

P1 892 7

НА ДОМ  
НЕ ВЫДАЕТСЯ

ОСКАР БЕРГМАН

ГОРЯЧАЯ  
ОБРАБОТКА  
МЕТАЛЛОВ

КНИГА

P.1.892



*Крупн. техн. инж. Габриель*  
ОСКАР БЕРГМАН

# ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

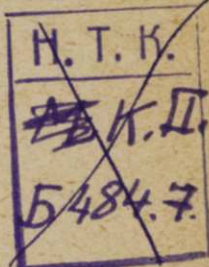
Том VII

ОБРАБОТКА ЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛОВ

ЧАСТЬ II

Перевод с последнего шведского  
издания инженера Ф. Н. Ананьина  
под редакцией и с дополнениями  
профессора А. Н. ЕГОРНОВА

157 черт. и рис. в тексте



ПРОВЕРЕНО  
1952

Р. 1. 892

Провер. 1932



БИБЛИОТЕКА  
Крупн. Технологов  
по металлу и дереву  
В. И. М. В. П. З.

1762

ПРОВЕРЕНО  
1945

„КНИГА“  
ЛЕНИНГРАД — 1928 — МОСКВА



Ing. OSCAR BERGMAN  
Handbok i järn - och  
metallbearbetning  
2: dra uppl.

Ленинградский Областлит № 12547.

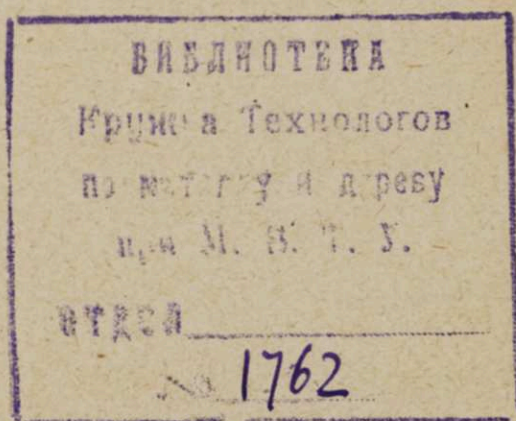
Тираж 4200—15 л.

---

Типография „Коминтерн“ Центриздата Народов СССР. Красная, 1.



# РЕЗАНИЕ НА НОЖНИЦАХ





БИБЛИОТЕКА

Кружка Технологов

по металлу и дереву

при М. В. Т. У.

ВТДСА

1762

## Работа на ножницах, дыропробивных прессах и станках для соединения между собой различных частей металлических конструкций.

### *Резка на ножницах.*

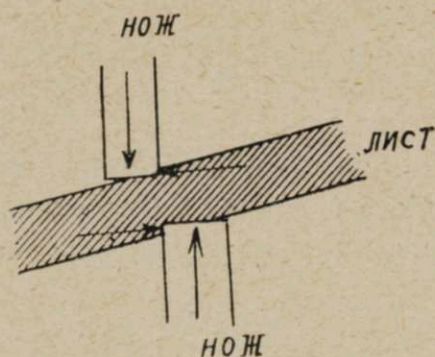
Явления при резке металлов на ножницах. При резке металлов на ножницах мы имеем дело с таким рабочим процессом, целью которого является разделение обрабатываемого предмета на части, при чем перемещение лежащих в двух смежных плоскостях частиц металла параллельно этим плоскостям. При резке на ножницах материал, таким образом, подвергается скалыванию (сдвигению) в противоположность чистому разрезанию, при котором происходит расщепление материала. Обычно разрезка на ножницах протекает так, что одновременно со скалыванием имеет место и расщепление материала.

Явления при резке на ножницах показаны схематически на фиг. 1.

Из чертежа видно, что при резке на ножницах имеет место не только скалывание и разрезание, но что материал подвергается кроме того и изгибу. Под влиянием давления ножей обрабатываемый предмет стремится стать в наклонное положение. Для воспрепятствования этому необходимо тем или иным способом удерживать предмет в первоначальном положении. Дело обстоит бы иначе, если бы режущий инструмент целиком перекрывал те поверхности обрабатываемого предмета, которые во время резки подвергаются

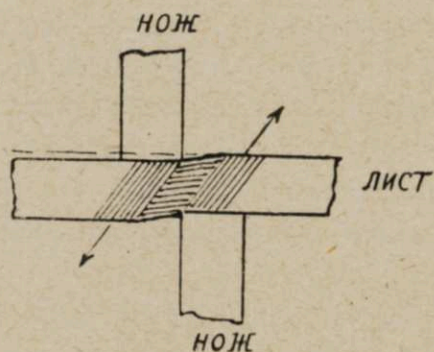


давлению. В действительности, некоторая часть обрабатываемого предмета подвергается также и растяжению (см. фиг. 2),



Фиг. 1. Схематическое изображение явлений, происходящих при резке на ножницах.

однако, здесь нет необходимости более подробно рассматривать этот вопрос. Из сказанного, тем не менее, совер-



Фиг. 2.

шенно ясна важность того, чтобы при резке ножи не слишком расходились друг от друга.

Во время работы инструмент несколько вдавливается в более или менее пластичный материал, прежде чем начинается собственно резка, или, точнее, скалывание металла.



Подвергаемые давлению частицы материала должны, поэтому, сдвинуться в стороны, при чем та часть, которая должна быть отрезана, смещается. Все это имеет своим следствием то, что плоскости разреза лежат не в направлении движения ножей, а под некоторым углом к ним. Поверхности разреза получаются тем более неровными, чем больше толщина обрабатываемого предмета.

Для облегчения резки, с одной стороны, и для предупреждения отжимания друг от друга ножей, с другой, угол резания последних делается меньше  $90^\circ$ . Упомянутое выше стремление ножей к отжиманию друг от друга проявляется и в обыкновенных ножницах, у которых лезвия не вполне плотно прилегают друг к другу. При разрезке тонкого материала может случиться, что он станет косо и расположится между лезвиями. Это стремление имеет место у ножей с углом резания в  $90^\circ$  даже и в том случае, если они вначале проходили «в притык» друг мимо друга, что видно на фиг. 1, которая показывает, как разрезаемый лист стремится раздвинуть ножи в стороны. Это явление будет обнаруживаться еще сильнее, если лезвия ножей несколько скруглены, что легко может случиться, когда ножи не вполне правильно заточены. Если угол резания меньше, то ножи несколько прижимаются друг к другу материалом, лежащим снаружи. С другой стороны, слишком малый угол резания может привести к тому, что лезвия ножей встретятся друг с другом и они будут повреждены, или что стойкость их окажется недостаточной.

Большое значение в этом отношении имеет, однако, не только угол резания, но и направление ножа. Если ножи плохо направляются или если они слишком раздвинуты друг от друга, то может случиться, что материал будет перегибаться и заклиниваться между ножами.

Из сказанного в самом начале следует, что разрез под прямым углом может быть получен лишь в том случае, если



ножи целиком перекрывают материал при разрезке. Такого перекрывания, однако, нельзя достичь полностью, и меньше всего—при резке листов. Для сортового и фасонного железа режущий инструмент конструируют таким образом, чтобы его лезвия охватывали материал по всему профилю, благодаря чему, если инструмент поддерживается в должном порядке, получается достаточно чистый и прямоугольный разрез.

В виду того, что, как было упомянуто выше, при разрезке на ножницах появляются также напряжения от изгиба и растяжения, сопротивление материала здесь больше, чем при чистом скалывании (сдвиге), и практически может быть принято равным 1,7 последнего. Следующая таблица дает значения сопротивлений при резке на ножницах, обычно применяемые при расчетах:

|                                                                 |                          |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Стальные листы . . . . .                                        | 60—70 кг/мм <sup>2</sup> |
| Железные листы холодные . . . . .                               | 40—60 "                  |
| Железные листы, нагретые до темно-красного<br>каления . . . . . | 12—20 "                  |
| Медные листы . . . . .                                          | 25—40 "                  |
| Цинковые " . . . . .                                            | 9—15 "                   |
| Оловянные " . . . . .                                           | 2—3 "                    |
| Свинцовые " . . . . .                                           | 1,5—2,4 "                |

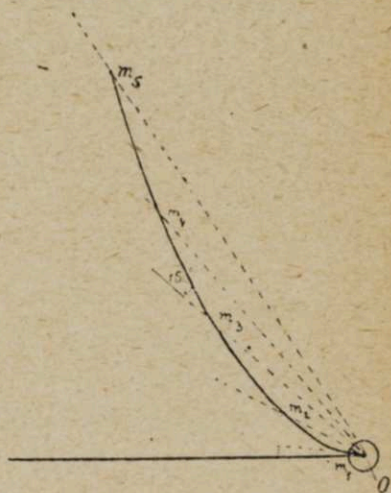
### Общие соображения.

Для разрезки на ножницах листового и полосового железа ножи можно устанавливать различными способами. Ножи с параллельными по отношению друг друга лезвиями в механических ножницах применяются лишь для предметов небольшой ширины, так как максимальный расход энергии и напряжения в станке получился бы слишком большим, если бы разрезка более широких предметов происходила



сразу по всей ширине. Для достижения постепенного разрезания ножи устанавливаются таким образом, чтобы их лезвия составляли между собой определенный угол, так наз. угол створа ножей ( $\gamma$  на фиг. 9).

Если этот угол будет выбран слишком большим, то вместо разрезания получится выталкивание предмета лезвиями ножей. Как общее правило, угол створа должен быть всегда меньше двойного угла трения данного материала; обычно его принимают меньшим угла трения. Ножницы с ножами, поставленными под углом, имеют тот недостаток, что отрезаемая часть предмета подгибается подвижным ножом. С другой стороны, при этом можно применять более высокие скорости резания, и получается более спокойный ход станка. Ход ножей должен быть, конечно, больше, чем в случае ножей с параллельными лезвиями.



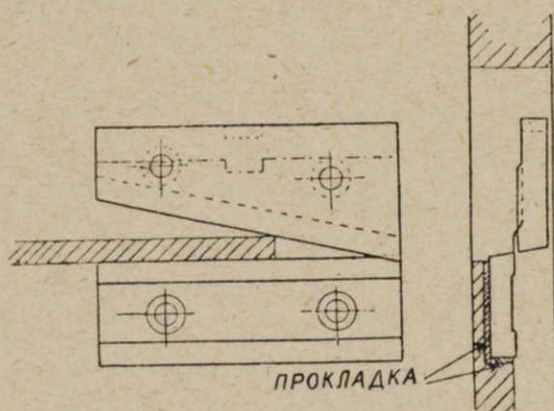
Фиг. 3. Логарифмическая спираль.

В параллельных ножницах, в которых один нож движется параллельно самому себе, а также в дисковых ножницах угол створа имеет постоянную величину. Напротив, этого нет в рычажных ножницах с прямым лезвием, так как подвижной нож вращается вокруг неподвижной точки. Этот угол, при прочих равных условиях, увеличивается по мере приближения точки пересечения ножей к оси вращения верхнего ножа. Для получения постоянного угла наклона один из ножей (или оба) должен иметь лезвие, очерченное по кривой определенной формы, так назыв. логарифмической спирали (см. фиг. 3), так как для этой кривой угол между радиус-вектором произвольной точки и касательной в ней остается



постоянным (на фиг. 3 он составляет  $15^\circ$ ). Обычно же режущей кромке подвижного ножа придается несколько дугообразная форма.

При разрезании листов на ножницах по фиг. 22 необходимо иметь в виду следующее. Ножи должны стоять точно по середине выемок в станине, служащих для продвижения вперед длинных листов, и должны быть им строго параллельны. Они, кроме того, не должны быть установлены



Фиг. 4. Установка ножей.

слишком близко друг к другу, но должны иметь зазор между собой в 0,5 мм. Это облегчает резание и в то же время несколько не осложняет работы. Ножи должны быть установлены таким образом, чтобы лезвия никогда не выходили полностью одно из другого и никогда не сходились полностью, т.-е. так, чтобы самые концы их никогда не принимали участия в разрезании. Лезвия ножей должны поддерживаться острыми и после повторных заточек устанавливаются в правильном положении посредством прокладок (см. фиг. 4). При шлифовке ножей необходимо обращать внимание на то, чтобы как угол резания ( $\beta$  на фиг. 9), так и угол створа ( $\gamma$  на фиг. 9) оставались без изменения.



Разрезание происходит таким образом, что та часть листа, которая должна быть использована, помещается на той же стороне, на которой находится неподвижный нож, так как она не деформируется. Если от большого листа требуется отрезать лишь узкую полосу и лист располагают так, чтобы полоса приходилась на стороне неподвижного ножа, то лист нельзя продвигать вперед, так как полоса при этом загибается кверху.

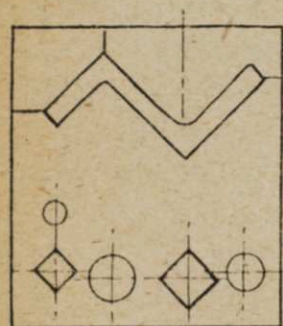
При разрезании длинных листов по разметке лист устанавливают так, чтобы риска не была точно параллельна лезвиям ножей. Если верхний нож, при наблюдении спереди, находится с правой стороны нижнего ножа, то наружный конец листа поворачивают во время работы несколько влево (около 10 мм на 2 метра длины листа), так как верхний нож при разрезании имеет тенденцию поворачивать наружную кромку листа вправо. Если лист поворачивается в положение наклонное по отношению к ножам, необходимо делать короткие разрезы, направляя его в то же время в правильное положение. При работе с длинными листами, от которых нужно отрезать широкие полосы, станок устанавливают так, чтобы салазки после каждого хода останавливались в своем высшем положении, так как в подобных случаях невозможно успевать продвигать вперед лист с такой же скоростью, с которой работает станок, когда он находится в непрерывном движении. Продвижение листа вперед облегчается тем, что ту часть листа, которая находится на стороне подвижного ножа, поднимают выше другой.

Придержжка устанавливается соответственно толщине и ширине листа тем глубже, чем тоньше и уже лист и наоборот.

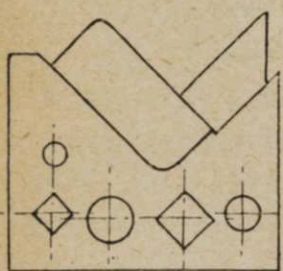
При разрезке листов ножи нельзя смазывать маслом, напротив, следует поддерживать их совершенно сухими, так как иначе может случиться, что лист, в особенности, если



материал недостаточно пластичен, будет выброшен, когда его встретит верхний нож. Это объясняется тем, что при смазке угол трения уменьшается, следовательно, угол створа ножей уже не удовлетворяет условию, указанному на стр. 9.



ВЕРХНИЙ НОЖ

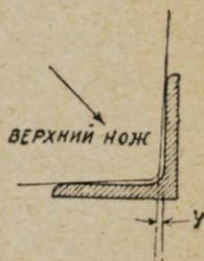


НИЖНИЙ НОЖ

Фиг. 5. Составные ножи для сортового и углового железа.

