatorname{cotg} 20^\circ. \end{array}$$

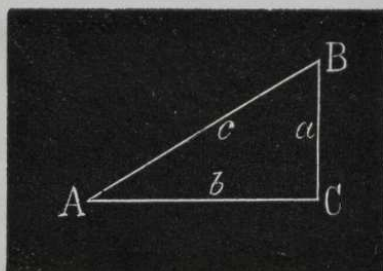
Когда A угол тупой, то:

$$\sin A = \sin (180 - A); \quad \operatorname{tang} A = - \operatorname{tang} (180 - A)$$

$$\cos A = - \cos (180 - A); \quad \operatorname{cotg} A = - \operatorname{cotg} (180 - A)$$

$$\text{напримѣръ} \sin 112^\circ = \sin 68^\circ; \quad \operatorname{tang} 112^\circ = - \operatorname{tang} 68^\circ.$$

РѢШЕНІЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХЪ ТРЕУГОЛЬНИКОВЪ.



Даны	Ищутъ,	Формулы для отысканія.
a, b,	A, B, c.	$\text{tang } A = \frac{a}{b}; \text{tang } B = \frac{b}{a}; c = \sqrt{a^2 + b^2}$
a, c,	A, B, b,	$\sin A = \frac{a}{c}; \cos B = \frac{a}{c}; b = \sqrt{c^2 - a^2}$
a, A,	b, c.	$b = a \cdot \cotg A; c = \frac{a}{\sin A}$
b, A,	a, c.	$a = b \cdot \text{tang } A; c = \frac{b}{\cos A}$
c, A,	a, b.	$a = c \cdot \sin A; b = c \cdot \cos A.$

Примѣръ Пусть дорога на разстояніи 142 саж. имѣетъ 8,5 саж. возстанія, какъ великъ уголъ подъема?

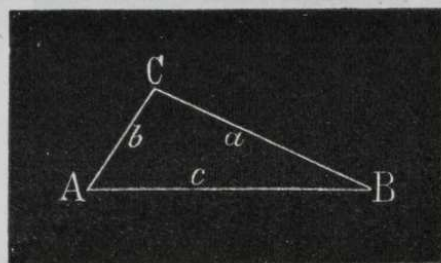
Здѣсь $c = 142, a = 8,5$

$$\sin A = \frac{a}{c} = \frac{8,5}{142} = 0,0598.$$

По таблицѣ на стр. 83 находимъ:

$$\left. \begin{array}{l} \sin 3^\circ = 0,0523 \\ \sin 4^\circ = 0,0698 \end{array} \right\} \text{приблизительно} \quad 0,0598 = \sin 3^\circ 30'.$$

РѢШЕНИЕ КОСОУГОЛЬНЫХЪ ТРЕУГОЛЬНИКОВЪ.



Даны.	Ищутъ.	Формулы для отысканія.
a, b, c.	A, B, C	$s = \frac{a+b+c}{2}, \sin \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{bc}}$ $\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}; \cos \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{s(s-a)}{bc}}$
a, b, C.	c, A, B	$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$ $\cotg A = \frac{b - a \cos C}{a \sin C}; \cotg B = \frac{a - b \cos C}{b \sin C}$
a, c, C.	b, A, B.	$\sin A = \frac{a \sin C}{c}; B = 180 - A - C; b = \frac{c \sin B}{\sin C}.$
a, B, C.	b, c, A.	$b = \frac{a \sin B}{\sin A}; c = \frac{a \sin C}{\sin A}; A = 180 - B - C,$
a, A, B.	b, c, C,	$b = \frac{a \sin B}{\sin A}; c = \frac{a \sin C}{\sin A}; C = 180 - A - B,$

Примѣръ. Три стороны треугольника даны; требуется найти величину угла A .

Пусть $a = 74$; $b = 49$; $c = 93$;

$$S = \frac{74 + 49 + 93}{2} = 103; \quad s - b = 54. \\ s - c = 20.$$

слѣдовательно:

$$\sin \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{54 \cdot 20}{49 \cdot 93}} = \sqrt{0,26555} = 0,5153.$$

По таблицѣ находимъ, что $\sin 31^\circ = 0,5150$, а потому весьма близко $\frac{1}{2} A = 31^\circ$, или $A = 62^\circ$.

ТАБЛИЦА ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХЪ ЛИНІЙ.

Градусы.	Sin.	Cosin.	Tangnt.	Cotangt.	Градусы.
1	0,0175	0,9998	0,0175	57,2899	89
2	0,0349	0,9994	0,0349	28,6363	88
3	0,0528	0,9986	0,0524	19,0811	87
4	0,0698	0,9976	0,0699	14,3007	86
5	0,0872	0,9962	0,0875	11,4301	85
6	0,1045	0,9945	0,1051	9,5144	84
7	0,1219	0,9925	0,1228	8,1443	83
8	0,1392	0,9903	0,1405	7,1154	82
9	0,1564	0,9877	0,1584	6,3138	81
10	0,1736	0,9848	0,1763	5,6713	80
11	0,1908	0,9816	0,1944	5,1446	79
12	0,2079	0,9781	0,2126	4,7046	78
13	0,2250	0,9744	0,2309	4,3315	77
14	0,2419	0,9703	0,2493	4,0108	76
15	0,2588	0,9659	0,2679	3,7321	75

Градусы.	Sin.	Cosin.	Tangnt.	Cotangt.	Градусы.
16	0,2756	0,9613	0,2867	3,4847	74
17	0,2924	0,9563	0,3057	3,2709	73
18	0,3090	0,9511	0,3249	3,0777	72
19	0,3256	0,9455	0,3443	2,9042	71
20	0,3420	0,9397	0,3640	2,7475	70
21	0,3584	0,9336	0,3839	2,6051	69
22	0,3746	0,9272	0,4040	2,4751	68
23	0,3907	0,9205	0,4245	2,3559	67
24	0,4067	0,9135	0,4452	2,2460	66
25	0,4226	0,9063	0,4663	2,1445	65
26	0,4384	0,8988	0,4877	2,0503	64
27	0,4540	0,8910	0,5095	1,9626	63
28	0,4695	0,8829	0,5317	1,8807	62
29	0,4848	0,8746	0,5543	1,8040	61
30	0,5000	0,8660	0,5774	1,7321	60
31	0,5150	0,8572	0,6009	1,6643	59
32	0,5299	0,8480	0,6249	1,6003	58
33	0,5446	0,8387	0,6494	1,5399	57
34	0,5592	0,8290	0,6745	1,4826	56
35	0,5736	0,8192	0,7002	1,4281	55
36	0,5878	0,8090	0,7265	1,3764	54
37	0,6018	0,7986	0,7536	1,3270	53
38	0,6157	0,7880	0,7818	1,2799	52
39	0,6293	0,7771	0,8098	1,2349	51
40	0,6428	0,7660	0,8391	1,1918	50
41	0,6560	0,7547	0,8693	1,1504	49
42	0,6691	0,7431	0,9004	1,1106	48
43	0,6820	0,7314	0,9325	1,0724	47
44	0,6947	0,7193	0,9657	1,9355	46
45	0,7071	0,7071	1,0000	1,0000	45

Замѣчаніе.

$$\sin 0^\circ = 0$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

$$\sin 180^\circ = 0$$

$$\cos 0^\circ = 1$$

$$\cos 90^\circ = 0$$

$$\cos 180^\circ = -1$$

$$\text{tang } 0^\circ = 0$$

$$\text{tang } 90^\circ = \infty$$

$$\text{tang } 180^\circ = 0$$

$$\text{cotg } 0^\circ = \infty$$

$$\text{cotg } 90^\circ = 0$$

$$\text{cotg } 180^\circ = -\infty$$

О СОПРОТИВЛЕНИИ МАТЕРІАЛОВЪ.

1) СОПРОТИВЛЕНІЕ ТѢЛЪ РАСТЯГИВАНІЮ.

Такое сопротивленіе есть свойство тѣлъ выдерживать напряженіе по направленію ихъ длины, однимъ словомъ здѣсь всякій матеріалъ играетъ роль веревки. Въ механикѣ доказано, что сопротивленіе этого рода не зависитъ отъ длины и положенія тѣла, но только отъ его поперечнаго сѣченія.

Въ прилагаемой таблицѣ показаны наибольшіе грузы, какіе могутъ выдержать различныя тѣла до разрыва на одинъ □ дюймъ своего сѣченія. Если тѣло очень длинно, то его вѣсъ надобно принимать въ счетъ разрывающей силы.

Въ практикѣ никогда нельзя обременять тѣла грузомъ, показаннымъ въ таблицѣ, но брать лишь $\frac{1}{3}$ его при сооруженіяхъ временныхъ, въ случаѣ нужды такъ сказать и отъ $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{8}$, для металловъ и отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{10}$ для дерева, когда имѣется въ виду особенная прочность.

Таблица сопротивленія тѣлъ разрыву.

НАЗВАНІЕ ТѢЛЪ.	въ фунтахъ на □ дюймъ,
Ель	4000
Ясень	18847
Сосна	12800
Букъ	12749
Дубъ	10900
Чугунъ	20682
Желѣзо	отъ 51000 до 63000
Литая сталь лучшая	148842
Сталь обыкновенная	88500
Литая мѣдь	19674
Кованная мѣдь	36500
Латунъ	19675
Олово	5250
Свинецъ	2022

Правило 1. Умножь сопротивленіе, показанное въ таблицѣ, на поперечное сѣченіе тѣла въ квадратныхъ дюймахъ, произведеніе выразитъ наибольшій грузъ, какой можетъ вынести данный матеріалъ.

Примѣръ. Требуется опредѣлить что можетъ вынести:

- 1) Чугунный квадратный брусокъ въ $1\frac{1}{2}$ дюйм. толщин.
- 2) Желѣзная полоса въ 2 дюйм. толщины и $\frac{3}{8}$ дюйм. ширины.

- 3) Мѣдный кованный прутокъ $\frac{3}{4}$ дюйм. въ діаметрѣ.

Отвѣты:

- 1) $1,5 \times 1,5 \times 20682 = 46534$ фунта.

- 2) $2 \times 0,375 \times 51000 = 38250$ фунтовъ.

3) Діаметру $\frac{3}{4}$ по таблицѣ вычисленій площадей круговъ (см. конецъ книжки) соотвѣтствуетъ площадь $0,4417 \times 36500 = 16122$ фунтовъ.

На практикѣ полученное количество фунтовъ надобно дѣлить на 3, 4, 5, 6 и т. д., смотря по прочности, какую желаютъ придать постройкѣ.

Правило 2. Умножь данный грузъ на 2, 3, 4 и т. д. (смотря по прочности, какая предполагается въ постройкѣ) и произведеніе раздѣли на число, показанное въ таблицѣ, и частное будетъ искомое сѣченіе тѣла.

Примѣръ. Спрашивается, какой толщины должны быть, при шестикратной прочности, желѣзные столбы гидравлическаго пресса, давящаго съ силою 500000 фунтовъ?

$$500000 \times 6 = 3000000$$

$\frac{3000000}{51000} = 58,8$ □ дюймовъ сѣченія для всѣхъ столбовъ.

Если столбовъ 4, то $\frac{58,8}{4} = 14,7$ □ дюймамъ для каждаго.

Если столбы предполагается сдѣлать круглые, то для сѣченія 14,7 найдемъ по той же таблицѣ діаметръ почти 4 дюйм. Если квадратные, то по таблицѣ стр. (38)

$$\sqrt{14,7} = \text{почти } 3,6 \text{ д. для стороны.}$$

Если наконецъ столбы желаютъ сдѣлать изъ желѣза толщиною въ 4 дюйм., то для ширины полосъ получимъ:

$$\frac{14,7}{4} = 3,7 \text{ дюймамъ.}$$

О желѣзныхъ цѣпяхъ.

Правило. Умножь квадратъ діаметра желѣза, изъ котораго сдѣлана цѣпь въ дюймахъ, на постоянное число

20000, произведение будетъ въ фунтахъ тотъ грузъ, какой можетъ выдержать цѣпь съ четверною прочностью.

Примѣръ. Много ли можно повѣсить на цѣпь изъ полдюймоваго желѣза.

$$(\frac{1}{2})^2 = 0,5 \times 0,5 = 0,25.$$

$$0,25 \times 20000 = 5000 \text{ фунтамъ,}$$

или наоборотъ, если бы данъ былъ грузъ въ 5000, то,

$$\frac{5000}{20000} = 0,25; \quad \sqrt{0,25} = 0,5 \text{ дюйм. для желѣза.}$$

Радіусы барабановъ или блоковъ для цѣпей дѣлаются равными отъ 10 до 12 діаметрамъ цѣпнаго желѣза.

О проволочныхъ цѣпяхъ.

Свитыя вмѣстѣ отъ 3 до 6 проволокъ даютъ нитки, которыя, будучи скручены въ количествѣ отъ 4 до 8, образуютъ канатъ.

Крученіе необходимо для передачи равномернаго напряженія каждой проволоки, составляющей канатъ, когда онъ навивается на барабанъ.

Правило. Умножь квадратъ діаметра проволоки на число проволокъ въ канатѣ и еще на постоянное число 14943. Произведение будетъ грузъ, какой можетъ выдержать канатъ съ четверною или пятерною прочностію.

Примѣръ. Пусть діаметръ проволоки равенъ $\frac{1}{8}$ дюйм. а число ихъ 36.

$$\left(\frac{1}{8}\right)^2 = \frac{1}{64}; \quad \frac{1}{64} \times 36 \times 14943 = 8405 \text{ фунтамъ.}$$

Или наоборотъ, еслибъ былъ данъ грузъ 8405?

то: $\frac{8405}{14943 \times 36} = \frac{1}{64}; \quad \sqrt{\frac{1}{64}} = \frac{1}{8}$ для толщины проволоки.

О пеньковых канатахъ.

Правило. Умножь квадратъ діаметра каната въ дюймахъ на постоянное число 1256, произведеніе будетъ грузъ, какой онъ можетъ выдержать съ 8-ми кратною прочностію.

Примѣръ. Пусть діаметръ каната равенъ 2 дюймамъ.

$$(2)^2 = 2 \times 2 = 4; 4 \times 1256 = 5024 \text{ фунтамъ.}$$

Или наоборотъ, если данъ грузъ 5024, то:

$$\frac{5024}{1256} = 4; \sqrt{4} = 2 \text{ дюйм. для діаметра каната.}$$

Правило. Чтобъ найти приблизительный вѣсъ одного фута пеньковой веревки, надобно квадратъ ея діаметра въ дюймахъ умножить на число 0,34.

Примѣръ. Найти вѣсъ каната, имѣющаго $\frac{3}{4}$ дюйма въ діаметрѣ.

$$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16} \times 0,34 = 0,19 \text{ фунта.}$$

Замѣчаніе. Прочность пеньковыхъ канатовъ много зависитъ отъ качества пеньки и способа работы. Очень сильно скрученные канаты хуже слабо скрученныхъ.

Мокрые канаты на $\frac{1}{3}$ слабѣ сухихъ.

Несмоленный канатъ на $\frac{1}{4}$ крѣпче смоленого.

2) СОПРОТИВЛЕНІЕ ТѢЛЪ СДАВЛИВАНІЮ.

Какъ и въ первомъ случаѣ, здѣсь сопротивленіе матеріала пропорціонально его поперечному сѣченію.

На одинъ п квадратный дюймъ сѣченія различныя тѣла могутъ до раздавливанія вынести слѣдующія тяжести въ фунтахъ:

Камни:		Зеленый гранитъ . . .	9765.
Базальтъ	30000.	Сѣрый гранитъ . . .	6615.
Порфиръ	38900.	Твердый песчаникъ.	10000.

Черный мраморъ . . .	12442.
Твердый известнякъ . . .	6000.
Слабый известнякъ . . .	1890.
Кирпичная кладка хорошая	1300.
Обыкновенный цементъ изъ извести и песку.	567.
Цементъ изъ гидравлической извести . . .	2400.
ДЕРЕВЬЯ:	
Сосна	6370.
Дубъ	7160.
Букъ	8500.
Ясень	9600.

Ясень перпендикулярно къ фибрамъ . . .	2500.
МЕТАЛЛЫ:	
Желѣзо	55000.
Чугунъ, вырубл изъ большаго куска . . .	107100.
Чугунъ въ малыхъ кускахъ, закаленный при отливкѣ охлажденіемъ . . .	204750.
Пушечный металлъ . . .	157500.
Мѣдь	60716.
Латунь	56936.
Олово	9765.
Свинець	8000.

Въ практикѣ никогда не слѣдуетъ обременять материалы полнымъ грузомъ, показаннымъ въ таблицѣ, но допускать для дерева и чугуна не болѣе $\frac{1}{6}$, для камней и желѣза лишь $\frac{1}{10}$ груза.

Примѣръ. Сколько надобно вбить свай, толщиною каждая въ $9\frac{1}{2}$ дюймовъ, которыя бы поддерживали съ десятирочною прочностію зданіе, вѣсящее 800000 фунтовъ.

Сопротивленіе сосны = 6370. При десятирочной прочности можно допустить лишь 637 фунтовъ.

Сѣченіе одной сваи при $9\frac{1}{2}$ дюймахъ = 70,8 □ дюйм.

На одну сваю можно дать $70,8 \times 637 = 45099$ ф., а потому для поддержанія 800000 фунтовъ надобно $\frac{800000}{45099} =$
 = почти 18 свай.

Все вышесказанное относилось до тѣхъ случаевъ, когда тѣло по короткости своей не могло гнуться въ сторону, но при сооруженіи колоннъ, подпорокъ и устоевъ значительной длины, необходимо имѣть въ виду это

сгибаніе и въ расчетахъ руководствоваться слѣдующими данными.

Отношеніе длины къ наименьшему размѣру поперечнаго сѣченія.	Для желѣза.	Для чугуна.	Отношеніе длины къ наименьшему размѣру поперечнаго сѣченія	Для дерева.
	Временное сопротивле- ніе въ фун- тахъ на □ дюймъ.	Временное сопротивле- ніе въ фун- тахъ на □ дюймъ.		Временное сопротивле- ніе въ фун- тахъ на □ дюймъ.
5	40000	88000	1	6370
10	39900	70400	12	5310
20	35280	44000	18	4000
30	30760	27080	24	3185
40	25000	17600	30	2650
50	21800	12120	36	2120
60	18200	8800	42	1600
70	15200	6640	48	1060
80	12760	5160	54	710
90	10800	4160	60	530
100	9240	3400	66	500

Прочное сопротивленіе принимается въ $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ для желѣза и чугуна и въ $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{8}$ для дерева временнаго, т. е. въ практикѣ показанныя въ таблицѣ числа слѣдуетъ

дѣлать на 5 или 6 для желѣза и чугуна и на 7 или 8 для дерева.

Примѣръ. Требуется опредѣлить діаметръ чугунной колонны длиною въ 120 дюймовъ, которая бы могла под-держивать грузъ въ 48800 фунтовъ.

Возьмемъ произвольно отношеніе длины въ толщинѣ какъ 1 къ 20, для которой по таблицѣ грузъ равенъ 44000, а для безопасности въ $\frac{1}{5}$, можно допустить лишь на $\square$ дюймъ $\frac{44000}{5} = 8800$ фунтовъ, слѣдовательно для всего груза потребно:

$\frac{48800}{8800} = 5,6 \square$ д., чему соотвѣтствуетъ діаметръ въ 2,7 дюйм.

Но при такомъ діаметрѣ отношеніе длины къ толщинѣ будетъ какъ 2,7 къ 120, то есть какъ 1 : $44\frac{1}{2}$, а потому первое вычисленіе не годится. Беремъ изъ таблицы отношеніе 1 къ 40 и дѣлаемъ тоже самое.

Для $\frac{1}{40}$ сопротивленіе равно 17600; $\frac{1}{5}$ 17600 = 3520 фунт., $\frac{48800}{3520} = 13,8 \square$ дюйм., чему соотвѣтствуетъ приблизительно діаметръ $4\frac{1}{8}$. При этомъ діаметрѣ отношеніе длины къ толщинѣ будетъ какъ 4 къ 120, то есть какъ 1 къ 30; слѣдовательно такая колонна хороша.

3) О СОПРОТИВЛЕНИИ ТѢЛЪ ИЗЛОМУ.

1-й Случай. Если балка, которая однимъ концомъ задрѣлана въ стѣну, выдерживаетъ на другомъ концѣ грузъ, равный положимъ одному пуду, то она можетъ выдержать.

2-й Случай. Когда грузъ по ней распределенъ равномерно—два пуда или вообще вдвое болѣе.

3-й Случай. Когда она лежитъ свободно на двухъ подставкахъ, а грузъ привѣшенъ по серединѣ, или на оборотъ, когда она подперта въ серединѣ, а грузъ привѣшенъ по концамъ—*вчетверо* болѣе.

4-й Случай. Когда она лежитъ свободно на двухъ подставкахъ, а грузъ распределенъ равномерно, или грузъ виситъ на серединѣ, но оба конца балки задѣланы въ стѣны—*въ 8 разъ* болѣе.

5-й Случай. Когда оба конца задѣланы въ стѣну и грузъ распределенъ равномерно—*въ 12 разъ* болѣе.

6-й Случай. Когда грузъ привѣшенъ не въ серединѣ, но гдѣ нибудь между серединою и концемъ балки, на примѣръ въ разстояніи двухъ футовъ отъ подпоры при длинѣ балки, равной шести футамъ, то раздѣли квадратъ длины балки на произведеніе изъ двухъ неравныхъ отрѣзковъ ея, и частное покажетъ во сколько разъ болѣе можетъ вынести балка сравнительно съ первымъ случаемъ.

Въ данномъ примѣрѣ одинъ отрѣзокъ балки равенъ двумъ футамъ, слѣдовательно другой—четыремъ;

$$\frac{6^2}{2 \times 4} = \frac{36}{8} = 4\frac{1}{2} \text{ раза болѣе.}$$

7-й Случай. Когда балка лежитъ свободно на подпорахъ и на ней привѣшено два груза въ равномъ разстояніи отъ подпорокъ, то раздѣли длину балки на данное разстояніе и удвоенное частное покажетъ, въ сколько разъ болѣе можетъ вынести балка сравнительно съ первымъ случаемъ.

Взявъ числа предыдущаго примѣра, получимъ: $\frac{6}{2} = 3$ для одного груза, а для двухъ $2 \times 3 = 6$, — въ шесть разъ болѣе.

Слѣдующая таблица показываетъ, что въ состояніи вынести брусокъ, изъ различнаго рода тѣлъ, имѣющій

одинъ футъ длины и одинъ квадратный или круглый дюймъ въ поперечникѣ, предполагая при этомъ, что одинъ конецъ его задѣланъ въ стѣну, а на другой привѣшенъ грузъ.

НАЗВАНІЕ ДѢЛЪ.	Въ фунтахъ на квадрат- ный дюймъ.	Въ фунтахъ на круглый дюймъ.
Дубъ	150	90
Ясень	260	155
Вязъ	220	130
Смолистая сосна	180	100
Ель	55	33
Чугунъ	290	170
Желѣзо	710	420—520

Примѣчаніе. Для полной безопасности построекъ слѣдуетъ брать только $\frac{1}{4}$ груза показаннаго въ таблицѣ, а при сооруженіяхъ, подверженныхъ сотрясеніямъ, которыя не должны прогибаться, какъ на примѣръ: мосты, валы и проч., даже только $\frac{1}{6}$.

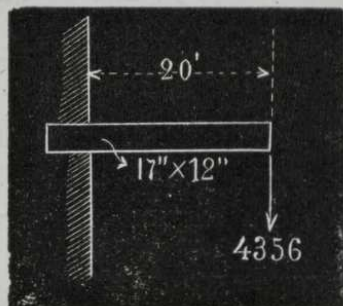
На практикѣ, для опредѣленія, сколько можетъ выдержать данная балка, должно руководиться слѣдующими правилами.

1) Когда сѣченіе балки прямоугольное.

Правило. Умножь число, стоящее въ таблицѣ и соотвѣтствующее матеріалу, на ширину балки и квадратъ высоты ея, въ дюймахъ, и раздѣли произведеніе на

длину въ футахъ, частное покажетъ число фунтовъ какое брусъ можетъ выдержать въ первомъ случаѣ, т. е. когда онъ однимъ концомъ задѣланъ въ стѣну.

Примѣръ. Какой вѣсъ можетъ держать еловый брусъ, имѣющій 11 д. ширины, 12 вышины и 20 футовъ длины.



$$\frac{55 \times 11 \times 12^2}{20} = 4356 \text{ фунтовъ.}$$

Если брусъ находится въ положеніи 3-го случая, т. е. когда онъ лежитъ свободно на двухъ подставкахъ, а грузъ привѣшенъ по срединѣ, то онъ выдержитъ: $4356 \times 4 = 17424$ фунтовъ и при этомъ сломается. Въ практикѣ слѣдуетъ допускать только $\frac{1}{4}$, или еще лучше $\frac{1}{6}$ этого груза.

Правило. Умножь длину балки между точками опоры, въ футахъ, на вѣсъ, какой назначенъ для поддержанія, и раздѣли произведеніе на сопротивленіе матеріала въ таблицѣ, да еще на квадратъ вышины, частное будетъ искомая ширина; если же раздѣлить послѣднее произведеніе на ширину, частное будетъ выражать квадратъ вышины.

Примѣръ. Чугунная балка, задѣланная обоими концами въ стѣну въ 16 фут. длиною и 7 дюйм. вышины предназначена выдерживать равномерно-распредѣленный грузъ въ 10000 фунтовъ. Какая ее ширина?

По условію балка находится въ положеніи случая 5-го, а потому вмѣсто 10000 фунтовъ надобно брать въ расчетъ только

$$\frac{10000}{12} = 833 \text{ фунта.}$$

При четверной устойчивости, вмѣсто числа 290, стоящаго въ таблицѣ, надобно брать въ расчетъ только

$$\frac{1}{4} \times 290 = 72.$$

$$\frac{16 \times 833}{72} = 185; \frac{185}{(7)^2} = 3,8 \text{ для ширины.}$$

Еслибъ вмѣсто высоты была задана ширина, то

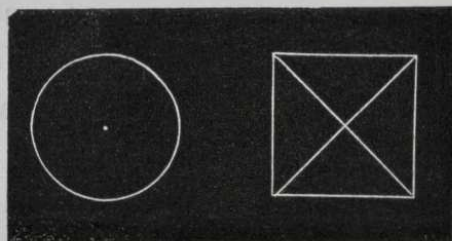
$$\frac{16 \times 833}{72} = 185; \frac{185}{3,8} = 49; \sqrt{49} = 7$$

для вышины.

2) Когда сечение балки круглое или квадратное.

Правило. Умножь числа, показанныя въ таблицѣ, на кубъ стороны или на кубъ діаметра балки въ дюймахъ и раздѣли на длину ея въ футахъ; частное будетъ иско-
мое число фунтовъ.

Замѣчаніе. Для балокъ круглыхъ надобно брать числа, показанныя во второмъ столбцѣ таблицы.



Примѣръ. Сколько можетъ выдержать, при пятерной безопасности, чугунный валъ въ 9 фут. длиною и 8 дюйм. въ діаметрѣ, лежащій на двухъ подшипникахъ.

Во второмъ столбцѣ таблицы противу чугуна стоитъ число 170. Для пятерной безопасности надобно взять только $\frac{170}{5} = 34$.

$$\frac{34 \times (8)^3}{9} = 1934 \text{ фунта.}$$

Но какъ этотъ валъ находится въ положеніи, соотвѣтствующемъ 3-му случаю, онъ—выдержитъ

$$1934 \times 4 = 7736 \text{ фунтовъ.}$$

Правило. Умножь данный для поддержанія грузъ на длину балки въ футахъ, и раздѣли на числа, показанныя въ таблицѣ: кубическій корень изъ частнаго будетъ искомая сторона или діаметръ балки.

Примръ 1-й. Какой толщины должна быть желѣзная квадратная балка 15 фут. длиною, лежащая свободно на двухъ подставкахъ и обремененная (съ четверною безопасностію) на разстояніи отъ каждой точки упора въ 30 дюйм., грузомъ, равнымъ 4390 фунтовъ?

Такое положеніе балки относится къ 7-му случаю и по правилу, на стр. 93 приложенному, она выдержитъ: длина балки $15 \times 12 = 180$ дюйм., $\frac{180}{30} = 6$; $6 \times 2 = 12$ то есть въ 12 разъ болѣе противу случая перваго, слѣдовательно въ расчетъ надобно принять только грузъ:

$$\frac{4390}{12} = 366 \text{ ф.}; \text{ а для обоихъ грузовъ } 366 \times 2 = 732 \text{ ф.}$$

Для четверной безопасности надобно взять изъ таблицы вмѣсто числа 890, только $\frac{890}{4} = 222$. И такъ поступаая по правилу $\frac{732 \times 15}{222} = \text{почти } 49$; $\sqrt[3]{49} = 3,6$ дюйм.

Примръ 2-й. Опредѣлить сторону вязовой балки въ 20 фут. длиною, долженствующей поддерживать грузъ въ 8000 фунтовъ, который привѣшенъ на разстояніи 6 футовъ отъ одного конца.

Слѣдовательно:

Длинный конецъ балки равенъ 14 ф.

Короткій " " " 6 "

По правилу 6-го случая (стр. 93) такая балка выдержитъ: $\frac{(20)^2}{14 \times 6} = 4,77$ разъ болѣе противъ случая 1-го.

И потому надобно взять въ расчетъ грузъ не 8000, а только $\frac{8000}{4,77} = 1677$.

Противу вяза въ таблицѣ стоитъ число 220; для четверной устойчивости надобно взять $\frac{1}{4} \times 220 = 54$.

Поступая по правилу получимъ:

$$\frac{1677 \times 20}{54} = 621; \sqrt[3]{621} = 8,5 \text{ дюйм.}$$

3) Когда сѣченіе балки кольцеобразное.

1. Возьми разность четвертыхъ степеней внѣшняго и внутренняго діаметровъ и раздѣли ее на внѣшній діаметръ.

2) Полученное частное умножь на число изъ таблицы и раздѣли на длину балки. Новое частное будетъ искомое число фунт.



Примѣръ. Спрашивается наибольшее сопротивленіе чугунаго пустотѣлага вала, имѣющаго 12 ф. длины, 8 дюйм. наружнаго и 6 дюйм. внутренняго діаметровъ.

1) $(8)^4 = 4096$.

$(6)^4 = 1296; 4096 - 1296 = 2800. \quad \frac{2800}{8} = 350.$

2) $\frac{350 \times 170}{12} = 4958 \text{ фунт.}$

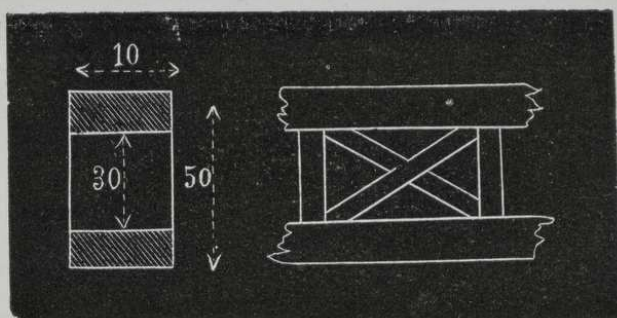
Но такъ какъ валъ подпертъ на двухъ точкахъ свободно,—онъ выдержитъ до излома

$$4958 \times 4 = 19832 \text{ фунтамъ.}$$

4) Когда сѣченіе балки прямоугольное съ пустотою въ серединѣ, какъ представляетъ рисунокъ.

1) Разность кубовъ наружной и внутренней высотъ умножь на ширину и раздѣли на наружную высоту.

2) Полученное частное умножь на число изъ таблицы и раздѣли на длину балки въ футахъ, частное будетъ искомое число фунтовъ.



Примѣръ. Сколько можетъ выдержать сосновая ферма моста въ 50 футовъ длиною, у которой наружная высота=50 дюйм., внутренняя=30 дюйм., а ширина=10 дюймамъ.

$$\left. \begin{array}{l} (50)^3 = 125000 \\ (30)^3 = \frac{27000}{98000} \end{array} \right\} \frac{98000 \times 10}{50} = 19600.$$

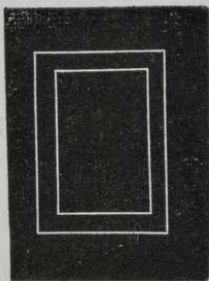
$$\frac{19600 \times 180}{50} = 70560 \text{ фунтовъ.}$$

Но для случая 3-го надобно взять въ 4 раза болѣе, а для безопасности покрайней мѣрѣ въ 6 разъ менѣе, слѣдовательно окончательно получимъ:

$$70560 \times \frac{4}{6} = 47040 \text{ фунт.}$$

5) Когда балка—трубою.

Правило 1. Перемножь отдѣльно наружную и внутреннюю ширину трубы на кубъ наружной и внутренней высоты ея и разность этихъ произведеній раздѣли на наружную вышину. Полученное частное умножь на число изъ таблицы и раздѣли на длину балки въ футахъ; новое частное будетъ искомое число фунтовъ.



Примѣръ. Сколько можетъ, съ шестерною безопасностію, выдержать мостъ, длиною въ 60 футовъ, осно-

ванный на трехъ пустотѣлыхъ балкахъ изъ котельнаго желѣза въ 0,4 дюйм. толщиною, когда высота этихъ балокъ равна 48 дюйм., а ширина 12?

$$\text{Внутренняя ширина} = 12 - 2 \times 0,4 = 11,2 \text{ д.}$$

$$\text{Внутренняя высота} = 48 - 2 \times 0,4 = 47,2 \text{ д.}$$

$$12 \times (48)^3 = 1327104.$$

$$11,2 \times (47,2)^3 = 1177725.$$

$$149379 : 48 = 3112.$$

$$\frac{3112 \times \frac{1}{6} 890}{60} = 7593 \text{ фунтамъ.}$$

Но какъ балка лежитъ на двухъ точкахъ опоры, она выдержитъ въ 4 рала болѣе:

$$7693 \times 4 = 30772 \text{ ф.}$$

Всѣ три трубы выдержатъ слѣдовательно

$$3 \times 30772 = 92316 \text{ ф.}$$

Если мостъ самъ вѣситъ положимъ 50000 ф., то на него можно грузить безопасно въ серединѣ

$$92316 - \frac{50000}{2} = 67316 \text{ фунт.}$$

6) Когда стѣненіе балки въ видѣ буквы Т.

Расчетъ устойчивости такой балки пояснится всего лучше примѣромъ.

Пусть требуется найти наибольшее сопротивленіе чугунной балки съ сѣченіемъ Т, когда она однимъ концемъ задѣлана въ стѣну и имѣетъ;

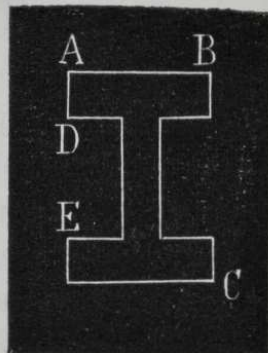
$$\text{толщину тѣла} = 2 \text{ дюйм.,}$$

$$\text{ширину } AB = 8 \text{ „}$$

$$\text{наружную вышину } BC = 10 \text{ „}$$

$$\text{внутреннюю вышину } DE = 10 - 2 \times 2 = 6 \text{ д.,}$$

длину положимъ 10 футовъ.



1) Разность $(BC)^3 - (DE)^3 = (10)^3 - (6)^3 = 784$, что надо умножить на толщину тѣла, то есть
 $784 \times 2 = 1568$.

2) Потомъ надобно умножить толщину тѣла на $(DE)^3 = 2 \times 216 = 432$.

3) Оба произведенія сложить и раздѣлить на наружную высоту, то есть

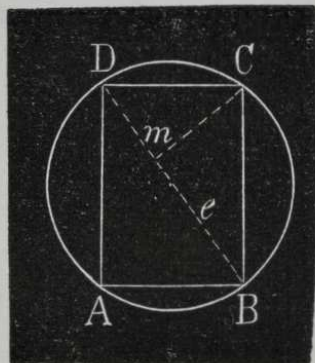
$$\frac{1568 + 432}{10} = \frac{2000}{10} = 200.$$

4) За тѣмъ число 200 умножить на цифру изъ таблицы и раздѣлить на длину балки $\frac{290 \times 200}{10} = 5800$ фунт. При этомъ грузѣ балка сломается.

Присовокупляемъ здѣсь геометрическое рѣшеніе двухъ вопросовъ, касающихся сопротивленія матеріаловъ излому, и имѣющихъ частное приложеніе на практикѣ.

1) *Найти поперечное сѣченіе балки, наибольшей крѣпости, какую можно вытесать изъ бревна.*

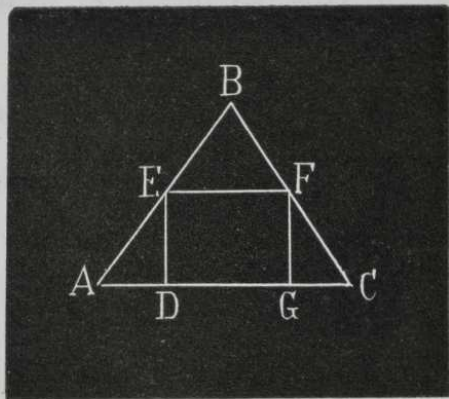
Пусть ABCD будетъ данное бревно. Проведи въ немъ діаметръ DB и раздѣли его на три равныя части: Bl, lm и mD, изъ точки *m*, до пересѣченія съ окружностію, возстанови перпендикуляръ *mc* и точку *C* соедини съ *D* и *B*, наконецъ проводи линіи *DA* и *AB* параллельныя *CB* и *CD*; прямоугольникъ ABCD будетъ сѣченіе бруса, имѣющаго наибольшую крѣпость, сравнительно со всѣми другими брусьями, какія могли бы вытесаться изъ этого бревна.



2) Найти сѣченіе наибольшаго 4-хъ граннаго бруса, какой можетъ быть вытесанъ изъ данной трехугольной балки.

Пусть ABC будетъ сѣченіе даннаго бруса.

Раздѣли какія нибудь двѣ стороны его, напримѣръ AB и BC пополамъ, и изъ точекъ дѣленія E и F опустя перпендикуляры на третью сторону AC, прямоугольникъ EFGD будетъ искомымъ.



4) О СОПРОТИВЛЕНІИ ТѢЛЪ СКРУЧИВАНІЮ.

Сопротивленіе тѢЛЪ скручиванію прямо пропорціонально кубу діаметра тѢЛЪ, если они квадратныя, и обратно пропорціонально произведенію изъ дѣйствующей силы на длину рычага. Отсюда истекають правила:

1) Умножь сопротивленіе матеріала, соотвѣтствующее одному квадратному дюйму поперечнаго сѣченія, (что найдено по опытамъ и показано въ слѣдующей таблицѣ) на кубъ діаметра или кубъ стороны балки, если она квадратная, (въ дюймахъ) и произведеніе раздѣли на радіусъ колеса или, все равно, на длину рычага, въ дюймахъ на оконечность котораго дѣйствуетъ сила. Частное покажетъ наибольшее сопротивленіе матеріала въ фунтахъ.

2) Умножь грузъ, предназначенный для поддержанія, на длину рычага въ дюймахъ и произведеніе раздѣли на $\frac{1}{6}$ наибольшаго сопротивленія матеріала, соотвѣтствующаго одному квадратному дюйму поперечнаго сѣченія (что находится по таблицѣ). Корень кубичный

изъ частнаго будетъ искомый діаметръ балки, если она круглая или искомая сторона, если она квадратная.

Понятно, что бравши $\frac{1}{6}$ наибольшаго сопротивленія, мы получаемъ здѣсь для измѣреній брусевъ такія величины, какія можно безопасно употребить и въ практикѣ.

Слѣдующая таблица показываетъ результаты опытовъ надъ сопротивленіемъ скручиванію брусковъ, имѣющихъ въ поперечникѣ одинъ квадратный или одинъ круглый дюймъ.

НАЗВАНІЕ ТѢЛЪ.	Поперечное сѣченіе круглое.	$\frac{1}{6}$ допуска- емая въ практикѣ.	Поперечное сѣченіе ква- дратное.	$\frac{1}{6}$ допуска- емая въ практикѣ.
Чугунъ	3300	550	3500	583
Англійское желѣзо . . .	8160	1360	8650	1440
Русское желѣзо	8000	1334	8500	1420
Обыкновенная сталь . .	14160	2360	15100	2520
Литая сталь	23800	3960	25230	4205
Латуць.	3200	533	3400	570
Литая мѣдь	3200	533	3400	570
Олово	840	140	890	150
Свинець	320	53	340	57

Примѣръ 1. Спрашивается: какой вѣсъ, приложенный къ рычагу въ 5 фут. длиною, скрутитъ трехъ-дюймовую круглую полосу изъ чугуна.

$$\frac{3330 \times 3^2}{60} = 1485 \text{ фунт.}$$

Примѣръ 2. Потребно узнать сторону квадратной желѣзной полосы, могущей противиться крученію, отъ дѣйствія груза въ 665 фунтовъ, при длинѣ рычага равной 8 футамъ.

$$\sqrt[3]{\frac{665 \times 96}{1440}} = 3,5 \text{ дюйма.}$$

О ВАЛАХЪ.

Для опредѣленія діаметра валовъ въ машинахъ служить слѣдующая таблица.

Діаметръ вала въ дюймахъ.	Число лошадей, дѣленное на число оборотовъ въ минуту.	
	Чугунные.	Желѣзные.
1,2	—	0,0123
1,4	—	0,0195
1,6	—	0,0291
1,8	—	0,0415
2	0,0305	0,0569
2,2	0,0406	0,0757
2,4	0,0527	0,0983
2,6	0,070	0,125
2,8	0,084	0,155
3	0,103	0,192
3,2	0,125	0,233
3,4	0,150	0,279
3,6	0,178	0,332
3,8	0,209	0,390
4	0,244	0,455
4,4	0,325	0,601
4,8	0,422	0,787
5,2	0,536	1,000

Діаметръ вала въ дюймахъ.	Число лошадей, дѣленное на число оборотовъ въ минуту.	
	Чугунные.	Желѣзные.
5,6	0,670	1,249
6	0,824	1,536
6,4	1,000	1,823
6,8	1,199	2,236
7,2	1,424	2,653
7,6	1,674	3,122
8	1,953	3,641
8,4	2,261	4,215
8,8	2,600	4,847
9,2	2,970	5,492
9,6	3,375	6,292
10	3,814	7,112
10,4	4,291	—
10,8	4,805	—
11,2	5,360	—
11,6	5,954	—
12	6,592	—
12,4	7,273	—
12,8	8,000	—
13,2	8,774	—

Примѣръ. Машина въ 120 лошадей дѣлаетъ 20 оборотовъ въ минуту. Спрашивается діаметръ ея вала.

$$\frac{120}{20} = 6.$$

Отыскивая число 6 во 2-мъ столбцѣ таблицы, мы увидимъ, что діаметръ желѣзнаго вала долженъ быть между 9,2 и 9,6 д., слѣдовательно 9,5 д.

Если валъ предполагается сдѣлать чугунный, то діаметръ его точно также найдется между 11,6 и 12 д.

Замѣчаніе. Въ случаяхъ, когда валъ подверженъ очень сильнымъ толчкамъ, діаметръ его нужно увеличивать на $\frac{1}{7}$. Наоборотъ для дальнѣйшей передачи той же силы,

но когда она уже уравнена маховикомъ, можно дѣлать валы на $\frac{1}{7}$ тоньше.

Общее правило для валовъ.

Расдѣли число передаваемыхъ лошадей на число оборотовъ въ минуту. Кубическій корень изъ частнаго, умноженный на 5,2, для желѣза, и на 6,4, для чугуна будетъ діаметръ вала.

Примѣръ. Найти діаметръ желѣзнаго вала для машины на 400 лошадей, дѣлающей 20 оборотовъ.

$$\frac{400}{20} = 20; \sqrt[3]{20} = 2,72.$$

$$2,72 \times 5,2 = 14,1 \text{ д.}$$

Длина шейки валовъ обыкновенно дѣлаются равными отъ 1,2 до 1,6 ихъ діаметра, то есть, если діаметръ шейки равенъ 10 дюйм., то длина ея будетъ отъ 12 до 17 дюйм., смотря по условіямъ мѣстности и личному усмотрѣнію механика.

Деревянные валы дѣлаются вдвое и втрое толще чугунныхъ; они изготовляются обыкновенно изъ дуба или сосны, а шейки къ нимъ дѣлаются чугунныя или желѣзныя, которыя заклиниваются на деревянную шейку вала штыремъ, лапою или дѣлаются какъ накладку.

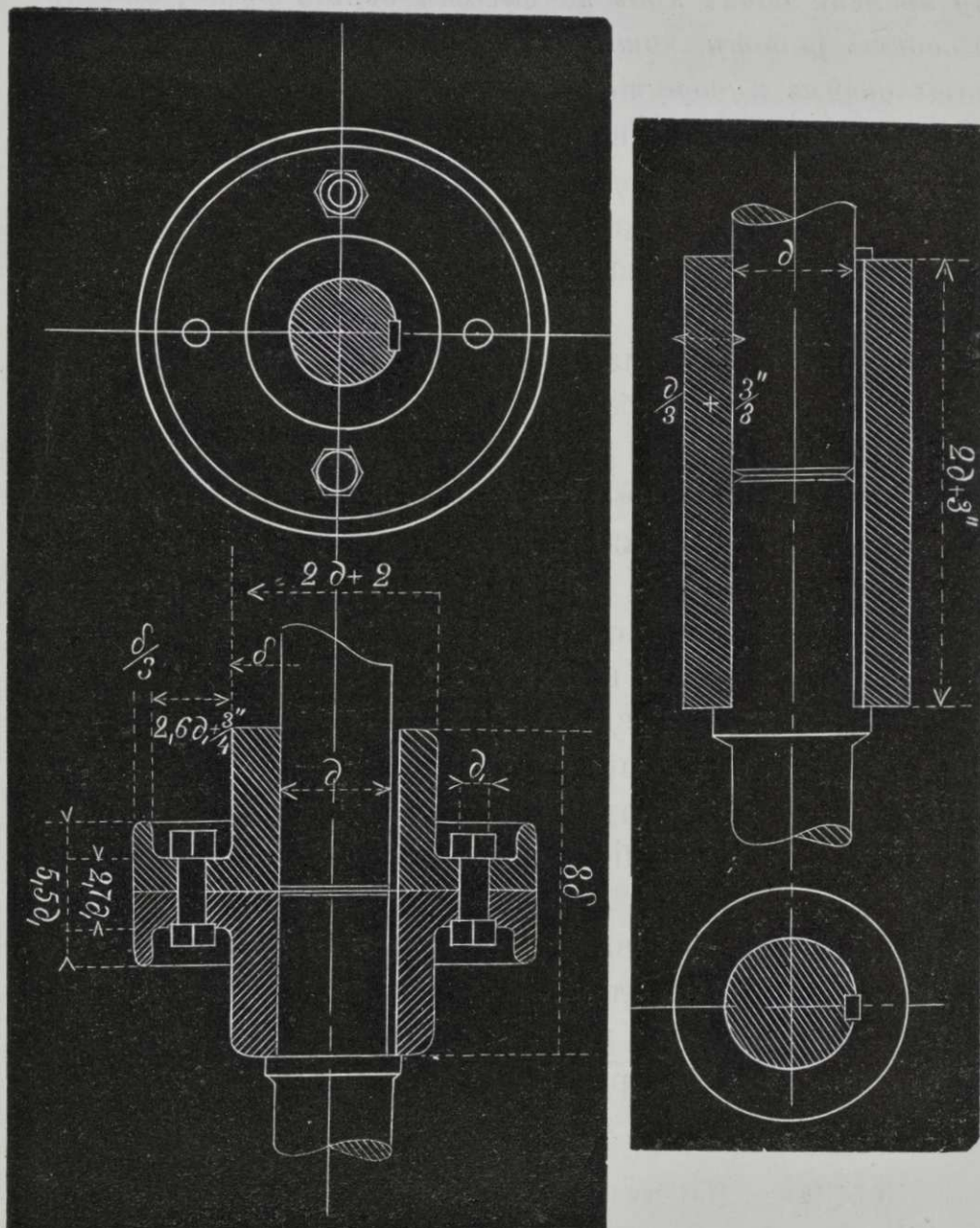
Подушки для приводныхъ валовъ размѣщаютъ обыкновенно на разстояніи 10—12 футовъ одну отъ другой.

СОЕДИНЕНІЕ ВАЛОВЪ.

Соединеніе валовъ въ большинствѣ случаевъ производится или помощью двухъ шайбъ, соединенныхъ болтами, или помощью втулки со шпонкою.

Соединеніе помощью двухъ шайбъ. Двѣ точеныя шайбы наклиниваются на концахъ соединяемыхъ валовъ (черт. 1), помощью шпонокъ и затѣмъ соединяются винтами.

Такое соединеніе преимущественно употребляется предъ другими, потому что допускають легкую сборку и разборку валовъ.



Соединеніе помощью втулки со шпонкою показано на чертежѣ 2, гдѣ размѣры показаны въ зависимости отъ діаметра вала d .

О РАБОТѢ СИЛѢ.

Если какая нибудь сила поднимаетъ въ одну секунду времени одинъ пудъ на высоту одного фута, она производитъ работу, которую въ механикѣ принято называть однимъ пудофутомъ, равныхъ 40 фунто-футамъ.

Пятнадцать такихъ пудофутовъ, или все равно $40 \times 15 = 600$ фунтофутовъ составляютъ одну паровую лошадь. И эта паровая лошадь гораздо сильнѣе обыкновенной упряжной лошади, которая, какъ показали опыты, можетъ производить въ секунду только около 12 пудофутовъ и слѣдовательно равняется $\frac{4}{5}$ паровой лошади.

Механическая работа, совершенная въ опредѣленное время, состоитъ изъ произведенія двухъ множителей—силы, выраженной вѣсомъ и пространства, пройденнаго этою силою, т. е. механическая работа = силѣ $\times$ на пройденный путь.

Чтобы выразить эту работу въ паровыхъ лошадяхъ, нужно произведеніе изъ силы, выраженной вѣсомъ, на пройденный путь раздѣлить на 15 (если сила выражена въ пудахъ, а пройденный путь въ футахъ); если полученное частное раздѣлить на время въ секундахъ, употребленное на совершеніе этой работы, то получимъ усиліе, которое требуется для совершенія этой работы.

Примѣръ 1. Рабочій перенесъ грузъ въ 5 пуд. вѣсомъ ра разстояніе 90 фут въ 5 минутъ; спрашивается, какъ велика совершенная или вся работа и какое усиліе онъ употребилъ для совершенія этой работы?

Вся совершенная имъ работа равняется:

$$5 \times 90 = 450 \text{ пудофутамъ или } \frac{450}{15} = 30 \text{ лош. сил.}$$

а усиліе для этой работы потребовалось

$$\frac{5 \times 90}{15 \times 300} = \frac{1}{30} \text{ лош. силы.}$$

Примѣръ 2. Пусть ручей падаетъ съ высоты 40 футовъ и даетъ въ секунду $1\frac{1}{2}$ ведра воды = 15 ф.; какъ велика его работа?

$$40 \times 15 = 600 \text{ фунтофутовъ} = 1 \text{ паров. лошади.}$$

Примѣръ 3. Пусть требуется поднять въ одну секунду куль муки вѣсящій $7\frac{1}{2}$ пуд. на дроги въ 2 фут. вышиною. Сколько для этого надобно работы?

$$7\frac{1}{2} \text{ пудовъ} = 300 \text{ фунтамъ.}$$

$$300 \times 2 = 600 \text{ ф.} = \text{тоже одной паровой лошади.}$$

Слѣдовательно, работа, доставляемая ручьемъ, гдѣ притекаетъ всего 15 фунтовъ воды, какъ разъ равна работѣ, потребной для подъема куля на дроги, не смотря на его значительный вѣсъ въ $7\frac{1}{2}$ пуд.

Основной законъ, истекающій изъ равенства работъ силъ, заключается въ томъ, что на сколько въ опредѣленномъ количествѣ работъ потеряется въ силъ, на столько же выиграется въ скорости или въ пройденномъ пути и на оборотъ.

Къ числу силъ, которыми люди располагаютъ какъ двигателями, для производства различнаго рода работъ, главнѣйшимъ образомъ относятся:

- 1) сила вѣтра
- 2) сила воды,
- 3) сила пара,
- 4) сила газа,
- 5) сила электричества и
- 6) жизненная сила животныхъ.

Но всѣ эти силы, за исключеніемъ самыхъ рѣдкихъ случаевъ, не могутъ быть съ пользою употреблены для преодоленія извѣстныхъ сопротивленій, иначе какъ при посредствѣ особенныхъ, нарочно для того принаровленныхъ машинъ, изученіе которыхъ составляетъ предметъ

механики, опредѣляющей въ каждой изъ нихъ наивыгоднѣйшее равенство работъ, для силы движущей и для силы сопротивляющейся.

И такъ машина есть ни что иное, какъ орудіе, принимающее работу отъ двигателей и передающее ее надлежащимъ образомъ и съ извѣстною скоростью исполнителному механизму.

Никакой механикъ не могъ создать силы, если ее нѣтъ у двигателя и никакая машина не въ состояніи увеличить количество полезной работы даннаго двигателя.

Меня, какъ механика, не разъ спрашивали, во сколько увеличится помолъ камня на мельницѣ, ежели наливное колесо замѣнить среднебойнымъ такой же ширины, но вдвое большаго діаметра.

Долгомъ считаю обратить особенное вниманіе читателей спутника на это обстоятельство, которое часто увлекаетъ неопытныхъ строителей къ напраснымъ издержкамъ и твердо помнить, что увеличеніе размѣровъ, или прибавка лишней шестерни, не создаетъ еще силы, ибо на сколько увеличится сила колеса отъ его наибольшаго размѣра, на столько же потеряется его скорость, то есть уменьшится число оборотовъ.

Вся цѣль механики состоитъ въ наивыгоднѣйшемъ пользованіи силою природы и для этого необходимо прежде всего ясно усвоить себѣ главные законы науки, чтобы потомъ расчетомъ провѣрять свои предположенія.

О ПРОСТЫХЪ МАШИНАХЪ.

О РЫЧАГѢ.

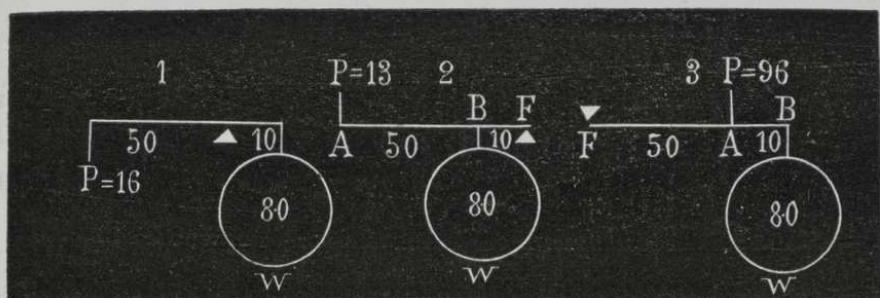
Есть три рода рычаговъ, отличающихся между собою только различнымъ расположеніемъ точки прило-

женія силы, точки приложенія преодолеваемого груза и точки упора.

Первый родъ, когда сила и грузъ дѣйствуютъ на оконечности рычага, а точка упора находится гдѣ нибудь между ними.

Второй родъ, когда сила и точка упора находятся по краямъ рычага, а грузъ гдѣ нибудь между ними.

Третій родъ, когда точка упора и грузъ находятся по краямъ рычага, сила же дѣйствуетъ гдѣ нибудь между ними.



Для опредѣленія силы, по данному грузу, для всѣхъ трехъ родовъ рычаговъ существуетъ слѣдующее правило:

Правило. Умножь данный грузъ на разстояніе между его точкою приложенія и точкою упора; произведеніе раздѣли на разстояніе между точкою приложенія силы и тою же точкою упора, частное будетъ та сила, какую надо употребить для подъема даннаго груза.

Примѣры 1, 2 и 3.

Требуется опредѣлить величину силы, могущей уравновѣсить 80 фунтовъ груза, на рычагахъ всѣхъ трехъ вышеозначенныхъ родовъ, при длинѣ ихъ въ 60 дюймовъ, предполагая при томъ, что въ первомъ и во второмъ родахъ, разстояніе между точкою упора и точ-

кою приложенія груза, равно 10 дюйм.; въ третьемъ же родѣ, тоже самое десятидюймовое разстояніе, находится между точкою приложенія груза и точкою приложенія силы, какъ то означено ясно на чертежахъ,

$$1) \frac{80 \times 10}{50} = 16 \text{ фунт. для силы.}$$

$$2) \frac{80 \times 10}{60} = 13,33 \text{ фунт. для силы.}$$

$$3) \frac{80 \times 60}{50} = 96 \text{ фунт. для силы.}$$

Примръ 4. Требуется узнать, какая сила нужна для опредѣленія груза въ 620 фунтовъ, на рычагѣ перваго рода, въ 72 дюйма длиною и при помѣщеніи точки упора на разстояніи 12 дюймовъ отъ точки приложенія груза.

$72 - 12 = 60$ дюймамъ—разстояніе между точкою упора и точкою приложенія силы, слѣдовательно:

$$\frac{620 \times 12}{60} = 124 \text{ фунт. для силы.}$$

Примръ 5. Потребно на рычагѣ перваго рода, въ 72 дюйм. длиною, уравновѣситъ грузъ, состоящій изъ 620 фунтовъ, помощію силы, равной 124 фунтамъ; спрашивается: какое, въ этомъ случаѣ, будетъ разстояніе между точкою упора и точкою приложенія груза.

$$\frac{124 \times 72}{620 + 124} = 12 \text{ дюймахъ.}$$

Примръ 6. Деревянная перекладина въ 20 футовъ длиною, поддерживаемая на обоихъ концахъ подпорками, несетъ на себѣ грузъ въ 73 пуда, помѣщенный на разстояніи 4 футовъ и 6 дюймовъ отъ одной изъ подпо-

рокъ. Спрашивается, какое напряженіе будетъ выдерживать при этомъ каждая подпорка?

$20 - 4,5 = 15,5$ слѣдовательно:

$\frac{73 \times 4,5}{20} = 17,425$ пудовъ будутъ давить на подпорку дальнюю и $\frac{73 \times 15,5}{20} = 56,675$ пудамъ, которые будутъ давить на подпорку ближнюю.

Примѣръ 7. Грузъ въ 300 фунтовъ привѣшенъ на концѣ шестидюймового рычага третьяго рода; спрашивается, какую силу надо приложить на разстояніи 2,5 дюйма отъ точки упора для того, чтобъ уравновѣсить означенный грузъ?

$$\frac{300 \times 6}{2,5} = 720 \text{ фунт. силы.}$$

О ВОРОТѢ.

Воротомъ называютъ машину, состоящую изъ вала съ насаженнымъ на него колесомъ или, все равно, рукоятію. Сила дѣйствуетъ на окружность колеса или окружность рукояти, грузъ же подымается помощію веревки, навивающейся на валъ. Слѣдовательно: въ воротѣ скорость движенія силы относится къ скорости движенія груза, какъ окружность колеса относится къ окружности вала (барабана); а отсюда, основываясь на законѣ работы силъ, истекаетъ такое правило: *Раздѣли скорость движенія силы на скорость движенія груза, и частное будетъ вѣсъ груза, какой можетъ держать единица напряженія силы.*

Примѣръ 1. Пусть сила, равная 30 футамъ, приложена къ пятнадцати дюймовой рукоятіи крана.

Пусть тоже шестерня, насаженная на валъ рукоятіи имѣетъ 10 зубьевъ, колесо, приводимое въ движеніе ше-

стернею, имѣть 120 зубьевъ и наконецъ барабанъ, на который навивается цѣпь, поднимающая грузъ, имѣть въ діаметрѣ 9 дюймовъ, спрашивается: какой величины тяжесть можетъ быть поднята краномъ подобнаго устройства?

$15 \times 2 \times 3,1416 = 94,248$ дюймамъ окружности, описываемой оконечностію рукописи, на которую дѣйствуетъ сила.

$\frac{120}{10} = 12$ оборотамъ шестерни, а слѣдовательно и рукояти для одного оборота зубчатаго колеса.

Наконецъ

$3,1416 \times 9 = 28,2744$ дюймамъ окружности барабана, на который навивается цѣпь. Поступая далѣе по правилу, получимъ:

$$\frac{94,248 \times 12 \times 30}{28,2744} = 1200 \text{ фунтамъ для той тяжести,}$$

какую можетъ поднять кранъ.

Примръ 2. Спрашивается, какъ много будетъ подымать кранъ вышеозначенныхъ размѣровъ, если къ нему, кромѣ имѣющейя шестерни и колеса, прибавить еще одну шестерню въ 15 зубцовъ и еще одно колесо въ 150 зубцовъ?

$$\frac{150}{15} = 10 \text{ и слѣдовательно:}$$

$$\frac{94,248 \times 12 \times 10 \times 30}{28,2744} = 12000 \text{ фунт.}$$

Изъ примѣра этого видно, что хотя прибавленіе лишней шестерни и лишняго колеса увеличило силу крана въ 10-ть разъ, однакожъ вмѣстѣ съ тѣмъ въ десять же разъ уменьшилась и скорость подъема груза.

Примръ 3. Спрашивается, какую надо приложить силу, со скоростью 20 футовъ въ минуту, для того,

чтобъ поднять 42 пуда въ 10 минутъ на вышину 60 футовъ?

$\frac{60}{10} = 6$ футамъ скорости подымаемаго груза, въ минуту, слѣдовательно:

$$\frac{42 \times 6}{20} = 12,6 \text{ пуд. искомаго напряженія для силы.}$$

О КРАНАХЪ.

ABC представляетъ кранъ, въ немъ:

AB — журавль.

AC — упорина.

BC — штырь.

Пусть кранъ поднимаетъ 100 пудовъ.

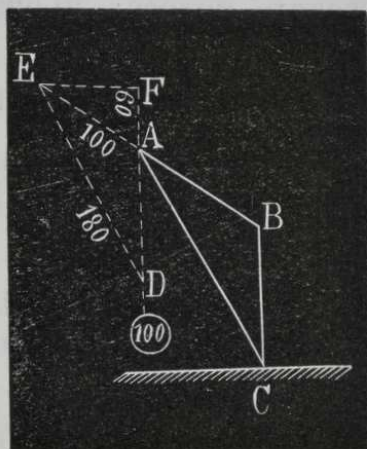
По произвольному масштабу отложи $AD = 100$ пудамъ.

Изъ D проводи DE, параллельно упоринѣ, до пересѣченія ея, въ E, съ продолженіемъ AB.

Изъ E проводи горизонтальную линію EF, до пересѣченія ея въ F, съ продолженіемъ AD.

По взятому масштабу линія ED выразитъ силу, сдавливающую упорину, линія AE, силу, растягивающую журавль, а линія EF, силу, ломающую штырь, который слѣдуетъ разсматривать какъ брусъ, задѣланный однимъ концемъ въ стѣну.

Въ представленномъ рисункѣ, если $AD = 100$ пудамъ, то



$$ED = 180$$

$$AE = 100$$

$$EF = 80$$

1-й Случай.

Грузъ для подъема данъ, число оборотовъ, дѣлаемое рукоятію во время одного оборота зубчатого колеса, тоже дано, наконецъ сила, дѣйствующая на рукоятъ, дана равнымъ образомъ; требуется опредѣлить діаметръ барабана, на который навивается цѣпь, тянущая грузъ.

Правило. Умножь удвоенную длину рукояти, въ дюймахъ, на силу, приложенную къ ней и еще на число ея оборотовъ, соотвѣтствующихъ одному обороту зубчатого колеса; произведеніе раздѣли на поднимаемый грузъ въ фунтахъ, и частное будетъ искомый діаметръ барабана, въ дюймахъ.

Примѣръ. Положимъ, что для поднятія 2240 фунтовъ имѣются два работника, могущіе каждый произвести напряженіе, равное $33\frac{1}{2}$ фунтамъ на рукояти крана. Пусть также длина рукоятей крана равна 16 дюймамъ, а число оборотовъ шестерни, во время одного оборота колеса, равно 7.

$$16 \times 2 = 32 \text{ дюймамъ.}$$

$33\frac{1}{2} \times 2 = 67$ фунтамъ для напряженія обонхъ работниковъ и слѣдовательно:

$$\frac{32 \times 67 \times 7}{2240} = 6,7 \text{ дюймамъ, для діаметра барабана.}$$

2-й Случай.

Діаметръ барабана данъ, длина рукояти дана и дѣйствующая сила тоже дана; найти то число оборотовъ, какое должна дѣлать шестерня во время одного оборота зубчатого колеса, для подъема известнаго груза.

Взявши числа прошедшаго примѣра, получимъ:

$\frac{2240 \times 6,7}{32 \times 67} = 7$ оборотамъ шестерни для одного оборота колеса.

3-й Случай.

Пусть требуется при данныхъ, взятыхъ въ предыдущихъ примѣрахъ, определить длину рукоятокъ.

$\frac{2240 \times 6,7}{67 \times 7} = 32$ дюймахъ удвоенной длины рукоятей и слѣдовательно $\frac{32}{2} = 16$ дюймахъ настоящей длины ихъ.

4-й Случай.

Наконецъ 4-й случай имѣетъ мѣсто, когда требуется определить силу, нужную для подъема известнаго груза.

Взявши тѣ же данныя, получимъ:

$\frac{2240 \times 6,7}{32 \times 7} = 67$ фунтамъ для напряженія силы.

Для трехъ послѣднихъ случаевъ мы не помѣстили словесныхъ правилъ по той причинѣ, что сущность дѣла очевидна, при однихъ и тѣхъ же данныхъ, изъ примѣровъ.

Замѣчаніе. Рукояти крана должны быть помѣщены на вышинѣ не меньше 2 футовъ 11 дюймовъ, или даже 3 фут., отъ горизонта почвы. Чтожъ касается до журавля (глаголя крана), то его слѣдуетъ располагать, относительно штыря, подъ угломъ въ 45 градусовъ.

Какъ вычислить толщину штыря при данной длинѣ глаголя и величинѣ груза, показано въ статьяхъ о сопротивленіи матеріаловъ.

О БЛОКЪ.

Простой блокъ, состоящій изъ шкива на оси, и находящійся неподвижно на мѣстѣ, служитъ только для перемѣны направленія силы, и потому въ механическомъ смыслѣ выгоды не приноситъ; но коль скоро тотъ же самый блокъ сдѣланъ подвижнымъ, онъ тотчасъ же становится въ рядъ машинъ, помощію которыхъ можно, измѣняя скорость преодолеваемого груза, увеличивать или уменьшать напряженіе дѣйствующей силы. Слѣдствіемъ этого выходитъ, что *выигрышъ въ силѣ, получаемый отъ примѣненія блоковъ, пропорціоналенъ только удвоенному числу подвижныхъ шкивовъ, находящихся въ системѣ, хотя для образованія такой системы можетъ быть взято совершенно произвольное количество неподвижныхъ блоковъ.*

Правило. Раздѣли преодолеваемый грузъ на двойное число подвижныхъ блоковъ системы, и частное вырази ту силу, напряженіе которой уравновѣситъ данный грузъ.

Примѣръ 1-й. Спрашивается, какую надо приложить силу для подъема 250 фунтовъ, помощію системы, въ которой участвуютъ четыре подвижныхъ и четыре неподвижныхъ блока? Сообразно съ правиломъ, получимъ:
 $4 \times 2 = 8$ и $\frac{250}{8} = 31,25$ фунт. для напряженія силы.

Примѣръ 2-й. Спрашивается, какой грузъ можетъ поднять сила въ 120 фунтовъ при помощи двухъ блоковъ, одного четырехъ-шкивного неподвижнаго и другаго хрехъ-шкивного, подвижнаго:

$3 \times 2 = 6$, и $120 \times 6 = 720$ фунт. для преодолеваемого груза.

Діаметръ блока дѣлается равнымъ 7 діаметрамъ веревки, если грузъ предполагается поднимать веревкою и 21 діаметру цѣпнаго желѣза, если грузъ поднимается цѣпью; діаметръ оси блока дѣлается отъ 0,9 до 1,2 діаметра веревки и отъ 3,5 до 4,5 діаметра цѣпнаго желѣза въ зависимости отъ числа блоковъ цѣпнаго желѣза.

О НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ.

Выпрямъ въ силу, получаемый черезъ примѣненіе наклонной плоскости, пропорціоналенъ отношенію ея длины къ вышинѣ, такъ что если сила дѣйствуетъ параллельно плоскости, то длина ея относится къ преодолеваемому грузу такъ же, какъ высота относится къ дѣйствующей силѣ. Отсюда слѣдуетъ правило:

Правило. Умножь преодолеваемый грузъ на перпендикулярную высоту наклонной плоскости и произведеніе раздѣли на длину ея, частное будетъ выражать напряженіе силы, потребное для уравниванія даннаго груза.

Примѣръ 1-й. Спрашивается: какъ велика нужна сила для удержанія 300 фунтоваго тѣла на наклонной плоскости, въ 50 футовъ длиною и 16 фут. вышиною. Составляя пропорцію, получимъ:

$$50 : 300 = 16 : X.$$

или, все равно, поступая, какъ сказано въ правилѣ:

$$\frac{300 \times 16}{50} = X = 93 \text{ фунтамъ для напряженія силы.}$$

Примѣръ 2-й. Сила въ 120 фунтовъ и со скоростію 50 фут. въ минуту, приложена, положимъ хоть, къ рукояти ворота и назначена для подъема тѣла по наклонной плоскости, со скоростію 30 футовъ, Наклонная же плоскость имѣетъ на каждые 25 футовъ длины 8 футовъ вы-

шины, спрашивается: какъ великъ тотъ грузъ, который сила можетъ уравновѣсить.

Назовемъ искомый грузъ черезъ X ; $120 \times 50 = 6000$ будетъ выражать работу силы дѣйствующей, и $30 \times X = 30X$ работу преодолеваемого груза. Затѣмъ, какъ и въ прошедшемъ примѣрѣ, составляемъ пропорцію:

$$25 : 30X = 8 : 6000,$$

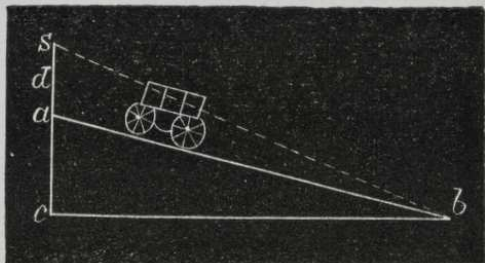
$$\text{или } \frac{25 \times 6000}{8 \times 30} = X,$$

откуда: $X = 625$ фунт. преодолеваемого груза.

Въсѣ тѣла, помноженный на длину основанія плоскости и раздѣленный на наклонную длину ея, равенъ тому давленію, какое оказываетъ тѣло на эту плоскость.

Практическіе опыты съ наклонною плоскостію.

Для опытовъ этихъ необходимо имѣть сколоченную изъ деревянныхъ досокъ плоскость ab , одинъ конецъ которой, помощію винта c , могъ бы принимать положеніе a , d , s .



Когда плоскость ab лежитъ горизонтально, карета остается неподвижною, но если начать конецъ a медленно подымать вверхъ, то при нѣкоторомъ откосѣ плоскости ab , карета собственною тяжестію сдвинется съ мѣста и покатится внизъ. Сдѣлавъ такой опытъ, можно всегда высчитать силу, потребную для движенія кареты по гладкому грунту, ибо въ треугольникѣ abc , діагональ ab соотвѣтствуетъ вѣсу экипажа, а перпендикуляръ ac , той части этого вѣса, какую нужно для преодоленія тренія, еслибъ экипажъ стоялъ на ровномъ мѣстѣ.

Положимъ для примѣра, что вѣсъ экипажа равенъ 40 пудамъ, длина плоскости ab равна 24 футамъ, высота перпендикуляра ac равна 3 фут. Слѣдовательно скатъ наклонной плоскости выразится чрезъ: $\frac{24}{3} = 8$ и для нашего случая $\frac{40}{8} = 5$ пудамъ силы, потребной для движенія экипажа по гладкому мѣсту.

Если теперь тотъ же самый экипажъ въ 40 пуд. вѣсомъ, надо втащить на пригорокъ такой покатости, что на 4 фута дороги приходится по одному футу вертикальнаго поднятія, то надо къ 5 пудамъ силы, могущей тянуть экипажъ на горизонтальной плоскости, прибавить еще силу равную $\frac{1}{4}$ вѣса экипажа, т. е. $\frac{40}{4} = 10$ и $10 + 5 = 15$ пудамъ силы, способной взвести экипажъ на пригорокъ, съ возстаніемъ 1-го фута для 4-хъ футовъ дороги.

Примѣръ. Пусть найдено опытомъ, что телѣжка, нагруженная 56 пудами (2240 фун.), можетъ катиться сама по желѣзной дорогѣ, если только эта послѣдняя имѣетъ на 224 фута длины, одинъ футъ паденія. Спрашивается, какую надобно употребить силу, чтобъ втащить ту же телѣжку по желѣзной дорогѣ, но только съ возстаніемъ 1-го фута на 36 футовъ длины?

Поступая сообразно съ изложенными правилами, получимъ: $\frac{2240}{224} = 10$ фунтамъ силы, способной тащить телѣжку по горизонтальнымъ рельсамъ.

Теперь далѣе

$$\frac{1}{36} \times 2240 = 62,22 \text{ фунтамъ и наконецъ}$$

$62,2 + 10 = 72,2$ фунтамъ для силы, могущей тянуть телѣжку при возстаніи дороги въ $\frac{1}{36}$.

Принимая напряженіе обыкновенной лошади въ 145 фунтовъ, мы найдемъ, что она можетъ по той дорогѣ везти двѣ телѣжки за разъ.

К Л И Н Ъ.

Клинъ рѣдко употребляется въ постройкахъ, не будучи вгоняемъ куда либо помощію ударовъ, силу же этихъ послѣднихъ опредѣлить трудно, да и бесполезно, ибо когда на практикѣ дѣло дойдетъ до заклиниванія, то оно всегда производится безъ всякихъ предварительныхъ расчетовъ.

В И Н Т Ъ.

Сила, вращающая винтъ, можетъ быть во столько разъ меньше преодолеваемого сопротивленія, во сколько разъ окружность, описываемая силою больше разстоянія между спиралями винта, или что все равно, шага его зацѣпленія.

Примѣръ. Спрашивается, какую силу надо приложить къ 20 дюймовой рукояти винта, съ шагомъ зацѣпленія въ $\frac{3}{4}$ дюйма, для того, чтобъ поднять тяжесть, равную 6000 фунтамъ.

$20 \times 2 = 40$; $40 \times 3,1416 = 125,6$ дюйм. окружности, описываемый концомъ рукояти, слѣдовательно:

$$\frac{0,75 \times 6000}{125,6} = 35,8 \text{ фунтамъ требуемой силы.}$$

Замѣчаніе. При употребленіи всѣхъ простыхъ машинъ надобно прибавить $\frac{1}{8}$ силы сверхъ расчета, для преодоленія тренія и другихъ бесполезныхъ сопротивленій.

Такимъ образомъ для поднятія груза въ 6000 фунтовъ, винтомъ, потребно въ дѣйствительности не 35,8

фунта напряженія двигателя, какъ вышло въ послѣд-
немъ примѣрѣ, а

$$35,8 + \frac{35,8}{8} = 40,2 \text{ фунта.}$$

Производя работу при помощи простыхъ машинъ,
необходимо знать среднее напряженіе живыхъ движи-
телей.

Вотъ таблица.

СПОСОБЪ РАБОТЫ.	Напряженіе въ фунтахъ.	Скорость въ фут.	Работа фун- то-фута въ секунду.	Число ча- совъ рабо- ты.
Человѣкъ, подымая грузъ помощію веревки и бло- ка, и опуская веревку пустою.	44	0,6	26	8
Человѣкъ на ручкѣ крапа или ворота.	19	2,5	47	8
Лошадь на воротѣ ша- гомъ.	110	3	330	8
Лош. на воротѣ рысью	75	6	450	4 ¹ / ₂
Быкъ на воротѣ	160	2	320	8
Человѣкъ на колесѣ . .	—	—	51	8
Человѣкъ на веслахъ . .	—	—	66	6

О ПАДЕНІИ ТѢЛЪ ВЪ ПРОСТРАНСТВѢ.

Когда тѣла падаютъ въ пустомъ пространствѣ, отъ
дѣйствія собственной тяжести, то скорости ихъ отно-

сятся между собою, какъ времена. а пространства имъ
проходимыя, какъ квадраты временъ, такъ что если вре-
мена выразить:

цифрами 1, 2, 3, 4 и т. д
Скорости выразятся чрезъ 1, 2, 3, 4 „ „ „
Пройденныя пространства, отъ на-
чала, чрезъ 1, 4, 9, 16 „ „ „

А пространства, пройденныя въ
каждую единицу времени чрезъ . . . 1, 3, 5, 7 „ „ „

Опытами найдено, что тѣло, падая въ пустомъ про-
странствѣ и не имѣя начальной скорости, проходить въ
первую секунду $16\frac{1}{12}$ фута, и по прошествіи этого вре-
мени приобрѣтаетъ скорость, съ которою, еслибъ стало
двигаться равномерно, то пробѣгало бы въ каждую по-
слѣдующую секунду $32\frac{2}{12}$ фута; слѣдовательно, если въ
предыдущей таблицѣ, первую строку цифръ для временъ
принять за секунды, то:

по прошествіи. 1'', 2'', 3'' и такъ далѣе.
Скорости въ футахъ
будуть $32\frac{2}{12}$, $64\frac{4}{12}$, $96\frac{1}{2}$ „ „ „
Пространства, прой-
денныя отъ начала. . . $16\frac{1}{12}$, $64\frac{4}{12}$, $144\frac{3}{4}$ „ „ „
и наконецъ простран-
ства, пройденныя въ каж-
дую секунду времени . . $16\frac{1}{12}$, $48\frac{1}{4}$, $80\frac{5}{12}$ и проч.

Изъ второй строчки цифръ въ таблицѣ видно, что по
прошествіи каждой секунды, скорость падающаго тѣла
увеличивается на постоянную величину 32,16 фута, ко-
торая называется *ускореніемъ отъ тяжести*. Эту ве-
личину во всѣхъ механикахъ принято обозначать бук-
вою g.

$g = 9,8088$ метровъ.

30,1950 парижск. фута.

31,030 вѣнскаго фута.

I. Найти скорость, какую тѣло пріобрѣтаетъ по прошествіи известнаго времени.

Правило. Умножь время въ секундахъ на 32,16 и произведеніе будетъ искомая скорость.

Примѣръ. Требуется узнать скорость свободно падающаго тѣла, по прошествіи 7 секундъ,

$$32,16 \times 7 = 225,16 \text{ фут. скорости.}$$

II. Найти скорость, какую пріобрѣтаетъ тѣло, падая съ известной высоты.

Правило. Помножь удвоеную высоту, или пройденное пространство, на 32,16 и корень двадратный изъ произведенія выразитъ искомую скорость.

Примѣръ. Спрашивается, какъ велика будетъ скорость камня, брошеннаго въ пропасть и пролетѣвшаго 201 футъ.

$$\sqrt{2 \times 201 \times 32,16} = 113,7 \text{ фут. въ секунду.}$$

III. Найти пространство, какое пролетитъ тѣло въ известное время.

Правило. Помножь квадратъ времени въ секундахъ на 32,16, и половина произведенія выразитъ искомое пространство.

Примѣръ. Какое пространство пролетитъ падающее тѣло въ 7 секундъ.

$$\frac{32,16 \times 49}{2} = 788,06 \text{ фут.}$$

IV. Найти время, въ продолженіе котораго тѣло пролетитъ данное пространство.

Правило. Раздѣли удвоенное пространство на 32,16

и корень квадратный изъ частнаго будетъ искомое время.