Разрезание сортового железа производится частью посредством ножей с прямыми лезвиями (когда чистый срез имеет мало значения), частью — с профилированными лезвиями. При разрезании фасонного железа ножи выполняются в виде частично разбирающихся «составных» ножей, которые или уже имеют или образуют отверстия, соответствующие форме поперечного сечения того материала, который подвергается резке.

Один из этих составных ножей при разрезании движется в салазках мимо другого ножа (см. фиг. 5). Квадратное железо разрезается этим способом с угла на угол, так как деформация при этом меньше. Угловое же-

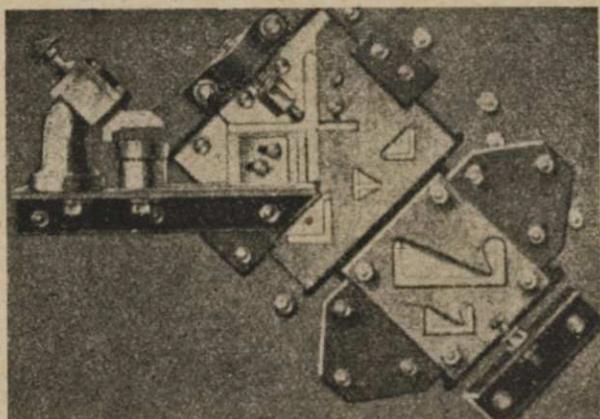


Фиг. 6. Угол створа при разрезании углового железа.

лезо разрезают таким образом, что лезвия подвижного ножа, расположенные под некоторым тупым углом, встречают сначала наружные кромки полков и заканчивают разрезание в месте их пересечения (см. фиг. 6). Угол створа  $\gamma$  (фиг. 9) не имеет значения, если отгибание полков в отрезанном куске практически должно быть незначительным. Таким же способом разрезают тавровое железо. Отверстие делается такой величины, чтобы в него можно было ввести угловое железо наиболь-

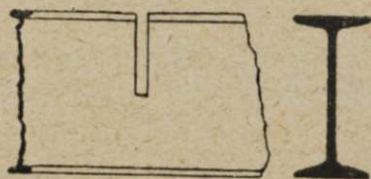


ших размеров, для которых предназначен станок, и никаких изменений его для меньших величин не требуется.



Фиг. 7. Конструкция ножей для фасонного железа и коробчатых балок.

Внешние кромки полок, таким образом, не охватываются при разрезании. Балки разрезаются различными способами, либо в целых ножевых плитах, лезвия которых полностью



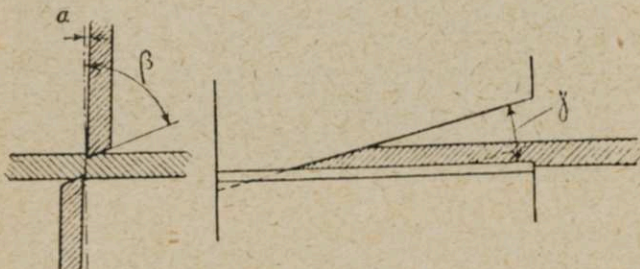
Фиг. 8. Способ разрезания балок в специальных станках.

охватывают профиль балки (см. фиг. 7), либо в специальных станках. В станках одного типа при разрезании в балке выдавливается выемка сначала с одной стороны, затем с другой (см. фиг. 8). Эти станки имеют то преимущество, что одним инструментом можно разрезать различные профили.



В станках другого рода, которые в общем работают по тому же принципу, балка разрезается посредством трех резцов с ножеобразными лезвиями, которые вдавливаются в материал почти до их встречи между собой. В этих станках работа также производится сначала на одной, затем на другой полке балки.

Скорости резания листовых ножниц составляют обычно от 15 до 30 мм в секунду, но в параллельных ножницах могут



Фиг. 9. Угол резания ( $\beta$ ),  
( $\alpha$ ) задний угол и угол створа ( $\gamma$ ).

доходить до 40—50 мм/сек. Желательно, чтобы эта скорость была не ниже 25 мм/сек, если это допускают условия работы.

Угол резания ( $\beta$  на фиг. 9) берется для обыкновенных ножей от  $79^\circ$  до  $87^\circ$  и для дисковых ножей для жести  $75^\circ$ — $87^\circ$ .

Угол створа ( $\gamma$  на фиг. 9) берется в обыкновенных случаях от  $8^\circ$  до  $10^\circ$ , задний угол ( $\alpha$ )—от  $1\frac{1}{2}^\circ$  до  $3^\circ$ . Задний угол имеет назначением уменьшать трение между ножом и поверхностью разреза обрабатываемого предмета.

Усилия, необходимые для разрезания толстых листов, весьма значительны, а напряжения в ножах им пропорциональны, на что обычно обращают мало внимания. Насколько важно в станках поддерживать нож в хорошем состоянии для облегчения работы, видно из следующего примера.



Если полосовое железо  $100 \times 10$  мм разрезается на ножницах с параллельными режущими кромками, то требуется давление около:

$$100 \cdot 10 \cdot 60 = 60000 \text{ кг}$$

Если ножи плохо установлены и т. д., то они подвергаются, конечно, еще и дополнительным напряжениям.

---





## Ножницы.

Соответственно своему назначению ножницы можно подразделить на ножницы для резки проволоки, ножницы для материала в полосах (для сортового, фасонного железа и т. п.), ножницы для тонких листов и ножницы для толстых листов. Кроме того, имеются конструкции более специального назначения, например, для вырезания определенных мест в полках балок и фасонного железа, а также для вырубки специальных контуров на кромках листов и т. п. (напр., при изготовлении металлических конструкций для сооружений — мостов и пр.).

В отношении способа приведения ножей в движение или передачи энергии можно различать — рычажные ножницы, эксцентрикковые и кривошипные ножницы, ножницы с кулачковыми шайбами и поршневые ножницы для гидравлического привода (встречающиеся очень редко). Рычажные, эксцентрикковые и кривошипные ножницы являются наиболее распространенными. По конструкции ножницы можно подразделить на шарнирные («аллигаторные»), параллельные и дисковые. Особый вид параллельных ножниц представляют обрезающие ножницы для грата (гильотины). Название это происходит от применения этих ножниц в прокатных мастерских для обрезки кромок листов («грата»), но в настоящее время такое название их является не соответствующим назначению их, так как они применяются также и для других целей.

Ручные ножницы можно подразделить на собственно ручные и на ножницы на станинах. Последние, так же, как



и механические ножницы, нужно отнести к прессам (см. Том VI настоящего издания).

Собственно ручные ножницы применяются лишь для тонких листов и таких материалов, как обручное железо и проволока. Ножницы на станинах для ручной или ножной работы применяются для всевозможных работ, за исключением более толстых листов, балок и больших размеров фасонного железа. На этих ножницах можно, тем не менее, разрезать листы толщиной до 17 мм и круглое железо диаметром до 60 мм. Эксцентриковые и кривошипные ножницы особенно пригодны для большого числа ходов в единицу времени, в то время, как гидравлические ножницы применяются лишь для разрезки очень толстых листов. Они имеют то преимущество, что их очень легко останавливать в любом положении их рабочего хода (хода салазок). Гильотинные ножницы применяются в настоящее время как для тонких, так и для толстых листов, при чем иногда лист разрезается по всей ширине за один ход салазок. Особенностью этих ножниц является то, что они имеют станину из двух стоек, допускающую свободный проход листа. Дисковые ножницы, в которых разрезание производится посредством двух вращающихся в противоположных направлениях дисковых или циркульных (круглых) ножей, применяются почти исключительно для тонких листов.

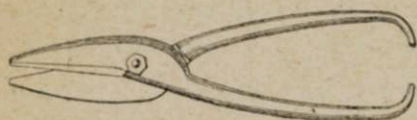
Собственно ручные ножницы (ручные листовые и верстачные ножницы). Ручные листовые ножницы бывают весьма различных моделей \*), отличающиеся, однако, друг от друга лишь внешней формой. На фиг. 10 показаны ручные листовые ножницы, а на фиг. 11—кривые ножницы, и те и другие так назыв. берлинской модели. На фиг. 12 показаны ножницы для вырезания отверстий в трубах и обечай-

---

\*) Наиболее распространены модели: берлинская, лионская, английская и турецкая.



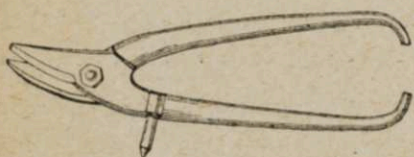
ках и на фиг. 13 — фигурные ножницы с дугообразными лезвиями для более легкого вырезания различных контуров.



Фиг. 10.



Фиг. 11.



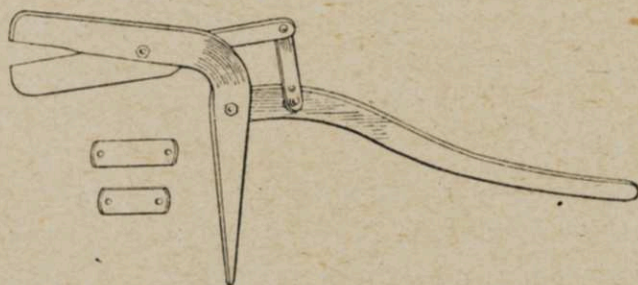
Фиг. 12.



Фиг. 13.

Фиг. 10—13. Ручные листовые ножницы.

На фиг. 14 показаны верстачные ножницы (для прикрепления к деревянному верстаку или для зажимания в тисках),

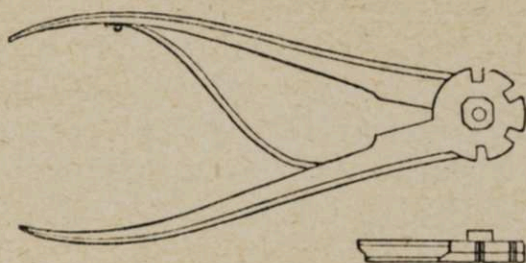


Фиг. 14. Верстачные (кровельные) ножницы.

предназначенные для разрезания листовых материалов толщиной до 3 мм. Двойной рычаг дает возможность развить большее усилие (за счет увеличения длины хода рычага), при чем лист не мешает рычагу, благодаря чему этими ножницами можно

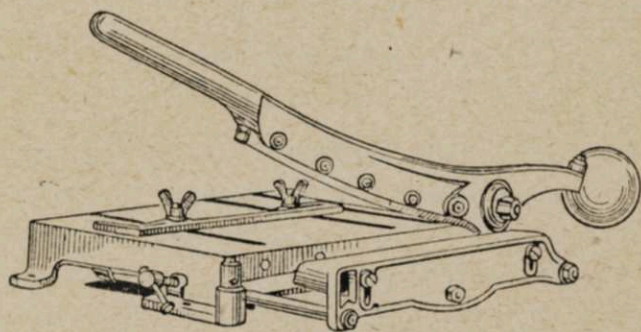


без затруднений разрезать листы большой длины. На фиг. 15 показаны ручные ножницы для резки проволоки. Все эти ножницы применяются почти исключительно для кровельных и жестяницких работ.



Фиг. 15. Проволочные ножницы.

Другие виды ножниц для тонких листов. На фиг. 16 показаны ножницы для тонких листов, или так назыв. ступовые ножницы для работы вручную. Они снаб-



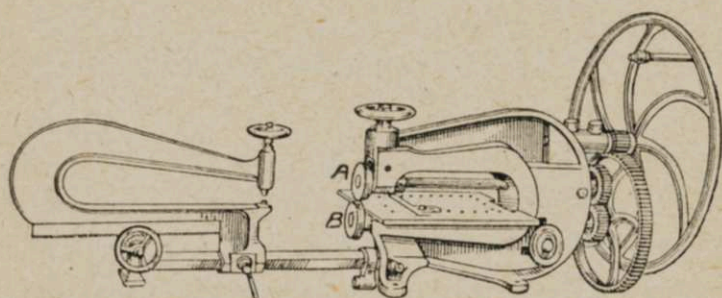
Фиг. 16. Ступовые ножницы (для тонких листов).

жены на плите линейкой (аншлагом), устанавливающейся под различными углами. Для разрезания под прямым углом имеется на одной стороне плиты неподвижная линейка в виде угольника. Перед плитой устроен другой пружинящий ограничитель, который можно устанавливать по желанию, при-



меняемый при отрезке узких полос. На некоторых ножницах этого типа этот ограничитель можно устанавливать также под углом. Обрезные ножницы подобной конструкции, но с параллельным движением ножей, встречаются также для ножного привода или привода от трансмиссии.

Для отрезания от листов длинных полос особенно удобными являются дисковые ножницы. Один из типов этих ножниц показан на фиг. 17. Два круглых конических ножа *A* и *B*, периферии которых несколько перекрывают друг друга, производят при своем вращении разрезание,



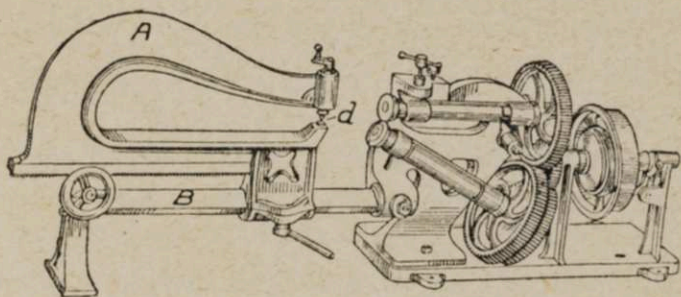
Фиг. 17. Дисковые ножницы.

в то время, как лист продвигается между ними вперед. Верхний дисковый нож устанавливается посредством маховичка. Для направления листа во время резки рабочий стол снабжен направляющей линейкой. Эти станки выполняются как для ручного, так и для механического привода и, как показывает рисунок, устраиваются часто так, что их можно применять также и в качестве круговых ножниц для вырезания круглых днищ, колец и т. п.

На фиг. 18 показаны круговые ножницы, в которых оси дисковых ножей установлены под острым углом друг к другу. Лист центрируется при помощи центра *d*, прижимаемого к нему винтом, и во время резки вращается вокруг него. Рукав (бугель) *A* передвигается на призме *B* посредством



шестерни и рейки и может быть закреплен на призме, чем достигается установка заданного диаметра выкройки. Верхний дисковый нож устанавливается так же, как и в предыдущем станке. Если круговые ножницы снабжаются особым

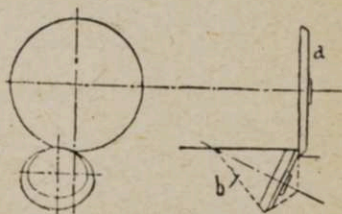


Фиг. 18. Круговые ножницы.

приспособлением для направления по прямой линии, то они могут применяться также и для отрезания прямых полос.

Установкой дисковых ножей под углом друг к другу достигается то, что отрезанная часть листа не загибается. Радиус вырезаемых кругов не должен при этом быть меньше образующей конуса *b* (фиг. 19).

Для вырезания овалов в установочное устройство вставляется особое приспособление для движения по овалу. При вырезании полос в виде спиралей (по отношению центра листа) применяются



Фиг. 19.

станки с приспособлением для непрерывной подачи зажимного устройства.

Диаметры дисковых ножей берутся обычно не менее 70-кратной толщины листов, что соответствует углу створа лезвия в  $7^\circ$ .

Поэтому дисковые ножницы применяются для сравнительно тонких листов металла, не толще примерно 7 мм.



Скорость на окружности круглых ножей составляет обычно 0,5—1,2 м/сек.

Расход силы  $N$  на привод дисковых ножниц при толщине листов  $\delta$  от 2 до 7 мм можно определять по эмпирической формуле:

$$N = \delta + 1,$$

где  $N$  — в л. с., а  $\delta$  — в мм.

Чем больше периферии круглых ножей перекрывают друг друга и чем они меньше, тем больше будет угол створа и тем труднее будет продвигать лист при резке. Угол створа при всяких обстоятельствах должен оставаться в пределах от  $4^\circ$  до  $12^\circ$ . Величина, на которую окружности ножей перекрывают друг друга, должна быть около  $1/400$  диаметра диска. Чем меньше эта величина и чем меньше диаметр дисковых ножей, тем меньшего диаметра круги можно вырезать на круглых ножницах.

Ножницы с дисковыми ножами строились также и для толстых листов (до толщины 30 мм), но сколько-нибудь значительного применения не получили.

---



## Рычажные ножницы для толстых листов.

Рычажные ножницы для толстых листов выполняются как шарнирные или как параллельные. В первом случае движение ножа обычно производится посредством лишь одного рычага, во втором—чаще всего посредством эксцентрика с особой зубчатой передачей или без нее.

Необходимо помнить, что в рычажных ножницах всех типов давление, требующееся для разрезания, почти одно и то же, если они правильно сконструированы. Напротив, сила, которая должна быть приложена к рычагу, зависит от устройства передачи. Чем меньше требуемое усилие, тем медленнее происходит разрезание, и наоборот.

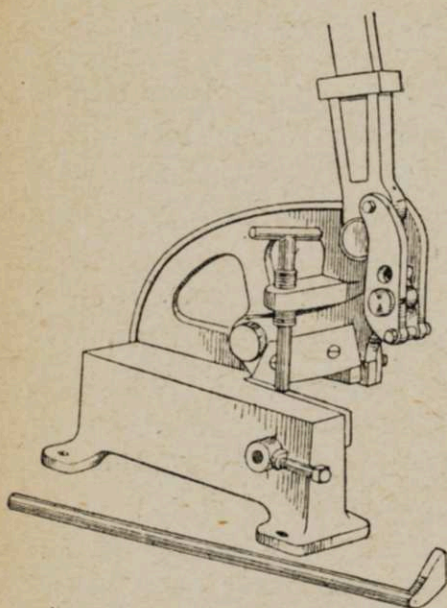
Почти все рычажные ножницы для толстых листов выполняются таким образом, чтобы на них можно было разрезать листы неограниченной длины. Для этой цели станина на стороне неподвижного ножа имеет горизонтальный паз, в то время, как другая сторона снабжена косой выемкой, направленной книзу. При разрезании отрезанная часть листа отгибается вниз и следует вдоль этой выемки. Благодаря различным направлениям выемок достигается то, что станина не ослабляется чрезмерно. Около ножей, где выемки сходятся, ослабления станины, однако, нельзя избежать.

Вследствие сравнительно больших усилий, развиваемых во время резания, станины рычажных ножниц более крупных размеров делаются чаще всего стальными литыми или клепанными из прокатного мартеновского материала. Последний материал представляет, без сомнения, большую гарантию



против излома, так как стальная отливка может быть менее однородной (даже иметь раковины) и кроме того испытывает внутренние напряжения, если она недостаточно тщательно отожжена.

На фиг. 20 показаны рычажные ножницы (шарнирные) легкого типа для листов толщиной до 12 мм. Движение



Фиг. 20. Рычажные ножницы с шарнирной передачей.

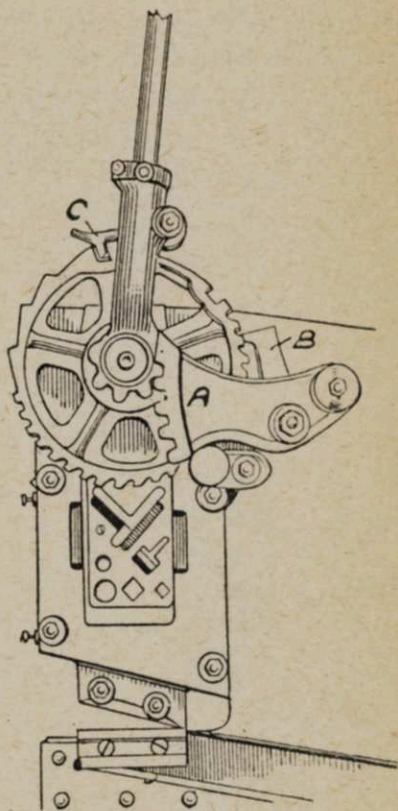
сообщается ножу рычагом. На рисунке видны две одинаковые передаточные серьги, легко устанавливаемые для различной длины хода, так что при разрезании тонких листов можно использовать всю длину ножа и лишь часть их — при разрезании более толстых листов. В последнем случае разрезание происходит вблизи оси вращения ножа, благодаря чему происходит более выгодная передача усилий. Для предупреждения перекашивания листа станок снабжен при-

держкой в виде винта, который также препятствует листу следовать за подвижным ножом при его подъеме после рабочего хода. Станок имеет линейку, устанавливаемую соответственно различной ширине листов. Станина этого станка — стальная отливка. Рычажная передача — двойная, при чем нож также работает, как рычаг. Передаточное число в подобных ножницах доходит до 1:125, так что нагрузка на рабочий рычаг в 10 кг дает в шарнире давление в 1250 кг.

Для получения более высокого передаточного числа применяются различные устройства, одно из которых показано



на фиг. 21. Рычаг, сидящий свободно на своей оси, сцепляется своими зубцами с зубчатым сектором *A*, который посредством собачки *B* вращает заклиненное на эксцентриковом валу храповое колесо. После поворота храповое колесо удерживается в своем положении посредством другой собачки. Если при более легких работах нужно получить более быстрый ход ножа, эти собачки выключаются посредством рукоятки и вместо них с храповым колесом сцепляется закрепленная на рычаге собачка *C*. Станки другой конструкции имеют двойной рычаг. Внешний рычаг в этом случае снабжен зубчатым сектором только что описанной конструкции. Зубцы этого сектора сцепляются с другим зубчатым сектором, закрепленным неподвижно на станине. При опускании внешнего рычага, который посредством шарнира или серьги соединен с внутренним рычагом, наружный конец последнего перемещается на значительно меньшую величину с передачей соответственно большего усилия.



Фиг. 21 Рычажные ножницы с эксцентриком и зубчатой передачей.

Эти конструкции применяются как для листовых ножниц, так и для ножниц, предназначенных для резки сортового и фасонного железа. Комбинированные ножницы для сортового и фасонного железа также встречаются очень часто. Они выполняются либо в форме параллельных ножниц, либо как подобные им.



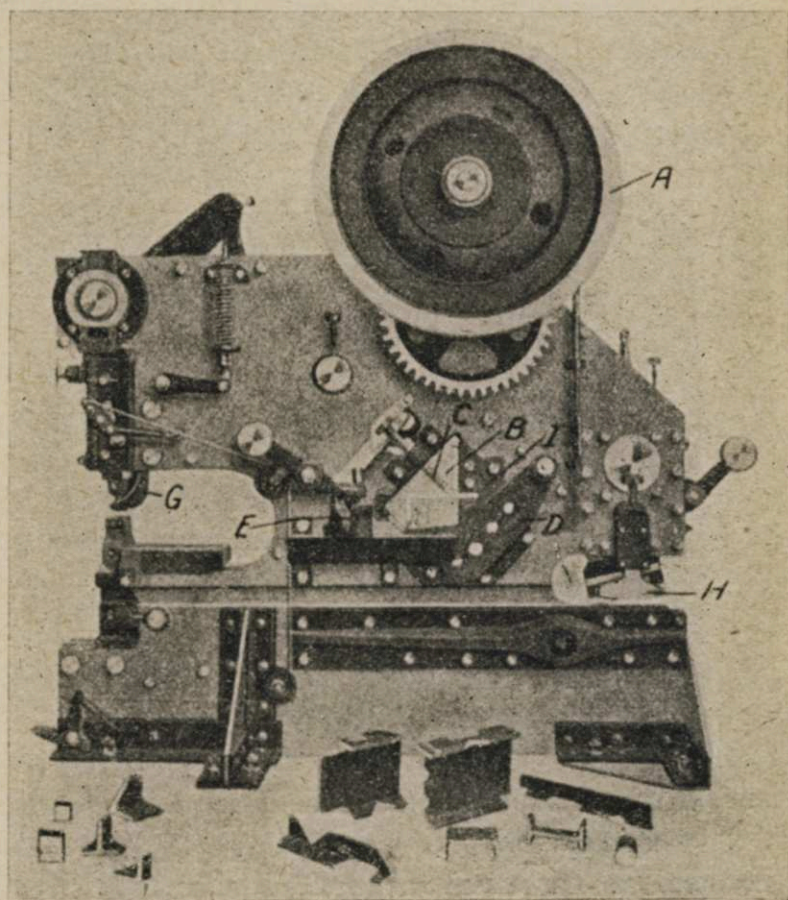
Ножницы с машинным приводом для толстолистого и фасонного железа. Они часто выполняются таким образом, что в них имеются одновременно ножи как для листового, так и для фасонного железа, а также для пробивания отверстий. В этом случае ножи для листового железа и дыропробивный штамп располагаются по разным сторонам станка, в то время, как нож для фасонного железа находится по середине. Движение рабочему инструменту сообщается часто посредством эксцентриков, оси которых соединены с приводным валом через посредство зубчатых колес или, лучше, кривошипов и серег, но применяются также кулачные шайбы с передачей на оси эксцентриков посредством рычагов. Кулачные шайбы вообще предпочтительнее применять в станках с большим ходом, а также в тех случаях, когда желательно иметь ускоренный обратный ход салазок. Это осуществляется посредством спиральных пружин, при чем кулачным шайбам придается такое очертание, чтобы обратный ход получался более быстрым, чем ход вниз.

Включение в работу и выключение рабочего инструмента производится посредством фрикционной муфты или, в некоторых случаях, путем выключения нисходящего движения салазок помощью выдвижной закладки, приводимой в движение расположенной снаружи рукояткой. Закладку можно вытянуть в сторону и благодаря этому при движении вниз эксцентрик не встречает салазок и не может, поэтому, привести их в движение. Салазки для фасонного железа часто ставят под углом в  $45^\circ$ , так что угловое железо, при разрезании под косой срез, необходимо задавать лишь под углом к вертикальной плоскости, а подъема в горизонтальной плоскости не требуется (см. фиг. 22).

На фиг. 22 показан один из станков этого типа (фирмы Н. Pels & Co). Эксцентриковый вал для салазок фасонного железа приводится в движение от главного вала



посредством зубчатой передачи, а два остальных вала—от рычагов, которые посредством шатунов связаны с кривошипными пальцами вращающегося диска. Эти два вала,

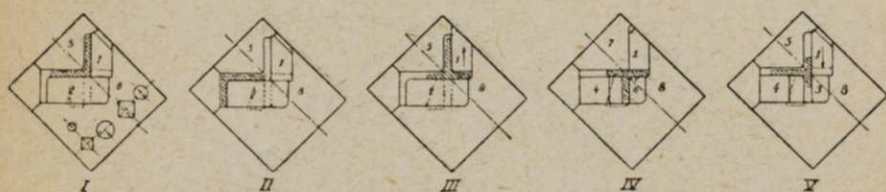


Фиг. 22. Ножницы для толстых листов и фасонного железа.

таким образом, имеют не вращательное движение, а лишь качательное вперед и назад. Все салазки уравновешены посредством плоских спиральных пружин. *A*—маховик, *B*—нож для фасонного железа, *C*—придержка для углового и таврового железа, *D*—придержка для круглого и квадратного



железа, *E*—упор для косых разрезов, *G*—придержка для пробивания отверстий и *H*—придержка для листов. Верхний нож для фасонного железа установлен в салазках, в то время, как неподвижный нижний нож укреплен в станине станка. Известные части нижнего ножа являются сменными, что дает возможность устанавливать его для разрезания таврового железа. С этой целью эти части снабжены пазами и прикрепляются к особой плите или крышке *I*.



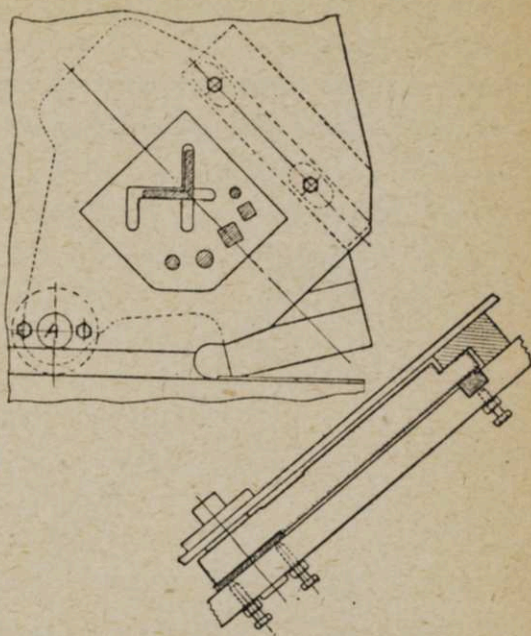
Фиг. 23. Установка нижнего ножа для разрезания углового и таврового железа. I и II—угловое железо: срез под прямым углом или косой. III—тавровое железо: срез под прямым углом или косой по полке. IV—тавровое железо: косой срез по полке в противоположном направлении. V—тавровое железо: косой срез по стенке.

В настоящее время составные ножи применяются всегда для фасонного железа, так как их легче затачивать, чем цельные. Кроме того, съемные части легко заменять в случае изнашивания. Напротив, та часть, в которой находятся отверстия для круглого и квадратного железа, цельная в обеих плитах. От ножей не требуется, чтобы каждый из них полностью охватывал тот профиль, который разрезается: необходимо лишь, чтобы верхний нож охватывал верхнюю сторону, а нижний — противоположную разрезаемого профиля. На фиг. 23 показано устройство ножей для разрезания углового и таврового железа под прямым углом и под косой срез. Как видно, смена частей требуется лишь для разрезания под косой срез таврового железа в одном из направлений по полке, а также по стенке.