Примѣръ. Сколько времени потребно, чтобъ тѣло прошло 788,06 фут.

$$\frac{2 \times 788,06}{32,16} = 49; \quad \sqrt{49} = 7 \text{ секундамъ.}$$

Когда тѣло опускается по наклонной плоскости, то законы его движенія остаются тѣ же какъ и для паденія, но только пространство, пройденное въ первую секунду и скорость, въ теченіе ея приобрѣтенная, будутъ во столько разъ менѣе, во сколько разъ длина наклонной плоскости болѣе высоты ея подъема.

Примѣръ. Такимъ образомъ при скатѣ шара по наклонной плоскости, имѣющей 30 футовъ длины на 6 футовъ подъема, онъ пройдетъ въ первую секунду пространство $\frac{16,08}{5} = 3,2$ фут.
 во вторую секунду $3 \times 3,2 = 9,6$ фут.
 въ третью секунду $5 \times 3,2 \times 16$ фут.
 и т. д.

Слѣдовательно, ускореніе его будетъ равно удвоенному пространству, пройденному въ первую секунду, то есть $3,2 \times 2 = 6,4$ фут.

О РАВНОМѢРНО—УСКОРИТЕЛЬНОМЪ ДВИЖЕНІИ ВООБЩЕ.

Движеніе тѣла, падающаго отъ тяжести въ пространствѣ, или спускающагося по наклонной плоскости, называется въ механикѣ *равномѣрно-ускорительнымъ*, ибо въ каждую секунду времени оно становится быстрѣе на одну и ту же постоянную величину. По какому бы направленію тѣло ни двигалось, но если движущая сила

не оставляет его, а дѣйствуетъ постоянно, движеніе будетъ тоже равномѣрно-ускорительное,

Отличительный законъ всякаго равномѣрно-ускорительнаго движенія заключается въ томъ, что *пространство, пройденное тѣлами въ первую секунду, равно половинѣ ускоренія, то есть той скорости, которая приобрѣтается тѣломъ по прошествіи каждой секунды.*

Напримѣръ. При паденіи тѣла въ пространствѣ ускореніе равно, какъ было сказано выше 32,16 фут., а пространство, пройденное въ первую секунду, 16,08. Но эта постоянная, при паденіи тѣла, величина ускоренія въ 32,16 фута, не есть величина обязательная для другихъ ускорительныхъ движеній. Она можетъ быть болѣе или менѣе 32,16 футовъ, смотря по тому, во сколько разъ болѣе или менѣе сила дѣйствующая на тѣло, сравнительно съ его собственнычъ вѣсомъ.

Правило. Умножь силу, производящую движеніе на постоянное число 32,16 и произведеніе раздѣли на вѣсъ движущагося тѣла, или тѣлъ, если ихъ много. Частное будетъ ускореніе въ секунду для рассматриваемаго случая.

Примѣръ. Пусть на концы шнурка, огибающаго блокъ, привѣшено по одному пуду. Очевидно, что равновѣсіе сохранится до тѣхъ поръ, пока къ одной изъ гирь не прибавятъ положимъ одного фунта. Тогда начнется равномѣрно ускорительное движеніе съ одной стороны блока внизъ, съ другой стороны вверхъ. Требуется опредѣлить условія этого новаго движенія?

Здѣсь движущая сила равна 1 фунту.

Вѣсъ движущихся тѣлъ равенъ 81 фунту; слѣдовательно $\frac{1}{81} \times 32,16 = 2,5$, ускореніе $\frac{2,5}{2} = 1\frac{1}{4}$ фут., что

составить пространство, пройденное въ первую секунду.
Итакъ по прошествіи 1'', 2'', 3'' и т. д.

Скорости будутъ 2¹/₂, 5, 7¹/₂ „ „ „

Пространства пройденныя отъ
начала 1¹/₄, 5, 11¹/₄ „ „ „

Пространства, пройденныя въ
каждую секунду 1¹/₄, 3³/₄, 6¹/₄ „ „ „

Вообще всѣ вопросы относительно всякаго равномер-
но-ускорительнаго движенія могутъ быть рѣшены по пра-
виламъ I, II, III и IV, изложеннымъ въ главѣ „о наде-
нн тѣлѣ въ пространствѣ, стоитъ только въ нихъ за-
мѣнить постоянное число 32,16 новымъ числомъ, найден-
нымъ для ускоренія.

Напримѣръ. Во сколько времени упадетъ на отковы-
ваемую вещь молотъ, въ 20 пудовъ вѣсомъ, если сверхъ
собственной тяжести его гонитъ внизъ еще давленіе па-
ра, равное 40 пудовъ.

Здѣсь дѣйствующая сила равна $40 \div 20 = 60$ пуд. =
= 2400 фун. Вѣсъ движущагося тѣла, молота = 800 фун.

Слѣд. ускореніе будетъ: $\frac{2400}{800} \times 32,16 = 99,48$ фут.

При трехъ футахъ полного хода молота, по правилу
IV, получимъ $\frac{3 \times 2}{99,48} = 0,0622$; $\sqrt{0,0922} = 0,25$ секунды.

Еслибъ молотъ падалъ подѣ вліяніемъ только своей
тяжести, то онъ спустился бы въ

$$\sqrt{\frac{3 \times 2}{32,16}} = 0,43 \text{ секунды.}$$

Замѣчаніе. Вѣсъ тѣла, раздѣленный на ускореніе отъ
тяжести, то есть на число 32,16, называется въ меха-
никѣ массою тѣла.

О МАЯТНИКѢ.

Длина простаго секунднаго маятника, на широтѣ Лондона, равна 39,1393 дюйм.

Отсюда:

$$\sqrt{39,1393 \times 60} = 375,36.$$

даетъ постоянное число (коэффициентъ) 375,36, служащій для вычисленія длины или времени качанія маятниковъ во всѣхъ другихъ случаяхъ, а именно:

1) Раздѣли 375,36 на корень квадратный изъ данной длины маятника и частное будетъ число качаній его въ минуту, или,

2) Раздѣли 375,36 на число качаній маятника въ минуту, и частное возвысь въ квадратъ, получишь длину его.

Примѣръ 1. Спрашивается, сколько качаній въ минуту дѣлаетъ маятникъ, длина котораго равна 25 дюймамъ?

$$\frac{375,36}{\sqrt{25}} = 75,072 \text{ качаній.}$$

Примѣръ 2. Требуется узнать длину маятника, дѣлающаго 80 качаній въ минуту.

$$\frac{375,36}{80} = 4692; (4,692)^2 = 22,14864 \text{ дюйма.}$$

Таблица, показывающая длину простыхъ секундныхъ маятниковъ въ разныхъ частяхъ свѣта:

Въ Петербургѣ	39,17000.
„ Москвѣ	39,15000.
„ Парижѣ	39,12843.
„ Лондонѣ	39,13930.
„ Единбургѣ	39,15540.

Въ Рио-Джанейро. . . 39,01206.

„ Нью-Йоркъ . . . 39,10153.

О ЖИВОЙ СИЛѢ ТѢЛЪ.

Живою силою (*force vive*) называется *количество дѣйствія или работа*, накопившаяся въ массѣ каждаго движущагося тѣла.

Правило. Умножь половину вѣса движущагося тѣла въ фунтахъ на квадратъ его скорости въ футахъ и раздѣли произведение на ускореніе тяжести, то есть на постоянное число 32,16, частное будетъ живая сила въ фунто-футахъ.

Примѣръ 1. Какъ велика живая сила молотка въ 10 фунт. вѣсомъ, когда отъ розмаха руки онъ получилъ, въ моментъ удара его о шляпку гвоздя, скорость равную 40 футамъ?

$$\frac{10}{2} \times \frac{(40)^2}{32,16} = \frac{8000}{32,16} = 248 \text{ ф. ф.} = \text{около } 1\frac{1}{2} \text{ паровой лошади.}$$

Примѣръ 2. Какую работу нужно употребить, чтобъ сообщить нагруженной каретѣ въ 4000 фунтовъ вѣсомъ скорость 10 футовъ?

$$\frac{4000}{2} \times \frac{10^2}{32,16} = \text{почти } 6213 \text{ фунто-футамъ.}$$

Замѣчаніе. Если для сообщенія этой каретѣ скорости въ 10 фут., были употреблены двѣ секунды времени и 10 футовъ дороги, то на преодоленіе силы тренія, при коэффициентѣ его въ $\frac{1}{25}$, потребовалось бы еще:

силы. $\frac{4000}{25} = 160 \text{ фунтовъ;}$

работа $160 \times 10 = 1600 \text{ фун.-фут.;}$ слѣдовательно всего $1600 + 6213 = 7813 \text{ ф.-ф.}$

И такъ въ первое время, для сообщенія каретѣ надлежащей скорости, надобно около 5 разъ болѣе работы, чѣмъ для преодоленія силы тренія.

Вотъ причина почему везти экипажъ по дорогѣ гораздо легче, чѣмъ сдвигать его съ мѣста и почему также чрезвычайно вредно для лошадей останавливаться у подъѣздовъ быстро.

Наконецъ таже самая живая сила, накопившаяся въ массѣ экипажа, помогаетъ плохимъ лошадямъ взвозить его съ разбѣга на крутые пригорки.

Примѣръ 3. Какую работу долженъ развить порохъ, чтобы 6 фунтовому ядру сообщить скорость полета въ 1600 футовъ.

$$\frac{6}{2} \times \frac{(1600)^2}{32,16} = 238563 = 398 \text{ лошадямъ.}$$

Примѣръ 4. Много ли работы имѣетъ въ себѣ вода, протекающая со скоростію 7 футовъ въ количествѣ 10 куб. футовъ?

10 куб. футовъ воды вѣсятъ 693 фунта.

$$\frac{693}{2} \times \frac{(7)^2}{32,16} = 527 \text{ ф. ф.}$$

Примѣръ 5. Какъ велика живая сила маховаго чугуннаго колеса, дѣлающаго 40 оборотовъ въ минуту и имѣющаго ободъ въ 0,32 кв. фута при среднемъ діаметрѣ его въ 18,3 фута.

$$\text{Вѣсъ обода} = 0,32 \times 18,3 \times 3,14 \times 503,8 = 9219,5 \text{ ф.}$$

$$\text{Скорость обода} \frac{57,4 \times 40}{60} = 38,3 \text{ фута въ секунду.}$$

$$\text{Живая сила} \frac{9219,5 \times (38,3)^2}{2 \times 32,16} = 203849 \text{ ф. ф.} = 339$$

лошад.

О СОПРОТИВЛЕНИИ МАТЕРІАЛОВЪ ЖИВОЙ СИЛѢ ТѢЛЪ.

Строительные матеріалы, подверженные дѣйствію живой силы тѣлъ, то есть вліянію на нихъ работъ другихъ тѣлъ, одушевленныхъ движеніемъ, сопротивляются совершенно иначе, чѣмъ при обыкновенной нагрузкѣ. Сопротивленіе ихъ въ этомъ случаѣ, какъ показали опыты, зависитъ преимущественно отъ объема, а не отъ формы поперечнаго сѣченія. Такимъ образомъ брусокъ въ одинъ дюймъ шириною и 3 дюйма вышиною, положенный плашмя на двухъ точкахъ опоры, оказываетъ при обыкновенной нагрузкѣ въ три раза менѣе сопротивленія излому, чѣмъ на ребро, между тѣмъ какъ въ обоихъ случаяхъ онъ сломается отъ одного и того же груза, брошеннаго съ извѣстной высоты. Точно также, если къ концамъ двухъ шнурковъ совершенно одинаковой толщины, привязать двѣ гири и бросить ихъ съ опредѣленной вышины, то непременно разорвется сперва тотъ шнурокъ, который былъ короче. Опытами на счетъ сопротивленія тѣлъ работѣ силъ занимались до сихъ поръ весьма немногіе ученые. Въ числѣ ихъ стоятъ на первомъ мѣстѣ Ардонъ и Ренделе. Результаты ихъ наблюденій, облеченные въ формулы Редтенбахэромъ, помѣщены въ слѣдующей таблицѣ.

НАЗВАНІЕ ТѢЛЪ.	<i>Растягиван.</i> множитель 0,65	<i>Сжатіе</i> множитель 0,05	<i>Изломъ</i> множитель 0,072	<i>Крученіе</i> множитель 0,54
Дубъ	3	1,7	3,7	1,2
Ель	3,5	1.1	2,8	0,9
Желѣзная проволока . . .	20	—	—	—
Желѣзо въ полосахъ . . .	9	13	14	18
Чугунъ	1,6	67	7	13
Литая сталь	33	—	—	—
Кожа	108	—	—	—

Правило. Умножь числа, показанныя въ таблицѣ на множителей, соотвѣтствующихъ разному роду сопротивленія и еще на объемъ тѣла въ кубическихъ дюймахъ. Произведеніе будетъ его сопротивленіе въ фунтофутахъ.

Примѣръ. На чугунномъ валѣ въ разстояніи другъ отъ друга равномъ 11,8 фут., укрѣплены маховикъ и зубчатое колесо. Діаметръ вала равенъ $5\frac{1}{2}$ дюйм., вѣсъ маховика 3660 фунтамъ, скорость его движенія 23 ф. въ секунду. Спрашивается, можетъ ли выдержать валъ крученіе отъ живой силы маховика, еслибъ внезапно механизмъ остановился по причинѣ поломки зубца на передаточномъ колесѣ?

$$\text{Живая сила маховика } \frac{3660}{2} \times \frac{(23)^2}{32,16} = 30101 \text{ ф.ф.}$$

$$\text{Объемъ вала } \frac{3,14(5\frac{1}{2})^2}{4} \times 11,8 \times 12 = 3363 \text{ куб. дюйм.}$$

Множитель для крученія изъ таблицы 0,54. Число для чугуна оттуда же—13.

$$0,54 \times 13 \times 3363 = 23608 \text{ ф. ф.}$$

Сравнивая это количество съ живою силою, мы видимъ, что валъ тонокъ, и что для надлежащаго сопротивленія, объемъ его долженъ быть $\frac{30101}{23608} = 1,27$ разъ болѣе, слѣдовательно діаметръ на $\sqrt{1,27} = 1,12$ толще, то есть въ $5,5 \times 1,12 = 6,16$ дюйм.

Замѣчаніе. Легкія сооруженія, хорошо рассчитанныя для сопротивленія нагрузкѣ, часто не могутъ выдержатъ дѣйствія на нихъ живой силы. Отъ того опасно скоро ѣздить или маршировать по проволочнымъ мостамъ.

О ТРЕНІИ.

1) Треніе возрастаетъ пропорціонально давленію одной трущейся поверхности на другую.

2) Треніе не зависитъ отъ величины трущихся поверхностей и скорости ихъ движенія, хотя конечно чѣмъ меньше трущаяся поверхность, тѣмъ скорѣе она издержится и чѣмъ скорѣе движеніе, тѣмъ болѣе для преодоленія тренія понадобится работы въ секунду времени.

3) Если наклонная плоскость имѣетъ такую крутизну, при которой лежащее на ней тѣло скатывается отъ дѣйствія собственной тяжести, то тангенсъ угла этой плоскости съ горизонтомъ, равенъ коэффициенту тренія.

Нижеслѣдующая таблица показываетъ коэффициенты тренія для различныхъ тѣлъ, найденные опытомъ.

Правило 1. Умножь число изъ таблицы на давленіе, претерпѣваемое всею трущеюся поверхностію, произведеніе будетъ выразять величину тренія.

Правило 2. Умножь величину тренія на скорость движенія трущейся поверхности и произведеніе покажетъ работу, поглощаемую треніемъ въ секунду времени.

Трущіяся тѣла.	Въ какомъ состояніи.	Числа по опыту.
Дубъ по дубу. {	безъ мази	0,48
	смоченный водою.	0,25
Пеньковый канатъ по дереву. {	безъ мази	0,52
	мокрый	0,33
Желѣзо по дубу. {		0,62
	безъ мази.	
Чугунъ по дубу. {		0,49
Кожа по чугуну {	безъ мази	0,56
	мокрая	0,36
или бронзѣ. {	мокр. и съ мазью.	0,23
Кожанная поршневая обшивка на ребро. {	смазанная или съ графитомъ	0,15
Чугунъ по чугуну. {	жирный	0,15
	мокрый	0,31
Металлы по метал.	сухіе	0,15—0,20
Металлы по метал. или по дереву и на оборотъ.	жирные	0,15
	смазанные обыкновеннымъ образомъ.	0,09—0,07
Камень по камню.	сухіе	0,08
		0,6—0,7

Примѣръ. Много ли поглощается работы треніемъ въ шейкахъ вала маховика, вѣсящаго вмѣстѣ съ нимъ 9375 фунтовъ и дѣлающаго 100 оборотовъ въ минуту, когда шейки вала имѣютъ 7 дюймовъ въ діаметръ и смазываются обыкновеннымъ образомъ.

Изъ таблицы надобно взять число 0,08.

Величина тренія по правилу $0,08 \times 9375 = 750$ фунт.

Скорость движенія шеекъ $7 \times 3,14 \times \frac{100}{60} = 3\frac{2}{3}$ фут. въ 1".

Поглощенная треніемъ работа:

$3\frac{2}{3} \times 750 = 2750$ ф. фут. = 4,58 пар. лош.

Если шейки сдѣлать въ діаметрѣ не 7, а 9 дюймовъ, то скорость ихъ будетъ 4,7 фута, а работа на треніе 2525 ф. ф. или 5,87 лошади.

Отсюда ясно видно, какой вредъ проистекаетъ отъ бесполезнаго утолщенія шеекъ валовъ, и что въ случаѣ необходимости увеличить трущуюся поверхность, для избѣжанія быстрого стиранія, всего лучше удлинять ихъ.

Пятники сторчевыхъ валовъ не должны быть обременяемы на квадратный дюймъ, болѣе чѣмъ

785 фунтами при медленномъ движеніи

470 „ при средней скорости

280 „ при большой скорости.

При діаметрѣ колесъ отъ 3 до 4 футовъ, по опытамъ Русифорда и Беванса, существуетъ слѣдующее отношеніе между вѣсомъ повозки вмѣстѣ съ грузомъ и силою, приводящею ее въ движеніе.

По сыпучему песку $\frac{1}{8}$.

По песчаному грунту $\frac{1}{18}$.

По обыкновенной сухой гладкой дорогѣ $\frac{1}{25}$.

По шоссе $\frac{1}{33}$.

По хорошей мостовой или по дереву $\frac{1}{40}$.

По желѣзной дорогѣ $\frac{1}{200}$.

Замѣчаніе. Чѣмъ оси тоньше и колеса выше, тѣмъ движеніе экипажа легче.

О ТРЕНІИ ЗУБЧАТЫХЪ КОЛЕСЪ.

Потеря отъ тренія въ зубчатыхъ колесахъ бываетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ больше шагъ зацепленія, чѣмъ мень-

ше діаметры колесъ, и чѣмъ они между собою неравнобѣрнѣе

Вообще потеря отъ тренія при передачѣ движенія зубцами незначительна и въ предѣлахъ употребляемыхъ на практикѣ колесъ, не превышаетъ пяти процентовъ передаваемой работы.

О ЖЕСТКОСТИ КАНАТОВЪ.

Правило. Умножь квадратъ діаметра каната на преодолеваемый грузъ и еще на число 0,45; полученное произведеніе раздѣли на діаметръ шхива или блока и частное выразишь потерю силы отъ жесткости.

Примѣръ. Требуется поднять 1220 фунтовъ посредствомъ каната діаметромъ въ 1,6 дюйм., перегибающагося чрезъ блокъ или шхивъ, имѣющій 15,6 д. въ діаметрѣ. Какъ велика при этомъ будетъ потеря въ силѣ отъ жесткости?

$$\frac{(1,6)^2 \times 1220 \times 0,45}{15,6} = 90 \text{ фунтамъ.}$$

Слѣдовательно для поднятія груза надобно силу равную $1220 + 90 = 1310$ фунт.

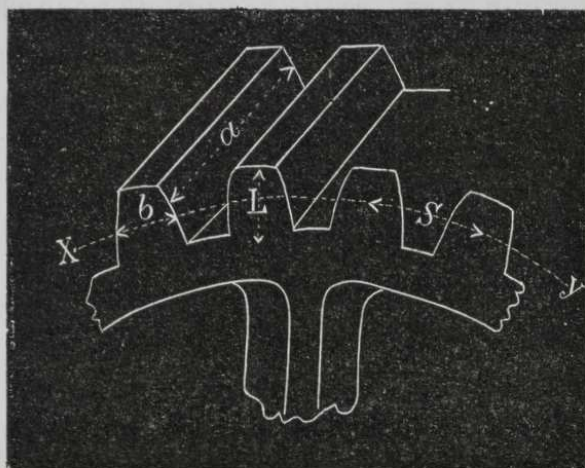
Такимъ образомъ найденная величина жесткости соответствуетъ новому канату, для канатовъ же болѣе или менѣе поношенныхъ слѣдуетъ принимать въ расчетъ только $\frac{3}{4}$ или $\frac{1}{2}$ ея.

О ЗУБЧАТЫХЪ КОЛЕСАХЪ.

Кругъ ХУ называется *начальнымъ кругомъ* и служитъ основаніемъ вычисленій и вычерчиванія зубчатыхъ колесъ.

Толщиною зуба называется измѣренія его по окружности начального круга, напримѣръ *b*.

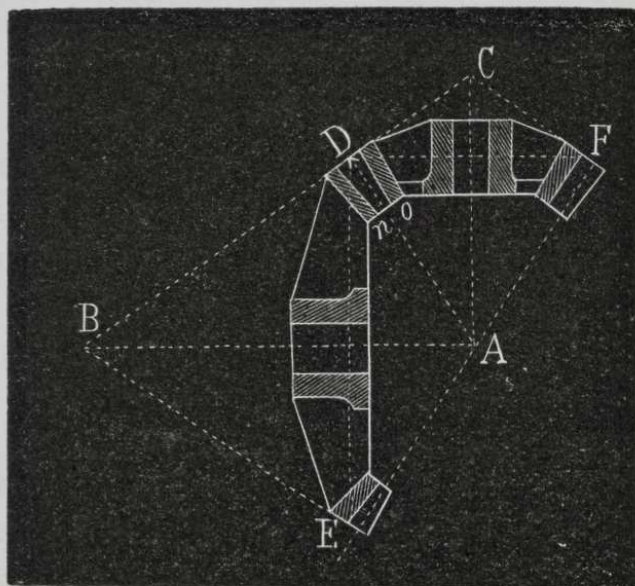
Шириною зуба называется измѣреніе его по направлению оси вращенія, напримѣръ a .



Длиною зуба называется измѣреніе его по направлению радіусовъ, напримѣръ L .

Разстояніе между зубцами называется *впадинами*.

Наконецъ сумма толщины зуба и впадины, или разстояніе между центрами двухъ смежныхъ зубцовъ, называется *ходомъ* или *шагомъ* зацѣпленія, напримѣръ S .



Линіи AD , AF и AE , обозначающія косину двухъ коническихъ колесъ, для правильнаго зацѣпленія, долж-

ны непременно пересѣкаться въ одной общей точкѣ А, которая есть въ тоже самое время пересѣченіе двухъ осей АС и АВ. Если это условіе не соблюдено, ходъ колесъ будетъ неровенъ, съ толчками, и зубья скоро ломаются. Слѣдовательно косина зубьевъ находится въ зависимости отъ діаметра пары колесъ, и къ одному коническому колесу нельзя придѣлать другое, или подобрать изъ моделей старое колесо, лишь бы шагъ зацепленія приходился. По этой же причинѣ *одно колесо коническое не можешь вести двухъ другихъ колесъ различнаго діаметра*. Въ коническихъ колесахъ начальные круги обозначаются рѣзцомъ на плоскостяхъ D и no , на нихъ же расчерчиваются и зубья, которые разумеется на плоскости no должны быть по всѣмъ направленіямъ меньше чѣмъ плоскости D .

О СКОРОСТИ КОЛЕСЪ, ШЕСТЕРНЕЙ, ШХИВОВЪ И БАРАБАНОВЪ.

Когда колеса употреблены для сообщенія движенія между частями машины, ихъ зубцы зацепляютъ другъ друга, слѣдовательно, если одно колесо имѣетъ 60 зубьевъ, а другое, имъ движимое, 20 зубьевъ, послѣднее необходимо должно сдѣлать три поворота во время одного поворота перваго колеса; въ случаѣ употребленія вмѣсто колесъ, шхивовъ или барабановъ различнаго діаметра, тоже самое обстоятельство имѣетъ мѣсто, ибо и здѣсь безконечный ремень, заставляя окружности описывать одинаковыя пространства, дѣлаетъ число оборотовъ ихъ неравнымъ между собою.

Отсюда истекаютъ такія правила:

1) Умножь число оборотовъ ведущаго колеса на число его зубцовъ и произведеніе раздѣли на число оборотовъ колеса ведомаго, частное будетъ то число зуб-

цовъ, какое должно заключаться въ послѣднемъ изъ колесъ, или

2) Умножь число оборотовъ колеса ведущаго на его діаметръ, и произведеніе раздѣли на число оборотовъ колеса ведомаго, частное будетъ діаметръ послѣдняго изъ колесъ.

Примѣръ 1. Ведущее колесо, дѣлая 16 оборотовъ въ минуту, содержитъ 75 зубцовъ. Ведомое же колесо должно дѣлать 24 оборота въ тоже время, спрашивается: сколько на послѣднемъ надо помѣстить зубцовъ?

$$\frac{75 \times 16}{24} = 50 \text{ зубцовъ.}$$

Примѣръ 2. Колесо, имѣющее въ діаметрѣ 64 дюйма, и дѣлающее 42 оборота въ минуту, назначено для передачи движенія валу, со скоростію 77 оборотовъ въ минуту; требуется узнать діаметръ зубчатаго колеса, посредствомъ котораго такая передача будетъ имѣть мѣсто.

$$\frac{64 \times 42}{77} = 34,9 \text{ дюймовъ діаметра для искомаго колеса.}$$

Примѣръ 3. Требуется опредѣлить число оборотовъ колеса, 20 дюймовъ діаметромъ, движимаго другимъ колесомъ, имѣющимъ 4 фута въ діаметрѣ и дѣлающимъ 46 оборотовъ въ минуту.

$$4 \text{ фута} = 48 \text{ дюймамъ.}$$

Слѣдовательно:

$$\frac{48 \times 46}{20} = 110,4 \text{ оборотамъ.}$$

Примѣръ 4. Валъ, вращающійся 22 раза въ минуту, долженъ передать, парю зубчатыхъ колесъ, движеніе другому валу, которому назначено дѣлать въ минуту только $15\frac{1}{2}$ оборотовъ. Разстояніе же между центрами

валовъ равно $45\frac{1}{2}$ дюйм., спрашиваются діаметры колесъ между кругами зацѣпленія (т. е. діаметры начальныхъ круговъ).

$$\frac{45,5 \times 15,5}{22 + 15,5} = 18,81 \text{ радіусу колеса ведущаго.}$$

$$\frac{45,5 \times 22}{22 + 15,5} = 26,69 \text{ радіусу колеса ведомаго.}$$

$$18,81 + 26,69 = 45,5$$

Понятно, что искомые діаметры будутъ равны удвоеннымъ радіусамъ.

Примѣръ 5. Пусть ведущій барабанъ дѣлаетъ 20 оборотовъ въ минуту; требуется опредѣлить діаметръ ведомаго барабана, который бы дѣлалъ 58 оборотовъ въ тоже время.

$\frac{58}{20} = 2,9$, т. е., что діаметръ ведомаго барабана долженъ быть въ 2,9 разъ менѣе діаметра ведущаго барабана, слѣдовательно, если ведущій барабанъ былъ 30 дюймовъ въ діаметрѣ, діаметръ искомаго барабана будетъ

$$\frac{30}{2,9} = 10,345 \text{ дюймамъ.}$$

Примѣръ 6. Требуется опредѣлить діаметръ шхива, который бы дѣлалъ $12\frac{1}{2}$ оборотовъ, будучи соединенъ съ другимъ шхивомъ, имѣющимъ 32 дюйма въ діаметрѣ и дѣлающимъ 26 оборотовъ.

$$\frac{32 \times 26}{12,5} = 66,56 \text{ дюймовъ для діаметра.}$$

Примѣръ 7. Валъ, дѣлающій 16 оборотовъ, назначенъ передать движеніе другому валу, дѣлающему 81 оборотъ въ тоже время; передача должна быть произведена помощію:

1) Ведущаго колеса, насаженнаго на 1-мъ валѣ и сцѣпленнаго съ другимъ колесомъ, насаженнымъ на промежуточномъ валѣ, и

2) помощію ведущаго шхива, насаженнаго на промежуточномъ валѣ и передающимъ, помощію ремня, вращеніе другому шхиву, насаженному на второмъ валѣ. При этомъ предполагается, что

- 1) ведущее колесо имѣетъ 54 зубца, и
- 2) ведущій шхивъ имѣетъ 25 дюймовъ въ діаметрѣ. Требуется найти:

- 1) число оборотовъ промежуточнаго вала.
- 2) Число зубцовъ ведомаго колеса.
- 3) Діаметръ ведомаго шхива.

Для скорости промежуточнаго вала берется среднее число оборотовъ между 16 и 81, которое будетъ:

$$\sqrt{81 \times 16} = 36 \text{ оборотамъ, для промежуточнаго вала.}$$

Далѣе поступаютъ какъ въ примѣрѣ 1-мъ, т. е.

$$\frac{16 \times 54}{36} = 24 \text{ зубцамъ для колеса, насаженнаго на}$$

промежуточный валъ.

Ведущій шхивъ насаженъ тоже на промежуточномъ валѣ и дѣлаетъ 36 оборотовъ, слѣдовательно, поступая какъ въ примѣрѣ 6, получимъ:

$$\frac{36 \times 25}{81} = 11,11 \text{ дюйм. для діаметра послѣдняго шхива.}$$

Примѣръ 8. Пусть въ послѣднеть примѣрѣ даны:

Число оборотовъ перваго вала 16 обор.

„ зубцовъ ведущаго колеса 54 „

„ зубцовъ ведомаго колеса 24 „

Діаметръ ведущаго шхива 25 дюйм.

„ ведомаго шхива 11,11 „

Требуется найти:

1) Число оборотовъ промежуточнаго вала, и

2) число оборотовъ послѣдняго блока.

$$\frac{16 \times 54}{24} = 36 \text{ оборотамъ промежуточ. вала, и}$$

$$\frac{36 \times 25}{11,11} = 81 \text{ оборот. послѣдняго блока.}$$

ТАБЛИЦА,

служащая для отысканія радіуса, когда шагъ зацепленія данъ, или на оборотъ, шага зацепленія, когда радіусъ данъ, при колесахъ, имѣющихъ отъ 10 до 150 зубцовъ

Число зубцовъ.	Радіусъ.	Число зубцовъ.	Радіусъ.	Число зубцовъ.	Радіусъ.	Число зубцовъ.	Радіусъ.
10	1,618	27	4,307	44	7,009	61	9,712
11	1,774	28	4,465	45	7,168	62	9,872
12	1,932	29	4,624	46	7,327	63	10,031
13	2,089	30	4,788	47	7,486	64	10,190
14	2,247	31	4,942	48	7,645	65	10,349
15	2,405	32	5,101	49	7,804	66	10,508
16	2,563	33	5,260	50	7,963	67	10,667
17	2,721	34	5,419	51	8,122	68	10,826
18	2,879	35	5,578	52	8,281	69	10,985
19	3,038	36	5,737	53	8,440	70	11,144
20	3,196	37	5,896	54	8,599	71	11,303
21	3,355	38	6,055	55	8,758	72	11,463
22	3,513	39	6,214	56	8,917	73	11,622
23	3,672	40	6,373	57	9,076	74	11,781
24	3,830	41	6,532	58	9,235	75	11,940
25	3,989	42	6,691	59	9,394	76	12,099
26	4,148	43	6,850	60	9,553	77	12,258

Число зубцовъ.	Радиусъ.	Число зубцовъ.	Радиусъ.	Число зубцовъ.	Радиусъ.	Число зубцовъ.	Радиусъ.
78	12,417	97	15,440	116	18,466	135	21,488
79	12,576	98	15,600	117	18,623	136	21,647
80	12,735	99	15,759	118	18,782	137	21,806
81	12,895	100	15,918	119	18,941	138	21,965
82	13,054	101	16,077	120	19,101	139	22,124
83	13,213	102	16,236	121	19,260	140	22,283
84	13,370	103	16,395	122	19,419	141	22,442
85	13,531	104	16,554	123	19,578	142	22,602
86	13,690	105	16,713	124	19,737	143	22,761
87	13,849	106	16,873	125	19,896	144	22,920
88	14,008	107	17,033	126	20,055	145	23,079
89	14,168	108	17,191	127	20,214	146	23,238
90	14,327	109	17,350	128	20,374	147	23,397
91	14,486	110	17,509	129	20,533	148	23,556
92	14,645	111	17,668	130	20,692	149	23,716
93	14,804	112	17,827	131	20,851	150	23,875
94	14,963	113	17,987	132	21,010		
95	15,122	114	18,146	133	21,169		
96	15,281	115	18,305	134	21,328		

Правило 1. Умножь радиусъ, какой стоитъ въ таблицѣ противъ даннаго числа зубцовъ, на величину даннаго же шага зацѣпленія, произведеніе будетъ искомый радиусъ колеса, или

Правило 2. Раздѣли радиусъ начальнаго круга колеса на радиусъ, какой стоитъ въ таблицѣ противъ требуемаго на колесѣ числа зубцовъ, частное будетъ искомый шагъ зацѣпленія.

Примѣръ 1. Потребно узнать радиусъ начальнаго круга колеса, которому должно имѣть 64 зуба при величинѣ шага зацѣпленія въ три дюйма?

Противъ числа 64, въ таблицѣ стоитъ 10,19, слѣдовательно:

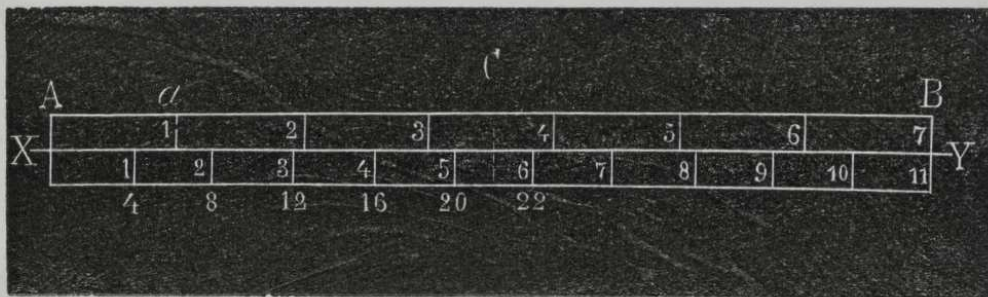
$10,19 \times 3 = 30,57$ дюйм. для радіуса искомаго начальнаго круга.

Примѣръ 2. Спрашивается, какъ великъ будетъ шагъ зацѣпленія для колеса, содержащаго 80 зубцовъ, и имѣющаго радіусъ начальнаго круга, равный 25,47 дюймамъ.

$$\frac{25,47}{12,735} = 2 \text{ дюйм. для шага зацѣпленія.}$$

ГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБЪ ОТЫСКАНІЯ, ПО ДАННОМУ ШАГУ ЗАЦѢПЛЕНІЯ И ЧИСЛУ ЗУБЦОВЪ, РАДІУСА НАЧАЛЬНАГО КРУГА КОЛЕСА.

На линіи ХУ отложи семь (7) разъ величину даннаго шага зацѣпленія. Полученную отъ того прямую линію АВ, раздѣли на одиннадцать равныхъ частей и прими каждую четверть послѣдняго дѣленія за одинъ зубецъ, или что все равно, каждую одиннадцатую часть за 4 зубца.



Примѣръ. Требуется узнать радіусъ колеса, имѣющаго 22 зубца и шагъ зацѣпленія, равный линіи Аа.

Принимая каждую одиннадцатую часть линіи АВ за 4 зубца, мы видимъ что 22 зубца приходится какъ разъ на половинѣ шестаго дѣленія, въ тоскѣ С. Численная величина линіи АС будетъ соотвѣтствовать длинѣ искомаго радіуса.

ОБЪ ОТНОСИТЕЛЬНЫХЪ ИЗМѢРЕНІЯХЪ ЗУБЧАТЫХЪ КОЛЕСЪ СО СПИЦАМИ, ИМѢЮЩИМИ СЪ ОБѢИХЪ СТОРОНЪ ПЕРЬЯ.

Длина зубцовъ дѣлается, въ круглыхъ числахъ, равною. $\frac{6}{9}$ шага зацѣпленія.

Толщина зубцовъ $\frac{4}{9}$ „ „

Ширина зубцовъ отъ 2 до 3 „ „

Толщина (бока) обода $\frac{4}{9}$ „ „

Ширина обода равна ширинѣ зубцовъ.

Ширина ребра, находящагося на внутренней поверхности обода, и служащаго для соединенія его съ ручками $\frac{4}{9}$

Толщина ручекъ (спиць) $\frac{4}{9}$

Ширина ручекъ въ мѣстѣ соединенія съ ободомъ 1 и болѣе.

Далѣе ручки идутъ къ центру съ утолщеніемъ въ полъ-дюйма на каждый футъ длины.

Толщина перьевъ на спицахъ $\frac{1}{4}$

Толщина металла вокругъ втулки $\frac{7}{9}$ и болѣе.

Впрочемъ измѣренія эти болѣе или менѣе условны и потому я считаю не лишнимъ упомянуть здѣсь еще о размѣрахъ, выраженныхъ въ зависимости отъ толщины зубцовъ, такъ напримѣръ:

Шагъ зацѣпленія равенъ 2,1 толщины зубца.

Длина зубца 1,5 „ „

Ширина зубца отъ 4 до 6 „ „

Зубецъ, по направленію длины своей, располагается такъ, что $\frac{3}{7}$ его выставляется за окружность начального круга, а $\frac{4}{7}$ находится внутри этой окружности. Слѣдовательно, если толщина зубца равняется $\frac{8}{10}$ дюйма

Длина его будетъ:

$$\frac{8}{10} \times 1,5 = 1,2 \text{ дюйма.}$$

Изъ этой длины, $\frac{3}{7}$ дюйма должны находиться за окружностію начального круга, и $\frac{4}{7}$ внутри этого же круга.

Что касается до спиць, то понятно, чѣмъ больше ихъ находится числомъ въ колесѣ, тѣмъ каждая выноситъ меньшее напряженіе и слѣдовательно можетъ имѣть меньшія измѣренія.

Слѣдующая формула даетъ весьма удовлетворительные результаты на практикѣ:

$$\frac{\text{Напряженіе, дѣйствующее на ободъ} \times (\text{длину спиць})^3}{\text{Число спиць} \times 295,5} =$$

произведенію изъ толщины спицы на кубъ ея ширины.

Зная это произведеніе, и задавая себѣ толщину или ширину, не трудно опредѣлить то или другое.

Примѣръ. Пусть колесо, котораго длина спиць равна 5 футамъ, а скорость на окружности 3 футамъ, передаетъ работу 9 паровыхъ лошадей; спрашивается, какъ велика будетъ ширина спиць, если толщину ихъ мы предположимъ сдѣлать въ 2 дюйма, а спиць поставить 6?

Работа 9 лошадей равна, $9 \times 15 = 135$ пудофутамъ въ секунду, слѣдовательно, напряженіе на ободѣ колеса будетъ:

$$\frac{135}{3} = 45 \text{ пуд. или } 1800 \text{ фунтамъ.}$$

Вставляя въ формулу, получимъ:

$$\frac{1800 \times 5^3}{6 \times 295,5} = \frac{225000}{1773} = 126.$$

Теперь, такъ какъ толщину спиць предположено сдѣлать равною 2:

$$\frac{126}{2} = 63, \text{ кубу ширины.}$$

$$\text{или } \sqrt[3]{63} = 3,97 \text{ дюймахъ.}$$

О СИЛѢ ЗУБЧАТЫХЪ КОЛЕСЪ.

Найти работу въ лошадяхъ, какую можетъ передавать чугунное колесо съ зубцами извѣстныхъ размѣровъ.

Правило. Умножь ширину колеса на квадратъ толщины одного изъ зубцевъ и произведеніе раздѣли на половину длины зубца. Частное будетъ передаваемая работа въ лошадяхъ, при скорости движенія начальнаго круга по 136 футовъ въ минуту, или что все равно 2,27 фут. въ секунду.

Примѣръ. Спрашивается, какую работу можетъ передавать безопасно, со скоростію 2,27 фут. въ секунду, колесо, у котораго.

Ширина зубцевъ $7\frac{1}{2}$ дюйм.

Толщина 1,4 „

Длина 2 „

$$(1,4)^2 = 1,96$$

Слѣдовательно:

$$\frac{7,5 \times 1,96}{1} = 14,7 \text{ пар. лошадей.}$$

Если колесо движется съ какою нибудь другою скоростію, то первоначальный ходъ вычисленія не измѣняется, но только полученную работу, въ лошадяхъ, надо помножить потомъ еще на эту другую скорость окружности колеса, въ минуту и на число 0,44.

Правило. Умножь квадратъ толщины зубца въ дюймахъ, на діаметръ колеса въ футахъ и на число оборотовъ его въ минуту. Произведеніе раздѣли на 6, частное будетъ сила въ лошадяхъ.

Примѣръ 1. Толщина зубца равна 1,2 дюйма, діаметръ колеса 3,3 фута, число оборотовъ въ минуту 30. Спрашивается какую силу можетъ передавать колесо?

$$\frac{(1,2)^2 \times 3,3 \times 30}{4} = 23,7 \text{ лошади.}$$

На оборотъ.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Толщина} \\ \text{зубца} \end{array} \right\} = \sqrt{\frac{6 \times \text{число лошадей}}{\text{Діаметръ} \times \text{число оборотовъ}}}$$

Взявъ числа послѣдняго примѣра, получимъ:

$$\text{Толщина зубца} = \sqrt{\frac{6 \times 23,7}{3,3 \times 30}} = \sqrt{1,44} = 1,2 \text{ д.}$$

Правило. Раздѣли работу въ лошадяхъ, какую колесо должно передавать, на скорость окружности его въ секунду, корень квадратный изъ частнаго, умноженный на 0,56, будетъ толщина зубца.

Примѣръ 2. Водяное колесо въ 80 силъ дѣлаетъ 10 оборотовъ въ минуту, спрашивается, какую надобно дать толщину зубьямъ на вѣнцѣ, если его діаметръ равенъ 15 ф. 4 д.

$$\text{Окружность вѣнца} = 48,1 \text{ фут.}$$

$$\text{Скорость окружности} = \frac{48,1 \times 10}{60} = 8 \text{ въ секунду.}$$

$$\sqrt{\frac{80}{8}} = \sqrt{10} = 3,16; 0,56 \times 3,16 = 1,77 \text{ дюйм.}$$

для толщены.

Замѣчаніе 1. Эти правила составлены въ предположеніи, что ширина зубца въ 6 разъ болѣе его толщены, а сила зубчатого колеса увеличивается или уменьшается пропорціонально его ширинѣ. Слѣдовательно, еслибъ въ первомъ примѣрѣ ширина колеса равнялась только четыремъ толщинамъ зубца, колесо могло бы передавать

не 23,7 лошади, а только

$$\frac{23,7 \times 4}{6} = 15,8 \text{ лошад.}$$

Точно также еслибъ во 2-мъ примѣрѣ было задано напередъ условіе отношенія ширины вѣнца къ толщинѣ зубьевъ, какъ 8 къ 1, то въ расчетъ надобно бы было принять не 80 лошадей силы, а

$$\frac{80 \times 6}{8} = 60 \text{ лошадей.}$$

При чемъ толщина зуба вышла бы

$$\sqrt{\frac{60}{8}} = 2,73; 2,73 \times 0,56 = 1,53 \text{ д.}$$

Замѣчаніе 2. При передачахъ, гдѣ сопротивленіе уже уравнено маховикомъ или по роду своему плавно, толщину зубьевъ можно дѣлать на 0,87 менѣе. При передачахъ съ толчками, на примѣръ въ молотахъ, полезно ее увеличивать на 1,13,

О ДЕРЕВЯННЫХЪ ЗУБЬЯХЪ.

Защипленіе чугуннаго колеса съ другимъ колесомъ, имѣющимъ деревянные зубья, даетъ на практикѣ превосходные результаты.

Толщина деревянныхъ зубьевъ должна быть въ $1\frac{1}{2}$ раза болѣе толщины чугунныхъ.

Деревянные зубы дѣлаются на колесѣ большаго діаметра.

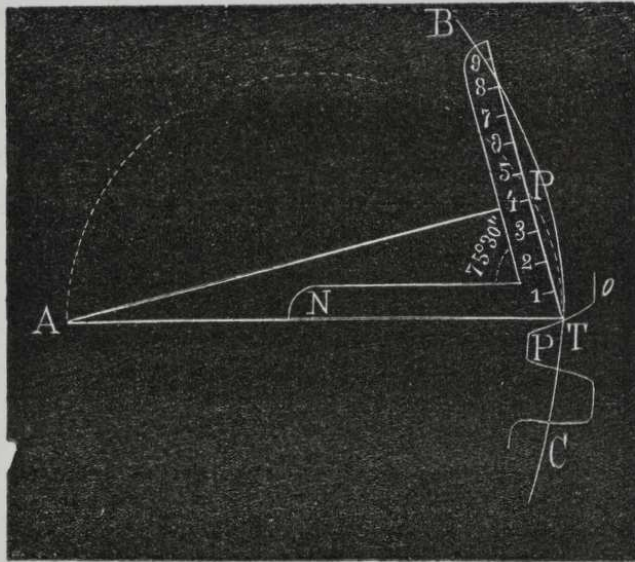
О ВЫЧЕРЧИВАНІИ ЗУБЦОВЪ.

Для того чтобъ вычертить зубчатое колесо нужно знать радіусъ начальнаго круга и величину шага зацѣ-

пленія, далѣ же, смотря по величинѣ зубцевъ, можно поступать двумя способами.

1-й способъ.

Въ способѣ этомъ бокъ зуба вычерчивается помощію одной дуги и потому его можно употреблять съ выгодою только для мелкихъ зубцовъ. Пусть AT будетъ радіусъ начального круга. На радіусѣ этомъ опиши полукругъ $TРА$, и отъ точки T , по направленію дуги



$TРА$, отложи $ТР$, равное $\frac{1}{4}$ радіуса AT , и наконецъ изъ точки P , какъ изъ центра, радіусомъ равнымъ $РТ$, опиши дугу $ор$, которая и будетъ искомая сторона зуба; производя тоже самое съ другой стороны, можно получить другую сторону зуба, а потомъ по шаблону вычертить, на начальномъ кругѣ, и всѣ остальные зубцы.

Изъ приложенной фигуры видно, что способъ такого вычерчиванія можетъ быть много облегченъ примѣненіемъ наугольника BTN въ 77° и $30'$, у котораго одинъ бокъ раздѣленъ на четверти дюйма, соотвѣтствующія дюймамъ радіуса начального круга. Такъ напримѣръ,

еслибъ радіусъ АТ былъ равенъ 5-ти дюймамъ, центръ Р пришелся бы не противъ 4-го дѣленія, какъ было въ нашемъ примѣрѣ, а противъ 5-го.

2-й способъ.

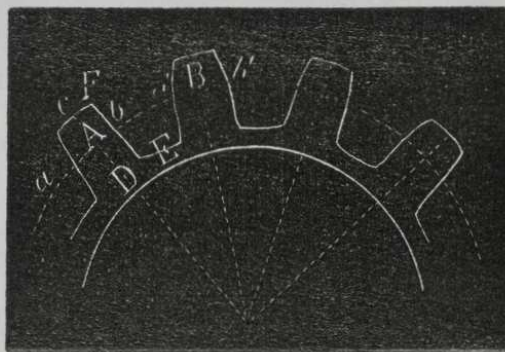
1) Даннымъ радіусомъ описываютъ начальный кругъ и на немъ въ точкахъ А, В и т. д. наносятъ данный шагъ зацѣпленія.

2) Шагъ зацѣпленія дѣлятъ на 15 равныхъ частей.

3) Отъ точекъ А, В и т. д. откладываютъ въ обѣ стороны по $3\frac{1}{2}$ этихъ пятнадцати частей шага зацѣпленія, чрезъ что получаютъ ab , $a'b'$ и т. д., равныя $\frac{7}{15}$ и означающія толщину зубьевъ.

4) Отъ точки А, по направленію радіуса, откладываютъ вверхъ $AC = \frac{4}{15}$, и внизъ AD , равное $\frac{5}{15}$, чрезъ точки c и D проводится два круга.

5) Изъ точки В, какъ центра, радіусомъ Bb , описываютъ дугу bE , а изъ точки a , радіусомъ ab дугу Fb , такимъ образомъ получается кривая FbE , ограничивающая зубецъ.



6) Остальные зубцы можно вычертить по шаблону.

7) Въ колесахъ, имѣющихъ менѣе 24 зубьевъ внутри начального круга, зубья должны ограничиваться не дугою bE , а радіусами съ нѣкоторымъ утолщеніемъ къ основанію.

3-й способъ.

Способъ этотъ всёмъ совершенно сходенъ со вторымъ, только центры для дугъ, ограничивающихъ зубцы внѣ начального круга, берутся не постоянно въ одной и той же точкѣ, а находятся по прилагаемой ниже таблицѣ.

Отношеніе радіусовъ колось.	Для меньшаго колеса.		Для большаго колеса.	
	Прямаго	Коничес.	Прямаго	Коничес.
1 : 1	0,75	0,75	0,75	0,75
5 : 4	0,72	0,70	0,77	0,80
4 : 3	0,71	0,68	0,79	0,82
3 : 2	0,70	0,65	0,80	0,85
2 : 1	0,67	0,60	0,83	0,90
3 : 1	0,63	0,55	0,87	0,95
4 : 1	0,60	0,53	0,90	0,96
5 : 1	0,58	0,52	0,92	0,97
10 : 1	0,55	0,51	0,95	0,99
Для зубча- тыхъ полосъ.	0,50	0,50	1,00	1,00

Примѣръ. Пусть діаметры колось равны 3,5 и 1,5 фута, а шагъ зацѣпленія 2,5 дюйма. Требуется найти радіусы для очертанія зубьевъ прямой пары.

Отношеніе 3,5 къ 1,5 равно 2,33 : 1, слѣдовательно, взявъ изъ таблицы ближайшее отношеніе 2 : 1, найдемъ два числа 0,68 и 0,83.

Искомые радіусы будутъ:

Для большаго колеса $2,5 \times 0,83 = 2,075$ дюйм.

Для меньшаго колеса $2,5 \times 0,67 = 1,67$ дюйм.

ОБЩІЯ ЗАМѢЧАНІЯ О ЗУБЧАТЫХЪ КОЛЕСАХЪ.

Модели для зубчатыхъ колесъ, и въ особенности коническихъ, должны быть весьма тщательно и вѣрно выточены по шаблону, снятому съ чертежа въ натуральную величину. За тѣмъ на нихъ *рисами* обозначаютъ начальные круги, и если патронъ станка снабженъ дѣлительнымъ кругомъ, то тутъ же проводятъ линіи соотвѣтствующія серединѣ зубцовъ. Такимъ образомъ подготовленные модели поступаютъ къ чертежнику или къ мастеру, который вычерчиваетъ кривизну зубьевъ, по одному изъ описанныхъ способовъ, и потомъ въ столярную для выемки впадинъ, окраски и покрытія лакомъ.

Модели, приготовленные изъ сыраго лѣса, разсыхаются или коробятся даже иногда ранѣе, чѣмъ были употреблены для формовки, между тѣмъ какъ слишкомъ большое разнообразіе ихъ при безукоризненномъ выпиливаніи, влечетъ за собою для механическаго заведенія задолженіе весьма значительнаго капитала. Отсюда ясно усматривается, сколь важно умѣнье механика въ заводѣ, сообразовать расположеніе строящихся механизмовъ не только съ цифрами, которыя покажутъ вычисленія, но и съ моделями, имѣющимися на лицѣ. Въ отношеніи зубчатыхъ колесъ это неудобство весьма облегчается пріобрѣтеніемъ особенной, такъ называемой *зуборѣзной машинки*, стоящей съ небольшимъ тысячу руб. сер., и о которой я упоминаю здѣсь именно потому, что употребленіе ее мало распространено въ Россіи, между тѣмъ какъ неоднократно мнѣ случалось видѣть цѣлыя магазины, наполненные старыми полуразломанными моделями зубчатыхъ колесъ, поглотившими въ свое время цѣлыя десятки тысячъ, и годными теперь развѣ на дрова.

О ПЕРЕДАЧѢ ДВИЖЕНІЯ БЕЗКОНЕЧНЫМЪ ВИНТОМЪ.

Если извѣстно: а) число лошадиныхъ силъ, которое должно передавать зубчатое колесо, находящееся въ зацѣпленіи съ безконечнымъ винтомъ, б) число оборотовъ зубчатаго колеса въ минуту, с) число зубцовъ колеса и d) длина рукоятки на безконечноиъ винтѣ, то

Правило. Число лошадиныхъ силъ раздѣли на произведеніе изъ: числа оборотовъ зубчатаго колеса, числа зубцовъ и длины рукоятки безконечнаго винта въ футахъ, частное умножь на 455, произведеніе дасть то усиліе въ пудахъ, которое нужно приложить къ рукояткѣ безконечнаго винта, чтобы произвесви требуемую работу.

Примѣръ. Какое усиліе нужно приложить къ рукояткѣ винта, если длина рукоятки 1,5 фута, колесо имѣетъ 60 зубцовъ, дѣлаетъ 50 оборотовъ въ минуту и передаетъ работу въ 10 лош. силъ?

$$\frac{10}{50 \times 60 \times 1,5} \times 455 = 1 \text{ пудъ.}$$

т. е. достаточно усилія одного человѣка.

Если бы дано было усиліе, дѣйствующее на рукоятку винта и нужно опредѣлить длину рукоятки, то будетъ:

$$\frac{10}{50 \times 60 \times 1} \times 455 = 1,5 \text{ фут.}$$

Работа, передаваемая зубчатымъ колесомъ въ томъ же примѣрѣ будетъ:

$$\frac{50 \times 60 \times 1 \times 1,5}{455} = 10 \text{ лош. силъ.}$$

Правило. Число лошадиныхъ силъ, передаваемыхъ зубчатымъ колесомъ, раздѣли на произведеніе изъ: числа оборотовъ въ минуту и числа зубцовъ колеса, частное умножь

на 1230 и изъ произведенія извлеки кубическій корень, тогда получится шагъ зацѣпленія колеса и винта въ дюймахъ.

Примѣръ. Пусть будутъ данныя, указанныя въ предыдущемъ примѣрѣ, тогда:

$$\frac{10}{50 \times 60} \times 1230 = 4,1 \text{ и}$$

$$\sqrt[3]{4,1} = 1,6 \text{ дюйм. шагъ зацѣпленія.}$$

Ширина колеса дѣлается равною удвоенному шагу зацѣпленія.

Средній радіасъ винта (чеевяка) дѣлаетъ равнымъ 1,6 шага зацѣпленія.

$$1,6 \times 1,6 = 2,59 \text{ дюйм.}$$

Радіусъ начальнаго круга колеса дѣлается равнымъ изъ произведенія числа зубцовъ на шагъ зацѣпленія и дѣленному на 6,28

$$\frac{60 \times 1,6}{6,28} = 15,29 \text{ дюймамъ.}$$

О ПЕРЕДАЧѢ ДВИЖЕНІЯ РЕМНЕМЪ.

Изъ опытовъ найдено, что ремень въ $\frac{1}{4}$ дюйма толщиною и 4 дюйма шириною, слѣдовательно въ одинъ □ дюймъ поперечнаго сѣченія, передаетъ совершенно удовлетворительно работу четырехъ паровыхъ лошадей со скоростію 15 футовъ въ секунду, отсюда —

Правило. Умножь число лошадей на 15 и раздѣли на скорость, съ которою должна совершаться предполагаемая передача, частное будетъ ширина ремня, при толщинѣ его въ $\frac{1}{4}$ дюйма.

Примѣръ. Какъ широкъ долженъ быть ремень отъ шестисильнаго локомотива къ молотилкѣ, при діаметрѣ маховика въ 5 футовъ и 80 оборотахъ его въ минуту.

Скорость ремня въ секунду: $\frac{5 \times 3,14 \times 80}{60} = 21$.

Слѣдовательно

$$\frac{6 \times 15}{21} = 4,3 \text{ дюйм. для ширины ремня.}$$

Если разстояніе между шхивами такъ незначительно, или разница между ихъ діаметрами такъ велика, что ремень не обнимаетъ половины окружности меньшаго шхива, а только $\frac{1}{3}$ ея, то для надлежащаго дѣйствія ремня, надобно или скрестить его, или натянуть крѣпче, слѣдовательно дать и большую ширину, а именно вмѣсто 4,3 дюймовъ

$$\frac{4,3 \times 3}{2} = 6,4 \text{ дюйм.}$$

Для того чтобъ ремень не соскакивалъ со шхива, его ширина не должна быть менѣе 2 дюйм., а потому во всѣхъ случаяхъ, гдѣ вычисленіе по правилу дастъ число ниже 2 дюймовъ, надобно употреблять ремни 2-хъ дюймовые, не тоньше.

Напримѣръ. Шхивъ, передающій движеніе токарному станку, требующему $\frac{1}{2}$ силы паровой лошади, дѣлаетъ 60 оборотовъ въ минуту и имѣетъ 2 фута въ діаметрѣ. Какихъ размѣровъ требуется ремень?

$$\text{Скорость ремня } \frac{2 \times 3,14 \times 60}{60} = 6,28 \text{ фут.}$$

$$\text{Ширина ремня } \frac{\frac{1}{2} \times 15}{6,28} = 1,2 \text{ дюйм.}$$

Поперечное сѣченіе ремня будетъ $1,2 \times 0,25 = 0,3$ дюйм. Слѣдовательно двухъ-дюймовый ремень можетъ имѣть толщину $\frac{0,3}{2} = 0,15$ дюйм.

Точно также не представляется удобнымъ на практикѣ дѣлать ремни шире 12 дюймовъ и толще $\frac{1}{2}$ дюйм., ибо при этомъ размѣрѣ они теряютъ свою гибкость, да и стоятъ очень дорого.

Вообще при передачѣ движенія ремнями всегда лучше стараться придавать имъ большую скорость, нежели большую натянутость, которая влечетъ за собою увеличеніе тренія въ шейкахъ валовъ.

Вопросъ. Требуется опредѣлить, какое давленіе будетъ отъ ременной передачи на шейки вала 6-ти сильного локомобиля, дѣлающаго 80 оборотовъ въ минуту и имѣющаго шхивъ 5 фут. въ діаметрѣ.

Правило. Умножь число паровыхъ лошадей на постоянное число 1830 и раздѣли на скорость ремня въ футахъ, частное будетъ искомое давленіе въ фунтахъ.

Окружность шхива въ 5 ф. діаметръ = 15,7 ф.

$$\text{Скорость ремня} \frac{15,7 \times 80}{60} = 21 \text{ фут. въ секунду.}$$

$$\text{Давленіе на шейки вала} \frac{6 \times 1830}{21} = 523 \text{ фунтамъ.}$$

При устройствѣ всякой ременной передачи надобно всегда помнить, что при однѣхъ и тѣхъ же условіяхъ, тѣмъ передача движенія будетъ безъ скользенія, легче и совершеннѣе, чѣмъ діаметры шхивовъ, на которые навивается ремень, болѣе.

Наименьшее разстояніе между шхивами для открытаго ремня = $3R$ и для скрещеннаго = $8R$, гдѣ R есть радіусъ наибольшаго изъ шхивовъ.

Разстояніе между центрами валовъ, на которые насажены шхивы, не дѣлается болѣе 35 фут.

Ремни, представляющіе большое удобство для передачи незначительныхъ силъ съ большею скоростію, по существу своему, хуже зубчатыхъ колесъ и потому не

употребляются тамъ, гдѣ требуется передача большой силы съ малою скоростію.

О РАВНОВѢСІИ ЖИДКОСТЕЙ, ДАВЛЕНІИ ИХЪ И О ДАВЛЕНІИ АТМОСФЕРЫ.

1) Когда вода, или иная жидкость, находится въ сосудѣ, то дно и бока его претерпѣваютъ нѣкоторое давленіе, зависящее отъ высоты напора, то есть отъ разстоянія между рассматриваемою площадью и горизонтомъ.

Правило. Умножь площадь дна на высоту напора, да еще на вѣсъ въ фунтахъ кубическаго фута данной жидкости, если размѣры сосуда и высота напора даны въ футахъ, или на вѣсъ кубическаго дюйма жидкости, если размѣры сосуда и высота напора даны въ дюймахъ; произведеніе будетъ давленіе на дно сосуда въ фунтахъ.

Примѣръ. Ширина сосуда равна 2 футамъ, длина 5 футамъ, и наполненъ онъ водою на высоту 10 фут. Спрашивается, какъ велико давленіе на его дно?

$2 \times 5 = 10$ кв. фут. для площади дна
а такъ какъ вѣсъ одного кубическаго фута воды = 69,29 фунта, то давленіе на дно сосуда будетъ:

$$10 \times 10 \times 69,29 = 6929 \text{ фунтамъ.}$$

Правило. Умножь боковую площадь сосуда на разстояніе отъ ея центра до горизонта и еще на число 69,29 или 0,04 (смотря потому въ футахъ или дюймахъ даны измѣренія и если сосудъ наполненъ водою) и произведеніе выразитъ давленіе на эту боковую площадь въ фунтахъ.

Примѣръ. Требуется опредѣлить давленіе на щитъ въ 4 фута шириною и 3 фута вышиною, когда этотъ щитъ помѣщенъ на днѣ шлюза или водоспуска при прудѣ, скопляющемъ воду до 3 аршинъ, то есть до 7 футовъ.

Площадь щита $4 \times 3 = 12$ кв. фут.

Разстояніе отъ горизонта до центра щита равно $7 - \frac{3}{2} = 5,5$ фут.

Давленіе $12 \times 5,5 \times 69,29 = 4573,14$ фунт.

Замѣчаніе. Вертикальное или наклонное положеніе щита не имѣетъ вліянія на давленіе.

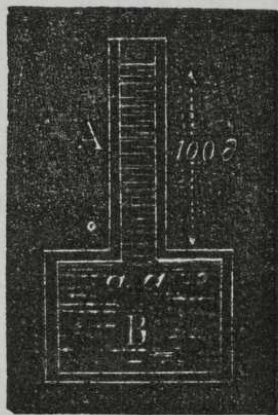
2) Давленіе, оказываемое на илную поверхность жидкости, заключенной въ сосудѣ, или только на нѣкоторую часть ея, распространяется равномерно, и во всѣ стороны, по всей массѣ жидкости.

Пусть напиримѣръ трубка А имѣетъ поперечное сѣченіе, равное одному квадратному дюйму. Давленіе на часть поверхности воды $a a$, въ сосудѣ В, будетъ:

$$1 \times 100 \times 0,04 = 4 \text{ фунтамъ.}$$

Эти четыре фунта дѣленія распространяются по массѣ воды и производятъ соотвѣтственные площадямъ давленія на всѣ стороны сосуда В.

Такимъ образомъ, если сосудъ В имѣетъ форму кубическаго фута, то и бока, и дно, и крышка сосуда будутъ претерпѣвать, каждое отдѣльно, давленіе равное: $144 \times 4 = 576$ фунтамъ, сверхъ давленія отъ тяжести, содержащейся собственно въ немъ, воды.



3) Когда тѣло плаваетъ въ водѣ, то вытѣсняетъ собою объемъ воды, вѣсъ которой равенъ вѣсу всего тѣла.

Примѣръ. Сосновая балка длиною 20 футовъ и съ поперечнымъ сѣченіемъ въ одинъ квадратный футъ, будучи брошена въ воду, погрузилась на половину.

Спрашивается какъ великъ ея вѣсъ?

Половина объема балки $\frac{1 \times 20}{2} = 10$ куб. фут. А потому вѣсъ балки $= 10 \times 69,29 = 692,9$ фунтамъ.

Наоборотъ

Пусть барка, вѣсящая 100000 фунтовъ, нагружена 107870 фунтами хлѣба. Спрашивается, сколько она вытѣснитъ воды?

$$\frac{100000 \times 107870}{69,29} = 3000 \text{ куб. фут.}$$

Если дно барки равно 1000 кв. футовъ, то она будетъ сидѣть въ водѣ $\frac{3000}{1000} = 3$ фут.

4) Когда тѣло погружается въ воду, то весь его уменьшается въсомъ вытѣсненной имъ воды.

Напримѣръ. Вѣсъ кубическаго фута чугуна равенъ 508,8 фун. Въ водѣ онъ будетъ вѣсить только: 508,8 — 69,29 = 439,51 фунт.

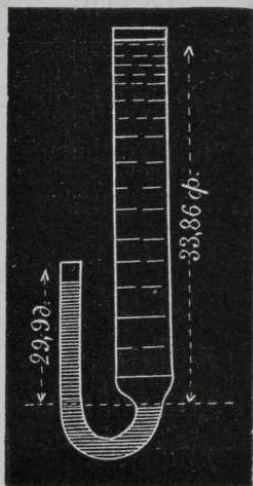
Отношеніе между вѣсомъ тѣла и вѣсомъ такого же объема воды, называется въ физикѣ удѣльнымъ въсомъ тѣла. Такъ $\frac{508,8}{69,29} = 7,34$, есть удѣльный вѣсъ чугуна.

Такимъ образомъ можно легко найти объемъ тѣла, если весь его раздѣлить на удѣльный въсъ и еще на число 69,29.

Напримѣръ. Какъ великъ объемъ чугунной статуи, вѣсящей 4070 фунтовъ? $\frac{4070}{7,34 \times 69,29} = 8$ куб. фут.

5) Если въ изогнутую трубку налить какой нибудь жидкости, она въ обоихъ концахъ поднимается на одну и ту же высоту, хотя бы площади сѣченія обоихъ коленъ трубки были и различны.

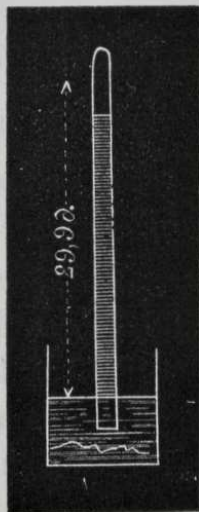
6) Если въ изогнутую трубку налить двѣ жидкости различныхъ плотностей, напримѣръ въ одно колено ртути, а въ другое воды, то столбъ ртути будетъ во столько разъ меньше столба воды, во сколь-



ко разъ ртуть тяжелѣе воды, именно въ 13,39 разъ.

Такимъ образомъ столбъ ртути, въ 29,9 дюйм. вышиною, можетъ держать въ равновѣсїи столбъ воды, вышиною въ $29,9 \times 13,59 = 406,34$ дюйм. = 33,86 футамъ.

7) Если въ стеклянную трубку, запаянную съ одного конца, налить ртути, и потомъ, обернувши, погрузить открытый конецъ ея въ сосудъ съ ртутью же, то ртуть не выльется изъ трубки вся, а останется на высотъ 29,9 дюйм. отъ горизонта, уравновѣсивъ собою давленіе воздуха на поверхность ртути въ сосудѣ.



Когда сѣченіе трубки равно одному квадратному дюйму, вѣсъ столба ртути въ 29,9 дюйм. будетъ $0,544 \times 29,9 = 16,26$ фунт.

И такъ давленіе одной атмосферы равно 16,26 фунтамъ на квадратный дюймъ, или 58,53 пуд. на □ футъ.

Слѣдующая таблица показываетъ давленіе атмосферы въ употребительнѣйшихъ мѣрахъ.

Столбъ ртути.	Столбъ воды.	Давленіе на единицу площади.
29,9 д. англ. и русскихъ 76 сантимет- ровъ.	33,86 фут. 10,33 метра	16,26 фунт. на □ дюймъ. 14,7 англ. фунт. на □ д. 1,033 килограм. на □ сан- тиметръ.
28,83 вѣнск. дюйм.	32,68 вѣнск. фут.	12,8 вѣнск. фунт. на □ вѣнск. дюйм.
29,04 рейнск. дюйм.	32,91 рейнск. фут.	15,1 кельнск. фунт. на □ рейнск. д.

Примѣръ. Сколько атмосферъ выдерживаетъ гидравлическій прессъ, когда онъ оказываетъ давленіе равное 500,000 фунт. при діаметрѣ пистона въ 8 д.?

$$\text{Площадь пистона} = 50,27 \text{ кв. д.}$$

$$\text{Давленіе на каждый кв. дюймъ пистона} = \frac{500000}{50,27} = 9946 \text{ ф.}$$

$$\text{Число атмосферъ} = \frac{9946}{16,26} = 611.$$

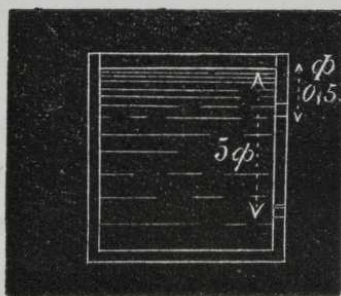
Давленіе атмосферы измѣняется съ перемѣною погоды и съ высотой мѣстности надъ уровнемъ моря. Оно измѣряется помощію особеннаго инструмента, называемаго *барометромъ*. Но въ механикѣ, давленіе атмосферы принято считать за величину постоянную, и когда говорятъ, что локомотивъ работалъ при шести атмосферахъ, это значитъ, что давленіе пара на каждый квадратный дюймъ его котла равнялось $16,26 \times 6 = 97,56$ фунт. При подъемѣ воды на высоту 338 футовъ, то есть около 48 сажень, давленіе на нижнія трубы насоснаго столба равно десяти атмосферамъ.

ОБЪ ИСТЕЧЕНІИ ВОДЫ ИЗЪ СОСУДОВЪ И ОПРЕДѢЛЕНІЕ ПРИТОКА ЕЯ ВЪ РУЧЬЯХЪ И РѢКАХЪ.

Различному напору воды соотвѣтствуютъ различныя скорости.

Правило. Умножь корень квадратный изъ высоты напора на 8, произведеніе будетъ приблизительно соотвѣтствующая скорость.

Примѣръ. Какъ велики скорости при напорѣ воды въ $1\frac{1}{2}$ и въ 5 футовъ?



$$8\sqrt{1/2} = 5,67 \text{ фут.}; \quad 8\sqrt{5} = 17,84 \text{ фута въ секунду.}$$

Когда отверстіе расположено въ тонкой стѣнѣ сосуда и сжатіе струи имѣеть мѣсто со всѣхъ четырехъ сторонъ, то количество вытекающей воды можетъ быть приблизительно опредѣлено такъ:

Правило. Умножь корень квадратный изъ высоты напора на площадь отверстія и еще на постоянное число 5, произведеніе будетъ искомое количество вытекающей воды въ секунду.

Замѣчаніе I. Подъ именемъ напора разумѣется разстояніе между центромъ отверстія и горизонтомъ, въ такомъ мѣстѣ, гдѣ онъ стоитъ спокойно, значить высоту напора надобно измѣрять не непосредственно надъ отверстіемъ, а отступя нѣсколько назадъ, примѣрно футовъ на 6.

Примѣръ. Сколько вытечетъ воды изъ отверстія въ 2 фут. шириною и 0,6 фут. вышиною, при высотѣ напора въ 4,25 фут.?

$$\text{Площадь отверстія } 2 \times 0,6 = 1,2 \text{ кв. фут.}$$

$$\text{Количество воды } \sqrt{4,25} \times 1,2 \times 5 = 12,36 \text{ куб. фут.}$$

Наоборотъ, еслибъ задано было количество воды и требовалось найти площадь отверстія,

$$\text{то площадь} = \frac{\text{количество воды}}{\sqrt{\text{высота напора}} \times 5} = \frac{12,36}{5 \sqrt{4,25}} = 1,2$$

квadr. ф.

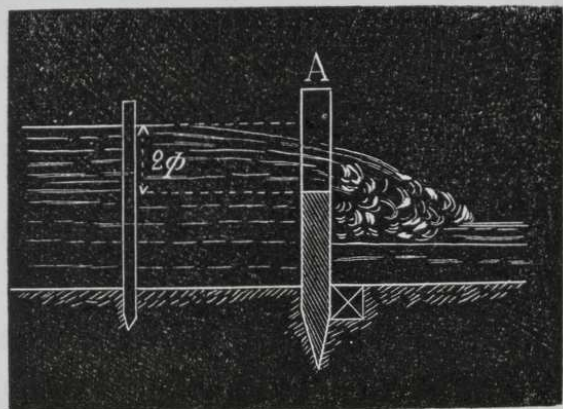
Замѣчаніе II. При нахожденіи площади отверстія по количеству вытекающей воды, положеніе центра его, относительно горизонта, должно быть опредѣлено заранее.

Сообразно разнымъ условіямъ устройства водоспусковъ, надобно брать при расчетахъ по правилу, вмѣсто числа 5 нижеслѣдующія числа:

	Числа вмѣсто 5
1) Когда дно и бока отверстія составляютъ собою продолженіе стѣнъ резервуара или соединены съ ними закругленіями, какъ напримѣръ при устройствѣ водоспусковъ на подливныя колеса, или вообще когда щитъ помѣщенъ въ жолобѣ	5,5
2) Когда сверхъ предыдущаго условія щитъ подставленъ подъ угломъ въ 45°	6,5
3) Когда напоръ воды надъ центромъ выпускнаго отверстія не болѣе двойной высоты самого отверстія, какъ это часто случается при устройствѣ лотоковъ (спусковъ) на наливныя колеса	4,5
4) Когда напоръ воды, надъ центромъ выпускнаго отверстія, не превышаетъ высоты самого отверстія	4
5) Когда отверстіе вовсе безъ щита и превратилось въ водосливъ, шириною равный ширинѣ канала	3,5
6) Когда водосливъ имѣетъ ширину меньшую чѣмъ половина резервуара	3,2

Замѣчаніе. При водосливахъ за высоту напора берется полная толщина слоя воды.

Примѣръ. Перемычка АВ, построенная поперекъ ручья, шириною въ 6,6 фута, образовала водосливъ, толщиною въ 2 фута. Спрашивается, какъ великъ притокъ этого ручья въ секунду?



Вмѣсто числа 5 надобно взять по таблицѣ 3,5. Слѣдовательно:

Площадь отверстія водослива $= 6,6 \times 2 = 13,2$ кв. ф.

Притокъ ручья $= 3,5 \times 13,2 \sqrt{2} = 64,68$ куб. фут.

Кромѣ водослива можно очень удобно измѣрять притокъ небольшихъ рѣчекъ и ручьевъ, помощію сплошной деревянной перегородки, въ которой протыкають до тѣхъ поръ дыры, пока горизонтъ не сдѣлается постояннымъ.

Во Франціи за единицу измѣренія притока ручьевъ принято такое количество воды, которое вытекаетъ изъ круглаго отверстія въ 2 сантиметра діаметромъ при 3 сантиметрахъ напора.

Оно равно въ секунду 13,5 дюйм. $= 0,01793$ ведеръ $= 0,00784$ куб. фут. и называется *rouse d'eau* (Wasserzoll). Слѣдовательно въ сутки *rouse d'eau* соотвѣтствуетъ притоку въ 706 куб. фут. приблизительно.

Наконецъ объемъ воды, доставляемый ручьемъ въ секунду, кромѣ этихъ двухъ способовъ, требующихъ по-

стройки перемычки, можетъ быть опредѣленъ непосредственно чрезъ умноженіе площади *поперечнаго сѣченія русла на среднюю скорость струи.*

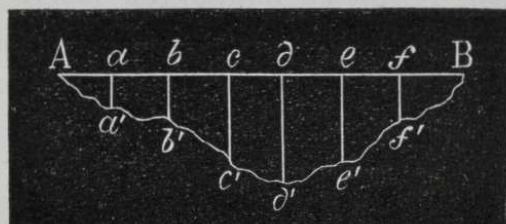
Поперечное сѣченіе русла лучше всего вычисляется по чертежу.

Для того же, чтобы снять чертежъ русла, надобно поперекъ рѣки натянуть веревку и потомъ, раздѣливъ ее на нѣсколько равныхъ частей, изъ точекъ дѣленія, смѣрять шестомъ глубину рѣки. Понятно, что если линія АВ (см. черт. на эт. стр.) будетъ изображать горизонтъ воды, а линіи aa' , bb' , cc' , dd' , ee' и ff' глубины, смѣренныя шестомъ, то площадь $ABf'e'd'c'$ и т. д. изобразитъ намъ искомый, приблизительный, разрѣзъ русла. Какъ, имѣя подобный чертежъ, опредѣлить площадь, мы пояснимъ примѣромъ.

Примѣръ. Пусть ширина рѣки АВ равна 14 футамъ.

Пусть также:

Первая глубина		$aa' = 2$	фут.
Вторая	„	$bb' = 2,5$	„
Третья	„	$cc' = 4$	„
Четвертая	„	$dd' = 4,2$	„
Пятая	„	$ee' = 3$	„
Шестая	„	$ff' = 1,5$	„



Спрашивается, какъ велика площадь:

$ABa' b'c'$ и т. д.

Правило. Вычисли площади треугольниковъ Aaa' и Bff' и затѣмъ площади трапецій $abb'a'$, $bcc'b'$, $cdd'c'$,

dee'd' и eff'e'; сумма всѣхъ этихъ площадей приблизительно выразить искомую площадь русла.

Площадь треугольника $Aaa' = \frac{2 \times 2}{2} = 2$ фут.

” ” $Bff' = \frac{1.5 \times 2}{2} = 1,5$ ”

” трапеція $abb'a' = \frac{2 + 2,5}{2} \times 2 = 4,5$

” ” $bcc'b' = \frac{2,5 + 4}{2} \times 2 = 6,5$

” ” $cdd'c' = \frac{4 + 4,2}{2} \times 2 = 8,2$

” ” $dee'd' = \frac{4,2 + 3}{2} \times 2 = 7,2$

” ” $eff'e' = \frac{3 + 1,5}{2} \times 2 = 4,5$

Сумма всѣхъ площадей, т. е. площадь русла = 34,4 кв. ф.

Замѣчаніе. Само собою разумѣется, что для большей вѣрности надобно измѣрять такимъ образомъ сѣченіе русла въ нѣсколькихъ мѣстахъ рѣки, примѣрно въ 4, 5 или 6, и изъ полученныхъ площадей взять среднюю.

Итакъ остается еще опредѣлить скорость теченія воды. Это можно сдѣлать, весьма просто, двоякимъ образомъ:

1-й способъ.

На середину ручья кидаютъ небольшой деревянный поплавокъ, или даже щепку, и потомъ замѣчаютъ по часамъ, во сколько времени эта щепка пробѣжитъ известное пространство по длинѣ рѣки, взятое въ такомъ

мѣстѣ, гдѣ ширина ея довольно *однообразна*. Частное, происшедшее отъ раздѣленія пройденнаго пространства на число секундъ, будетъ выражать скорость воды въ секунду.

Положимъ, напримѣръ, что, при нашемъ случаѣ, пространство въ 180 футовъ поплавокъ прошелъ въ 1 минуту или 60 секундъ, слѣдовательно:

$$\frac{180}{60} = 3 \text{ фут. скорости въ секунду.}$$

2-й способъ.

Если скорость воды въ ручьѣ *не одинакова* по причинѣ его частыхъ расширеній и суживаній, то для опредѣленія ея употребляютъ легкое колесо съ лопатками изъ жести, которое погружаютъ не много въ воду и потомъ замѣчаютъ число оборотовъ его въ извѣстное время.

Помножая эти число оборотовъ на среднюю окружность колеса, соотвѣтствующую серединѣ лопатокъ, и раздѣляя произведеніе на время, въ частномъ получаютъ искомую скорость. Такъ, напримѣръ: если разстояніе между центрами лопатокъ въ колесѣ равно 1 футу, а колесо дѣлаетъ 59 оборотовъ въ минуту, то діаметру въ 1 футъ соотвѣтствуетъ окружность 3, 14 и

$$\frac{3,14 \times 59}{60} = 3,08 \text{ фут. окружности въ секунду.}$$

Опыты показали однакоже, что въ рѣкахъ и каналахъ, скорость теченія струи по поверхности есть самая наибольшая, и что для правильности выводовъ необходимо принимать въ расчетъ среднюю скорость, равную 0,8 наибольшей.