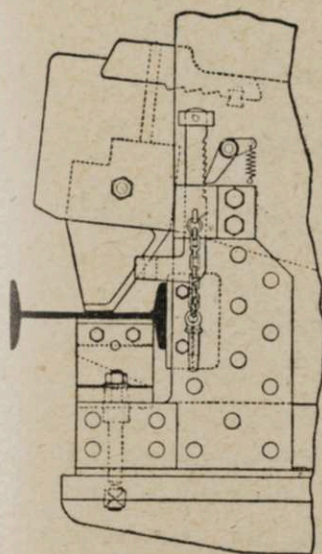


В некоторых станках салазки вращаются вокруг цапфы *A*, вместо того, чтобы двигаться, оставаясь параллельными самим себе. На фиг. 24 показано подобное устройство салазок, снабженных ножами для разрезания листов, а также сортового и фасонного железа.

Ножницы для резки балок. Как было упомянуто выше, эти ножницы могут быть выполнены так



Фиг. 24.



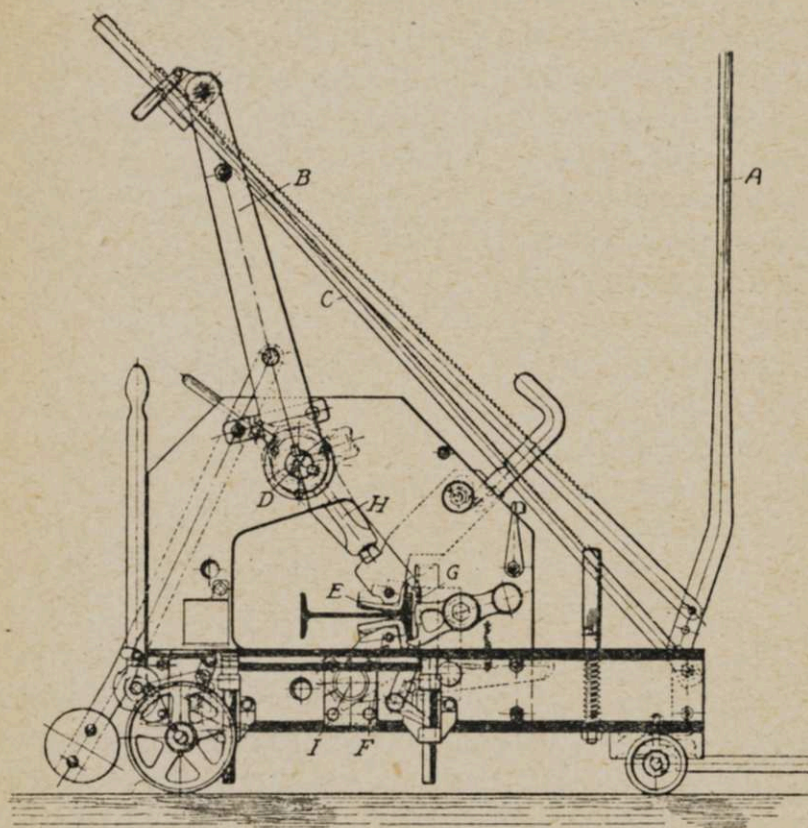
Фиг. 25. Деталь ножниц для разрезания балок.

же, как и ножницы для фасонного железа, и снабжаются в этом случае цельными ножами. Другой тип балочных ножниц показан на фиг. 25.

Нижняя режущая часть состоит из четырех ножей, двух — для стенки и двух — для полки, с прозорами между режущими кромками. Верхняя режущая часть при своем нисходящем движении выдавливает соответствующей ширины полоску от середины стенки через полку, после чего балку поворачивают и режут (или, правильнее, продавливают) с другой стороны. Верхняя режущая часть в своем крайнем верхнем положении



находится на такой высоте, что балку можно вводить в станок спереди. При помощи специальных ножей на этом станке можно производить чистовую обрезку концов балок. Балки различных размеров обрезаются одним и тем же инструмен-



Фиг. 26. Ножницы с ручным приводом для резки балок.

том. Встречаются также подобные станки с двумя движениями верхней режущей части для обрезания обеих сторон без поворачивания балки.

На фиг. 26 показаны балочные ножницы с ручным приводом (Н. Pels & Co). Разрезание производится в два приема, сначала с одной стороны балки, затем с другой. При дви-



жении вниз рычага *A* поворачивается эксцентриковый рычаг *B* и удерживается в своем новом положении стопорным стержнем *C*. При повторных подъемах и нажимах вниз рычага *A* эксцентриковый вал *D* поворачивается настолько, что происходит разрезание. Разрезание производится тремя ножами *E*, *F* и *G* с ножеобразными лезвиями, врезающимися в балку с трех сторон. На верхний нож нажимает рычаг *H* и, так как балка при этом прижимается книзу, нижний нож вращается вокруг своей оси *I*, благодаря чему его правая кромка врежется в нижнюю часть полки балки. Таким образом, все три ножа в конце хода встречаются.

Пример ножниц для прокатных мастерских приведен в Томе IV настоящего издания.

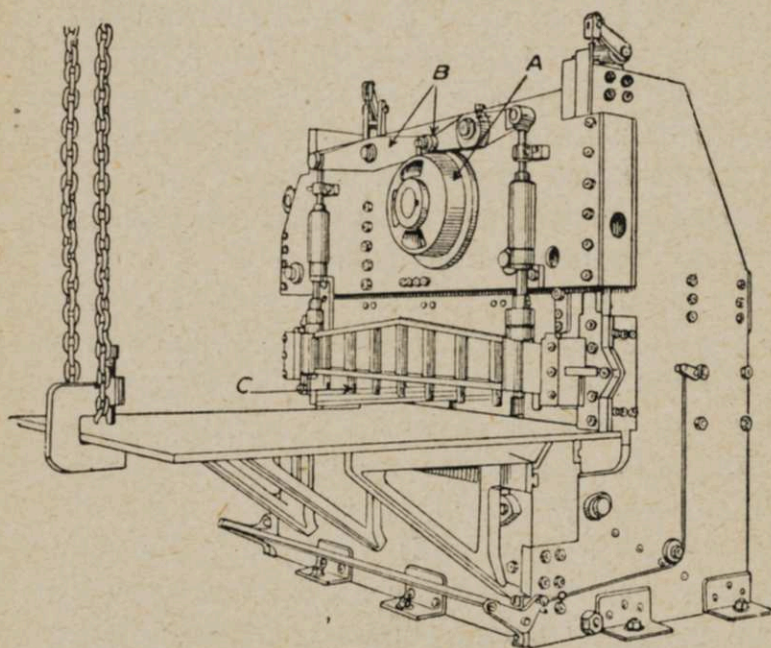
Ножницы для резки болванок, заготовок и сугунки выполняются часто с переменным числом ходов, так что более тонкие сорта полуфабриката можно разрезать при большем числе ходов. Там, где желателен более чистый разрез, разрезание производится с угла на угол ножами соответствующего профиля.

Ножницы для косых срезов. На обыкновенных ножницах для балок можно получить косой срез по стенке балки лишь под малым углом—в несколько градусов. Для больших углов применяются специальные станки с устанавливаемыми вставными ножами. Косая резка двутавровых и коробчатых балок по полкам вообще невозможна. Для фасонного железа часто применяют также специальные ножницы для косых срезов, которые имеют направляющий упор, устанавливающийся по градуированной шкале, и которые иногда выполняются таким образом, что весь станок, поставленный на ролики, можно поворачивать на желаемый угол.

Гильотинные ножницы для толстых листов. Эти ножницы сравнительно дороги, но, несмотря на это, начинают получать все большее распространение. Резание на них происходит значительно быстрее, чем на обыкновен-



ных ножницах. Гильотинные ножницы изготавливаются в настоящее время нормально для обрезки листов шириной до 3 метров за один ход. Выполняются они как кривошипные или эксцентриковые прессы. На фиг. 27 показаны гильотинные ножницы современной конструкции.



Фиг. 27. Обрезные ножницы для толстых листов  
(Н. Pels & Co).

На общей поперечине, получающей движение вниз от кулачной шайбы *A* и двух рычагов *B*, укреплен ряд прищепок *C*. Обратный ход получается при помощи противовесов. Ножницы работают таким образом, что при пуске станка сначала опускаются прищепки, остающиеся в своем нижнем положении до тех пор, пока нож не поднимется. Прищепки сделаны пружинящими.

Расход энергии при резке на механических ножницах определяется для железа толщиной  $\delta = 4$  до 55 мм с до-



статочную для практики точностью по формуле Гартига (Hartig)

$$N = N_0 + 3,71 F\alpha,$$

где  $N$  — общее число л. с. при полезной работе,  
 $N_0$  — » » » холостом ходе,  
 $F$  — часовая площадь разреза в  $m^2$ ,  
 $\alpha = 0,25 + 0,0145 \times \delta$

Опыты показали, что:

|                          |       |      |       |       |
|--------------------------|-------|------|-------|-------|
| при . . . . . $\delta =$ | 10    | 20   | 30    | 40 мм |
| числе разрезв в 1 м      | 10    | 9,2  | 8,3   | 7,5   |
| получается $N_0$ . .     | 0,16  | 0,32 | 0,55  | 0,82  |
| $\alpha$ . .             | 0,395 | 0,54 | 0,685 | 0,83  |

О средней производительности механических ножниц дает понятие следующая таблица, показывающая производительность этих машин за 8-часовой рабочий день при работе в условиях наших заводов (котельно-мостовые цеха)\*):

|                             |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| толщина листа $\delta$ мм . | 6   | 8   | 10  | 12  | 16  | 20  |
| общая длина резов в         |     |     |     |     |     |     |
| погон. метрах . . . . .     | 270 | 240 | 210 | 180 | 150 | 120 |

Максимальное давление, необходимое для ножниц с параллельными режущими лезвиями ножей:

$$p = 1,7 \sigma \cdot b \cdot \delta,$$

а с наклонными друг к другу лезвиями:

$$p = 1,7 \sigma \cdot \frac{0,225}{\operatorname{tg} \gamma} \delta^2$$

где  $p$  — давление на лезвие в кг,  $\sigma$  — сопротивление сдвигу в кг/мм<sup>2</sup>,  $b$  — длина нижнего ножа в мм,  $\delta$  — толщина листа в мм и  $\gamma$  — угол створа ножей.

\*) Орга-Справочник, 1926, том II, стр. 807.



## Способы обработки, сходные с резанием на ножницах.

Резанием на ножницах в большинстве случаев пользуются для отделения одной части материала от другой и лишь в исключительных случаях—для изготовления предметов. Другими рабочими процессами для разделения одной части материала от другой являются распиливание и отрезка, которые должны рассматриваться в других отделах Технологии металлов.

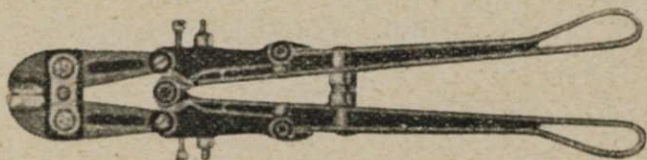
Показанные на фиг. 26 ножницы для разрезания балок работают, как уже было упомянуто, не резанием: отделение одной части материала от другой производится посредством клинообразных ножей, врезающихся в материал в одной плоскости. Таким же способом работают кусачки для разрезания проволоки, болторезы и обыкновенные труборезы.

Эти инструменты настолько известны, что едва ли требуют подробного описания. Наиболее известны обычные кусачки, выполняемые или с лезвиями под прямым углом к средней линии инструмента, или же почти параллельными ей.

Болторезы, применяющиеся для обрезания болтов и круглого железа, выполняются более солидно и имеют двойную рычажную передачу. Требуемое большое давление между лезвиями достигается за счет большой разницы в длине плеч первого и, соответственно, второго рычага. На фиг. 28 показан болторез обычной конструкции.

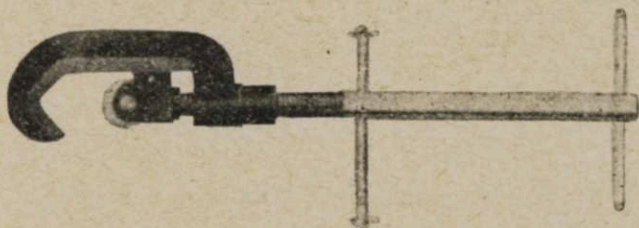


Действие трубореза — более постепенное. Разделение, достигаемое в действительности защемлением материала, производится посредством одного или трех роликов, имеющих по своей периферии форму лезвия. В труборезе с тремя



Фиг. 28. Болторез.

роликами два из них расположены с одной стороны скобы инструмента, при чём так, что могут только вращаться. Третий ролик находится против первых двух в той же плоскости и устроен таким образом, что он посредством



Фиг. 29. Труборез.

винта может быть прижат к трубе, расположенной между тремя роликами. Во время работы труборез поворачивают вокруг трубы (закрепленной в тисках или составляющей часть установленного трубопровода), в то время, как подвижной ролик постепенно прижимается к трубе посредством поворотов винта. На фиг. 29 показан труборез с одним роликом. Двум другим роликам соответствует здесь ножеобразная левая сторона скобы трубореза.



Труборезы более нового типа имеют вид открытого с одной стороны клуппа с вставными кулачками, выполненными в виде резцов, и производят, поэтому, разрезание (наподобие токарного резца) при поворачивании трубореза вокруг трубы. Они относятся, таким образом, к режущим инструментам. Обыкновенные труборезы имеют тот недостаток, что они деформируют трубу, а именно, со стороны среза получается завал. Прежде, чем такую трубу нарезать, ее необходимо выправить. Подобно кусачкам и болторезам, они действуют, таким образом, не раскалыванием, в обычном смысле этого слова, а скорее «защемлением». Способ работы всех этих трех инструментов основывается, следовательно, на пластичности материала.

---



ПРОБИВКА ОТВЕРСТИЙ  
И ШТАМПОВКА



## Общие данные.

Пробивка отверстий отличается от резания ножницами лишь тем, что в первом случае кромки режущих инструментов образуют, вместо открытых, замкнутые линии, например, в виде круга, прямоугольника или другого замкнутого контура. Целью этого рабочего процесса являются либо отверстия — например, для болтов, винтов, заклепок и пр. — в предметах из листов или другого подобного материала, либо самые предметы, выдавленные из листов, как материала. В первом случае отходом является выдавленный материал (выдавки или высечки), во втором — остающийся после продавливания лист. Пробивка, которую часто называют также штамповкой, имеет большое значение в современных массовых производствах изделий, например, при изготовлении монет, пуговиц, шайб, замочных и часовых деталей, электрической арматуры, частей для ламп, небольших сосудов и т. п.

Работа производится таким образом, что лист помещается между пуансоном (штемпелем, пунзелем) и матрицей с соответствующим отверстием для пуансона, после чего пуансон ударом или давлением опускается в отверстие матрицы и при этом вырезает такую часть в материале, которая соответствует размерам и очертанию пуансона (см. фиг. 30). Тонкие листы можно пробивать также вручную, либо только что описанным способом, либо так, что матрица с отверстием заменяется массивной свинцовой или медной плитой, которая легко подается под пуансоном и в то же время



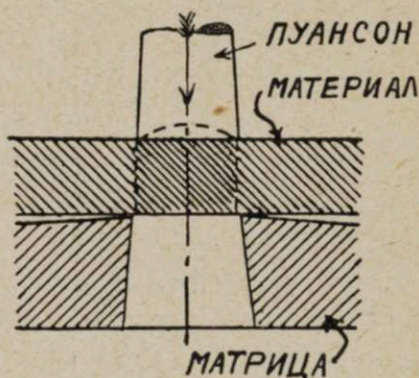
удерживает на месте окружающие части листа. Тонкие и мягкие листы пробиваются или вырубаются также посредством трубчатого долота или высечки (полого борodka) с острым клинообразным лезвием (см. фиг. 31).

Деформации материала при пробивке дыр более сложны, чем при разрезании на ножницах. Чем пластичнее материал, тем больше будут деформации, прежде чем произойдет пробивка отверстия. Твердая сталь подвергается очень небольшой деформации, в то время, как, на-



Фиг. 31.

Высечка.



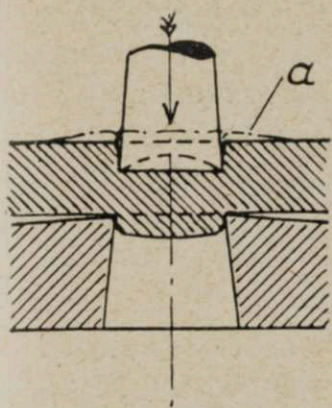
Фиг. 30. Процесс пробивания отверстий.

пример, сварочное железо деформируется значительно. Когда пуансон вдавливаются в подобный материал, то находящиеся под ним частицы сначала смещаются в стороны и поднимаются несколько вверх, согласно *a* на фиг. 32 (в увеличенном виде). После этого материал подается книзу и начинает вытесняться в отверстие матрицы. При пробивании отверстий в свинце, выдавливание материала происходит лишь тогда, когда пуансон почти дошел до матрицы. При пробивке железа материал, после того, как пуансон прошел несколько вниз, становится тверже, и продолжение работы происходит уже почти в таких же условиях, как и пробивка твердой стали. Сначала появляется круговая трещина (*a* на фиг. 33), которая расширяется все больше, пока не произойдет разрыв.

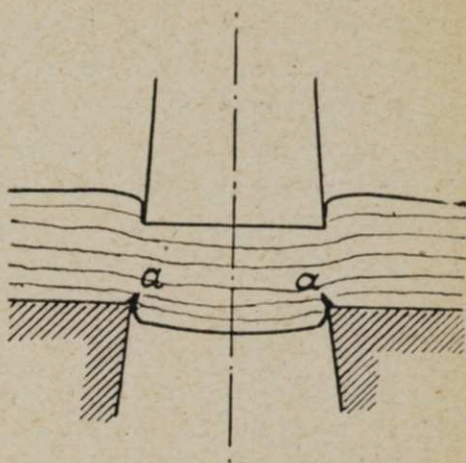
При штамповке более или менее толстого сварочного железа выдавливаемая часть, так назы-



ваемая выдавка, имеет примерно вид, показанный на фиг. 34. Здесь образовавшаяся трещина была настолько ве-



Фиг. 32. Деформация материала при пробивке отверстий.



Фиг. 33. Деформации при пробивке толстого сварочного железа.

лика, что появился круговой «воротник». В толстом материале может случиться также, что этот воротник образуется не на самой выдавке, а в отверстии.

В свинце такого воротника не образуется, и выдавка получается почти цилиндрической. Точно так же получаются меньшие деформации и в тонких листах. В выдавленной части получается «грат» на верхней стороне и несколько округленные кромки — на нижней, в то время, как в остающемся листе те же деформации получаются на противоположных сторонах.

На получение гладкой поверхности реза влияет, кроме качества и толщины материала, также разница диаметров пуансона и отверстия в матрице, а, помимо того, и качество инструмента.



Фиг. 34. Выдавка из сварочного железа (увелич. в  $1\frac{1}{2}$  раза).



Сложные деформации, которым подвергается материал, имеют своим следствием то, что, так же, как и при разрезании на ножницах, сопротивление при пробивке отверстий больше, чем сопротивление сдвигу и пропорционально тем больше, чем толще материал. Вообще же, значения, приведенные для разрезания на ножницах (стр. 8), можно применять и для пробивки. Для уяснения тех значительных напряжений, которым подвергается дыропробивной инструмент, можно привести следующий пример. Для пробивания в котельном листе толщиной 10 мм отверстия диаметром 20 мм требуется давление:

$$3,14 \times 20 \times 10 \times 60 = 37680 \text{ кг}$$

(цилиндрическая поверхность отверстия  $\times$  сопротивление сдвигу  $\times 1,7$ ).

Для пробивания в стальном листе толщиной 3 мм диска диаметром 100 мм требуется давление:

$$3,14 \times 100 \times 3 \times 70 = 65940 \text{ кг.}$$

В первом случае давление должно распределиться на площади  $\frac{3,14 \times 20^2}{4} = 314 \text{ мм}^2$ , что дает напряжение в 120 кг на мм<sup>2</sup>. Отсюда видно значение того, что даже при этих простых и грубых работах необходимо обращать внимание на конструкцию и прочность инструмента.

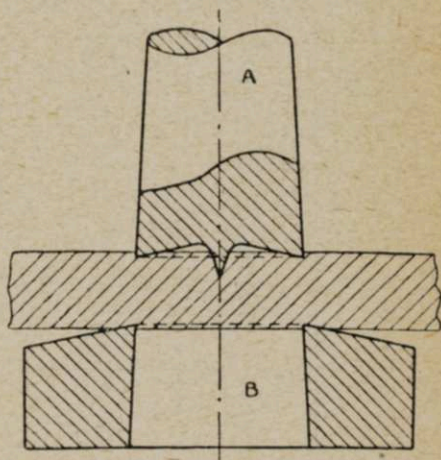
Соотношение между диаметром отверстия и толщиной материала зависит от следующих обстоятельств:

1. Если пуансон должен быть длинным, он больше пружинит и легче ломается.
2. Если материал имеет неравномерную толщину, волнистый, с изгибами или не отожен, риск применения слишком толстого материала, конечно, больше.
3. В этом же смысле влияют также плохой материал и плохие качества пуансона и матрицы, недостаточно прочное закреп-



пление инструмента и, наконец, слабость конструкции самого пресса, пружинящего под давлением.

Так же при пробивке отверстий инструменту для более толстых листов дается угол заострения (лезвия) несколько меньший  $90^\circ$ , отчасти тем, что торец пуансона имеет выемку, отчасти тем, что отверстие в матрице делают расширяющимся книзу. Для более толстых листов пуансону дается также определенный задний угол тем, что он несколько утоняется кверху (см. фиг. 35).



Фиг. 35.

Диаметр пуансона должен быть всегда несколько меньше отверстия в матрице, при чем разница должна быть тем больше, чем больше толщина материала. Благодаря этому не только уменьшается расход энергии, но и поверхность реза получается более ровной и аккуратной. Обычно разницу в диаметрах делают равной  $0,125$  толщины листа ( $= \frac{1}{8}$  часть ее). Применяют и более высокие значения. Так как величина зазора между пуансоном и матрицей является часто решающей для получения хорошей работы, то ниже приводится таблица по Woodworth'у, дающая зазоры при пробивке латуни и катанной стали твердой и средней твердости различной толщины. Эта таблица составлена на основании данных многолетнего опыта штамповки деталей для счетных и пишущих машинок, кассовых приборов и т. п. (См. Табл. на стр. 44).

Во многих справочниках зависимость между диаметром матрицы  $D$  и пуансона  $d$  дыропробивных штампов дается в виде формулы:

$$D = d + 0,2 \delta,$$







где  $\delta$  — толщина пробиваемого листа (все размеры в одинаковых единицах, напр. *мм*). Однако, на практике зазор между матрицей и пуансоном не соотнобразуют с толщиной листа, а принимают равным 0,5 *мм*. Это не относится, конечно, к пробивке точных отверстий.

При пробивке необходимо различать, является ли изделием выдавливаемая часть или же остающаяся. Это влияет на конструкцию инструмента, а также на диаметры пуансона и отверстия в матрице. При штамповке из листа предметов с точными размерами правильный размер дается отверстию в матрице (напр., 10 *мм*), а пуансон делается меньше зазора на соответствующую величину (9,89 *мм*). При пробивании точных отверстий правильный размер дается пуансону (10 *мм*), в то время, как отверстие в матрице делается больше (10,11 *мм*). Приведенные в скобках цифровые значения относятся к твердой катанной стали толщиной 1,5 *мм*.

При штамповке большое значение имеет закрепление инструмента. Ненадежное закрепление пуансона (или матрицы) приводит естественно к тому, что он не всегда приходится точно по отверстию матрицы. Это в особенности имеет место в тех случаях, когда предмет лежит не совсем плотно, когда он имеет неровную поверхность, неоднороден по твердости, покрыт окалиной и т. д.

Пуансон изнашивается, в сущности, меньше от самой работы, чем от случайного соприкосновения рабочих кромок пуансона и матрицы. Это происходит вследствие плохого направления салазок пресса, от плохого закрепления в гнезде пуансона, пружинения станины пресса, а также от только что указанных причин. Закрепление пуансона требует большой тщательности и опыта.

Хорошим материалом для дыропробивных штампов (как для холодной, так и для горячей пробивки) является хромо-вольфрамовая сталь следующего анализа:



$$C = 0,45 - 0,6\%$$

$$Cr = 1,0 - 2,0\%$$

$$W_o = 3,0 - 4,0\%$$

$$Va = 0,2 - 0,3\%$$

Дыропробивные станки, часто соединяемые с ножницами, требуют для работы следующего расхода энергии:

|                              |    |    |    |    |    |    |          |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----------|
| при толщине листа $\delta =$ | 8  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 мм    |
| » диаметре дыры $d =$        | 16 | 20 | 22 | 26 | 30 | 35 | 40 мм    |
| мощность двигателя           | 3  | 4  | 7  | 10 | 14 | 25 | 40 л. с. |

### Материал для дыропробивного и штамповочного инструмента.

Штамповочный инструмент обычно изготавливается из лучшей литой стали или электростали с содержанием углерода от 0,7 до 1,1%. Для круглых пуансонов диаметром до 10—15 мм с успехом применяется так называемая серебрянка, отличающаяся точными размерами. Для небольших фасонных пуансонов применяется фасонная сталь, имеющаяся на рынке в большом ассортименте профилей. В тех случаях, когда вопрос идет не о массовом производстве, матрица из закаленной мартеновской стали может быть достаточно надежной для штамповки сравнительно тонких и мягких листов (например, для нескольких сотен предметов).

Для штамповки твердой стали, часовой пружинной стали, магнитной стали и т. п. необходимо применять для штампа самую твердую сталь. В тех случаях, когда в предмете не допускается ни малейших царапин, наилучшей является твердая вольфраmistая сталь. Часто применяют также и быстрорежущую сталь. Она показала себя особенно пригодной для небольших штампов с особо слабыми местами, острыми углами, вырезанными частями и т. п. Для



штампов больших размеров, составляемых из нескольких частей, применяются также специальные стали.

Как общее правило, наилучшей является наиболее жесткая сталь.

Особо вязкие сорта стали пригодны, прежде всего, в следующих случаях:

1. Для штамповки и пробивки более мягких металлов и железных листов небольшой толщины.
2. Если инструмент должен иметь слабые места, профилированные или вырезанные части.
3. Если размеры инструмента сравнительно велики, и есть основания опасаться закалочных трещин.
4. Если в инструменте чередуются тонкие и толстые части или если у него имеются длинные, тонкие, стержнеобразные или подобные части.

Особо твердые сорта стали пригодны:

1. Для штамповки и пробивки твердых и толстых материалов.
2. Для штампов, предназначенных для массовой фабрикации и продавливания дыр, где большое значение имеет сопротивляемость изнашиванию и долговечность инструмента.
3. Когда в небольших пуансонах и матрицах тонкие кромки и углы должны получаться острыми.

Выбор материала для штампа имеет громадное значение. В настоящее время ряд заводов изготовляет специальные сорта стали для штамповочного инструмента.

### **Изготовление штамповочного инструмента.**

В нижеследующем приводятся лишь некоторые общие соображения, касающиеся этой работы. Способы изготовления инструмента для штамповки, в частности—дыропробивных штампов, в значительной степени зависят от его конструк-



ции и будут, поэтому, рассмотрены подробнее попутно с описанием штампов различных типов.

При конструировании более ответственного инструмента для штамповки необходимо иметь в виду следующие соображения:

1. Инструмент должен сообразоваться с формой и качеством обрабатываемого материала (ленточный материал, отдельные предметы и т. д.).

2. Отход должен быть возможно малым.

3. Подача материала, а также удаление выдавок и обрезков должны происходить простейшим способом.

Пуансоны и матрицы обрабатываются очень точно, и как эта работа, так и закалка, во многих случаях требуют большой опытности и знаний. Закалка должна вестись, конечно, сообразно с материалом, а также с формой и назначением инструмента. В штампах для тонких листов можно закаливать лишь работающие части, оставляя окружающие части некалеными. В инструменте для фасонных контуров эти последние обрабатываются посредством сверления и обрубки или долбления, а также—фрезерования и опиловки. При наличии специальных фрезерных станков, предназначенных для этой цели, можно обойтись и без сверловки.

Другой способ, который был в свое время предложен, состоит в получении контуров посредством автогенной резки. Если горелку держать при этом под слегка острым углом, так, что вырезанная часть будет иметь в нижней части размеры большие, чем отверстие в верхней части, то вырезание можно выполнить таким образом, чтобы вырезанную часть применить в качестве пуансона, а остающуюся часть— в качестве матрицы. При этом способе пуансон необходимо в большинстве случаев, осаживать. Риск этого способа состоит в том, что сталь в расплавленных кромках ухудшается. Горелка должна иметь небольшое отверстие и направляться



специальным приспособлением, для того, чтобы угол наклона горелки к обрабатываемому предмету оставался постоянным. Для получения начального пункта для пламени горелки в материале высверливают сначала отверстие и прогревают место вокруг этого отверстия до темно-красного цвета.