Значить, вмѣсто 3 фут. надобно взять только $3 \times 0,8 = 2,4$ фут.

Слѣдовательно, искомый объемъ, доставляемый ручьемъ или рѣчкою будетъ:

$$34,4 \times 2,4 = 82,56 \text{ куб. ф.}$$

Найти время, въ которое сосудъ опоражняется самъ собою.

Правило. Умножь корень квадратный изъ высоты напора воды на поперечное сѣченіе сосуда и произведеніе раздѣли сперва на площадь выпускнаго отверстія, а потомъ на постоянное число 2,5.

Примѣръ. Во сколько времени опорожнится сосудъ, имѣющій 645,6 кв. футовъ площади сѣченія, черезъ отверстіе въ днѣ, равное 1,6 кв. фут. и при высотѣ напора въ 16 фут.

$$\frac{645,6 \times \sqrt{16}}{1,6 \times 2,5} = 645,6 \text{ секундъ.}$$

Замѣчаніе 1. Это же правило прилагается и къ опоражниванію сосудовъ черезъ отверстія, сдѣланныя въ боку сосуда. Но тогда за высоту напора надобно принимать разстояніе отъ горизонта до центра отверстія.

Замѣчаніе 2. Если отверстіе расположено въ толстой стѣнкѣ, или стороны его соединены съ боками сосуда закругленіями, надобно вмѣсто постоянного числа 2,5 брать 2,8. Наконецъ, ежели отверстіе снабжено цилиндрическою насадкою, или расположено въ желобѣ съ наклоннымъ щитомъ въ 45°, то вмѣсто числа 2,5 слѣдуетъ брать число 3,2.

Замѣчаніе 3. То же самое время требуетъ сосудъ для своего наполненія, когда объемъ его незначителенъ сравнительно съ объемомъ главнаго резервуара, откуда онъ получаетъ воду.

О ВОДОПРОВОДНЫХЪ КАНАЛАХЪ.

Скорость движенія воды по каналу произвольна и зависитъ отъ крѣпости грунта, въ которомъ проложенъ каналъ, ибо слишкомъ большая скорость размываетъ быстро русло его, а слишкомъ малая—засоряетъ каналъ иломъ.

Слѣдующая таблица показываетъ, какому грунту соответствуетъ наивыгоднѣйшая скорость:

въ секунду:

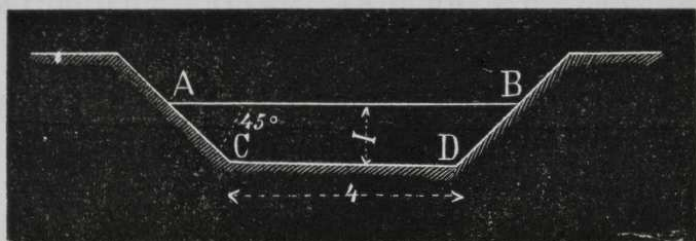
Слабому глинистому, рыхлому грунту.	0,5 фут.
Песчаному грунту	1,0 „
Хрящеватому	2,0 „
Грунту съ гальками и голышами . . .	3,0 „
Каменистому	6,0 „

Когда каналомъ проводится вода для движенія механизмовъ, то разумѣется, чѣмъ каналъ положе, тѣмъ меньше теряется полезной высоты паденія, но за то размеры его увеличиваются, а съ ними вмѣстѣ возрастаетъ и цѣнность его проведенія. Слѣдовательно, при выборѣ нормальной скорости воды для канала, надобно кромѣ грунта обращать еще вниманіе на мѣстныя условія и разныя другія побочныя обстоятельства. Обыкновенно въ водопроводныхъ каналахъ скорость воды бываетъ отъ 1-го до 3-хъ футовъ, ибо при наибольшихъ скоростяхъ русло канала приходится обдѣлывать камнемъ, что стоитъ не дешево.

Слѣдующій примѣръ лучше всего объяснить ходъ вычисленія при устройствѣ новаго канала.

Примѣръ. Требуется опредѣлить размеры и паденіе канала, который бы, при длинѣ въ 4920 фут. и скоро-

сти движенія воды въ 3 фута, доставлялъ ее въ секунду 63 куб. фута. Сѣченіе каналу предположено дать трапеціональное, съ откосами въ 45° и при томъ такъ, чтобъ глубина канала равнялась $\frac{1}{4}$ ширины подъ водою, какъ представлено на рисункѣ



1) Раздѣли количество воды на скорость, частное будетъ площадь сѣченія канала.

$$\frac{63}{3} = 21 \text{ квадр. фут.}$$

2) Корень квадратный изъ площади канала умножь на постоянныя числа: 1,15; 1,5 или 1,8 (смотря по тому въ два, въ три или четыре раза подводная ширина канала должна быть больше глубины его; произведеніе будетъ подводная ширина.

Въ настоящемъ случаѣ $1,8 \times \sqrt{21} = 8,244$,

Слѣдовательно, глубина $\frac{8,244}{4} = 2,06$ фут.

3) Умножь глубину на постоянное число 2,428 и къ произведенію приложи подводную ширину, сумма будетъ орошаемый периметръ ACDB.

$$2,06 \times 2,428 = 5; 5 + 8,244 = 13,244.$$

Замѣчаніе. Когда сѣченіе канала прямоугольное, то ширина его находится черезъ умноженіе корня квадратнаго изъ площади на постоянныя числа 2; 1,7; 1,4; смотря

потому въ 4, въ 3 или въ 2 раза ширину канала предположено сдѣлать болѣе глубины.

Въ настоящемъ случаѣ получилось бы:

$$\sqrt{21} \times 2 = 9,16 \text{ для ширины.}$$

$$\frac{9,16}{4} = 2,29 \text{ для глубины.}$$

$2,29 \times 2,428 = 5,56$; $5,56 \times 9,16 = 14,72$ для орошаемаго периметра.

4) Умножь квадратъ скорости на орошаемый периметръ канала, на длину его и еще на постоянное число 0,0001085; произведеніе раздьли на площадь, частное будетъ паденіе канала.

$$\frac{(3)^2 \times 13,244 \times 4920 \times 0,0001085}{21} = 3 \text{ фут.}$$

Замѣчаніе. При устройствѣ каналовъ малыхъ размѣровъ надобно имѣть въ виду, что они легко заростають травой, которая иногда на половину уменьшаетъ нормальную скорость.

О ВОДОПРОВОДНЫХЪ ТРУБАХЪ.

Всѣ вопросы относительно водопроводныхъ трубъ въ предѣлахъ практическаго ихъ примѣненія, приблизительно могутъ быть рѣшены помощію слѣдующей таблицы.

Скорость въ дюймахъ.	Диаметръ = 2 дюйм. Площадь = 3,14 д.		Диаметръ = 3 дюйм. Площадь = 7,06 д.		Диаметръ = 4 дюйм. Площадь = 12,56 д.		Диаметръ = 5 дюйм. Площадь = 19,63 д.		Диаметръ = 6 дюйм. Площадь = 28,27 д.	
	Рас- ходъ.	На- поръ на 100.	Рас- ходъ.	На- поръ на 100.	Рас- ходъ.	На- поръ на 100.	Рас- ходъ.	На- поръ на 100.	Рас- ходъ.	На- поръ на 100.
3	9,4	0,0265	21,2	0,0177	37,6	0,0132	58,9	0,0106	84,8	0,0088
6	18,8	0,0849	42,4	0,0566	75,3	0,0424	117,8	0,0339	169,6	0,0283
12	37,6	0,2973	84,8	0,1982	150,7	0,1486	235,6	0,1189	339,2	0,0991
18	56,5	0,637	127,2	0,4248	226,1	0,3186	353,4	0,2548	508,9	0,2124
24	75,3	1,1044	169,6	0,7363	301,5	0,5522	471,2	0,4417	678,5	0,3681
30	94,2	1,6992	212,0	1,1328	376,9	0,8496	589,0	0,6796	848,2	0,5664
36	113,0	2,4213	254,4	1,6142	452,3	1,2106	706,8	0,9685	1017,8	0,8071
42	131,9	3,2709	296,8	2,1806	527,7	1,6354	824,6	1,3083	1187,5	1,0903
48	150,7	4,2480	339,2	2,8320	603,1	2,1240	942,4	1,6992	1357,1	1,4160
54	169,6	5,3524	381,7	3,5683	678,5	2,6762	1060,2	2,1409	1526,8	1,7841
60	188,4	6,5844	424,1	4,3896	753,9	3,2922	1178,1	2,6337	1696,4	2,1948

Скорость въ дюймахъ.	Диаметръ = 7 дюйм. Площадь = 38,48 д.		Диаметръ = 8 дюйм. Площадь = 50,26 д.		Диаметръ = 9 дюйм. Площадь = 63,61 д.		Диаметръ = 10 дюйм. Площадь = 78,53 д.		Диаметръ = 12 дюйм. Площадь = 113,09 д.	
	Рас- ходъ.	На- поръ на 100.	Рас- ходъ.	На- поръ на 100.	Рас- ходъ.	На- поръ на 100.	Рас- ходъ.	На- поръ на 100.	Рас- ходъ.	На- поръ на 100.
3	115,4	0,0075	150,7	0,0066	190,8	0,0059	235,6	0,0053	339,2	0,0044
6	230,9	0,0242	301,5	0,0212	381,7	0,0188	471,2	0,0169	678,5	0,0141
12	461,8	0,0849	603,1	0,0743	763,4	0,0660	942,4	0,0594	1357,1	0,0495
18	692,7	0,1820	904,7	0,1593	1145,1	0,1416	1413,7	0,1274	2035,7	0,1062
24	923,6	0,3155	1206,3	0,2761	1526,8	0,2454	1884,9	0,2208	2714,3	0,1840
30	1154,5	0,4854	1507,9	0,4248	1908,5	0,3776	2356,1	0,3398	3392,9	0,2832
36	1385,4	0,6918	1809,5	0,6053	2290,2	0,5380	2827,4	0,4842	4071,5	0,4035
42	1616,3	0,9345	2111,1	0,8177	2671,9	0,7268	3298,6	0,6571	4750,0	0,5451
48	1847,2	1,2137	2412,7	1,0620	3053,6	0,9440	3769,9	0,8496	5428,6	0,7080
54	2078,1	1,5292	2714,3	1,3381	3435,3	1,1894	4241,1	1,0704	6107,2	0,8920
60	2309,0	1,8812	3015,9	1,6461	3817,0	1,4632	4712,3	1,3168	6785,8	1,0974

Употребленіе этой таблицы лучше всего объяснится примѣрами.

Примѣръ. Много ли воды дастъ въ секунду труба 11 дюйм. въ діаметрѣ, имѣющая 1400 фут. длины при напорѣ въ 5 футовъ? Напоръ на 100 длины будетъ:

$$\frac{5 \times 100}{1400} = 0,357.$$

Такъ какъ въ таблицѣ нѣтъ чиселъ, соотвѣтствующихъ діаметру въ 11 дюймовъ, то беремъ для расчета такой діаметръ, котораго бы площадь была, хотя приблизительно равна $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{2}$ площади отъ 11 дюйм., а именно:

Діаметру въ 11 д. содѣйствуетъ площадь 95.

$$\frac{95}{4} = 23,7; \quad \frac{95}{3} = 31,7; \quad \frac{95}{2} = 47,5.$$

Изъ всѣхъ площадей въ таблицѣ наиболѣе подходящая къ этимъ новымъ числамъ есть конечно 50,26, слѣдовательно, случайно почти вдвое менѣе, а потому:

Правило. Чтобы получить дѣйствительный напоръ для площадей въ $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{2}$ меньшихъ чѣмъ данная, надобно ей соотвѣтствующій напоръ умножить на постоянныя числа 2; 1,7 или 1,4.

Въ настоящемъ случаѣ дѣйствительный напоръ будетъ:

$$0,357 \times 1,4 = 0,4998.$$

Но въ таблицѣ трубы въ 8 дюйм. діаметромъ опять нѣтъ такого напора, хотя и очевидно, что онъ заключается между числами 0,6053 и 0,4248, которымъ соотвѣтствуетъ расходъ въ 1809,5 и 1507,9 квадр. дюймовъ, значитъ при увеличеніи расхода на 1809,5 — 1507,9 = 301,6 напоръ возросъ на 0,6053 — 0,4248 = 0,1805, спрашивается, на сколько же увеличится расходъ, когда

разность въ напорѣ будетъ только $0,6053 - 0,4998 = 0,1055$.

Составляемъ пропорцію

$$0,1805 : 301,6 = 0,1055 : x.$$

$$x = \frac{301,6 \times 0,1055}{0,1805} = 176,1.$$

Слѣдовательно, напору въ 0,4998 соотвѣтствуетъ расходъ $1507,9 + 176,1 = 1684$ дюйм. при сѣченіи трубы въ 50,26 квадрат. дюйм. и для площади въ 95 дюйм. онъ будетъ:

$$\frac{1684 \times 95}{50,26} = 3183 \text{ кубич. дюйм. въ секунду.}$$

Примѣръ 2. Какой долженъ быть діаметръ трубы, которая бы могла доставить въ секунду, при напорѣ въ 3,16 фут. и длинѣ въ 2400 фут., 48,38 кубич. дюймовъ воды.

Напоръ на 100 длины равенъ:

$$\frac{3,16 \times 100}{2400} = 0,132.$$

Прямо въ таблицѣ числа нѣтъ, а потому дѣлимъ расходъ на 4,3 и 2 и умножаемъ на напоръ 0,132 соотвѣственно на 2; 1,7 и 1,4, получимъ рядъ чиселъ:

$$1) \text{ Расходы: } \frac{4838}{4} = 1209; \text{ напоръ } 0,132 \times 2 = 0,262.$$

$$2) \quad \frac{4838}{3} = 1613; \quad \text{„} \quad 0,132 \times 1,7 = 0,224.$$

$$2) \quad \frac{4838}{2} = 2419; \quad \text{„} \quad 0,132 \times 1,4 = 0,184.$$

Въ таблицѣ для трубы въ 8 дюйм. случайно найдены цифры расхода и напора (1206,3 и 0,2761), столь близко подходящія къ первой строчкѣ, что по нимъ прямо бы можно было заключить о необходимости дать

искомой трубѣ четверную площадь, то есть $50,26 \times 4 = 201,04$ □ д., чему соотвѣтствуетъ діаметръ въ 16 д.

Но для большей вѣрности и въ особенности для указанія хода вычисленія рѣшимъ вопросъ въ подробности.

И такъ ближайшія числа въ таблицѣ будутъ:

Расходы:	1206,3;	напоры:	0,2761.
	904,7.		0,1593.
Разность . .	301,6.	Разность . .	0,1168.

Наконецъ разность между заданнымъ напоромъ и ближайшимъ къ нему $0,2761 - 0,262 = 0,0141$.

Отсюда пропорція:

$$0,1168 : 301,6 = 0,0141 : x, \text{ и } x = 36,3.$$

Слѣдовательно, при напорѣ въ 0,262 изъ 8 дюйм. трубы съ площадью въ 50,26 □ дюйм., вытечетъ только $1206,3 - 36,3 = 1170$ куб. дюйм., а потому сѣченіе искомой трубы должно быть въ $\frac{4838}{1170} = 4,13$ разъ болѣе, то есть

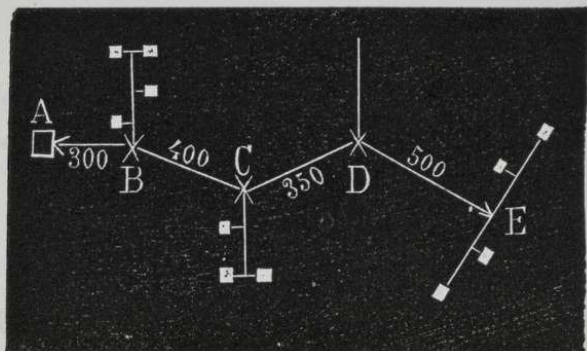
$$50,46 \times 4,15 = 207,573 \text{ кв. дюйм.}$$

чему соотвѣтствуетъ діаметръ въ $16\frac{1}{4}$ дюйм.

При устройствѣ водопроводовъ надобно избѣгать большаго разнообразія въ діаметрѣ трубъ, влекущаго за собою излишекъ расходовъ на модели; но съ другой стороны опасно, также бесполезно сохранять большіе діаметры ради одного однообразія, ибо тогда цѣнность металла можетъ легко превзойти убытокъ отъ моделей.

О СНАБЖЕНІИ ВОДОЮ.

Въ общихъ чертахъ система водоснабженія городовъ представлена на слѣдующемъ рисункѣ.



Пусть въ каждый изъ четырехъ кварталовъ потребно доставить по 500 куб. д. воды въ секунду съ напоромъ въ 2,5 фут., необходимымъ для разноса воды по трубамъ самого квартала и для истечения ея черезъ краны. Пусть также нивелировкой найдено, что

резервуаръ А выше точки В на 4,6 фута

точка	В	„	„	С	„	5,7	„
„	С	„	„	Д	„	5,3	„
„	Д	„	„	Е	„	10	„

Слѣдовательно А выше точки Е на 25,6 ф.

Беремъ по соображенію для первой трубы отъ А до В длиною въ 300 саж., произвольно діаметръ въ 8 дюйм. и дѣлаемъ вычисленіе, сколько потеряется напора отъ проведенія по ней всего количества воды, т. е. 2000 куб. дюйм.

Находимъ по таблицѣ, (стр. 175), что:

расходу въ 2000 куб. дюйм. соотвѣтствуетъ

напоръ 0,7 на 100

Слѣдовательно на 300 фут. потеряется . . 2,1 фут.

Для квартала потребно напора 2,5 фут.

Всего . . . 4,6 футовъ.

Такъ какъ разни́ца горизонтовъ между А и В, по нивелировкѣ, равна тоже 4,6 фут., значить труба хороша и меньшихъ размѣровъ ее взять нельзя.

Тогда самое повторяется для продолженія трубы, а именно:

Между В и С.

Воды должно пройти 1500 куб. дюймовъ, и напоръ по нивелировкѣ равенъ 5,7 фут., слѣдовательно наименьшая труба будетъ въ $7\frac{1}{2}$, ибо по таблицѣ расходу въ 1500 куб. д. соотвѣтствуетъ

напоръ въ 0,8 на 100

На 400 фут. потеряется 3,2 фут.

Да для квартала потребно напора 2,5 фут.

Всего . . . 5,7 фут.

Опять по соображенію съ нивелировкой труба хороша.

Между С и D.

Воды должно пройти 1000 куб. дюйм. и напоръ по нивелировкѣ равенъ 5,3, слѣдовательно наименьшая труба будетъ 6 дюйм., ибо по таблицѣ

расходу въ 1000 куб. дюйм. соотвѣтствуетъ

напоръ въ 0,8 на 100

На 350 фут. потеряется 2,8 фут.

Да для квартала потребно напора 2,5 фут.

Всего . . . 5,3 фут.

Значить труба хороша.

Между D и E.

Воды должно пройти 500 куб. дюйм. и наименьшая труба по таблицѣ будетъ въ 4 дюйм., ибо расходу въ 500 куб. д. соотвѣтствуетъ напоръ 1,4 на 100

На 500 фут. потеряется 7,0 фут.

Да для квартала потребно напора 2,5 фут.

Всего . . . 9,5 фут.

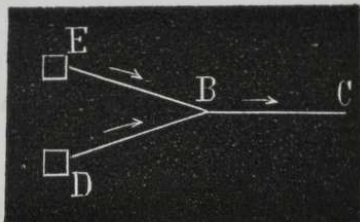
Значить труба окончательно хороша, и противу нивелировки остается въ запасѣ еще $\frac{1}{2}$ фут. напора на всякій случай. *И такъ сумма всѣхъ частныхъ напоровъ должна быть непременно равна или нѣсколько меньше общаго напора.*

Еслибъ вычисленіе показало, что общій напоръ между А и Е въ 25,6 фут. не достаточенъ, надобно увеличить діаметръ трубы или искусственно увеличить самый напоръ, поднявъ резервуаръ А. Точно также весьма важную роль при водоснабженіи играетъ выборъ точекъ, откуда начинаются развѣтвленія и еслибъ, напримѣръ, кварталъ В требовалъ мало воды сравнительно съ другими, вызывая для поглощенія естественнаго напора, или употребленія крана или меньшій діаметръ трубы чѣмъ ея продолженіе, то конечно, гораздо выгоднѣе соединить его съ кварталомъ D, однимъ словомъ при устройствѣ всякаго водопровода приходится не столько вычислять, сколько *пригонять* потребности города къ существующимъ условіямъ мѣстности, и главная заслуга инженера, составляющаго проектъ, заключается въ томъ, чтобъ съ наименьшими издержками удовлетворить въ одно время и законамъ науки, и случайностямъ городского расположенія.

Впрочемъ, какъ бы удачно ни была избрана сѣть водоснабженія, излишняя потеря напора отъ перегиба трубъ, ихъ засоренія и въ особенности отъ крановъ, неизбежна, и потому *при составленіи проекта надобно всегда брать въ расчетъ количество воды отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{3}$ больше противу дѣйствительной потребности.*

Когда одна труба питается съ двухъ концовъ, или получаетъ воду изъ двухъ другихъ трубъ, то сообразно количеству ими доставляемой воды, размѣры трубъ должны быть рассчитаны такъ, чтобъ въ точкахъ сос-

диненія токовъ В напоръ приходился совершенно одинаковый, иначе кварталы не получаютъ надлежащаго количества воды, или часть ея пойдетъ противу направленія, показаннаго стрѣлками, то есть отъ В къ Е или отъ В къ D, судя по тому, гдѣ напоръ меньше.



Примѣръ. Въ кварталъ В или точку В надлежитъ доставить изъ резервуаровъ Е 400 куб. дюймовъ, а изъ резервуаровъ D — 100 куб. д. воды, при напорѣ въ 3 фута; спрашивается, какого діаметра должны быть трубы EB и DB, когда длина ихъ равна 200 фут., а разности въ горизонтахъ по нивелировкѣ 6,6 фут.?

Вычитая 3 фута для напора въ В, получимъ напоръ для движенія воды: $6,6 - 3 = 3,6$ фут.

При длинѣ въ 200 фут. напоръ на 100 будетъ $\frac{360}{200} = 1,8$ фут. При такомъ напорѣ для расхода въ 400 куб. дюйм. по таблицѣ найдемъ:

Для трубы EB 2 дюйм.

Для трубы DB 3,5 дюйм.

О РАЗМѢРѢ ГЛАВНОЙ ВОДОПОДЪЕМНОЙ ТРУБЫ.

Пусть паровая машина, снабжающая городъ водою по системѣ, описанной въ предыдущемъ примѣрѣ, находится отъ резервуара А на разстояніи 10000 фут. (около 3 верстъ) и по нивелировкѣ ниже его на 100 футовъ. Требуется опредѣлить діаметръ главной водоподъемной трубы.

Дѣлая соображеніе по таблицѣ, мы находимъ, что 2000 куб. д. воды въ секунду можетъ быть доставлено разнаго діаметра трубами, а именно:

Трубою въ	7 д.	при напорѣ	1,4 на 100	} На 10000 фут.	140 ф.
„	„	8 „	„ „ 0,7 „ 100		70 ф.
„	„	10 „	„ „ 0,24 „ 100		24 ф.
„	„	12 „	„ „ 0,1 „ 100		10 ф.

Слѣдовательно, если для подъема 2000 куб. дюйм. въ секунду на высоту 100 фут. нужна машина примѣрно въ 20 лошадей, то потребуется при трубѣ въ 12 дюймовъ $20 + \frac{1}{10} 20 = 22$ паровымъ лошадямъ, а при трубѣ въ 7 дюймовъ $20 + \frac{140}{100} \times 20 = 48$ паровымъ лошадямъ. Отъ произвола строителя зависить выбрать тотъ или другой діаметръ трубы по соображенію со стоимостью первоначально задолжаемаго капитала и цѣнностію горючаго матеріала. При большихъ разстояніяхъ выгоднѣе дѣлать трубы шире, при малыхъ—машины сильнѣе.

О ТОЛЩИНѢ ВОДОПРОВОДНЫХЪ ТРУБЪ.

Практически признано неудобнымъ дѣлать стѣнки трубъ, даже малыхъ діаметровъ, меньше чѣмъ:

1,02 дюйма изъ дерева.

0,38 „ „ чугуна.

0,17 „ „ свинца.

0,114 „ „ желѣза.

Но когда трубы предназначены выдерживать внутреннее давленіе, то толщина ихъ стѣнокъ должна быть еще увеличена по слѣдующему правилу.

Правило. Умножь число давящихъ атмосферъ на діаметръ трубы и еще на постоянныя числа.

0,883 для дерева.

0,0007 „ чугуна.

0,0005 для желѣза.

0,005 „ свинца.

и къ произведенію приложи наименьшую толщину стѣнокъ, показанную выше.

Примѣръ. Какую толщину надобно дать чугунной водоподъемной трубѣ въ 8 дюйм. діаметромъ, когда ею накачивается вода въ резервуаръ, стоящій 100 фут. выше машинны?

Одна атмосфера равна столбу воды въ 33,86 фут. вышиною, слѣдовательно $\frac{100}{33,86} = 3$ атмосферамъ приблизительно.

Толщина стѣнки будетъ $0,0007 \times 3 \times 8 = 0,0168$.

$0,0168 + 0,38 = 0,3968$ дюймовъ.

или лучше для безопасности 0.4 дюйм.

О ВОДЯНЫХЪ КОЛЕСАХЪ.

Прежде чѣмъ начать строить плотину и водяныя колеса, нужно знать силу рѣки; сила же рѣки опредѣляется по слѣдующему правилу.

Правило. Умножь число куб. футовъ воды, доставляемое рѣкою въ секунду на число 69,29, да еще на высоту паденія (спруды), и произведеніе раздьли на 600, частное будетъ независимая сила потока въ лошадахъ.

Примѣръ. Пусть однимъ изъ 3-хъ способовъ, описанныхъ въ статьѣ „объ истеченіе воды изъ сосудовъ, найдено, что ручей доставляетъ въ секунду 10 куб. фут. и пусть нивелировка показала, что ручей этотъ можно поднять плотиною, незатопляя сосѣднихъ угодій на высоту 10 же футовъ. Спрашивается, на сколько поставовъ слѣдуетъ при немъ устраивать мельницу?

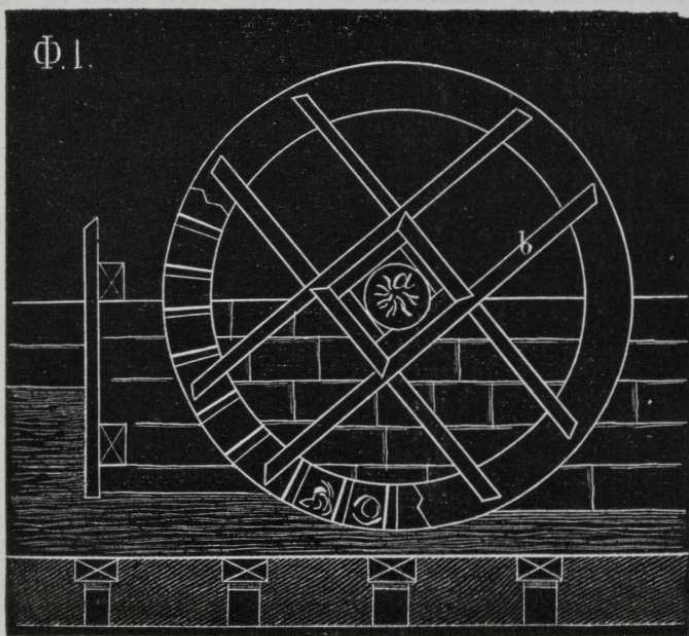
$$\frac{10 \times 69,29 \times 10}{600} = 11,5 \text{ лошадей.}$$

Для дѣйствія которыхъ достаточно двухъ семериковъ и одного шестерика.

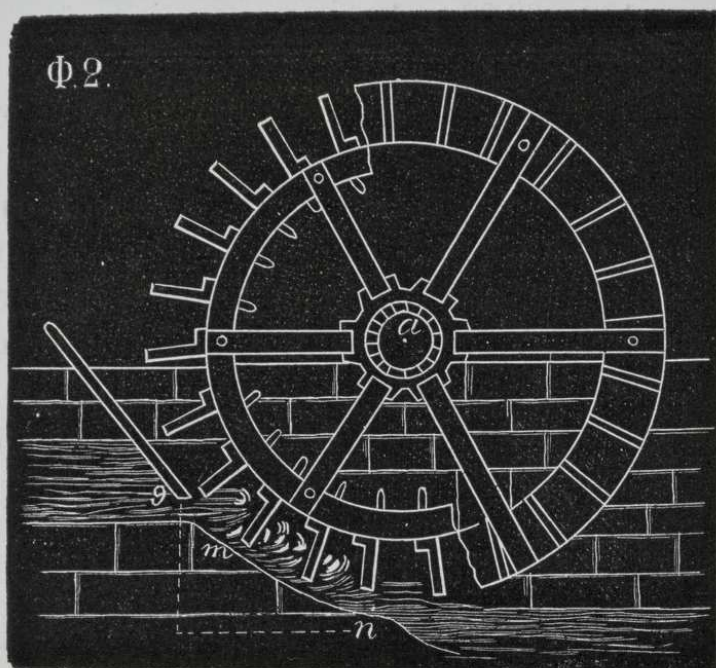
Замѣчаніе. Само собою разумѣется, что опредѣленіе силы потока должно производиться въ то время года, когда нельзя рассчитывать на таяніе снѣговъ и неожиданную прибыль воды отъ дождей, однимъ словомъ тогда, когда ручей находится въ нормальномъ своемъ состояніи, или даже лучше тогда, когда въ немъ воды мало.

І. КОЛЕСО СЪ ПРЯМЫМИ ЛОПАТКАМИ, ДѢЙСТВУЮЩЕЕ УДАРОМЪ ВОДЫ.

Колесо это состоитъ изъ вала *а*, который помощію спиць *б* соединяется съ двумя, а иногда съ большимъ числомъ ободьевъ; лопатки укрѣпляются или между



ободьями, какъ показано на фигурѣ 1-й, или на самыхъ ободьяхъ. какъ показано на фигурѣ 2-й.



Щитъ и выпускное отверстіе.

Для уменьшенія сжатія струи, выпускное отверстіе должно располагать такимъ образомъ, чтобъ порогъ и боковыя стороны его находились на продолженіи дна и боковыхъ сторонъ водопроводнаго канала, или были соединены съ ними посредствомъ закругленій.

Щитъ или запоръ, если можно, долженъ имѣть наклоненіе въ 45° , т. е. чтобъ основаніе его относилось къ высотѣ, какъ 1: 1-му.

Для уменьшенія длины русла, отверстіе располагается по возможности ближе къ колесу, какъ на фигурѣ 2-й.

Дно русла. Горизонтальное расположеніе русла, показанное на фигурѣ 1-й, не хорошо, гораздо лучше дѣлать его, какъ изображено въ фиг. 2-й, т. е. сперва съ нѣкоторымъ наклономъ и потомъ дугообразно, обхватывая колесо на пространствѣ *mn*, гдѣ помѣщаются три лопатки. Вертикальное разстояніе отъ центра отвер-

стія *g* до точки *n*, должно быть, для малых падений, около 15 дюймовъ, а иногда и менѣе.

Зазоръ у колеса. Дугообразный желобъ *mn* долженъ предоставлять колесу, на днѣ и съ боковъ, только такое пространство, какое необходимо для свободнаго вращенія, т. е. около дюйма.

Порогъ, располагаемый въ руслѣ. Для свободнаго выхода воды, на разстояніи $\frac{2}{3}$ фута за вертикальною плоскостію, проходящею чрезъ ось колеса, располагають въ руслѣ порогъ или уступъ, отъ 8 до 10 дюймовъ вышиною.

Расширеніе выпускнаго канала. Если мѣстныя обстоятельства позволяютъ, то выпускному каналу должно давать большую ширину, чѣмъ руслу, подъ колесомъ.

Примѣръ. Требуется построить подливное колесо съ прямыми лопатками, при напорѣ воды въ 5 футовъ, которое бы доставляло работу, равную 4 паровымъ лошадямъ и дѣлало бы 8 оборотовъ въ минуту.

Замѣчаніе. Подъ словомъ *напоръ*, разумѣется вертикальное разстояніе между горизонтомъ пруда и горизонтомъ водосточнаго канала.

Опредѣленіе количества кубическ. футовъ воды, потребной для дѣйствія колеса, въ секунду.

Правило. Умножь требуемое число лошадей на 600 и произведеніе раздѣли на число 20,78, да еще на высоту паденія, частное выразишь искомое число кубическихъ футовъ воды.

Въ нашемъ случаѣ оно будетъ:

$$\frac{4 \times 600}{20,78 \times 5} = 23 \text{ куб. фута.}$$

Скорость окружности колеса.

По способу расположенія дна русла, какъ на фигурѣ 2-й, центръ отверстія находится на 15 дюймовъ выше нижняго горизонта, и слѣдовательно вода стремится на колесо только подѣ вліяніемъ напора, равнаго

$$5 - 1,25 = 3,75 \text{ футамъ,}$$

чему соотвѣтствуетъ скорость около 15 фут. въ секунду. По опытамъ же найдено, что наивыгоднѣйшая скорость такого колеса должна равняться 0,4 скорости воды.

Слѣдовательно:

$15 \times 0,4 = 6$ фут. скорости колеса въ секунду, по его окружности.

Замѣчаніе. Чтобъ найти скорость воды, соотвѣтствующую данной высотѣ напора, надобно корень квадратный изъ высоты напора помножить на число 8; такъ наприкладъ:

При 9 футахъ напора, скорость будетъ:

$$\sqrt{9} \times 8 = 24 \text{ футамъ.}$$

Діаметръ колеса.

Правило. Умножь число 19,1 на скорость окружности колеса въ секунду, и произведеніе раздѣли на заданное число оборотовъ колеса въ минуту, частное будетъ искомый діаметръ.

Въ нашемъ примѣрѣ:

Скорость окружности колеса равна 6 фут., а число оборотовъ колеса, въ минуту, иредположено 8, слѣдовательно:

$$\frac{19,1 \times 6}{8} = 14,3 \text{ фут. для діаметра.}$$

Діаметръ колесъ съ прямыми лопатками можетъ измѣняться въ предѣлахъ, отъ 8 до 25 футовъ; если же, постукая по здѣсь приложенному правилу, получаютъ діаметръ, выходящій изъ этихъ предѣловъ, то надо измѣнить заданное число оборотовъ колеса въ минуту, а вмѣстѣ съ тѣмъ и устроить другіе передаточные механизмы.

Ширина русла.

Правило. Раздѣли число кубическ. футовъ воды, расходующее колесомъ въ минуту, на число 0,45 и еще на скорость воды, соотвѣтствующую имѣющемуся напору, частное будетъ искомая ширина отверстія.

Въ нашемъ примѣрѣ расходъ воды равенъ 23 куб. фут., скорость воды равна 15 футамъ.

Слѣдовательно:

$$\frac{23}{15 \times 0,45} = 3,4 \text{ фут. шир. русла.}$$

Такая ширина русла выведена въ предположеніи, что щитъ подымается на 0,6 фута, и имѣетъ наклонъ въ 45°.

Если же, по мѣстнымъ обстоятельствамъ, колесо нельзя сдѣлать очень широкимъ, то надобно прибѣгать къ увеличенію подъема щита до 0,8 фут. и слѣдовательно на мѣсто коэффициента 0,45 брать, въ предыдущемъ примѣрѣ, коэффициентъ 0,6.

Ширина колеса.

Ширина колеса равна ширинѣ русла безъ 1 дюйма, для зазора съ каждой стороны.

Длина лопатокъ по направленію радіуса колеса.

Длина эта должна равняться удвоенной или утроенной толщинѣ слоя воды.

Такъ на примѣрѣ: для подъема щита въ 0,6 ф. длина лопатокъ будетъ хороша:

$$0,6 \times 2,5 = 1,5 \text{ фута.}$$

Число лопатокъ.

Разстояніе между лопатками, по направленію внѣшней окружности колеса, должно равняться длинѣ ихъ, или быть немного болѣе; слѣдовательно:

Правило. Раздѣли окружность колеса на длину лопатокъ и частное будетъ число ихъ.

Въ нашемъ примѣрѣ, діаметръ колеса равенъ 14,3, чему соотвѣтствуетъ окружность въ 44,9848.

$$\text{Слѣдовательно: } \frac{44,98}{1,5} = 30 \text{ лопат.}$$

Для того же, чтобъ лопатки не приходилось крѣпить тамъ, гдѣ находятся рукоятки колеса, надобно брать ихъ такое число, которое бы дѣлилось на число ручекъ. Если предположить въ нашемъ колесѣ 6 ручекъ, то число лопатокъ 30 будетъ хорошо.

Число ручекъ.

Обыкновенно принято дѣлать, при діаметрѣ

отъ 6 до 8 ф. . . 4 ручекъ.

” 9 ” 14 ” . . 6 ”

болѣе 15 футъ . . . 8 ”

Общія замѣчанія.

Не смотря на большую потерю воды, колеса этого рода весьма часто употребляются по простотѣ своего устройства. Наивыгоднѣйшее дѣйствіе они даютъ при высотѣ напора отъ 4 до 5 футовъ.

Когда колесо хорошо выстроено и коэффициентъ сжатія струи въ отверстіи равенъ 0,75, оно должно дать работы до 30% независимой силы потока.

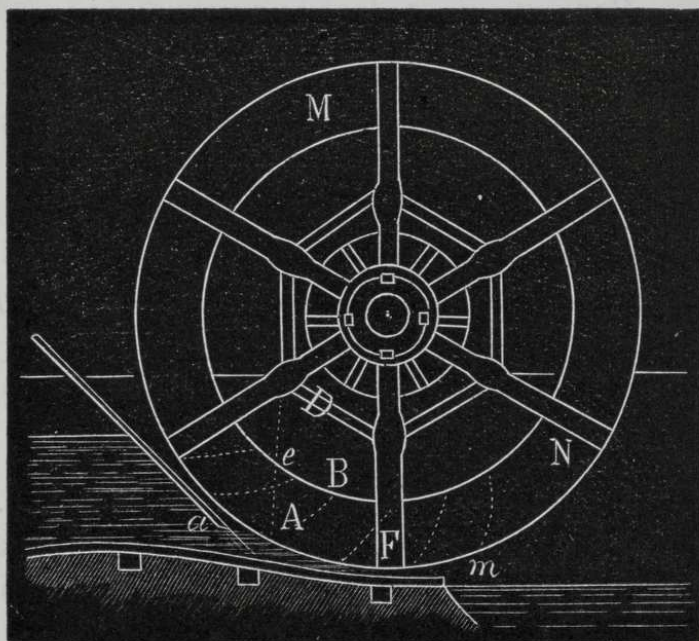
Впрочемъ полезное дѣйствіе этого колеса рѣдко возрастаетъ до такого высокаго предѣла и потому, для безопасности и большей вѣрности, никогда не лишнее, производить вычисленіе на нѣсколько большую силу противъ той, какая требуется.

II. КОЛЕСО СЪ КРИВЫМИ ЛОПАТКАМИ, ИЛИ ТАКЪ НАЗЫВАЕМОЕ КОЛЕСО ПОНСЕЛЕ.

Колесо это состоитъ изъ двухъ ободьевъ (вѣнцовъ) MD, между которыми укрѣпляются кривыя лопатки АВ.

Щитъ и выпускное отверстіе.

Расположеніе щита и выпускнаго отверстія, для колеса Понселе, должно удовлетворять тѣмъ же самымъ условіямъ, какія изложены при описаніи того и другаго, для колеса съ плоскими лопатками.



Дно русла.

Отъ нижней кромки выпускнаго отверстія до точки F (т. е., оконечности вертикальнаго діаметра колеса),

дно русла идетъ по направленію касательной къ окружности, и при томъ, съ наклономъ отъ $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{15}$. За точкою F, дно русла дѣлается обыкновенно дугообразное и дуга Fm должна быть, по величинѣ, не много болѣе разстоянія между двумя смежными лопатками, по направленію внѣшней окружности колеса.

Зазоръ у колеса.

Зазоръ между окружностію колеса и дугообразнымъ желобомъ Fm , дѣлается отъ 0,5 до 0,8 дюйма.

Порогъ.

При точкѣ m русло оканчивается порогомъ или уступомъ отъ 8 до 10 дюймовъ вышиною, который способствуетъ свободнѣйшему выходу воды изъ лопатокъ.

Расширеніе водосточнаго канала

Если мѣстныя обстоятельства позволяютъ, то весьма полезно, вслѣдъ за порогомъ, водосточный каналъ дѣлать шире самого колеса.

Примѣръ. Требуется определить размеры для колеса въ 6 силъ, которое бы дѣлало 12 оборотовъ въ минуту и дѣйствовало бы при напорѣ воды въ 5 футовъ.

Определение количества кубич. футовъ воды, потребной для дѣйствія колеса, въ секунду:

Правило. Умножь требуемое число лошадей на 600, произведеніе раздѣли на число 38, да еще на высоту напора, частное выразишь искомое число куб. футовъ воды.

При вышеозначенныхъ данныхъ оно будетъ:

$$\frac{600 \times 6}{38 \times 5} = \frac{3600}{190} = 19 \text{ куб. фут.}$$

Скорость окружности колеса.

Вслѣдствіе наклона русла, вода вытекаетъ изъ выпускнаго отверстія подѣ вліяніемъ меньшаго напора, нежели какой соотвѣтствуетъ полному наденію. Если въ нашемъ примѣрѣ мы предположимъ, что вертикальное разстояніе между центромъ выпускнаго отверстія и точкою F, равно 0,5 фут., то средняя высота напора надѣ отверстіемъ будетъ:

$5 - 0,5 = 4,5$ фут., чему соотвѣтствуетъ скорость воды, равная около 17 футамъ, ибо:

$$8 \times \sqrt{4,5} = 17 \text{ приблизительно.}$$

По опытамъ же найдено, что наивыгоднѣйшая скорость окружности колеса должна равняться 0,55 скорости воды, слѣдовательно:

$17 \times 0,55 = 9,35$ фут. для скорости окружности колеса.

Діаметръ колеса.

Правило. Умножь число 19,1 на скорость окружности колеса, въ секунду, и произведеніе раздѣли на заданное число оборотовъ колеса, частное будетъ искомый діаметръ.

Въ нашемъ примѣрѣ: скорость окружности равна 9,35 фут., а число оборотовъ предположено 12, слѣдовательно:

$$19,1 \times \frac{9,35}{12} = 14,8 \text{ или } 15 \text{ футамъ.}$$

Діаметръ колеса долженъ быть въ предѣлахъ отъ 12 до 25 футовъ, если же, поступая по приложенному правилу, получаютъ для діаметра величину, выходящую изъ этихъ предѣловъ, то надобно измѣнить число оборотовъ.

Ширина русла.

Правило. Раздѣли число кубическ. футовъ воды, расходное колесомъ въ минуту, на 0,37, и еще на скорость воды, соотвѣтствующую имѣющемуся напору; частное будетъ искомая ширина русла, а слѣдовательно и отверстія.

Въ нашемъ примѣрѣ расходъ воды равенъ 19 куб. фут., скорость воды равна 17 футамъ, слѣдовательно:

$$\frac{19}{0,37 \times 17} = 3 \text{ фут. для ширины.}$$

Коеффиціентъ 0,37 соотвѣтствуетъ подъему щита въ 0,5 фута, и съ измѣненіемъ подъема его самъ измѣняется, а именно:

При подъемѣ щита на 0,8, на мѣсто 0,37, надо брать 0,6,

При подъемѣ щита на 1,0 ф., на мѣсто 0,37, надо брать 0,75.

Ширина колеса.

Ширина колеса между внутренними плоскостями вѣнцовъ дѣлается двумя дюймами болѣе ширины русла, такъ что полная ширина колеса равна ширинѣ русла плюсъ 2 дюйм., да еще плюсъ толщина вѣнцовъ или колецъ.

Вѣнцы или кольца колеса, на пространствѣ между нижнею его точкою и выпускнымъ отверстіемъ, должны быть обхвачены дугообразными (боками) закраинами русла, въ которыхъ они имѣли бы не болѣе 4 линій зазора. Эта часть русла продолжается до 5 дюймовъ выше наибольшаго подъема щита.

Ширина вѣнцовъ по направленію радіуса колеса.

Ширина эта обыкновенно дѣлается равною $\frac{1}{3}$ высоты напора воды.

Въ нашемъ примѣрѣ она будетъ:

$$5 \times \frac{1}{3} = 1,7 \text{ фут., т. е. } 20 \text{ дюймовъ.}$$

Число лопатокъ.

Число лопатокъ зависитъ отъ разстоянія ихъ между собою по направленію внѣшней окружности, разстояніе же это можетъ быть въ 8 или 10 дюйм.

Обыкновенно принято дѣлать у колесъ

въ 12 фут. діаметр.		48	лопатокъ
„ 16 „ „		56	„
„ 19 „ „		64	„
„ 22 „ „		72	„
„ 25 „ „		80	„

Число лопатокъ должно всегда дѣлиться на число ручекъ колеса.

Здѣсь при колесѣ отъ 16 до 25 футовъ діаметромъ предполагается не 6, а 8 ручекъ.

Въ нашемъ примѣрѣ колесо имѣетъ 15 футовъ въ діаметрѣ и 6 ручекъ.

Діаметру въ 15 футовъ соотвѣтствуетъ окружность въ 47,124 фута, или 565,488 д., предполагая разстояніе между лопатками сдѣлать равнымъ 10 дюймамъ, число ихъ получимъ

$$\frac{565,488}{10} = 56, \text{ или, взявъ ближайшее краткое къ 6-ти—54.}$$

Черченіе лопатокъ.

Черезъ нижнее ребро *a*, щита, поднятаго на надлежащую высоту, проводятъ, линію параллельную дну

русла, и въ точкѣ пересѣченія А, этой линіи со внѣшней окружностью, возстановляютъ перпендикуляръ, до пересѣченія съ внутреннею окружностью. Затѣмъ изъ точки е, какъ изъ центра, описываютъ кривую лопатку АВ; остальные же вычерчиваютъ по шаблону.

Если вѣнцы колеса узки, то на мѣсто точки е, надобно брать за центръ точку D, принаравливая ее такимъ образомъ, чтобъ конечный элементъ лопатки составлялъ съ внѣшнею окружностью колеса, уголъ въ 24 или 30 градусовъ.

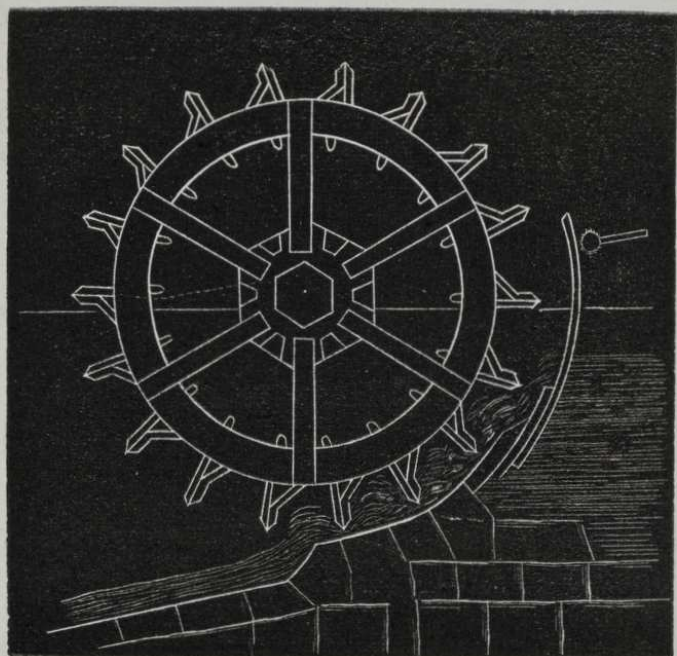
Общія замѣчанія.

Какъ колесо Понселе, такъ и колесо съ плоскими лопатками, могутъ хорошо дѣйствовать, при паденіяхъ отъ 3 до 7 футовъ. Существенная выгода ихъ состоитъ въ большой скорости и возможности измѣнять эту скорость безъ значительнаго вліянія на полезное дѣйствіе.

Колесо Понселе, дающее около 60% независимой силы потока, рано или поздно, но должно необходимо вытѣснить употребленіе колесъ съ плоскими лопатками, которыхъ полезное дѣйствіе простирается до 30% и большею частью даже гораздо менѣе.

III. КОЛЕСО СЪ ПЛОСКИМИ ЛОПАТКАМИ, ВРАЩАЮЩЕЕСЯ ВЪ ДУГООБРАЗНОМЪ ЖЕЛОБѢ И ДѢЙСТВУЮЩЕЕ ПРИ ПОМОЩИ ВОДОСЛИВА.

Колесо это, подобно предыдущимъ, состоитъ изъ нѣсколькихъ вѣнцовъ, скрѣпляющихся съ валомъ помощію ручекъ. На вѣнцахъ располагаются лопатки, а самое колесо, на пространствѣ, гдѣ на него дѣйствуетъ вода, заключено въ кругломъ желобѣ съ вертикальны-



ми стѣнами, какъ то показано на приложенномъ чертежѣ.

Теорія и опыты доказываютъ, что колеса этого рода дѣйствуютъ съ наибольшею выгодною, когда вода къ нимъ притекаетъ чрезъ водосливъ, при чемъ сливной щитъ долженъ быть помѣщенъ какъ можно ближе къ внѣшней окружности колеса и устроенъ такъ, что вода начинаетъ сливаться при опусканіи щита, а никакъ не при подъемѣ его. Такое расположеніе позволяетъ сохранить одинаковую толщину слоя воды, даже въ случаѣ перемѣны общаго горизонта въ прудѣ на нѣскольکو дюймовъ.

Зазоръ между колесомъ и каменнымъ дугообразнымъ желобомъ долженъ быть по возможности менѣе; обыкновенно на практикѣ его дѣлаютъ, смотря по аккуратности постройки, отъ 0,5 до 1 дюйма.

Устройства порога и за нимъ водоотводнаго канала подчиняются тѣмъ же правиламъ, какъ и въ предыду-

щихъ колесахъ, и потому здѣсь намъ остается только сдѣлать ссылку, или указать на чертежъ.

Примѣръ. Пусть требуется построить колесо съ круглымъ желобомъ силою въ 10 паровыхъ машинъ и при высотѣ паденія въ 8 футовъ.

Опредѣленіе количества куб. футовъ воды, потребной для дѣйствія колеса, въ секунду.

Правило. Умножь требуемое число лошадей на 600 и произведеніе раздѣли на число 42, да еще на высоту паденія, частное выразитъ искомое количество футовъ воды.

Въ нашемъ примѣрѣ оно будетъ:

$$\frac{10 \times 600}{42 \times 8} = 18 \text{ куб. футовъ.}$$

Діаметръ колеса.

Центръ колеса долженъ быть выше средняго уровня воды въ прудѣ, по крайней мѣрѣ, на 1,5 фута, а такъ какъ у насъ средняя высота паденія равна 8 футамъ, то радіусъ колеса будетъ $= 8 + 1,5 = 9,5$ фут., а діаметръ его:

$$9,5 \times 2 = 19 \text{ ф.}$$

Ширина водослива.

Ширина водослива зависитъ отъ толщины слоя воды при водосливѣ.

Толщину же слоя воды, сосбразно съ обстоятельствами, дѣлають равною отъ 6 дюйм. до 1 фута.

Положимъ, что въ нашемъ примѣрѣ толщина слоя воды въ 10 дюймовъ будетъ достаточна.

Правило. Раздѣли число куб. футовъ воды, потребной для дѣйствія колеса въ секунду, на постоянное число 3,12, да еще на произведение изъ предположенной толщины слоя воды, въ футахъ, на корень квадратный изъ той же предположенной толщины, частное будетъ искомая ширина отверстія. Мы задали себѣ толщину слоя равную 10 дюймамъ или 0,833 фута, слѣдовательно:

$$\frac{18}{3,12 \times 0,833 \times \sqrt{0,833}} = \frac{18}{2,34} = 7,39 \text{ фут.}$$

Ширина колеса.

Ширина колеса должна равняться ширинѣ отверстія, увеличенной съ каждой стороны на 2 дюйма.

Замѣчаніе. Слѣдую предыдущему правилу для опредѣленія ширины отверстія русла, иногда можно получить величины весьма большія и неудобныя для выполненія на практикѣ. Вообще ширина колесъ не должна превышать 16 или 20 фут., въ противномъ случаѣ необходимо прибѣгать къ увеличенію толщины слоя воды до 1 фута, и даже до 1 фута и 7 дюймовъ.

Скорость колеса.

Наивыгоднѣйшая скорость окружности колеса, по указаніямъ теоріи, должна равняться половинѣ той скорости, какая соотвѣтствуетъ толщинѣ слоя водослива.

У насъ толщина слоя водослива равна 10 д., что соотвѣтствуетъ скорости въ 7,3 фута, слѣдовательно: скорость окружности колеса будетъ

$$\frac{7,3}{2} = 3,65 \text{ фут.}$$

Зная діаметръ колеса и скорость окружности, въ секунду, не трудно высчитать число оборотовъ его въ ми-

пути, при которыхъ полезное дѣйствіе будетъ наивыгоднѣйшее, и сообразно съ этимъ расположить, приличнымъ образомъ, передаточные механизмы.

Число и размеры лопатокъ.

Разстояніе между лопатками, считаемое по окружности колеса, дѣлается обыкновенно отъ 1 ф. до 1 ф. и 4 д. и такой же размѣръ даютъ имъ въ глубину, т. е. по направленію радіуса. Иногда, при увеличеніи толщины слоя водослива приходится располагать лопатки на разстояніи другъ отъ друга, по окружности, въ $1\frac{1}{2}$ и даже $1\frac{2}{3}$ фута, но надо замѣтить, что подобные размѣры суть самые наибольшіе, какіе только допустить можно.

Между дномъ ящика и находящеюся на днѣ его ближайшею лопаткою должно оставлять пустоту или щель, отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 дюймовъ вышиною, для свободнаго выхода воздуха.

Наконецъ число лопатокъ въ колесѣ должно дѣлиться на число ручекъ; число же ручекъ зависитъ отъ діаметра. Обыкновенно дѣлаютъ въ колесахъ, до 16 футовъ діаметромъ, 6 ручекъ, а болѣе 16 — 8 ручекъ.

Въ нашемъ примѣрѣ діаметръ колеса равенъ 19 футамъ, слѣдовательно оно должно имѣть 8 ручекъ, и число лопатокъ дѣлящееся на 8.

Діаметру въ 19 футовъ соответствуетъ окружность въ 59,6904, зная же, что разстояніе между лопатками дѣлается около одного фута, мы беремъ ближайшее кратное число 8 къ 59, т. е. 56 лопатокъ.

$$\frac{59,6904}{56} = 1,066 \text{ фут. или } 1 \text{ ф. и } 1 \text{ д. для разстоя-}$$

чія между лопатками.

Глубину лопатокъ можно положить равною одному футу.

Теперь остается только повѣрить, удовлетворяютъ ли полученные размѣры лопатокъ тѣмъ требованіямъ, касательно своей вмѣстимости, какія необходимы для невыгоднѣйшаго хода колеса.

Замѣчанія на счетъ вмѣстимости ящиковъ.

Вмѣстимость ящиковъ, образуемыхъ лопатками и дномъ, равняется произведенію изъ ширины колеса на площадь ихъ поперечнаго кольцеобразнаго сѣченія. Главное условіе для произведенія наибольшаго дѣйствія есть то, чтобъ, при извѣстной скорости колеса, вода наполнила только $\frac{1}{2}$ или $\frac{2}{3}$ ихъ полного объема.

Въ нашемъ примѣрѣ діаметръ колеса равенъ 19, а длина лопатокъ, по направленію радіуса, 1 футу, слѣдовательно кругъ, соотвѣтствующій дну ящиковъ, имѣетъ 17 футовъ въ діаметрѣ.

Діаметру 19 ф. соотвѣтствуетъ площадь въ 283,5 кв. ф.

Діаметру же въ 17 ф. „ 226,9 „ „

Разность 56,6 кв. ф.

Разность эта выражаетъ поперечную кольцеобразную площадь ящиковъ; помножая его на ширину колеса, равную 7,69 ф. получимъ объемъ ящиковъ на цѣломъ колесѣ.

$$56,6 \times 7,69 = 450,5 \text{ куб. фут.}$$

Окружность колеса равна 59,6904, и нормальная скорость колеса на окружности должна быть, по нашимъ вычисленіямъ, 3,65 фута, слѣдовательно, въ одну секунду мимо водослива будетъ проходить

$$\frac{59,6904}{3,65} = 16, \text{ шестнадцатая часть окружности, а по-}$$

этому и шестнадцатая часть вмѣстимости ящиковъ, которая равна: $\frac{450}{16} = 28$ куб. фут.

Но мы знаемъ, что въ 1 секунду расходъ воды для колеса простирается до 18 футовъ, слѣдовательно:

$\frac{18}{28} = 0,64$, т. е., что ящики наполняются водою до $\frac{2}{3}$ своей вмѣстимости, что согласно съ требованіемъ И такъ полученные размѣры для лопатокъ—хороши.

Общія замѣчанія.

Опыты, произведенные надъ колесами этого рода, показали, что при паденіяхъ, достигающихъ до 8 футовъ, полезное дѣйствіе ихъ равно 0,7 независимой силы потока, при паденіяхъ же въ 4 фута, оно опускается до 0,5, такъ что коэффициентъ 0,6 есть коэффициентъ средній, который и принять нами при вычисленіи количества куб. футовъ воды, потребныхъ для дѣйствія колеса въ 1 секунду. Наиболѣе приличная скорость для этихъ колесъ на окружности, есть около 4 футовъ, она не должна быть никакъ менѣе 3 и выше 7 футовъ.

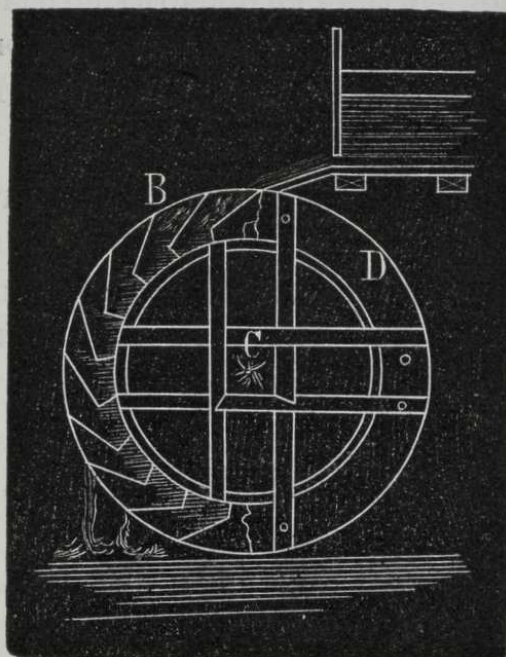
Діаметръ колеса не слѣдуетъ дѣлать менѣе 13 футовъ.

Колеса эти можно съ выгодною строить только при паденіяхъ отъ 8 до 4 футовъ.

IV. КОЛЕСА СЪ ЯЩИКАМИ, ИЛИ ТАКЪ НАЗЫВАЕМЫЯ, НАЛИВНЫЯ КОЛЕСА.

Колеса этого рода, какъ и всѣ предыдущія, состоятъ изъ вала С, къ которому съ помощію 6, 8, или болѣе спицъ укрѣпляются вѣнцы D. Между вѣнцами устраиваютъ ломанья лопатки В, а внутренняя окружность косицъ забирается досками, чрезъ что образуютъ

ся ящики. Вода, дѣйствующая на колесо своею тяже-
стію, приводится русломъ или къ самому верху, или
немного пониже; въ первомъ случаѣ паденіе должно быть
велико и колеса называются *верхнебойными*. Второй же



способъ употребляется при паденіяхъ менѣе значитель-
ныхъ и колеса называются *среднебойными*.

Примѣръ. Пусть требуется построить наливное ко-
лесо силою въ 7 паровыхъ лошадей, при среднемъ паде-
ніи воды въ 15 футовъ.

*Опредѣленіе количества куб. футовъ воды, потребной
для дѣйствія колеса въ секунду.*

Правило. Умножь требуемое число лошадей на 600
и произведеніе раздѣли на число 48,5, да еще на вы-
соту паденія, частное выразитъ искомое количество куб.
футовъ воды.

Въ нашемъ случаѣ оно будетъ:

$$\frac{7 \times 600}{48,5 \times 15} = 5,6 \text{ куб. фута.}$$

Скорость окружности колеса.

Скорость наливныхъ колесъ съ ящиками, считаема по внѣшней окружности, не должна быть менѣе 3,5 фута, впрочемъ, не измѣняя количества полезнаго дѣйствія, она можетъ увеличиваться до 6,5 футъ, при небольшихъ колесахъ, и до 8 фут. при колесахъ значительныхъ размѣровъ.

Въ молотобойныхъ колесахъ, имѣющихъ отъ 10 до 14 футовъ въ діаметрѣ, скорость эта часто доходитъ до 15 ф. въ 1", но въ такомъ случаѣ разумѣется колесо приносить несравненно меньшее количество процентовъ полезнаго дѣйствія.

Хотя, по теоріи, наивыгоднѣйшее условіе для наливныхъ колесъ есть тихій ходъ ихъ, однакожъ на практикѣ нѣтъ возможности держаться такого правила, ибо чѣмъ незначительнѣе скорость колеса, тѣмъ оно шире, а слѣдовательно тѣмъ тяжелѣе, дороже и требуетъ больше мѣста.

Не вдаваясь ни въ одну изъ означенныхъ крайностей, возьмемъ для нашего случая среднюю скорость 5 футовъ въ секунду.

По опытамъ найдено, что колесо дѣйствуетъ выгоднымъ образомъ, если скорость его окружности въ два раза менѣе скорости, падающей въ ящики воды, слѣдовательно въ нашемъ случаѣ скорость воды, текущей на колесо, будетъ равна:

$$5 \times 2 = 10 \text{ футамъ.}$$

Замѣчаніе. По наблюденіямъ Морена оказывается, что скорость колеса, относительно скорости воды, можетъ измѣняться, безъ значительнаго вліянія на полезное дѣйствіе, въ предѣлахъ отъ 0,3 до 0,8.

Определение вышины напора надъ выпускнымъ отверстиемъ, при которомъ бы вода имѣла требуемую скорость.

Правило. Возвысь въ квадратъ предположенную скорость воды и раздѣли его на число 64,4, частное будетъ искомая величина напора надъ центромъ отверстия.

Такъ, на примѣръ, въ нашемъ случаѣ, для того чтобъ вода стремилась на колесо со скоростію 10 футовъ, высота напора надъ центромъ отверстия будетъ:

$$\frac{(10)^2}{64,4} = 1,55 \text{ фута, или около } 19 \text{ дюймовъ.}$$

Расположеніе щита и толщина слоя воды.

Для того, чтобы вода вступала въ ящики безъ потери и равномерно, подъемъ щита, а вмѣстѣ съ тѣмъ и толщина слоя воды, должны быть самыя незначительныя. При вертикальномъ расположеніи щита толщина слоя обыкновенно дѣлается въ предѣлахъ отъ 1,5 до 4,5 дюйм. Само сабою разумѣется также, что увеличеніе толщины слоя воды находится въ прямой пропорціи къ количеству расхода ея.

Для нашего примѣра допустимъ подъемъ щита въ 2,5 дюйма, или 0,2 фута.

Ширина русла.

Правило. Раздѣли число куб. футовъ воды, расходующее колесомъ, на число 0,7, да еще на скорость, какую вода должна имѣть по выходѣ изъ отверстия, и наконецъ еще на величину подъема щита, частное будетъ ширина русла.

При расходѣ воды 5,6 к. ф.

Скорости 10 ф.

Подъемъ щита = 0,2 ф.

Ширина русла = $\frac{5,6}{0,2 \times 10 \times 0,7} = 4$ ф.

Замѣчаніе. Русло должно быть расположено такъ, чтобъ сжатіе водяной струи имѣло мѣсто только съ одной стороны, т. е. сверху.

Ширина колеса.

Для свободнаго выхода воздуха изъ ящиковъ, а равнымъ образомъ и для удобнаго наполненія ихъ водою, ширина колесу, между косицами, придается 4-мя или 5-ю дюймами больше противъ русла. Въ нашемъ примѣрѣ она будетъ: 4 ф. + 4 д.

Діаметръ колеса.

Прежде нежели начать строить наличное колесо опредѣляютъ, въ различныя времена года, наибольшую и наименьшую высоту уровня въ прудѣ, за тѣмъ выводятъ среднее паденіе и сообразно съ нимъ уже располагаютъ русло. Эта средняя высота паденія, въ нашемъ примѣрѣ, равна 15 футамъ.

Выпускное отверстіе дѣлается вертикальное и центръ его помѣщается ниже средней высоты уровня на такую величину, при которой скорость вытекающей воды выходитъ въ 2 раза болѣе противъ предположенной скорости колеса.

Въ нашемъ примѣрѣ, для 10 футовъ скорости воды центръ отверстія долженъ быть ниже средняго уровня на 19 дюймовъ. (Смотри стр. 203). Отъ порога отверстія вода проводится далѣе, до вершины колеса посредствомъ русла, имѣющаго ширину равную ширинѣ русла и скатъ не болѣе какъ на $\frac{1}{12}$ длины.

Длина такого русла должна быть по возможности меньше, средним числом около 3 футовъ, слѣдовательно для ската получится 3 дюйма.

Между концомъ русла и колесомъ оставляется зазоръ въ $\frac{3}{4}$ дюйма.

Понятно послѣ всего этого, что, вычитая изъ полного паденія высоту напора воды надъ центромъ отверстія, потомъ половину высоты самого отверстія, потомъ паденіе русла и наконецъ величину зазора, въ остаткѣ получимъ діаметръ колеса.

Въ нашемъ примѣрѣ онъ будетъ равенъ:

$$15 \text{ ф.} - (19^{\text{д}} + 1,25^{\text{д}} + 3^{\text{д}} + 0,75^{\text{д}}) = 13 \text{ фут.}$$

Глубина ящиковъ.

Правило. Умножь число куб. футовъ воды, расходуемое колесомъ въ секунду, на 3, и произведеніе раздѣли сперва на ширину колеса, а потомъ еще на предположенную скорость его, частное будетъ глубина ящиковъ, которая для нашего примѣра получится равная:

$$\frac{3 \times 5,6}{4,3 \times 5} = 0,78 \text{ или } 9,5 \text{ дюйм.}$$

Внутренній діаметръ колеса опредѣлится такъ:

$$13 \text{ ф.} - 19 \text{ д} = 11 \text{ ф.} + 5 \text{ д.}$$

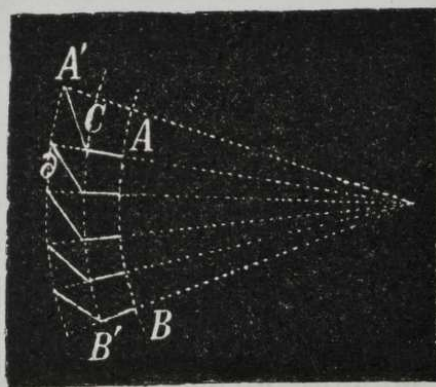
Число ящиковъ.

Разстояніе ящиковъ, по направленію внутренней окружности колеса, должно равняться глубинѣ ихъ, или быть немного болѣе. Для нашего примѣра можно допустить 10 дюйм. А такъ какъ діаметру въ 11 ф. 5 д. соответствуетъ окружность въ 430 дюйм., то:

$$\frac{430}{10} = 43 \text{ ящикамъ.}$$

Кромѣ того еще, для однообразія въ сборкѣ и легкости дѣленія, число ящиковъ должно быть четное число ручекъ, которыхъ при діаметрѣ въ 13 фут. полагается 8. Сообразно съ этимъ условіемъ, мы дѣлаемъ въ колесѣ не 43 ящика, а 40. Разстояніе этихъ ящиковъ между собою, на окружности, найдется такъ:

$$\frac{430}{40} = 10,75 \text{ дюйм.}$$



Черченіе боковаго вида ящиковъ.

Внутреннюю окружность колеса дѣлятъ на число ящиковъ и черезъ точки дѣленія проводятъ радіусы.

Между двумя кругами АВ и А'В' чертятъ средній кругъ, часть радіуса СА составитъ дно ящика, а лицевая сторона его получится чрезъ соединеніе точекъ С съ А'. Кратчайшее разстояніе между двумя смежными ковшами с δ , должно непременно быть $\frac{1}{10}$ болѣе толщины слоя воды, въ противномъ случаѣ вливаніе не произойдетъ совершенно.

Общія замѣчанія.

Хорошо выстроенныя колеса съ ящиками составляютъ лучшіе гидравлическіе двигатели, но къ несчастію

они не могутъ быть употребляемы вездѣ съ пользою. Такъ, на примѣръ, при паденіяхъ менѣе 7 или 9 футовъ и при объемѣ воды, протекающей въ секунду, болѣе 20 куб. фут. сооруженіе этихъ колесъ не должно быть допускаемо. Полезное дѣйствіе наливныхъ колесъ, при скорости около 3,5 фут. въ секунду, простирается до 80⁰/о, въ случаѣ не столь тщательной постройки и скорости отъ 3,5 до 7 футъ, оно упадетъ отъ 75 до 70⁰/о процентовъ, наконецъ при наполненіи ящиковъ до $\frac{2}{3}$ ихъ емкости и еще большей скорости, процентное содержаніе уменьшается до 60⁰/о; что касается до колесъ малыхъ діаметровъ, употребляемыхъ при кричныхъ молотахъ и вертящихся быстро, то работа ихъ рѣдко простирается свыше 37⁰/о; такая потеря происходитъ отъ выбрасыванія воды изъ ящиковъ вслѣдствіе центробѣжной силы.

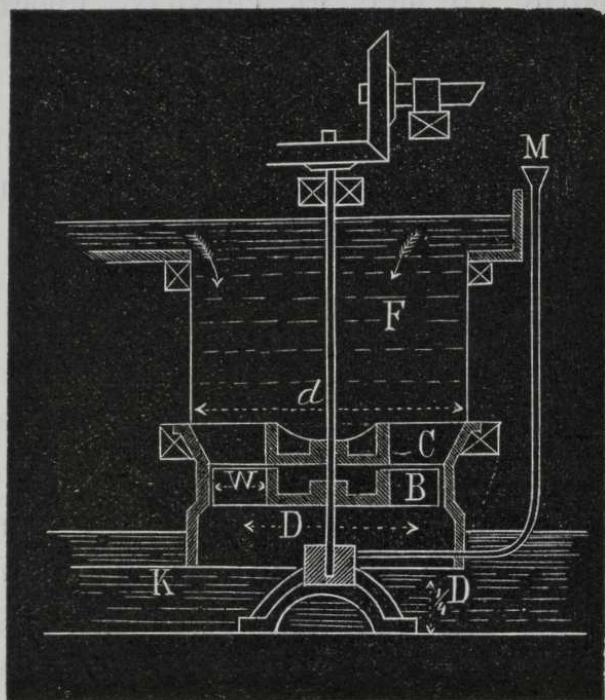
Кромѣ того еще наливныя колеса могутъ дѣйствовать съ одинаковымъ успѣхомъ только при паденіяхъ, измѣняющихся въ самыхъ незначительныхъ предѣлахъ, т. е. на нѣсколько дюймовъ, въ противномъ же случаѣ механикъ долженъ строить колесо такъ, чтобъ оно дѣйствовало успѣшнѣйшимъ образомъ при самой малой водѣ.

Равнымъ образомъ также отъ соображенія механика и мѣстныхъ обстоятельствъ зависитъ увеличеніе или уменьшеніе ширины колеса, его скорости и подъема щита; во всякомъ случаѣ однакожъ строителю не слѣдуетъ выходить изъ границъ, означенныхъ выше и признанныхъ на практикѣ за наивыгоднѣйшія.

Въ сдѣланномъ здѣсь примѣрѣ полагалось полезное дѣйствіе колеса, равнымъ 70⁰/о независимой силы потока.

ТУРБИНА ЖОНВАЛЯ.

На вертикальномъ валѣ А укрѣплено горизонтальное колесо турбины съ особенными кривыми лопатками В



Вода входитъ на колесо черезъ неподвижныя направляющія лопатки С, къ которымъ притекаетъ изъ пруда посредствомъ ларя и спуска F изъ желѣза.

М есть трубка, по которой спускается масло въ пятникъ; К водоотводная канава.

Турбина Жонваля не боится подпруды и можетъ быть помѣщена гдѣ угодно надъ нижнимъ горизонтомъ, лишь бы разстояніе это не превышало 28 футовъ.

Ходъ вычисленія лучше пояснится примѣромъ.

Примѣръ. Для рельсовыхъ валковъ нужно построить турбину въ 50 лошадей, при напорѣ воды въ 8 футовъ?

1) *Определение потребнаго количества воды въ секунду.*

Правило. Умножь число лошадей на 13,4 и раздѣли на высоту напора, частное будетъ искомое число куб. футовъ воды.

$$\frac{50 \times 13,4}{8} = 83,75 \text{ куб. футовъ.}$$

Замѣчаніе. Полезное дѣйствіе турбины принято въ 65%.

2) *Определение площади выходнаго отверстія, состоящей изъ суммы площадей кратчайшаго разстоянія между лопатками турбины.*

Правило. Найденное количество куб. фут. воды раздѣли на корень квадратный изъ высоты напора и еще на 6, частное будетъ искомая площадь выходнаго отверстія, которую для краткости назовемъ буквою S.

$$S = \frac{83,75}{6\sqrt{8}} = 4,96 \text{ кв. фут.}$$

3) *Определение средняго діаметра D.*

Правило. Умножь корень квадратный изъ S на число 2,7, произведеніе будетъ приблизительный средній діаметръ.

$$D = 2,7 \sqrt{4,96} = 6 \text{ футовъ, слѣдовательно окружность} \\ = 6 \times 3,14 = 18,85 \text{ фут.}$$

Замѣчаніе. Дальнѣйшій ходъ вычисленія покажетъ, хорошъ ли этотъ діаметръ, или нѣтъ. При маломъ паденіи и большомъ количествѣ воды его весьма часто приходится увеличивать, что дѣлается произвольно по соображенію.

4) *Число лопатокъ.*

Оно произвольно. Обыкновенно *направляющихъ* дѣлають отъ 12 до 24, а въ турбинѣ на половину болѣе, то есть отъ 18 до 36.

Въ настоящемъ случаѣ для турбины можно взять 30, слѣдовательно для направляющихъ 20.

Разстояніе между лопатками по средней окружности равно средней окружности, дѣленной на число лопатокъ.

$$\text{Значить для турбины} \dots \frac{18,85}{30} = 0,628 \text{ ф.}$$

$$\text{„ „ направляющихъ.} \frac{18,85}{20} = 0,942 \text{ ф.}$$

Лопатки дѣлаются изъ котельнаго желѣза, или изъ чугуна, если турбина очень велика; толщина ихъ отъ 0,03 фут. до 0,07 фут.

Въ настоящемъ случаѣ можно взять 0,03, предполагая ихъ изъ жезѣза.

5) *Кратчайшее разстояніе между лопатками t.*

Разстояніе это зависитъ отъ угла, подъ которымъ лопатки пересѣкаютъ нижнюю кромку турбины (см. рис. стр. 210).

Уголъ этотъ измѣняется въ предѣлахъ отъ 18° до 12°.

Чѣмъ воды больше, а напоръ меньше, тѣмъ уголъ круче.

Въ настоящемъ примѣрѣ взято 18°

Углы.	Множители.	Углы.	Множители.
18	0,309	14	0,242
17	0,292	13	0,225
16	0,275	12	0,207
15	0,259		

Правило. Разстояніе между лопатками по средней окружности (см. п. 4) умножь на соотвѣтствующаго множителя изъ таблицы и изъ произведенія вычти толщину лопатки, разность будетъ t .

$$t = 0,628 \times 0,309 - 0,03 = 0,164 \text{ фут.}$$

6) *Ширина Турбины W*

она равна $\frac{\text{Площади выходнаго отверстія } S \text{ (см. п. 2)}}{\text{Число лопатокъ} \times t \text{ (см. п. 5)}}$

$$\text{то есть } W = \frac{4,96}{30 \times 0,164} = 1 \text{ футу.}$$

7) *Наружный и внутренний діаметры.*

$$\text{Наружный діаметръ} = D + W = 6 + 1 = 7 \text{ ф.}$$

$$\text{Внутренній „} = D - W = 6 - 1 = 5 \text{ ф.}$$

$$\text{Отношеніе между діаметрами} = \frac{5}{7} = 0,71.$$

Отношеніе это не должно быть менѣе 0,66, въ особенности въ большихъ турбинахъ; а если такъ случится, надобно увеличить средній діаметръ (см. п. 3).

Наоборотъ, если разниа между діаметрами выходитъ очень мала, а сами діаметры тоже малы и вызываютъ слишкомъ большое число оборотовъ турбины, надобно убавить уголъ (см. п. 5).

8) *Высота турбины.*

$$\text{Она дѣлается} = 0,18 D = 0,18 \times 6 = 1 \text{ футу.}$$

9) *Высота направляющихъ.*

$$\text{Она дѣлается} = 0,25 D = 0,25 \times 6 = 1,5 \text{ фут.}$$

10) *Верхняя ширина направляющихъ d.*

Она дѣлается обыкновенно равною наружному діаметру, помноженному на 1,2; то есть $7 \times 1,2 = 8,4$ фут.

11) *Высота кольцеобразнаго отверстія, черезъ которое вода выливается.*

$$\text{Должна быть} = 0,25 D = \frac{1}{4} \times 6 = 1,5 \text{ фут.}$$

12) *Ширина отводнаго канала.*

Должна быть равна по крайней мѣрѣ $2 D$; то есть 12 фут.

13) *Зазоръ между турбиною, направляющими лопатками и кожухомъ.*

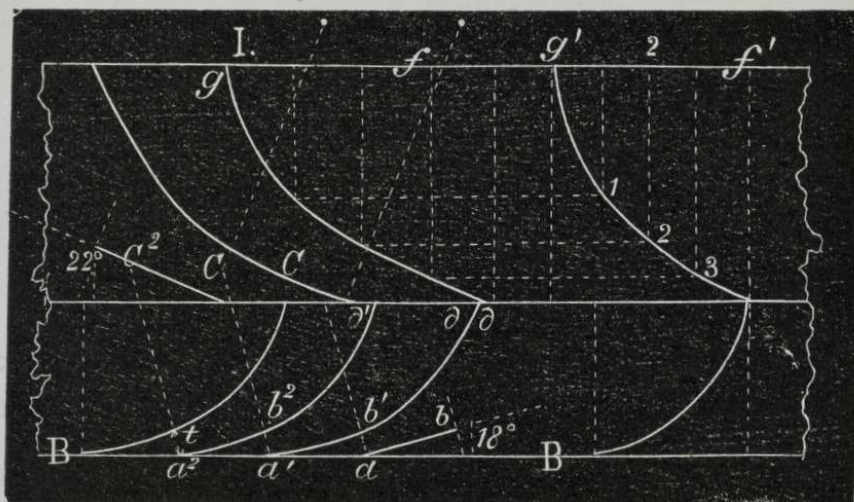
Долженъ быть самый незначительный и находится въ зависимости отъ аккуратности въ работѣ.

14) *Число оборотовъ.*

Привило. Умножь корень квадратный изъ высоты напора на число 91,7 и раздѣли на средній діаметръ, частное будетъ наивыгоднѣйшее число оборотовъ турбины въ минуту.

$$\frac{\sqrt{8 \times 91,7}}{6} = 43 \text{ оборотамъ.}$$

На линіи ВВ отложи разстоянія a , a' , a^2 между лопатками въ средней окружности (см. п. 4) и проводи линіи ab , $a'b'$, a^2b^2 подъ угломъ 18° , или менѣе, какъ выйдетъ по вычисленію.