Получил ли этот способ применение на практике — неизвестно, но, тем не менее, вполне возможно, что улучшения в отношении режущих аппаратов могут к этому привести, если это уже не произошло. Главное достоинство этого способа состоит в получении одновременно пуансона и матрицы и в экономии материала. Окончательная обработка производится обычным способом.

Лишь штампы для более грубых работ можно не шлифовать после калки. В громадном же большинстве случаев их необходимо отшлифовывать на токарных станках или на станках для круглой и плоской шлифовки.

**Закалка \*).** Клещи, которыми держат инструмент во время калки, должны, если это требуется, иметь лезвиеподобные или заостренные губки, чтобы соприкосновение с инструментом происходило по возможно малой поверхности. Штамп опускают до верхнего края в закалочную жидкость, но не внезапно, а постепенно и равномерно, после чего его медленно двигают вправо и влево в закалочной ванне. Если под руками не имеется ничего другого, то закалку можно производить в крепком соляном растворе с температурой не ниже 20°С. Для предупреждения образования закалочных трещин воду обычно покрывают слоем масла толщиной 50—100 мм (закалка «через масло в воду»).

Перед закалкой обработанный штамп необходимо отжечь. Благодаря этому уменьшается также опасность коробления и усадки рабочего отверстия в матрицах. При нагреве для

---

\*) О закалке штампов — см. также Том V, стр. 247—250.



закалки можно, если это требуется, воспрепятствовать соприкосновению штампа с воздухом, покрывая инструмент смесью, состоящей, например, из 5 частей кожного угля, 1 части роговых обрезков, 2 частей селитры и 8 частей поваренной соли, которые смешиваются с льняным маслом до консистенции мази. Штамп покрывают тонким слоем этой мази.

Перед отпуском инструмент необходимо хорошо очистить, чтобы ясно видеть цвета побежалости и иметь возможность контролировать таким путем получение равномерного нагрева. Если не имеется закалочной печи, песочной ванны или печи для отпуска, можно положить инструмент на железный лист (кусочек котельного листа или т. п.), который кладется на угольный горн и нагревается до темно-красного каления. Во время нагревания штамп часто поворачивают для достижения равномерного нагрева. Нагревание для отпуска обычно продолжают до тех пор, пока ребро острого трехгранного напильника не начнет «забирать» инструмент.

Для штамповки и пробивки сравнительно тонких и мягких листов пуансон может быть некаленным, в то время, как матрица делается каленой. Как только пуансон начнет затупляться, его несколько осаживают и продавливают при помощи прессы в отверстие матрицы, чтобы снова придать ему правильную форму.

### Простые штампы.

Простой инструмент для штамповки и пробивки дыр можно подразделить на два рода, а именно:

- 1) открытые или без направления, состоящие лишь из пуансона и матрицы, и
- 2) закрытые или с направлением, которые имеют направляющую плиту для пуансона или пуансонов.



Открытый штамповочный инструмент для толстых листов. Штамповочный и дыропробивной инструмент для толстых листов, фасонного железа, балок и т. п. делается всегда простым, так как назначение его состоит лишь в обыкновенном пробивании отверстий. Вырезание предметов из толстых листов является, во всяком случае, исключением. Конструкция простых штампов для пробивания дыр в толстых листах в некоторых случаях отличается от дыропробивных штампов, предназначенных для тонких листов.

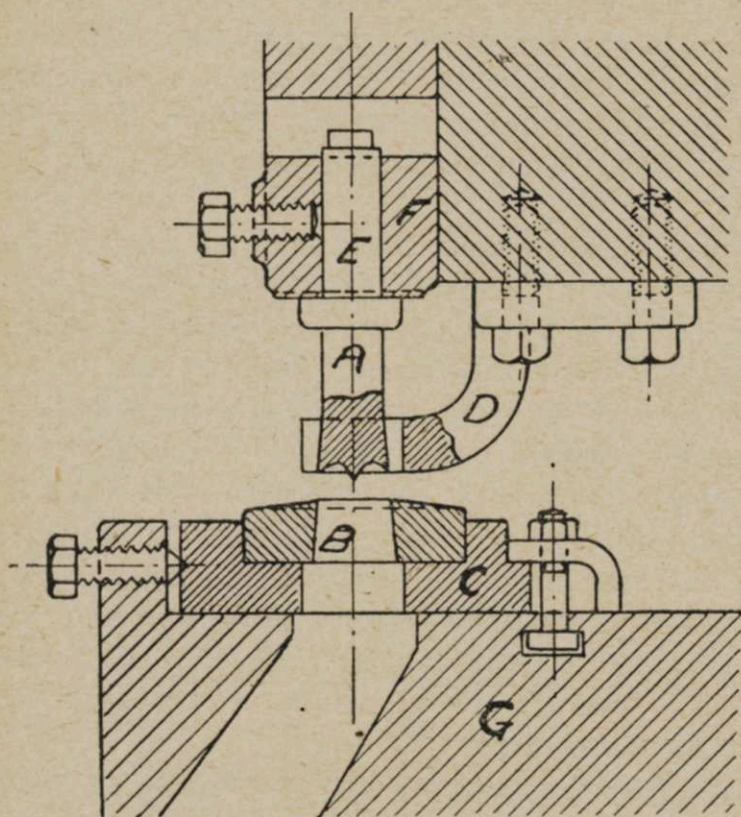
Во многих мастерских часто имеется лишь один дыропробивной пресс, которым приходится пользоваться для разных работ, и в этом случае конструкции и выполнению инструмента часто уделяется слишком мало внимания. Потерю времени на смену пуансона и матрицы обходят тем, что, когда диаметр дыры не имеет большого значения, пользуются инструментом для материала более толстого, чем тот, для которого инструмент предназначен. Если пробивается слишком толстый материал, например, в  $1\frac{1}{2}$  раза толще диаметра дыры, то выдавка легко застревает в отверстии матрицы и, если в нем застрянет подряд несколько выдавок, то часто может случиться, что сломается пуансон или же лопнет матрица.

Если к тому же кромка отверстия в матрице не достаточно остра, обломана или если отверстие в результате продолжительной работы разработалось и зазор между пуансоном и матрицей стал слишком большим, выдавки становятся больше и могут быть протиснуты сквозь отверстие матрицы лишь с большой силой.

Поэтому даже и при сравнительно простых штамповочных работах весьма важно, чтобы применялся инструмент, соответствующий данной работе. Рабочие поверхности пуансона и матрицы должны быть не плоскими, а вогнутые у пуансонов и выпуклые—у матриц (см. фиг. 35 и 36). Выемка



на торце пуансона способствует тому, что пуансон лучше режет и его легче затачивать. Отверстие матрицы всегда несколько уширяется книзу, чтобы выдавка (или отштампованный предмет) легче выпадала из матрицы. Пуансоны

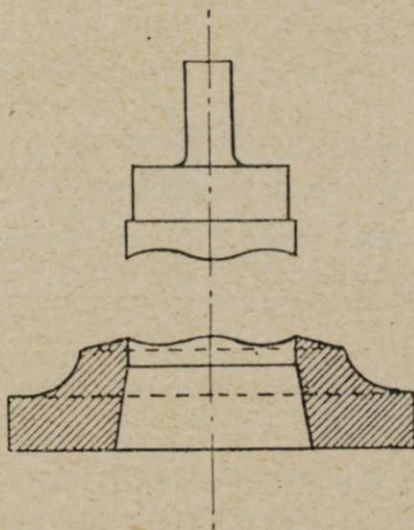


Фиг. 36. Простой дыропробивный штамп для толстых листов.

для более толстых листов (10 мм и выше) делаются соответственно суживающимися кверху. Диаметр пуансона должен быть равен требуемому диаметру отверстия, а отверстие в матрице на  $\approx 1/8$  ( $1/4$ ) диаметра больше. На фиг. 36—*A*—пуансон, *B*—матрица, *C*—подушка (подставка, патрон) под матрицу, *D*—придержка, *E*—хвост пуансона и *F*—салазки пресса.



Чтобы так же, как при разрезании на ножницах с наклонно установленным верхним ножом, получить постепенное продавливание материала в более толстых листах, можно придавать разные профили лезвиям пуансона или матрицы. Таким образом поверхность пуансона можно делать наклонной, дугообразной в ту или другую сторону или выполнить режущую кромку в виде винтовой линии и т. д. Этим достигается уменьшение требующегося для штамповки максимального



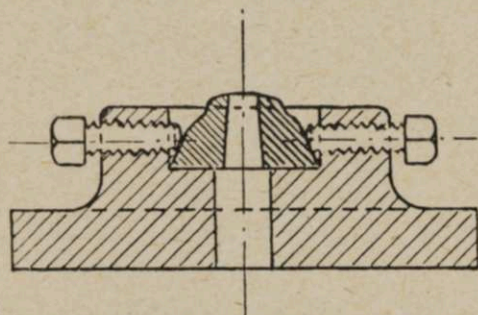
Фиг. 37. Пуансон и матрица для последовательной штамповки.

усилия. Большим недостатком, связанным с этим, является то, что изготовление такого пуансона требует больше работы, и затачивать его труднее. Эти пуансоны получили, поэтому, лишь небольшое применение. Наилучший способ выполнения показан на фиг. 37. Поверхности как пуансона, так и матрицы, имеют здесь волнообразную форму, с взаимно-перпендикулярным расположением волн. Выступающие вперед части производят предварительную работу в листе, прежде чем произойдет его пробивание. Матрица делается часто



с несколькими волнами. Эти пуансоны, по имеющимся данным, работают быстро и точно. Если выштампованная часть не должна загибаться, то волнообразную форму придают лишь матрице, в противоположном случае—лишь пуансону.

Обыкновенные круглые пуансоны для более толстых листов часто снабжают направляющим центром или керном, т.-е. небольшим коническим выступом по середине пуансона (см. фиг. 35 и 36). Назначение его состоит в том, чтобы направлять пробивку по центру, предварительно сде-



Фиг. 38. Матрица с подушкой.

ланному на листе керном. Если лист лежит не вполне правильно, когда пуансон идет вниз, центр на пуансоне своим конусом ставит лист в правильное положение, скользя по конической поверхности углубления, сделанного керном.

Обычный способ закрепления пуансона показан на фиг. 36. Хвост пуансона делают обычно коническим, при чем он достигает горизонтального паза в салазках; благодаря этому пуансон можно выбить из гнезда в салазках посредством введенного в выемку клина, после того, как освобождены зажимные винты.

На фиг. 36 и 38 показаны две различные подушки для матриц, которые обе пригодны для пробивания дыр, так как выдавленная часть может свободно падать вниз через отверстие матрицы. На фиг. 36 матрица *В* запрессована



в подушке или подставке (патроне) *C*, которая закрепляется на столе пресса посредством болтов или железных планок. Во втором случае матрица сделана сменной и закрепляется установочными винтами, в то время, как подушка закрепляется на столе пресса посредством прижимных планок.

Возможность смены матриц является, конечно, преимуществом, так как благодаря этому имеется возможность устанавливать все встречающиеся матрицы в ограниченном числе подушек. Для наружного диаметра матриц в этом случае применяют определенные стандартные размеры.

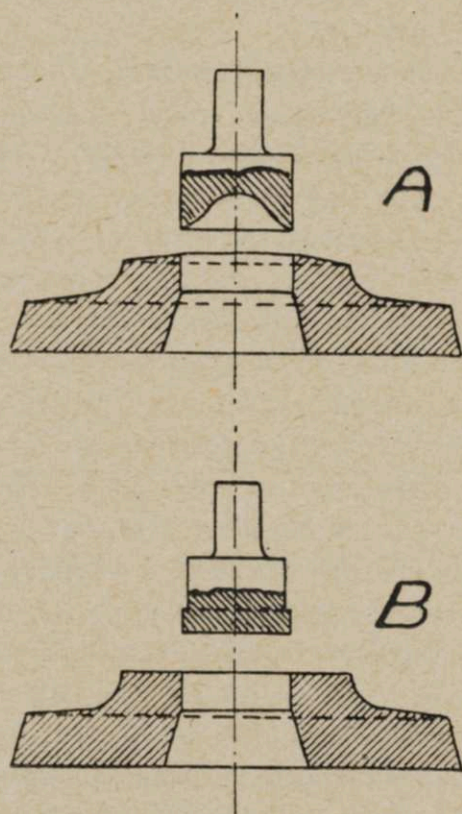
При штамповке толстых листов сниматель (или придержка) обычно устроен на самом станке (см. фиг. 22 и 36) и состоит в этом случае из вилкообразного кронштейна, охватывающего пуансон с двух или трех сторон и препятствующего листу следовать за пуансоном, когда он делает обратный ход. Современные придержки для толстых листов выполняются таким образом, что их можно отодвигать в сторону, так что пуансон становится свободным для осмотра. Они делаются также переставными по высоте для возможности установки соответственно различной толщине листов.

Открытые штампы для пробивки дыр и штамповки тонких листов. Пуансоны для тонких листов делаются всегда цилиндрическими. Суживающийся кверху пуансон дает, конечно, лучший проход при самой штамповке, но зато легче застревает во время обратного хода, так как материал, вследствие своей упругости, несколько расширяется после пробивания, так что отверстие в нем становится меньше. Цилиндрический пуансон застревает не так легко, так как он все время имеет направление в отверстие. Другой недостаток суживающихся пуансонов состоит в том, что по мере заточки их диаметр становится все меньше.

Довольно часто матрицы изготовляются с плоской рабочей поверхностью. При вырезании кружков для посуды и пр.



из тонких листов они легко повреждаются, если применять плоские рабочие поверхности, и кромки выштампованных изделий показывают волокнистую поверхность. Для тонких листов верхняя часть отверстия в матрице делается цилинд-



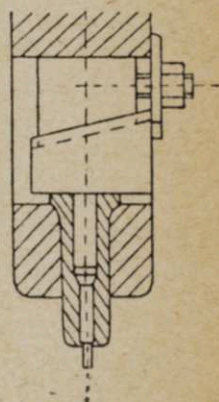
Фиг. 39. Различное выполнение штампов.

рической на глубину 5—8 мм, и дальше расширяется книзу. На фиг. 39 *A* и *B* показано устройство простых штампов для тонких листов. Пуансон и матрицу по фиг. *A* легче затачивать, и они требуют меньшего усилия для штамповки.

В отношении пуансонов, предназначенных для тонких листов, также применяется показанное на фиг. 36 закрепление



в салазках. Так как при таком устройстве пуансон для вынимания из салазок необходимо вытащить снизу, в большинстве случаев приходится сначала снимать матрицу, в виду того, что при небольшой высоте хода место под салазками очень ограничено. Вместо этого, для небольших пуансонов можно пользоваться устройством закрепления, показанным на фиг. 40, которое дает возможность вынимать пуансон в горизонтальном направлении после отвертывания гайки. Закрепление пуансона производится посредством двух клинообразных частей, действие которых понятно из чертежа. Каждый размер пуансона требует отдельного патрона. Чтобы пуансон не вываливался, его верхний конец осаживается настолько, чтобы образовалась достаточно прочная коническая головка. Этот маленький конус не должен обтачиваться на станке, так как этот способ обработки ослабляет пуансон, если он, впрочем, изготовляется из тянутой стали.