Изъ точекъ a , a' , a^2 проводи линіи ac , $a'c'$, a^2c^2 перпендикулярныя къ ab , $a'b'$, и т. д. и радіусами cb' , $c'b^2$,

равными высотъ турбины, опиши дуги, которыя и составятъ кривую часть лопатокъ a^1b^1d , $a^2b^2d^1$, и т. д.; $ba^1a^1b^2$ есть кратчайшее разстояніе между лопатками, названное t (см. п. 5).

Направляющія вычерчиваются точно также, но радіусъ, образующій кривизну, равенъ высотъ направляющихъ, то есть $=df$, а уголъ 22° . Уголъ этотъ уменьшается равномерно съ угломъ принятымъ для турбины, и когда въ ней онъ достигаетъ крайняго предѣла, то есть 12° , въ направляющихъ онъ долженъ быть равенъ 16° .

Чтобъ получить изображеніе лопатокъ на окружности внутренняго діаметра турбины, вычисляютъ g^1f^1 , которое равно gf , взятому по масштабу, умноженному на внутренній діаметръ и раздѣленному на средній.

Въ настоящемъ случаѣ $gf=18$ дюйм., слѣдовательно $g^1f^1 = \frac{18 \times 5}{6} = 15$ дюйм. gf и g^1f^1 пунктирными вертикальными линіями дѣлятъ на одинаковое число равныхъ частей, напримѣръ на 4 части, и проводятъ горизонтальныя линіи такъ какъ показано на чертежѣ. Соответственныя точки пересѣченія 1, 2, 3 обозначаютъ положеніе направляющей лопатки.

Точно также поступаютъ и съ лопатками турбины.

Описанное черченіе лопатокъ, при проектированіи турбины, должно быть произведено въ натуральную величину.

Иногда для простоты строятъ турбину Жонваля съ прямыми лопатками. Тогда уголъ для направляющихъ берется въ 66° , а для лопатокъ турбины въ 24° .

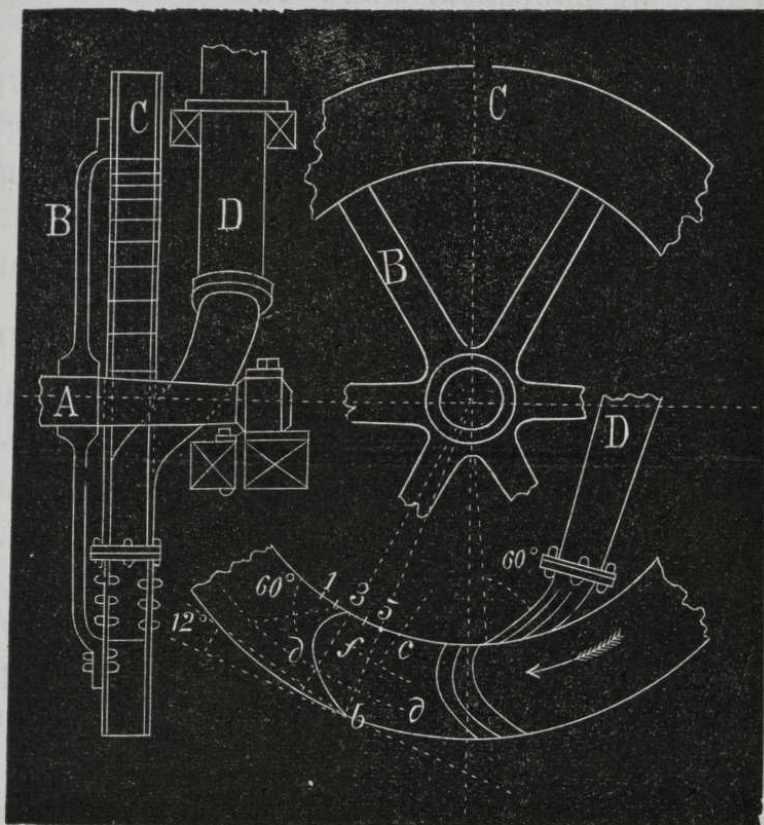
КОЛЕСО ШВАМКРУГА.

На горизонтальномъ валѣ А укрѣплены чугуныя спицы колеса В, поддерживающія на вѣсу ободъ С съ

кривыми лопатками. И ободъ, и лопатки дѣлаются большею частію изъ котельнаго желѣза.

Вода подводится къ колесу со свободной стороны обода, изогнутымъ рукавомъ D и дѣйствуетъ на лопатки по направленію отъ центра къ окружности. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія принять 0,6.

Колесо Швамкруга въ особенности выгодно при большомъ напорѣ воды, примѣрно сверхъ 30 футовъ, и маломъ количествѣ ея. Оно лучше турбинъ, потому что



діаметръ его, а слѣдовательно и число оборотовъ, не зависятъ ни отъ величины напора, ни отъ количества воды.

Ходъ вычисленія всего удобнѣе пояснится примѣромъ,

Примѣръ. Требуется постронть колесо Швамкруга въ 30 силъ, которое бы дѣлало 60 оборотовъ въ минуту, при напорѣ воды въ 30 футовъ?

1) *Определение потребнаго количества воды.*

Правило. Умножь число 15 на число лошадей и произведение раздьли на высоту напора, частное будетъ объемъ воды въ куб. футахъ.

$$\frac{15 \times 30}{30} = 15 \text{ куб. фут.}$$

2) *Скорость, съ которою вода вступаетъ въ колесо изъ подводнаго рукава.*

Правило. Умножь корень квадратный изъ высоты напора на число 7,2, произведение будетъ скорость въ футахъ.

$$\text{Скорость} = 7,2\sqrt{30} = 39,38 \text{ фут.}$$

3) *Поперечное сьченіе подводнаго рукава и каналовъ.*

$$\text{Оно равно } \frac{\text{объему воды}}{\text{скорость}} = \frac{15}{39,38} = 0,38 \text{ кв. фут.}$$

Далѣе подводный рукавъ расширяется какъ показано и на рисункѣ.

Обыкновенно подводный рукавъ дѣлится на 3 или 4 канала, разбивающіе воду на тонкія струи и направляющіе ее въ лопатки подѣ угломъ въ 60° къ радіусу.

Отношеніе ширины каналовъ къ длинѣ ихъ должно быть какъ 1 къ 4, толщина простѣнковъ между ними $\frac{5}{8}$ д. Очень часто въ каждомъ каналѣ устриваютъ щитъ или клапанъ, помощію котораго можно: или все запереть каналъ, или пустить черезъ него воду въ меньшемъ количествѣ, болѣе тонкою струею. Тогда толщина простѣнковъ между каналами будетъ въ $1\frac{1}{2}$ дюйма.

Если для настоящаго примѣра принять число каналовъ 3 и отношеніе длины къ ширинѣ какъ 1 къ 4, то площадь каждаго канала $= \frac{0,38}{3} = 0,13$ кв. фут.

$$\text{Ширина каналовъ} = \sqrt{\frac{0,13}{4}} = 0,18 \text{ ф.} = 2,16 \text{ д.}$$

$$\text{Длина каналовъ} = 0,18 \times 4 = 0,72 \text{ фут.}$$

Длина каналовъ опредѣляетъ вмѣстѣ съ тѣмъ ширину лопатокъ колеса, которая не должна превышать 1 футъ, ибо ободъ на вѣсу. Если будетъ выходить болѣе, то надобно увеличить число каналовъ, или ширину ихъ, или вовсе отказаться отъ постройки колеса Швамкруга и избрать другой родъ движителя.

Замѣчаніе. Подводный рукавъ полезно устанавливать немного назадъ отъ вертикальнаго радіуса, иначе колесо будетъ тащить за собою воду.

4) *Наивыгоднѣйшая скорость на внутренней окружности.*

$$\text{Она} = 4,5 \sqrt{\text{изъ высоты напора}} = 4,5 \sqrt{30} = 24,61.$$

5) *Внутренній радіусъ.*

Правило. Умножь скорость колеса по внутренней окружности на число 9,55 и произведеніе раздѣли на заданное число оборотовъ, частное будетъ внутренній радіусъ.

$$\frac{24,61 \times 9,55}{60} = 3,91 \text{ фута.}$$

6) *Внѣшній радіусъ.*

Онъ долженъ быть равенъ $\frac{4}{3}$ внутренняго радіуса. Внѣшній радіусъ $= \frac{4}{3} \times 3,91 = 5,22$ фут.

7) *Число лопатокъ.*

Оно найдется, если внутренній радіусъ умножить на 20 и къ произведенію приложить 15.

Число лопатокъ $= 3,91 \times 20 + 15 = 93$ штукъ.

Замѣчаніе. Разстояніе между лопатками, по внутренней окружности, должно быть не болѣе 4 дюйм.

8) *Ширина обода.*

Она равна разности радіусовъ или все равно $\frac{1}{4}$ наружнаго радіуса.

Ширина $= 5,22 - 3,91 = 1,31$ фут.

9) *Черченіе лопатокъ* (см. фиг. стр. 214).

Окружность колеса разбиваютъ на равныя части соотвѣтственно числу лопатокъ. Черезъ точки дѣленія 1, 3, 5 проводятъ радіусы.

Каждая лопатка занимаетъ два дѣленія, слѣдовательно должна начинаться въ 3 и кончаться въ b.

Въ точкѣ 3 проводятъ линію подъ угломъ въ 60° къ касательной. Въ b проводятъ линію подъ угломъ въ 12° къ касательной и возстановливаютъ къ ней перпендикуляръ до пересѣченія съ внутреннею окружностію въ точкѣ С.

Ширину обода дѣлятъ на четыре равныя части и черезъ первую точку дѣленія проводятъ кругъ dd'.

Изъ точки С радіусамъ cd описываютъ дугу bd.

Точку d и 3 соединяютъ прямою, изъ середины которой возстановливаютъ перпендикуляръ. На этомъ перпендикулярѣ ищутъ такую точку f, чтобъ изъ нея, какъ изъ центра, описанная дуга d3 сливалась бы въ концѣ съ линіей подъ угломъ въ 60° .

Обыкновенно радиусъ fd приходится брать не много болѣе половины перваго радиуса cb . Прочія лопатки вычерчиваются по шаблону.

О ПАРАХЪ.

Вода образуетъ пары при всякой температурѣ, но когда она достигаетъ 80° Реомюра, освобожденіе ихъ сопровождается клокотаніемъ поверхности, что называется *точкою кипѣнія*. Тогда паръ, прорываясь сквозь горизонтъ жидкости и унося съ собою весь теплородъ, лишаетъ воду возможности увеличиваться въ температурѣ. Впрочемъ точка кипѣнія не есть всегда постоянная и измѣняется съ давленіемъ на поверхность жидкости. Такимъ образомъ въ пустотѣ вода кипитъ при 26° , при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи, при 80° , а если къ этому давленію прибавить еще давленіе, равное пятидюймовому ртутному столбу, то кипѣніе начнется не ранѣе какъ по достиженіи водою 83° .

Паръ есть такъ сказать соединеніе теплоты съ водою.

За единицу теплоты принимается такое количество ея, какое нужно, чтобъ одинъ футъ воды нагрѣть на одинъ градусъ Реомюра.

Для превращенія одного фунта воды въ паръ всякаго давленія надобно 520 единицъ теплоты.

Изъ числа этихъ 520 единицъ, одна часть, наименьшая, ощущается посредствомъ термометра, а другая, наибольшая не ощущается и потому называется *скрытою теплотою*.

Слѣдовательно, чѣмъ паръ имѣетъ болѣе высокую температуру, тѣмъ менѣе содержитъ скрытаго теплорода, а именно:

паръ въ 80° имѣетъ $520 - 80 = 440$ скрыт. теплор.

” ” 100° ” $520 - 100 = 420$ ” ”

Одинъ фунтъ пара въ 80° можетъ нагрѣть $5\frac{1}{2}$ фунтовъ воды отъ 0° до 80° , ибо $\frac{440}{80} = 5,5$ и при этомъ самъ превратится въ фунтъ воды тоже въ 80° .

Примѣръ. Сколько надобно пару, чтобъ 1000 фунтовъ воды въ 10° нагрѣть на 40° ?

Температура воды должна повыситься на $40 - 10 = 30^{\circ}$.

Для 1000 фунт. воды потребно $30 \times 1000 = 30000$ единицъ теплоты. Одинъ фунтъ пара, превращаясь въ 40° , воду освободитъ $520 - 40 = 480$ единицъ теплоты. А потому потребно: $\frac{30000}{480} = 62,5$ фунта пару.

Всего 40° воды получится 1062,5 фунтовъ.

Примѣръ 2. Паровикъ, содержащій въ себѣ паръ въ 130° и 5000 фунтовъ воды лопнулъ. Спрашивается, сколько при этомъ внезапно образуется пару?

Естественно, что парообразование будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока вода не охладится до 80° , то есть не превратится въ кипятокъ при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи. Слѣдовательно, онъ освободитъ:

$(130 - 80) \times 5000 = 250000$ единицъ теплоты.

Новаго пара атмосфернаго давленія, то есть въ 80° образуется:

$$\frac{250000}{440} = 568 \text{ фунтовъ.}$$

И этотъ паръ займетъ пространство въ

$$\frac{568}{0,04} = 142000 \text{ куб. фут.}$$

Вотъ настоящая причина, почему взрывы паровиковъ такъ губельны. Убиваютъ людей не летящіе куски жѣла, какъ многіе воображаютъ, а обвариваетъ кипя-

токъ и мгновенно образующійся паръ въ огромномъ количествѣ.

Давленіе абсолютное въ атмосферахъ.	Давленіе на □ д. въ фунт. дѣйствительное, т. е. сверхъ атмосферы.	Температура по Реомюру.	Объемъ по отношенію къ водѣ.	Вѣсъ кубическаго фута паравъфунт.
1	0,00*)	80°	1700	0,040
1,25	4,05	85	1384	0,045
1,5	8,13	89	1172	0,058
1,75	12,20	94	1017	0,068
2	16,26	97	900	0,077
2,5	24,39	102	733	0,094
3	32,52	107	621	0,111
3,5	40,65	112	539	0,128
4	48,78	116	477	0,145
4,5	56,91	119	428	0,161
5	65,04	123	389	0,179
5,5	73,17	126	357	0,196
6	81,30	129	330	0,213
6,5	89,43	131	307	0,230
7	97,56	133	287	0,246
7,5	105,69	135	270	0,263
8	113,82	137	254	0,280

*) *Замѣчаніе.* Второй столбецъ таблицы есть давленіе, показываемое обыкновенно манометромъ, то есть давленіе на поршень, производящее работу въ машинахъ безъ охлажденія.

СКОРОСТЬ ПАРА.

Выходя въ атмосферу, паръ имѣетъ скорость:
при давленіи 1,5 атмосферы 1125 фут. въ секунду.

при давленіе 3 атмосферъ 1646 фут. въ секунду.

” ” 5 ” 1843 ” ” ”

Дѣйствительная скорость, отъ сжатія струи, бываетъ обыкновенно равна $\frac{4}{5}$ указанной.

В Ъ С Ъ П А Р А.

Вѣсъ одного кубическаго объема пара составляетъ $\frac{5}{8}$ вѣса того же кубическаго объема атмосфернаго воздуха, нагрѣтаго до такой же температуры.

Напримѣръ. Одинъ кубическій футъ воздуха при 0° вѣситъ 0,089 фунт. при нагрѣваніи газы расширяются на каждый градусъ на $\frac{1}{218}$.

При 80° R. объемъ воздуха будетъ $1 + \frac{80}{218} = 1,37$ куб. фут.

Вѣсъ одного кубич. фута воздуха, нагрѣтаго до 80° $\frac{0,089}{1,37} = 0,065$ ф.

Вѣсъ одного куб. фут. пара 80° R.; $\frac{5}{8} \times 0,065 = 0,04$ фунта.

О Т О П Л И В Ъ.

Относительная потребность въ топливѣ, по вѣсу, приблизительно выражается слѣдующими практическими цифрами:

Древесный уголь	1,0
Каменный уголь 1-го сорта	1,0
” ” 2-го ”	1,2
” ” 3-го ”	1,4
Хорошія дрова }	2,8
Торфъ 1-го сорта }	
Дрова плохія }	4,7
Торфъ 2-го сорта }	
Коксъ	1,1
Антрацитъ	0,9

Эта таблица прямо показываетъ, что если на какое нибудь дѣло расходуется напримѣръ 10 пудовъ каменнаго угля перваго сорта, то хорошихъ дровъ потребуется 28 пуд. антрацита 9 пуд., а обыкновеннаго торфа 47 пуд.

Для полнаго сгоранія топлива на очагѣ печи практически требуется:

одного фунта дровъ	90	} Кубич. фут. воздуха.
” ” каменнаго угля	200	
” ” древеснаго угля	260	
” ” кокса	260	
” ” антрацита	350	

Д Е Р Е В О .

Рубка лѣса на дрова должна производиться преимущественно зимою, потому что въ это время дерево содержитъ меньше всего соковъ; да и перевозка дровъ зимою гораздо выгоднѣе. Только что срубленное дерево содержитъ отъ 37 до 40% воды. Послѣ просушки на воздухѣ около 4—5 мѣсяцевъ воды уменьшается отъ 30 до 35%. По прошествіи года дерево содержитъ воды отъ 20 до 25% и такія дрова называются полусухими. Двухъ годовалыя дрова имѣютъ отъ 16 до 20% и такое количество воды болѣе не уменьшается при дальнѣйшей просушкѣ на воздухѣ. При сушкѣ дровъ нагрѣтымъ воздухомъ количество воды уменьшается до 10% и даже менѣе.

Таблица въса куб. сажени дровъ въ пудахъ.

ПОРОДА ДЕРЕВА.	Сырыя.	Годовыяя.
Дубъ и букъ	503	400
Береза	375	300
Ольха	355	284
Липа	337	270
Осина	325	260
Сосна	295	236
Ель	267	214

ДРЕВЕСНЫЙ УГОЛЬ.

Древесный уголь содержитъ отъ 6 до 8⁰/о воды.

Дерево, обжигаемое въ кучахъ въ маломъ количествѣ, даетъ чернаго угля отъ 26 до 30⁰/о, а въ большомъ отъ 30 до 35⁰/о по объему, по вѣсу же отъ 17 до 22⁰/о.

Выходъ бураго угля по вѣсу сравнительно съ чернымъ на 70⁰/о болѣе.

Объемъ угольныхъ кучъ измѣняется отъ 4 до 9 куб. саж. и время обжига длится отъ 7 до 12 дней.

Лучшій возрастъ дерева для переработки на уголь 20-ти лѣтній.

Полезное дѣйствіе одной куб. сажени угля = 2 куб. сажени сырыхъ и 1,3 куб. саж. сушеныхъ дровъ.

КАМЕННЫЙ УГОЛЬ.

Каменный уголь, только что вынутый изъ копи, содержитъ 0,2⁰/о воды, но, пролежавши на воздухѣ, принимаетъ въ себя отъ 5 до 20⁰/о воды. Онъ весьма много имѣетъ подраздѣленій; главные изъ нихъ:

а) Кузнечный уголь—жирный, спекающійся, даетъ весьма поздреватый коксъ, горитъ длиннымъ пламенемъ и отдѣляетъ много дыма.

б) Полужирный уголь содержитъ больше углерода и меньше смолы, чѣмъ предыдущій, менѣе спекается, горитъ длиннымъ пламенемъ и отдѣляетъ много дыма, употребляется для топки котловъ.

в) Плотный уголь имѣетъ изломъ плоско-раковистый или ровный, чернаго цвѣта, легокъ, вязокъ, мягокъ, даетъ коксъ весьма поздреватый, очень хорошъ для полученія газа.

г) Тощій уголь менѣе черенъ и блестящъ, чѣмъ предыдущій, хорошо горитъ, даетъ мало дыма, коксъ его не спекается и весьма хрупокъ.

АНТРАЦИТЪ.

Самый богатый содержаніемъ углерода (до 95%) антрацитъ горитъ безъ пламени и дыма, даетъ самый высокій жаръ, требуетъ сильнаго притока воздуха и частой чистки колосниковъ.

КОКСЪ.

Коксъ разгорается очень трудно, но горитъ хорошо безъ пламени и дыма. При обжогѣ каменнаго угля въ печахъ получается кокса отъ 50 до 85% по вѣсу. Чѣмъ уголь жирнѣе, тѣмъ больше получается кокса.

ТОРФЪ.

Только что выкопанный торфъ содержитъ до 60% воды, но просушенный на воздухѣ около 4-хъ мѣсяцевъ всего отъ 25 до 30%. Нагрѣвательная способность съ содержаніемъ воды въ 30% почти одинаковая съ сухимъ деревомъ.

ТОРФЯНОЙ УГОЛЬ.

Нагрѣвательная способность торфяного угля близко подходитъ къ нему. Обжигаемый въ печахъ торфъ даетъ угля по вѣсу отъ 35 до 40%; обжигаемый же въ кучахъ даетъ всего отъ 20 до 25%.

О ПАРОВЫХЪ КОТЛАХЪ.

Въ большей части памятныхъ книжекъ помѣщены правила и таблицы, опредѣляющія относительныя измѣренія паровыхъ котловъ, какъ то: длину ихъ, число кипятильниковъ, пространство, занимаемое водою и проч., и проч. Но надобно съ откровенностію признаться, что

правила эти въ мастерскихъ, то есть на практикѣ, не имѣютъ никакого приложенія. Форма и расположеніе паровыхъ котловъ разнообразны до крайности, постоянно находятся въ зависимости отъ случайныхъ обстоятельствъ, напримѣръ, отъ величины листовъ продажнаго желѣза, и потому по всей справедливости должны быть предоставлены полному произволу строителя. Для него гораздо важнѣе знать то, что не слѣдуетъ дѣлать, нежели находить въ руководствахъ формулы и рамки, постоянно непримѣняющіяся къ частнымъ случаямъ.

При постройкѣ паровиковъ не слѣдуетъ допускать:

1) Діаметръ паровиковъ болѣе 6 футовъ, потому что тогда потребуется слишкомъ толстое желѣзо,

2) Діаметръ дымогарныхъ трубокъ болѣе 3-хъ дюймовъ, потому что онѣ будутъ постоянно течь.

3) Діаметръ кипятильниковъ менѣе 17 дюймовъ, потому что въ нихъ трудно будетъ обивать накипь.

4) Толщину желѣза менѣе $\frac{1}{4}$ дюйм., потому что оно скоро прогоритъ.

5) Силу одного не трубчатого паровика болѣе 50 лошадей, ибо паропроизводительность на квадратный футъ поверхности выйдетъ очень слабая.

6) Наконецъ объемъ пароваго пространства менѣе чѣмъ удесятѣренный расходъ пара въ секунду, ибо иначе паръ будетъ непремѣнно дурно держаться на опредѣленныхъ градусахъ, въ особенности при неопытномъ кочегарѣ.

Все прочее въ паровикахъ, какъ то: отношеніе длины къ вышинѣ и ширинѣ, количество воды, число трубокъ, оборотовъ и проч., и проч. на практикѣ не подлежитъ и не должно подлежать никакимъ правиламъ. Не смотря на разнообразіе, всѣ паровые котлы принадлежать къ слѣдующимъ главнѣйшимъ типамъ.

1) *Котлы трубчатые.*

На пароходахъ, локомотивахъ и локомобиляхъ они неизбѣжны, но для постоянного употребленія, при фабричныхъ машинахъ, положительно невыгодны, потому что чистятся неудобно, требуютъ за собою усиленнаго примотра и частой подчеканки трубокъ, а между тѣмъ стоятъ дорого и сбереженія топлива не доставляютъ.

2) *Котлы съ кипяtilьниками.*

Хороши для безостановочнаго дѣйствія днемъ и ночью, и въ особенности въ такихъ случаяхъ, гдѣ требуется много пару, примѣрно сверхъ 25 лошадей. Чистятся удобно. Стоятъ съ пуда 25⁰/₁₀₀ дешевле трубчатыхъ.

3) *Котлы съ внутреннимъ кипяtilьникомъ и внутреннею топкою.*

Это есть самый лучший типъ для фабричнаго дѣйствія съ перерывами на ночь. Ихъ неудобно дѣлать свыше 30 лошадей въ одной штукѣ, но такое неудобство нельзя считать недостаткомъ. Къ уходу и работѣ весьма способны, цѣною съ пуда на 30⁰/₁₀₀ дешевле трубчатыхъ.

4) *Котлы просто цилиндрическіе съ полусферическими оконечностями.*

По простотѣ и удобству они безспорно первые, но требуютъ много мѣста. Они отлично хороши для непрерывнаго дѣйствія днемъ и ночью, и потому преимущественно употребляются въ фабрикаціяхъ, гдѣ мѣстомъ не дорожатъ, напримѣръ при доменномъ и желѣзномъ производствахъ.

Цѣна ихъ съ пуда на 35⁰/₁₀₀ ниже трубчатыхъ.

5) *Котлы коробчатые или Уатовскіе.*

Они безспорно очень хороши, но годны только для постоянныхъ машинъ низкаго давленія, употребленіе которыхъ съ каждымъ днемъ уменьшается все болѣе и болѣе.

Цѣна ихъ та же, что и предыдущаго типа.

ПОВЕРХНОСТЬ НАГРѢВА И ПАРПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ.

1. На одну паровую лошадь нужно считать поверхности нагрѣва:

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| а) для обыкновенныхъ котловъ | отъ 15 до 20 кв. фут. |
| б) для пароходныхъ | „ „ 6 „ 8 „ „ |
| с) для локомотивей | „ „ 6 „ 10 „ „ |
| д) для паровозныхъ | „ „ 4 „ 6 „ „ |

2. Въ часъ на одну паровую лошадь обращается въ паръ отъ $\frac{3}{4}$ до 1 куб. фута воды.

3. На каждый кв. футъ поверхности нагрѣва въ часъ испаряется воды:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| а) въ обыкновенныхъ котлахъ | отъ 3,5 до 5 фунтовъ. |
| б) въ пароходныхъ | „ „ $6\frac{1}{4}$ „ $7\frac{3}{4}$ „ |
| с) въ локомотивахъ | „ „ $5\frac{1}{2}$ „ 7 „ |
| д) въ паровозахъ | „ „ 10 „ $11\frac{1}{2}$ „ |

О РѢШЕТКѢ.

Площадь рѣшетки не такъ важна, какъ кажется съ перваго раза и при сильной тягѣ можетъ быть уменьшена въ весьма широкихъ предѣлахъ; лучшимъ тому доказательствомъ служатъ локомотивы.

Въ постоянныхъ котлахъ, обыкновенно рѣшеткѣ придаютъ размѣры, рассчитывая на каждую паровую лошадь отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{2}{3}$ кв. фут. поверхности при топкѣ каменнымъ углемъ и отъ $\frac{3}{4}$ до 1 кв. фут. при топкѣ дровами. Въ пароводныхъ котлахъ площадь рѣшетки дѣлается отъ $\frac{1}{26}$ до $\frac{1}{27}$ площади нагрѣва. Въ паровозныхъ котлахъ отъ $\frac{1}{50}$ до $\frac{1}{80}$.

Площадь промежутковъ рѣшетки дѣлается:

а) для каменнаго угля и антрацита отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{3}$ всей площади рѣшетки.

б) для лигнита и торфа „ $\frac{1}{5}$ „ $\frac{1}{3}$

с) для дровъ „ $\frac{1}{7}$ „ $\frac{1}{6}$

Изъ любопытства я однажды самъ дѣлалъ опытъ съ паровикомъ, имѣвшимъ площадь рѣшетки въ 12 кв. фут., которую уменьшилъ до 4-хъ, оставя все прочее безъ передѣлки. Въ томъ и другомъ случаѣ, въ продолженіе работы цѣлаго дня, было сожжено, пудъ въ пудъ, одинаковое количество дровъ, взятыхъ изъ одной и той же полѣнницы. Въ первомъ случаѣ только дрова горѣли тихо и подкладывались очень рѣдко, во второмъ быстро, съ трескомъ, съ яркимъ пламенемъ и печь требовала постоянного вниманія кочегара. Слѣдовательно, тамъ гдѣ обстоятельства позволяютъ, надобно дѣлать рѣшетку болѣе.

Чѣмъ колосники уже, а разстояніе между ними шире, тѣмъ повидимому лучше, лишь бы не просыпалось много мусора.

Антрацитъ не терпитъ узкихъ колосниковъ, потому что подъ нимъ они отъ жару гнутся и даже расплавляются. Его жгутъ обыкновенно на колосникахъ изъ желѣза, подставляя при томъ подъ рѣшетку плоскій сосудъ съ водою.

Вообще опытъ показываетъ, что каждый сортъ топлива требуетъ для себя инаго расположенія колосниковъ,

но сколько именно колосниковъ надобно прибавить въ печь, или выкинуть изъ нея вонъ, опредѣляется только на практикѣ и зависитъ всего болѣе отъ снаровки ко-
чегара.

Разстояніе между рѣшеткою и котломъ должно быть:

для антрацита около 10 дюйм.

„ каменнаго угля „ 14 „

„ кокса. „ 20 „

„ древеснаго угля „ 25 „

„ дровъ „ 30 „

Надлежащая толщина слоя топлива на рѣшеткѣ опредѣляется лучше всего изъ опыта.

Количество пара въ фунтахъ, доставляемаго однимъ фунтомъ топлива, приблизительно:

1 фунтъ обыкновенныхъ дровъ доставляетъ 3,2 ф. пара.

„ „ каменнаго угля „ 6,5 „ „

„ „ кокса „ 5,2 „ „

„ „ антрацита „ 7,2 „ „

„ „ сухаго торфа „ 4,2 „ „

„ „ торфа непросушеннаго „ 3,0 „ „

О ДЫМОВЫХЪ ХОДАХЪ.

Кирпичные дымовые ходы работаютъ лучше всего, если ихъ ширина не менѣе 4'' и не болѣе 6''. Поперечное сѣченіе отдѣльныхъ ходовъ опредѣляютъ по отношенію къ наименьшему поперечному сѣченію дымовой трубы, такъ чтобы сѣченіе перваго хода = $1\frac{1}{2}$ раза наименьшаго сѣченія трубы, тогда какъ поперечное сѣченіе борова = наименьшему сѣченію дымовой трубы. По-

переречныя сѣченія ходовъ переходятъ одно въ другое постепенно.

При двухъ дымовыхъ ходахъ и боровѣ дѣлаютъ: первый ходъ = 1,5 наименьшаго сѣченія трубы, второй = 1,25 и боровъ = наименьшему сѣченію. При трехъ ходахъ и боровѣ дѣлаютъ: первый ходъ = 1,5 наименьшаго сѣченія трубы, второй = 1,34, третій = 1,17 и боровъ = наименьшему сѣченію трубы.

Дымовые ходы можно дѣлать тѣмъ длиннѣе, чѣмъ меньше давленіе пара въ котлѣ требуется; однако не дѣлаютъ длину ходовъ болѣе 60 футовъ при малыхъ топкахъ и болѣе 92 футовъ при большихъ. Повороты ходовъ не должны имѣть острыхъ реберъ и угловъ и поперечное сѣченіе въ поворотахъ увеличивается, чтобы газы не встрѣчали здѣсь большаго сопротивленія. Располагать ходы нужно такъ, чтобы легко можно было очищать ихъ отъ сажки и золы; это дѣлается чрезъ особыя отверстія, закрываемыя дверцами или кирпичемъ. Внутреннія стѣнки ходовъ должны быть гладкія, чтобы уменьшить треніе газовъ. Боровъ долженъ образовать подъемъ отъ котла къ трубѣ.

О ДЫМОВЫХЪ ТРУБАХЪ.

Чѣмъ тонка или число лошадей паровика больше, тѣмъ относительно труба меньше.

Наименьшее сѣченіе трубы дѣлается на верху; къ низу трубы обыкновенно расширяются въ $1\frac{1}{2}$ раза противу верхняго діаметра, впрочемъ расширение это не составляетъ крайней необходимости, и дѣлается скорѣе для устойчивости и красоты.

Высота трубы должна быть по крайней мѣрѣ въ 24 раза болѣе верхняго діаметра.

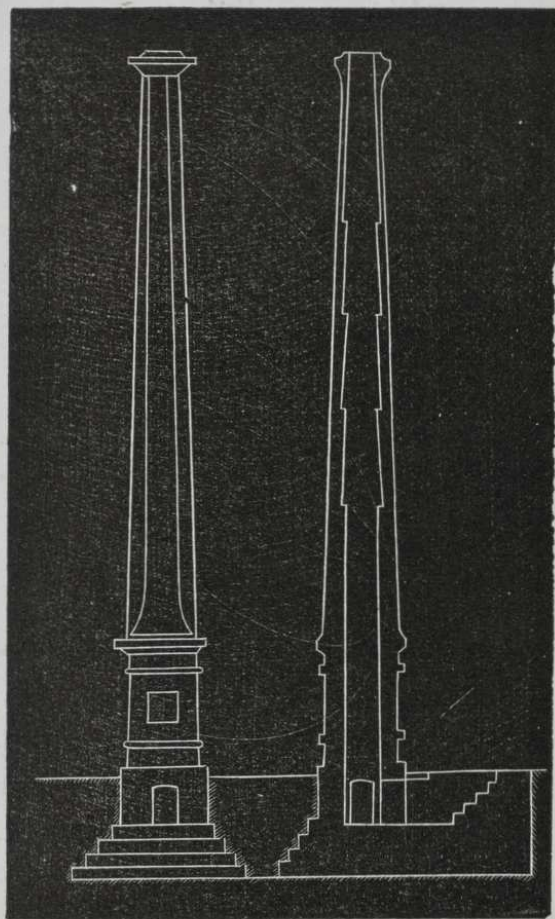
Число лоша- диныхъ силъ котла.	Количество топлива, сго- раемаго въ часть въ фун- тахъ.	Наименьшее поперечное сѣченіе тру- бы (вверху).	Высота тру- бы.
10	120	2,5 кв. фут.	62 фут.
20	240	3,5 „ „	82 „
30	360	5,0 „ „	98 „
40	480	6,0 „ „	112 „
50	600	7,5 „ „	118 „
60	720	8,7 „ „	124 „
70	840	10,0 „ „	132 „
80	960	10,75 „ „	132 „
90	1080	12,5 „ „	135 „
100	1200	14,0 „ „	138 „

Замѣчаніе. На основаніи теоріи составилось мнѣніе, что нѣтъ надобности строить высокія трубы и въ доказа-
тельство приводятся печи пудлинговья, сварочныя, стеклянныя и прочее. Но не слѣдуетъ забывать, что въ
этихъ печахъ охлажденія не происходитъ и тяга об-
разуется на счетъ сильнаго жара, то есть въ ущербъ
топлива.

Трубы пароходовъ имѣютъ тотъ же недостатокъ и
всякій знаетъ, что при небольшомъ засореніи трубокъ,
въ нихъ очень часто приходится поддерживать тягу

искусственно, пуская нарочно струю пара въ трубу. Слѣдовательно, хотя по теоріи высокія трубы вовсе не нужны, но на практикѣ, ради экономіи, онѣ очень полезны.

Прилагаемый рисунокъ осьмиугольной трубы, въ 110 футовъ вышиною, можетъ служить руководствомъ для составленія всякаго проекта.

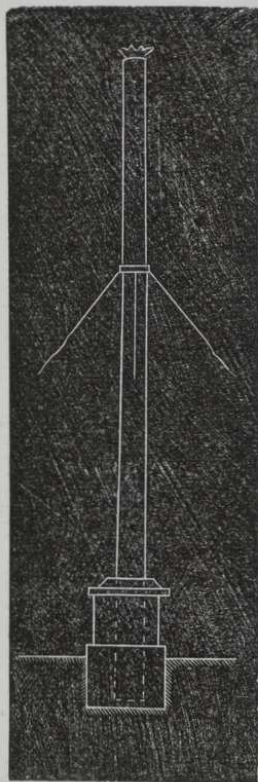


Толщина стѣнокъ трубъ зависитъ всего болѣе отъ качества кирпича и искусства каменщиковъ. Вообще, чѣмъ тоньше труба, тѣмъ она красивѣе.

При хорошемъ кирпичѣ вершину трубы можно класть въ $\frac{1}{2}$ кирпича толщиною и потомъ прибавлять на каждый ярусъ въ 2 сажени по $\frac{1}{2}$ кирпичу, но чаще, за недостаткомъ опытныхъ рабочихъ, приходится сверху до низу дѣлать стѣнки трубъ на $\frac{1}{2}$ кирпича толще, то есть класть вершину въ кирпичъ. При такомъ расчетѣ и обыкновенной высотѣ трубы около 10—12 саж., толщина стѣнъ пьедестала будетъ около $3\frac{1}{2}$ кирпичей.

Желѣзныя трубы дѣлаются внизу изъ листовъ въ $\frac{3}{16}$ дюйм. толщиною, въ серединѣ въ $\frac{1}{8}$ дюйм., а въ вершинѣ очень часто даже изъ желѣза еще тоньшаго, около $\frac{1}{16}$ дюйма.

Прилагаемый рисунокъ объясняетъ общее расположеніе ихъ.



О ТОЛЩИНѢ СТѢНЪ ПАРОВИКОВЪ.

Давленіе пара въ атмосферахъ сверхъ воздушнаго.															
1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6	7	8	9	10		
Наибольшій допускаемый діаметръ въ дюймахъ.															
а) для желѣзныхъ паровыхъ котловъ и трубъ съ внутреннимъ давленіемъ.															
4	0,16	63	40,5	31	25	21	17,7	15,4	13,8	12	10	8,6	8	7	6,3
5	0,20	96	62,5	47,5	38	31,5	27	23,6	21	19	15,8	13,4	11,8	10,6	9,5
6	0,24	130	84,5	64	51	42	36,6	32	28	25	21	18	16	14	12,6
7	0,28	—	107	80	64	53	45,7	40	35,5	32	27	22,8	20	17,7	15,8
8	0,32	—	—	96,5	77	64	55	48	43	38,5	32,3	27,5	24	21,3	19,3
9	0,35	—	—	112,5	90,5	75	64,5	56	50	45	37,4	32	28	25	22,5
10	0,39	—	—	—	104	85,5	74	64,5	57	51,5	43	36,6	32,5	28,3	25,6
11	0,43	—	—	—	—	96	83	72,5	64,5	58	48,5	41,3	36,5	32	28,7
12	0,47	—	—	—	—	107	92,5	80,7	71,6	64,5	54	46	40,5	35,4	32
13	0,51	—	—	—	—	—	102	89	78,7	71	59,5	51	44,5	39	35
14	0,55	—	—	—	—	—	—	97	86	77,5	65	55,5	48,5	42,5	38,2
15	0,59	—	—	—	—	—	—	105	93,3	84	70,5	62,2	52,5	46	41,3
16	0,63	—	—	—	—	—	—	—	101	92	76	65	56,5	50	45

Давленіе пара въ атмосферахъ сверхъ воздушнаго.															
1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6	7	8	9	10		
Наибольшій допускаемый діаметръ въ дюймахъ.															
б) для стальныхъ паровыхъ котловъ и трубъ съ внутреннимъ давленіемъ.															
4	0,16	107	70	53	42	35	30	26	23	21	17,7	15	13	11,8	10,6
5	0,20	—	100	75	59	50	43	37,5	33	29,5	25	21	18,5	16,5	15
6	0,24	—	130	96,5	77	64	55	48	42,5	38	32	27,5	24	21	19,3
7	0,28	—	—	118	94	78	68	59	52,5	47	39,5	33,5	29,2	26	23,6
8	0,32	—	—	—	111,4	92,5	80	70	62	56	46,5	40	34,6	31,5	28
9	0,35	—	—	—	—	107	92,5	81	71,5	64,5	53,5	46	40	36	32
10	0,39	—	—	—	—	—	105	91,5	81,5	73	61	52,4	45,7	40,5	36
11	0,43	—	—	—	—	—	—	102	91	82	68	58,3	50,8	45	40,5
12	0,47	—	—	—	—	—	—	—	101	90,5	75	65,5	56	50	45
в) для мѣдныхъ паропроводныхъ трубъ съ внутреннимъ давленіемъ.															
2	0,08	10,6	7,1	5,5	4,7	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4	2	1,6	1,6	1,2	1,2
3	0,12	—	24,4	19	15	12,6	10,6	9	8,2	7,5	6,3	5,5	4,8	4	3,5
4	0,16	—	—	—	—	—	—	15,8	14	12,6	10,6	10	8	6,7	6,3
5	0,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,8	11	10	8,6
6	0,24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	12,6	11,4

Толщина стѣны въ миллиметрахъ.		Давленіе пара въ атмосферахъ сверхъ воздушнаго.													
Толщина стѣны въ дюймѣхъ.		1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6	7	8	9	10
Наибольшій допускаемый діаметръ въ дюймахъ.															
d) для чугуновыхъ паровыхъ цилиндровъ и трубъ съ внутрен. давленіемъ.															
10	3/8	10	7	5	4	3 1/4	2 3/4	2 3/8	2	2	1 1/2	1 3/16	1 3/16	1 3/16	3/4
15	5/8	50	29	24	20	16	12	11	10	8	6	5 1/2	5 1/2	5 1/2	4 3/4
20	3/4	88	59	44	35	30	25	19	17	14	12	10,5	10,5	9,5	8
25	1	128	85	63	50	42	36	28	25	21	17	15	13,5	12	10
30	1 1/16	—	111	83	66	55	47	36	33	27	23	20	18	16	12
35	1 3/8	—	—	102	82	68	58	45	40,5	33,5	28	25	22	20	16
40	1 9/16	—	—	—	93	81	70	53,5	48	40	34	30	26,5	23,5	20
45	1 3/4	—	—	—	112	94	80	62	56	46	40	34	30	27	20
50	2	—	—	—	—	107	91	71	63	52	45	39	34,5	30,5	23,5
55	2 3/16	—	—	—	—	—	102	80	71	59	50	44	39	34,5	27
60	2 3/8	—	—	—	—	—	113	90	80	65	55,5	48,5	43	38	30,5
65	2 9/16	—	—	—	—	—	—	100	87	79	61	53	47	42	34,5

Толщина стѣ- нокъ въ милли- метрахъ.		Давленіе пара въ атмосферахъ сверхъ воздушнаго.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Наибольшій допускаемый діаметръ въ дюймахъ.											
е) для латунныхъ дымогарныхъ трубъ съ внѣшнимъ давленіемъ.											
2	0,08	$\frac{3}{8}$	—	$\frac{3^1}{2}$	—	$\frac{2^3}{4}$	—	—	—	—	—
3	0,12	$\frac{4^3}{4}$	$\frac{3^1}{2}$	$\frac{3^1}{8}$	—	$\frac{2^3}{4}$	$\frac{2^3}{8}$	$\frac{2^3}{8}$	$\frac{2^3}{8}$	2	2
4	0,16	$\frac{8^5}{8}$	$\frac{6^3}{4}$	6	$\frac{5^1}{2}$	$\frac{5^1}{8}$	$\frac{4^3}{4}$	$\frac{4^1}{4}$	$\frac{4^1}{4}$	4	4
5	0,20	—	10	9	$\frac{8^5}{8}$	$\frac{7^1}{2}$	7	$\frac{6^3}{4}$	$\frac{6^1}{4}$	6	6
f) для желѣзныхъ дымогарныхъ трубъ съ внѣшнимъ давленіемъ.											
6	0,24	27,5	22	20,5	19	18	17	16,5	16	15	14,5
7	0,28	33,5	27	25	23	22	21	20	19,5	18,5	16,5
8	0,32	40	34	29	27,5	26	25	23,5	23	21,5	20
9	0,35	45	36	33,5	32	30	28	27	26	25	23,5
10	0,39	51	40,5	38	36,5	33,5	32	31	30	28	25,5
11	0,43	—	45	42	41	37,5	36	34	33	31,5	28
12	0,47	—	50	46,5	45	41,5	40	38	36,5	34,5	31,5
13	0,51	—	—	51	49,5	45	43	41,5	40	38	34
14	0,55	—	—	—	—	49	47	45	43,5	41,5	37
15	0,59	—	—	—	—	—	51	49	47,5	44,5	42
16	0,63	—	—	—	—	—	—	52	50	47,5	43

О ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОМЪ КЛАПАНѢ.

Давленіе.	Множители.	Давленіе.	Множители.
$1\frac{1}{2}$	0,304	4	0,164
2	0,251	$4\frac{1}{2}$	0,156
$2\frac{1}{2}$	0,219	5	0,148
3	0,197	$5\frac{1}{2}$	0,140
$3\frac{1}{2}$	0,180	6	0,134

Замѣчаніе. Давленіе показано въ атмосферахъ сверхъ воздушнаго.

Правило. Умножь корень квадратный изъ площади нагрѣва паровика въ футахъ, на множителя изъ таблицы, соответствующаго давленію, произведеніе будетъ діаметръ клапана въ дюймахъ.

Примѣръ. Площадь нагрѣва паровика равна 324 кв. фут.

Давленіе $2\frac{1}{2}$ атмосферы.

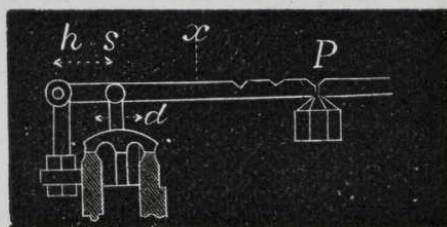
$\sqrt{324} = 18$; $18 \times 0,219 = 3,94$
дюйм. для діаметра клапана.

Весьма полезно діаметръ клапана всегда нѣсколько увеличивать.

Закраины или поля клапана должны составлять не болѣе $\frac{1}{20}$ его діаметра.

РАСЧЕТЪ ГРУЗА НА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАНЪ.

Для паровика, указаннаго въ прошедшемъ примѣрѣ, требуется опредѣлить величину груза Р, когда:



Разстояніе $hs = 2,4$ д.	Діаметръ клапана 3,94 д.
Разстояніе $hP = 24$ д.	Площадь его 12,1 □ д.
Вѣсъ клапана = 4,88 фун.	Давленіе $2\frac{1}{2}$ атмосферы,
Вѣсъ рычага = 9,76 фун.	слѣдоват. грузъ на клапанъ
Разстояніе $hx = 10$ дюйм.	$16,26 \times 2,5 \times 12,1 = 491,2$ ф.

Замѣчаніе. X есть центръ тяжести рычага, то есть точка равновѣсія его безъ груза и когда онъ снятъ съ подставки h.

$$\frac{P \times 24}{2,4} + 4,88 \text{ фунт.} + \frac{9,76 \text{ ф.} \times 10 \text{ д.}}{2,4} = 491,2.$$

$$P \times 10 + 4,88 + 40,7 = 491,2$$

$$10P = 491,2 - 45,58 = 445,7$$

$$P = 44,58 \text{ фунтамъ.}$$

ВѢСЪ И РАЗМѢРЫ КОТЛОВЪ.

Обыкновенно считаютъ 5,6 фунта вѣса котла и кипя-
тильниковъ на одинъ квадратный футъ поверхности на-
грѣва и на каждую линію толщины желѣза; кромѣ того
 $\frac{1}{5}$ этого вѣса прибавляется на прибавочныя части, какъ-
то: клапаны, дверцы, плиты, колосники и проч.

Вѣсъ котловъ съ кромками швовъ, заклепками и угло-
вымъ желѣзомъ приблизительно находятъ по Бернулли
въ 3,6, по Грувелю въ 4,32, а среднее въ 4 фунта на
квадратный футъ ихъ поверхности нагрѣва и на каж-
дую $\frac{1}{16}$ дюйма толщины стѣнокъ.

ТАБЛИЦА РАЗМѢРОВЪ И ПРИБЛИЗИТЕЛЬНОГО
ВѢСА КОТЛОВЪ.

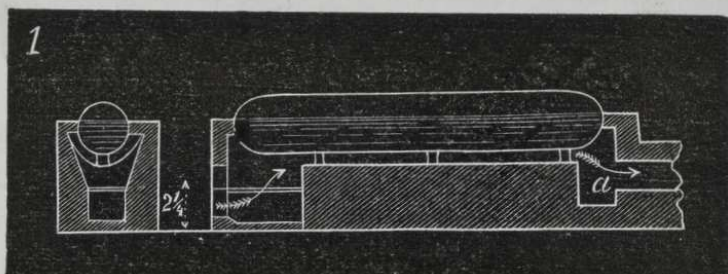
Число силъ.	Длина котла.	Діаметръ		Число кипятиль- никовъ.	Число кв. фут. по- верхности на грѣ- ва на 1 силу.	Вѣсъ въ пудахъ для:			
		Котла.	Кипя- тильникъ.			2 атм.	3 атм.	4 атм.	5 атм.
1	7,8 ф.	1,9 ф.	—	—	27,00	12,2	15,9	18,0	19,8
2	8,8 „	2,1 „	—	—	18,07	21,4	24,4	27,5	30,5
4	9,8 „	2,2 „	0,8	2	21,73	35,1	40,2	45,2	50,3
6	11,8 „	2,4 „	1,0	2	19,69	54,9	64,7	72,9	80,9
8	13,8 „	2,5 „	1,1	2	18,39	81,8	93,4	105,3	116,9
10	14,8 „	2,7 „	1,1	2	16,14	106,8	122,1	137,3	152,6
12	15,7 „	2,9 „	1,1	2	14,73	128,2	146,5	164,8	183,1
16	18,7 „	3,2 „	1,2	2	13,87	156,9	174,5	201,4	224,0
20	20,7 „	3,4 „	1,2	2	13,87	192,3	224,0	252,4	274,7
25	21,3 „	3,6 „	1,2	3	13,87	198,4	224,1	256,4	282,6
30	22,6 „	3,8 „	1,4	3	13,77	213,7	227,2	274,7	310,4
35	25,6 „	4,0 „	1,4	3	13,66	268,0	307,7	349,2	384,6
40	27,5 „	4,2 „	1,5	3	13,55	314,4	362,9	409,0	454,8
45	29,5 „	4,6 „	1,5	3	13,34	366,3	415,1	460,3	508,8
50	31,5 „	4,8 „	1,5	3	13,34	378,5	423,0	472,5	517,1

О ВМАЗКѢ ПАРОВИКОВЪ.

Способъ вмазки паровиковъ всего лучше объясняется рисункомъ.

Фигура 1 изображаетъ расположеніе кладки около обыкновеннаго круглаго паровика.

Паровикъ лежитъ на 3-хъ чугунныхъ ножкахъ, между которыми, для предохраненія отъ скорого сгаранія



всего удобнѣе прокладывать продольный гривокъ, раздѣляющій единственный дымовой ходъ на двѣ части, правую и лѣвую.

Иногда цилиндрическіе паровики подвѣшиваютъ на особенныхъ чугунныхъ дугахъ, но это неудобно.

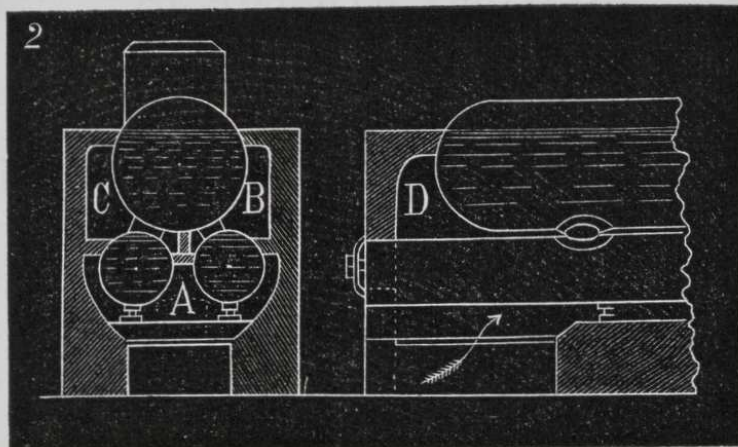
Колодезь *a* служитъ для скопленія золы.

Высота топки должна быть около $2\frac{1}{2}$ футовъ надъ горизонтомъ пола.

Чтобъ печь отъ жару не трескалась, въ особенности при паровикахъ большихъ размѣровъ, ее надобно класть съ желѣзными связями.

Фиг. 2 изображаетъ вмазку паровика съ двумя кипя-
тильниками.

Кипятильники лежатъ на чугунныхъ подставкахъ. Между ними проложена горизонтально стѣнка въ одинъ кирпичъ, а на ней вертикальная стѣнка до дна паровика, черезъ что и образуется три отдѣльных другъ отъ друга дымовыхъ хода А, В и С.

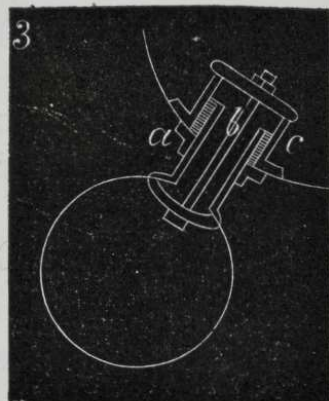


Пламя идетъ сперва по А, на концѣ паровика, особымъ пролетомъ подымается вверхъ къ В, возвращается имъ къ переду котла и наконецъ черезъ пролетъ D входитъ въ дымовой ходъ С и оттуда въ трубу.

Самый лучший способъ соединенія кипятильниковъ съ котломъ показанъ на фигурѣ 3 а желѣзный карнизъ, приклепанный къ шейкѣ кипятильника и служащій упоромъ при пожиманіи гайкою болта b.

Пространство между шейкою кипятильника и внутреннимъ подтрубкомъ, с забивается чугуною замазкою.

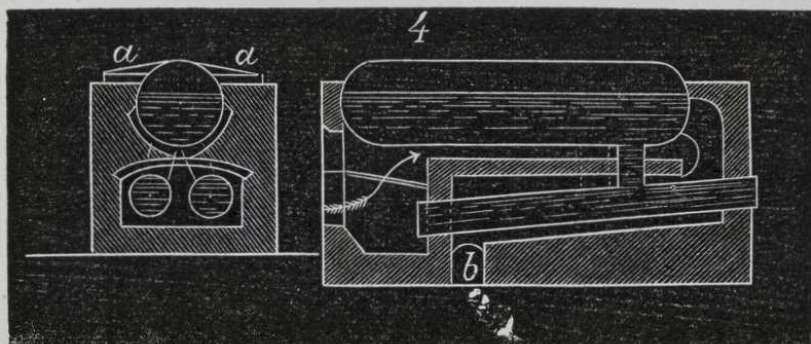
Кипятильники, какъ впереди, такъ и назади печи вставляются въ особую чугунную доску, составляющую арматуру печи. Въ передней доскѣ кромѣ отверстій для кипятильниковъ дѣлается еще дверца для топки.



Фиг. 4 представляетъ вмазку паровика съ двумя подогрѣвателями.

Здѣсь топка непосредственно подъ паровикомъ, пламя изъ псдѣ котораго загибается внизъ, передаетъ свою

теплоту подогревателямъ и черезъ пролетъ *b* уходитъ въ трубу.

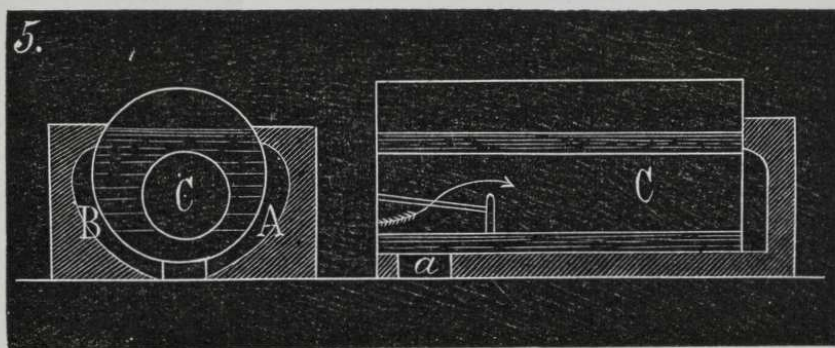


Паровикъ виситъ на прикрѣпленныхъ къ нему ушахъ *a, a*.

Пламенный ходъ, гдѣ помѣщаются подогреватели, перекрытъ тонкимъ сводомъ. Кладка требуетъ искусныхъ каменщиковъ.

Фиг. 5 представляетъ вмазку паровика съ *внутреннею топкою*.

Паровикъ лежитъ на чугунныхъ подставкахъ, обложенныхъ кирпичнымъ гривкомъ, который впереди не до-



ходить до конца паровика, чрезъ что образуется пролетъ *a*, соединяющій ходы *A* и *B*.

Пламя изъ внутренней трубы *C* возвращается назадъ ходомъ *A*, и потомъ черезъ ходъ *B* идетъ въ дымовую трубу.

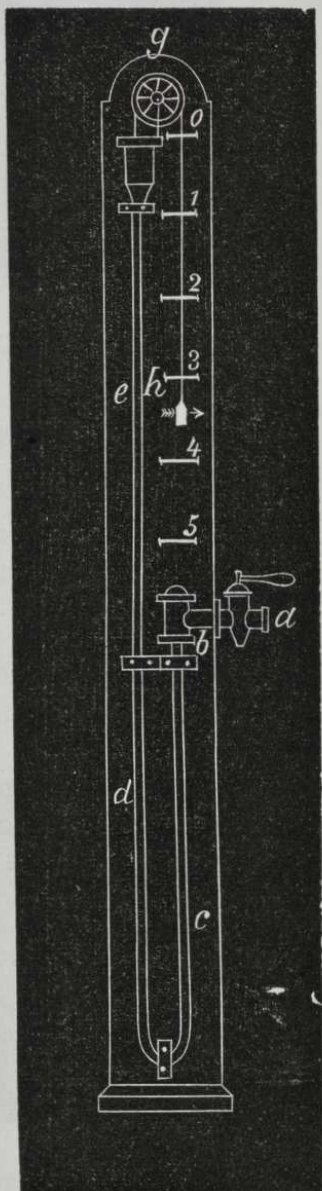
МАНОМЕТРЪ.

Манометръ есть инструментъ, показывающій давленіе пара, или вообще какого нибудь газа.

Самый простой видъ манометра есть изогнутая желѣзная труба, въ которую налита ртуть. Одинъ конецъ трубки *bc*, съ краномъ *a*, сообщается съ паровикомъ, другой въ два раза длиннѣе *ed*, оканчивается чашечкою *f*; назначеніе чашечки *f* удерживать ртуть, когда ее случайно выброситъ паромъ.

Вверху помещается небольшой блокъ *g*, черезъ него перекинуть шнурокъ. Къ одному концу шнурка, находящемуся въ трубкѣ *e*, привязанъ желѣзный поплавокъ $\frac{1}{4}$ дюйм. діаметромъ и 3 дюйм. длиною; къ другому, находящемуся на виду, прикрѣплена показательная стрѣлка *h*. Когда давленія въ паровикѣ нѣтъ, или, правильнѣе сказать, когда оно равносильно атмосферному, ртуть въ *c* и *d* стоитъ на одномъ горизонтѣ, а стрѣлка *h* должна показывать на циферблатѣ 0.

Изгибъ желѣзной трубки производитъ то, что при увеличеніи давленія въ паровикѣ, пониженіе стрѣлки *h* равняется только половинѣ разности горизонтовъ ртути въ колѣнахъ манометра *c* и *d*; а такъ какъ давленіе атмосферы уравнивается столбомъ ртути. высотой въ 29,92 русскихъ дуйма, или почти 30 дюйм.,



то ясно, что числа 1, 2, 3, 4 и т. д. на циферблатѣ, находящіеся другъ отъ друга въ разстояніи весьма близкомъ къ 15 дюйм., будутъ соответствовать давленію пара въ 1, 2, 3, 4 атмосферы сверхъ воздушнаго; или $16\frac{1}{4}$, $32\frac{1}{2}$, $48\frac{3}{4}$ и т. д. фунтамъ на квадратный дюймъ.

Главное дѣленіе всѣхъ родовъ манометровъ, употребляемыхъ въ практикѣ, непременно на атмосферы, и это дѣленіе вездѣ одинаково и должно совпадать другъ съ другомъ, но обыкновенно путаница и недоразумѣнія между машинистами происходятъ отъ болѣе дробнаго дѣленія циферблатовъ, которое дѣйствительно съ перваго раза кажется сбивчиво, а именно: французы дѣлятъ атмосферы на 10 или на 4 части, а кромѣ того выражаютъ въ атмосферахъ *абсолютное* давленіе пара, и потому на томъ мѣстѣ циферблата, гдѣ стоитъ 0 атмосферъ, пишутъ въ своихъ манометрахъ 1 атм. и т. д. вездѣ на единицу болѣе. Этимъ они хотятъ выразить, что хотя ртуть въ манометрѣ и находится въ равновѣсіи, слѣдовательно давленія манометръ никакого не показываетъ, но тѣмъ не менѣе въ паровикѣ не пустота, а давленіе равное воздушному, слѣдовательно одна атмосфера.

Англичане чаще не обозначаютъ атмосферъ и прямо дѣлятъ ихъ на 15 частей, ибо при такомъ давленіи каждый градусъ почти соответствуетъ одному англійскому фунту давленія на кв. дюймъ.

Наконецъ *Нѣмцы* большею частію придерживаются англійской системы и обозначаютъ атмосферы сверхъ воздушнаго давленія.

Обращаемъ особенное вниманіе читателей Спутника на это обстоятельство, служащее постояннымъ камнемъ преткновенія для несвѣдущихъ машинистовъ, которымъ конечно весьма трудно себѣ уяснить, почему одинъ ци-

ферблатъ начинается съ 1, а другой съ 0, почему одинъ градусъ показываетъ прямо фунты, а другой градусъ такъ обозначенъ, что и сказать не приберешь, что онъ такое есть.

Всего удобнѣе приучать машинистовъ къ фунтамъ на кв. дюймъ сверхъ воздушнаго. Объ атмосферахъ простымъ людямъ толковать даже опасно, они не поймутъ ихъ и окончательно запутаются въ числахъ.

При расчетѣ размѣровъ паровыхъ машинъ въ *Спутникѣ* вездѣ принято давленіе въ фунтахъ или атмосферахъ, постоянно сверхъ воздушнаго, следовательно не по французской системѣ.

Для машинъ низкаго давленія манометры дѣлаются короче, примѣрно фута два длиною и блока съ шнуркомъ не имѣютъ, ибо поплавкомъ служить простая деревянная палочка, вставленная въ колѣно е.

Для машинъ высокаго давленія теперь очень часто употребляютъ манометры *металлическіе* съ циферблатами какъ у часовъ. Лучшіе изъ нихъ Шеффера и Девиза.

О ХОДѢ И СКОРОСТИ ПОРШНЯ.

Правило. Умножь корень квадратный изъ длины хода поршня на число 1,8 и произведеніе будетъ наивыгоднѣйшая скорость въ секунду.

Примѣръ. Для хода поршня въ 4 фута, его скорость будетъ:

$$\sqrt{4} = 2; 2 \times 1,8 = 3,6 \text{ футовъ.}$$

Впрочемъ нельзя сказать, чтобъ правило это требовало неуклоннаго исполненія. Локомотивы явно противорѣчатъ ему, ибо при относительно маломъ ходѣ поршня, иногда имѣютъ скорость до 10 футовъ въ секунду,

а между тѣмъ работаютъ, и работаютъ очень хорошо. Слѣдовательно *скорость поршня*, по крайней мѣрѣ въ весьма широкихъ предѣлахъ, *есть величина произвольная*.

Тоже самое должно сказать и о длинѣ хода.

Всего лучше, если строители машинъ, при выборѣ обѣихъ этихъ величинъ, будутъ сообразоваться съ слѣдующими чисто практическими данными.

1) Для машинъ постоянныхъ, скорость поршня слѣдуетъ брать въ предѣлахъ отъ 2,5 до 4,5 фут. въ секунду.

2) Скорость поршня можетъ быть взята тѣмъ больше, чѣмъ машина сильнѣе и давленіе пара выше.

3) Большая скорость всегда выгоднѣе, чѣмъ малая, но съ другой стороны, при большой скорости, машина издерживается быстрѣе и ломается чаще. Въ локомотивахъ и вообще въ переносныхъ машинахъ очень большая скорость вынуждается обстоятельствами. Тамъ главная задача состоитъ въ сосредоточеніи большей силы въ маломъ объемѣ и не надобно забывать, что локомотивы никогда не дѣйствуютъ постоянно день и ночь, наоборотъ, съ весьма долгими простоями.

4) Въ машинахъ водокачальныхъ, пильныхъ и другихъ безъ передачи движенія, скорость пароваго поршня должна приноравливаться къ характеру этихъ исполнительныхъ механизмовъ.

5) Ходъ поршня всего чаще сообразуется съ числомъ оборотовъ, какое удобнѣе дѣлать машинѣ для приведенія въ дѣйствіе извѣстнаго механизма. Онъ измѣняется въ предѣлахъ отъ 1,5 до 2,5 діаметра цилиндра.

6) Чѣмъ машина имѣетъ короче ходъ тѣмъ она невыгоднѣе относительно топлива; чѣмъ длинѣе ходъ, тѣмъ она дороже въ постройкѣ.

Хотя въ таблицахъ для паровыхъ машинъ, помѣщенныхъ въ различныхъ руководствахъ, и принято за пра-

вило обозначать для каждой силы: *скорость поршня, длину его хода, и число оборотовъ*, но мы еще разъ повторяемъ, что *величины эти не надобно считать обязательными, по произволу строителя они могутъ быть изменяемы въ широкихъ предѣлахъ безъ ощутительнаго вліянія на результатъ дѣйствія.*

О ПАРОВЫХЪ МАШИНАХЪ.

Употребленіе и постройка паровыхъ машинъ сдѣлались теперь такою обыденною вещью, да и сами паровые двигатели приняли такіе характерные типы, что излагать теорію ихъ совершенно излишне, въ особенности въ книжкѣ, которой назначеніе быть настольною въ мастерской. Для практическаго человѣка всего важнѣе скорый результатъ, и въ отношеніи паровыхъ машинъ многолѣтняя практика выработала весьма простые приемы. Конечно, практическія цифры не абсолютно точны, но въ промышленномъ мірѣ, $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{4}$ дюйм. и даже $\frac{1}{2}$ дюйма разницы въ діаметрѣ цилиндра, не имѣютъ ровно никакого значенія и вознаграждаются вполнѣ лишнимъ фунтомъ давленія пара. Слѣдовательно, чѣмъ короче и проще расчетъ, тѣмъ оно лучше и для производителей, и для потребителей.

МАШИНЫ НИЗКАГО ДАВЛЕНІЯ.

Такимъ образомъ называются машины, снабженныя холодильникомъ и дѣйствующія *при давленіи отъ 4 до 20 фунтовъ сверхъ атмосфернаго*. Величину ихъ цилиндровъ можно находить непосредственно по слѣдующей таблицѣ.

ТАБЛИЦА РАСЧЕТА МАШИНЪ УАТТА, НИЗКАГО
ДАВЛЕНІЯ.

Число силъ.	Диаметръ цилиндра въ дюймахъ.	Ходъ поршня въ футахъ.	Скорость поршня въ футахъ.	Число оборотовъ въ минуту	Количество пара на одну силу въ часъ въ фунтахъ.	Поверхность нагрева котла на силу въ кв. фут.
4	12,96	2,68	3,09	34,6	113,4	18,12
6	14,90	3,00	3,20	31,6	100,0	16,02
8	16,54	3,35	3,29	29,7	93,2	14,89
10	17,98	3,58	3,37	28,2	88,5	14,19
12	19,28	3,79	3,44	27,2	85,7	13,69
14	20,48	3,99	3,49	26,5	83,5	13,34
16	21,60	4,18	3,55	25,5	81,7	13,07
18	22,65	4,34	3,60	24,8	80,6	12,85
20	23,64	4,49	3,64	24,3	79,5	12,69
24	25,48	4,78	3,72	23,4	77,7	12,45
28	27,18	5,05	3,79	22,7	76,6	12,26
32	28,75	5,27	3,86	22,0	75,9	12,15
36	30,24	5,48	3,92	21,5	75,6	12,07
40	31,64	5,64	3,98	21,1	75,2	12,01
45	33,30	5,86	4,04	20,7	74,8	11,95
50	34,87	6,00	4,10	20,3	74,5	11,91
55	36,36	6,24	4,16	20,0	74,1	11,90
60	37,76	6,39	4,21	19,8	74,1	11,88
65	39,15	6,56	4,25	19,5	74,1	11,88
70	40,46	6,61	4,30	19,4	74,1	11,88
75	41,73	6,81	4,34	19,1	74,1	11,89
80	42,96	6,95	4,39	19,0	74,5	11 90
85	44,15	7,00	4,42	18,9	74,5	11,91
90	45,30	7,14	4,46	18,7	74,5	11,93
95	46,42	7,23	4,50	18,6	74,5	11,96
100	47,52	7,33	4,53	18,6	74,8	11,97

О МАШИНАХЪ ВЫСОКАГО ДАВЛЕНІЯ БЕЗЪ РАС- ШИРЕНІЯ.

Число лошадей.	Скорость поршня въ фут. въ секун.	Діаметръ ци- линдра при да- вленіи на □ д. сверхъ атмос- феры.			Число лошадей.	Скорость поршня въ фут. въ секун.	Діаметръ ци- линдра при да- вленіи на □ д. сверхъ атмос- феры.		
		60 ф.	50 ф.	40 ф.			60 ф.	50 ф.	40 ф.
4	2,9	6	6,5	7,3	28	3,2	14,9	16,3	18,3
6		7,3	8	9	32		16	17,5	19,5
8		8,5	9	10	36		16,9	18,5	20,7
10	3	9,5	10,1	11,2	40	3,8	17,8	19,5	21,8
12		10,4	11	12,3	50		18,2	20	22,5
14		11,2	12	13,3	60		20	22	24,5
16	3,2	12,	12,8	14,3	70	4,2	21,5	23,7	26,5
18		12,7	13,5	15,2	80		22	24	27
20		13,3	14,3	16	90		23,3	25,5	28,5
24		13,7	15,2	17	100		24,6	27	30

Правило 1. Умножь площадь поршня въ дюймахъ на скорость его въ секунду въ футахъ и на давленіе пара въ фунтахъ, сверхъ атмосферы. Полученное произведе- ніе раздѣли на число 1200 и частное будетъ число ло- шадей.

Примѣръ. Давленіе пара 55 фунт. сверхъ атмосферы. Діаметръ поршня 18 д. Ходъ 3 фут. Число оборотовъ 30 въ минуту.

Найти силу машины.

Діаметру 18 д., соотвѣтствуетъ площадь 254,5 □ д.

Скорость поршня въ секунду $= \frac{3 \times 30}{30} = 3$ фут.

Сила машины: $\frac{254,5 \times 3 \times 55}{1200} = 35$ лош.

Правило 2. Умножь требуемое число лошадей на 1200 и произведение раздѣли на скорость поршня въ секунду въ футахъ, да еще на давленіе пара въ фунтахъ сверхъ атмосферы, частное будетъ искомая площадь поршня.

Примѣръ. Требуется построить машину для прокатки рельсовъ въ 70 лошадей. Ходъ заданъ въ 3 фута. Давленіе пара 40 фунтовъ. Число оборотовъ 50 въ минуту.

Скорость поршня $= \frac{3 \times 50}{30} = 5$ фут.

Площадь поршня $= \frac{70 \times 1200}{5 \times 40} = 420$ кв. д.

Чему соотвѣтствуетъ діаметръ $23\frac{1}{8}$ д.

Замѣчаніе 1. Для полученія болѣе вѣрныхъ результатовъ, вмѣсто числа 1200, надобно брать, для машинъ менѣе 50 лошадей, число 1332, а болѣе 50 лошадей, число 1110.

О МАШИНАХЪ ВЫСОКАГО ДАВЛЕНІЯ БЕЗЪ ОХЛАЖДЕНІЯ, НО СЪ РАСШИРЕНІЕМЪ ПАРА.

Машины съ *расширеніемъ*, или съ *отсѣчкою* пара на извѣстной части хода поршня, выгодны въ отношеніи сбереженія топлива, но невыгодны въ отношеніи равномерности хода.

Обыкновенно онѣ строятся съ отсѣчкою пара на $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ и на $\frac{1}{2}$ полного хода поршня.

Чтобъ отсѣкать на $\frac{1}{4}$ хода, надобно держать въ котлѣ паръ не менѣе 80 фунтовъ на кв. д. сверхъ атмосферы.

Чтобъ отсѣкать паръ на $\frac{1}{3}$ хода, надобно имѣть въ котлѣ не менѣе 56 ф. сверхъ атмосферы.

Чтобъ отсѣкать паръ на половинѣ, надобно имѣть въ котлѣ давленіе не менѣе 32 ф. сверхъ атмосферы.

Для избѣжанія слишкомъ высокаго давленія въ паровикахъ, въ особенности при машинахъ постоянно дѣйствующихъ, довольствуются всего чаще отсѣчкою на $\frac{1}{3}$ хода. При помощи двухъ нижеслѣдующихъ таблицъ, вычисленіе діаметровъ цилиндра для машинъ съ расширеніемъ можетъ производиться весьма просто по правиламъ для машинъ высокаго давленія безъ расширенія.

Таблица I.

Число лошадей безъ расширенія.	$\times 0,59$	Даютъ силу машины въ лошадахъ при отсѣчкѣ пара.	на $\frac{1}{2}$	хода поршня.
	$\times 0,49$		на $\frac{1}{3}$	
	$\times 0,42$		на $\frac{1}{4}$	

Таблица II.

Число лошадей при отсѣчкѣ пара	на $\frac{1}{4} \times 2,4$	Даютъ число лошадей безъ расширенія.
	на $\frac{1}{3} \times 2,05$	
	на $\frac{1}{2} \times 1,69$	

Примѣръ 1. Давленіе пара 60 фунтовъ, діаметръ цилиндра 20 дюймовъ, длина хода поршня $2\frac{1}{2}$ фута, число оборотовъ въ минуту 50, отсѣчка пара на $\frac{1}{3}$. Найти силу машины.

Сперва поступаютъ какъ будто бы отсѣчки нѣтъ, по привилу I, для машинъ высокаго давленія (стр. 252).

Діаметру въ 20 дюйм. соотвѣтствуетъ площадь 314,16 кв. дюйм.

$$\text{Скорость поршня въ секунду} = \frac{2,5 \times 50}{30} = 4,16 \text{ фут.}$$

$$\text{Сила машины} = \frac{314,16 \times 4,16 \times 60}{1200} = 65,3 \text{ лш.}$$

Но какъ машина работаетъ съ отсѣчкою на $\frac{1}{3}$, то надобно взять изъ таблицы I, множитель 0,49. Искомая сила машины будетъ только: $0,49 \times 65,3 = 32$ лш.

Примѣръ 2. Требуется построить машину въ 50 лошадей съ отсѣчкою на $\frac{1}{4}$ хода, при давленіи пара въ 80 фунтовъ и скорости поршня въ 3 фута. Найти діаметръ цилиндра?

Въ таблицѣ II, отсѣчкѣ въ $\frac{1}{4}$ соотвѣтствуетъ множитель 2,4.

$$2,4 \times 50 = 120 \text{ лошадей.}$$

За тѣмъ, поступаая по правилу 2 (стр. 253) для машинъ безъ расширенія въ 120 силъ, получимъ:

$$\text{Площадь поршня} = \frac{1200 \times 120}{3 \times 80} = 600 \text{ кв. д.}$$

Слѣдовательно діаметръ $27\frac{5}{8}$ д.

О МАШИНАХЪ ВЫСОКАГО ДАВЛЕНІЯ СЪ ОХЛАЖДЕНІЕМЪ И ОТСѢЧКОЮ ПАРА.

Въ настоящее время, преимущественно на пароходахъ, употребляются очень часто машины, которыя дѣйствуютъ при давленіи пара въ котлѣ отъ 30 до 60

фунтовъ сверхъ атмосферы, но онѣ работаютъ съ холодильникомъ и съ отсѣчкою пара на $\frac{1}{4}$, на $\frac{1}{5}$ и на $\frac{1}{6}$ части хода.

Чтобъ отсѣкать на $\frac{1}{6}$, надобно имѣть въ котлѣ не менѣе 32 фунт. сверхъ атмосферы.

Чтобъ отсѣкать на $\frac{1}{5}$, надобно имѣть въ котлѣ не менѣе 24 ф. сверхъ атмосферы.

Чтобъ отсѣкать паръ на $\frac{1}{4}$, надобно имѣть въ котлѣ не менѣе 16 фунтовъ.

Правило 1-е. Къ давленію пара въ котлѣ, въ фунтахъ на кв. д. сверхъ атмосферы, приложи 12, сумму умножь на площадь поршня въ кв. д., да еще на скорость поршня, въ фут. въ сек. Произведеніе раздѣли на 3000, или на 3300, или на 3600, смотря по тому, гдѣ отсѣкается паръ, то есть; на $\frac{1}{4}$, на $\frac{1}{5}$ или на $\frac{1}{6}$ хода.

Частное будетъ сила въ лошадяхъ.

Примѣръ. Давленіе пара 40 фун. Діаметръ цилиндра 30 д., слѣдовательно площадь; 706,8 кв. д. Скорость поршня 3,5 фут., отсѣчка пара на $\frac{1}{6}$. Найти силу парохода, имѣющаго машину съ двумя цилиндрами.

$$40 + 12 = 52.$$

$$\frac{52 \times 706,8 \times 3,5}{3600} = 35,7 \text{ лош. для одного цилиндра.}$$

Для двухъ 71,4 лош.

Правило 2-е. Умножь требуемое число лошадей на 3000, на 3300, или на 3600, смотря потому гдѣ предполагается отсѣкать паръ, то есть на $\frac{1}{4}$, на $\frac{1}{5}$, или на $\frac{1}{6}$ хода поршня.

Произведеніе раздѣли на скорость поршня въ фут. въ сек. и еще на давленіе пара въ котлѣ въ фунт. на кв. д. плюсъ 12.

Частное будетъ площадь поршня въ кв. д.

Примѣръ. Давленіе пара 48 ф., отсѣчка $\frac{1}{6}$, сила 100 лошадей, скорость поршня 4,3 ф. Найти діаметръ цилиндра?

$$100 \times 3600 = 360000.$$

$$\frac{360000}{4,3 \times (48 + 12)} = 1395 \text{ кв. д. площадь.}$$

Слѣдовательно діаметръ $42\frac{1}{8}$.

Замѣчаніе 1-е. Въ машинахъ значительной силы, въ особенности пароводныхъ, надобно расширительный золотникъ помѣщать въ отдѣльной коробкѣ, а паровой кранъ устраивать такъ, чтобъ можно было по произволу пускать паръ въ обѣ коробки.

О МАШИНАХЪ СЪ ПЕРЕМѢННЫМЪ РАСШИРЕНІЕМЪ.

Рѣдкая машина съ расширеніемъ не имѣетъ его перемѣннымъ въ извѣстныхъ предѣлахъ, но разница только въ томъ, что у однѣхъ машинъ перемѣна градуса отсѣчки можетъ быть сдѣлана на ходу, у другихъ не иначе какъ при остановкѣ дѣйствія.

Строго говоря, перемѣна градуса отсѣчки на ходу необходима только въ локомотивахъ и рудоподъемныхъ машинахъ.

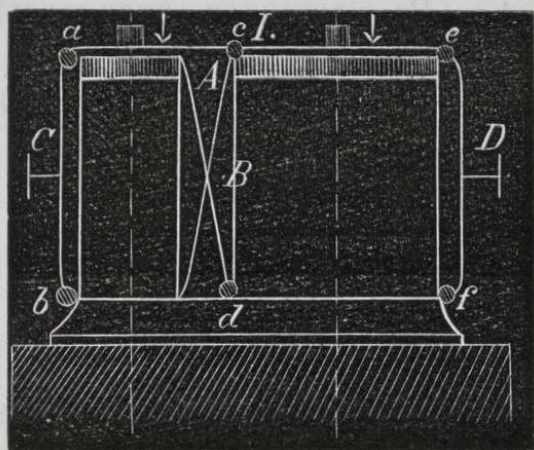
Размѣры частей машинъ съ перемѣннымъ расширеніемъ должны быть рассчитаны соотвѣтственно тому градусу отсѣчки, при которомъ машина имѣетъ наиболѣе силы въ лошадяхъ.

МАШИНЫ ВУЛЬФА.

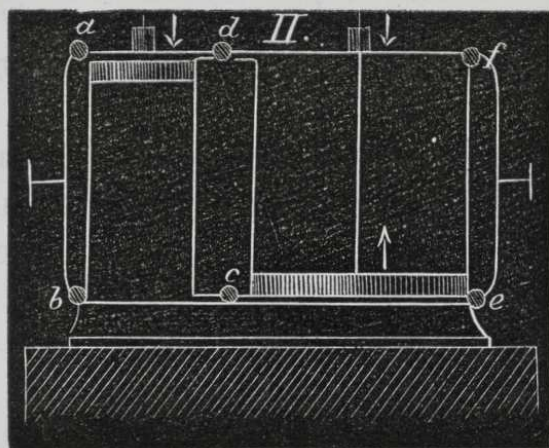
Большое расширеніе пара въ одномъ цилиндрѣ имѣетъ слѣдующіе недостатки: а) Неравномѣрность давленія пара на поршень. б) Значительность начального напря-

женія въ началѣ каждаго хода поршня. с) Значительную потерю пара чрезъ зазоры поршня и d) Значительную конденсацію пара въ періодъ впуска.

Эти недостатки отчасти могутъ быть уменьшены устройствомъ двойной машины, къ числу которыхъ и относятся машины Вульфа съ двумя неодинаковаго діаметра цилиндрами, въ которыхъ поршни большого и малаго ци-



линдровъ имѣютъ одновременное движеніе въ одну сторону, или же въ діаметрально противоположныя стороны.



При балансирныхъ машинахъ малый цилиндръ имѣетъ меньшую длину хода поршня чѣмъ большой. Въ маши-

нахъ безъ балансира величина хода поршней большого и малаго цилиндровъ одинаковая.

На фиг. I и II представлены эскизы машинъ Вульфа. Здѣсь при одновременномъ движеніи поршней въ одну и ту же сторону каналы А и В должны быть перекрещивающіеся; при расположеніи же кривошиповъ под угломъ въ 180° , т. е. при движеніи поршней по діаметрально противоположному направленію верхнія и нижнія части цилиндровъ бывають непосредственно соединены одна съ другой.

При опусканіи поршней бывають открыты краны *a*, *c* и *f*. Свѣжій паръ чрезъ *a* поступаетъ поверхъ малаго поршня; отработанный паръ изъ нижней части малаго цилиндра чрезъ кранъ *c* переходитъ въ большой цилиндръ (фиг. I въ верхнюю и фиг. II въ нижнюю часть). Чрезъ кранъ *f* выдѣляется отработанный паръ изъ большого цилиндра въ холодильникъ. При подъемѣ поршней краны *a*, *c* и *f* закрываются и открываются краны *b*, *d* и *e* (фиг. I); тоже самое происходитъ при подъемѣ малаго поршня и опусканіи большого (фиг. II).

Когда въ маломъ цилиндрѣ паръ дѣйствуетъ безъ расширенія, причемъ расширение происходитъ только въ большомъ цилиндрѣ, то краны *a* или *b* бывають открыты въ продолженіе всего хода поршня.

Если расширение происходитъ въ обоихъ цилиндрахъ — сначала въ маломъ и затѣмъ въ большомъ, то краны *a* или *b* бывають открыты только до начала отсѣчки пара.

При одинаковой степени расширенія работа машины Вульфа равняется работѣ машины обѣ одномъ цилиндрѣ, размеры котораго равны размерамъ большого цилиндра первой; поэтому для машинъ Вульфа опредѣляютъ сначала размеры большого цилиндра, какъ для одноцилиндровой машины, при предположеніи, что расширение со-

отвѣтствуетъ совокупному расширенію обоихъ цилиндровъ машины Вульфа; размѣры малаго цилиндра избираютъ такъ, чтобы паръ отсѣкался въ немъ на $\frac{2}{5}$ до $\frac{1}{2}$ хода поршня.

Зная діаметръ большаго цилиндра, діаметръ малаго цилиндра найдется по слѣдующей таблицѣ:

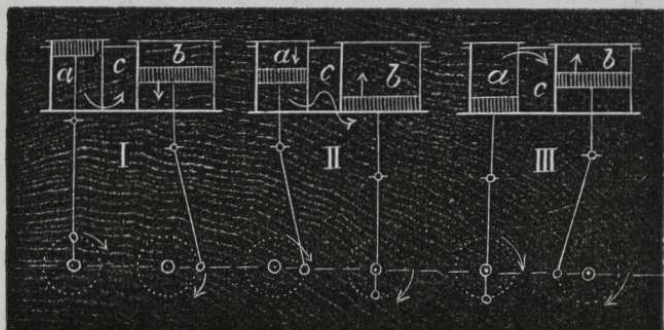
При давлении въ котлѣ сверхъ атмосферы въ	60 ф.	Діаметръ ма-	0,52	} діаметра большаго цилиндра.
	50 „	лаго цилин-	0,55	
	40 „	дра равенъ.	0,6	

Преимущества машинъ Вульфа передъ одноцилиндровыми состоятъ въ томъ, что для совершенія одной и той же работы въ машинахъ Вульфа требуется меньшее напряженіе пара, замѣчается меньшая потеря пара чрезъ зазоры поршней и золотниковъ и меньшая конденсація пара о стѣнки цилиндровъ.

МАШИНЫ КОМПОУНДЪ.

Это есть машины Вульфа, у которыхъ кривошипы поршней двухъ цилиндровъ стоятъ подъ угломъ 90° (въ машинахъ Вульфа кривошипы стоятъ подъ угломъ 0° или 180°). Каждый цилиндръ имѣетъ свой самостоятельный парораспредѣлительный приборъ. Въ обоихъ цилиндрахъ паръ дѣйствуетъ съ расширеніемъ. По окончаніи дѣйствія въ маломъ цилиндрѣ паръ переходитъ въ промежуточный сосудъ (рессиверъ) и оттуда въ большой цилиндръ. Малый цилиндръ бываетъ только по временамъ въ сообщеніи съ большимъ, а не въ продолженіе всего хода поршней, какъ это бываетъ въ машинахъ Вульфа. Оба цилиндра и рессиверъ имѣютъ обыкновенно паро-

выя рубашки. Расчетъ ведется также, какъ и для машинъ Вульфа. Фиг. I, II и III даютъ три положенія вертикальной машины Компоундъ, изъ которыхъ легко понять дѣйствіе пара. Въ положеніи I находящійся предъ поршнемъ *a* малаго цилиндра объемъ пара долженъ при



нисхожденіи поршня перейти въ большой цилиндръ, но такъ какъ поршень *b* этого цилиндра уже прошелъ половину своего хода, то отработанный въ маломъ цилиндрѣ паръ поступаетъ въ рессиверъ *c* (наполненіе пара въ большомъ цилиндрѣ рѣдко бываетъ болѣе $\frac{1}{2}$ хода поршня).

Положеніе II показываетъ поршень *b* въ концѣ хода и паръ можетъ изъ *c* и изъ малаго цилиндра входить подъ поршень *b*, чтобы двигать его вверхъ. Когда поршень *a* (фиг. III) достигъ своего конечнаго положенія, то большой цилиндръ опять запертъ и находящійся въ немъ паръ расширяется.

Промежуточнымъ резервуаромъ большею частью служитъ широкая труба между обоими цилиндрами, а въ вертикальныхъ машинахъ малый цилиндръ окружаютъ оболочкою и промежутокъ между нею и цилиндромъ служитъ для принятія пара. Объемъ рессивера дѣлаютъ отъ 0,8 до 1 объема большаго цилиндра.

Машины Компоундъ даютъ экономію топлива на 15%—20% противъ одноцилиндровыхъ машинъ.

Таблица размѣровъ машинъ Компондъ, построенныхъ на разныхъ заводахъ.

Малого цилиндра.	Большаго цилиндра.	Диаметръ въ дюйм.		Ходъ поршня въ дюймахъ.	Число оборотовъ въ минуту.	Нормальное на- полненіе.	Число лоша- д. силъ.		Диаметръ махови- ка въ дюймахъ.	Вѣсъ всей машины въ пудахъ.	Расходъ пара въ часъ на лошади- ную силу.
							Нормальное	Наибольшее			
8	22 ¹ / ₄	19 ¹¹ / ₁₆	90	—			21	41	86 ⁵ / ₈	500	—
9	16	24	80	—			28	55	98 ¹ / ₂	600	—
10	17 ¹ / ₂	24	80	—			35	68	111	750	—
11	20	28	75	—			47	92	124	960	—
11 ¹ / ₂	19	25 ⁵ / ₈	75	0,31—0,46			45	70	—	—	8,3—11,8
12	21 ¹ / ₂	28	75	—			58	113	136	1050	—
13	23 ¹ / ₄	31	70	—			75	145	148	1350	—
14	25	31	70	—			89	172	160	1560	—
15	27	31	70	—			105	204	177	1700	—
16	27	33 ¹ / ₂	60	0,28—0,43			80	130	—	—	7,8—11,5
16	28 ³ / ₄	37 ¹ / ₂	65	—			138	268	185	2280	—
17 ³ / ₈	31	39 ³ / ₈	65	—			180	350	197	2700	—
18 ¹ / ₂	33	39 ³ / ₈	65	—			210	408	197	3120	—
20	34	41 ¹ / ₂	50	0,26—0,41			140	220	—	—	7,9—13,3
20	37	43 ¹ / ₂	60	—			268	520	217	3900	—
22 ¹ / ₂	40 ¹ / ₂	43 ¹ / ₂	60	—			328	636	236	4300	—

Въ настоящее время большое примѣненіе особенно при мореходныхъ судахъ получили машины троекратнаго дѣйствія. Эти машины состоятъ изъ трехъ цилин-

дровъ различныхъ діаметровъ. Паръ, поступающій въ малый цилиндръ изъ котла, послѣдовательно затѣмъ переходитъ въ средній и наконецъ въ большой, расширяясь все болѣе и болѣе. Поршни этихъ цилиндровъ дѣйствуютъ на трехъколѣнчатый валъ, кривошипы котораго стоятъ подъ угломъ 120° одинъ къ другому. Эти машины отличаются равномерностью хода и экономіею топлива до 20% противъ машинъ Компоундъ (двукратнаго дѣйствія).

Особыхъ рессиверовъ при нихъ не устраиваютъ и таковыя замѣняются соотвѣтственной величины паропроводными трубами и золотниковыми коробками.

Работа машины троекратнаго дѣйствія, какъ и машины Компоундъ, при данной степени расширенія пара, равна работѣ машины объ одномъ цилиндрѣ, размѣръ котораго равенъ размѣру наибольшаго изъ трехъ цилиндровъ.

Эти машины даютъ экономію топлива при 9—10 атмосферахъ давленія въ котлѣ.

СРАВНЕНІЕ СИСТЕМЪ ПАРОВЫХЪ МАШИНЪ.

Машины низкаго давленія имѣютъ болѣе простое устройство и расходуютъ на треніе меньшую работу, чѣмъ машины Вульфа и вслѣдствіе невысокой упругости пара, при равныхъ обстоятельствахъ, потеря пара менѣе и послѣдствія взрыва менѣе значительны.

Неудобства этихъ машинъ состоятъ въ большихъ размѣрахъ и вѣсѣ при равной работѣ и въ большемъ потребленіи воды и топлива; въ часъ на одну пар. лош. на парообразование и сгущеніе расходуются около $31\frac{1}{2}$ куб. футовъ воды.

Машины высокаго давленія съ отсычкою и охлажденіемъ расходуютъ вообще отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ менѣе топлива сравнительно съ предыдущими. Неудобства ихъ состоятъ

въ большей сложности парораспределительнаго механизма, въ неравномерности хода при малой отсѣлкѣ и одномъ цилиндрѣ, въ употребленіи двухъ поршней (въ машинахъ Вульфа и Компоундъ), въ болѣе скоромъ истребленіи набивокъ поршней и сальниковъ и потому большей потери пара, которая вообще тѣмъ болѣе, чѣмъ выше упругость и меньше отсѣчка пара. Въ обыкновенныхъ условіяхъ расходуютъ на сгущеніе въ часъ на одну пар. лош. около 20 куб. фут. воды.

Машины высокаго давленія съ отсѣчкою и безъ охлажденія расходуютъ воду только на парообразование и, при равной работѣ, имѣютъ меньшій вѣсъ и объемъ сравнительно съ предыдущими. Невыгоды состоятъ въ большемъ расходѣ топлива, въ болѣе затруднительномъ содержаніи машины въ исправности и большей потери пара, возрастающей съ увеличеніемъ упругости въ котлѣ; здѣсь необходимо употреблять паръ съ давленіемъ въ 4—5 атмосферъ, такъ какъ работа, уносимая мятымъ паромъ въ атмосферу, относительно полной работы вообще тѣмъ болѣе, чѣмъ менѣе упругость въ котлѣ.

Машины высокаго давленія безъ отсѣчки и охлажденія не имѣютъ другихъ выгодъ кромѣ меньшаго вѣса и объема сравнительно съ другими системами при одной и той же работѣ. Невыгоды состоятъ въ большемъ расходѣ топлива, затруднительномъ содержаніи и большей опасности при взрывахъ.

ВЫБОРЪ СИСТЕМЫ МАШИНЫ.

а) При не очень большой дороговизнѣ топлива и обильной водѣ можно предпочитать машины низкаго давленія.

б) При дороговизнѣ топлива и возможности исправнаго содержанія машины, слѣдуетъ употреблять машины Вульфа, а еще лучше машины Компоундъ, особенно при требованіи возможно большей равномерности хода.

с) На морскихъ пароходахъ, когда можно имѣть опытныхъ машинистовъ, можетъ иногда оказаться выгоднымъ, относительно водоизмѣщенія судна, отдать предпочтеніе машинамъ высокаго давленія съ отсѣчкою и охлажденіемъ.

д) Для паровозовъ и машинъ переносныхъ, условія наименьшаго вѣса и объема требуютъ машинъ высокаго давленія съ отсѣчкою и безъ нея.

Постоянныя машины высокаго давленія вообще выгоднѣе и чѣмъ больше работа ихъ, тѣмъ выгоднѣе и болѣе высокая упругость. Машины съ охлажденіемъ тѣмъ выгоднѣе, чѣмъ менѣе отсѣчка и чѣмъ болѣе работа ихъ и наконецъ машины безъ коромысла выгоднѣе, чѣмъ машины съ коромыслами, которыя значительно дороже.

О ПАРОВОМЪ СТЕРЖНѢ.

Правило. Умножь діаметръ пароваго цилиндра на корень квадратный изъ давленія пара въ фунт. на кв. дюйм. сверхъ атмосферы и раздѣли произведеніе на 40 для желѣза и на 66 для стали. Частное будетъ діаметръ поршневаго стержня въ дюймахъ.

Замѣчаніе. Для машинъ съ охлажденіемъ надобно къ охлажденію пара по манометру прикладывать число 12 и потомъ уже извлекать квадратный корень.

Примѣръ 1. Манометръ показываетъ 4 ф., машина съ охлажденіемъ, діаметръ цилиндра 44 д.

$$\frac{44 \times \sqrt{4 + 12}}{40} = 4,4 \text{ для желѣзнаго стержня}$$

$$\text{или } \frac{44 \times \sqrt{4 + 12}}{66} = 2,7 \text{ для стальнаго.}$$

Примѣръ 2. Давленіе 50 ф., машина безъ охлажденія, діаметръ цилиндра 10 д.

$$\frac{10 \times \sqrt{50}}{40} = 1,8 \text{ для желѣзнаго стержня.}$$

$$\text{и } \frac{10 \times \sqrt{50}}{66} = 1,1 \text{ для стальнаго.}$$

Вообще діаметръ пароваго стержня дѣлается отъ $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{7}$ діаметра цилиндра.

ТОЛЩИНА СТѢНЪ ЦИЛИНДРА.

Она дѣлается равною 0,012 діаметра цилиндра плюс $\frac{7}{8}$ д. Толщина крышки должна быть на $\frac{1}{10}$ болѣе.

ВЫСОТА ПРУЖИНЪ ПОРШНЯ.

Ее дѣлають равною $\frac{1}{25}$ діаметра цилиндра плюс $1\frac{5}{8}$ дюйма.

ПЛОЩАДЬ ПАРОВЫХЪ КАНАЛОВЪ, ОКОНЪ И ТРУБЪ.

Она не должна быть менѣ чѣмъ:

$\frac{1}{25}$	} площа- ди ци- линдра. }	при давленіи отъ 4 до 15	} фунт.		
$\frac{1}{20}$				15 „ 40	} на кв.
$\frac{1}{18}$				сверхъ 40	

Излишекъ въ этой площади никогда не мѣшаетъ въ особенности въ машинахъ съ большою скоростью.

Ширина паровыхъ оконъ дѣлается отъ 4,5 до 10 разъ болѣе чѣмъ вышина, причемъ:

для малыхъ машинъ въ		4—5 разъ болѣе.
„ среднихъ „	„	5—7 „ „
„ большихъ „	„	7—10 „ „

Однако она дѣлается не болѣе $\frac{2}{3}$ внутренняго діаметра цилиндра.

Площадь трубъ и каналовъ отводящихъ паръ на воздухъ или въ конденсаторъ должна быть на $\frac{1}{3}$ болѣе.

ДЛИНА ПАРОПРОВОДНЫХЪ ТРУБЪ.

Она не должна превышать 150 діаметровъ ихъ для пара до 40 фунт. и 200 діаметровъ для пара сверхъ 40 фунтовъ. Если приходится паръ проводить далеко, надобно увеличить діаметръ трубъ, такъ чтобъ сохранить указанное здѣсь условіе.

ПАРОРАСПРЕДѢЛЕНІЕ.

Парораспредѣлительные приборы служатъ для надлежащаго распредѣленія пара въ цилиндрѣ, т. е. для впуска и выпуска пара такимъ образомъ, чтобы заставить поршень двигаться попеременно то въ одну, то въ другую сторону. Приборы эти составляютъ самую главную часть паровой машины и мы рассмотримъ подробно тѣ изъ нихъ, которые чаще всего встрѣчаются.

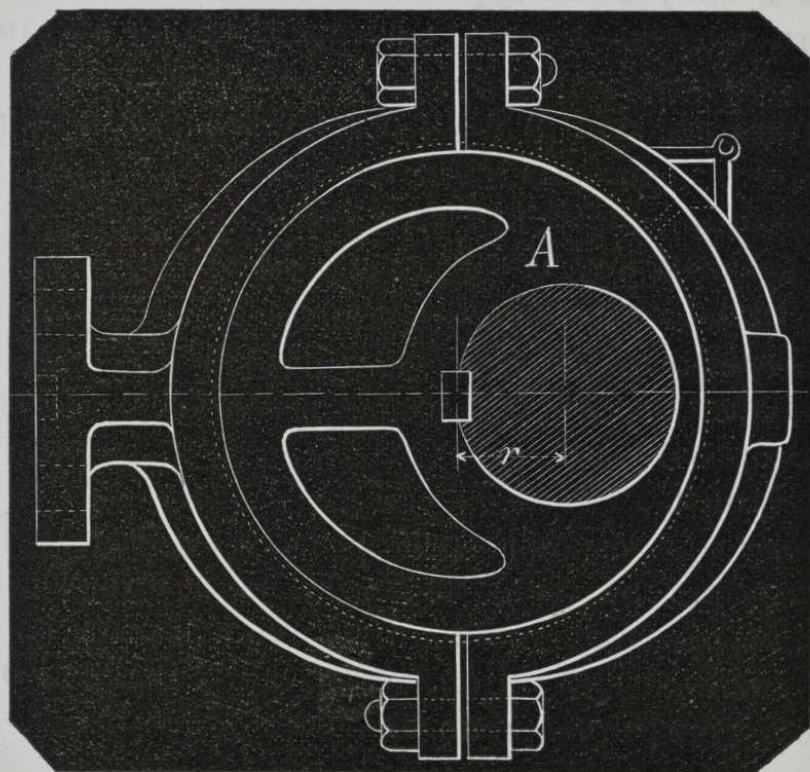
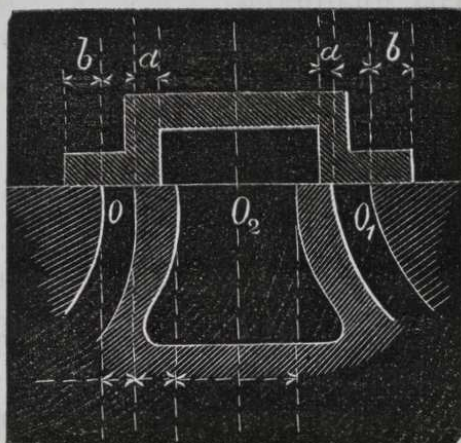
Къ числу такихъ принадлежатъ:

- а) Простой коробчатый золотникъ.
- б) Двойной золотникъ.
- с) Золотникъ Мейера.
- д) Парораспредѣленіе съ быстрой отсѣчкой пара (Корлиса и Зульцера), и
- е) Кулисы.

Простой золотникъ представляетъ коробку, лежащую вверхъ дномъ на лицѣ цилиндра въ золотниковой коробкѣ; на прилагаемомъ чертежѣ онъ показанъ въ среднемъ своемъ положеніи, съ паровпускными окнами О и О₁ и паровыпускнымъ окномъ О₂.

Золотникъ приводится въ движеніе эксцентрикомъ, который состоитъ изъ 2-хъ частей: изъ шайбы А, насаженной на валу и изъ хомута, вращающагося около шайбы и соединеннаго съ тягою, которая въ свою очередь соединена со стерженьемъ рамки, охватывающей золотникъ.

Дыра въ шайбѣ высверлена не посрединѣ ея, а на нѣкоторомъ отъ нея разстояніи; это разстояніе r , отъ центра дыры до центра шайбы называется длиною эксцентрика или эксцентриситетомъ. При вращеніи шайбы, центръ ея описываетъ около центра вала кругъ, діаметръ котораго равенъ удвоенной длинѣ эксцентриситета.



Линія, проходящая чрезъ центры шайбы и ея дыры, называется осью эксцентрика. Шайба, вращающаяся въ хомутѣ, передвигаетъ его съ одной стороны въ другую и обратно на величину, равную діаметру круга, описываемаго центромъ шайбы; слѣд. хомутъ, а съ нимъ тяга и золотникъ, при каждомъ оборотѣ вала, передвигаются въ одну и другую сторону на величину, равную удвоенной длинѣ эксцентриситета.

Движущійся такимъ образомъ золотникъ, то закрываетъ собою оба паровпускныя окна, то открываетъ одно, то другое изъ нихъ. Среднее паровыпускное окно всегда открыто во внутрь золотника и никогда не сообщается съ коробкою, въ которую поступаетъ изъ котла паръ.

Когда золотникъ закрываетъ оба паровпускныя окна, то паръ изъ коробки не можетъ попасть въ цилиндръ; но если золотникъ передвинется такъ, что откроется, напримѣръ, правое окно, то паръ войдетъ подъ поршень съ правой его стороны. Въ это время во внутрь золотника откроется лѣвое паровпускное окно и соединитъ лѣвую часть цилиндра съ паровыпускнымъ окномъ, вслѣдствіе чего находящійся съ лѣвой стороны поршня паръ выйдетъ въ паровыпускную трубу и тогда поршень начнетъ передвигаться съ правой стороны въ лѣвую.

Передвинувъ золотникъ въ обратную сторону, т. е., открывъ лѣвое паровпускное окно, а во внутрь золотника правое окно, получимъ движеніе поршня въ обратную сторону.

Если бы поля золотника имѣли ширину равную ширинѣ окошекъ, то они закрывали бы оба паровпускныя окна только на одно мгновеніе, именно тогда, когда золотникъ стоялъ бы на срединѣ своего хода. На это мгновеніе паръ не поступалъ бы въ цилиндръ и поршень стоялъ бы въ концѣ своего хода, т. е., въ мертвой точ-

кѣ; кривошипъ стоялъ бы по направленію оси цилиндра, а ось эксцентрика подѣ прямымъ къ нему угломъ.

Но обыкновенно поля золотника дѣлаются шире окошекъ для того, чтобы можно было выпускать паръ изъ подѣ поршня и прекращать впускъ свѣжаго пара раньше, чѣмъ поршень придетъ въ мертвую точку. Это послѣднее условіе необходимо для спокойнаго перехода поршня чрезъ мертвыя точки и для экономіи пара.

Величины, на которыя поля золотника дѣлаются шире паровпускныхъ оконъ, называются *перекрышами* золотника, причемъ уширенія полей съ внутренней стороны золотника называются *внутренними* перекрышами (а—см. чер. стр. 268), а съ наружной стороны—*наружными* перекрышами (b—см. чер. стр. 268).

Когда поршень находится въ мертвой точкѣ, золотникъ съ перекрышею не можетъ стоять на серединѣ своего хода, потому что онъ тогда закрывалъ бы паровпускное окно и паръ не входилъ бы подѣ поршень, между тѣмъ какъ для равномерности хода машины, нужно установить золотникъ такъ, чтобы паръ могъ войти въ цилиндръ даже *раньше*, чѣмъ поршень начнетъ ходъ отъ мертвой точки; поэтому нужно установить золотникъ такъ, чтобы, при положеніи поршня въ мертвой точкѣ, паровпускное окно съ этой стороны было бы ужé на нѣкоторую величину открыто.

Величина, на которую открыто бываетъ окно, когда поршень пришелъ въ мертвую точку, называется *линейнымъ опереженіемъ впуска*, а величина, на которую при этомъ открывается другое паровпускное окно во внутрь золотника, называется *линейнымъ опереженіемъ выпуска* пара.

Уголь, на который нужно повернуть шайбу эксцентрика, чтобы передвинуть золотникъ отъ средняго поло-

женія до положенія, въ которомъ онъ даетъ надлежащее опереженіе, называется *угломъ опереженія*.

Во время одного передвиженія поршня отъ мертвой точки, золотникъ сначала двигается въ ту же сторону, въ какую и поршень, и открываетъ совершенно паровпускное окно; затѣмъ онъ начинаетъ двигаться въ обратную сторону и закрываетъ окно, тогда прекращается впускъ пара, который начинаетъ расширяться въ цилиндрѣ, продолжая это до тѣхъ поръ, пока золотникъ не передвинется на столько, что паровпускное окно открывается во внутрь золотника и отработный паръ начнетъ уходить въ пароотводную трубу.

Расширеніе пара будетъ продолжаться тѣмъ дольше, чѣмъ промежутокъ времени отъ закрытія окна до открытія его во внутрь золотника будетъ больше, т. е., чѣмъ шире поля золотника, значить, чѣмъ больше внѣшняя и внутренняя перекрыши. Внутренняя перекрыша дѣлается менѣе внѣшней для того, чтобы мятый паръ началъ выходить изъ подъ поршня раньше, чѣмъ свѣжій паръ начнетъ входить съ другой его стороны.

На прилагаемыхъ чертежахъ изображены наиболѣе характеристическія положенія золотника при одномъ ходѣ поршня.

I. Кривошипъ въ лѣвой мертвой точкѣ; опереженіе впуска съ лѣвой и выпускъ съ правой стороны фиг. 0.

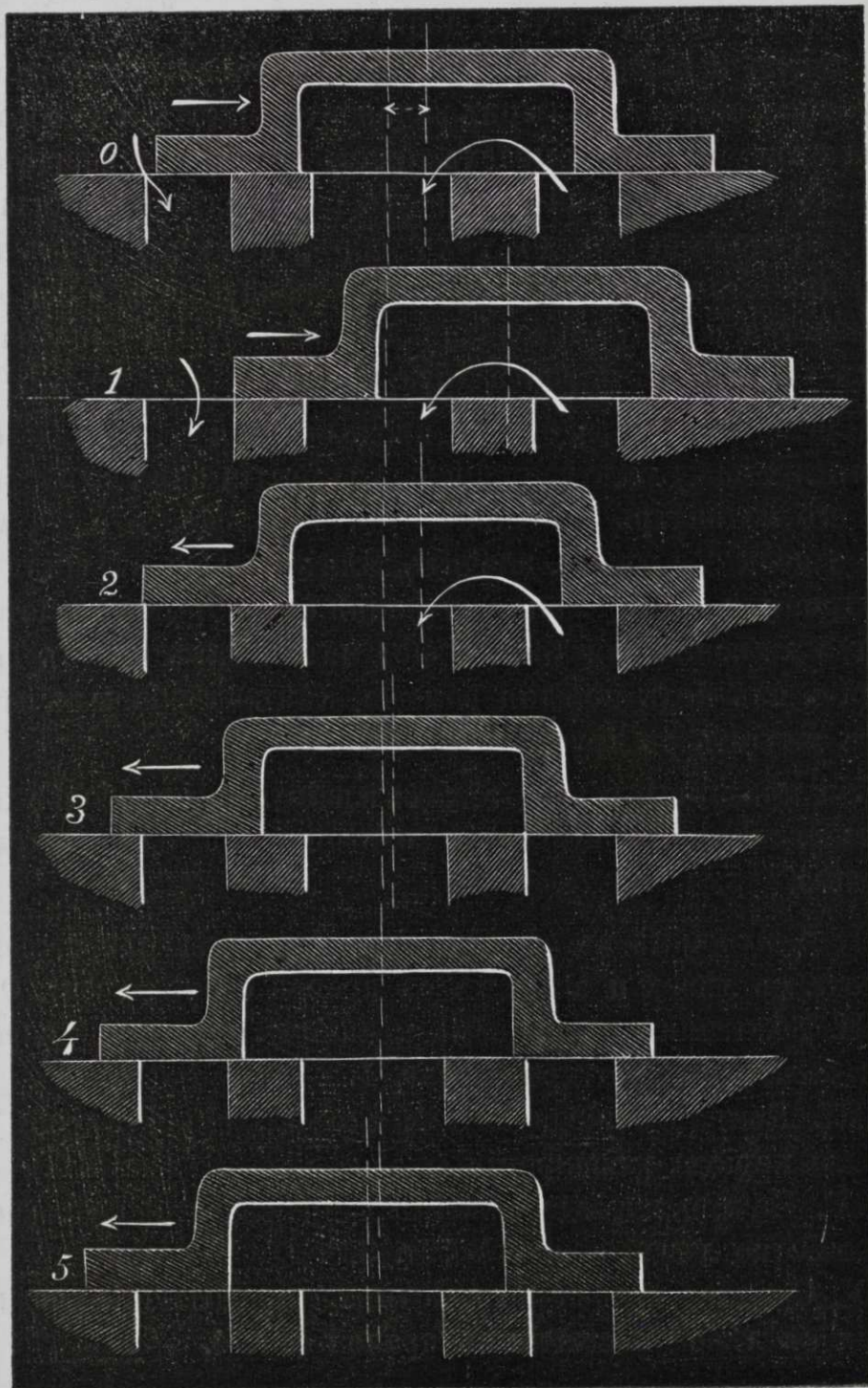
II. Золотникъ въ правомъ крайнемъ положеніи; паровыя окна вполне открыты фиг. 1.

III. Конецъ періода впуска пара съ лѣвой стороны и начало періода расширенія фиг. 2.

IV. Начало періода сжатія съ правой стороны; расширение по лѣвой сторонѣ фиг. 3.

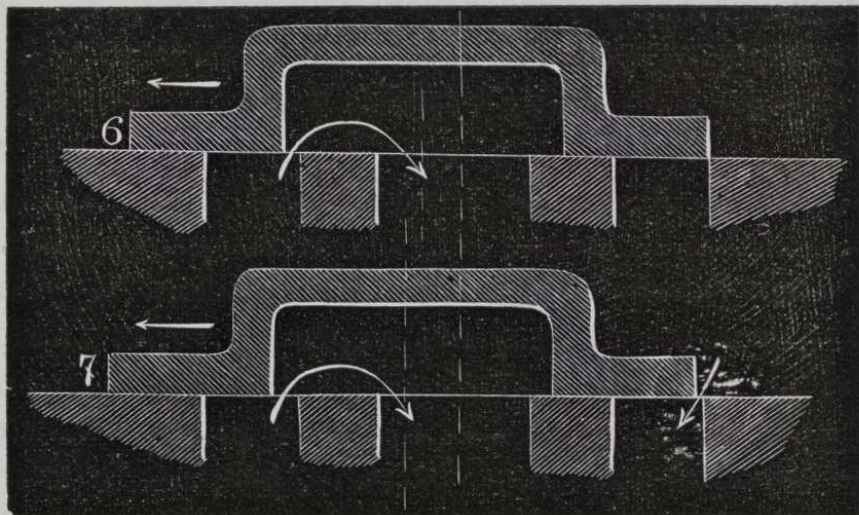
V. Среднее положеніе золотника; продолженіе расширения съ лѣвой и сжатія съ правой фиг. 4.

VI. Конецъ періода расширенія пара съ лѣвой стороны и начало выпуска рабочаго пара съ этой же стороны; продолженіе сжатія съ правой стороны фиг. 5.



VII. Продолженіе выпуска съ лѣвой и конецъ сжа-
тія съ правой стороны фиг. 6.

VIII. Кривошипъ въ правой мертвой точкѣ; опереже-
ніе впуска съ правой стороны и продолженіе выпуска
съ лѣвой и т. д. фиг. 7.



Въ теченіе періодовъ I—III паръ дѣйствуетъ полнымъ давленіемъ на лѣвую сторону поршня; далѣе III—IV паръ дѣйствуетъ расширеніемъ вполне правильно, причемъ отработанный паръ имѣетъ свободный выходъ. Начиная съ IV періода, замѣчаются въ парораспредѣленіи неправильности или вредные періоды: сжатіе отработаннаго пара и затѣмъ преждевременный выпускъ рабочаго пара. Эти неправильности происходятъ вслѣдствіе опереженія; но такъ какъ эти вредные періоды непродолжительны и происходятъ при концѣ хода поршня, то и происходящая отъ нихъ потеря въ работѣ весьма ничтожна и вполне окупается выгодами опереженія.

Начало вредныхъ періодовъ наступаетъ тѣмъ раньше, чѣмъ внѣшняя перекрыша больше; поэтому ее никогда не дѣлаютъ болѣе ширины паровпускнаго окна.

Эксцентриситетъ эксцентрика дѣлается отъ 2'' до 4''; онъ дѣлается равнымъ ширинѣ паровпускнаго окна, сложенной съ величиной наружной перекрыши.

Уголъ опереженія эксцентрика отъ 10° до 30° .

Величина наружной перекрыши—отъ $\frac{1}{5}$ до 1 ширины паровпускнаго окна.

Величина внутренней перекрыши около $\frac{1}{10}$ ''.

Линейное опереженіе впуска пара отъ 0 до $\frac{1}{4}$ ''.

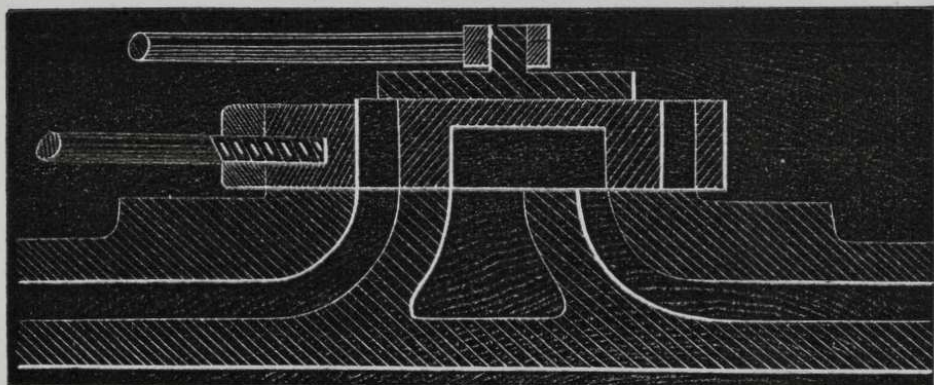
Линейное опереженіе выпуска пара отъ $\frac{1}{25}$ до $\frac{1}{15}$ величины хода поршня.

Установка золотника. Чтобы вѣрно установить золотникъ, сначала временно заклиниваютъ эксцентрикъ на валѣ подъ угломъ приблизительно вѣрнымъ и, установивъ кривошипъ въ одну изъ мертвыхъ точекъ, напр. въ лѣвую, посредствомъ измѣненій длины стержня золотника приводятъ сей послѣдній въ такое положеніе, чтобы лѣвое впускное окно было открыто, напр. на $\frac{1}{8}$ ''; затѣмъ переводятъ кривошипъ въ противоположную мертвую точку и смотрятъ, насколько при этомъ открыто правое впускное окно; если оно открыто также на $\frac{1}{8}$ '', то золотникъ поставленъ вѣрно, если же нѣтъ, напр. если правое окно при положеніи кривошипа въ правой мертвой точкѣ окажется открытымъ на $\frac{1}{4}$ '' вмѣсто $\frac{1}{8}$ '', то приводятъ это открытіе къ $\frac{1}{8}$ '', передвигая золотникъ на $\frac{1}{16}$ '' чрезъ измѣненіе длины стержня и на другую $\frac{1}{16}$ '' чрезъ измѣненіе положенія эксцентрика; затѣмъ опять переводятъ кривошипъ въ лѣвую мертвую точку и оказавшуюся невѣрность снова исправляютъ тѣмъ же способомъ, при акуратности двѣ-три операціи такого рода достаточны для выѣрки золотника.

При распредѣленіи пара однимъ золотникомъ наименьшая отсѣчка можетъ быть на $\frac{3}{4}$ хода поршня, (при внѣшней перекрышѣ = ширинѣ окна и углѣ опереженія =

30°), потому что при меньшей отсѣлкѣ неправильности въ парораспредѣленіи становятся весьма чувствительными, вредные періоды возрастаютъ. Поэтому если желательно бываетъ увеличить расширение, т. е. отсѣлку пара производить на меньшей длинѣ хода поршня, употребляютъ одну изъ слѣдующихъ системъ парораспредѣленія: двойной золотникъ, золотникъ Мейера, парораспредѣленіе Корлиса, Зульцера или наконецъ Кулисы, которыя впрочемъ преимущественно примѣняются въ такихъ машинахъ, которыя требуютъ и обратнаго хода.

Двойной золотникъ состоитъ изъ двухъ частей. Нижняя, представляющая обыкновенный золотникъ съ двумя щелями въ концевыхъ толстыхъ стѣнкахъ, называется *распредѣлительнымъ* золотникомъ. На ней лежитъ вторая часть, имѣющая видъ пластины, помощью которой можно



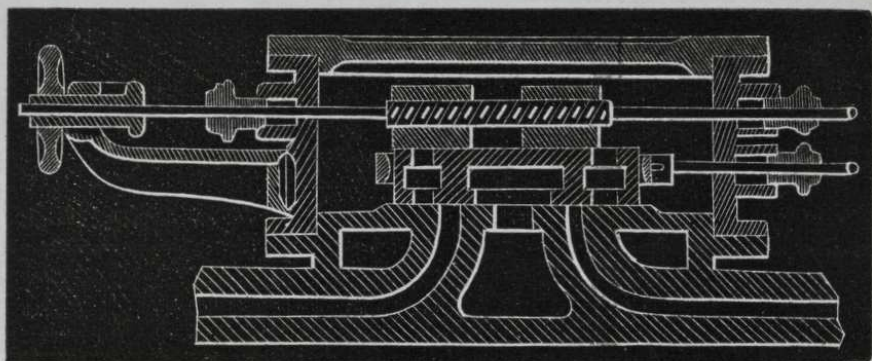
закрывать то одну, то другую щель; это такъ называемый *расширительный* золотникъ. Каждый изъ этихъ золотниковъ соединяется посредствомъ стержня и тяги, съ отдѣльнымъ эксцентрикомъ.

Распредѣлительный золотникъ дѣйствуетъ совершенно также, какъ простой коробчатый золотникъ безъ перекрышъ; расширительный же опережаетъ его при движеніи и закрываетъ то одну щель, то другую раньше, чѣмъ распредѣлительный золотникъ придетъ къ концу своего

хода. Такимъ образомъ впускъ пара изъ золотниковой коробки въ цилиндръ чрезъ щели золотника прекращается раньше, чѣмъ поршень дойдетъ до мертвой точки, слѣд. получится расширение пара. Чѣмъ больше опереженіе расширительнаго золотника, тѣмъ раньше будутъ закрываться щели распределительнаго золотника и тѣмъ большее будетъ расширение пара въ цилиндрѣ.

Распределение Мейера отличается отъ предыдущаго тѣмъ, что расширительный золотникъ состоитъ не изъ одной, а изъ двухъ рядомъ лежащихъ пластинъ, раздвигающихся или сдвигающихся отъ развинчиванія или свинчиванія ихъ помощью стержня съ винтовой нарѣзкою. Нарѣзка идетъ отъ середины стержня въ двѣ противоположныя стороны.

Развинчивая, т. е., удаляя пластины другъ отъ друга, получаемъ какъ бы двойной золотникъ съ болѣе широ-



кою пластинкою, т. е., дающій болѣе значительное расширение пара. Свинчивая пластины, дѣлаемъ расширительный золотникъ болѣе короткимъ и получаемъ менѣе значительное расширение пара или вовсе его не получаемъ (при вышеописанномъ двойномъ золотникѣ нельзя измѣнять, по желанію, отсѣчку пара; онъ можетъ работать съ той отсѣчкой, для которой построенъ).

Винтовой стержень золотника можно завинчивать или отвинчивать руками когда угодно и такимъ образомъ пе-

ремѣнять величину расширенія пара во время движенія машины.

Внѣшнія перекрыши распредѣлительнаго золотника дѣлаются отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ ширины паровпускнаго окна, что даетъ отсѣчку отъ $\frac{31}{32}$ до $\frac{7}{8}$ хода поршня; остальные степени отсѣчки до 0 совершаются уже расширительнымъ золотникомъ.

Уголъ опереженія эксцентрика распредѣлительнаго золотника дѣлается отъ 15° до 20° , а уголъ опереженія эксцентрика расширительнаго золотника дѣлается отъ 45° до 90° .

Таблица размѣровъ золотниковъ Мейера, рекомендуемыхъ различными авторами.

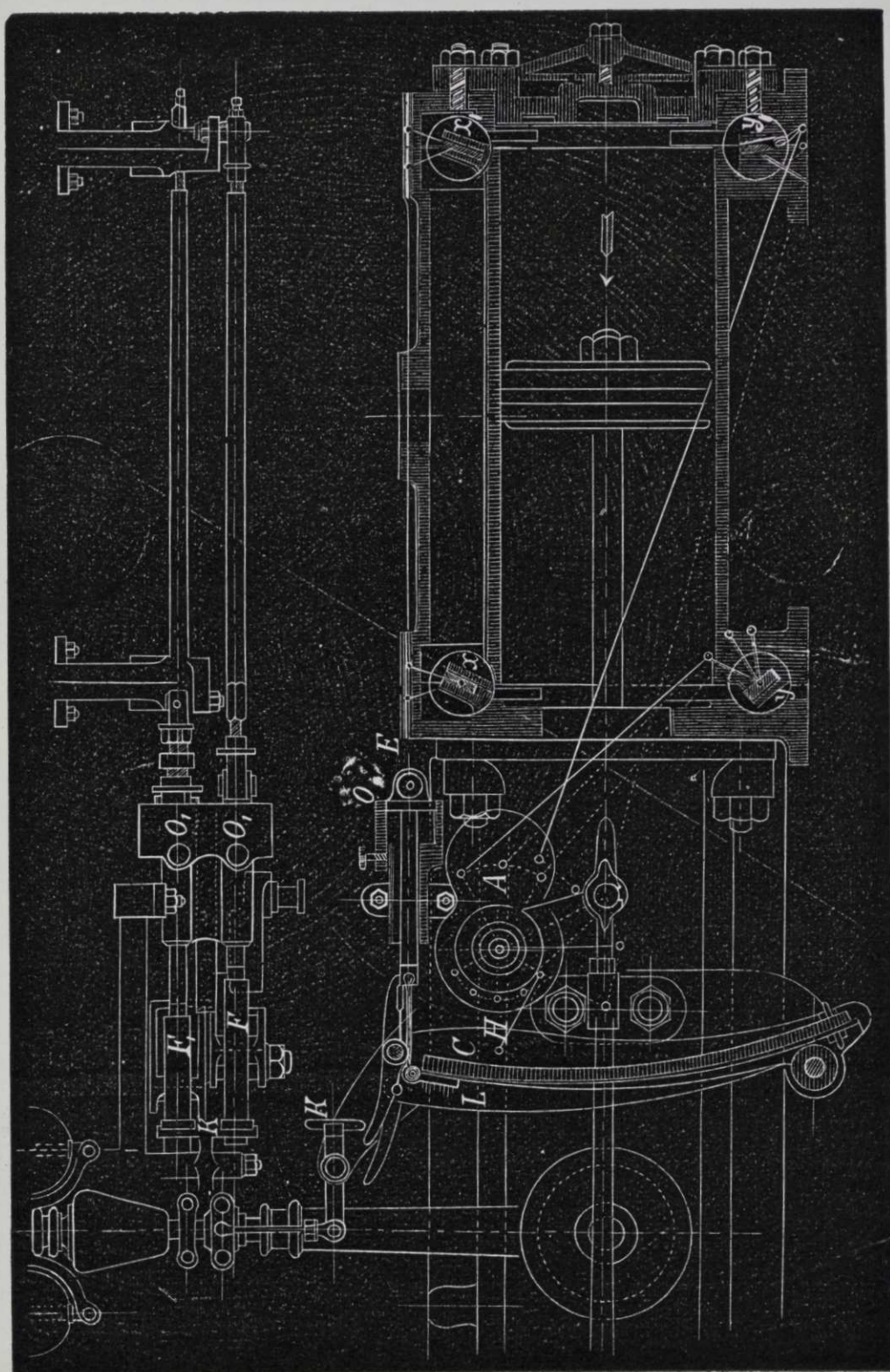
ЧАСТИ ЗОЛОТНИКОВЪ.	Имена авторовъ.				
	Цей- неръ.	Уландъ	Храбакъ.		Изъ прак- тики.
<i>Распредѣлительный золотникъ.</i>					
Ширина паровпускнаго окна .	25	24	24	24	24
Внѣшняя перекрыша	8	6,5	8	8	6
Уголь опереженія	15°	15°	20°	20°	15°
Эксцентриситетъ эксцентрика.	40	31	32	32	30
Длина золотника между внут- ренними кромками паровыхъ оконовъ вверху	200	172	156	156	168
<i>Расширительный золотникъ.</i>					
Уголь опереженія	59°	65°	90°	60°	45°
Эксцентриситетъ эксцентрика.	48	39	40	32	35
Длина каждой пластины . .	65	82	78	78	72

Распредѣленіе съ быстрой отсѣчкой пара употребляется преимущественно въ большихъ машинахъ. При помощи расположенія четырехъ отдѣльныхъ распредѣлительныхъ органовъ (краны системы Корлиса и клапаны у Зульцера) дѣлаютъ вредныя пространства очень малыми; расширеніе измѣняется отъ регулятора во время хода машины. Отсѣчка пара происходитъ почти моментально, безъ всякаго стѣсненія въ постепенно суживающихся проходахъ. Линейное опереженіе постоянное.

Распредѣленіе Корлиса. x и x_1 впускные и y и y_1 выпускные краны; распредѣлительный кругъ A находится сбоку цилиндра. Каждый кранъ соединенъ съ распредѣлительнымъ кругомъ тягою E , которая вмѣстѣ несетъ воздушный буферъ O , защелки F вертикальнаго рычага C и тяги H . При движеніи защелки F къ цилиндру происходитъ впускъ пара; въ то же время рожекъ защелки ударяется въ брусокъ K , удерживаемый регуляторомъ на различныхъ высотахъ; рожекъ давитъ внизъ и соединеніе тяги E съ защелкой F прерывается. Плоская пружина L давитъ на спинку рычага, тянетъ тягу E и съ нею кранъ назадъ въ его закрытое положеніе.

Машины типа Корлиса должны быть отнесены къ числу лучшихъ машинъ однократнаго дѣйствія. Отдѣленіе паровпускныхъ оконъ отъ паровпускныхъ, малыя величины вредныхъ пространствъ и раціональная отсѣчка даютъ имъ въ экономическомъ отношеніи нѣкоторый перевѣсъ противъ обыкновенныхъ двузолотниковыхъ машинъ, по отношенію экономіи топлива. Они особенно пригодны для машинъ силою отъ 20 до 100 пар. лошадей, при числѣ оборотовъ до 60—80 въ минуту.

Механизмъ Корлиса значительно сложнее и болѣе деликатнаго устройства, нежели двузолотниковыхъ машинъ, а потому для присмотра за ними требуются болѣе опытные машинисты и для выполненія этого механизма тре-



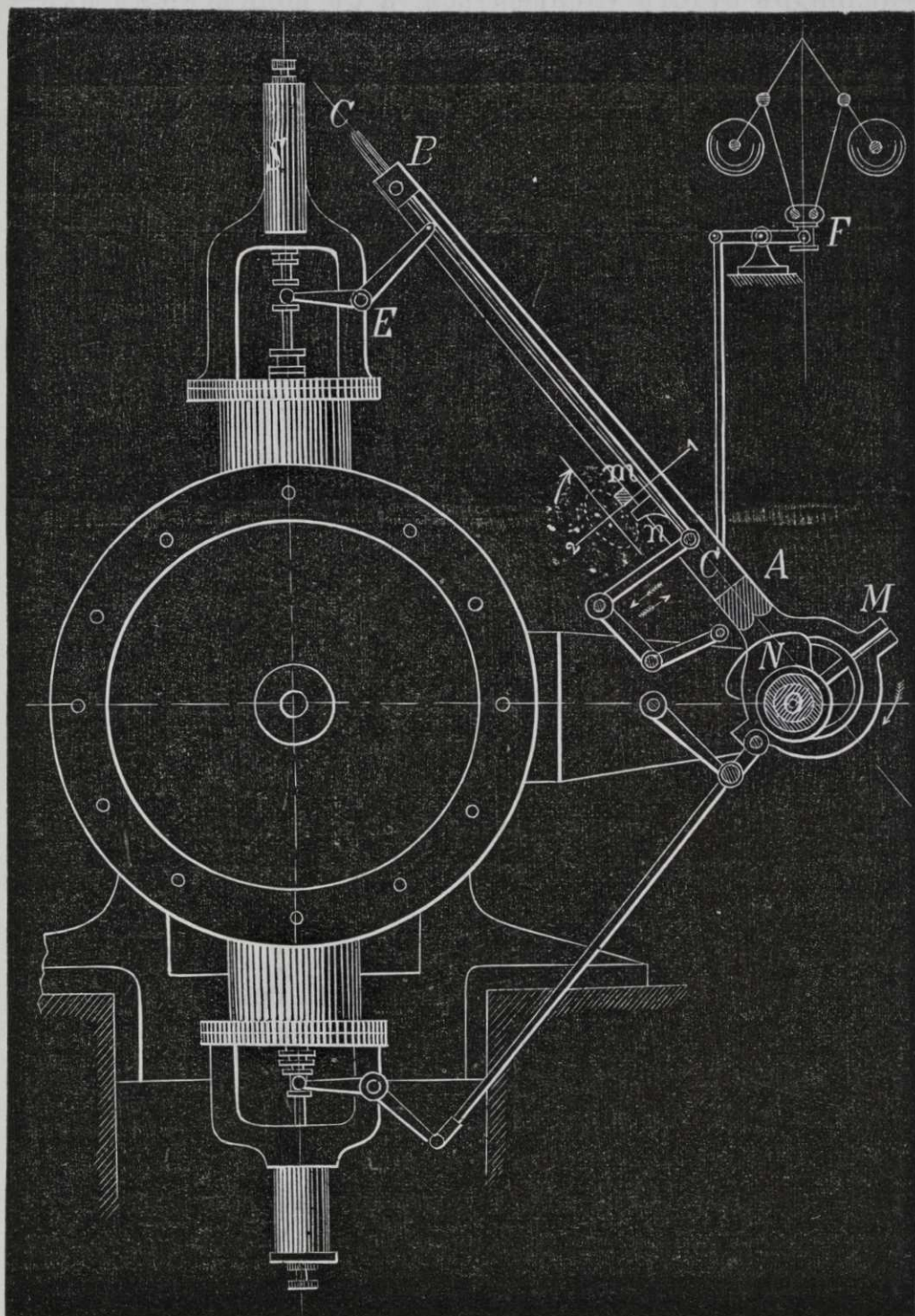
буются весьма хорошія механическія средства. Въ новѣйшихъ машинахъ многократнаго дѣйствія, отличающихся большою экономіею топлива, онъ вовсе не примѣняется.

Распределение Зульцера весьма распространенное.

Вмѣсто вращающихся крановъ, здѣсь примѣнены четыре уравновѣшенныхъ клапана съ пружиннымъ нажимомъ. Каждый паровпускной клапанъ имѣетъ свой особый круглый эксцентрикъ М, а выпускные клапаны каждый имѣетъ свой отдѣльный кулакъ N. Эксцентрики и кулаки укрѣплены къ распредѣлительному валу О, расположенному параллельно оси машины и получающему движеніе отъ вала маховаго колеса помощью пары коническихъ шестерень. Наиболѣе новымъ и замѣчательнымъ здѣсь представляется механизмъ паровпускныхъ клапановъ въ связи съ регуляторомъ. Для обоихъ паровпускныхъ клапановъ онъ имѣетъ совершенно одинаковое устройство. Предѣлы отсѣчки отъ О до 0,8—0,9 хода. Эксцентриксовая тяга А имѣетъ вилкообразную форму съ поварачивающеюся около оси (на двухъ цапфахъ) головкою В. Внутри тяги помѣщается круглый стержень С, верхній конецъ котораго соединенъ съ клапаннымъ рычагомъ Е, а нижній съ муфтой регулятора F. Къ тягѣ А внизу укрѣпляется стальной зубецъ *m* и такой же *n* имѣется на стержнѣ С С. Верхній конецъ тяги С С проходитъ чрезъ головку В.

Разстояніе между *n*—*m*, по линіи 1—2, зависитъ отъ положенія шаровъ регулятора. Чѣмъ выше шары, тѣмъ разстояніе *nm* болѣе и чѣмъ они ниже, тѣмъ разстояніе *nm* менѣе. При вращеніи эксцентрика, очевидно, зубецъ *m* будетъ описывать эллипсъ, то приближаясь къ *n*, то удаляясь отъ него; при этомъ, при каждомъ оборотѣ, *m* будетъ приходить въ сцѣпленіе съ *n*, причемъ паровпускной клапанъ будетъ открываться. Въ моментъ покиданія кулакомъ *m* зубца *n* происходитъ отсѣчка пара, подѣ

вліянієм дѣйствія пружини *G*. Время сцѣпленія *m* съ *n* тѣмъ больше, чѣмъ *n* находится ближе къ *m* и наобо-



ротъ, чѣмъ n дальше отъ m , тѣмъ это время короче. Следовательно, съ повышеніемъ шаровъ, притокъ пара въ цилиндръ будетъ уменьшаться, а съ пониженіемъ ихъ—увеличиваться. Эксцентрикъ устанавливается относительно кривошипа подъ угломъ $90^\circ + \alpha$ въ сторону движенія. При положеніи кривошипа въ мертвой точкѣ, паровпускной клапанъ долженъ быть немного приподнять, соотвѣтственно линейному опереженію. Открытіе клапана, следовательно, происходитъ при наибольшей скорости эксцентрика. Поднятіе клапана при $d=10^\circ$ происходитъ до 0,4 хода поршня и съ этого момента величина подъема его начинаетъ уменьшаться. Полная величина хода, сообщаемая зубцу n отъ регулятора = длинѣ короткой оси эллипса, описываемаго кулакомъ m ; такъ что при нижнемъ положеніи зубца n , отсѣчка будетъ совершаться около 0,9 хода. Полная высота подъема клапана = 0,4 эксцентриситета эксцентрика.

КУЛИСЫ.

Распределеніе пара помощью кулисъ, съ двумя эксцентриками, имѣетъ большое практическое примѣненіе при машинахъ, требующихъ прямого и обратнаго хода: въ паровозахъ, пароходахъ и въ постоянныхъ машинахъ.

Достоинство этихъ механизмовъ: простота и прочность. Оба эксцентрика, одинъ для передняго и другой для задняго хода, укрѣпляются на валу прочнымъ неизмѣняемымъ образомъ. Обращеніе хода совершается весьма легко. Довольно постоянное опереженіе достигается при переднемъ и заднемъ ходѣ. Эти устройства допускаютъ дѣйствіе пара съ переменнымъ расширеніемъ въ достаточныхъ предѣлахъ для машинъ безъ охлажденія многократнаго дѣйствія, потому что въ послѣднихъ главное расширеніе пара происходитъ вслѣдствіе неодинаковости въ діаметрѣ послѣдовательно расположенныхъ па-

ровыхъ цилиндровъ. Въ настоящее время существуетъ весьма много кулисныхъ парораспредѣлительныхъ приборовъ, но къ числу наиболѣе распространенныхъ на практикѣ относятся слѣдующія три кулисы: Стифенсона, Гуча и Аллана.

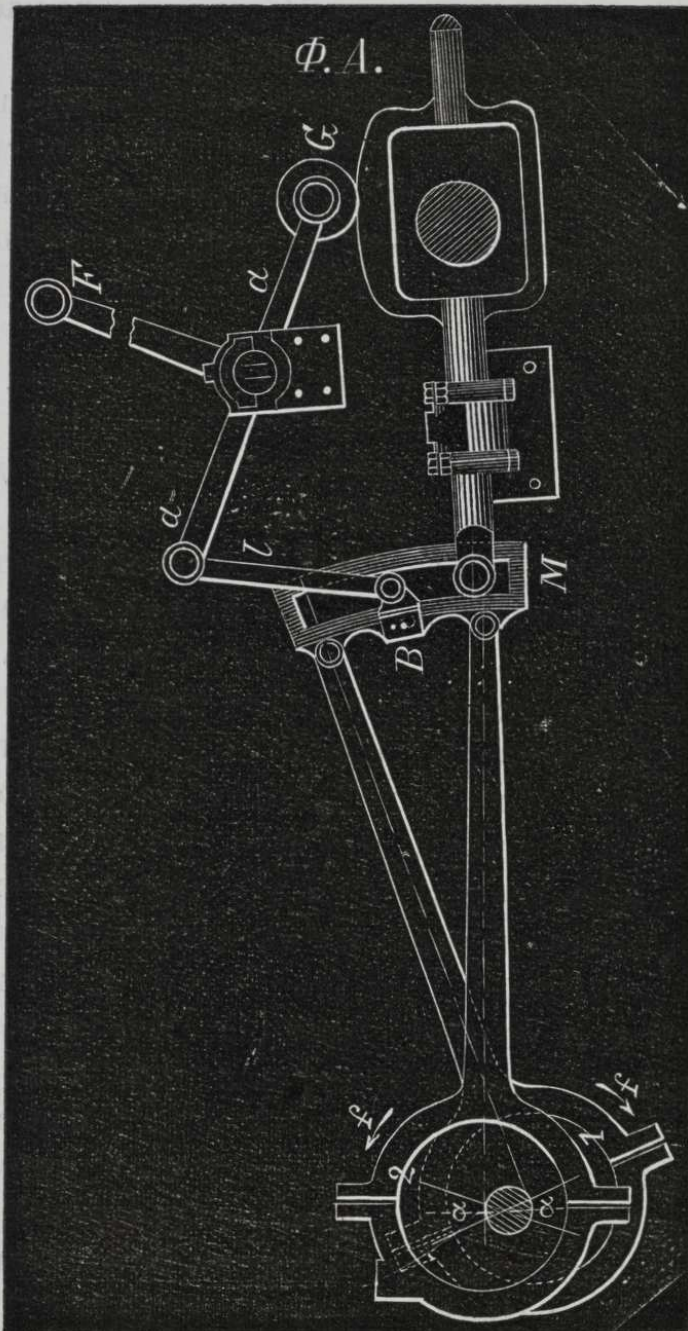
Первая изъ нихъ самая старѣйшая, но и по настоящее время наиболѣе распространенная на практикѣ кулиса.

Кулиса Стифенсона вогнутою стороною обращена къ валу машины фиг. А; кулиса Гуча вогнутою стороною обращена къ золотнику фиг. В; кулиса же Аллана—прямая, представляющая собою среднее устройство между двумя первыми фиг. С.

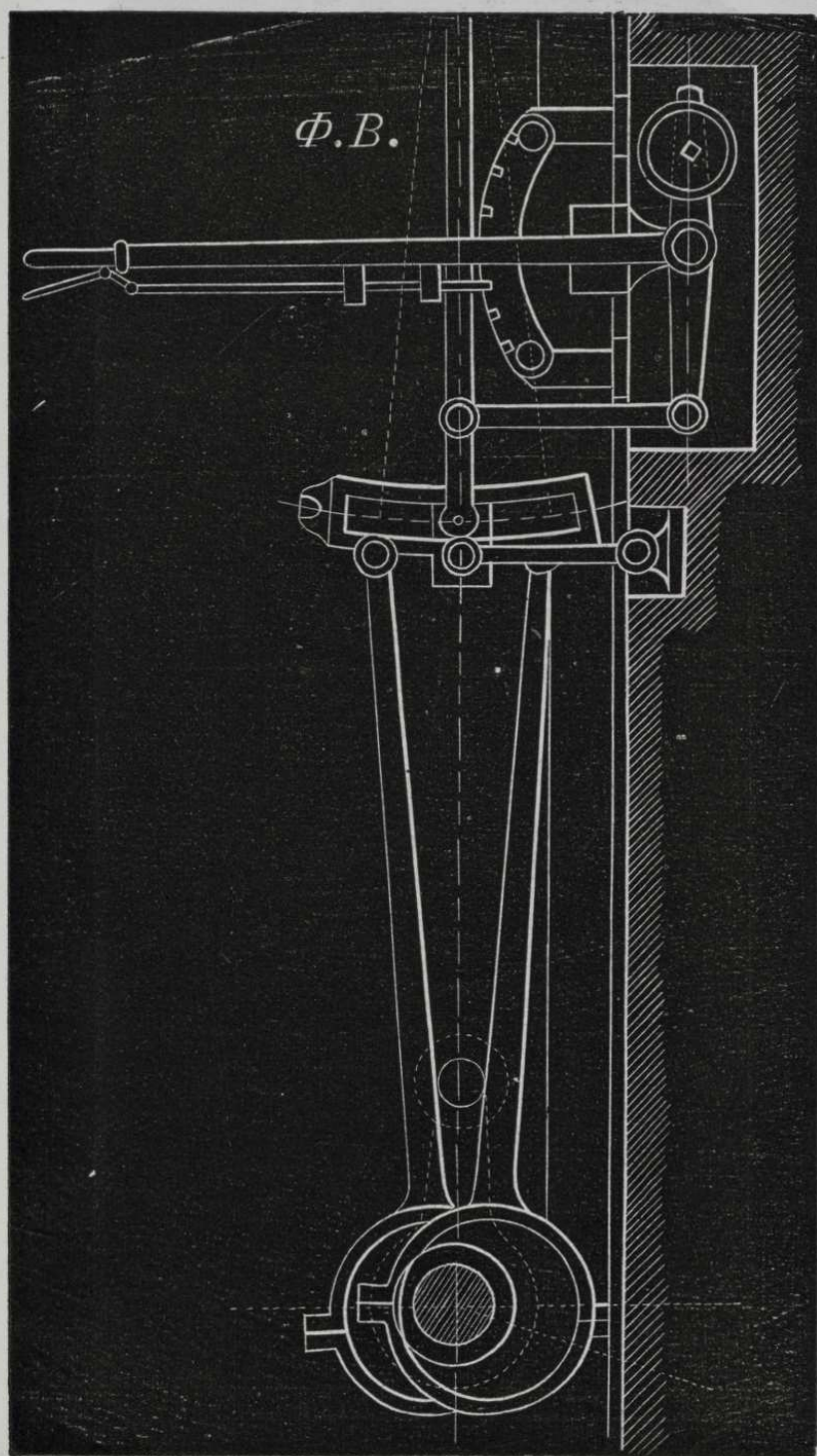
Въ устройствѣ Стифенсона кулиса перемѣщается перпендикулярно къ оси цилиндра (вертикально), головка же золотниковой тяги такого перемѣщенія не имѣетъ. Въ устройствѣ Гуча кулиса не имѣетъ перпендикулярнаго къ оси цилиндра перемѣщенія, а таковое возможно только для головки золотниковой тяги. Въ устройствѣ Аллана перпендикулярное къ оси цилиндра перемѣщеніе кулисы происходитъ одновременно съ таковымъ же перемѣщеніемъ головки золотниковой тяги.

Кулиса Стифенсона имѣетъ слѣдующее устройство: фиг. А—на валу машины укрѣплено неподвижно два эксцентрика 1 и 2; первый изъ нихъ установленъ къ оси кривошипа подъ угломъ $90^\circ + \alpha$ для передняго хода (въ сторону f), а второй установленъ соотвѣтствующимъ образомъ для обратнаго хода (въ сторону f_1), тоже подъ угломъ $90^\circ + \alpha$ въ сторону движенія. Концы эксцентриковыхъ тягъ соединены съ концами кулисы М, которую посредствомъ рычага F можно поднимать или опускать. G—противувѣсъ, уравнивающий вѣсъ кулисы и эксцентриковыхъ тягъ. Къ лѣвому концу двулечаго рычага a , кулиса подвѣшена посредствомъ тяги l , соединенной шарниромъ въ серединѣ или въ нижнемъ концѣ кулисы.

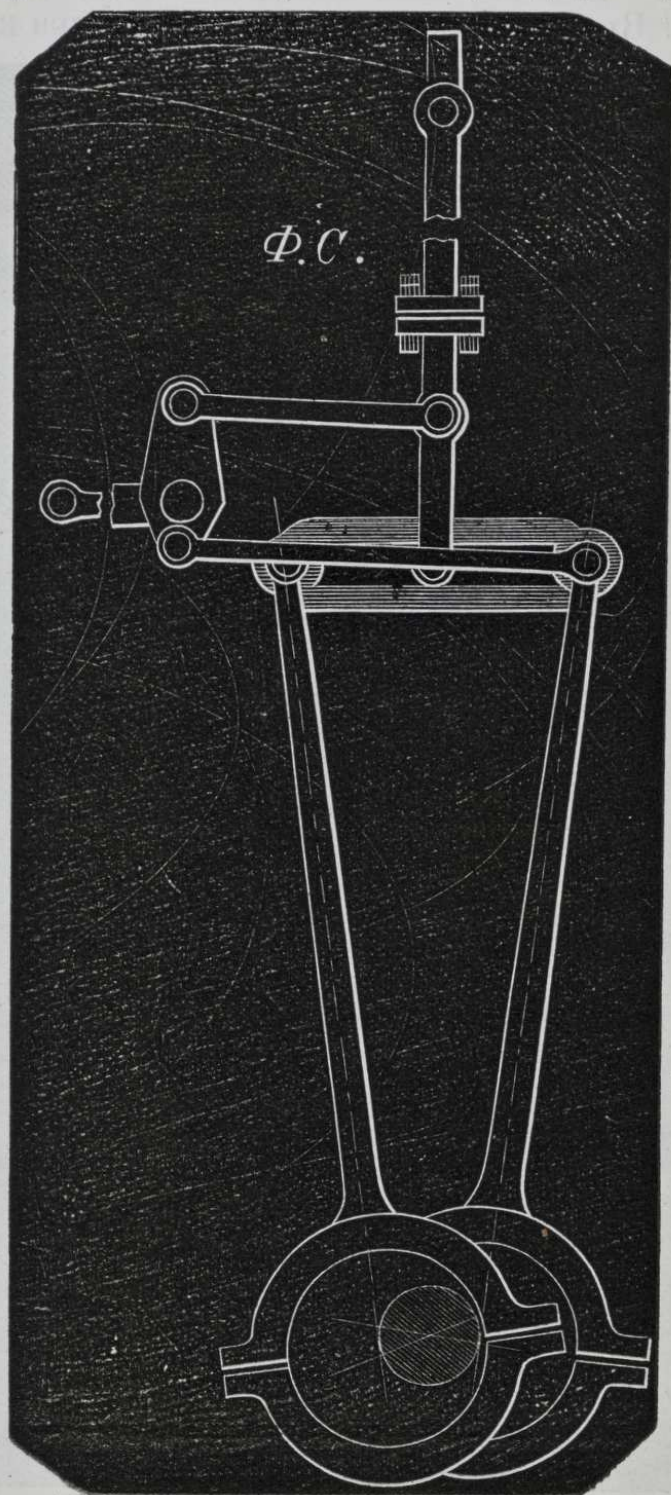
При нижнемъ положеніи кулисы исключительно будетъ дѣйствовать эксцентрикъ 1 для передняго хода. Вліяніе эксцентрика 2 на парораспредѣленіе при этомъ почти не замѣтно. При высшемъ положеніи кулисы (на фиг. А именно показана кулиса въ своемъ высшемъ поло-



женіи) золотникъ будетъ исключительно повиноваться дѣйствію эксцентрика 2 и машина получитъ обратный ходъ, въ сторону f_1 . Въ этихъ обоихъ случаяхъ, т. е. при крайнемъ



верхнемъ и нижнемъ положеніяхъ кулисы, золотникъ будетъ совершать наибольшую величину хода, равную удвоен-



ному эксцентриситету эксцентрика. При среднемъ положеніи кулисы величина хода золотника будетъ наименьшая; при этомъ движеніе машины становится невозможнымъ, а потому такое положеніе кулисы называется мертвымъ. Въ такое положеніе устанавливають кулису, когда нужно остановить ходъ машины. Въ промежуточныхъ положеніяхъ между среднимъ и высшимъ и между среднимъ и низшимъ, ходъ золотника имѣетъ среднія величины между наибольшимъ и наименьшимъ, соотвѣтствующія различнымъ степенямъ расширенія пара. Слѣдовательно, установивъ кулису въ какое-нибудь промежуточное положеніе, можно заставить работать машину съ извѣстнымъ расширеніемъ.

Устройство кулисъ Гуча и Аллана немногимъ отличается отъ кулисы Стифенсона и ясно видно на прилагаемыхъ чертежахъ В и С.

Главное отличіе въ дѣйствіи кулисъ Стифенсона, Гуча и Аллана состоитъ въ томъ, что въ кулисѣ Стифенсона линейныя опереженія впуска и выпуска пара значительно измѣняются съ измѣненіемъ расширенія пара, т. е. съ повышеніемъ или пониженіемъ кулисы; въ кулисѣ Гуча при всякомъ расширеніи пара, т. е. при всякомъ положеніи головки золотниковаго стержня относительно кулисы, линейныя опереженія остаются одни и тѣ же; въ кулисѣ Аллана получается среднее, т. е. съ измѣненіемъ положенія кулисы, линейныя опереженія впуска и выпуска пара не остаются одни и тѣ же, какъ въ кулисѣ Гуча, но измѣняются значительно меньше, чѣмъ въ кулисѣ Стифенсона. По этому кулиса Гуча самая совершенная, на практикѣ она примѣняется рѣже, чѣмъ кулиса Стифенсона, вслѣдствіе довольно сложнаго устройства ея сравнительно съ послѣдней.

Кромѣ того кулиса Гуча, какъ и Аллана, требуетъ значительнаго разстоянія между цилиндромъ и валомъ

машины и гдѣ этого нельзя достигнуть, тамъ всегда употребляется кулиса Стифенсона, какъ не требующая такого большаго разстоянія.

О НАСОСѢ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ВОДЫ.

Для охлажденія пара въ конденсаторѣ, среднимъ числомъ, потребно на каждую лошадь въ минуту:

1) въ машинахъ безъ расширенія 1200 куб. д.

2) въ машинахъ съ отсѣчкою пара не
позже какъ на $\frac{1}{2}$ 600 „ „

Правило 1-е. Умножь число куб. дюймовъ воды, потребное на лошадь въ минуту, на силу машины въ лоша-
дяхъ и еще на число 1,27; произведеніе раздѣли на пред-
положенный ходъ поршня, въ дюймахъ, и еще на число
двойныхъ ходовъ поршня, въ минуту; корень квадратный
изъ частнаго будетъ діаметръ насоса, въ дюймахъ, или

Правило 2-е. Раздѣли то же произведеніе на число
ходовъ поршня, да еще на квадратъ діаметра насоса и
частное будетъ искомая длина хода.

Примѣръ. Машина въ 30 лошадей, безъ расширенія,
ходъ поршня насоса долженъ быть 23 д., а число двой-
ныхъ ходовъ 22.

Діаметръ насоса $= \sqrt{\frac{1200 \times 30 \times 1,27}{22 \times 23}} = \sqrt{85,4} = 9,2$ д.
или наоборотъ:

$$\text{Длина хода} = \frac{1200 \times 30 \times 1,27}{22 \times (9,2)^2} = 23 \text{ д.}$$

О ВОЗДУШНОМЪ НАСОСѢ.

Число ходовъ поршней воздушнаго и пароваго всегда
дѣлается одинаково.

Объемъ воздушнаго насоса долженъ быть равенъ $\frac{2}{9}$
объема пароваго цилиндра.

Длина хода воздушнаго насоса произвольна, но обык-
новенно ее дѣлають въ половину противу хода парово-

ваго поршня. При этомъ діаметръ насоса равенъ $\frac{2}{3}$ діаметра цилиндра.

Діаметръ стержня воздушнаго насоса дѣлается равнымъ $\frac{1}{10}$ діаметра его поршня.

Правило. Умножь объемъ пароваго цилиндра на 0,22 и произведеніе раздѣли на заданную длину хода воздушнаго поршня, частное будетъ площадь насоса.

Примѣръ. Діаметръ пароваго цилиндра 28 д., длина хода 40 д. Найти діаметръ насоса при ходѣ его въ 20 д.?

Площадь пароваго цилиндра = 615,7 кв. д.

Объемъ его $615,7 \times 40$ = 24628 куб. д.

Площадь насоса = $\frac{24628 \times 0,22}{20} = 270$ кв. д.

Слѣдовательно, діаметръ почти 18,6 д.

Замѣчаніе. Въ машинахъ Вольфа объемъ воздушнаго насоса долженъ быть равенъ $\frac{2}{3}$ той части малаго цилиндра, которая наполняется паромъ до отсѣчки.

О КОНДЕНСАТОРѢ ИЛИ ХОЛОДИЛЬНИКѢ.

Форма конденсатора произвольная, но объемъ его долженъ быть равенъ объему воздушнаго насоса.

Площадь *подножного* и *опоражнивающего* клапановъ обыкновенно дѣлается въ $\frac{1}{4}$ площади воздушнаго насоса.

Подножнымъ клапаномъ называется клапанъ, пропускающій воду изъ конденсатора въ воздушный насосъ а *опоражнивающимъ*—клапанъ, пропускающій воду изъ воздушнаго насоса въ ящикъ.

Мѣсто для продувала произвольное, діаметръ его $\frac{1}{10}$ діаметра цилиндра.

Мѣсто для вспрыскивающего крана—съ боку конденсатора, ближе въ верхней части его.

Діаметръ вспрыскивающей трубы $\frac{1}{12}$ діаметра цилиндра.

О ПИТАТЕЛЬНОМЪ НАСОСѢ.

Въ минуту потребно на каждую паровую лошадь 35 куб. д. воды, но на случай неисправности надобно устранивать насосъ такъ, чтобъ онъ давалъ по крайней мѣрѣ втрое болѣе чѣмъ нужно.

Правило. Умножь 120 на число лошадей машины и раздѣли произведеніе на число двойныхъ ходовъ насоса, да еще на заданную длину хода его въ дюймахъ: частное будетъ площадь питательнаго поршня.

Примѣръ. Машина въ 10 силъ, насосъ приводится эксцентрикомъ отъ вала маховика, дѣлающаго 60 оборотовъ въ минуту. Ходъ насоса предположенъ 5 д.

$$\text{Площадь поршня} = \frac{120 \times 10}{60 \times 5} = 4 \text{ кв. д.}$$

Слѣдовательно, діаметръ почти $2\frac{1}{4}$ д.

Замѣчаніе. Въ машинахъ съ расширеніемъ не стоитъ уменьшать размѣры насосовъ, ибо вообще запасъ воды никогда не мѣшаетъ и даже очень нуженъ для скорого наполненія паровика послѣ продуванія его, или для вознагражденія того времени, пока насосъ не качалъ по какому нибудь случаю.

ИНЖЕКТОРЪ ЖИФФАРА.

Онъ можетъ сосать воду изъ резервуара не болѣе какъ на высоту 5 футовъ.

Количество воды, доставляемое инжекторомъ, зависитъ отъ давленія пара и отъ діаметра *горлышка*, черезъ которое вгоняется вода паромъ.

Правило 1. Раздѣли число куб. фут. воды, требующееся въ часъ, на корень квадратный изъ давленія пара въ атмосферахъ. Корень квадратный изъ полученнаго частнаго, умноженный на 0,0395, будетъ діаметръ горлышка въ дюймахъ.

Примѣръ. Давленіе 4 атмосферы. Воды требуется 9 куб. футовъ въ часъ. Найти діаметръ горлышка.

$$\text{Діаметръ будетъ} = \sqrt{\frac{9}{4}} = 2,12; 2,12 \times 0,0395 = 0,0837 \text{ д.}$$

Правило 2. Умножь квадратъ діаметра горлышка на корень квадратный изъ давленія пара въ атмосферахъ и еще на число 641. Произведеніе будетъ количество куб. фут. воды въ часъ. При данныхъ предыдущаго примѣра получимъ.

$$641 \times (0,0837)^2 \times \sqrt{4} = 8,98 \text{ куб. фут.}$$

О МАХОВОМЪ КОЛЕСѢ.

Маховое колесо уравниваетъ неравномѣрность движенія машины, происходящую вслѣдствіе связи ея частей и въ случаяхъ когда работа двигателя или сопротивленій измѣняется періодически въ большихъ предѣлахъ. Оно помѣщается возможно ближе къ части, обусловливающей неравномѣрность движенія, и потому въ паровыхъ машинахъ насаживается на валу мотыля, въ молотахъ съ приводомъ на кулачномъ валу и т. д. Равномѣрность движенія машины обусловливается вліяніемъ всѣхъ ея круговращающихся частей, потому что части попеременно движущіяся (поршень, поршневая головка, шатунъ и мотыль) дѣйствуютъ то въ пользу двигателя, то въ пользу сопротивленій и слѣдовательно, равномѣрность движенія машины тѣмъ будетъ выше, чѣмъ меньше вліяніе этихъ частей и всего выгоднѣе, когда оно будетъ нуль, т. е. когда машина состоитъ изъ однихъ только круговращающихся частей; такія машины сверхъ того, что не производятъ ударовъ, сотрясеній и проч., если только части ихъ хорошо центрированы, наиболѣе долговѣчны.

Правило 1. Умножь вѣсъ обода маховика въ фунтахъ на квадратъ скорости на окружности обода въ секунду въ футахъ и на число 0,0155, произведеііе представитъ работу маховика въ фунто-футахъ.

Правило 2. Раздѣли число лошадиныхъ силъ машины на квадратъ скорости на окружности обода въ секунду въ футахъ и на число оборотовъ маховика въ минуту, частное умножь на число К, помѣщенное въ нижеслѣдующей таблицѣ (для различнаго рода машинъ), произведеііе даетъ вѣсъ обода въ фунтахъ.