Фиг. 40. Конструкция закрепления небольших пуансонов.

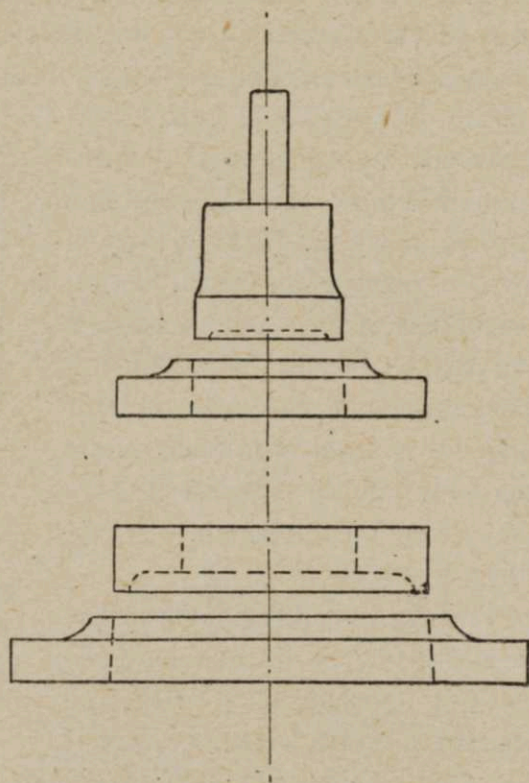
Круглые пуансоны больших размеров для тонких листов выполняются обычно согласно фиг. 41. Шлифовка плоскостей и отверстий матриц производится после закалки, так как во время закалки они несколько изменяют свою форму. Само собой понятно, что матрица должна быть обработана как с верхней, так и с нижней стороны так, чтобы кромка отверстия матрицы была строго параллельна нижней ее грани.

Как пуансон, так и матрица точно пригоняются к соответствующим гнездам в салазках пресса и в подушке. Они должны быть пригнаны настолько тщательно, чтобы соединение было вполне плотным до затягивания зажимных болтов.

Матрицы с фасонными отверстиями могут быть выполнены таким образом, что профиль отверстия вычерчивается



по предварительно выпиленному шаблону требуемой формы. До расчерчивания верхняя поверхность матрицы покрывается раствором медного купороса. Расчерчивание контура производится острой чертилкой. После того, как торец пуансона



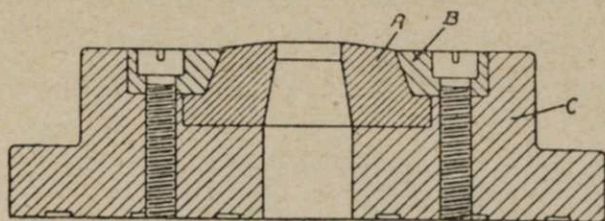
Фиг. 41. Круглые штампы-больших размеров для пробивки тонких листов.

обработан по плоскости и под прямым углом к оси инструмента, его контур вычерчивается соответственно отверстию в матрице, после чего он обрабатывается и пригоняется к отверстию припиловкой и шабровкой.

Затем закаленную матрицу устанавливают на прессе, пуансон закрепляют в салазках и вдавливают в отверстие матрицы. Наконец, закаливают обе части штампа.

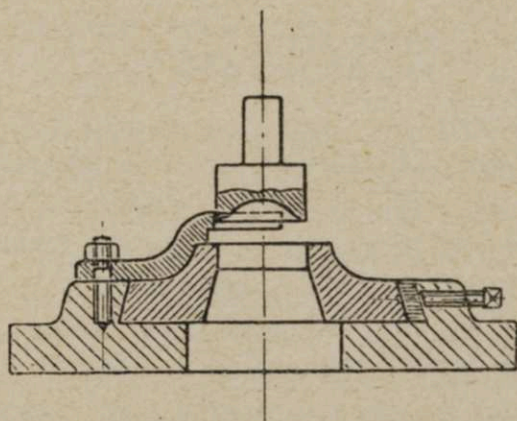


Пуансоны, рабочая кромка которых не образует замкнутой кривой, т.е. предназначенные для штамповки выемок на кромках листов, имеют опущенную вниз нерабочую часть,



Фиг. 42. Подушка под матрицу.

так что при работе она достигает матрицы, прежде чем режущая кромка встретит лист. Благодаря этому пуансон получает направление, необходимое для восприятия одностороннего давления.

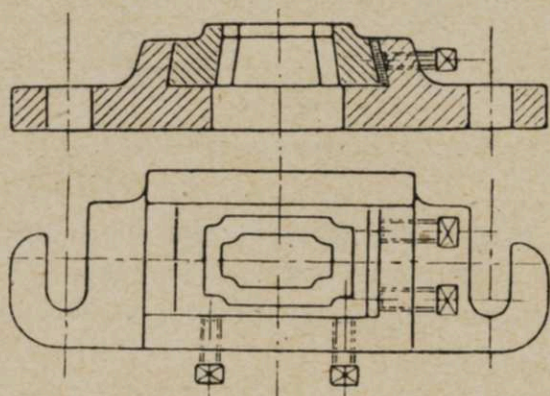


Фиг. 43. Подушка под матрицу.

Отверстия в матрицах имеют примерно такую же форму, как и при штамповке толстых листов. На фиг. 42 показана подушка для матрицы, которая применяется, когда предмет после обработки должен быть выброшен из матрицы вверх. Матрица А удерживается на месте кольцом В, прикреплен-



ным винтами к подушке *С*. Последняя закрепляется на столе прессы посредством прижимных планок. На фиг. 43 и 44 показаны способы закрепления посредством ласточкина хвоста. На фиг. 43 показано также закрепление на подушке матрицы снимателя (придержки). Подушка по фиг. 44 прикрепляется к столу прессы посредством болтов.



Фиг. 44. Подушка под матрицу с укреплением помощью ласточкина хвоста.

Штамповочный инструмент с односторонней придерживкой (согласно фиг. 43) составляет, можно сказать, переходную ступень между открытым и закрытым типами штампов. Придержжка должна быть установлена прочно и правильно и не должна пружинить. В противном случае пуансон при выходе из отверстия косит и легко ломается. В действительности некоторые пуансоны ломаются при отжимании, а не во время самой штамповки.

Для предметов определенной формы, которые должны быть проштампованы в определенном месте, матрица снабжается специальными направляющими, посредством которых заготовка ставится в правильное положение. При штамповании круглых выкроек в центре применяют, например, обычное установочное кольцо, которое укрепляется на матрице цен-



трально посредством конических штифтов; внутренний диаметр кольца соответствует диаметру выкройки.

Составной штамповочный инструмент. Более или менее крупный штамповочный инструмент обходился бы очень дорого, если бы его изготавливать из целого куска. Поэтому пуансон и матрицу делают чугунными и монтируют на них те режущие части, которые требуются для получения



Фиг. 45. Штампы, изготовленные из  
стальных отливок.

полного штамповочного инструмента. В зависимости от условий, этим способом могут быть выполнены как пуансон, так и матрица, или же одна из этих частей штампа.

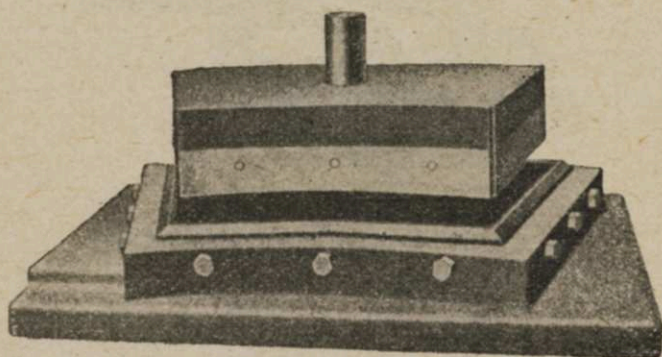
Рабочие части составного штампа выполняются в виде скрепленных винтами фасонных резцов, обработанных по такому профилю и установленных так, что в совокупности образуют требуемый контур. Режущие части пуансона делаются из двухслойной стали (осталеванное железо), за исключением расположенных в углах, каковые должны быть изготовлены из инструментальной стали, так как их лезвия образуют между собой угол. На прямых участках лезвия образуются осталеванными сторонами.

Подобные штамповочные инструменты в практике выполнялись также в форме стальных отливок (см. фиг. 45). Они, однако, имеют тот недостаток, что повторными заточками



довольно быстро срабатываются. Штампы, изготовленные из двухслойной стали, дают возможность заменять поврежденные или затупившиеся части без всякого вреда для инструмента в целом.

В случае массового производства крупных изделий из более или менее толстых листов, например, лопат, скребков и т. п., недостаточно, чтобы пуансон и матрица были хорошо пригнаны друг к другу, а нужно обратить особое внимание и на большую стойкость и прочность рабочих частей инструмента. Если такие изделия штампуются в горячем состоянии, штам-



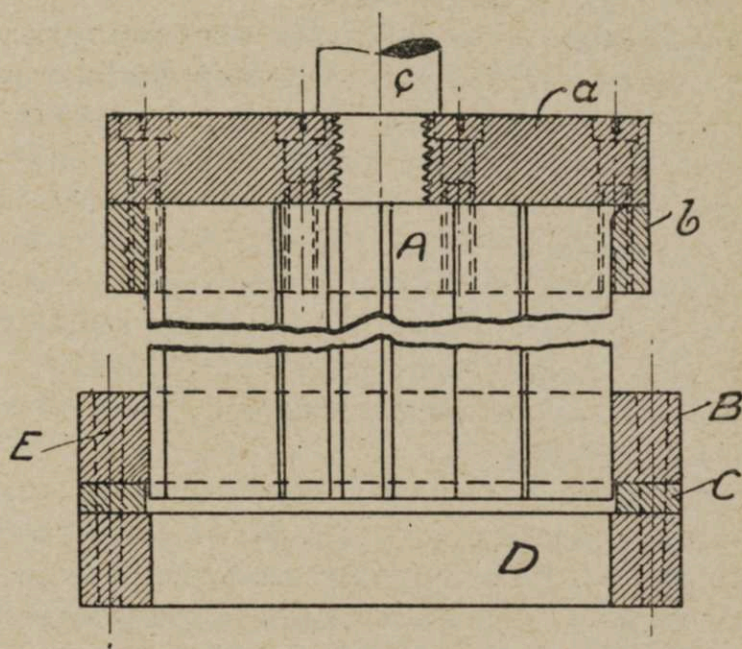
Фиг. 46. Составной штамп.

повочный инструмент необходимо непрерывно охлаждать водой. Лопаты и им подобные изделия можно штамповать с одного нагрева, после чего остается лишь завернуть трубку для ручки. На фиг. 46 показан пример составного штамповочного инструмента.

Закрытый штамповочный инструмент. По существу этот инструмент отличается от открытого лишь тем, что пуансон направляется особой плитой, которая установлена на матрице так, что между ними остается лишь свободный промежуток для материала. Направляющая плита служит одновременно и придержкой, и находящееся



между нею и матрицей промежуточное пространство служит для направления введенного этим путем материала. На фиг. 47 показан закрытый штамповочный инструмент, где *A*—пуансон, *B*—направляющая, *C*—прокладка между на-



Фиг. 47. Штамп с направляющей плитой.

правляющей и матрицей и *D*—матрица. Три последних детали скреплены коническими штифтами *E*. Пуансон выполнен из 4 частей, а именно: из собственно пуансона (штемпеля), из головки пуансона *a*, представляющей верхний упор для рабочей части инструмента, установочного кольца для пуансона *b* и цапфы *c*, которая служит для закрепления пуансона в салазках. Верхняя часть пуансона имеет конусность для удержания его в установочном кольце, которое с внутренней стороны имеет соответствующую фаску или галтель. Цапфа снабжена резьбой и, кроме того, расклепана в плите *a*. Эта плита и установочное кольцо скреплены



между собой посредством винтов. Такой способ выполнения самого пуансона имеет преимущество более легкого получения требующейся формы. Само собой разумеется, что лишь сама штампующая часть и матрица изготавливаются из инструментальной стали и закаляются.

Направляющая плита необходима при более точных работах, а также в тех случаях, когда пуансоны имеют небольшое сечение и большую длину. Так как зазор между пуансоном и кромками отверстия в матрице меньше при штамповке тонких листов, то отсюда следует, что направляющая более необходима для тонких, чем для толстых листов. Направляющая плита необходима также в том случае, если пресс во время работы пружинит. Отверстие направляющей должно быть, конечно, точно пригнано по пуансону. Плита, кроме того, должна быть настолько прочной, чтобы не пружинить и не изгибаться.

Для удешевления штампов пытались отливать направляющие плиты из каких-либо сплавов. При этом поступают следующим образом. После того, как инструмент в общем готов, верхнюю часть его с пуансоном заводят в отверстие матрицы, и по углам последней вставляют направляющие штифты. Матрицу окружают железным кожухом, высота которого соответствует длине штампующей части, и в этот кожух наливают металл, после того как пуансон, для предупреждения прилипания металла, покрыт слоем копировальных чернил или масла. Отлитую направляющую плиту обрабатывают, прострагивая, фрезеруя или выпиливая проход для материала. Этот способ изготовления направляющей плиты не получил, однако, большого распространения, так как полоса материала очень скоро стирает направляющий паз, и больше—с одной стороны. Этот недостаток, вероятно, не является единственным, так как в противном случае можно было бы укрепить направление особой вставкой из стали или железа.



Если материал представляет собой полосу, которая по мере штамповки вручную подается вперед, матрица снабжается упорным штифтом, фиксирующим положение полосы при каждом рабочем ходе салазок. Этот упорный штифт исполняет свое назначение либо таким образом, что в него упирается конец остающейся полосы, либо так, что последнее пробитое отверстие служит опорой для установки полосы в надлежащее положение. В последнем случае полоса приподнимается и передвигается через штифт после каждого хода.

При изготовлении штампа сначала изготавливают и закалывают матрицу, затем производят пригонку пуансона или других частей. Матрица подвергается большому риску коробиться при закалке и после нее может не подходить к пуансону, если последний будет изготовлен раньше, чем будет закончена матрица. Пуансон изменяется меньше благодаря своей массивности.

---



## Сборный (сложный, многократный) штамповочный инструмент.

Само собой понятно, что при пробивании большого количества отверстий или при вырезании большого числа дисков часто бывает выгодно пробивать или штамповать большее или меньшее количество их за один ход салазок. В этих случаях несколько одинаковых пуансонов соединяют на общей плите, а матрицу снабжают соответствующим количеством отверстий. Такой инструмент может быть, таким образом, назван сборным или сложным.