СИСТЕМА МАШИНЪ.	Для машинъ, не требующихъ большой равномерности движенія.	Для машинъ, требующихъ средней равномерности движенія.	Для машинъ, требующихъ наибольшей равномерности движенія.
Для машинъ съ коромысломъ, безъ расширенія, когда шатунъ длиннѣе кривошипа:			
въ 6 разъ . . .	3434125	4807775	6868250
„ 5 „ . . .	3631125	5083575	7262250
„ 4 „ . . .	3828100	5359340	7656200
Для машины безъ коромысла и расширенія, когда шатунъ длиннѣе кривошипа въ 5 разъ	3677075	5149705	7354150

СИСТЕМА МАШИНЪ.	Для машинъ, не требующихъ большой равномерности движенія.	Для машинъ, требующихъ средней равномерности движенія.	Для машинъ, требующихъ наиболее равномерную движенія.
Для машинъ безъ холодильника, когда шатуны длиннѣе кривошипа въ 5 разъ и съ отсѣчкою на $\frac{1}{3}$ хода.	5361975	7506785	10723950
„ „ „ $\frac{1}{2}$ „	6100000	8540000	12200000
Для машинъ съ холодильникомъ и отсѣчкою на $\frac{1}{3}$ хода	4727675	6618745	9455350

Примѣръ. Машина безъ расширенія въ 18 силъ дѣлаетъ 30 о́ротовъ въ минуту. Діаметръ маховика предположенъ 13 фут. Требуется вычислить вѣсъ обода?

$$\text{Окружность} = 13 \times 3,14 = 40,82 \text{ фут.}$$

$$\text{Скорость въ секунду} = \frac{40,82 \times 30}{60} = 20,41 \text{ фут.}$$

$$\text{Вѣсъ обода} = \frac{5147905 \times 18}{20,41^2 \times 30} = 7415 \text{ фун.}$$

Замѣчаніе. Діаметръ маховиковъ въ паровыхъ машинахъ обыкновенно дѣлается отъ 3 до 5 ходовъ поршня; скорость на окружности придается между 20—30 фут.

въ секунду. При прокатныхъ валкахъ и молотахъ скорость эту часто увеличиваютъ до 90 футовъ.

Но вѣсъ куб. фута чугуна = 12,6 пуда, слѣдовательно, объемъ обода будетъ $= \frac{7415}{40 \times 12,6} = 14,7$ куб. фут.

Поперечное сѣченіе его $= \frac{\text{объему}}{\text{окружность}} = \frac{14,7}{40,82} = 0,36$ кв. ф. или 51,8 кв. д.

Если ободъ предположено сдѣлать круглый, діаметръ его будетъ $8\frac{1}{8}$ д.

Если ободъ долженъ быть прямоугольный, то обыкновенно ширина его дѣлается вдвое противу толщины, слѣдовательно:

Толщина будетъ $= \sqrt{\frac{51,8}{2}} = \sqrt{25,9} = 5$ д., а ширина $= 2 \times 5 = 10$ д.

Найти центробѣжную силу маховика.

Правило. Умножь 0,6136 на діаметръ маховика въ футахъ, да еще на вѣсъ его въ пудахъ, и произведеніе раздѣли на квадратъ времени, въ секундахъ, въ продолженіе котораго совершается одинъ оборотъ.

Примѣръ. Найти центробѣжную силу маховика въ 15 фут. діаметромъ, дѣлающаго 40 оборотомъ въ минуту и вѣсящаго 185 пудовъ.

Время одного оборота $= \frac{60}{40} = 1,5$ секунды.

Центробѣжная сила $= \frac{0,6136 \times 15 \times 185}{(1,5)^2} = 757$ пуд.

Замѣчаніе. Центробѣжная сила маховика есть та сила, съ которою онъ стремится разорваться; ее необходимо принимать въ расчетъ при такихъ механизмахъ, гдѣ маховики бываютъ очень тяжелы и имѣютъ очень большую скорость по окружности, напримѣръ, въ прокатныхъ валкахъ.

Скорости, которыя допускаются на средней окружности обода маховаго колеса, слѣдующія:

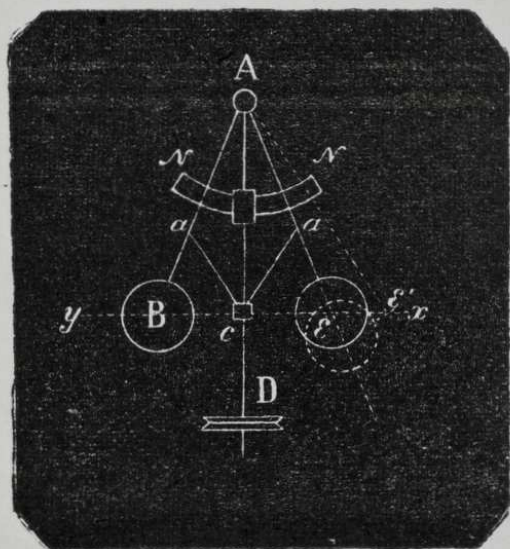
При медленно ходящихъ машинъ. отъ 15 до 30 ф. въ сек.

При средней скорости машинъ „ 40 „ 50 „ „ „
и наибольшія, что имѣетъ мѣсто при
маховыхъ колесахъ прокатныхъ машинъ до 100 „ „ „

О РЕГУЛЯТОРѢ.

Если стержень AD начать вертѣть съ опредѣленною скоростію, то шары B удалятся другъ отъ друга, вслѣдствіе центробѣжной силы, тоже на опредѣленное пространство и такимъ образомъ линіею AB будетъ описываться конусъ, основаніе котораго есть площадь круга съ радіусомъ равнымъ cB , высота же, линія Ac .

Въ механикѣ доказано, что высота эта не зависитъ отъ длины AB , но зависитъ отъ скорости, такъ что если стержень AB сдѣлать равнымъ AE и вращать регуля-



торъ съ тою же быстротою, то центры шаровъ будутъ находиться на той же горизонтальной линіи xu , но только примутъ положеніе AE' .

Назначеніе регулятора состоитъ въ томъ, чтобъ не давать машинѣ дѣлать большее число оборотовъ противъ предположеннаго; сообразно съ чѣмъ его располагають слѣдующимъ образомъ:

Когда машина движется съ опредѣленною, а слѣдовательно и наивыгоднѣйшею скоростію, то:

1) Стержни шаровъ лежать на дугѣ NN и составляютъ съ линіею AD уголъ равный 30° .

2) Центры шаровъ совпадаютъ съ горизонтальною плоскостію *xy*, соотвѣтствующею этой опредѣленной скорости машины и

3) Горловой клапанъ совершенно открытъ.

Очевидно, что при такомъ устройствѣ, едва скорость машины увеличится, какъ муфта с поднимается вверхъ, и, будучи соединена съ горловымъ клапаномъ, уменьшитъ притокъ пара.

И такъ намъ остается только умѣть опредѣлять величину AC при различныхъ числахъ оборотовъ регулятора.

1) Число оборотовъ регулятора дано, найти соотвѣтствующую тому величину AC.

Правило. Раздѣли 375 на двойное число оборотовъ регулятора въ минуту, и квадратъ частнаго будетъ искомая длина AC, въ дюймахъ.

Примѣръ. Пусть число оборотовъ регулятора равно 38.

$$38 \times 2 = 76 \text{ и } \frac{375}{76} = 4,93.$$

$$(4,93)^2 = 24,3049 \text{ дюймовъ для AC.}$$

2) Величина AC дана, найти соотвѣтствующее ей число оборотовъ регулятора.

Правило. Раздѣли 375 на корень квадратный изъ величины AC, и половина частнаго будетъ искомое число оборотовъ.

Примѣръ. Взявъ данныя прошедшаго примѣра, получимъ:

$$\frac{375}{\sqrt{24}} = 76 : 2 = 38 \text{ оборотамъ.}$$

Что касается до остальныхъ размѣровъ, то рычаги *ас* прикрѣпляются на $\frac{1}{3}$ длины АВ и длиною дѣлаются отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{3}$ АВ.

Наконецъ вѣсъ шаровъ долженъ быть достаточенъ для преодоленія тренія въ системѣ рычаговъ, соединяющихъ горловой клапанъ съ муфтою *с*, обыкновенно онъ дѣлается отъ 30 до 80 фунтовъ.

ЛОКОМОБИЛИ.

Локомобилями называются машины, у которыхъ паровой котель и паровая машина со вѣмъ механизмомъ соединены въ одно цѣлое; они преимущественно употребляются при полевыхъ (сельскихъ) работахъ и въ небольшихъ мастерскихъ.

Употребляемые при полевыхъ работахъ локомобили устраниваются на колесахъ, чтобы ихъ легко можно было перевозить съ одного мѣста на другое.

При проектированіи локомобилей должно имѣть въ виду слѣдующія условія:

- а) *Небольшой вѣсъ.* Отъ 20 до 25 пуд. на 1 пар. лош.
- б) *Простота механизма.* Части механизма должны быть сведены на самыя необходимыя для его дѣйствія; управленіе локомобилемъ должно быть легко и починки его—доступны простому слесарю.
- в) *Легкость ухода.* Части локомобиля должны быть доступны для осмотра и очистки.
- г) *Удобоприложимость ко всякаго рода работамъ.*
- е) *Безопасность для самого локомобиля и окружающей мѣстности.* По этому матеріаль долженъ быть наи-

лучшихъ качествъ, отдѣлка тщательная и испытаніе строгое.

Упругость пара въ котлахъ бываетъ отъ 3 до 6 атм.

Поверхность нагрѣва не менѣе 17 кв. фут. на 1 пар. лош.

Прогарныя трубы бываютъ латунныя и желѣзныя діаметромъ отъ 2 до 3 дюймовъ.

Топочная коробка для дешевизны дѣлается изъ котельнаго желѣза.

На одномъ кв. футѣ рѣшетки сгораютъ отъ 16 до 25 фунт. въ часъ кам. угля.

Дымовая труба дѣлается отъ 10 до 14 фут. высотой.

Цилиндры располагаются надъ топкою, или на котлѣ, у дымовой трубы; ихъ бываетъ одинъ или два въ зависимости отъ силы машины.

Валь дѣлается отъ 70 до 180 оборотовъ въ минуту.

Распредѣленіе пара—обыкновенный золотникъ у небольшихъ локомотивовъ, съ расширеніемъ въ болѣе сильныхъ локомотивахъ и помощью кулисы Стифенсона—гдѣ требуется быстрый оборотъ хода машины.

Локомотивы устанавливаются на телѣжные ходы съ 4 колесами, причемъ топка обращена къ заднимъ колесамъ, чтобы, въ случаѣ спѣшной работы, можно было растопку произвести на дорогѣ. Оси дѣлаются постоянныя; передняя пара колесъ менѣе заднихъ и ставится обыкновенно на шкворни.

Для локомотивовъ отъ 100 до 180 пуд., ходъ можетъ быть слѣдующихъ размѣровъ:

Длина шейки оси 12 дюйм.

Діаметры большихъ колесъ отъ 4 до 5¹/₂ фут.

„ малыхъ „ „ 2¹/₄ „ 3 „

Ширина шины 4³/₄ дюйм.

Разстояніе между осями 9 фут.

„ „ колесами 5 „

Расходъ воды въ часъ на пар. лош. принимаютъ=1,3 куб. фут., или 3 ведра.

Расходъ каменнаго угля въ часъ на пар. лошади:

около $7\frac{1}{2}$ фунтовъ при машинахъ въ 15 лош. силъ

„ 10 „ „ „ отъ 3 до 6 лош. силъ

и „ $14\frac{1}{2}$ „ „ „ въ $1\frac{1}{2}$ лош. силы.

ВОЗДУШНЫЯ МАШИНЫ.

Воздушныя машины принадлежатъ къ числу такъ называемыхъ замкнутыхъ машинъ, т. е. извѣстный объемъ воздуха, замкнутый въ ней, попеременно нагревается и охлаждается и вслѣдствіе своего расширенія даетъ рабочую силу.

Въ машинахъ Лемана рабочій поршень не находится въ прямомъ прикосновеніи съ воздухомъ, нагреваемымъ отъ 600° до 700° Цельсія, но двигается въ охлажденной части цилиндра (30° — 50°) съ обыкновенною кожанною набивкою.

Эти машины работаютъ безъ шума, уходъ за ними легкій, онѣ совершенно безопасны; горючаго матеріала, если это есть газовый коксъ, расходуютъ въ продолженіе десяти часовъ работы около 10 пуд. на каждую лошадиную силу.

Таблица, показывающая работу и размеры патентованной воздушной машины Лемана.

Число лошадиных силъ.	$\frac{1}{13}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	3	4
Диаметръ рабочаго поршня въ дюйм.	$2\frac{3}{8}$	10	13	$14\frac{5}{8}$	18	$20\frac{5}{8}$	$21\frac{5}{8}$	$26\frac{3}{4}$
Ходъ поршня въ дюйм. .	$3\frac{1}{8}$	$5\frac{1}{8}$	7	7	7	$8\frac{5}{8}$	$9\frac{5}{8}$	$9\frac{1}{4}$
Число оборотовъ въ минуту	120	100	100	90	90	90	80	60
Среднее давленіе на поршень	29	фунт овъ	на	к в.	дюйм ъ.			
Диаметръ приводнаго шкива въ дюймахъ	$9\frac{1}{4}$	$12\frac{3}{8}$	$18\frac{1}{2}$	$21\frac{5}{8}$	$24\frac{3}{4}$	31	37	$49\frac{1}{2}$
Вѣсъ машины въ фунт.	500	1500	2500	4000	6000	7200	7700	9600
Длина машины въ дюйм.	63	$94\frac{1}{2}$	128	136	150	172	184	236
Ширина " "	18	34	43	46	52	55	55	65
Высота " "	33	48	60	60	69	70	70	86

Расходъ газа отъ 25 до 35 куб. футовъ въ часъ на одну лош. силу.

О ВѢСѢ ВОДЫ.

Одинъ куб. футъ воды вѣситъ . .	69,29	фунта.
Одинъ куб. дюймъ воды вѣситъ . .	0,040099	„
Столбъ воды въ 12 дюйм. выши- ною, съ основаніемъ, равнымъ одному квадратному дюйму вѣ- ситъ	0,4811	„
Цилиндръ, имѣющій діаметръ и дли- ну равныя футу, вѣситъ	54,434	„
Цилиндръ, имѣющій діаметръ и вы- шину равныя одному дюйм., вѣ- ситъ	0,031507	„
Колонна воды въ 12 дюйм. выши- ною и съ діаметромъ въ 1 дюймъ, вѣситъ	0,378	„

Имѣя эти данныя легко высчитывать вѣсъ воды въ различныхъ сосудахъ.

Примѣръ. Спрашивается, сколько вѣса составляетъ вода въ трубкѣ, длина которой равна 20 футамъ, а діаметръ 11 дюймамъ.

$$11^2 \times 20 \times 0,378 = 914,76 \text{ фунтовъ.}$$

О НАСОСАХЪ.

Насосы бываютъ одновочнаго и двойнаго дѣйствія, смотря потому, доставляютъ-ли они воду на одномъ изъ ходовъ только, или на всемъ размахѣ поршня.

Насосы одиночнаго дѣйствія дѣлятся на всасывающіе и нагнетальныя; въ насосахъ всасывающихъ вода переходитъ въ подъемную трубу чрезъ клапанъ поршня; въ

нагнетательныхъ же поршень не имѣеть клапана и вода гонится въ подъемную трубу чрезъ отверстіе, имѣющее въ стаканѣ насоса.

Скорость поршня. Опытъ доказалъ, что наивыгоднѣйшая скорость для поршней насосовъ должна быть отъ 0,7 до 2 фут. въ секунду.

Величина хода. Чѣмъ она короче, тѣмъ больше потери. При ручныхъ насосахъ ее обыкновенно дѣлаютъ отъ 7 до 14 дюйм., въ прочихъ насосахъ величина хода должна быть, по крайней мѣрѣ, въ 4 раза болѣе діаметра.

КОЛИЧЕСТВО ДОСТАВЛЯЕМОЙ ВОДЫ.

Въ слѣдствіе просасыванія черезъ поршень и клапаны, всѣ насосы доставляютъ дѣйствительно менѣе воды, чѣмъ объемъ, описываемый ихъ поршнемъ, а именно:

въ очень исправномъ состояніи 0,90.

въ хорошемъ 0,85.

въ посредственномъ 0,80.

Примѣръ. Діаметръ насоса 4,75 д., скорость его поршня въ секунду 12 д., состояніе посредственное. Много ли насосъ доставитъ воды?

$$\text{Площадь поршня} = \frac{(4,75)^2 \times 3,14}{4} = 17,72 \text{ кв. д.}$$

Объемъ, описываемый поршнемъ $17,72 \times 12 = 212,6$ куб. д.

Количество воды:

1) Если насосъ двойнаго дѣйствія $0,8 \times 212,6 = 170$ куб. д.

2) Если насосъ простаго дѣйствія $\frac{170}{2} = 85$ куб. д.

Замѣчаніе. Большею частію насосы дѣлаются простаго дѣйствія, то есть такіе, которые доставляютъ воду, въ продолженіе одного маха поршня и всасываютъ ее въ продолженіе другаго.

ДІАМЕТРЪ НАСОСА ПРОСТАГО ДѢЙСТВІЯ.

СОСТОЯНІЕ.	Коеффи- ціенты.
Очень хорошее	2,22
Хорошее	2,36
Средственное.	2,50

Правило. Умножь количество требуемой въ секунду воды на одно изъ чиселъ таблицы и раздѣли на скорость поршня въ секунду. Частное будетъ площадь насоса.

Примѣръ. Какъ великъ долженъ быть діаметръ посредственнаго насоса, при скорости поршня въ 12 д., для доставленія 85 куб. д. воды въ секунду?

$$\text{Площадь насоса} = \frac{2,50 \times 85}{12} = 17,7 \text{ кв. д.}$$

Слѣдовательно діаметръ = $4\frac{3}{4}$ д.

Замѣчаніе. Для насоса двойнаго дѣйствія, въ предыдущемъ примѣрѣ, площадь поршня должна быть:

$$\frac{17,7}{2} = 8,85 \text{ кв. д. Діаметръ почти } 3\frac{3}{8} \text{ д.}$$

Величина клапановъ. Клапаны въ насосахъ должны имѣть площадь, равную половинѣ площади поршня и не менѣе $\frac{1}{4}$.

Діаметръ трубъ. Его не слѣдуетъ дѣлать менѣе $\frac{2}{3}$ діаметра самого насоса.

Положеніе насоса надъ нижнимъ горизонтомъ. Чтобы насосъ хорошо бралъ воду, его всасывающій клапанъ не долженъ быть выше нижняго горизонта болѣе чѣмъ на 23 фута.

Если при этой высотѣ насосъ не беретъ воды, или беретъ худо—значить, что въ стѣнкахъ всасывающей трубы гдѣ нибудь проходитъ воздухъ, или что *вредное пространство* въ насосѣ велико и тогда его необходимо уменьшить.

Замѣчаніе. Вреднымъ пространствомъ называется вся полость насоса, когда поршень его въ нижнемъ положеніи.

СИЛА ПОТРЕБНАЯ ДЛЯ ДВИЖЕНІЯ НАСОСА.

Правило. Умножь количество воды, потребное въ секунду на число 0,165 (если количество воды дано въ куб. футахъ) или на число 0,0000955 (если оно дано въ куб. д.) и еще на высоту подъема въ футахъ. Произведеніе будетъ потребное число паровыхъ лошадей для движущей машины.

Примѣръ. Найти силу машины для доставленія, на высоту 100 футовъ, 36000 куб. фут. воды въ продолженіе 10 часовъ.

Надобно доставлять въ часъ $\frac{36000}{10} = 3600$ куб. фут.
въ секунду $\frac{3600}{60 \times 60} = 1$ куб. ф. = 1728 куб. д.

Сила машины $= 1 \times 0,165 \times 100 = 16,5$ лош. или
 $= 1728 \times 0,0000955 \times 100 = 16,5$ лош.

Замѣчаніе 1. Этотъ расчетъ вѣренъ только при незначительной длинѣ водопроводныхъ трубъ, напримѣръ въ 3, въ 4, или въ 5 разъ болѣе высоты подъема. Въ тѣхъ же случаяхъ, гдѣ надобно проводить воду на нѣсколько верстъ или десятковъ верстъ, *добавочная величина напора* опредѣляется по правиламъ, изложеннымъ въ статьѣ о снабженіи городовъ водою.

Замѣчаніе 2. Если водокачальная машина имѣетъ конструкцію обыкновенной фабричной, то для уравнинія сопротивленія, надобно дѣлать или два насоса попеременно дѣйствующие, или одинъ насосъ, но тогда двойнаго дѣйствія.

Вообще при подъемъ воды изъ рѣкъ, колодезей и шахтъ, помощію насосовъ съ обыкновеннымъ приводомъ, въ одну секунду времени, на одинъ футъ высоты, могутъ доставить.

Человѣкъ	0,375	} куб. футовъ воды.
Упряжная лошадь . .	3,20	
Паровая лошадь . .	6,00	

Примѣръ 1. Шахта глубиною 50 саж. = 350 ф. притокъ воды 20 фут. въ минуту. Найти силу машины?

$$\text{Притокъ въ секунду} = \frac{20}{60} = 0,33 \text{ куб. фут.}$$

Но на одинъ футъ паровая лошадь можетъ поднять 6 куб. ф., слѣдовательно для подъема 0,33 куб. ф. на 350 футовъ высоты, потребуется:

$$\frac{0,33}{6} \times 350 = 19,25 \text{ лошадей.}$$

Примѣръ 2. Изъ колодца въ 6 сажень глубиною много ли можетъ накачать человѣкъ въ часъ времени?

Если на 1 футъ глубины человѣкъ можетъ поднять 0,375 куб. фут., то съ глубины 6 саж. = 42 ф. онъ подниметъ.

$$\frac{0,375}{42} = 0,009 \text{ куб. фут. въ секунду, слѣдовательно въ часъ: } 60 \times 60 \times 0,009 = 32,4 \text{ куб. фут.}$$

Примѣръ 3. Сколько времени должна работать упряжная лошадь на воротѣ, чтобъ достать изъ колодца, глубиною въ 15 саж. = 105 фут., 300 куб. фут. воды.

Въ одну секунду съ глубины 105 фут. лошадь доставитъ $\frac{3,20}{105} = 0,03$ куб. фут., слѣдовательно для подъема 300 куб. футовъ потребно:

$$\frac{300}{0,03} = 10000 \text{ секундъ или}$$

$$\frac{10000}{60 \times 60} = 2 \text{ часа } 47 \text{ минутъ.}$$

Если количество воды задано въ ведрахъ, то:

$$\text{Ведро} \times 0,433 = \text{куб. футу.}$$

$$\text{Куб. ф.} \times 2,310 = \text{ведру.}$$

ПОТРЕБНОСТЬ ВЪ ВОДѢ.

На человѣка	0,7	} куб ф. въ сутки.
На лошадь	2,6	
Для 4-хъ колеснаго экипажа	2,5	
Для машины высокаго давленія	1,1	} въ часть на ло- шадь.
Для машины низкаго давленія	40,0	
Для машины съ охлажд. и расшир.	25,0	
Для каждой □ саж. сада . . . куб. ф.	0,25	въ сутки.
На одну особу въ банѣ " "	10,00	
Въ пивоварнѣ на ведро пива . . . " "	1,65	
Для орошенія улицъ на □ саж. " "	0,17	въ сутки.

О РУДНИЧНЫХЪ ПАРОВЫХЪ ВОДОПОДЪЕМНЫХЪ МАШИНАХЪ ПРОСТАГО ДѢЙСТВІЯ.

Правило. Умножь квадратъ діаметра насоса, въ дюймахъ, на высоту шахты, въ футахъ, да еще на число 0,75; произведеніе раздѣли на давленіе пара въ фунтахъ на кв. д. сверхъ атмосферы и частное будетъ площадь пароваго цилиндра въ кв. дюйм.

Примѣръ. Діаметръ насоса равенъ 12 д., глубина шахты 400 фут., давленіе пара 40 фун., машина высокаго давленія. Найти діаметръ цилиндра?

$$\text{Площадь} = \frac{(12)^2 \times 400 \times 0,75}{40} = 1080 \text{ кв. д.}$$

Слѣдовательно діаметръ = $37\frac{1}{8}$ д.

Замѣчаніе. Если машина съ охлажденіемъ, то къ числу фунтовъ, показываемыхъ манометромъ, надобно прибавлять 12 и произведеніе дѣлить на эту сумму.

При данныхъ предыдущаго примѣра, еслибъ машина предполагалась низкаго давленія и паръ въ котлѣ 5 фунт. сверхъ атмосферы, площадь цилиндра будетъ = $\frac{(12)^2 \times 400 \times 0,75}{5 + 12} = 2541$; слѣдоват. діаметръ $56\frac{7}{8}$ д.

Длина хода въ водоотливныхъ машинахъ дѣлается отъ 6 до 10 футовъ.

Высота ставовъ для каждаго насоса отъ 150 до 200 футовъ.

О ГИДРАВЛИЧЕСКОМЪ ПРЕССѢ.

Гидравлическій прессъ состоитъ изъ небольшого нагнетательнаго насоса, помощью котораго вода по узкой трубѣ вгоняется въ большой цилиндръ, поршнемъ (пистономъ) котораго производится требуемое давленіе. Давленіе, производимое малымъ поршнемъ на воду, передается вполнѣ массою воды на поршень большаго цилиндра, такъ что равныя части поверхностей обоихъ цилиндровъ претерпѣваютъ одинаковыя давленія. *Слѣд. давленія на поршни относятся между собою, какъ ихъ площади или какъ квадраты ихъ діаметровъ.*

Ручные насосы дѣлаются обыкновенно съ неравноплечими рычагами.

Правило. Умножь квадратъ пистона гидравлическаго пресса, въ дюймахъ, на отношеніе плечей рукояти насоса и еще на дѣйствующую силу; произведеніе раздѣли на квадратъ діаметра скалки давящаго насоса и частное будетъ искомое давленіе.

Примѣръ. Напряженіе дѣйствующей силы равно 50 фунт., діаметръ пистона 7 д., діаметръ скалки давящаго насоса $\frac{7}{8}$ д. (0.875 д.) и длина плечей рычага относится между собою какъ 6 къ 1. Найти давленіе, оказываемое прессомъ.

$$\frac{7^2 \times 50 \times 6}{(0,875)^2} = 19200 \text{ фунтовъ.}$$

Найти толщину стѣнъ гидравлическаго пресси.

Правило. Умножь давленіе, оказываемое прессомъ на квадратный дюймъ, на діаметръ цилиндра въ дюймахъ и раздѣли произведеніе на 32000. Частное будетъ толщина стѣнъ въ дюймахъ.

Примѣръ. Діаметръ пистона = 20 д. Діаметръ цилиндра = 22 д. Подымаемый прессомъ грузъ 2832840 ф.

Площадь пистона = 314,16 кв. д.

Давленіе на кв. д. = $\frac{2832840}{314,16} = 9017$ фунт.

Толщина стѣнъ = $\frac{9017 \times 22}{32000} = 6,2$ д.

О ПОЖАРНЫХЪ МАШИНАХЪ.

ОБЪЯСНЕНІЕ.	Большая.	Средняя.	Малая.
Число людей	22	14	8
Высота струи саж.	14	12	8
Количество воды въ секун. куб. ф.	0,30	0,22	0,18
Діаметръ цилиндровъ . . . дюйм.	$7\frac{5}{8}$	$6\frac{5}{8}$	6
Скорость воды въ окончеч. фут.	92	83	75
Діаметръ наконечника . . дюйм.	$7\frac{7}{8}$	$3\frac{3}{4}$	$5\frac{5}{8}$
Площадь поршня на чел. кв. д.	2,05	2,50	3,44

Цилиндровъ два простаго дѣйствія или одинъ двойнаго.

Длина хода поршней 12 д. для большаго сорта, $9\frac{1}{2}$ для малаго.

Отношеніе плечей качальныхъ рычаговъ какъ 1 къ 5. Скорость рукояти отъ 5 до 6 фут. Скорость поршней отъ 1 до 1,2 ф. въ секунду.

Давленіе въ воздушномъ колоколѣ отъ $3\frac{1}{4}$ до 4 атмосферъ.

Замѣчаніе. Люди, работающіе на пожарной машинѣ съ частою перемѣною развиваютъ весьма большое количество работы, а именно до 5 пудофутовъ въ секунду, слѣдовательно давятъ на рукоять съ силою 2-хъ пудовъ.

О ВОЗДУШНЫХЪ МАШИНАХЪ.

Правило 1. Умножь квадратъ діаметра цилиндра на скорость поршня въ секунду и на число 0,6. Произведеніе будетъ число куб. фут. воздуха, доставляемое машиною въ секунду.

Примѣръ. Сколько доставляетъ въ минуту машина, у которой діаметръ поршня равенъ $5\frac{1}{4}$ фут., ходъ 6 фут., а число оборотовъ 15 въ минуту.

$$\text{Скорость въ секунду} = \frac{15 \times 2 \times 6}{60} = 3 \text{ ф.}$$

Количество воздуха $= (5,25)^2 \times 3 \times 0,6 = 49,6$ куб. ф. въ секунду:

$$\text{Въ минуту } 49,6 \times 60 = 2976 \text{ куб. фут.}$$

Правило 2. Раздѣли требуемое количество воздуха въ секунду на скорость поршня, тоже въ секунду, да еще на число 0,6. Корень квадр. изъ частнаго будетъ діаметръ цилиндра въ футахъ.

Примѣръ. Найти діаметръ цилиндра, при скорости поршня въ 3 фут., для доставленія 2976 кубич. фут. въ минуту.

Въ секунду потребно $\frac{2976}{60} = 49,6$ куб. фут.

$$\frac{49,6}{3 \times 0,6} = 27,56; \sqrt{27,56} = 5,25 \text{ фут.}$$

Замѣчаніе. Если машину предположено сдѣлать съ 2 или 3-мя двудувными цилиндрами, надобно брать въ расчетъ только $\frac{1}{2}$ или $\frac{1}{3}$ требуемаго количества воздуха. При одnodувныхъ цилиндрахъ надобно брать въ расчетъ только половинную скорость поршня.

Скорость поршня.

Обыкновенно около 3 футовъ въ секунду, въ настоящее время ее увеличиваютъ до 5 и 6 футовъ, но при этомъ дѣлаютъ особеннаго рода клапаны, а именно:

1) Въ видѣ цилиндрическаго скользящаго клапана, безъ колецъ, просто приточеннаго, или

2) Въ видѣ резиновыхъ мячей, приспособленныхъ такъ, чтобы они запирали собою отверстія, расположенныя кольцеобразно на обоихъ концахъ цилиндра, въ днѣ и крышкѣ его.

Діаметръ мячей около 3 дюйм., діаметръ отверстій 2 дюйм., число ихъ въ одномъ кольцѣ отъ 30 до 50.

При давленіи воздуха около 3—6 фунтовъ на кв. д. поршень можетъ быть гладкій, то есть безъ всякой набойки, а просто вѣрно приточенный и отлитый для легкости, изъ чугуна, пустотѣлымъ.

Высота гладкаго поршня около $\frac{1}{5}$ діаметра цилиндра.

Величина хода поршня.

Она произвольна, чѣмъ больше тѣмъ лучше, обыкновенно ее дѣлають равною діаметру цилиндра.

Площадь клапановъ.

Для всасывающихъ клапановъ ее надобно брать $= \frac{1}{10}$ площади поршня, для падающихъ $= \frac{1}{20}$.

Новаго устройства клапаны дѣлаются въ $\frac{1}{20}$ площади цилиндра.

Площадь воздухопроводной трубы.

При холодномъ дутьѣ она должна быть $= \frac{1}{20}$ площади поршня, при горячемъ болѣе, въ пропорціи какъ 1 : къ $1 + 0,0046 \times$ на температуру.

Напримѣръ, при дутьѣ, нагрѣтомъ до 160° R.. площадь трубы должна быть въ $1 + 0,0046 \times 160 = 1,736$ болѣе чѣмъ при холодномъ, ибо во столько же увеличивается и объёмъ проходящаго по трубѣ воздуха.

Скорость воздуха въ соплахъ.

Для опредѣленія ее служить слѣдующая формула: скорость въ секунду $= 227 \sqrt{h (1 + 0,0046 t)}$; h означаетъ давленіе воздуха по ртутному духомѣру въ дюймахъ, t температуру воздуха по Реомюру.

Примѣръ. Манометръ показываетъ 4 дюйм., температура воздуха 240° , опредѣлить скорость въ соплахъ?

$$227 \sqrt{4(1 + 0,0046 \times 240)} = 676 \text{ фут.}$$

Площадь сопелъ.

Правило. Умножь объемъ воздуха, проходящій въ секунду на 1,2 и произведение раздѣли на скорость въ соплѣ, частное будетъ площадь сопла.

Примѣръ. Машина вдуваетъ 20 куб. фут. въ секунду, которые поступаютъ въ печь нагрѣтые до 240°. Найти діаметръ сопла при давленіи 4 дюйм. по ртутному духомѣру.

Объемъ нагрѣтаго возд. будетъ $20(1 + 0,0046 \times 240) = 42$ куб. фут.

Скорость въ соплѣ изъ предъидущаго примѣра = 676.

Площадь сопла: $\frac{42}{676} = 0,0621$ кв. ф. = 9 кв. дюйм.

Чему соотвѣтствуетъ по таблицѣ діам. = почти $3\frac{3}{8}$ д.

Замѣчаніе. При значительномъ давленіи воздуха сопла бывають рѣдко болѣе 2 дюйм. въ діаметрѣ, и тогда, если по разсчету получится площадь сверхъ 3 кв. дюйм., то надобно дѣлать 2, 3 или болѣе сопелъ.

Регуляторъ.

Сухой регуляторъ есть самый практичный. Чѣмъ больше его объемъ, тѣмъ лучше, но онъ не долженъ быть менѣе:

Для одного однодувнаго цилиндра . . . 20	} объемовъ цилиндра.
Для одного двудувнаго цилиндра . . . 10	
Для двухъ двудувныхъ цилиндровъ . . . 5	

Два однодувныхъ цилиндра равносильны одному двудувному одинаковаго съ ними діаметра.

Давленіе по ртут- ному ду- хомѣру въ дюймахъ.	Скорость воздуха въ соплахъ при градусахъ по Реомюру, въ футахъ.				Доставляемое одною паровою лошадейю коли- чество воздуха въ куб. фут. въ секунду.
	0°	80°	160°	240°	
0,4	145	171	198	247	11,472
0,8	207	247	273	300	5,736
1,2	250	293	330	366	3,824
1,6	287	333	379	419	2,868
2,0	323	372	425	468	2,330
2,4	349	405	465	511	1,941
2,8	379	438	501	551	1,659
3,2	402	465	531	587	1,482
3,6	429	491	564	623	1,270
4,0	445	514	587	650	1,165
4,4	462	537	610	668	1,060
4,8	481	561	636	699	0,988
5,2	498	584	660	722	0,917
5,6	514	600	679	745	0,847
6,0	531	617	696	768	0,766
6,4	548	633	716	788	0,741
6,8	554	650	732	808	0,706
7,2	567	663	749	828	0,670
7,6	577	676	762	848	0,635
8,0	587	689	775	867	0,600

СИЛА ПОТРЕБНАЯ ДЛЯ ДВИЖЕНІЯ ВОЗДУХОДУВ- НОЙ МАШИНЫ.

Правило. Потребное количество воздуха, въ секунду въ куб. фут., раздѣли на число послѣдняго столбца таблицы, соотвѣтствующее заданному давленію, и частное будетъ потребное число лошадей.

Примѣръ. Для домны потребно 3000 куб. фут. въ минуту, при давленіи 3,2 дюйм. Какъ велика должна быть сила машины?

Въ секунду потребно $\frac{3000}{60} = 50$ куб. фут.

Сила машины $\frac{50}{1,482} =$ почти 33,7 лошади.

Замѣчаніе. Для давленій воздуха, непоказанныхъ въ таблицѣ, можно рѣшить по приближенію, помощію простой пропорціи; напримѣръ, для давленія въ $3\frac{1}{2}$ дюйм. по духомѣру, сила машины будетъ

$$3,2 : 33,7 = 3,5 : x; x = 36 \text{ лошадямъ.}$$

ПРАКТИЧЕСКІЯ ДАННЫЯ О ПОТРЕБНОМЪ КОЛИЧЕСТВѢ ВОЗДУХА И ЕГО ДАВЛЕНІИ.

По Карстену давленіе воздуха должно быть въ доменныхъ печахъ:

Для угля изъ легкаго дерева	отъ 1 до $1\frac{1}{2}$	} дюймовъ ртути по духомѣ- ру.
„ „ „ тяжелаго „ „	$1\frac{1}{2} — 2\frac{1}{2}$	
„ легкаго загорающагося кокса	3 — 5	
„ плотнаго кокса и антрацита	5 — 8	

Для кузнечнаго горна нужно 150 куб. фут. въ минуту при давленіи отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{4}$ фунта на кв. д. $= \frac{1}{4} — \frac{1}{2}$ дюйм. ртутнаго духомѣра.

Для вагранки нужно отъ 14 до 18 куб. фут. воздуха въ секунду, при давленіи въ $\frac{1}{2}$ дюйм. по ртутному духомѣру.

Для домны, дѣйствующей коксомъ, нужно не менѣе 2200 куб. фут. въ минуту.

Для доменъ, дѣйствующихъ древеснымъ углемъ, потребно:

при высотѣ въ 46 фут.		2200	} куб. фут. въ мину- ту.
„ „ „ 36 „		1500	
„ „ „ 30 „		1000	
„ „ „ 25 „		700	

Надобно 10 кв. фут. поверхности аппарата для нагрѣванія $3\frac{1}{2}$ куб. фут. воздуха въ одну минуту до 240° R.

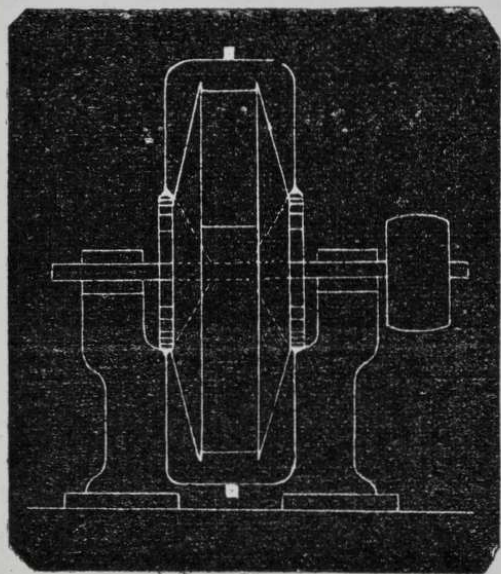
Скорость воздуха въ трубахъ не должна превосходить 33 фут.

Замѣчаніе. На всѣ предыдущія данныя надобно смотрѣть однакоже какъ на цифры только приблизительныя, которыя легко измѣняются отъ побочныхъ обстоятельствъ.

О ВЕНТИЛЯТОРѢ.

Въ настоящее время лучшимъ вентиляторомъ въ Англіи признанъ вентиляторъ Ллойда.

Особенность его заключается въ томъ, что крылья прикрѣпленныя къ кривымъ пальцамъ, начиная отъ обода впускныхъ отверстій, суживаются какъ къ валу, такъ и къ окружности. Форма ихъ представлена на прилагаемомъ рисункѣ, по которому легко вычертить вентиля-



торъ всякаго размѣра, если заданъ діаметръ. Кромѣ того съ обоихъ боковъ крылья закрыты желѣзными воронка-

ми, такъ что вращающаяся часть вентилятора имѣетъ видъ барабана съ внутренними перегородками.

Вентиляторъ Ллойда не производитъ шума.

Слѣдующая таблица показываетъ всѣ подробности его примѣненія.

Діаметръ барабана въ дюймахъ.	Число кузнечныхъ огней.	Количество расплавленного въ часть чугуна.	Число оборотовъ въ минуту.	Требуемая сила въ лошад.	Ширина ремня въ дюймахъ.	Діаметръ блока въ дюймахъ.	Діаметръ отводной трубы въ дюймахъ.	Число перьевъ.
13	4	18 п.	1900	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	4	5 кругл.	4
16	6	30 „	1800	$\frac{3}{4}$	2	5	6 „	5
19	9	45 „	1700	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	6	8 „	6
22	12	66 „	1600	2	3	7	9 „	7
25	16	90 „	1500	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	8	10 „	8
30	25	135 „	1400	3	4	9	12 „	9
36	40	180 „	1300	4	$4\frac{1}{2}$	11	14 квадр.	10
42	60	270 „	1100	$5\frac{1}{2}$	5	13	17 „	11
48	90	360 „	900	7	$5\frac{1}{2}$	15	20 „	12

Діаметръ кожуха на $\frac{1}{6}$ болѣе барабана.

Число кузнечныхъ огней показано въ предположеніи діаметра сопелъ въ $1\frac{1}{4}$ дюйм.

При большемъ діаметрѣ сопелъ число ихъ уменьшается по расчету площадей.

Количество расплавленного чугуна, зависящее много отъ размѣровъ вагранки, показано въ таблицѣ приблизительно.

Приводить вентиляторъ въ движеніе лучше помощію одного шхива, при чемъ ремень долженъ быть гибкій, въ одну кожу, съ ровными швами въ стыкахъ.

Правило. Раздѣли квадратъ скорости конца крыльевъ въ секунду на число 97300, частное будетъ давленіе воздуха въ фунтахъ на квадратный дюймъ, какое доставляетъ вентиляторъ.

Примѣръ. Вентиляторъ въ 48 д. діаметромъ при 1000 оборотахъ въ минуту какое дастъ давленіе?

Окружность $3,14 \times 4 \text{ ф.} = 12,5$ фут.

Скорость въ секунду $\frac{12,5 \times 1000}{60} = 208$ фут.

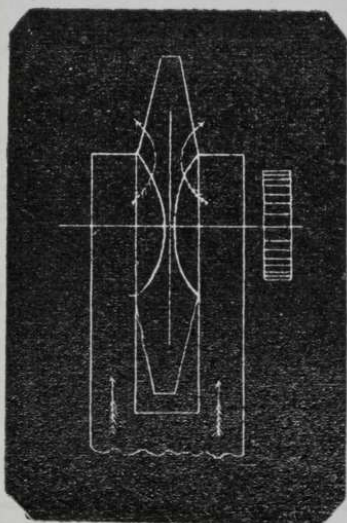
Давленіе $= \frac{208 \times 208}{97300} = 0,44$ фунта.

Слѣдовательно $0,44 \times 2 = 0,88$ дюйм. по ртутному духомѣру.

Вентиляторъ Ллойда точно также очень хорошо примѣняется къ вытягиванію воздуха, на примѣръ, изъ рудниковъ.

Въ послѣднемъ случаѣ его слѣдуетъ строить безъ кожуха, соединивъ просто всасывающія отверстія рукавами съ отверстіемъ шахты.

Такого рода вентиляторъ 6 фут. въ діаметрѣ достаточно для освѣженія воздуха въ большомъ рудникѣ и требуетъ для движенія машину въ 16 силъ.



О МУКОМОЛЬНЫХЪ МЕЛЬНИЦАХЪ.

Въ Россіи жернова измѣряются четвертями и всего чаще употребляются трехъ сортовъ: *пятерики*, *шестерики* и *семерики*.

Названіе жернововъ.	Діаметръ въ дюймахъ.	Число обо- рот. въ мин.	Смалываютъ круглымъ сче- томъ въ сутки.			Требуютъ силы въ ло- шадяхъ.	Толщина веретена въ дюймахъ.
			Пш.	Ячм.	Ржи.		
			Четвертей.				
Пятерики .	35	110	7	9	18	3	2 ¹ / ₄
Шестерики.	42	90	10 ¹ / ₂	13 ¹ / ₂	19 ¹ / ₂	4	2 ¹ / ₂
Семерики .	49	80	14	18	26	5	2 ³ / ₄

Помоль взять въ расчетъ обыкновенный, какой требуется при размолѣ съ десятой мѣрки, то есть чтобъ изъ 9 мѣшковъ хорошей пшеницы, получалось 10 мѣшковъ туго набитой муки.

Въ крупчаткахъ производительность cadaго жернова уменьшается на половину. Сила для привода цѣлой снасти съ ситами и прочими принадлежностями требуется таже самая. Хорошій камень наковывается въ трое сутокъ одинъ разъ.

Работающая поверхность жернововъ должна быть *совершенная плоскость*, выровненная подъ линейку безъ всякихъ *дворовъ*, то есть воронкообразныхъ углубленій къ *кружловинъ* (къ центру).

Самая лучшая наковка есть такъ называемая *американская*, представленная на фигурѣ 1-й. Фигура 2-я представляетъ поперечный разрѣзъ каждой бороздки шириною около $\frac{3}{4}$ дюйма.

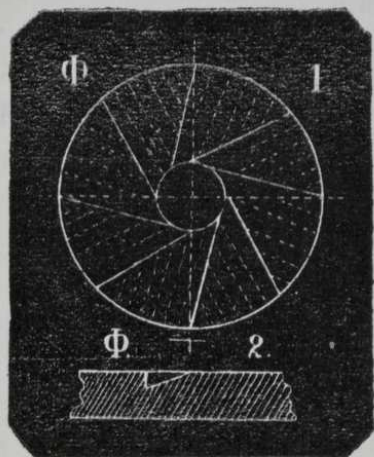
Вѣсъ верхняковъ долженъ быть не менѣе:

въ пятерикахъ . . . 20 пуд.

„ шестерикахъ . . . 30 „

„ семерикахъ . . . 40 „

Для наковки хорошихъ камней, *аскарды* должны быть изъ литой стали, томлянка ихъ не беретъ.



О ВѢТРЯНЫХЪ МЕЛЬНИЦАХЪ.

Если махъ раздѣленъ на 6 равныхъ частей, то въ каждой изъ этихъ частей крыло должно составлять съ плоскостію движенія слѣдующіе углы

Разстояніе отъ центра.	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{5}{6}$	конецъ маха.
Уголъ паруса или крыла съ плоскостію движенія.	22 $\frac{1}{2}$	21	18 $\frac{1}{2}$	15	10 $\frac{1}{2}$	5

Уголъ главнаго вала вѣтряной мельницы долженъ составлять съ горизонтомъ:

Уголъ въ 8° на ровной мѣстности.

Уголъ въ 15° на возвышенности.

Ширина маха при валѣ $= \frac{1}{30}$ длины маха.

Толщина $= \frac{1}{40}$ „ „

Ширина маха при концѣ $= \frac{1}{60}$ длины маха.

Толщина $= \frac{1}{80}$ „ „

Ширина крыльевъ. . . $= \frac{1}{5} - \frac{1}{4}$ „

Начало ихъ отъ вала . $= \frac{1}{7}$ „ „

Правило 1. Умножь потребную силу въ лошадяхъ на число 1080000 и раздѣли на кубъ скорости вѣтра, частное будетъ площадь крыльевъ въ кв. фут., или

Правило 2. Умножь кубъ скорости вѣтра на площадь всѣхъ крыльевъ и раздѣли на число 1080000, частное будетъ сила мельницы въ лошадяхъ.

Примѣръ 1. Требуется построить вѣтрякъ на два камня: пятерикъ и шестерикъ, слѣдовательно въ 7 лошадей (стр. 318). Обыкновенно скорость вѣтра, при которой вѣтряки дѣйствуютъ, бываетъ 20—23 фут. въ секунду.

По правилу 1 получимъ:

$$\text{Площадь крыльевъ} = \frac{7 \times 1080000}{(20)^3} = 945 \text{ кв. фут.}$$

Если маховъ предположено 6, длиною 28 фут. каждый, то

$$\text{площадь каждого крыла} = \frac{945}{6} = \text{почти } 158 \text{ кв. фут.}$$

$$\text{длина крыла} = 28 - \frac{28}{7} = 24 \text{ фут.}$$

$$\text{ширина крыла} = \frac{158}{24} = 6,6 \text{ фут.}$$

Замѣчаніе. Если ширина получится болѣе чѣмъ $\frac{1}{4}$ длины маха, то надобно: или увеличить длину маховъ, или взять ихъ большее число. Обыкновенно дѣлаютъ махи длиною въ 30 фут., числомъ 4.

Скорость концовъ крыльевъ должна быть въ $2\frac{1}{2}$ раза болѣе скорости вѣтра, отсюда

Правило. Умножь скорость вѣтра на число 24 и раздѣли на длину маха, частное будетъ наивыгоднѣйшее число оборотовъ мельницы въ минуту.

Для предыдущаго примѣра оно будетъ.

$$\frac{24 \times 20}{28} = 17 \text{ оборотовъ.}$$

Примѣръ 2. Спрашивается, какъ велика будетъ сила того же вѣтряка въ бурю, когда скорость вѣтра бываетъ отъ 50 до 100 фут.?

Возьмемъ среднюю скорость 70 фут.

По правилу 2 получимъ:

$$\text{Сила вѣтряка} = \frac{(70)^3 \times 945}{1080000} = 300 \text{ лошадей.}$$

Конечно, при такой бурѣ вѣтрякъ сломается.

О МОЛОТАХЪ.

Правило. Умножь вѣсъ молота съ байкомъ, стержнемъ и поршнемъ, или съ молотовищемъ, на высоту его подъема, да еще на число ударовъ въ минуту, произведеніе раздѣли на число 450, и частное будетъ потребная для движенія сила въ лошадяхъ.

Примѣръ 1. Вѣсъ кричнаго молота съ молотовищемъ 25 пуд., высота подъема 1,4 фута, число ударовъ 140. Спрашивается сила водянаго колеса для приведенія его въ дѣйствіе?

$$\text{Сила въ лошадяхъ} = \frac{25 \times 1,4 \times 140}{450} = \text{почти 11 лошадей.}$$

Примѣръ 2. Во сколько лошадей долженъ быть паровикъ для молота вѣсомъ 250 пудовъ, который долженъ дѣлать въ минуту 15 ударовъ, при высотѣ подъема въ 5 футовъ.

$$\text{Сила паровика} = \frac{250 \times 5 \times 15}{450} = 41 \text{ лошади.}$$

Замѣчаніе. Если молотъ дѣйствуетъ съ долгими простоями, то паровикъ можетъ быть достаточенъ и 30-ти сильный.

Правило для паровыхъ молотовъ.

Умножь вѣсъ молота въ пудахъ на число 80 и раздѣли на предположенное давленіе пара въ фунтахъ на кв. дюйм. сверхъ атмосферы. Частное будетъ площадь пароваго цилиндра въ кв. дюймахъ.

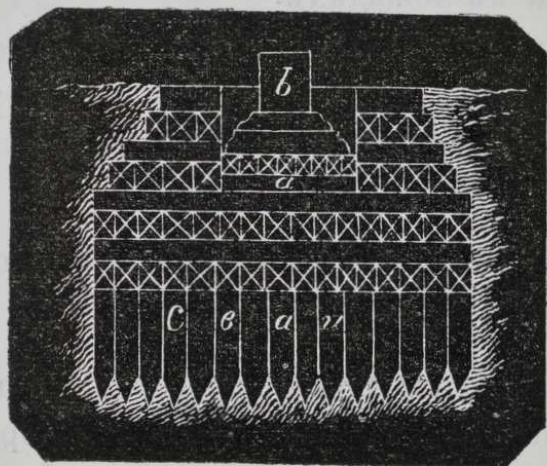
Примѣръ. Для пароваго молота въ 60 пуд. и давленія пара въ 40 фунтовъ:

$$\text{Площадь поршня} = \frac{60 \times 80}{40} = 120 \text{ кв. д.}$$

Слѣдовательно діаметръ цилиндра $= 12^{3/8}$ дюйм.

ФУНДАМЕНТЫ ПОДЪ МОЛОТА.

Вѣсъ стула подъ наковальню b не долженъ быть меньше 8 разъ взятаго вѣса молота.



Фундаменты подъ паровые молота надобно дѣлать деревянные, когда почва состоитъ изъ наноса, и каменные, если почва хрящевата.

Въ каменныхъ фундаментахъ подъ чугуннымъ стуломъ необходимо подкладывать, хотя два ряда, деревянныхъ лежней *а*.

ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

Изъ 100 частей, по вѣсу, дровъ получается отъ 15 до 26 частей древеснаго угля.

Изъ 100 частей, по вѣсу, каменнаго угля получается отъ 45 до 70 частей кокса.

Выплавка чугуна въ доменныхъ печахъ производится изъ рудъ, содержащихъ не менѣе 20% желѣза, къ которымъ относятся показанныя на прилагаемой таблицѣ.

Р У Д Ы.

№	НАЗВАНІЯ.	Содер- жаніе въ 0/0.	Каче- ство.	ЗАМѢЧАНІЯ.
1	Магнитный же- лѣзнякъ. . .	70	труднопл.	<i>Закись съ окисью</i> дастъ чугунъ для желѣза и стали.
2	Красный желѣз.	68	„	<i>Окись желѣза да- етъ хорошее же- лѣзо.</i>
3	Желѣз. блескъ.			
4	Бурый желѣзн.	57	легкоп.	<i>Водяная окись же- лѣза дасть по- средств. желѣзо.</i>
5	Охристыя руды.			
6	Желѣзн. блескъ	50	„	<i>Углекислое желѣзо</i> дастъ хорошее желѣзо и сталь.
7	Сферосидериты			
8	Блекбандъ . .			
9	Глинистый жел.	24—45	труднопл.	<i>Соединеніе разныхъ рудъ съ глиною.</i>

Чтобъ обжечь 100 пуд. руды, надобно до 5 пуд. каменнаго угля, или 14 пуд. дровъ.

Флюсовъ въ *колошу* прибавляется при плавкѣ древеснымъ углемъ до 20⁰/о, при плавкѣ коксомъ до 40⁰/о.

На 100 частей чугуна, шлаку получается отъ 120 до 280 частей. Шлаковъ бываетъ больше при плавкѣ на литейный чугунъ.

Внутренняя форма доменныхъ печей чрезвычайно разнообразна и зависитъ отъ качества рудъ и горючаго матеріала, но гораздо чаще отъ мѣстныхъ условій или просто отъ привычки.

Обыкновенно діаметръ *распара* = $\frac{1}{4}$ высоты печи, а высота печи измѣняется въ предѣлахъ отъ 60 до 25 футовъ.

Въ часъ на кв. фут. *распара* сгораетъ до 0,5 пуда угля, для чего потребно 30 куб. фут. воздуха въ минуту.

При рудахъ средней плавкости съ содержаніемъ въ 35—45⁰/о нужно для полученія 100 пуд. чугуна отъ 140 до 180 пудовъ угля древеснаго и отъ 210 до 260 пудовъ кокса.

Вообще на каждый пудъ сожигаемаго древеснаго угля или кокса потребно около 4500 куб. фут. воздуха.

Количество чугуна, получаемое изъ одной домны, измѣняется отъ 250 до 1400 пуд. въ сутки.

Оно бываетъ тѣмъ больше, чѣмъ руды богаче и легкоплавче, печь шире и выше, а воздухоудная машина сильнѣе.

При горячемъ дутьѣ плавка идетъ скорѣе и чугуна въ сутки получается на 50⁰/о болѣе; на одну часть чугуна требуется воздуха на $\frac{1}{4}$, а топлива на $\frac{1}{5}$ менѣе.

При употребленіи горячаго дутья коксъ можно замѣнять каменнымъ углемъ, а древесный уголь дровами.

Получаемый чугунъ очень мягокъ, хорошъ для отливки, но желѣзо даетъ неудовлетворительныхъ качествъ.

Примѣръ. Требуется опредѣлить главные размѣры доменной печи для выплавки коксомъ, при холодномъ дутьѣ, 400 пуд. чугуна въ сутки изъ рудъ около 40% содержаніемъ?

Въ часъ чугуна получится $\frac{400}{24} =$ почти 17 пуд.

Въ часъ коксу сгорить не болѣе $\frac{17 \times 260}{100} = 44$ пуд.

Площадь распара будетъ $\frac{44}{0,5} = 88$ кв. фут.

Діаметръ распара 10 фут. 7 дюйм. (стр. 324).

Количество воздуха: $88 \times 30 = 2640$ въ минуту.

Высота печи около 42 футовъ.

О давленіи воздуха смотри (стр. 314).

Впрочемъ расчетъ воздуха по распару даетъ, по видимому, слишкомъ большія числа, да и необходимость самого распара составляетъ теперь вопросъ спорный.

Всего лучше и короче, если количество вдуваемого въ домну воздуха, въ минуту, равно внутреннему объему домны.

ЖЕЛѢЗНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

Отбѣлка въ отражательныхъ печахъ. Насадка около 50 пуд. чугуна за разъ, шлаковъ около 10 пуд. Продолженіе операціи отъ 3 до 4 часовъ. Угаръ до 10%. Потребно на 100 пуд. чугуна 30 пуд. каменнаго угля.

Отбѣлка въ горнахъ. Обыкновенные размѣры горна: въ длину 4 фут. въ ширину $3\frac{1}{6}$ фут., въ глубину отъ 8—12 дюйм. Сопель числомъ 2, 3 и до 8. Давленіе воздуха 5 дюйм. по духомѣру. Потребно воздуха:

При двухъ или трехъ соплахъ. 600 куб. ф. въ минуту.

„ четырехъ соплахъ 800 „ „ „ „

„ 6—8 1000—1200 „ „

Наклонъ фурмъ отъ 20° — 30° . За одинъ разъ переплавляютъ отъ 60 до 75 пуд. Продолженіе операціи 3 часа. Угаръ отъ $12^{\circ}/_{10}$ до $15^{\circ}/_{10}$. На 100 пуд. чугуна потребно до 50 пуд. кокса.

Горнъ съ 6 соплами въ недѣлю даетъ 8000 пуд. отбѣленного чугуна. Горнъ съ 4 соплами 5500 пуд.

На 6000 пуд. еженедѣльной производительности нужна воздуходувная машина въ 16 лошадей.

ПУДЛИНГОВАНИЕ.

Насадка въ печь около 15 пуд. чугуна; вѣсъ криць до 2 пудовъ, продолженіе операціи отъ $2\frac{1}{4}$ до $2\frac{3}{4}$ часовъ при сѣромъ чугуна; отъ $1\frac{3}{4}$ до $2\frac{1}{2}$ при бѣломъ, и отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 при отбѣленномъ.

Угаръ при бѣломъ чугуна отъ $7^{\circ}/_{10}$ — $9^{\circ}/_{10}$, при сѣромъ до $12^{\circ}/_{10}$. На каждый пудъ чугуна сжигается пудъ каменного угля. Въ недѣлю каждая печь производитъ: изъ отбѣленного чугуна 1000 пуд., а изъ сѣраго до 700 пуд. пудлинговаго желѣза.

Обжимка криць производится: или подъ *лобовымъ молотомъ*, котораго вѣсъ около 230 пуд., число ударовъ въ минуту 80, подъемъ $1\frac{1}{4}$ фут. Одинъ такой молотъ достаточенъ для 12 пудлинговыхъ печей; силы требуетъ 15 лошадей.

Или подъ *сквизеромъ*, дѣлающимъ въ минуту 80 качаній и требующимъ силы 10 лошадей.

Или подъ *паровымъ молотомъ* въ 120 пуд. вѣсомъ. при подъемѣ въ 3 фута.

Пудлинговые валки (въ два стана). Діаметръ валковъ 19 дюймовъ, длина $5\frac{1}{2}$ фут. Діаметръ шеекъ $10\frac{1}{2}$ дюйм., вѣсъ одной пары 275 пуд., число оборотовъ 40 въ минуту, производительность 12000 пудовъ въ недѣлю. Силы требуютъ вмѣстѣ съ лобовымъ молотомъ 40 лошадей.

Площади послѣдующихъ *ручьевъ* относятся между собою какъ 10 къ 14, часто также какъ 11 къ 15 и 10 къ 16.

Ножницы для разрѣзки пудлинговаго желѣза дѣлають 30 качаній въ минуту, силы требуютъ 3 лошади, разрѣзываютъ въ недѣлю 6000 пудовъ.

СВАРОЧНАЯ ОПЕРАЦІЯ.

Насадка въ печь заразъ 20 пакетовъ, отъ 20 до 50 пудовъ, смотря по сортамъ. Въ 12 часовую смѣну можно дѣлать отъ 7 до 8 насадокъ, такъ что недѣльная производительность печи простирается отъ 1800 до 4800 пудовъ. Угаръ желѣза 10⁰/о.

Каменнаго угля сгораетъ $\frac{3}{4}$ пуда на пудъ желѣза.

Крупносортные валки (въ три стана). Діаметръ валковъ 16 дюйм., длина 5 фут., толщина шеекъ 10 дюйм., вѣсъ пары валковъ 120 пудовъ, число оборотовъ 70 въ минуту, силы требуютъ 40 лошадей. Въ недѣлю обрабатываютъ до 5000 пуд. обыкновеннаго торговаго желѣза.

Мелкосортные валки (въ четыре стана). Діаметръ валковъ отъ 6 до 9 дюйм., число оборотовъ въ минуту до 250; силы требуютъ 20 лошадей. Въ недѣлю обрабатываютъ 1100 пудовъ.

ВАЛКИ ДЛЯ ЛИСТОВАГО И КОТЕЛЬНОГО ЖЕЛѢЗА.

Размѣры ихъ зависятъ отъ сорта желѣза.

Названіе сор- товъ.	Длина.	Діаметръ валковъ.	Діаметръ шеекъ.	Число обо- ротовъ въ минуту.	Потребная сила.
Кровельное	3	13	9	32	25
Котельное	6	23	13	25	80
Корабельное	8	30	18	20	200
Броня	9	33	24	15	350

Валки для рельсовъ (въ два стана). Діаметръ 18 дюйм. Длина до 4¹/₂ фут. Діаметръ шеекъ 9 дюйм. Число оборотовъ въ минуту до 60. Силы требуютъ 45 лошадей. Производятъ въ недѣлю до 3400 пудовъ.

ОБЩІЯ ЗАМѢЧАНІЯ.

При желѣзномъ производствѣ теряющагося жара почти всегда достаточно, чтобъ, пользуясь имъ, получить нужное количество пара для дѣйствія.

Одна сварочная печь, или двѣ пудлинговыхъ, совершенно удовлетворительно нагрѣваютъ цилиндрической котель въ 4¹/₂ ф. діаметромъ, 20 фут. длиною, съ внутреннею трубою въ 1³/₄ фут. діаметромъ.

Вообще на каждый кв. футъ рѣшетки печей можно смѣло давать до 20 кв. фут. площади нагрѣва въ котлахъ, а на каждые 17 фут. площади нагрѣва считать одну лошадь.

Сѣченіе дымовой трубы одной пудлинговой печи=196 □ дюйм.

Сѣченіе дымовой трубы одной сварочной печи=324 □ дюйм.

Обыкновенно отъ 8 до 12 печей получаютъ одну трубу не менѣе 100 фут. вышиною. Тогда ей даютъ сѣченіе:
на каждую пудлинговую печь 1,4 □ фут.

„ „ сварочную „ 2,00 □ „

Теперь общее стремленіе состоитъ въ увеличеніи силы машинъ и ихъ производительности. На материкѣ Европы, и въ особенности въ Англіи онѣ приняли такіе громадныя размѣры, что трудно представить себѣ до чего это доведетъ въ послѣдствіи. Прокатка блиндажныхъ плитъ, вѣсомъ до 300 пуд. въ штукѣ и паровые молоты, вѣсомъ 2200 пуд. служатъ тому разительными примѣрами. Указанные здѣсь размѣры и цифры суть самыя наименьшіе, какіе только допускаются на практикѣ. Въ Спутникѣ не упомянуто о кричномъ производствѣ на томъ основаніи, что въ настоящую эпоху развитія желѣзнаго дѣла и потребностей государствъ производство на древесномъ матеріалѣ, такъ сказать, отжило свой вѣкъ и не можетъ имѣть никакой будущности.

ВЫЧИСЛЕНІЕ РАДІУСА БАРАБАНА ДЛЯ ПЛОСКАГО КАНАТА ПРИ ПОДЪЕМѢ УГЛЯ ИЛИ РУДЫ ИЗЪ ШАХТЪ.

Ходъ вычисленія всего удобнѣе объяснить примѣромъ.

Примѣръ. Глубина шахты 350 фут. Вѣсъ поднимаемаго въ одинъ разъ угля или руды 120 пуд., вѣсъ телѣжекъ 31 пуд., вѣсъ клѣтки 51 пуд., вѣсъ каната 42 пуд. Найти радіусъ барабана при толщинѣ каната въ 0,1 фута.

Правило 1. Возьми вѣсъ угля или руды и сложи съ

удвоеннымъ вѣсомъ: каната, одной клѣтки и тачекъ. Эту сумму раздѣли на грузъ, сложенный съ удвоеннымъ вѣсомъ клѣтки и тачекъ.

$$120 + 2(42 + 51 + 31) = 368;$$

$$120 + 2(51 + 31) = 284; \frac{368}{284} = 1,3.$$

Правило 2. Изъ полученнаго такимъ образомъ числа вычти единицу и разность раздѣли на толщину каната, частное будетъ отвлеченное число оборотовъ.

$$1,3 - 1 = 0,3; \frac{0,3}{0,1} = 3 \text{ оборотамъ.}$$

Правило 3. Къ тому же, найденному въ 1 правилѣ, числу прибавь единицу и, принимая сумму за діаметръ, отыщи по таблицѣ окружность, которую умножь на отвлеченное число оборотовъ (правило 2).

$$1,3 + 1 = 2,3 \text{ дюйм.}; \text{окружность} = 7,225.$$

$$7,225 \times 3 = 21,675.$$

Правило 4. На полученное произведеніе раздѣли длину каната, то есть глубину шахты, и корень квадратный изъ частнаго будетъ искомый радіусъ барабана.

$$\frac{350}{21,675} = 16,15; \sqrt{16,15} = 4,02 \text{ фут.}$$

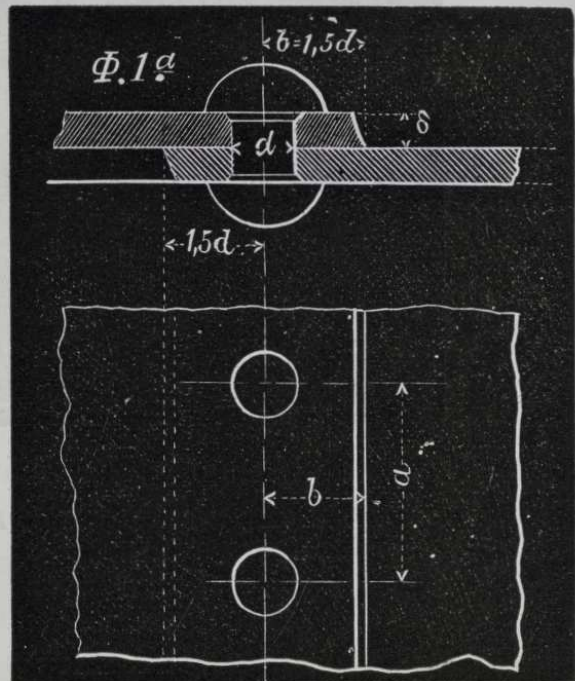
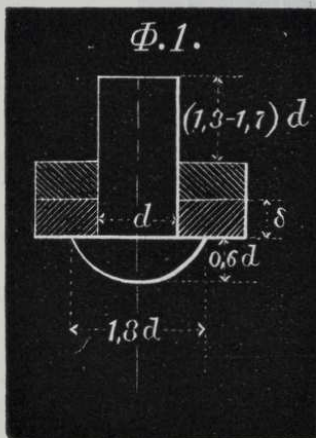
Замѣчаніе. Алгебраически сперва отыскивается средній радіусъ и по немъ уже опредѣляется діаметръ барабана; но въ сущности средняго радіуса совѣмъ и знать не нужно, когда, удовлетворяя равномерности сопротивленія на машину, вышеизложенное правило дастъ прямо то, что требуется на практикѣ, то есть радіусъ барабана для плоскаго каната.

О ВЫЧЕРЧИВАНИИ И О РАЗМѢРАХЪ СОСТАВНЫХЪ ЧАСТЕЙ МАШИНЪ.

1) О заклепкахъ.

Заклепки служатъ для соединенія металлическихъ листовъ; онѣ бываютъ мѣдныя или желѣзныя, смотря по тому металлу, который подлежитъ склепыванію. На прилагаемыхъ фигурахъ указаны ихъ различныя формы.

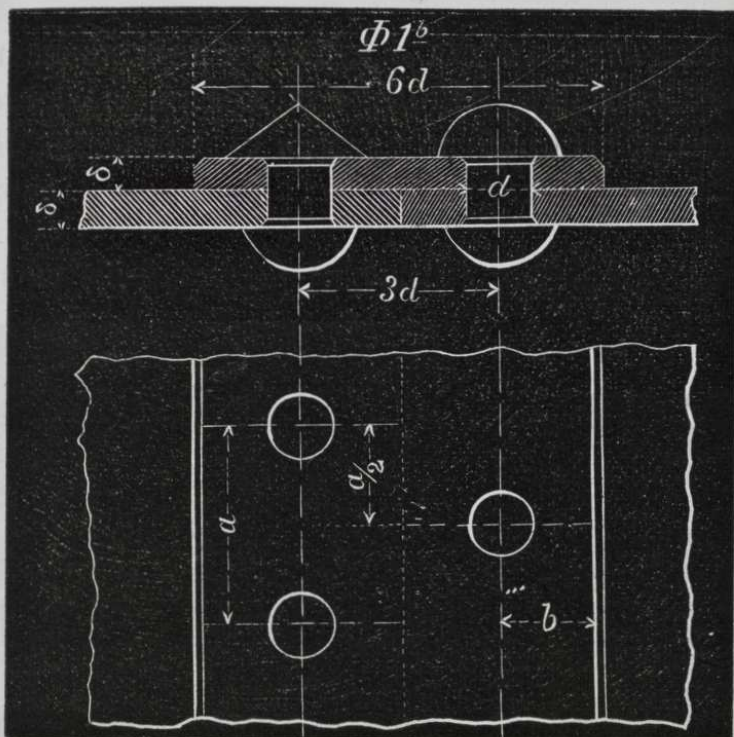
Простой (одиночный) шовъ.



Обыкновенно заклепка состоитъ изъ цилиндрическаго стержня и двухъ головокъ, изъ которыхъ одна (фиг. 1). штапуется на стержнѣ заранее, а другая образуется при заклепываніи расколачиваніемъ выступающаго конца стержня; для этого длина выступа стержня должна

составлять отъ 1,3 до 1,7 діаметра заклепки, смотря по точности, съ которою стержень соотвѣтствуетъ діаметру отверстія. Листы склепываются однимъ (фиг. 1^a) или двумя (фиг. 1^b) рядами заклепокъ, которыя въ послѣд-

Двойной шовъ.

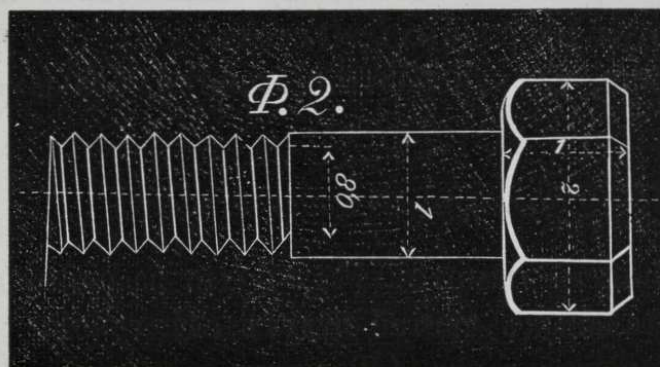


немъ случаѣ помѣщаются или параллельно на одной прямой, или же въ шахматномъ порядкѣ какъ показано на чертежѣ.

Толщина скле- пываемыхъ ли- стовъ.	Диаметръ за- клепокъ.	Длина закле- покъ отъ го- ловки.	Разстояніе a между центра- ми заклепокъ.	Диаметръ шля- покъ.
$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$
$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{13}{16}$	$2\frac{1}{4}$	2	$1\frac{1}{4}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{15}{16}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{4}$	3	$1\frac{3}{4}$

2) О болтахъ и гайкахъ.

Болтъ состоитъ: (фиг. 2).

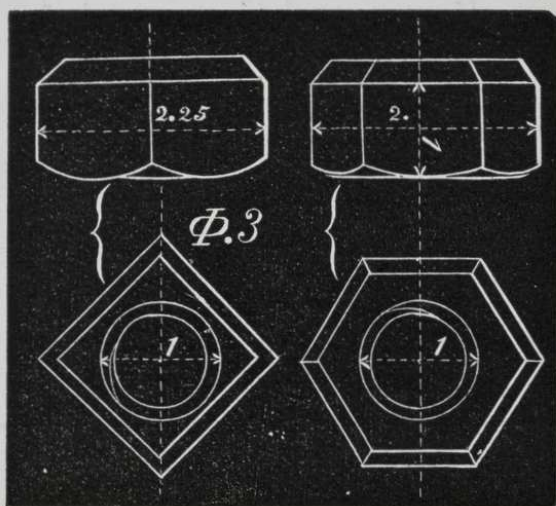


1) Изъ головки, которая бываетъ четырехъ-гранная и шестигранная. Первая изъ этихъ двухъ формъ некрасива и потому на видныхъ частяхъ машины не употребляется.

2) Изъ *тѣла*, которое дѣлается большею частію цилиндрическое; впрочемъ, если головка болта имѣетъ форму полусферическую и слѣдовательно неудобную для удержанія ключемъ во время наворачиванія гайки, то оно дѣлается или все четырехъгранное, или только на нѣкоторой длинѣ, начиная отъ головки.

3) Изъ *винта*, на которомъ помѣщается гайка.

Въ гайкахъ, фигура 3-я, двѣ главныя части—это: *граница* и *винтовая внутренняя нарезка*.



Сообразно съ головками, гайки бываютъ четырехъгранныя и шестигранныя; послѣднія, какъ болѣе красивыя, употребляются на видныхъ мѣстахъ.

Какъ гайки, такъ и болты дѣлаются, большею частію, желѣзные.

Размѣры болтовъ и гаекъ.

Если принять діаметръ тѣла болта за единицу, то измѣренія остальныхъ частей будутъ слѣдующія:

Для головокъ и гаекъ	{	Толщина	1,00
четырехъгранныхъ . . .		Діагональ квадрата . . .	2,25
Для головокъ и гаекъ	{	Толщина	1,00
шестигранныхъ		Діаметръ круга описаннаго . . .	2,00

Длина винтовой нарезки отъ 3 до 4. Внешній діаметръ нарезки 1, внутренній 0,8 и наконецъ шагъ за-
щѣпленія винта, отъ 0,16 до 0,1.

ТАБЛИЦА ВИТВОРТА ДЛЯ БОЛТОВЪ, ГАЕКЪ И
ШАЙБЪ.

Діаметръ болта въ дюймахъ.	Діаметръ стер- жня въ дюйм.	Число ни- токъ		Высота		Діаметръ круговъ въ головкѣ и гайкѣ		Проклад- ная шайба	
		на 1 дюйм.	на діа- метръ.	голов- ки.	гайки.	вписан- наго.	описан- наго.	діа- метръ.	тол- щина.
$\frac{1}{4}$	0,186	20	5	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{19}{32}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{5}{16}$	0,241	18	$5\frac{5}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{3}{8}$	0,295	16	6	$\frac{9}{32}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$\frac{3}{32}$
$\frac{7}{16}$	0,346	14	$6\frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{1}{2}$	0,393	12	6	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{13}{32}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{5}{8}$	0,509	11	$6\frac{7}{8}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{16}$	$\frac{13}{16}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{3}{4}$	0,622	10	$7\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{15}{16}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{11}{16}$	$\frac{3}{16}$
$\frac{7}{8}$	0,733	9	$7\frac{7}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	$\frac{3}{16}$
1	0,840	8	8	$\frac{11}{16}$	1	$1\frac{11}{16}$	$1\frac{15}{16}$	$2\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$
$1\frac{1}{8}$	0,942	7	$7\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{16}$	$\frac{13}{4}$	$2\frac{1}{16}$	$2\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$
$1\frac{1}{4}$	1,067	7	$8\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{4}$	2	$2\frac{5}{16}$	$2\frac{9}{16}$	$\frac{3}{16}$
$1\frac{3}{8}$	1,162	6	$8\frac{1}{4}$	$\frac{15}{16}$	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{7}{16}$	$2\frac{3}{4}$	$\frac{3}{16}$

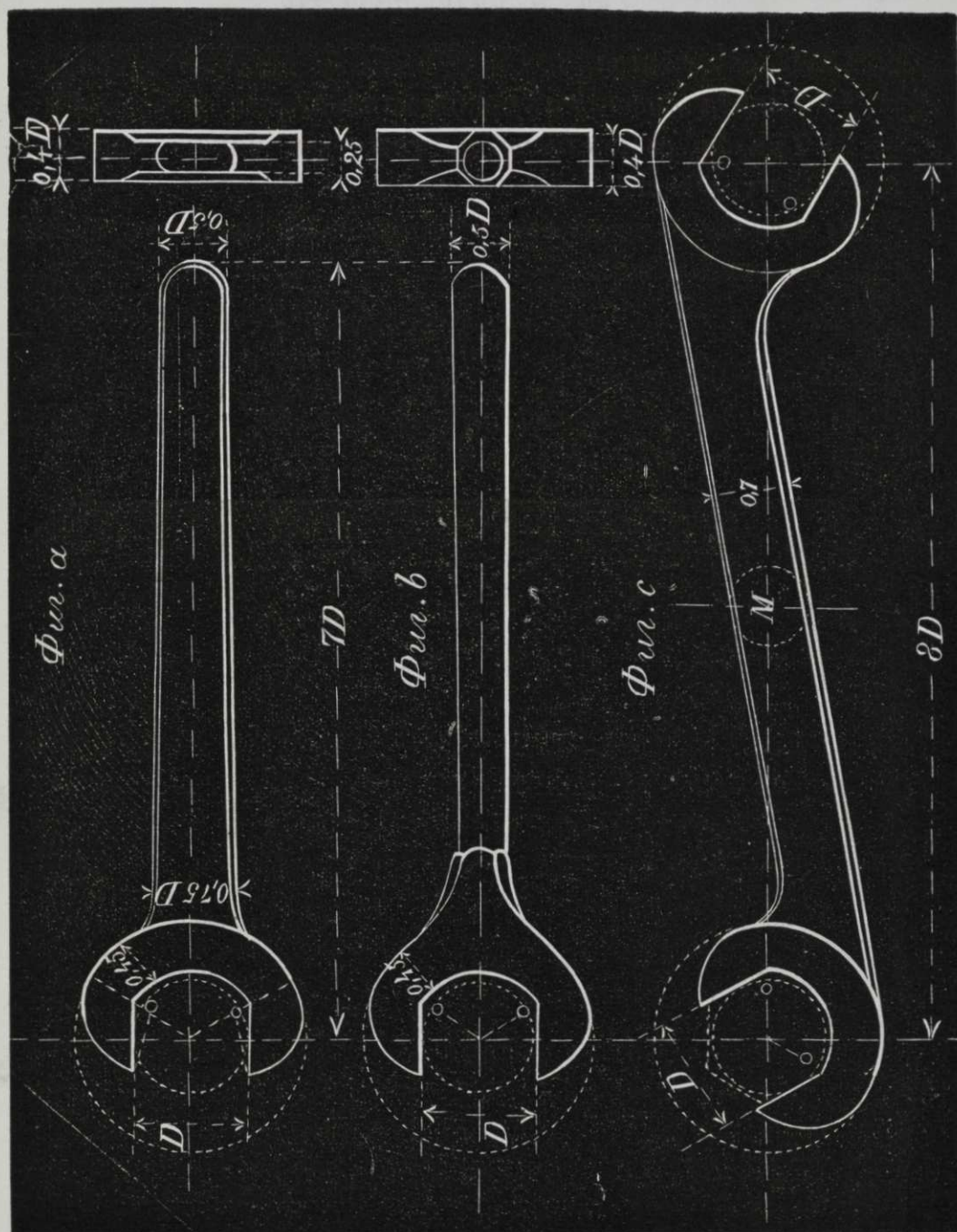
Диаметръ болта въ дюймахъ.	Диаметръ стер- жня въ дюйм.	Число ни- токъ		Высота		Диаметръ круговъ въ головкѣ и гайкѣ		Проклад- ная шайба	
		на 1 дюйм.	на діа- метръ.	голов ки.	гайки	вписан- наго.	описан- наго.	діа- метръ.	тол- щина.
$1\frac{1}{2}$	1,287	6	9	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{9}{16}$	$2\frac{3}{8}$	$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{16}$	$\frac{1}{4}$
$1\frac{5}{8}$	1,369	5	$8\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{11}{16}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{15}{16}$	$3\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$
$1\frac{3}{4}$	1,494	5	$8\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$2\frac{11}{16}$	$3\frac{1}{16}$	$3\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
$1\frac{7}{8}$	1,591	$4\frac{1}{2}$	$8\frac{7}{16}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{13}{16}$	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$
2	1,716	$4\frac{1}{2}$	9	$1\frac{7}{16}$	2	3	$3\frac{7}{16}$	$3\frac{7}{8}$	$\frac{5}{16}$

О ГАЕЧНЫХЪ КЛЮЧАХЪ.

Гаечный ключъ представляетъ рычагъ, служащій для захватыванія и вращенія гайки или головки болта. Простой ключъ для квадратныхъ и шестигранныхъ гаекъ и головокъ состоитъ изъ вилкообразной захватывающей части и плоской или круглой рукоятки.

На фиг. *a* и *b* представлены два простыхъ ключа и даны размѣры ихъ частей относительно діаметра гайки *D*, который принять за единицу.

Двойной ключъ (фиг. *c*) имѣетъ захватывающія части на обоихъ концахъ рукоятки. Въ мѣстахъ, гдѣ для дѣйствія ключемъ имѣетъ ограниченное пространство, употребляютъ двойной ключъ, захватывающія части котораго наклонены къ линіи, соединяющей ихъ центры подъ углами: въ 30° для шестигранной гайки и въ 45° для квадратной.



3) О гнѣздахъ.

Гнѣзда употребляются для соединенія на глухо стержней, какъ между собою, такъ и съ другими частями машины. Вообще ихъ можно раздѣлить на:

Гнѣзда цилиндрическія.

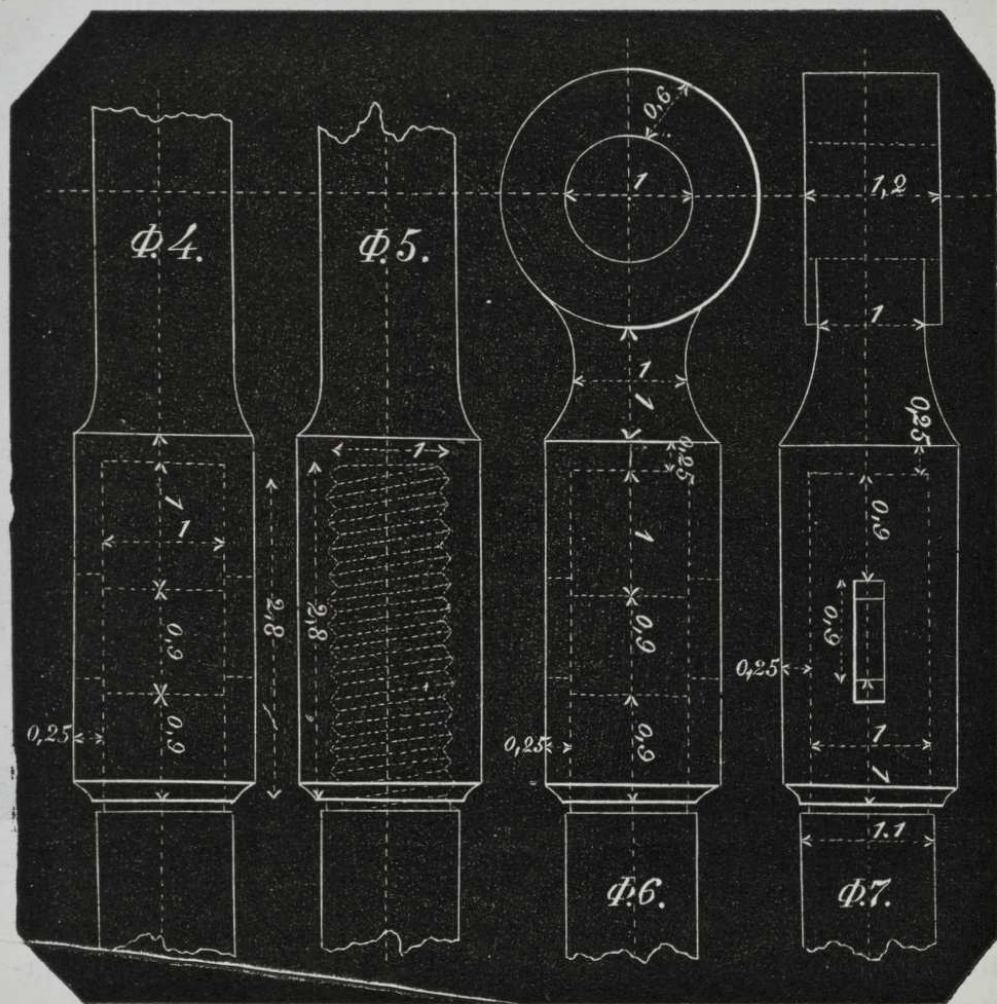
Сюда относятся:

- 1) Гнѣзда пустыя съ чекою или винтомъ, фигура 4 и 5.
- 2) Гнѣзда съ шалнерами, тоже съ чекою или винтомъ, фигура 6 и 7.
- 3) Гнѣзда въ видѣ буквы Т тоже съ чекою или винтомъ, фигура 8 и 9.

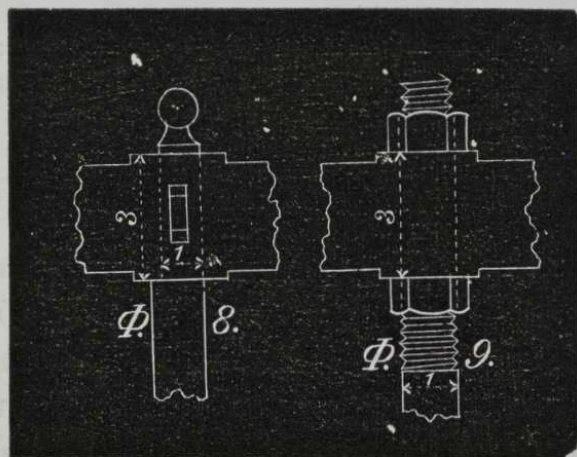
Гнѣзда коническія.

Сюда относятся:

- 4) Гнѣзда простыя съ чекою, фиг. 10.
- 5) Гнѣзда обратныя съ гайкою, фиг. 11.



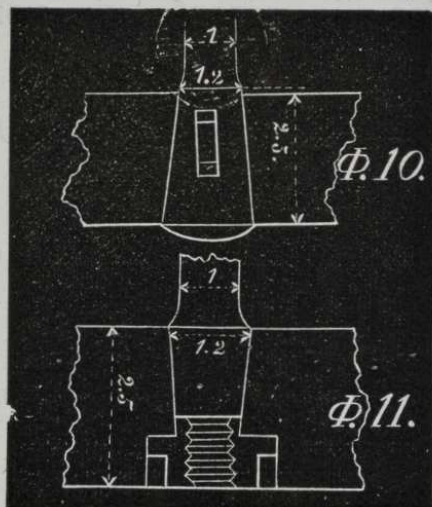
Гнѣзда первого рода, съ чекою, употребляются для соединенія двухъ частей стержня, движущаго воздушный насосъ.



Гнѣзда того же рода, но съ винтомъ, употребляются преимущественно при буровыхъ штангахъ.

Гнѣзда второго рода, т. е. съ шалнеромъ, различаются отъ предыдущихъ тѣмъ, что составляютъ совершенно отдѣльную, промежуточную часть между двумя соединяющимися стержнями, изъ которыхъ одна должна быть подвижна. Гнѣзда эти употребляются, напримѣръ, при сборкѣ стержней, водящихъ золотникъ.

Гнѣзда 3-го рода употребляются для сборки стержней съ поперечинами.



Наконечъ гнѣзда 4-го и 5-го рода, т. е. коническія, употребляются для сборки стержней съ поршнями.

Размѣры гнѣздъ.

Если діаметръ стержня, вкладываемаго въ гнѣздо, принять за единицу, то размѣры остальныхъ частей будутъ:

Толщина стѣнокъ гнѣзда	0,25
Глубина гнѣзда, равно какъ и длина конца стержня, вкладываемаго въ него	2,8
Вышина отверстія для чеки	0,9
Ширина отверстія для чеки	0,2

Сверхъ того отверстія для чеки, съ цѣлью дать запасъ для нажима, располагаются такимъ образомъ, что когда конецъ стержня вложенъ въ соотвѣтственное ему углубленіе, то отверстіе, сдѣланное въ немъ для чеки, на 0,1 приходится ниже подобнаго же отверстія въ стѣнкахъ гнѣзда, какъ это видно изъ фигуръ 6 и 7.

Длина чеки 3,6; вышина при толстомъ концѣ 0,9, при тонкомъ же 0,7.

Что касается до коническихъ гнѣздъ, то склонъ ихъ плоскостей дѣлается въ $\frac{1}{15}$; а вышина, въ 2,5, впрочемъ большія подробности можно усмотрѣть изъ приложенныхъ здѣсь рисунковъ.

4) *О сальникѣ.*

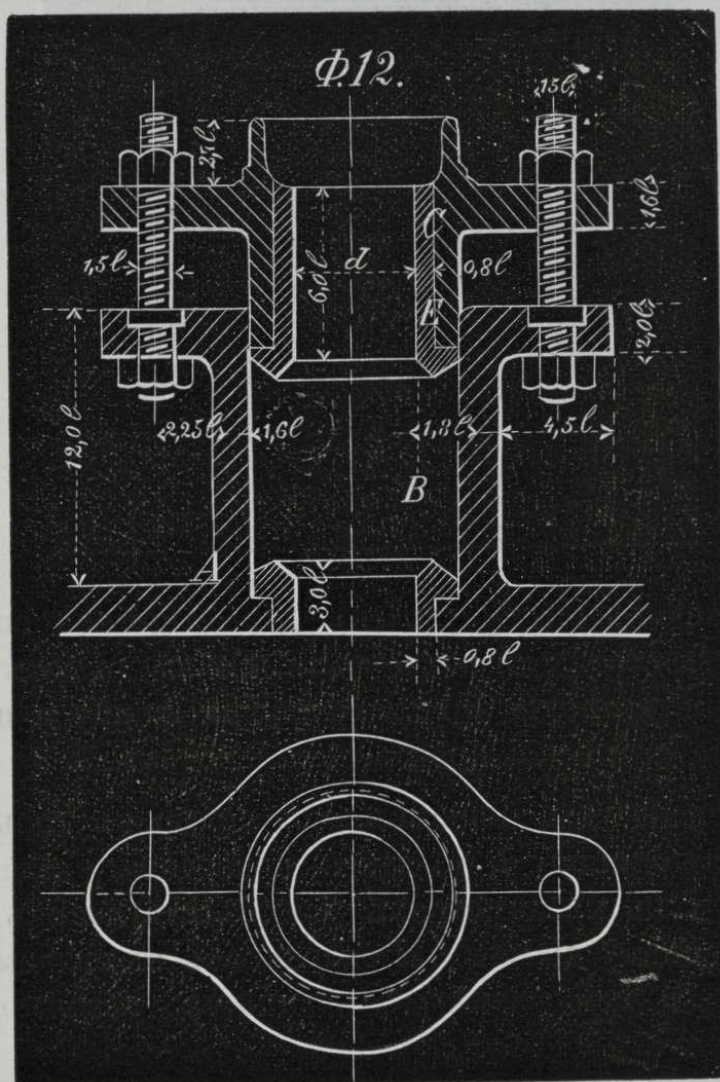
Назначеніе сальника, фигура 12, извѣстно каждому, составныя же части его суть:

- 1) *Коробка А.*
- 2) *Набойка В.*
- 3) *Собственно сальникъ С, и*
- 4) *Вкладышъ Е.*

Коробка вмѣщаетъ въ себѣ набивку и можетъ быть мѣдная или чугунная, смотря по тому, изъ какого металла сдѣлана крышка, съ которою она отливается обыкновенно вмѣстѣ.

Набивка бываетъ или пеньковая, или состоящая изъ упругихъ металлическихъ колецъ, вводимыхъ въ употребле-
бленіе только въ новѣйшее время.

Въ случаѣ набивки пеньковой, для того, чтобъ она не проникала во внутренность цилиндра, на дно короб-
ки кладется мѣдный *вкладышъ*. По мѣрѣ стиранія вкла-
дышъ этотъ можетъ быть замѣняемый новымъ; наконецъ,
сверху набивка надавливается къ бокамъ стержня по-
средствомъ *сальника*, на болтахъ.



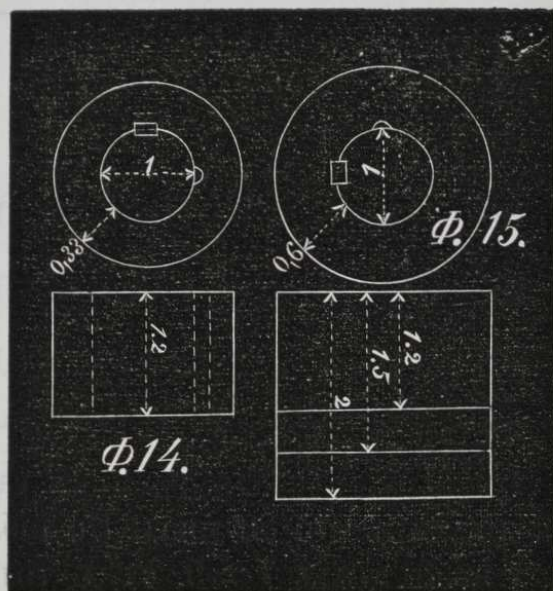
При діаметрѣ сальника <i>d.</i>	Величина <i>l.</i>	При діаметрѣ сальника <i>d.</i>	Величина <i>l.</i>
5	3	57	8
9	4	81	9
16	5	112	10
26	6	150	11
39	7	200	12

Примѣръ. Нужно опредѣлить размѣры сальника, когда внутренній діаметръ его 80 милл. По таблицѣ при діаметрѣ сальника въ 81 милл. $l=9$, слѣд. толщина набивки будетъ $1,8l=1,8 \times 9=16$ милл.; высота коробки $=12l=12 \times 9=108$ милл.; діаметръ болтовъ $=1,5l=1,5 \times 9=13,5$ милл. и т. д.

5) О втулкахъ.

Втулки, фигура 14 и 15, употребляются для сборки валовъ и осей съ тѣми частями машины, которымъ предназначено двигаться вмѣстѣ съ ними, какъ напримѣръ: валъ и маховикъ, валъ и зубчатое колесо, валъ и кривошипъ. Онѣ бываютъ и чугунныя, и желѣзныя, смотря по тому, изъ какого металла сдѣлана вещь втулку содержащая. Очертаніе втулокъ соотвѣтствуетъ очертанію вала или оси въ мѣстѣ сборки, т. е. бываетъ круглое или граненое. Вещь, заключающая втулку, укрѣпляется на валѣ помощію двухъ *шпонокъ*, изъ которыхъ одна призматическая, съ поперечнымъ сѣченіемъ квадратнымъ или

прямоугольнымъ; а другая коническая съ поперечнымъ сѣченіемъ въ видѣ рога луны. Первая изъ этихъ шпонокъ одною половиною своею помѣщается въ тѣлѣ ва-



ла, другою же въ тѣлѣ втулки и препятствуетъ боковому движенію, вторая шпонка вся помѣщается въ тѣлѣ втулки, и препятствуетъ продольному движенію вещи по валу.

Шпонку съ призматическимъ сѣченіемъ должно стараться помѣщать всегда въ томъ мѣстѣ, гдѣ металлъ толще, такъ напримѣръ, въ кривошипѣ на серединѣ ручки, а въ колесахъ противъ одной изъ спицъ чтожь касается до шпонки конической, то ее всего лучше забивать подъ угломъ въ 90° относительно первой, тогда втулка, касаясь вала въ трехъ точкахъ, будетъ держаться крѣпко.

Размѣры втулокъ.

Если діаметръ вала принять за единицу, то:

Толщина кольцеобразнаго сѣченія желѣзной втулки равна 0,33, а чугуной 0,6.

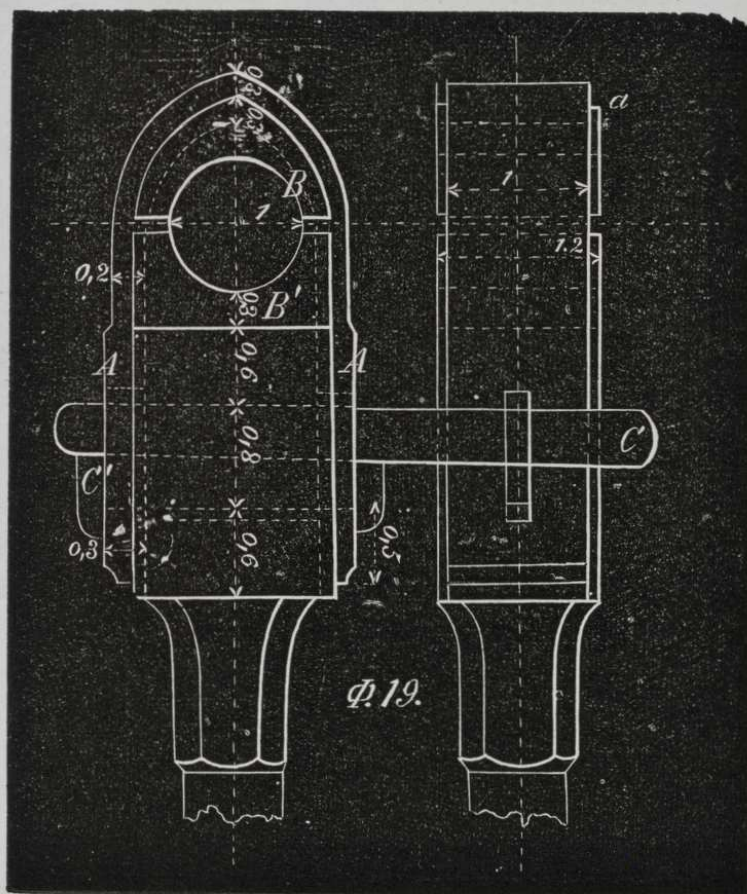
3) Шкворня А, фир. 17.

Фигура 18 изображаетъ вмѣстѣ боковой видъ уха и вилки.

Размѣры.

Если діаметръ соединяющагося стержня принять за единицу, то:

- Толщина кольцеобразнаго сѣченія уха будетъ . 0,6
- Ширина уха, по направленію ширины 0,75
- Ширина уховъ на вилкѣ по направленію шкворня. 1,2
- Толщина каждого рога вилки 0,6
- Сторона квадрата, въ которомъ вписано восьми-
гранное утолщеніе стержней 1,2



Длина восьмиграннаго утолщенія 2
 Диаметръ шкворня 1
 Остальныя подробности видны изъ чертежей.

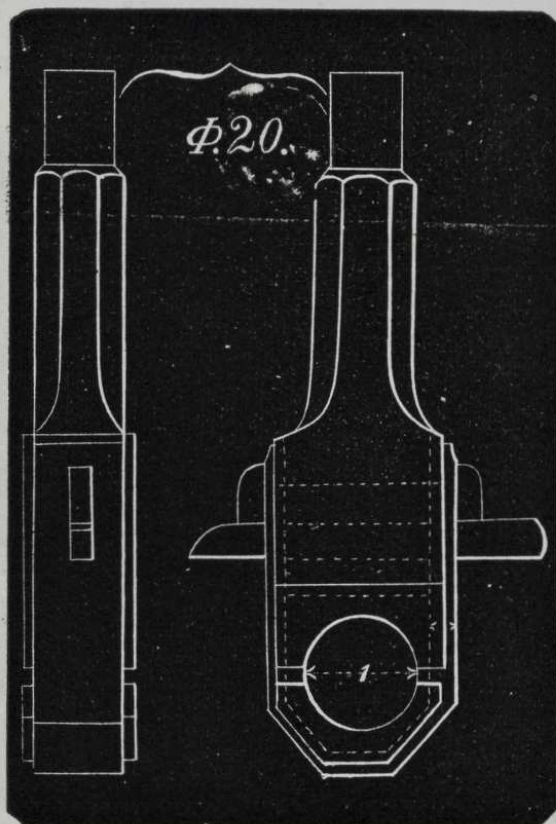
в) Шалнеры съ подшипниками на шейкахъ.

Сюда принадлежать:

1) Шалнеръ съ подвижною скобою.

Шалнеръ этотъ состоитъ изъ трехъ главныхъ частей:

- | | |
|-----------------------|--------------|
| 1) Скобы А. | } фигура 19. |
| 2) Подшипниковъ В, В' | |
| 4) Чекъ С, С'. | |



Чтобъ дать полное понятіе объ устройствѣ такого шалнера, опишемъ здѣсь, для примѣра, соединеніе шатуна съ кривошипомъ въ паровой машинѣ.

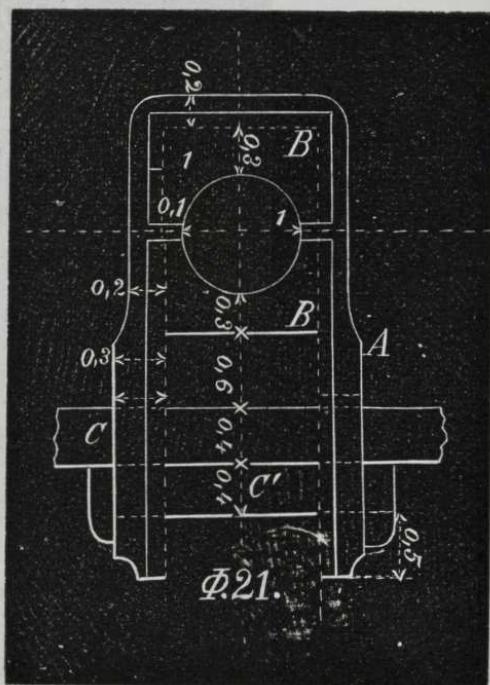
Соединеніе это производится посредством шейки, укрѣпленной неподвижно въ кривошипѣ слѣдующимъ образомъ: на шейку надѣваютъ двѣ половинки мѣдныхъ подшипниковъ, и къ той изъ нихъ, которая оканчивается плоскостію, приставляютъ четырехгранную оконечность шатуна; за тѣмъ, заложивъ сверху скобу, связываютъ эту послѣднюю съ шатуномъ посредствомъ чекъ.

Для того, чтобъ половинки подшипника не выскочили изъ скобы, онѣ снабжены по бокамъ закраинами *a*, называемыми *щеками*; а чтобъ въ свою очередь и рога скобы не скользили по оконечностямъ шатуна, въ граняхъ его сдѣланы пазы.

Размѣры и расположеніе отверстій для чекъ сохраняются здѣсь совершенно такіе же, какіе изложены были нами при описаніи сборки стержней гнѣздами, что понятно, даетъ возможность, въ случаѣ стиранія подшипниковъ, нажимать ихъ къ шейкѣ помощію подвижной чеки *C*.

Обращаясь далѣе къ фигурамъ 20 и 21, мы замѣчаемъ, что внѣшнее очертаніе подшипниковъ бываетъ трехъ родовъ, а именно: овальное, осьмиугольное и четырехугольное.

Первое изъ нихъ, хотя и красиво, но неудобно на практикѣ, по причинѣ подвижности на скобѣ верхней половинки подшипника, во время вращенія шейки; второе видоизмѣненіе лучше перваго, но уступаетъ мѣсто третьему.



Размѣры.

На фигурахъ 19, 20 и 21 всѣ необходимыя измѣренія означены цифрами въ подробности, а потому здѣсь только упоминается о главныхъ.

Если принять діаметръ обхватываемой шейки за единицу, то:

Толщина скобы въ мѣстѣ перегиба и у концовъ, гдѣ ее ослабляютъ отверстія, будетъ	0,3
Въ остальныхъ частяхъ	0,2
Ширина скобы	1,0
Ширина подшипника по направленію шейки вмѣстѣ съ щеками.	1,2
Толщина каждой щеки, равно какъ и каждого паза на оконечности шатуна	0,1
Зазоръ между половинками подшипника	0,2
Разстояніе между оконечностями скобы	1,2
Длина четырехгранной оконечности шатуна	2,0

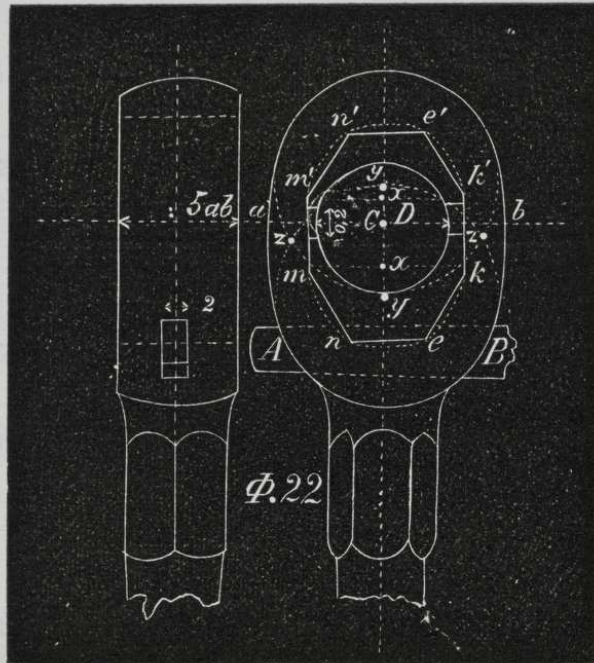
2) *Шалнеръ съ замкнутою головкою или глазомъ.*

Шалнеръ этотъ преимущественно употребляется въ тягахъ параллельнаго движенія, чтожь касается до размѣровъ его, фигур. 22, то они опредѣляются сами собою, если за единицу принять діаметръ шейки D и вычерчивать по слѣдующему практическому правилу.

Отъ центра C отложи вверхъ $\frac{3}{10} D$ и внизъ $\frac{1}{2} D$, затѣмъ изъ точекъ y, y , радіусомъ равнымъ $0,8 D$, опиши два круга, потомъ изъ точекъ z, z , взаимнаго пересѣченія этихъ двухъ круговъ, радіусомъ равнымъ $\frac{16}{10} D$, опиши еще двѣ дуги, которыя, коснувшись съ предыдущими кругами, образуютъ эллипсисъ ab .

Далѣе, отъ того же центра C отложи вверхъ $0,2 D$ и внизъ $0,3 D$, чрезъ что получишь точки x и x' ; изъ этихъ точекъ, радіусомъ равнымъ $0,6 D$, опиши два по-

лукружія $mnlk$ и $m'n'l'k'$. Затѣмъ каждое полукружіе раздѣли на 3 равныя части и точки дѣленія соедини прямыми линіями; 8-ми гранникъ $mnlk$ и $m'n'l'k'$ будетъ



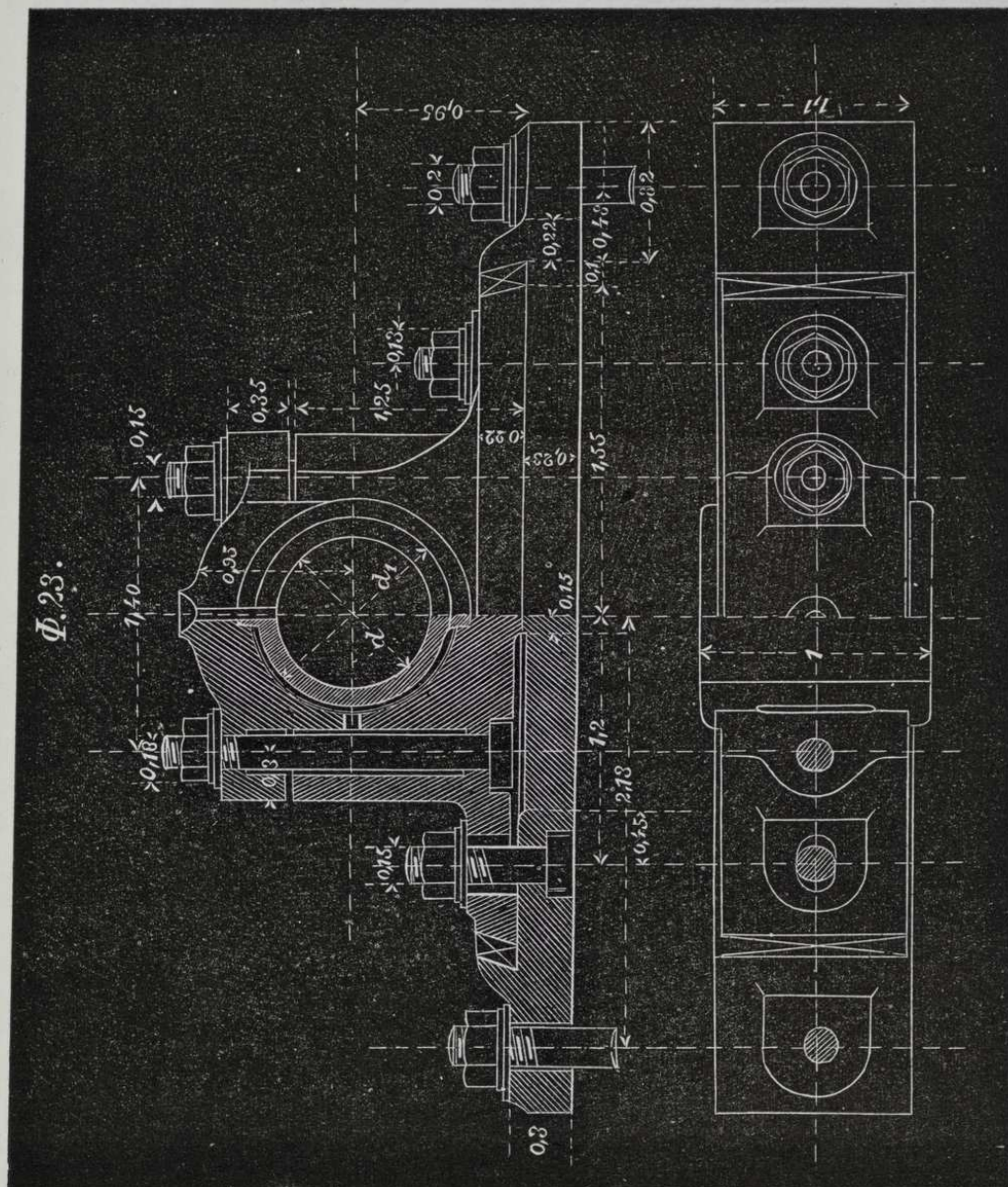
соотвѣтствовать отверстію для помѣщенія подшипника, зазоръ между половинками котораго долженъ равняться $0,2 D$.

Что касается до щекъ, то ихъ дѣлають или не дѣлають, если же дѣлають, то располагають по направленію дугъ $mnlk$, причемъ онѣ не препятствуютъ нисколько заложенію половинокъ подшипника на свои мѣста.

Линія АВ, проведенная параллельно $n'l$, но только выше ее на $0,1 D$, соотвѣтствуетъ верхней грани чеки. Самая чека толщиною дѣлается равною $0,2 D$ и вышиною, на толстомъ концѣ, равною $0,5 D$; обыкновенное же суживаніе ея простирается до $\frac{1}{10}$ длины. Длину чекъ придаютъ равною $1\frac{3}{4}$ ширины глаза ab , наконецъ толщину самого глаза дѣлають, всего чаще, равною $\frac{1}{2} ab$.

7) О подписникахъ

Размѣры подшинниковъ опредѣляются большею частью опытомъ; поэтому хорошая модель весьма важна. Всякій подшинникъ (фиг. 23) состоитъ изъ четырехъ главныхъ



частей: 1) изъ двухъ или нѣсколькихъ вкладышей; 2) изъ чугунаго тѣла или подушки подшипника; 3) изъ чугунной крышки и 4) изъ соединительныхъ частей.

вѣтственные углубленія въ крышкѣ и въ тѣлѣ подшипника и тѣмъ предупреждаютъ вращеніе вкладышей. Цилиндрическіе вкладыши для подшипниковъ небольшихъ размѣровъ есть самые лучшіе, потому что обработка на токарномъ станкѣ при большей точности — самая дешевая.

Подшипники валовъ въ паровыхъ машинахъ претерпѣваютъ боковое давленіе отъ давленія пара и вертикальное давленіе отъ вѣса маховика, вѣса вала, эксцентрика и пр.; чтобы можно было уравнивать происходящее отсюда истираніе вкладышей, употребляютъ подшипники съ тремя вкладышами, изъ которыхъ 2 боковые и 1 нижній или основной. Боковые вкладыши устанавливаются посредствомъ клиньевъ, которые можно подтягивать винтами; нижній же вкладышъ обыкновенно повышается чрезъ подкладываніе металлическихъ пластинокъ. При неправильной установкѣ или при сдвиганіи подшипника вслѣдствіе осадки фундамента, прогиба потолка и т. д. геометрическая правильность оси привода нарушается, отчего происходитъ защемленіе валовъ въ негибкихъ вкладышахъ, что влечетъ за собою сильное нагрѣваніе и истираніе защемленныхъ частей. Для избѣжанія этого употребляютъ подшипники съ подвижными чугунными, очень длинными шаровыми вкладышами, фиг. 24.

Для вкладышей чаще всего употребляется бронза и различные сплавы, напр.

90 частей мѣди, 10 частей олова.

94 „ латунныхъ стружекъ, 6 частей мѣдныхъ стружекъ.

88 частей мѣди, 10 стружекъ олова, 2 части цинка.

80 „ „ 18 „ „ 2 „ „ и. т. д.

Чѣмъ больше олова входитъ въ составъ бронзы, тѣмъ она тверже; цинкъ и свинецъ сообщаютъ бронзѣ мяг-

кость. При больших нагрузках и значительном числѣ оборотовъ дѣлають вкладыши изъ чугуна и заливають бѣлымъ металломъ, для чего существуетъ тоже рядъ рецептовъ, напр.

8 частей мѣди, 80 частей олова, 12 частей цинка.

11	"	"	74	"	"	15	"	"
5	"	"	85	"	"	10	"	"
11	"	"	67	"	"	22	"	"

Вкладыши изъ бакаута обходятся дешевле, но за то не такъ прочны, ихъ преимущественно употребляютъ для шиповъ водяныхъ двигателей въ особенности въ турбинахъ.

Тѣло подшипника служитъ для прочнаго соединенія съ плитами, машинными рамами, фундаментами и другими частями строенія; оно всегда чугунное.

Крышка подшипника служитъ для прочнаго соединенія вкладышей съ тѣломъ подшипника, она всегда чугунная.

Діаметръ отверстія для вкладышей, т. е. наружный діаметръ вкладышей $d_1 = 1,15 d + \frac{3}{8}''$ и длина вкладышей дѣлается $= \frac{3}{8}'' + 1,21 d$ гдѣ d — діаметръ шейки вала въ дюймахъ; остальные размѣры подшипника показаны на чертежѣ въ зависимости отъ внѣшняго діаметра d_1 вкладышей, который принять за единицу.

8) О подпятникахъ.

Подпятники служатъ для опоры вращающихся вертикальных валовъ фиг. 25.

Если d означаетъ діаметръ шипа или пяты вала, то:
 длина вкладыша $l = 1,21 d + \frac{5}{16}''$
 внѣшній діаметръ вкладыша $d_1 = 1,15 d + \frac{3}{8}''$
 и толщина $e = 0,07 d + 0,12$

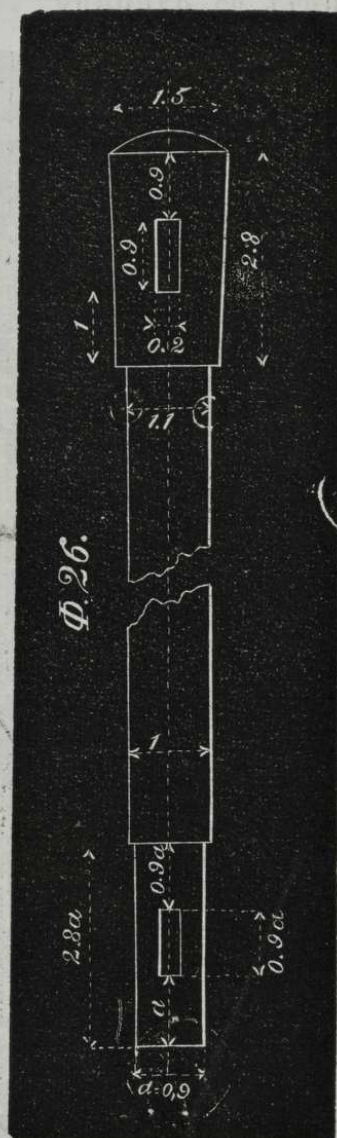
Стержень всегда имѣть прямолинейное движеніе; если онъ передаетъ движеніе поршня, то нижній конецъ его получаетъ форму конуса, которымъ онъ входитъ въ гнѣздо поршня, а верхній цилиндрическаго шипа, который закрѣпляется въ крестовинѣ.

10) О поршняхъ.

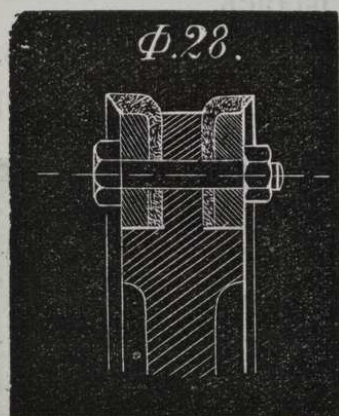
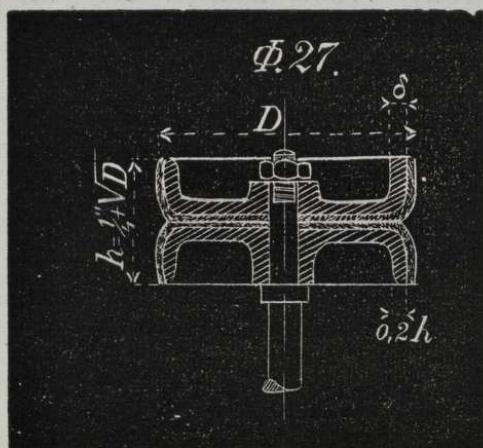
Поршни насосовъ. Набивка при холодной водѣ (ниже 30°) состоитъ изъ кожи, при горячей изъ пенъковаго просаленнаго плетня. Высота кожаной набивки фиг. 27 при діаметрѣ поршня D въ дюймахъ равна $8 (0,394 + 0,01 D)$. Высота поршня $h = \frac{1''}{4} + \sqrt{D}$ и толщина стѣнокъ $\delta = 0,2h$.

Поршни воздуходушныхъ машинъ. Они уплотняются кожей, пенъковымъ плетнемъ или суконною набивкою, пропитанною клеемъ съ графитомъ. Эти поршни смазываются графитовымъ порошкомъ, который бросаютъ въ цилиндръ чрезъ всасывающіе клапаны.

Фиг. 28 показываетъ сѣченіе обода воздуходушнаго поршня съ кожанымъ уплотняющимъ воротникомъ. Оба окружающія кольца, каждое изъ нѣсколькихъ сегментовъ, деревянные, чтобы получить легкій поршень. Въ большихъ поршняхъ такіе воротники сшиваются изъ нѣсколькихъ частей; они снабжаются крѣпкимъ бѣлымъ войлокомъ, который пришивается къ воротнику снаружи.



Паровые поршни. Тѣло поршня состоитъ обыкновенно изъ чугуна, но въ паровыхъ молотахъ, локомотивахъ и желѣзнопроводныхъ машинахъ изъ желѣза или изъ литой стали.



Въ машинахъ низкаго давленія, до $\frac{1}{2}$ атмосферы сверхъ воздушнаго, употребляется пенъковая набивка; въ машинахъ же высокаго давленія всегда дѣлается металлическая набивка.

Пенъковая набивка дѣлается изъ сильно просаленнаго плетня, навиваемаго между закраинами поршня, при чемъ одна закраина дѣлается подвижною для нажиманія набивки. Высота пенъковой набивки дѣлается такая же, какъ и кожаной, т. е. она равна $8 (0,394 + 0,01 D)$, гдѣ D —діаметръ поршня въ дюймахъ.

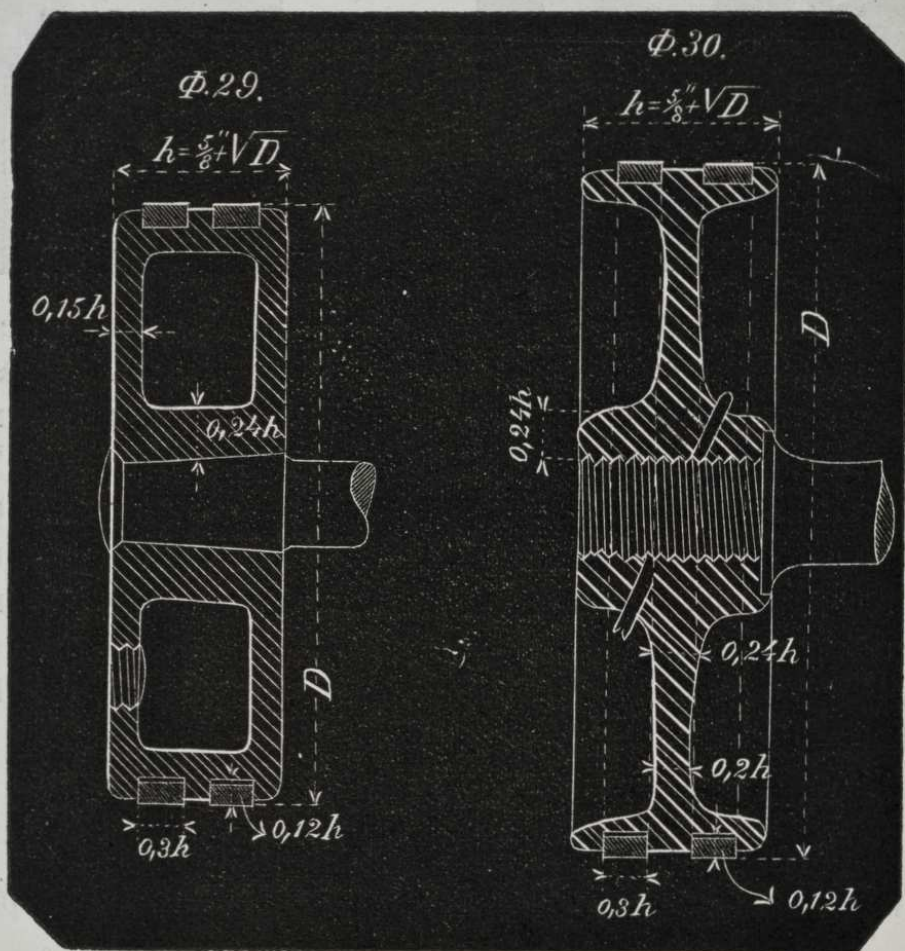
Толщина набивки дѣлается равною $\frac{1}{4}$ высоты ея.

Толщина чугунныхъ закраинъ, между которыми вкладывается набивка: въ большихъ машинахъ $= \frac{1}{6}$, въ среднихъ $= \frac{1}{5}$ и въ малыхъ $= \frac{1}{4}$ высоты набивки.

Металлическая набивка состоитъ изъ 2 или 3 самопружинающихся металлическихъ колець, которые иногда нажимаются къ стѣнкамъ цилиндра еще помощью

распорныхъ пружинъ, клиньевъ и винтовъ. Набивочныя кольца дѣлаются большею частью изъ мягкаго чугуна, иногда изъ мягкой стали или изъ бронзы. Кольца обтачиваются нѣсколько большаго діаметра, чѣмъ цилиндръ, разрѣзываются и укорачиваются, чтобы концы не упирались.

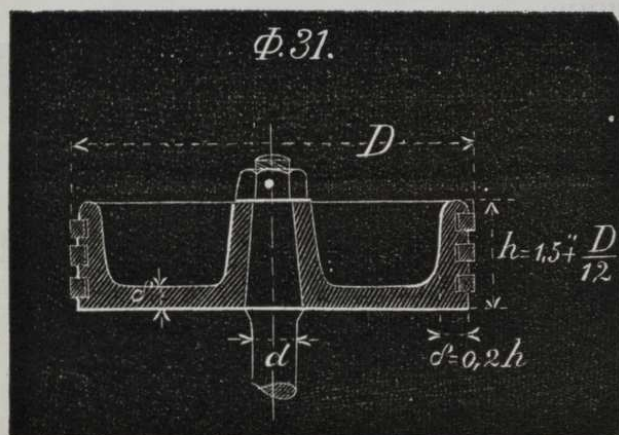
Высота такихъ колесъ дѣлается равною $4(0,394 + 0,01 D)$, гдѣ D діаметръ поршня.



На фиг. 29, 30 и 31 представлены чугунные поршни съ чугунными вкось разрѣзанными кольцами.

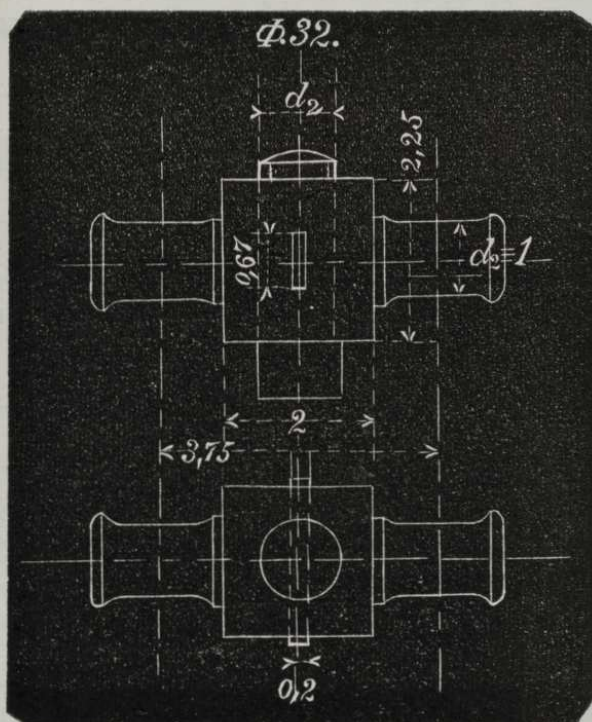
Если дѣлать поршни желѣзные, то размѣръ ихъ будетъ на 20% меньше.

Соединеніе поршневого стержня съ поршнемъ дѣ-
лается чрезъ заклепываніе конца стержня (фиг. 29), или
помощью наръзки конца стержня (фиг. 30), или нако-
нецъ посредствомъ гайки со шпилькою (фиг. 31).



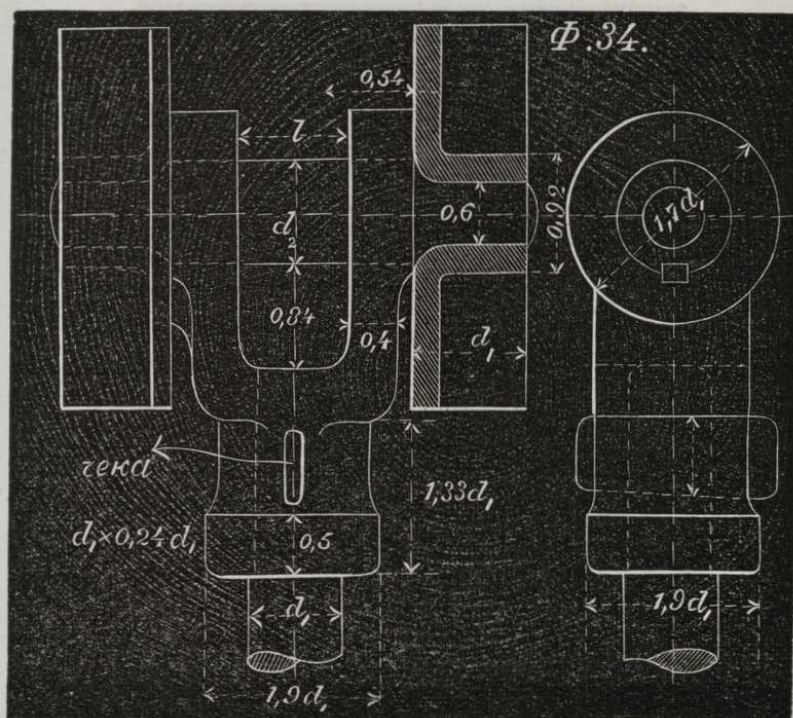
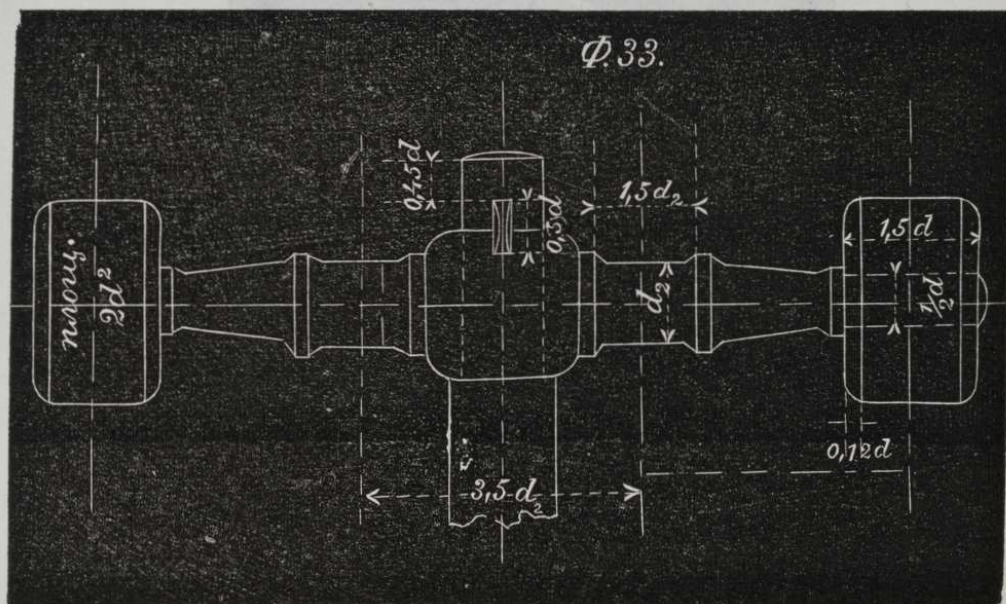
11) О крестовинахъ.

Крестовины служатъ для сборки стержня пароваго
поршня съ шатуномъ и дѣлаются изъ желѣза или литой
стали.



На фиг. 32, 33, 34 и 35 представлены болѣе употребительныя крестовины.

Фиг. 32 изображаетъ небольшія крестовины съ осевымъ шиномъ, діаметромъ $d_2 = 0,75 d$; гдѣ d — діаметръ шипа кривошипа.

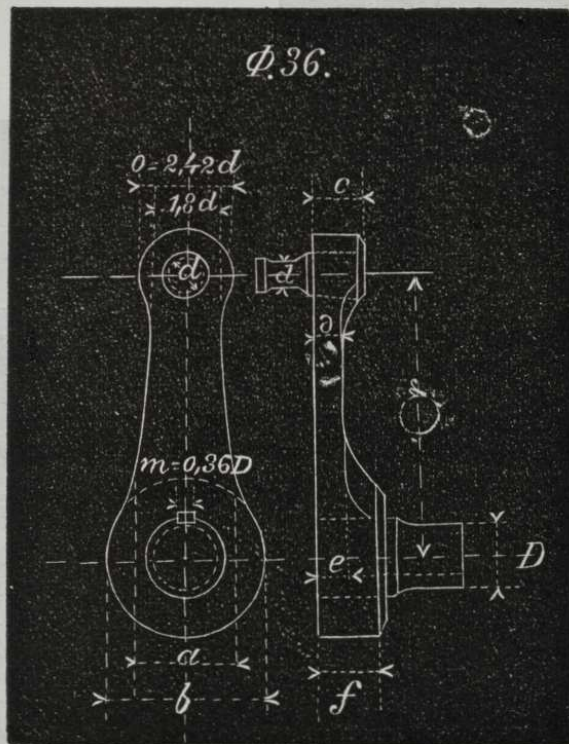


ное движеніе совершается постоянно въ одномъ и томъ же направленіи. Размѣры поставлены въ зависимости отъ діаметра шипа кривошипа d , который принять за единицу.

12) О кривошипѣ.

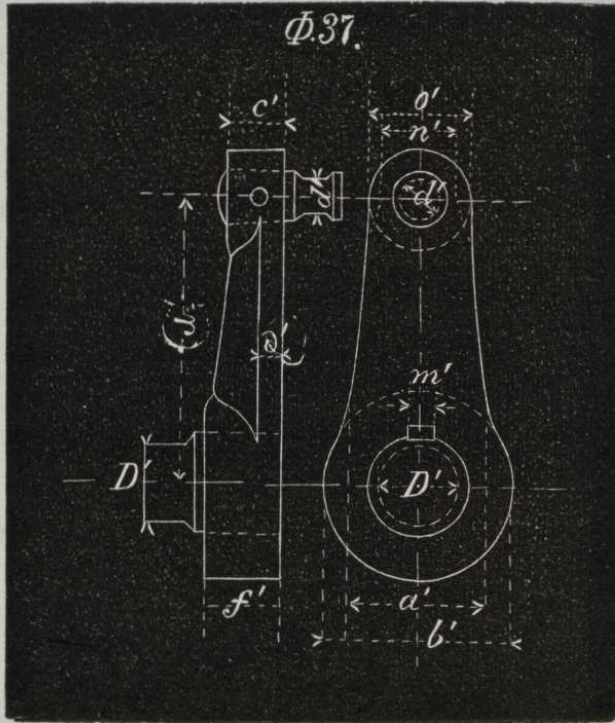
Назначеніе кривошипа состоитъ въ преобразованіи прямолинейнаго возвратнаго движенія шатуновъ въ постоянное круговое.

Кривошипы бываютъ и чугунные, и желѣзные. Последніе имѣютъ преимущество передъ первыми въ томъ, что не ломаются и занимаютъ менѣе мѣста, почему и употребляются преимущественно на пароходахъ, но зато они стоятъ гораздо дороже.



На фиг. 36 показанъ видъ желѣзнаго кривошипа; а на фигурѣ 37 видъ кривошипа чугуннаго.

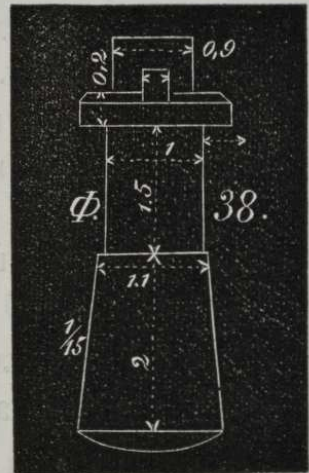
Съ валами кривошипы соединяются помощію большой втулки, съ концами же шатуновъ посредствомъ желѣз-



ной шейки, (фигура 38), плотно укрѣпляющей въ малой втулкѣ кривошипа. Діаметры ими движимыхъ валовъ берутся изъ таблицы (стр. 104). Что же касается до діаметра желѣзной шейки, а слѣдовательно и малой втулки, то на практикѣ принято дѣлать его обыкновенно равнымъ 1,26 діаметра поршневого стержня.

Такъ, напримѣръ, при стержнѣ въ 2,8 д., діаметръ крайней шейки кривошипа и малой втулки его будетъ.

$$2,8 \times 1,26 = 3,5 \text{ дюймамъ.}$$



Зная діаметры обѣихъ втулокъ кривошипа и радіусъ его r , который равенъ половинѣ хода поршня легко, можно вычертить его, если внимательно разсмотрѣть приложенные здѣсь чертежи. На фигурѣ 38 съ подробностію обозначены размѣры желѣзной шейки кривошипа.

Размѣры кривошиповъ.

желѣзнаго	чугуннаго
$a = 1,8 d + 0,175 r$	$a' = 2,25 d' + 0,22 r'$
$b = 2,27 D$	$b' = 2,23 D'$
$c = 1,5 d$	$c' = 1,7 d'$
$d = 0,8 d$	$d' = 0,35 D'$
$e = 0,8 d + 0,028 r$	
$f = 1,5 d + 0,056 d$	$f' = 1,7 d' + 0,056 d'$
$m = 0,36 D$	$m' = 0,36 D'$
$n = 1,8 d$	$n' = 2,25 d'$
$o = 2,42 d$	$o' = 2,8 d'$

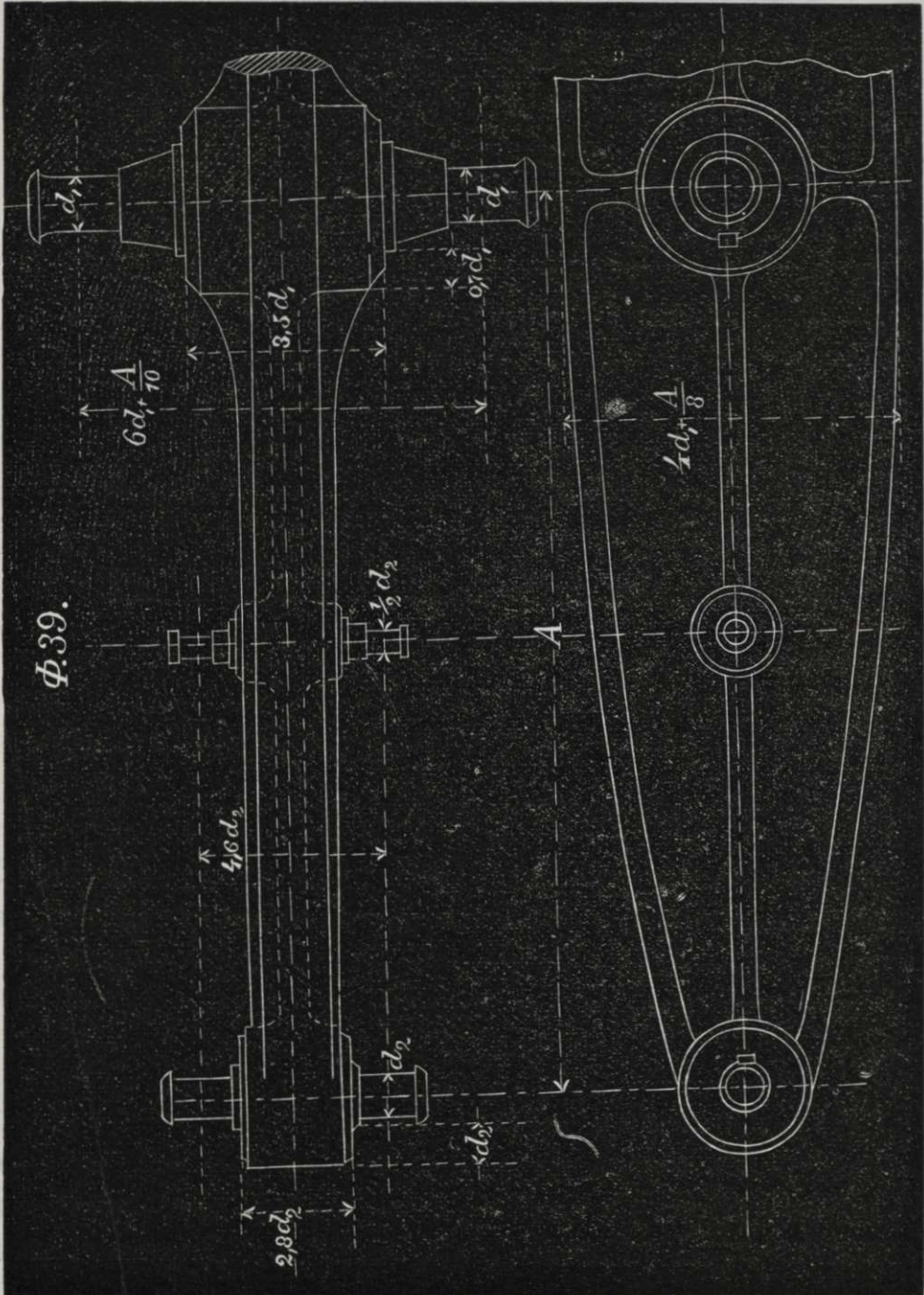
13) *О балансирѣ или коромыслѣ.*

Балансиръ или коромысло можно разсматривать, какъ два кривошипа, слитые въ одно цѣлое подъ угломъ 180° . Онъ состоитъ изъ тѣла и осей; между осями нужно различать серединную ось, на которой качается балансиръ; концевыя оси, къ цапфамъ которыхъ укрѣпляются головки шатуновъ, соединенныхъ другими концами съ крестовинами или стержнями поршней, и промежуточные оси для стержней насосовъ, имѣющихъ котлы.

Балансиры дѣлаются изъ чугуна или желѣза; оси же—желѣзныя или стальныя.

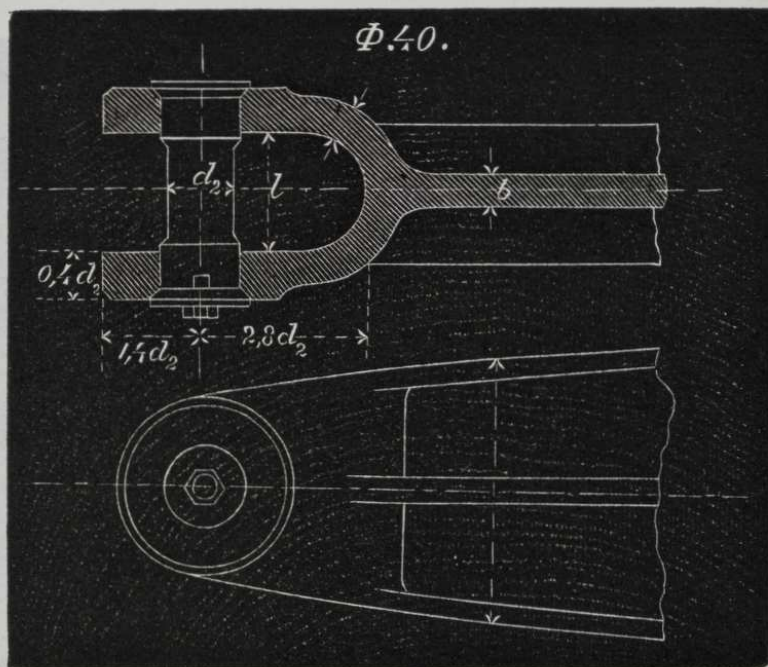
Концевыя оси бываютъ съ 2-мя цапфами d_2 (фиг. 39) или съ одною (фиг. 40).

Въ виду уменьшенія боковыхъ колебаній балансира, длина срединной оси дѣлается болѣе длинною, чѣмъ позволяетъ толщина балансира. Обыкновенно она дѣлается равною 10 діаметрамъ цапфы d_1 , или же равною $6d_1 + \frac{A}{10}$.



Тѣло балансира представляет длинный брусь разнообразнаго сѣченія.

Длина плеча А дѣлается не менѣе $1\frac{1}{2}$ раза взятой длины хода поршня.



Діаметръ цапфы срединной оси $d_1 = 1,27 d$, гдѣ d — діаметръ шипа (шейки) кривошипа.

Діаметръ крайнихъ шиповъ $d_2 = 0,75 d$ и діаметръ шиповъ промежуточныхъ осей для насосовъ $= \frac{1}{2} d_2$.

Діаметры отверстій для осей дѣлаются равными 1,2 діаметра соотвѣтствующаго шипа; толщина металла отъ 0,7 до 1 діаметра и длина не менѣе 2-хъ діаметровъ.

14) О шатунахъ.

Шатуны бываютъ чугунные и желѣзные.

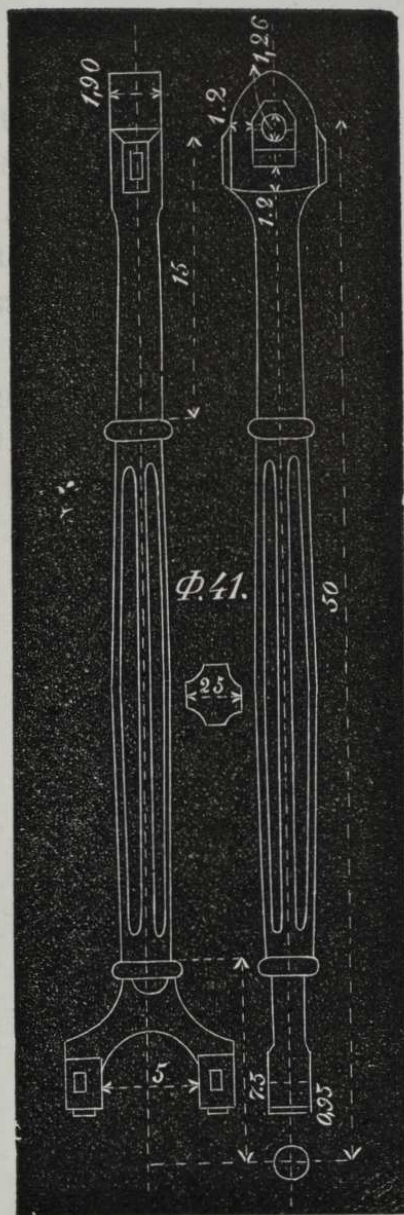
На одномъ концѣ шатуны имѣютъ вилку и, помощію двухъ шалнеровъ со скобою, на каждомъ изъ роговъ ея соединяются съ крестовиною пароваго стержня, или

крайними шейками балансира, на другомъ же концѣ они снабжены однимъ шалнеромъ со скобою или просто шалнеромъ въ видѣ глаза, посредствомъ котораго связываются съ шейкою кривошипа.

Въ чугунныхъ шатунахъ, ф. 41, тѣло дѣлается круглое или овальное только на протяженіи $\frac{1}{5}$ своей длины, считая отъ центра шалнера, въ видѣ глаза, да и то для свободного прохода кривошипа, въ остальной же части оно имѣетъ сѣченіе крестообразное, какъ показано на фигурѣ.

О размѣрахъ чугунныхъ шатуновъ.

Длина шатуна дѣлается равною 3 ходамъ поршня, что же касается до остальныхъ размѣровъ, то въ приложенномъ здѣсь рисункѣ они означены съ подробностію и выражены въ зависимости отъ діаметра пароваго стержня, величина котораго принята за единицу, при чемъ діаметръ шеекъ крестовины равенъ 0,95, а діаметръ шейки кривошипа 1,26. Хотя на чертежѣ, фиг. 41 форма и измѣренія шалнера въ видѣ глаза разнятся отъ тѣхъ, какія мы описали выше (стр. 349); но это происходитъ въ слѣдствіе того, что шатунъ отлить изъ чугуна, а не откованъ изъ желѣза.



О желѣзныхъ шатунахъ.

Желѣзные шатуны отличаются отъ предыдущихъ тѣмъ, что дѣлаются сплошь круглые или прямоугольнаго сѣченія.

При обыкновенной длинѣ желѣзныхъ шатуновъ, равной $2\frac{1}{2}$ ходамъ поршня, діаметръ ихъ въ узкой части долженъ быть не менѣе діаметра шеекъ крестовины, а въ толстой части, т. е. по срединѣ, на $\frac{1}{5}$ или $\frac{1}{4}$ болѣе противу этого послѣдняго.

Шалнеры вычерчиваются неотступно отъ указанныхъ нами ранѣе правилъ.

Поперечное сѣченіе роговъ вилки дѣлается квадратное, со стороною, въ 0,6 противъ діаметра шатуна въ узкой части.



С М Ъ С Ъ.

ОБЩІЯ ЗАМѢЧАНІЯ О ПОСТАНОВКѢ ПРИВОДНЫХЪ ВАЛОВЪ.

1) *Повѣрка положенія валовъ и подшипниковъ.* Горизонтальные валы вѣвѣряются посредствомъ уровня или ватерпаса и прямой вѣрно выструганной рейки, которая накладывается на концы вала; если концы неодинаковаго діаметра, то подъ рейку, гдѣ она приходится надъ тонкимъ концомъ, кладется накладка, толщиною равная половинѣ разности діаметровъ.

Если, до постановки валовъ, на потолокъ или на полу имѣются постоянныя точки, опредѣляющія середины или оси приводовъ, то положенія вѣвѣряются проще: помощью шнура и отвѣса измѣряются разстоянія отъ осей валовъ до постоянныхъ точекъ.

Предварительно вѣвѣряется положеніе подшипниковъ: утвердивъ временно на назначенныхъ мѣстахъ всѣ подшипники, вставляютъ въ нихъ вкладыши и въ эти послѣдніе вкладываютъ половину, предполагаемой въ каждомъ гнѣздѣ, шейки приводнаго вала, выточенную изъ дерева. Затѣмъ, помощью шнура, вѣвѣряютъ сначала вѣрность направленія, а посредствомъ рейки и уровня горизонтальность всего привода. При этомъ, по мѣрѣ надобности, опускаются, или поднимаются, или передвигаются стулья, подставки или подвѣски и, по окончательной вѣвѣркѣ, закрѣпляютъ прочно всѣ гнѣзда. Висячія под-

вѣски требуютъ особеннаго вниманія, какъ части, скорѣе другихъ принимающія неправильное положеніе.

Если на валахъ имѣются зубчатые зацѣпленія, то они всего скорѣе указываютъ невѣрность установки валовъ. Въ колесахъ, вѣрно сдѣланныхъ, всѣ зубцы касаются во всю ширину и съ одинаковымъ давленіемъ, для чего они полируются. Если же, во время работы, зубцы будутъ полироваться съ обѣихъ сторонъ (полагая, что зубцы и колеса не имѣютъ обратнаго движенія) и только въ половину ихъ ширины, то это признакъ невѣрной установки валовъ. Если же зубцы срабатываются неодинаково и нѣкоторые даже портятся, между тѣмъ какъ другіе цѣлы, то колеса невѣрно установлены.

Вертикальные валы вѣвѣряются шнуромъ съ отвѣсомъ, который опускается въ нѣкоторомъ разстояніи отъ вала такъ, чтобы шнуръ совпадалъ съ направленіемъ оси вала.

2) *Мѣры устраненія невѣрности привода.* Невѣрности происходятъ: а) отъ разработки (стиранія) вкладышей, б) отъ осадки фундамента или отъ усыханія балокъ и с) отъ непрочнаго укрѣпленія подшипниковъ.

Если вкладыши не очень стерлись, то подъ нихъ кладутъ подкладки изъ листового желѣза или латуни, скрѣпляя ихъ съ нижней частью вкладыша штифтами или припаявая оловомъ; штифты употребляются и въ послѣднемъ случаѣ, чтобы спайка не уничтожилась отъ поперечнаго движенія. Иногда же подъ самый подшипникъ кладутся деревянные подкладки; иногда надпаяваютъ внутреннюю сторону вкладышей, но всѣ эти починки неудобны и дороги, почему выгоднѣе имѣть въ запасъ вкладыши того сорта, который наиболѣе и скорѣе срабатывается.

Срабатываніе вкладышей зависитъ отъ тяжести валовъ, вѣрности установки ихъ, числа оборотовъ, каче-

ства и употребленія смазки и отъ давленія крышки подшипника на вкладышъ. Вертикальные желѣзные валы обыкновенно снизу закаливаются, а у чугуновыхъ нижняя часть отливается изъ прочнаго чугуна или вдѣлывается стальной пятникъ; опорныя ихъ плоскости всегда выпуклы; пяты дѣлаются также выпуклыми и сильно закаливаются.

Масло для смазки должно быть лучшаго качества. Маслянки и впадины во вкладышахъ нужно чаще осматривать и чистить. Крышка подшипника не должна слишкомъ сильно придавливать верхнюю часть вкладыша къ валу, такъ какъ тогда масло не будетъ касаться вала и вкладыши скоро разработаются.

Отъ усадки фундамента, а еще болѣе отъ усыханія балокъ, если на нихъ основанъ или укрѣпленъ приводъ, валы тотчасъ получаютъ неправильное положеніе, въ такомъ случаѣ подъ подшипники подкладываютъ металлическія клинья, заливая промежутки свинцомъ, такъ какъ клинья во время работы могутъ незамѣтно выпасть.

Всѣ болты, проходящіе чрезъ балки, должны имѣть подъ гайками шайбы не менѣе 6 дюймовъ въ діаметрѣ. Вообще при установкѣ привода слѣдуетъ избѣгать употребленія клиньевъ, подкладокъ и укрѣплять всѣ части возможно прочнѣе, иначе приводъ скоро можетъ расшататься.

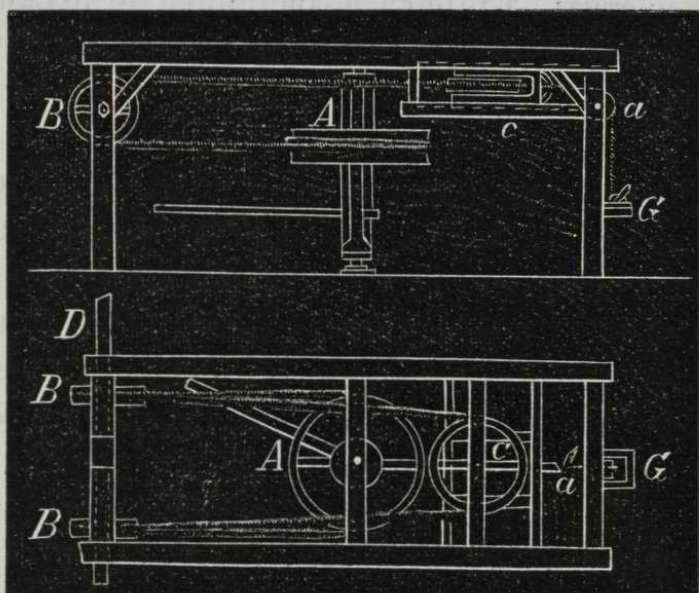
МАНЕЖЪ (конный приводъ).

Манежъ употребляется почти исключительно для принятія работы и лошадей.

Животное впрягается къ концу горизонтальнаго или наклоннаго водила, длина котораго бываетъ отъ 18 до 22 футовъ; при меньшей длинѣ животное тянетъ не перпендикулярно къ водилу, а при большей бесполезно уве-

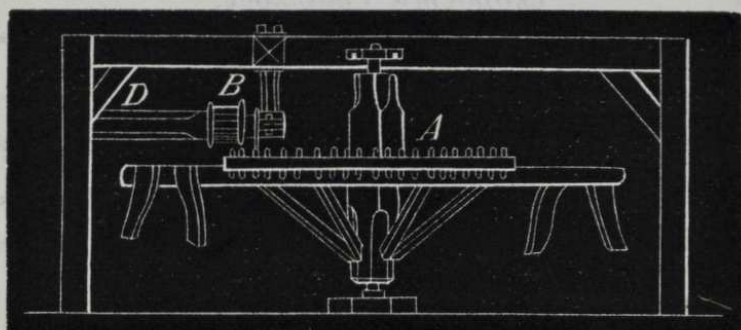
личивается пространство подъ манежъ. Если лошадь впрягается въ хомутъ, то водила помѣщаются на высотѣ $5\frac{1}{2}$ футовъ, а если въ построики съ вальками, то на высотѣ 3—4 футовъ. Чтобы лошадь ходила по кругу, не удаляясь и не приближаясь къ его центру, употребляется веревка, одинъ конецъ которой привязывается къ лошади, а другой къ концу впереди находящагося водила.

Въ веревочномъ конномъ приводѣ лошадь припряжена къ горизонтальному водилу, вращающему вертикальный



валъ, на которомъ насаженъ передаточный шкивъ А большого діаметра. Веревка, охватывающая шкивъ А, проведена по двумъ рабочимъ шкивамъ В и обернута кругомъ натяжнаго шкива С, помѣщеннаго въ подвижной рамѣ, къ которой прикрѣплена веревка; эта послѣдняя проведена по отводному блоку а и оканчивается натяжною гирею Г. Поэтому шкивъ С, приближаясь или удаляясь, можетъ ослаблять или натягивать веревку на рабочихъ шкивахъ В и тѣмъ прирывать или возобновлять движеніе. Движеніе передается машинѣ съ вала D.

Въ шведскомъ конномъ приводѣ зубчатое лобовое колесо А, насаженное на вертикальномъ валу водилъ, сдѣл-



ляется съ шестернею В горизонтальнаго весла D, отъ барабана котораго передается ремнемъ, помощью отводныхъ блоковъ, движеніе шкиву машины.

ТАБЛИЦА

скоростей въ футахъ, въ секунду.

Пѣшеходъ	4,6	
Лошадь шагомъ	3,5—	4
„ рысью	7	
„ вскачь	13 —	16
Повозка съ грузомъ	2,6	
Почтовая гоньба	10	
Товарный поѣздъ	26	
Скорый пассажирскій поѣздъ . .	46 —	50
Обыкновенный вѣтеръ	10	
Буря	50	
Ураганъ	100	
Звукъ въ воздухѣ	1100	
„ въ водѣ	7700	
„ въ дубовомъ деревѣ . . .	11890	
Ядро изъ пушки	1500 —	2600
Точка на экваторѣ отъ вращенія земли около оси	1469 —	
Земной шаръ около солнца . . .	96432	
Свѣтъ	1038120000	

ТАБЛИЦА

скорости станковъ.

Въ токарныхъ станкахъ.

Обточка мягкаго чугуна . . . 2 дюйм. въ секунду.

„ твердаго „ . . . 0,3 „ „ „

„ желѣза и мѣди . . . 4 „ „ „

Въ сверлильныхъ станкахъ.

При сверленіи цилиндровъ . . 1,2 „ „ „

Въ строгальныхъ станкахъ. . 3—4 „ „ „

Въ винторѣзныхъ станкахъ.

При нарѣзкѣ болтовъ отъ $\frac{5}{8}$

до $1\frac{1}{4}$ 20—90 обор. въ мин.

Въ комарѣ.

При толщинѣ желѣза до $\frac{3}{4}$ д. 13—15 ударовъ.

ТАБЛИЦА,

содержащая вѣсъ одного квадратнаго фута котельнаго и листоваго желѣза, въ предѣлахъ отъ $\frac{1}{16}$ до 1 дюйма толщиною.

$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$
2,77	5,55	8,32	11,09	13,86	16,63	19,40	22,17
$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	1
24,94	27,71	30,48	33,25	36,02	38,79	41,56	44,33

ТАБЛИЦА,

содержащая вѣсъ одного квадратнаго фута листовой мѣди и свинца, съ увеличеніемъ толщины на $\frac{1}{32}$ дюйма.

Т о л щ и н а.		М ѣ д ь.	С в и н е ц ъ
$\frac{1}{32}$	ДЮЙМ.	1,607 фунт.	2,051
$\frac{1}{16}$	„	3,214 „	4,102
$\frac{3}{32}$	„	4,821 „	6,153
$\frac{1}{8}$	„	6,428 „	8,203
$\frac{1}{8} + \frac{1}{32}$	„	8,035 „	10,253
$\frac{1}{8} + \frac{1}{16}$	„	9,642 „	12,304
$\frac{1}{8} + \frac{3}{32}$	„	11,249 „	14,355
$\frac{1}{4}$	„	12,856 „	16,406
$\frac{1}{4} + \frac{1}{32}$	„	14,463 „	18,457
$\frac{1}{4} + \frac{1}{16}$	„	16,097 „	20,508
$\frac{1}{4} + \frac{3}{32}$	„	17,704 „	22,559
$\frac{3}{8}$	„	19,311 „	24,610
$\frac{3}{8} + \frac{1}{32}$	„	20,917 „	26,661
$\frac{3}{8} + \frac{1}{16}$	„	22,524 „	28,712
$\frac{3}{8} + \frac{3}{32}$	„	24,131 „	30,763
$\frac{1}{2}$	„	25,738 „	32,814

ТАБЛИЦА

веса квадратнаго фута листоваго и котельнаго желѣза, въ фунтахъ, различныхъ номеровъ бирмингемскаго лекала, *Birmingham wire gauge* № 1 = $\frac{5}{16}$; № 4 = $\frac{1}{4}$; № 11 = $\frac{1}{8}$.

№ лекала.	1	2	3	4	5	6
Фунты.	13,8	13,3	12,2	11,1	10	8,9
№ лекала.	7	8	9	10	11	12
Фунты.	8,3	7,7	6,6	6,27	5,5	5,08
№ лекала.	13	14	15	16	17	18
Фунты.	4,75	4,43	4,34	3,32	2,75	2,4
№ лекала.	19	20	21	22		
Фунты.	2,12	1,78	1,65	1,5		

ТАБЛИЦА

веса одного линейнаго фута обыкновеннаго углового желѣза.

Сторона угла.	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	$2\frac{1}{4}$
Ф у н т ы.	2	3	3,6	4,3	3,5
Сторона угла.	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$
Ф у н т ы.	7,2	9,1	11,5	12,9	15,4

ТАБЛИЦА,

для отысканія вѣса трубъ изъ желѣза, мѣди и свинца, 12 дюймовъ длиною, различной толщины и всякаго потребнаго діаметра.

Толщина.	Множители для желѣза.	Множители для мѣди.	Множители для свинца.
$\frac{1}{32}$	0,1153	0,1341	0,1706
$\frac{1}{16}$	0,2306	0,2682	0,3412
$\frac{3}{32}$	0,3446	0,4022	0,5118
$\frac{1}{8}$	0,459	0,5364	0,6824
$\frac{1}{8} + \frac{1}{32}$	0,5743	0,6704	0,8530
$\frac{1}{8} + \frac{1}{16}$	0,6885	0,8047	1,0237
$\frac{1}{8} + \frac{3}{32}$	0,8038	0,9386	1,1942
$\frac{1}{4}$	0,918	1,073	1,3649

Правило. Помножь окружность трубы, въ дюймахъ, на множитель, стоящій противъ требуемой толщины и на длину ея въ футахъ, произведеііе будетъ приближительный вѣсъ, въ фунтахъ.

Примѣръ. Требуется узнать вѣсъ мѣдной трубы въ 12 фут. длины, 15 дюймовъ въ окружности и $\frac{1}{8} + \frac{1}{16}$ толщиной.

$$0,8047 \times 15 = 12,0705.$$

$$12,0705 \times 12 = 144,846 \text{ фунт.}$$

ТАБЛИЦА,

показывающая вѣсъ, въ фунтахъ, желѣзныхъ, круглыхъ и квадратныхъ брусковъ, 12 дюймовъ длиною.

Диаметръ или стона въ дюймахъ.	Вѣсъ въ фунтахъ. Круглое.	Вѣсъ въ фунтахъ. Квадратное.	Диаметръ или стона въ дюймахъ.	Вѣсъ въ фунтахъ. Круглое.	Вѣсъ въ фунтахъ. Квадратн.
$\frac{1}{4}$	0,218	0,230	$2\frac{1}{2}$	18,095	23,062
$\frac{3}{8}$	0,407	0,518	$2\frac{5}{8}$	21,066	25,379
$\frac{1}{2}$	0,724	0,920	$2\frac{3}{4}$	21,909	27,852
$\frac{5}{8}$	1,13	1,441	$2\frac{7}{8}$	23,938	30,447
$\frac{3}{4}$	1,63	2,073	3	26,078	33,174
$\frac{7}{8}$	2,22	2,827	$3\frac{1}{4}$	30,602	38,94
1	2,893	3,681	$3\frac{1}{2}$	35,480	45,238
$1\frac{1}{8}$	3,67	4,669	$3\frac{3}{4}$	40,714	51,801
$1\frac{1}{4}$	4,523	5,766	4	46,302	58,898
$1\frac{3}{8}$	5,477	6,961	$4\frac{1}{4}$	52,373	67,624
$1\frac{1}{2}$	6,519	8,294	$4\frac{1}{2}$	58,687	74,664
$1\frac{5}{8}$	7,65	9,735	$4\frac{3}{4}$	65,328	83,102
$1\frac{3}{4}$	8,87	11,309	5	72,380	92,249
$1\frac{7}{8}$	10,17	12,956	$5\frac{1}{4}$	80,940	101,519
2	11,57	14,724	$5\frac{1}{2}$	87,637	111,409
$2\frac{1}{8}$	13,08	16,631	$5\frac{3}{4}$	95,753	121,741
$2\frac{1}{4}$	14,67	18,638	6	104,313	132,697
$2\frac{3}{8}$	16,33	20,773	7	141,922	182,06

ТАБЛИЦА,

показывающая весъ, въ фунтахъ, полосоваго желъза различной ширины и толщины, при 12 дюймахъ длины

Ширина въ дюймахъ.	Толщина въ дюймахъ.								
	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
$\frac{1}{2}$	0,23	0,35	0,47	0,70					
$\frac{3}{4}$	0,35	0,53	0,70	1,05	1,40	1,75			
1	0,47	0,70	0,94	1,40	1,87	2,34	2,80	3,26	
$1\frac{1}{4}$	0,53	0,87	1,17	1,75	2,34	2,91	3,49	4,07	4,66
$1\frac{3}{8}$	0,64	0,96	1,31	1,92	2,57	3,20	3,84	4,47	5,13
$1\frac{1}{2}$	0,70	1,05	1,40	2,10	2,80	3,49	4,20	4,89	5,59
$1\frac{3}{4}$	0,81	1,22	1,68	2,44	3,26	4,07	4,89	5,70	6,51
2	0,94	1,40	1,87	2,80	3,72	4,66	5,61	6,51	7,46
$2\frac{1}{4}$	1,07	1,57	2,10	3,14	4,20	5,25	6,28	7,33	8,39
$2\frac{1}{2}$	1,17	1,75	2,34	3,49	4,66	5,84	6,99	8,15	9,32
$2\frac{3}{4}$	1,28	1,92	2,57	3,84	5,13	6,40	7,69	8,96	10,25
3	1,40	2,10	2,80	4,20	5,59	6,99	8,39	9,78	11,18
$3\frac{1}{4}$	1,5	2,27	3,03	4,53	6,06	7,55	9,08	10,59	12,11
$3\frac{1}{2}$	1,63	2,44	3,26	4,89	6,51	8,15	9,78	11,41	13,04
$3\frac{3}{4}$	1,75	2,62	3,49	5,25	6,99	8,73	10,48	12,22	13,98
4	1,87	2,80	3,72	5,59	7,46	9,32	11,18	13,04	14,91
$4\frac{1}{2}$	2,10	3,14	4,20	6,28	8,39	10,48	12,58	14,67	16,77
5	2,34	3,49	5,57	6,99	9,32	11,65	13,98	16,29	18,64
6	2,80	4,20	5,59	8,39	11,18	13,98	16,77	19,56	22,36

ТАБЛИЦА

веса чугунныхъ шаровъ, въ фунтахъ, отъ 1 до 12 дюймовъ въ діаметръ.

Дюйм.	Фунты.	Дюйм.	Фунты.	Дюйм.	Фунты.
1	0,16	4 ³ / ₄	16,37	8 ¹ / ₂	93,75
1 ¹ / ₈	0,23	4 ⁷ / ₈	17,69	8 ⁵ / ₈	97,94
1 ¹ / ₄	0,30	5	18,99	8 ³ / ₄	102,27
1 ³ / ₈	0,42	5 ¹ / ₈	20,56	8 ⁷ / ₈	106,74
1 ¹ / ₂	0,53	5 ¹ / ₄	22,10	9	111,31
1 ⁵ / ₈	0,66	5 ³ / ₈	23,72	9 ¹ / ₈	116,00
1 ³ / ₄	0,83	5 ¹ / ₂	25,42	9 ¹ / ₄	120,84
1 ⁷ / ₈	1,01	5 ⁵ / ₈	27,18	9 ³ / ₈	125,81
2	1,22	5 ³ / ₄	29,03	9 ¹ / ₂	130,91
2 ¹ / ₈	1,47	5 ⁷ / ₈	30,95	9 ⁵ / ₈	136,13
2 ¹ / ₄	1,75	6	32,96	9 ³ / ₄	141,52
2 ³ / ₈	2,05	6 ¹ / ₈	35,09	9 ⁷ / ₈	147,03
2 ¹ / ₂	2,39	6 ¹ / ₄	37,28	10	152,69
2 ⁵ / ₈	2,77	6 ³ / ₈	39,55	10 ¹ / ₈	158,42
2 ³ / ₄	3,18	6 ¹ / ₂	41,92	10 ¹ / ₄	164,41
2 ⁷ / ₈	3,63	6 ⁵ / ₈	44,47	10 ³ / ₈	170,51
3	4,13	6 ³ / ₄	46,96	10 ¹ / ₂	176,74
3 ¹ / ₈	4,66	6 ⁷ / ₈	49,61	10 ⁵ / ₈	183,13
3 ¹ / ₄	5,24	7	52,35	10 ³ / ₄	189,66
3 ³ / ₈	5,87	7 ¹ / ₈	55,21	10 ⁷ / ₈	196,37
3 ¹ / ₂	6,44	7 ¹ / ₄	58,18	11	203,23
3 ⁵ / ₈	7,28	7 ³ / ₈	61,25	11 ¹ / ₈	210,23
3 ³ / ₄	8,05	7 ¹ / ₂	64,38	11 ¹ / ₄	217,45
3 ⁷ / ₈	8,89	7 ⁵ / ₈	67,68	11 ³ / ₈	224,72
4	9,77	7 ³ / ₄	71,07	11 ¹ / ₂	232,21
4 ¹ / ₈	10,73	7 ⁷ / ₈	74,57	11 ⁵ / ₈	239,85
4 ¹ / ₄	11,78	8	78,05	11 ³ / ₄	247,70
4 ³ / ₈	12,78	8 ¹ / ₈	81,89	11 ⁷ / ₈	255,65
4 ¹ / ₂	13,91	8 ¹ / ₄	85,73	12	263,79
4 ⁵ / ₈	15,10	8 ³ / ₈	89,67		

ТАБЛИЦА,

показывающая всѣ чугунныхъ трубъ, въ 1 футъ длиною
при различной толщинѣ ихъ.

Внутренній діаметръ въ дюймахъ.	Толщина стѣнокъ трубы въ дюймахъ.					
	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
2	17,876	22,473	27,41			
$2\frac{1}{2}$	21,281	26,558	32,115	38,135		
3	24,624	35,644	36,943	43,583	50,563	
$3\frac{1}{2}$	28,09	34,73	41,71	49,03	56,691	
4	31,498	38,816	46,476	54,479	62,821	71,504
$4\frac{1}{2}$	34,9	42,902	51,244	59,927	68,95	78,313
5	38,305	46,988	56,011	65,374	75,078	85,112
$5\frac{1}{2}$	41,711	51,074	60,778	70,822	81,208	91,933
6	45,115	55,159	65,545	76,27	87,336	98,824
$6\frac{1}{2}$	48,52	59,245	70,311	81,717	93,464	105,552
7	51,925	63,331	75,078	87,166	99,594	112,362
$7\frac{1}{2}$	55,33	67,418	79,846	92,614	105,723	119,173
8	58,735	71,503	84,612	98,062	111,851	125,982
$8\frac{1}{2}$	62,14	75,59	89,379	103,51	117,98	132,792
9	65,544	79,675	94,145	108,957	124,109	139,601
$9\frac{1}{2}$	68,949	83,761	98,913	114,405	130,238	146,412
10	72,354	87,846	103,679	119,853	136,363	153,219
$10\frac{1}{2}$	75,759	91,933	108,443	125,299	142,495	160,031
11	79,161	96,017	113,213	130,749	148,625	166,841
$11\frac{1}{2}$	82,569	100,105	117,981	136,197	154,752	173,649
12	85,974	104,19	122,746	141,642	160,878	180,458

Всѣ двухъ фланцевъ трубы обыкновенно принято считать равнымъ всѣу одного фута длины.

О ПЕРЕВОДѢ ГРАДУСОВЪ ТЕМПЕРАТУРЫ РАЗЛИЧНЫХЪ СКАЛЬ ОДНИХЪ ВЪ ДРУГІЕ.

а) *Выше точки замерзанія.*

Правило. Градусы Фаренгейта, минусъ 32, умноженные на 4 и раздѣленные на 9 = Реомюру.

Такъ: 77 Ф.—32=45, и $\frac{45 \times 4}{9} = 20 \text{ Р.}$

или наоборотъ:

$$\frac{20 \text{ Р.} \times 9}{4} = 45, \text{ и } 45 + 32 = 77 \text{ Ф.}$$

Правило. Градусы Фаренгейта, минусъ 32, умноженные на 5 и раздѣленные на 9 = град. Цельсія. Такъ:

$$167 \text{ Ф.} - 32 = 135, \text{ и } \frac{135 \times 5}{9} = 75 \text{ Ц.};$$

или наоборотъ:

$$\frac{75 \text{ Ц.} \times 9}{5} = 135 \text{ и } 135 + 32 = 167 \text{ Ф.}$$

б) *Ниже точки замерзанія.*

Правило. Градусы Фаренгейта, плюсь 32, умноженные на 4 и раздѣленные на 9 = Реомюру.

Такъ: 22 Ф. + 32 = 54, и $\frac{54 \times 4}{9} = 24 \text{ Р.};$

или наоборотъ:

$$\frac{24 \text{ Р.} \times 9}{4} = 54 \text{ и } 54 - 32 = 22 \text{ Ф.}$$

Правило. Градусы Фаренгейта, плюсь 32, умноженные на 5 и раздѣленные на 9 = Цельсію.

Такъ: 13 Ф. + 32 = 45; $\frac{45 \times 5}{9} = 25 \text{ Ц.};$

или наоборотъ:

$$\frac{25Ц \times 9}{5} = 45, \text{ и } 45 - 32 = 13 \text{ Ф.}$$

Правило. Градусы Реомюра, помноженные на 5 и разделенные на 4 = Цельсію.

Такъ:

$$\frac{20Р \times 5}{4} = 25 \text{ Ц.};$$

или наоборотъ:

$$\frac{25Ц \times 4}{5} = 20Р.$$

ТАБЛИЦА

въса, въ фунтахъ, кубическаго фута и кубическаго дюйма различныхъ металловъ и воды.

НАЗВАНІЕ ТѢЛЪ.	Вѣсъ кубическ. фута въ фунтахъ.	Вѣсъ кубическ. дюйма въ фунтахъ.	Число куб. дюймовъ въ фунтѣ.
Мѣдь	608,92	0,352	2,83
Мѣдь кованная	617,71	0,357	2,8
Латунь	581,76	0,336	2,97
Чугунъ	503,8	0,291	3,43
Желѣзо	528,74	0,306	3,26
Свинецъ	786,03	0,455	2,19
Сталь	542,75	0,314	3,18
Цинкъ	498,19	0,288	3,46
Олово	505,26	0,292	3,42
Висмутъ	686,8	0,397	2,51
Пушечный металлъ	608,65	0,352	2,83
Ртуть	940,13	0,544	1,83
Чистое золото	1333,83	0,765	1,3
Чистое серебро	725,46	0,416	2,4
Вода	69,29	0,04	24,93

ТАБЛИЦА

относительнаго вѣса и вѣса одного кубическаго фута
различныхъ тѣлъ и жидкостей.

Названіе тѣлъ.	Относитель- ный вѣсъ.	Вѣсъ кубич. фут. въ фунт.	Названіе тѣлъ.	Относитель- ный вѣсъ.	Вѣсъ кубич. фута въ фунт.
Кленъ сухой . .	0,64	44	Гранитъ	2,65	182
Береза и яблоня.	0,73	51	Точильн. камень.	2,48	166
Букъ	0,59	41	Песчаникъ . . .	2,35	161
Самшитъ	0,94	65	Песокъ рѣчной .	1,52	104
Черное дерево .	1,18	82	Мраморъ	2,72	187
Ель сухая . . .	0,55	38	Антрацитъ . . .	1,5	103
Дубъ	0,9	63	Слан. (аспидъ). .	2,8	193
Ольха и липа . .	0,5	35	Известнякъ . . .	2,5	170
Сосна сухая . . .	0,55	38	Пушенка	1,8	125
Тополь	0,38	27	Сало	0,94	65
Ясень	0,67	47	Шерсть	1,26	88
Кирпичъ обык. .	1,68	115	Ячмень	1,27	88
Кирпич. кладка .	1,6	110	Пшеница	1,34	92
Камен. кладка .	2,2	146	Сахаръ	1,6	110
Стекло	2,45	168	Вино	0,97	68
Алебастръ	2,1	146	Алкоголь	0,8	56
Глина	1,92	132	Скипидаръ . . .	0,87	60
Черноз. сухой . .	1,6	110	Льняное масло .	0,94	65
Мѣлъ	2,3	158	Сѣрная кислота .	1,8	126
Камен. уголь . .	1,3	90	Азотн. кислота .	1,5	105
Коксъ сухой . .	0,75	52	Соляная кислота.	1,2	84
Хрящъ	1,92	132			

ТАБЛИЦА ВѢСА ГАЗОВЪ.

НАЗВАНІЕ ГАЗОВЪ.	Относ. вѣсъ.	Вѣсъ куб. ф. въ фунтахъ.
Воздухъ	0,0012	0,089
Углекислота	0,0018	0,126
Углеродо-водородъ	0,0005	0,034
Водородъ	0,00008	0,0055
Кислородъ	0,00125	0,09

УПОТРЕБИТЕЛЬНѢЙШІЕ СПЛАВЫ.

Название сплавовъ.	Мѣди.	Олова.	Цинка.
Пушечный металлъ	11	2	0
или.	8	1	1
Бронза	4 ¹ / ₄	1	0
или.	9	1	0
Латунь твердая	3 ³ / ₄	1	0
„ листовая.	3	0	1
„ желтая	2	0	1
„ темножелтая.	1	0	2
Металлъ для подшипник.	16	2 ¹ / ₂	¹ / ₂
Колокольный металлъ	8	2	0
или,	16	5	0
Металлъ Мунца *)	1 ¹ / ₂	0	1
Металлъ Баббета для под- шипниковъ	1 и пять	50 частей сюръм	— чистой б.

*) Металлъ Мунца употребляется для обшивки кораблей, для гвоздей и болтовъ въ подводныхъ скрѣпленіяхъ.

Металлъ, расширяющійся при охлажденіи: олова 9, сурьмы 2, висмута 1.

Металлъ, плавящійся при 80° R.: висмута 8, свинца 5, олова 3.

Новое серебро: 100 мѣди, 60 цинка и 40 никкеля.

Словолитный металлъ: 15 свинца, 4 сурьмы, и 1 олова.

П Р И П О И.

Для свинца олова 1, свинца 1¹/₂.

„ олова „ 1, „ 2.

„ латуни мѣди 1, цинка 2.

„ мѣди мѣди 4, цинка 3, олова.

или „ 3, „ 1.

„ желѣза красная мѣдь.

При паяніи употребляется плавнемъ.

Для желѣза и стали . бура или нашатырь.

„ жести канифоль или хлорист. цинкъ.

„ мѣди и латуни . нашатырь или хлорист. цинкъ.

„ цинка хлористый цинкъ.

„ оловянныхъ и
свинцовыхъ трубъ . . . канифоль или сало.

ТАБЛИЦА,

показывающая некоторыя свойства металловъ.

Названіе тѣлѣ.	Точка плавленія и кипѣнія по Р.	Сжатіе при охлажденіи на 1 ф. длины, въ дюйм.	Расширеніе отъ нагрѣв. до 80° Р. единицы длины.
Чугунъ	960	0,124	0,00111
Желѣзо варится . . .	1280	0,137	0,00122
Мѣдь	873	0,193	0,00172
Латунь	786	0,210	0,00187
Цинкъ	304	0,329	0,00294
Ртуть.	32	—	0,01851
Свинецъ	224	0,319	0,00286
Висмутъ	196	0,156	0,00139
Олово.	180	0,278	0,00248
Сталь.	1120	—	0,00110
Вода	80	—	0,04002

ОБЪ УСАДКѢ МЕТАЛЛОВЪ ПРИ ОТЛИВКАХЪ.

Въ локомотивныхъ цилиндрахъ . . $\frac{1}{16}$ д. на футъ.

Въ трубахъ $\frac{1}{8}$ " " "

Въ балкахъ $\frac{1}{8}$ на 15 д.

Въ коромыслахъ и тягахъ $\frac{1}{8}$ на 16 д.

Въ большихъ цилиндрахъ, примѣрно 70 д. діаметромъ и 10 ф. ходъ.

Усадка діаметра на верху $\frac{3}{8}$ д.

" " въ низу $\frac{1}{2}$

" по длинѣ $\frac{1}{8}$ на 16 д.

При тонкихъ мѣдныхъ отливкахъ . $\frac{1}{8}$ на 9 д.

При толстыхъ мѣдныхъ отливкахъ $\frac{1}{8}$ на 10 д.

При цинковыхъ отливкахъ . . . $\frac{5}{16}$ на 12 д.

При свинцовыхъ отливкахъ . . . $\frac{5}{16}$ на 12 д.
 Для красной мѣди $\frac{3}{16}$ " " "
 „ висмута $\frac{5}{32}$ " " "
 „ олова $\frac{1}{4}$ д.

З А М А З К И.

Красная свинцовая. Приготавливается изъ бѣлилъ и вареннаго постнаго масла совершенно также какъ тѣсто изъ муки и воды. Когда комокъ образовался, начинаютъ прибавлять сурику и бьютъ молоткомъ до тѣхъ поръ, пока замазка перестанетъ отъ ударовъ дѣлаться мягкою. Весьма полезно вмѣстѣ съ сурикомъ прибавлять понемногу мелкоизрѣзаннаго льнянаго прядева. Сурику и бѣлилъ обыкновенно выходитъ поровну. Чтобъ приготовить 5 фунтовъ замазки, надобно прибавлять сурикъ и бить молоткомъ не менѣе $2\frac{1}{2}$ часовъ.

Замазка эта кладется непосредственно между полями, раскатанная въ скалку, какъ бичевка. Подъ давленіемъ болтовъ она расплзается въ тончайшій слой и частію выходитъ наружу. Если поля точеныя или строганыя, паръ можно пускать тотчасъ.

Подъ водою кусокъ замазки сохраняется нѣсколько недѣль.

Желѣзная замазка. Она состоитъ изъ

100 фунтовъ желѣзныхъ или чугунныхъ опилокъ

$\frac{3}{4}$ „ нашатыря

$\frac{1}{2}$ „ сѣрнаго цвѣта.

Смачивается до густоты каши уксусомъ или уриною.

Количество составныхъ частей можетъ измѣняться до слѣдующаго предѣла: опилокъ 30, нашатыря 1 и сѣры 1.

Огнеупорная замазка. Опилокъ 15, глины 5, поваренной соли 1. Смачивается тоже до густоты каши уксусомъ съ водою или уриною.

Т А Б Л И Ц А,

содержащая окружности и площади круговъ при діаметрахъ отъ $\frac{1}{8}$ дюйм. до 100, съ увеличеніемъ на $\frac{1}{8}$.

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
$\frac{1}{8}$	0,3927	0,0122	4 д.	12,5664	12,5664
$\frac{1}{4}$	0,7854	0,0490	$\frac{1}{8}$	12,9591	13,3640
$\frac{3}{8}$	1,1781	0,1104	$\frac{1}{4}$	13,3518	14,1862
$\frac{1}{2}$	1,5708	0,1963	$\frac{3}{8}$	13,7445	15,0331
$\frac{5}{8}$	1,9635	0,3068	$\frac{1}{2}$	14,1372	15,9043
$\frac{3}{4}$	2,3562	0,4417	$\frac{5}{8}$	14,5299	16,8001
$\frac{7}{8}$	2,7489	0,6013	$\frac{3}{4}$	14,9226	17,7205
1 д.	3,1416	0,7854	$\frac{7}{8}$	15,3153	18,6655
$\frac{1}{8}$	3,5343	0,9940	5 д.	15,7080	19,6350
$\frac{1}{4}$	3,9270	1,2271	$\frac{1}{8}$	16,1007	20,6290
$\frac{3}{8}$	4,3197	1,4848	$\frac{1}{4}$	16,4934	21,6475
$\frac{1}{2}$	4,7124	1,7671	$\frac{3}{8}$	16,8861	22,6907
$\frac{5}{8}$	5,1051	2,0739	$\frac{1}{2}$	17,2788	23,7583
$\frac{3}{4}$	5,4978	2,4052	$\frac{5}{8}$	17,6715	24,8505
$\frac{7}{8}$	5,8905	2,7611	$\frac{3}{4}$	18,0642	25,9672
2 д.	6,2832	3,1416	$\frac{7}{8}$	18,4569	27,1085
$\frac{1}{8}$	6,6759	3,5465	6 д.	18,8496	28,2744
$\frac{1}{4}$	7,0686	3,9760	$\frac{1}{8}$	19,2423	29,4647
$\frac{3}{8}$	7,4613	4,4302	$\frac{1}{4}$	19,6350	30,6796
$\frac{1}{2}$	7,8540	4,9087	$\frac{3}{8}$	20,0277	31,9192
$\frac{5}{8}$	8,2467	5,4119	$\frac{1}{2}$	20,4204	33,1831
$\frac{3}{4}$	8,6394	5,9395	$\frac{5}{8}$	20,8131	34,4717
$\frac{7}{8}$	9,0321	6,4918	$\frac{3}{4}$	21,2058	35,7847
3 д.	9,4248	7,0686	$\frac{7}{8}$	21,5985	37,1224
$\frac{1}{8}$	9,8175	7,6699	7 д.	21,9912	38,4846
$\frac{1}{4}$	10,2102	8,2957	$\frac{1}{8}$	22,3839	39,8713
$\frac{3}{8}$	10,6029	8,9462	$\frac{1}{4}$	22,7766	41,2825
$\frac{1}{2}$	10,9957	9,6211	$\frac{3}{8}$	23,1693	42,7184
$\frac{5}{8}$	11,3883	10,3206	$\frac{1}{2}$	23,5620	44,1787
$\frac{3}{4}$	11,7810	11,0446	$\frac{5}{8}$	23,9547	45,6636
$\frac{7}{8}$	12,1737	11,7932	$\frac{3}{4}$	24,3474	47,1730
			$\frac{7}{8}$	24,7401	48,7070

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
8 д.	25,1328	50,2656	12 д.	37,6992	113,0976
$\frac{1}{8}$	25,5255	51,8486	$\frac{1}{8}$	38,0919	115,4660
$\frac{1}{4}$	25,9182	53,4562	$\frac{1}{4}$	38,4846	117,8590
$\frac{3}{8}$	26,3109	55,0885	$\frac{3}{8}$	38,8773	120,2766
$\frac{1}{2}$	26,7036	56,7451	$\frac{1}{2}$	39,2700	122,7187
$\frac{5}{8}$	27,0963	58,4264	$\frac{5}{8}$	39,6627	125,1854
$\frac{3}{4}$	27,4890	60,1321	$\frac{3}{4}$	40,0554	127,6765
$\frac{7}{8}$	27,8817	61,8625	$\frac{7}{8}$	40,4481	130,1923
9 д.	28,2744	63,6174	13 д.	40,8408	132,7326
$\frac{1}{8}$	28,6671	65,3968	$\frac{1}{8}$	41,2335	135,2974
$\frac{1}{4}$	29,0598	67,2007	$\frac{1}{4}$	41,6262	137,8867
$\frac{3}{8}$	29,4525	69,0293	$\frac{3}{8}$	42,0189	140,5007
$\frac{1}{2}$	29,8452	70,8823	$\frac{1}{2}$	42,4116	143,1391
$\frac{5}{8}$	30,2379	72,7599	$\frac{5}{8}$	42,8043	145,8021
$\frac{3}{4}$	30,6306	74,6620	$\frac{3}{4}$	43,1970	148,4896
$\frac{7}{8}$	31,0233	76,5887	$\frac{7}{8}$	43,5897	151,2017
10 д.	31,4160	78,5400	14 д.	43,9824	153,9384
$\frac{1}{8}$	31,8087	80,5157	$\frac{1}{8}$	44,3751	156,6995
$\frac{1}{4}$	32,2014	82,5160	$\frac{1}{4}$	44,7678	159,4852
$\frac{3}{8}$	32,5941	84,5409	$\frac{3}{8}$	45,1605	162,2956
$\frac{1}{2}$	32,9868	86,5903	$\frac{1}{2}$	45,5532	165,1303
$\frac{5}{8}$	33,3795	88,6643	$\frac{5}{8}$	45,9459	167,9896
$\frac{3}{4}$	33,7722	90,7627	$\frac{3}{4}$	46,3386	170,8735
$\frac{7}{8}$	34,1649	92,8858	$\frac{7}{8}$	46,7313	173,7820
11 д.	34,5576	95,0334	15 д.	47,1240	176,7150
$\frac{1}{8}$	34,9503	97,2055	$\frac{1}{8}$	47,5167	179,6725
$\frac{1}{4}$	35,3430	99,4021	$\frac{1}{4}$	47,9094	182,6545
$\frac{3}{8}$	35,7357	101,6234	$\frac{3}{8}$	48,3021	185,6612
$\frac{1}{2}$	36,1284	103,8691	$\frac{1}{2}$	48,6948	188,6923
$\frac{5}{8}$	36,5211	106,1394	$\frac{5}{8}$	49,0875	191,7480
$\frac{3}{4}$	36,9138	108,4342	$\frac{3}{4}$	49,4802	194,8282
$\frac{7}{8}$	37,3065	110,7536	$\frac{7}{8}$	49,8729	197,9330

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
16 д.	50,2656	201,0624	20 д.	62,8320	314,1600
$\frac{1}{8}$	50,6583	204,2162	$\frac{1}{8}$	63,2247	318,0992
$\frac{1}{4}$	51,0510	207,3946	$\frac{1}{4}$	63,6174	322,0630
$\frac{3}{8}$	51,4437	210,5976	$\frac{3}{8}$	64,0101	326,0514
$\frac{1}{2}$	51,8364	213,8251	$\frac{1}{2}$	64,4028	330,0643
$\frac{5}{8}$	52,2291	217,0772	$\frac{5}{8}$	64,7955	334,1018
$\frac{3}{4}$	52,6218	220,3537	$\frac{3}{4}$	65,1882	338,1637
$\frac{7}{8}$	53,0145	223,6549	$\frac{7}{8}$	65,5809	342,2503
17 д.	53,4072	226,9806	21 д.	65,9736	346,3614
$\frac{1}{8}$	53,7999	230,3308	$\frac{1}{8}$	66,3663	350,4970
$\frac{1}{4}$	54,1926	233,7055	$\frac{1}{4}$	66,7590	354,6571
$\frac{3}{8}$	54,5853	237,1049	$\frac{3}{8}$	67,1517	358,8419
$\frac{1}{2}$	54,9780	240,5287	$\frac{1}{2}$	67,5444	363,0511
$\frac{5}{8}$	55,3707	243,9771	$\frac{5}{8}$	67,9371	367,2849
$\frac{3}{4}$	55,7534	247,4500	$\frac{3}{4}$	68,3298	371,5432
$\frac{7}{8}$	56,1561	250,9475	$\frac{7}{8}$	68,7225	375,8261
18 д.	56,5488	254,4696	22 д.	69,1152	380,1336
$\frac{1}{8}$	56,9415	258,0161	$\frac{1}{8}$	69,5079	384,4655
$\frac{1}{4}$	57,3342	261,5872	$\frac{1}{4}$	69,9006	388,8220
$\frac{3}{8}$	57,7269	265,1829	$\frac{3}{8}$	70,2933	393,2031
$\frac{1}{2}$	58,1196	268,8031	$\frac{1}{2}$	70,6860	397,6087
$\frac{5}{8}$	58,5123	272,4479	$\frac{5}{8}$	71,0787	402,0388
$\frac{3}{4}$	58,9050	276,1171	$\frac{3}{4}$	71,4714	406,4935
$\frac{7}{8}$	59,2977	279,8110	$\frac{7}{8}$	71,8641	410,9728
19 д.	59,6904	283,5294	23 д.	72,2568	415,4766
$\frac{1}{8}$	60,0831	287,2723	$\frac{1}{8}$	72,6495	420,0049
$\frac{1}{4}$	60,4758	291,0397	$\frac{1}{4}$	73,0422	424,5577
$\frac{3}{8}$	60,8685	294,8312	$\frac{3}{8}$	73,4349	429,1352
$\frac{1}{2}$	61,2612	298,6483	$\frac{1}{2}$	73,8276	433,7371
$\frac{5}{8}$	61,6539	302,4894	$\frac{5}{8}$	74,2203	438,3636
$\frac{3}{4}$	62,0466	306,3550	$\frac{3}{4}$	74,6130	443,0146
$\frac{7}{8}$	62,4393	310,2452	$\frac{7}{8}$	75,0057	447,6902

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
24 д.	75,3984	452,3904	28 д.	87,9648	615,7336
$\frac{1}{8}$	75,7911	457,1150	$\frac{1}{8}$	88,3575	621,2636
$\frac{1}{4}$	76,1838	461,8642	$\frac{1}{4}$	88,7502	626,7982
$\frac{3}{8}$	76,5765	466,6380	$\frac{3}{8}$	89,1429	632,3574
$\frac{1}{2}$	76,9692	471,4363	$\frac{1}{2}$	89,5356	737,9411
$\frac{5}{8}$	77,3619	476,2592	$\frac{5}{8}$	89,9283	643,5494
$\frac{3}{4}$	77,7546	481,1065	$\frac{3}{4}$	90,3210	649,1821
$\frac{7}{8}$	78,1473	485,9785	$\frac{7}{8}$	90,7137	654,8395
25 д.	78,5400	490,8750	29 д.	91,1064	660,5214
$\frac{1}{8}$	78,9327	495,7960	$\frac{1}{8}$	91,4991	666,2278
$\frac{1}{4}$	79,3254	500,7415	$\frac{1}{4}$	91,8918	671,9587
$\frac{3}{8}$	79,7181	505,7117	$\frac{3}{8}$	92,2845	677,7143
$\frac{1}{2}$	80,1108	510,7063	$\frac{1}{2}$	92,6772	683,4943
$\frac{5}{8}$	80,5035	515,7255	$\frac{5}{8}$	93,0699	689,2989
$\frac{3}{4}$	80,8962	520,7692	$\frac{3}{4}$	93,4626	695,1280
$\frac{7}{8}$	81,2889	525,8375	$\frac{7}{8}$	93,8553	700,9817
26 д.	81,6816	530,9304	30 д.	94,2480	706,8600
$\frac{1}{8}$	82,0743	536,0477	$\frac{1}{8}$	94,6407	712,7627
$\frac{1}{4}$	82,4670	541,1896	$\frac{1}{4}$	95,0334	718,6900
$\frac{3}{8}$	82,8597	546,3561	$\frac{3}{8}$	95,4261	724,6419
$\frac{1}{2}$	83,2524	551,5471	$\frac{1}{2}$	95,8188	730,6183
$\frac{5}{8}$	83,6451	556,7627	$\frac{5}{8}$	96,2115	736,6193
$\frac{3}{4}$	84,0378	562,0027	$\frac{3}{4}$	96,6042	742,6447
$\frac{7}{8}$	84,4305	567,2674	$\frac{7}{8}$	96,9969	748,6948
27 д.	84,8232	572,5566	31 д.	97,3896	754,7694
$\frac{1}{8}$	85,2159	577,8703	$\frac{1}{8}$	97,7823	760,8685
$\frac{1}{4}$	85,6086	583,2085	$\frac{1}{4}$	98,1750	766,9921
$\frac{3}{8}$	86,0013	588,5714	$\frac{3}{8}$	98,5677	773,1404
$\frac{1}{2}$	86,3940	593,9587	$\frac{1}{2}$	98,9604	779,3131
$\frac{5}{8}$	86,7867	599,3706	$\frac{5}{8}$	99,3531	785,5104
$\frac{3}{4}$	87,1794	604,8070	$\frac{3}{4}$	99,7458	791,7322
$\frac{7}{8}$	87,5721	610,2680	$\frac{7}{8}$	100,1385	797,9786

Діа-метръ	Окруж-ность.	Площадь.	Діа-метръ.	Окруж-ность.	Площадь.
32 д.	100,5312	804,2496	36 д.	113,0977	1017,8784
$\frac{1}{8}$	100,9239	810,5450	$\frac{1}{8}$	113,4903	1024,9592
$\frac{1}{4}$	101,3166	816,8650	$\frac{1}{4}$	113,8830	1032,0646
$\frac{3}{8}$	101,7093	823,2096	$\frac{3}{8}$	114,2757	1039,1946
$\frac{1}{2}$	102,1020	829,5787	$\frac{1}{2}$	114,6684	1046,3491
$\frac{5}{8}$	102,4947	835,9724	$\frac{5}{8}$	115,0611	1053,5281
$\frac{3}{4}$	102,8874	842,3905	$\frac{3}{4}$	115,4538	1060,7317
$\frac{7}{8}$	103,2801	848,8333	$\frac{7}{8}$	115,8465	1067,9599
33 д.	103,9728	855,3006	37 д.	116,2392	1075,2126
$\frac{1}{8}$	104,0655	861,7924	$\frac{1}{8}$	116,6319	1082,4898
$\frac{1}{4}$	104,4582	868,3087	$\frac{1}{4}$	117,0246	1089,7915
$\frac{3}{8}$	104,8509	874,8497	$\frac{3}{8}$	117,4173	1097,1179
$\frac{1}{2}$	105,2436	881,4151	$\frac{1}{2}$	117,8100	1104,4687
$\frac{5}{8}$	105,6363	888,0051	$\frac{5}{8}$	118,2027	1111,8441
$\frac{3}{4}$	106,0290	894,6196	$\frac{3}{4}$	118,5954	1119,2440
$\frac{7}{8}$	106,4217	901,2587	$\frac{7}{8}$	118,9881	1126,6685
34 д.	106,8144	907,9224	38 д.	119,3808	1134,1176
$\frac{1}{8}$	107,2071	914,6105	$\frac{1}{8}$	119,7735	1141,5911
$\frac{1}{4}$	107,5998	921,3232	$\frac{1}{4}$	120,1662	1149,0892
$\frac{3}{8}$	107,9925	928,0605	$\frac{3}{8}$	120,5589	1156,6119
$\frac{1}{2}$	108,3852	934,8223	$\frac{1}{2}$	120,9516	1164,1591
$\frac{5}{8}$	108,7779	941,6087	$\frac{5}{8}$	121,3443	1171,7309
$\frac{3}{4}$	109,1706	948,4195	$\frac{3}{4}$	121,7370	1179,3271
$\frac{7}{8}$	109,5633	955,2550	$\frac{7}{8}$	122,1297	1186,9480
35 д.	109,9560	962,1150	39 д.	122,5224	1194,5934
$\frac{1}{8}$	110,3487	968,9995	$\frac{1}{8}$	122,9151	1202,2633
$\frac{1}{4}$	110,7414	975,9085	$\frac{1}{4}$	123,3078	1209,9577
$\frac{3}{8}$	111,1341	982,8422	$\frac{3}{8}$	123,7005	1217,6768
$\frac{1}{2}$	111,5268	989,8003	$\frac{1}{2}$	124,0932	1225,4203
$\frac{5}{8}$	111,9195	996,7830	$\frac{5}{8}$	124,4859	1233,1884
$\frac{3}{4}$	112,3322	1003,7902	$\frac{3}{4}$	124,8786	1240,9810
$\frac{7}{8}$	112,7049	1010,8220	$\frac{7}{8}$	125,2713	1248,7982

Діа-метръ	Окруж-ность.	Площадь.	Діа-метръ.	Окруж-ность.	Площадь.
40 д.	125,6640	1256,6400	44 д.	138,2304	1520,5344
$\frac{1}{8}$	126,0567	1264,5062	$\frac{1}{8}$	138,6231	1529,1860
$\frac{1}{4}$	126,4494	1272,3970	$\frac{1}{4}$	139,0158	1537,8622
$\frac{3}{8}$	126,8421	1280,3124	$\frac{3}{8}$	139,4085	1546,5530
$\frac{1}{2}$	127,2348	1288,2523	$\frac{1}{2}$	139,8012	1555,2883
$\frac{5}{8}$	127,6275	1296,2168	$\frac{5}{8}$	140,1939	1564,0382
$\frac{3}{4}$	128,0202	1304,2057	$\frac{3}{4}$	140,5866	1572,8125
$\frac{7}{8}$	128,4129	1312,2193	$\frac{7}{8}$	140,9793	1581,5115
41 д.	128,8056	1320,2574	45 д.	141,3720	1590,4350
$\frac{1}{8}$	129,1983	1328,3200	$\frac{1}{8}$	141,7647	1599,2830
$\frac{1}{4}$	129,5910	1336,4071	$\frac{1}{4}$	142,1574	1608,1555
$\frac{3}{8}$	129,9837	1344,5189	$\frac{3}{8}$	142,5505	1617,0427
$\frac{1}{2}$	130,3764	1352,6551	$\frac{1}{2}$	142,9428	1625,9743
$\frac{5}{8}$	130,7691	1360,8159	$\frac{5}{8}$	143,3355	1634,9205
$\frac{3}{4}$	131,1618	1369,0012	$\frac{3}{4}$	143,7282	1643,8912
$\frac{7}{8}$	131,5545	1377,2111	$\frac{7}{8}$	144,1209	1652,8865
42 д.	131,9472	1385,4456	46 д.	144,5136	1661,9064
$\frac{1}{8}$	132,3399	1393,7045	$\frac{1}{8}$	144,9063	1670,9507
$\frac{1}{4}$	132,7326	1401,9880	$\frac{1}{4}$	145,2990	1680,0196
$\frac{3}{8}$	133,1253	1410,2961	$\frac{3}{8}$	145,6917	1689,1031
$\frac{1}{2}$	133,5180	1418,6287	$\frac{1}{2}$	146,0844	1698,2311
$\frac{5}{8}$	133,9107	1426,9859	$\frac{5}{8}$	146,4771	1707,3737
$\frac{3}{4}$	134,3034	1435,3675	$\frac{3}{4}$	146,8698	1716,5407
$\frac{7}{8}$	134,6961	1443,7738	$\frac{7}{8}$	147,2625	1725,7324
43 д.	135,0888	1452,2046	47 д.	147,6552	1734,9486
$\frac{1}{8}$	135,4815	1460,6599	$\frac{1}{8}$	148,0479	1744,1893
$\frac{1}{4}$	135,8742	1469,1397	$\frac{1}{4}$	148,4406	1753,4545
$\frac{3}{8}$	136,2669	1477,6342	$\frac{3}{8}$	148,8333	1762,7344
$\frac{1}{2}$	136,6596	1486,1731	$\frac{1}{2}$	149,2260	1772,0587
$\frac{5}{8}$	137,0523	1494,7266	$\frac{5}{8}$	149,6187	1781,3976
$\frac{3}{4}$	137,4450	1503,3046	$\frac{3}{4}$	150,0114	1790,7610
$\frac{7}{8}$	137,8377	1511,9072	$\frac{7}{8}$	150,4041	1800,1490

Діа- метръ.	Окруж- ность	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
48 д.	150,7968	1809,5616	52 д.	163,3632	2123,7216
$\frac{1}{8}$	151,1895	1818,9986	$\frac{1}{8}$	163,7559	2133,9440
$\frac{1}{4}$	151,5822	1828,4602	$\frac{1}{4}$	164,1486	2144,1910
$\frac{3}{8}$	151,9749	1837,9364	$\frac{3}{8}$	164,5413	2154,4626
$\frac{1}{2}$	152,3676	1847,4571	$\frac{1}{2}$	164,9340	2164,7587
$\frac{5}{8}$	152,7603	1856,9924	$\frac{5}{8}$	165,3267	2175,0794
$\frac{3}{4}$	153,1530	1866,5521	$\frac{3}{4}$	165,7194	2185,4245
$\frac{7}{8}$	153,5457	1876,1365	$\frac{7}{8}$	166,1121	2195,7943
49 д.	153,9384	1885,7455	53 д.	166,5048	2206,1886
$\frac{1}{8}$	154,3311	1895,3788	$\frac{1}{8}$	166,8975	2216,6074
$\frac{1}{4}$	154,7238	1905,0367	$\frac{1}{4}$	167,2902	2227,0507
$\frac{3}{8}$	155,1165	1914,7093	$\frac{3}{8}$	167,6829	2237,5187
$\frac{1}{2}$	155,5092	1924,4263	$\frac{1}{2}$	168,0756	2248,0111
$\frac{5}{8}$	155,9019	1934,1579	$\frac{5}{8}$	168,4683	2258,5281
$\frac{3}{4}$	156,2946	1943,9140	$\frac{3}{4}$	168,8610	2269,0696
$\frac{7}{8}$	156,6873	1953,6947	$\frac{7}{8}$	169,2537	2279,6357
50 д.	157,0800	1963,5000	54 д.	169,6464	2290,2264
$\frac{1}{8}$	157,4727	1973,3297	$\frac{1}{8}$	170,0391	2300,8415
$\frac{1}{4}$	157,8654	1983,1840	$\frac{1}{4}$	170,4318	2311,4812
$\frac{3}{8}$	158,2581	1993,0529	$\frac{3}{8}$	170,8245	2322,1455
$\frac{1}{2}$	158,6508	2002,9663	$\frac{1}{2}$	171,2172	2332,8343
$\frac{5}{8}$	159,0435	2012,8943	$\frac{5}{8}$	171,6099	2343,5477
$\frac{3}{4}$	159,4362	2022,8467	$\frac{3}{4}$	172,0026	2354,2855
$\frac{7}{8}$	159,8289	2032,8238	$\frac{7}{8}$	172,3953	2365,0480
51 д.	160,2216	2042,8254	55 д.	172,7880	2375,8350
$\frac{1}{8}$	160,1143	2052,8515	$\frac{1}{8}$	173,1807	2386,6465
$\frac{1}{4}$	161,0070	2062,9021	$\frac{1}{4}$	173,5734	2397,4825
$\frac{3}{8}$	161,3997	2072,9674	$\frac{3}{8}$	173,9661	2408,3432
$\frac{1}{2}$	161,7924	2083,0771	$\frac{1}{2}$	174,3588	2419,2283
$\frac{5}{8}$	162,1851	2093,2014	$\frac{5}{8}$	174,7515	2430,1830
$\frac{3}{4}$	162,5778	2103,3502	$\frac{3}{4}$	175,1442	2441,0722
$\frac{7}{8}$	162,9705	2113,5236	$\frac{7}{8}$	175,5369	2452,0310

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
56 д.	175,9296	2463,0144	60 д.	188,4960	2827,4400
$\frac{1}{8}$	176,3223	2474,0222	$\frac{1}{8}$	188,8887	2839,2332
$\frac{1}{4}$	176,8150	2485,0546	$\frac{1}{4}$	189,2814	2851,0510
$\frac{3}{8}$	177,1077	2496,1116	$\frac{3}{8}$	189,6741	2862,8934
$\frac{1}{2}$	177,5004	2507,1931	$\frac{1}{2}$	190,0668	2874,7603
$\frac{5}{8}$	177,8931	2518,2992	$\frac{5}{8}$	190,4595	2886,6517
$\frac{3}{4}$	178,2858	2529,4297	$\frac{3}{4}$	190,8522	2898,5677
$\frac{7}{8}$	178,6785	2540,5849	$\frac{7}{8}$	191,2449	2910,5083
57 д.	179,0712	2551,7646	61 д.	191,6376	2922,4734
$\frac{1}{8}$	179,4639	2562,9688	$\frac{1}{8}$	192,0303	2934,4630
$\frac{1}{4}$	179,7566	2574,1975	$\frac{1}{4}$	192,4230	2946,4771
$\frac{3}{8}$	180,2493	2585,4509	$\frac{3}{8}$	192,8157	2958,5159
$\frac{1}{2}$	180,6420	2596,7287	$\frac{1}{2}$	193,2084	2970,5791
$\frac{5}{8}$	181,0347	2608,0311	$\frac{5}{8}$	193,6011	2982,6669
$\frac{3}{4}$	181,3274	2619,3580	$\frac{3}{4}$	193,9938	2994,7792
$\frac{7}{8}$	181,8201	2630,7095	$\frac{7}{8}$	194,3865	3006,9161
58 д.	182,2128	2642,0856	62 д.	194,7792	3019,0776
$\frac{1}{8}$	182,6055	2653,4861	$\frac{1}{8}$	195,1719	3031,2635
$\frac{1}{4}$	182,9982	2664,9112	$\frac{1}{4}$	195,5646	3043,4740
$\frac{3}{8}$	183,3909	2676,3609	$\frac{3}{8}$	195,9573	3055,7091
$\frac{1}{2}$	183,7836	2687,8351	$\frac{1}{2}$	196,3500	3067,9687
$\frac{5}{8}$	184,1763	2699,3338	$\frac{5}{8}$	196,7427	3080,2529
$\frac{3}{4}$	184,5690	2710,8571	$\frac{3}{4}$	197,1354	3092,5615
$\frac{7}{8}$	184,9617	2722,4050	$\frac{7}{8}$	197,5281	3104,8948
59 д.	185,3544	2733,9774	63 д.	197,9208	3117,2526
$\frac{1}{8}$	185,7471	2745,5743	$\frac{1}{8}$	198,3135	3129,6349
$\frac{1}{4}$	186,1398	2757,1957	$\frac{1}{4}$	198,7062	3142,0417
$\frac{3}{8}$	186,5325	2768,8418	$\frac{3}{8}$	199,0989	3154,4732
$\frac{1}{2}$	186,9252	2780,5123	$\frac{1}{2}$	199,4916	3166,9291
$\frac{5}{8}$	187,3179	2792,2074	$\frac{5}{8}$	199,8843	3179,4096
$\frac{3}{4}$	187,7106	2803,9270	$\frac{3}{4}$	200,2770	3191,9146
$\frac{7}{8}$	188,1033	2815,6712	$\frac{7}{8}$	200,6697	3204,4442

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
64 д.	201,0624	3216,9984	68 д.	213,6288	3631,6896
$\frac{1}{8}$	201,4551	3229,5770	$\frac{1}{8}$	214,0215	3645,0636
$\frac{1}{4}$	201,8478	3242,1782	$\frac{1}{4}$	214,4142	3658,4402
$\frac{3}{8}$	202,2405	3254,8080	$\frac{3}{8}$	214,8069	3671,8554
$\frac{1}{2}$	202,6332	3267,4603	$\frac{1}{2}$	215,1996	3685,2931
$\frac{5}{8}$	203,0259	3280,1372	$\frac{5}{8}$	215,5923	3698,7554
$\frac{3}{4}$	203,4186	3292,8385	$\frac{3}{4}$	215,9850	3712,2421
$\frac{7}{8}$	203,8113	3305,5645	$\frac{7}{8}$	216,3777	3725,7535
65 д.	204,2940	3318,3150	69 д.	216,7704	3739,2894
$\frac{1}{8}$	204,5967	3331,0900	$\frac{1}{8}$	217,1631	3752,8498
$\frac{1}{4}$	204,9894	3343,8875	$\frac{1}{4}$	217,5558	3766,4327
$\frac{3}{8}$	205,3821	3356,7137	$\frac{3}{8}$	217,9485	3780,0443
$\frac{1}{2}$	205,7748	3369,5623	$\frac{1}{2}$	218,3412	3793,6783
$\frac{5}{8}$	206,1675	3382,4355	$\frac{5}{8}$	218,7339	3807,3369
$\frac{3}{4}$	206,5602	3395,3332	$\frac{3}{4}$	219,1266	3821,0200
$\frac{7}{8}$	206,9529	3408,2555	$\frac{7}{8}$	219,5193	3834,7277
66 д.	207,3456	3421,2024	70 д.	219,9120	3848,4600
$\frac{1}{8}$	207,7383	3434,1737	$\frac{1}{8}$	220,3047	3862,2167
$\frac{1}{4}$	208,1310	3447,1676	$\frac{1}{4}$	220,6974	3875,9960
$\frac{3}{8}$	208,5237	3460,1901	$\frac{3}{8}$	221,0901	3889,8039
$\frac{1}{2}$	208,9164	3473,2351	$\frac{1}{2}$	221,4828	3903,6343
$\frac{5}{8}$	209,3091	3486,3047	$\frac{5}{8}$	221,8755	3917,4893
$\frac{3}{4}$	209,7018	3499,3987	$\frac{3}{4}$	222,2682	3931,3687
$\frac{7}{8}$	210,0945	3512,5174	$\frac{7}{8}$	222,6609	3945,2728
67 д.	210,4872	3525,6606	71 д.	223,0536	3959,2014
$\frac{1}{8}$	210,8799	3538,8283	$\frac{1}{8}$	223,4463	3973,1545
$\frac{1}{4}$	211,2726	3552,0185	$\frac{1}{4}$	223,8390	3987,1301
$\frac{3}{8}$	211,6653	3565,2374	$\frac{3}{8}$	224,2317	4001,1344
$\frac{1}{2}$	212,0580	3578,4787	$\frac{1}{2}$	224,7244	4015,1611
$\frac{5}{8}$	212,4507	3591,7446	$\frac{5}{8}$	225,0171	4029,2124
$\frac{3}{4}$	212,8434	3605,0350	$\frac{3}{4}$	225,4098	4043,2882
$\frac{7}{8}$	213,2361	3618,3500	$\frac{7}{8}$	225,8025	4057,3886

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
72 д.	226,1952	4071,5136	76 д.	238,7616	4536,4704
$\frac{1}{8}$	226,5879	4085,6631	$\frac{1}{8}$	239,1543	4551,4023
$\frac{1}{4}$	226,9806	4099,8350	$\frac{1}{4}$	239,5470	4566,3626
$\frac{3}{8}$	227,3733	4114,0356	$\frac{3}{8}$	239,9397	4581,3486
$\frac{1}{2}$	227,7660	4128,2587	$\frac{1}{2}$	240,3324	4596,3571
$\frac{5}{8}$	228,1587	4142,5064	$\frac{5}{8}$	240,7251	4615,3902
$\frac{3}{4}$	228,5514	4156,7785	$\frac{3}{4}$	241,1178	4626,4477
$\frac{7}{8}$	228,9441	4171,0753	$\frac{7}{8}$	241,5105	4641,5299
73 д.	229,3368	4186,3966	77 д.	241,9032	4656,6366
$\frac{1}{8}$	229,7295	4199,7424	$\frac{1}{8}$	242,2959	4671,7678
$\frac{1}{4}$	230,1222	4214,1107	$\frac{1}{4}$	242,6866	4686,9215
$\frac{3}{8}$	230,5149	4228,5077	$\frac{3}{8}$	243,0813	4702,1039
$\frac{1}{2}$	230,9076	4242,0271	$\frac{1}{2}$	243,4740	4717,8087
$\frac{5}{8}$	231,3003	4257,3711	$\frac{5}{8}$	243,8667	4732,5381
$\frac{3}{4}$	231,6930	4271,8396	$\frac{3}{4}$	244,2594	4747,7920
$\frac{7}{8}$	232,0857	4286,3327	$\frac{7}{8}$	244,6521	4763,0705
74 д.	232,4784	4300,8504	78 д.	245,0448	4778,3736
$\frac{1}{8}$	232,8711	4315,3926	$\frac{1}{8}$	245,4375	4793,7012
$\frac{1}{4}$	233,2638	4329,9572	$\frac{1}{4}$	245,8302	4809,0512
$\frac{3}{8}$	233,6565	4344,5505	$\frac{3}{8}$	246,2229	4824,4299
$\frac{1}{2}$	234,0492	4359,1663	$\frac{1}{2}$	246,6156	4839,8311
$\frac{5}{8}$	234,4419	4373,8067	$\frac{5}{8}$	247,0083	4855,3568
$\frac{3}{4}$	234,8346	4388,4175	$\frac{3}{4}$	247,4010	4870,7071
$\frac{7}{8}$	235,2273	4403,1610	$\frac{7}{8}$	247,7937	4886,1820
75 д.	235,6200	4417,8750	79 д.	248,1864	4901,6814
$\frac{1}{8}$	236,0127	4432,6135	$\frac{1}{8}$	248,5791	4917,2053
$\frac{1}{4}$	236,4054	4447,3745	$\frac{1}{4}$	248,9718	4932,7517
$\frac{3}{8}$	236,7981	4462,1642	$\frac{3}{8}$	249,3645	4948,3268
$\frac{1}{2}$	237,1908	4476,9763	$\frac{1}{2}$	249,7572	4963,9243
$\frac{5}{8}$	237,5835	4491,8130	$\frac{5}{8}$	250,1499	4979,5456
$\frac{3}{4}$	237,9762	4506,6742	$\frac{3}{4}$	250,5426	4995,1930
$\frac{7}{8}$	238,3689	4521,5600	$\frac{7}{8}$	250,9353	5010,8642

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь
80 д.	251,3280	5026,5600	84 д.	263,8944	5541,7824
$\frac{1}{8}$	251,7207	5042,2803	$\frac{1}{8}$	264,2871	5558,2881
$\frac{1}{4}$	252,1134	5058,0230	$\frac{1}{4}$	264,6798	5574,8162
$\frac{3}{8}$	252,5061	5073,7944	$\frac{3}{8}$	265,0725	5591,3730
$\frac{1}{2}$	252,8988	5089,5883	$\frac{1}{2}$	265,4652	5607,9523
$\frac{5}{8}$	253,2915	5105,4060	$\frac{5}{8}$	265,8579	5624,5554
$\frac{3}{4}$	253,6842	5121,2497	$\frac{3}{4}$	266,2506	5641,1845
$\frac{7}{8}$	254,0769	5137,1173	$\frac{7}{8}$	266,6433	5657,8357
81 д.	254,4696	5153,0094	85 д.	267,0360	5674,5150
$\frac{1}{8}$	254,8623	5168,9260	$\frac{1}{8}$	267,4287	5691,2170
$\frac{1}{4}$	255,2550	5184,8651	$\frac{1}{4}$	267,8214	5707,9415
$\frac{3}{8}$	255,7477	5200,8329	$\frac{3}{8}$	268,2141	5724,6947
$\frac{1}{2}$	256,0404	5216,8231	$\frac{1}{2}$	268,6068	5741,4703
$\frac{5}{8}$	256,4331	5232,8371	$\frac{5}{8}$	268,9995	5758,2697
$\frac{3}{4}$	256,8258	5248,8772	$\frac{3}{4}$	269,3922	5775,0952
$\frac{7}{8}$	257,2185	5264,9411	$\frac{7}{8}$	269,7849	5791,9445
82 д.	257,6112	5281,0296	86 д.	270,2776	5808,8184
$\frac{1}{8}$	258,0039	5297,1426	$\frac{1}{8}$	270,5703	5825,7168
$\frac{1}{4}$	258,3866	5313,2780	$\frac{1}{4}$	270,9630	5842,6376
$\frac{3}{8}$	258,7993	5329,4421	$\frac{3}{8}$	271,3557	5859,5871
$\frac{1}{2}$	259,1820	5345,6287	$\frac{1}{2}$	271,7484	5876,5591
$\frac{5}{8}$	259,5747	5361,8391	$\frac{5}{8}$	272,1411	5893,5549
$\frac{3}{4}$	259,9674	5378,0755	$\frac{3}{4}$	272,5338	5910,5767
$\frac{7}{8}$	260,3601	5394,3358	$\frac{7}{8}$	272,9265	5927,6224
83 д.	260,7528	5410,6206	87 д.	273,3192	5944,6926
$\frac{1}{8}$	261,1455	5426,9299	$\frac{1}{8}$	273,7119	5961,7873
$\frac{1}{4}$	261,5382	5443,2617	$\frac{1}{4}$	274,1046	5978,9045
$\frac{3}{8}$	261,9309	5459,6222	$\frac{3}{8}$	274,4973	5996,0504
$\frac{1}{2}$	262,3236	5476,0051	$\frac{1}{2}$	274,8900	6013,2187
$\frac{5}{8}$	262,7163	5492,4118	$\frac{5}{8}$	275,2827	6030,4108
$\frac{3}{4}$	263,1090	5508,8446	$\frac{3}{4}$	275,6754	6047,6290
$\frac{7}{8}$	263,5017	5525,3012	$\frac{7}{8}$	276,0681	6064,8710

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
88 д.	276,4608	6082,1376	92 д.	289,0272	6647,6258
$\frac{1}{8}$	276,8535	6099,4287	$\frac{1}{8}$	289,4199	6665,7021
$\frac{1}{4}$	277,2462	6116,7422	$\frac{1}{4}$	289,8126	6683,8010
$\frac{3}{8}$	277,6389	6134,0844	$\frac{3}{8}$	290,2058	6701,9286
$\frac{1}{2}$	278,0316	6151,4491	$\frac{1}{2}$	290,5980	6720,0787
$\frac{5}{8}$	278,4243	6168,8376	$\frac{5}{8}$	290,9907	6738,2530
$\frac{3}{4}$	278,8170	6186,2521	$\frac{3}{4}$	291,3834	6756,4525
$\frac{7}{8}$	279,2097	6203,6905	$\frac{7}{8}$	291,7761	6774,6763
89 д.	279,6024	6221,1534	93 д.	292,1688	6792,9248
$\frac{1}{8}$	279,9951	6238,6408	$\frac{1}{8}$	292,5615	6811,1974
$\frac{1}{4}$	280,3878	6256,1507	$\frac{1}{4}$	292,9542	6829,4927
$\frac{3}{8}$	280,7805	6273,6893	$\frac{3}{8}$	293,3469	6847,8167
$\frac{1}{2}$	281,1732	6291,2503	$\frac{1}{2}$	293,7396	6866,1631
$\frac{5}{8}$	281,5659	6308,8351	$\frac{5}{8}$	294,1323	6884,5338
$\frac{3}{4}$	281,9586	6326,4460	$\frac{3}{4}$	294,5250	6902,9296
$\frac{7}{8}$	282,3513	6344,0807	$\frac{7}{8}$	294,9177	6921,3497
90 д.	282,7440	6361,7400	94 д.	295,3104	6939,7946
$\frac{1}{8}$	283,1367	6379,4238	$\frac{1}{8}$	295,7031	6958,2636
$\frac{1}{4}$	283,5294	6397,1300	$\frac{1}{4}$	296,0958	6976,7552
$\frac{3}{8}$	283,9221	6414,8649	$\frac{3}{8}$	296,4885	6995,2755
$\frac{1}{2}$	284,3148	6432,6223	$\frac{1}{2}$	296,8812	7013,8183
$\frac{5}{8}$	284,7075	6450,4039	$\frac{5}{8}$	297,2739	7032,3853
$\frac{3}{4}$	285,1002	6468,2107	$\frac{3}{4}$	297,6666	7050,9775
$\frac{7}{8}$	285,4929	6486,0418	$\frac{7}{8}$	298,0593	7069,5940
91 д.	285,8856	6503,8974	95 д.	298,4520	7088,2352
$\frac{1}{8}$	286,2783	6521,7775	$\frac{1}{8}$	298,8447	7106,9005
$\frac{1}{4}$	286,6710	6539,6801	$\frac{1}{4}$	299,2374	7125,5885
$\frac{3}{8}$	287,0637	6557,6114	$\frac{3}{8}$	299,6301	7144,3052
$\frac{1}{2}$	287,4564	6575,5651	$\frac{1}{2}$	300,0228	7163,0443
$\frac{5}{8}$	287,8491	6593,5431	$\frac{5}{8}$	300,4155	7181,8077
$\frac{3}{4}$	288,2418	6611,5462	$\frac{3}{4}$	300,8082	7200,5962
$\frac{7}{8}$	288,6345	6629,5736	$\frac{7}{8}$	301,2009	7219,4090

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
96 д.	301,5936	7238,2466	98 д.	307,8768	7542,9818
$\frac{1}{8}$	301,9863	7257,1083	$\frac{1}{8}$	308,2695	7562,2362
$\frac{1}{4}$	302,3790	7275,9926	$\frac{1}{4}$	308,6622	7581,5132
$\frac{3}{8}$	302,7717	7294,9056	$\frac{3}{8}$	309,0549	7600,8189
$\frac{1}{2}$	303,1644	7313,8411	$\frac{1}{2}$	309,4476	7620,1471
$\frac{5}{8}$	303,5571	7332,8008	$\frac{5}{8}$	309,8403	7639,4995
$\frac{3}{4}$	303,9498	7351,7857	$\frac{3}{4}$	310,2230	7658,8771
$\frac{7}{8}$	304,3425	7370,7949	$\frac{7}{8}$	310,6257	7678,2790
97 д.	304,7352	7389,8288	99 д.	311,0184	7697,7056
$\frac{1}{8}$	305,1279	7408,8868	$\frac{1}{8}$	311,4111	7717,1563
$\frac{1}{4}$	305,5206	7427,9675	$\frac{1}{4}$	311,8038	7736,6297
$\frac{3}{8}$	305,9133	7447,0769	$\frac{3}{8}$	312,1965	7756,1318
$\frac{1}{2}$	306,3060	7466,2087	$\frac{1}{2}$	312,5892	7775,6563
$\frac{5}{8}$	306,6987	7485,3648	$\frac{5}{8}$	312,9819	7795,2051
$\frac{3}{4}$	307,0914	7504,5460	$\frac{3}{4}$	313,3746	7814,7790
$\frac{7}{8}$	307,4841	7523,7515	$\frac{7}{8}$	313,7673	7934,3772
			100 д.	314,1600	7854,0000

Т А Б Л И Ц А,

показывающая отношение осмипного дѣленія къ десятич-
ному.

$\frac{1}{8}$ 0,125	$\frac{5}{8}$ 0,625
$\frac{1}{4}$ 0,25	$\frac{3}{4}$ 0,75
$\frac{3}{8}$ 0,375	$\frac{7}{8}$ 0,875
$\frac{1}{2}$ 0,5	

ТАБЛИЦА,

содержащая окружности и площади круговъ съ діаметрами, отъ 1 до 25 футовъ, при увеличеніи на дюймъ.

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь
1 ф.	3,1416	0,7854	3 ф.	9,4248	7,0686
1	3,4034	0,9217	1	9,6866	7,4666
2	3,6652	1,0690	2	9,9484	7,8757
3	3,9270	1,2271	3	10,2102	8,2957
4	4,1888	1,3962	4	10,4720	8,7265
5	4,4506	1,5761	5	10,7338	9,1683
6	4,7124	1,7671	6	10,9956	9,6211
7	4,9742	1,9689	7	11,2574	10,0846
8	5,2360	2,1816	8	11,5192	10,5591
9	5,4978	2,4052	9	11,7810	11,0446
10	5,7596	2,6398	10	12,0428	11,5409
11	6,0214	2,8852	11	12,3046	12,0481
2 ф.	6,2832	3,1416	4 ф.	12,5664	12,5664
1	6,5450	3,4087	1	12,8282	13,0952
2	6,8068	3,6869	2	13,0900	13,6353
3	7,0686	3,9760	3	13,3518	14,1862
4	7,3304	4,2760	4	13,6136	14,7479
5	7,5922	4,5869	5	13,8754	15,3206
6	7,8540	4,9087	6	14,1372	15,9043
7	8,1158	5,2413	7	14,3990	16,4986
8	8,3776	5,5850	8	14,6608	17,1041
9	8,6394	5,9395	9	14,9226	17,7205
10	8,9012	6,3049	10	15,1844	18,3476
11	9,1630	6,6813	11	15,4462	18,9858

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
5 ф.	15,7080	19,6350	8 ф.	25,1328	50,2656
1	15,9698	20,2947	1	25,3946	51,3178
2	16,2316	20,9656	2	25,6564	52,3816
3	16,4934	21,6475	3	25,9182	53,4562
4	16,7552	22,3400	4	26,1800	54,5412
5	17,0170	23,0437	5	26,4418	55,6377
6	17,2788	23,7583	6	26,7036	56,7451
7	17,5406	24,4835	7	26,9654	57,8628
8	17,8024	25,2199	8	27,2272	58,9920
9	18,0642	25,9672	9	27,4890	60,1321
10	18,3260	26,7251	10	27,7508	61,2826
11	18,5878	27,4943	11	28,0126	62,4445
6 ф.	18,8496	28,2744	9 ф.	28,2744	63,6174
1	19,1114	29,0649	1	28,5362	64,8006
2	19,3732	29,8668	2	28,7980	65,9951
3	19,6350	30,6796	3	29,0598	67,2007
4	19,8968	31,5029	4	29,3216	68,4166
5	20,1586	32,3376	5	29,5834	69,6440
6	20,4204	33,1831	6	29,8452	70,8823
7	20,6822	34,0391	7	30,1070	72,1309
8	20,9440	34,9065	8	30,3688	73,3910
9	21,2058	35,7847	9	30,6306	74,6620
10	21,4676	36,6735	10	30,8924	75,9433
11	21,7294	37,5736	11	31,1542	77,2362
7 ф.	21,9912	38,4846	10 ф.	31,4160	78,5400
1	22,2530	39,4060	1	31,6778	79,8540
2	22,5148	40,3388	2	31,9396	81,1795
3	22,7766	41,2825	3	32,2014	82,5160
4	23,0384	42,2367	4	32,4632	83,8627
5	23,3002	43,2022	5	32,7250	85,2211
6	23,5620	44,1787	6	32,9868	86,5903
7	23,8238	45,1656	7	33,2486	87,9697
8	24,0856	46,1638	8	33,5104	89,3608
9	24,3474	47,1730	9	33,7722	90,7627
10	24,6092	48,1926	10	34,0340	92,1749
11	24,8710	49,2236	11	34,2958	93,5986

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
11 ф.	34,5576	95,0334	14 ф.	43,9824	153,9384
1	34,8194	96,4783	1	44,2442	155,7758
2	35,0812	97,9347	2	44,5060	157,6250
3	35,3430	99,4021	3	44,7678	159,4852
4	35,6048	100,8797	4	45,0296	161,3553
5	35,8666	102,3689	5	45,2914	163,2373
6	36,1284	103,8691	6	45,5532	165,1303
7	36,3902	105,3794	7	45,8150	167,0331
8	36,6520	106,9013	8	46,0768	168,9479
9	36,9138	108,4342	9	46,3386	170,8735
10	37,1756	109,9772	10	46,6004	172,8091
11	37,4374	111,5319	11	46,8622	174,7565
12 ф.	37,6992	113,0976	15 ф.	47,1240	176,7150
1	37,9610	114,6732	1	47,3858	178,6832
2	38,2228	116,2607	2	47,6476	180,6634
3	38,4846	117,8590	3	47,9094	182,6545
4	38,7464	119,4674	4	48,1712	184,6555
5	39,0082	121,0876	5	48,4330	186,6684
6	39,2700	122,7187	6	48,6948	188,6923
7	39,5318	124,3598	7	48,9566	190,7260
8	39,7936	126,0127	8	49,2184	192,7716
9	40,0554	127,6765	9	49,4802	194,8282
10	40,3172	129,3504	10	49,7420	196,8946
11	40,5790	131,0360	11	50,0038	198,9730
13 ф.	40,8408	132,7326	16 ф.	50,2656	201,0624
1	41,1026	134,4391	1	50,5274	203,1615
2	41,3644	136,1574	2	50,7892	205,2726
3	41,6262	137,8867	3	51,0510	207,3946
4	41,8880	139,6260	4	51,3128	209,5264
5	42,1498	141,3771	5	51,5746	211,6703
6	42,4116	143,1391	6	51,8364	213,8251
7	42,6734	144,9111	7	52,0982	215,9896
8	42,9352	146,6949	8	52,3600	218,1662
9	43,1970	148,4896	9	52,6218	220,3557
10	43,4588	150,2943	10	52,8836	222,5510
11	43,7206	152,1109	11	53,1454	224,7603

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
17 ф.	53,4072	226,9806	20 ф.	62,8320	314,1600
1	53,6690	229,2105	1	63,0938	316,7824
2	53,9308	231,4525	2	63,3556	319,4173
3	54,1926	233,7055	3	63,6174	322,0630
4	54,4544	235,9682	4	63,8792	324,7182
5	54,7162	238,2430	5	64,1410	327,3858
6	54,9780	240,5287	6	64,4028	330,0643
7	55,2398	242,8241	7	64,6646	332,7522
8	55,5016	245,1316	8	64,9264	335,4525
9	55,7634	247,4500	9	65,1882	338,1637
10	56,0252	249,7781	10	65,4500	340,8844
11	56,2870	252,1184	11	65,7118	343,6173
18 ф.	56,5488	254,4696	21 ф.	65,9736	346,3614
1	56,8106	256,8303	1	66,2354	349,1147
2	57,0724	259,2033	2	66,4972	351,8804
3	57,3342	261,5872	3	66,7590	354,6571
4	57,5960	263,9807	4	67,0208	357,4432
5	57,8578	266,3864	5	67,2826	360,2417
6	58,1196	268,8031	6	67,5444	363,0511
7	58,3814	271,2293	7	67,8062	365,8698
8	58,6432	273,6678	8	68,0680	368,7011
9	58,9050	276,1171	9	68,3298	371,5432
10	59,1668	278,5761	10	68,5916	374,3947
11	59,4286	281,0472	11	68,8534	377,2587
19 ф.	59,6904	283,5294	22 ф.	69,1152	380,1336
1	59,9522	286,0210	1	69,3770	383,0177
2	60,2140	288,5249	2	69,6388	385,9144
3	60,4758	291,0397	3	69,9006	388,8220
4	60,7376	293,5641	4	70,1624	391,7389
5	60,9994	296,1007	5	70,4242	394,6683
6	61,2612	298,6483	6	70,6860	397,6087
7	61,5230	301,2054	7	70,9478	400,5583
8	61,7848	303,7747	8	71,2096	403,5204
9	62,0466	306,3550	9	71,4714	406,4935
10	62,3084	308,9448	10	71,7332	409,4759
11	62,5702	311,5469	11	71,9950	412,4707

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь	Діа- метръ	Окруж- ность.	Площадь.
23 ф.	72,2568	415,4766	24 ф.	75,3984	452,3904
1	72,5186	418,4915	1	75,6602	455,5362
2	72,7804	421,5192	2	75,9220	458,6948
3	73,0422	424,5577	3	76,1838	461,8642
4	73,3040	427,6055	4	76,4456	465,0428
5	73,5658	430,6658	5	76,7074	468,2341
6	73,8276	433,7371	6	76,9692	471,4363
7	74,0894	436,8175	7	77,2310	474,6476
8	74,3512	439,9106	8	77,4928	477,8716
9	74,6130	443,0146	9	77,7546	481,1065
10	74,8748	446,1278	10	78,0164	484,3506
11	75,1366	449,2536	11	78,2782	487,6073

Т А Б Л И Ц А,

показывающая дюймы въ десятичныхъ частяхъ фута.

1 д. 0,0833 ф.	7 д. 0,5833 ф.
2 „ 0,1666 „	8 „ 0,6666 „
3 „ 0,25 „	9 „ 0,75 „
4 „ 0,3333 „	10 „ 0,6333 „
5 „ 0,4166 „	11 „ 0,9166 „
6 „ 0,5 „	

ТАБЛИЦА,

содержащая поверхности и объемы шаровъ въ діаметромъ
отъ 1 до 12 дюйм. и съ увеличеніемъ на десятую.

Діа- метръ.	Поверх- ность.	Объемъ.	Діа- метръ.	Поверх- ность.	Объемъ.
1,0	3,1416	0,5236	4,0	50,2656	33,5104
1	3,8013	0,6969	1	52,8102	36,0870
2	4,5239	0,9047	2	55,4178	38,7924
3	5,3093	1,1503	3	58,0881	41,6298
4	6,1575	1,4367	4	60,8213	44,6023
5	7,0686	1,7671	5	63,6174	47,7130
6	8,0424	2,1446	6	66,4782	50,9651
7	9,0792	2,5724	7	69,3979	54,3617
8	10,1787	3,0536	8	72,3824	57,9059
9	11,3411	3,5913	9	75,4298	61,6010
2,0	12,5664	4,1888	5,0	78,5400	65,4500
1	13,8544	4,8490	1	81,7130	69,4560
2	15,2053	5,5752	2	84,9488	73,6223
3	16,6190	6,3706	3	88,2475	77,9519
4	18,0956	7,2382	4	91,6090	82,4481
5	19,6350	8,1812	5	95,0334	87,1139
6	21,2372	9,2027	6	98,5205	91,9525
7	22,9022	10,3060	7	102,0705	96,9670
8	24,6300	11,4940	8	105,0834	102,1606
9	26,4208	12,7700	9	109,3596	107,5364
3,0	28,2744	14,1372	6,0	113,0976	113,0976
1	30,1907	15,5985	1	116,8989	118,8472
2	32,1699	17,1573	2	120,7631	124,7885
3	34,2120	18,8166	3	124,6901	130,9246
4	36,3168	20,5795	4	128,6799	137,2585
5	38,4846	22,4493	5	132,7326	143,7936
6	40,7151	24,4290	6	136,8480	150,5329
7	43,0085	26,5219	7	141,0264	157,4795
8	45,3647	28,7309	8	145,2675	164,6365
9	47,7837	31,0594	9	149,5715	172,0073

Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.	Діа- метръ.	Окруж- ность.	Площадь.
7,0	153,9384	179,5948	9,5	283,5994	448,9215
1	158,3680	187,4021	6	289,5198	463,2477
2	162,8605	195,4326	7	295,5931	477,7755
3	167,4158	203,6893	8	301,7192	492,8081
4	172,0340	212,1752	9	307,9082	508,0485
5	176,7150	220,8937			
6	181,4588	229,8478	10,0	314,1600	523,6000
7	187,2654	239,0511	1	320,4746	539,4656
8	191,1349	248,4754	2	326,8520	555,6485
9	196,0672	258,1552	3	333,2923	572,1518
			4	339,7954	588,9784
8,0	201,0624	268,0832	5	346,3614	606,1324
1	206,1203	278,2625	6	352,9901	623,6159
2	211,2511	288,6962	7	359,6817	641,4325
3	216,4248	299,3876	8	366,4362	659,5852
4	221,6712	310,3398	9	373,2534	678,0771
5	226,9806	321,5558			
6	232,3527	333,0389	11,0	380,1336	696,9116
7	237,7877	344,7921	1	387,0765	716,0915
8	243,2855	256,8187	2	394,0823	735,6200
9	248, 461	369,1217	3	401,1509	755,5008
			4	408,2823	775,7364
9,0	254,4696	381,7044	5	415,4766	796,3301
1	260,1558	394,5697	6	422,7336	817,2851
2	265,9130	407,7210	7	430,0536	838,6045
3	271,7169	421,1613	8	437,4363	860,2915
4	277,5917	434,8937	9	444,8819	882,3492
			12,0	452,3904	904,7808

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

<i>Стр.</i>	<i>Строка.</i>	<i>Напечатано:</i>	<i>Должно быть:</i>
15	12 снизу	0,44	0,44 арш.
16	18 „	4 катіей	4 штейнамъ
30	10 „	35000	350000
30	9 и 8 „	25000	250000
35	4 сверху	кубы,	кубическіе корни,
35	7 „	кубовъ	кубическихъ корней
47	1 снизу	448	748
49	7 сверху	8,3977	9,3977
52	3 снизу	разныя	равныя
53	6 „	данной	данной линіи АВ
59	14 „	мараллелограмъ	параллелограмъ
61	10 сверху	Випотенуза	Гипотенуза
62	1 снизу	199, 009375	198, 909375
77	8 сверху	къ линіи Е	къ линіи ED
77	10 снизу	$Z_8 = 14,7$	$Z_3 = 14,7$
102	17 „	діаметра тѣль,	діаметра или кубы сторонъ тѣль,
108	6 „	или	имъ
108	1 „	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{10}$
109	9 сверху	600 ф.	600 фунто-футовъ
129	5 „	$\sqrt{39,1393 \times 60}$	$\sqrt{39,1319 \times 60}$
136	7 „	2525 ф.ф.	3525 ф.ф.
148	5 снизу	колеса, въ минуту	колеса въ секунду
153	4 „	0,68	0,67
157	10 „	не тоньше	но тоньше
206	4 „	(см. ст. 203)	(см. стр. 205)
246	8 сверху	два раза	два раза
309	13 „	о воздушныхъ	о воздуходушныхъ