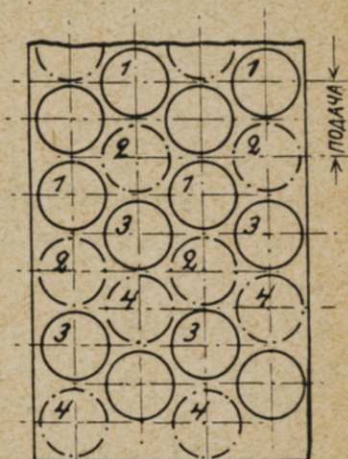
Матрицы для сборного штамповочного инструмента часто делаются из нескольких частей, отчасти для облегчения изготовления, отчасти для того, чтобы при возможной поломке избежать замены целой матрицы. Целесообразно делать эти части так, чтобы они были взаимозаменяемы. Для обеспечения более правильной работы штамп снабжается направляющим, либо в виде направляющей плиты, укрепленной на матрице, либо в виде двух или четырех направляющих стержней, укрепленных в пуансонной плите и направляемых соответствующими дырами в матрице. Простой сборный штамповочный инструмент отличается в общем незначительно от штампа, имеющего лишь один пуансон. Пуансонная плита укрепляется на особой подкладке (пуансонная или штемпельная головка) посредством винтов с потайной головкой. Если направление дается направляющими стержнями, то на матрице, во всяком случае, должна быть устроена особая направляющая плита, с одной



стороны, для направления материала, а с другой — для снимателя.

На фиг. 48 показано удобное расположение пуансонов, когда желательно в полосе за один ход пробить четыре дыры по ширине. Инструмент состоит из четырех пуансонов, расположенных в шахматном порядке, при чем при первом ходе салазок пробиваются дыры, обозначенные цифрой 1, при втором ходе — цифрой 2 и т. д. Чтобы заполнить всю ширину полосы дырами, требуется, таким образом, два хода салазок прессы. Для подачи полосы удобнее всего в этом случае подача парой валков, диаметр которых выбран с таким расчетом, что при одном обороте их полоса подается вперед на длину, равную  $\frac{2}{3}$  расстояния между центрами двух соседних пуансонов, измеренного в направлении подачи, как это ясно из фиг. 48. При постоянном диаметре питающих валков необходимо соответственно регулировать величину угла оборота их после каждого хода салазок прессы.

Небольшие пуансоны из тянутой стали (серебрянки) можно также, если дело касается пробивания тонкого железа, закреплять в пуансонной плите из чугуна без особой пуансонной головки. Отверстия в такой плите высверливаются лишь на определенную глубину и на 0,4 мм больше диаметра пуансона, и затем заполняются оловом, после чего плита выравнивается напильниками. Затем хвосты пуансонов облуживаются, при чем в этом случае их не осаживают, и пуансоны вставляются рабочими концами в отверстия ма-



Фиг. 48. Способ расположения пуансонов при пробивке четырех рядов отверстий. (Четырехкратный штамп).



трицы, к которым они должны быть тщательно пригнаны. Пуансонная плита после этого нагревается до расплавления находящегося в дырах олова, матрица с пуансонами ставится на плиту, и хвосты пуансонов вжимаются в дыры настолько, насколько они могут в них войти.

Когда необходимо применить несколько небольших профильных пуансонов и когда нельзя достать соответствующую фасонную сталь, можно весьма простыми средствами самим протянуть или обстрогать сталь на желательный профиль. Это производится лучше всего на протяжном станке с ручным приводом при помощи инструмента в виде обыкновенного клупна с двумя кулачками специальной формы. Образованное ими волочильное отверстие выполняется соответственно требуемому профилю, при чем кулачки затачиваются так, что, когда они зажимают прутки материала и их тянут вперед, они снимают с него лишний материал \*).

При пригонке нескольких круглых пуансонов дыры в пуансонной и направляющей плитах размечаются и высверливаются по уже готовой матрице. Дыры в пуансонной плите делаются слегка коническими, и хвосты пуансонов вытачиваются точно, так, чтобы пуансоны плотно сидели после установки. Весьма важно, конечно, чтобы отверстия были просверлены точно под прямым углом к ранее простроганным и параллельным поверхностям плит. Отверстия для фасонных пуансонов размечаются по готовой матрице и затем высверливаются и выпиливаются до приблизительного совпадения, после чего они снова размечаются по матрице посредством стержня с тем же сечением, как и контур отверстия, и снова пригоняются точнее. Наконец, отверстие прошивается готовым коротким пуансоном, который при этом проходит через лежащую сверху матрицу, дающую, таким образом, требуемое направление. Более простой и весьма

---

\*) См. Том IV настоящего издания «Волочение прутковых материалов».

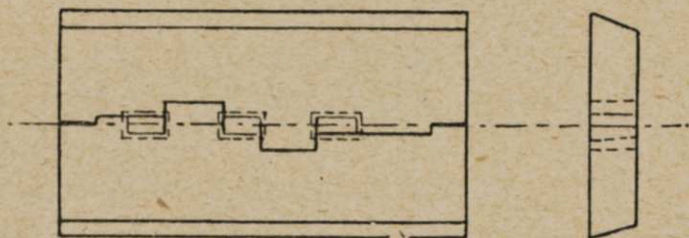






ные винты, которые можно устанавливать с нижней стороны для удержания матриц в должном положении. Сквозная дыра достаточно велика для того, чтобы высечки падали вниз под пресс. Пуансоны и матрицы изготавливаются из лучшей инструментальной стали. Штамп предусматривает подачу валками.

При штамповке из листов предметов с весьма точными размерами применяют с успехом составные матрицы. На фиг. 50 показана составная матрица, которая укрепляется



Фиг. 50. Составная матрица из двух частей для штамповки деталей прямоугольной формы.

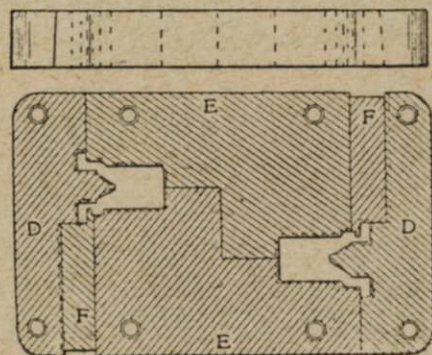
в чугунной подушке посредством ласточкина хвоста и винтов и, кроме того, направляется в ней коническими штифтами. Детали матрицы в точности одинаковы, и поэтому ее в целом очень легко изготовить и собрать. На фиг. 51 показана изготовленная по тому же принципу матрица из шести частей, закрепляемая в выемке литой подушки посредством восьми винтов с потайными головками.

Части *D* фиксируются с боков двумя установочными винтами и имеют несколько скошенные боковые поверхности, препятствующие их приподнятию. Все режущие кромки заточены с задним углом в  $1^\circ$ . Этим способом матрицу очень легко изготовить, а различные части ее легко заменять. В то же время весь штамп, при условии тщательного



выполнения, дает действительно точную работу. Само собою разумеется, что пригоняемые поверхности отдельных частей матрицы должны выполняться с максимальной точностью.

Сборный штамповочный инструмент рассматривается также в главе о перфорировании листов.



Фиг. 51. Составная матрица  
из шести частей.

### Серийные штампы.

Серийные штампы предназначены для двух или нескольких одновременных операций и по способу работы отличаются от комбинированных штампов тем, что различные операции происходят рядом друг с другом в том же инструменте, в то время, как в комбинированном штампе они происходят, так сказать, одна внутри другой. В обоих случаях изделие получается за один ход салазок. Серийные штампы бывают самых разнообразных конструкций, что не дает возможности точно классифицировать их. Можно, однако, различать две больших группы, а именно — штампы без упора, для станков с автоматической подачей материала, и штампы с упором, для ручной подачи материала.

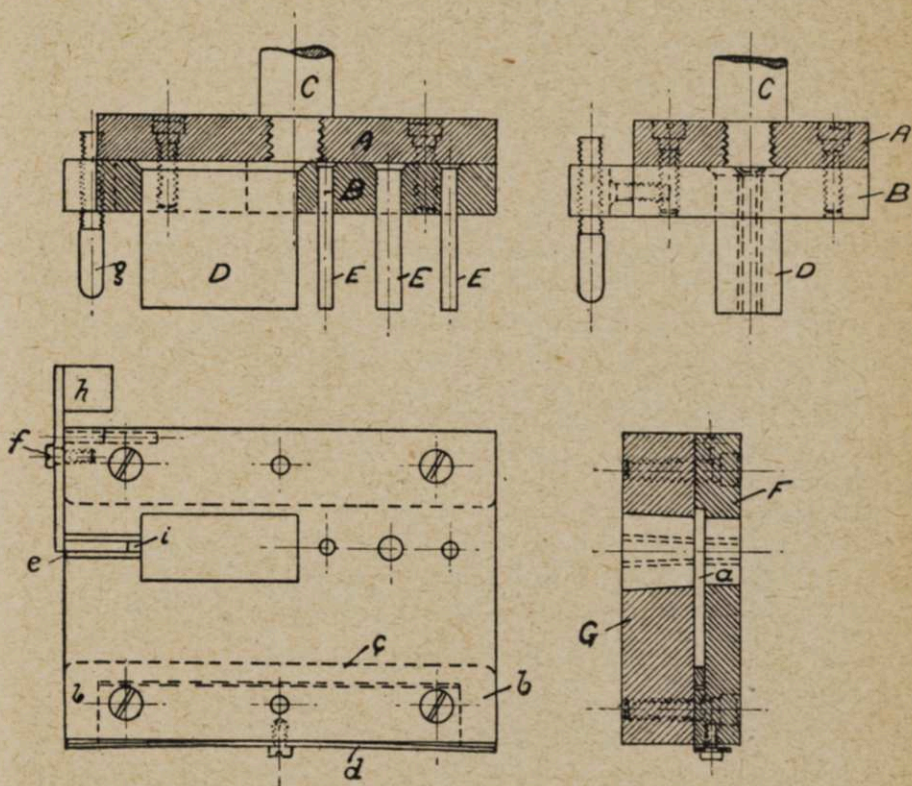


Когда подача производится вручную, инструмент, как упоминалось выше, должен иметь упор, для того, чтобы за каждый ход станка можно было подавать материал на требуемую величину, чего, напротив, нет при автоматической подаче, где движение подачи таково, что за каждый ход прессы материал подается вперед на совершенно одинаковую величину. Это создает небольшую разницу в конструкции штампов; следует, однако, заметить, что автоматическая подача дает возможность производить более сложные работы.

На фиг. 52 показан серийный штамповочный инструмент для двух операций, а именно—для вырезания прямоугольного листа и пробивания в нем трех дыр. Дыры пробиваются в полосе до того, как вырезается прямоугольник при следующем ходе салазок. Верхний инструмент состоит из пуансонной головки *A*, пуансонной плиты *B*, цапфы *C* и четырех пуансонов *D* и *E*. Нижнюю часть инструмента составляют: направляющая плита *F*, дающая направление пуансонам, и матрица *G*. На нижней стороне направляющей плиты выстрогана продольная выемка *a* так, чтобы к одной стороне она была несколько шире назначенного в обработку материала. Благодаря этому его можно продвигать вперед в образованной таким путем щели между направляющей плитой и матрицей. От этой щели идут две одинаковой глубины щели *b*, которые доходят до одного края направляющей плиты. Надлежащая ширина направляющей канавки получается посредством линейки *c*, которая имеет такую ширину, что остаток щели *a* получается немногим шире материала. Линейка отжимается в сторону щели *a* плоской пружиной *d*, закрепленной посередине. Этим путем получается направление материала, даже если он имеет непостоянную ширину, при чем несколько большая ширина материала не препятствует подаче его вперед в щели *a*.



Пальцеобразный конец упора *i* помещается в пазу *e* направляющей плиты. Упор загнут под прямым углом так, что он постоянно удерживает материал вровень с пуансоном *D* и может поворачиваться вокруг винта *f*. Рядом с этим

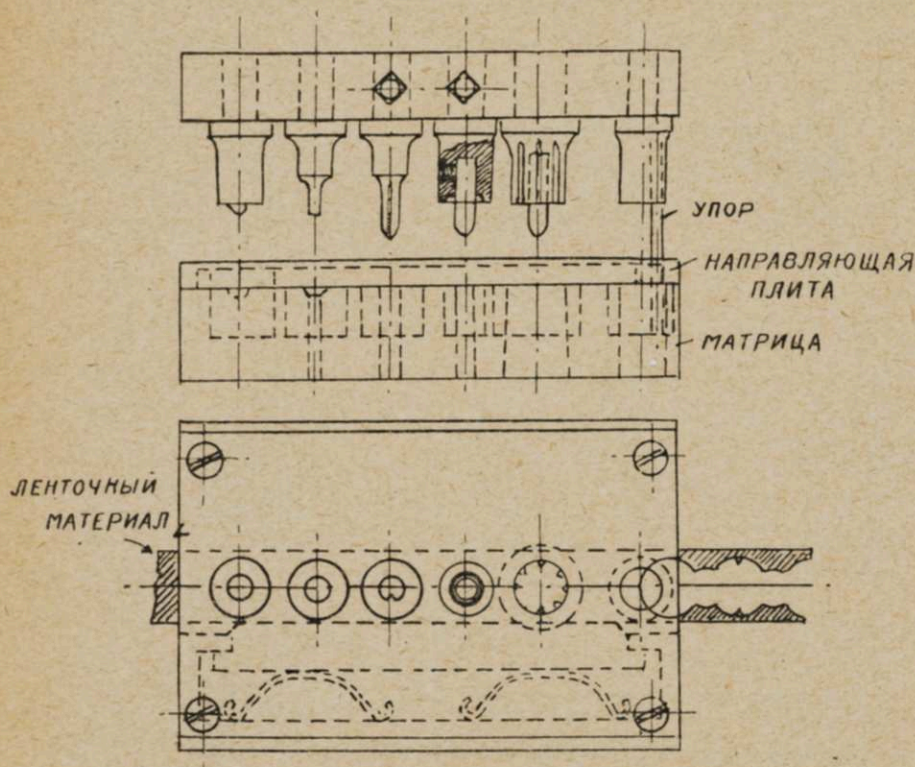


Фиг. 52. Серийный штамп.

винтом имеется круглый штифт со спиральной пружиной, постоянно отжимающей вниз конец упора в пазу *e*. Палец, удерживающий полосу материала, поднимается посредством устанавливаемого штифта *g*, укрепленного в пуансонной головке или плите. При ходе салазок вниз штифт встречает пластинку *h* и поворачивает упор так, что палец поднимается. При обратном ходе салазок (вверх) палец опускается под действием пружины. Пока салазки находятся в своем



верхнем положении или несколько ниже, упор препятствует материалу продвинуться вперед больше, чем требуется. На фиг. 53 показано примерное устройство серийного штампа, в котором пять операций выполняются друг возле



Фиг. 53. Серийный штамп для пяти операций.

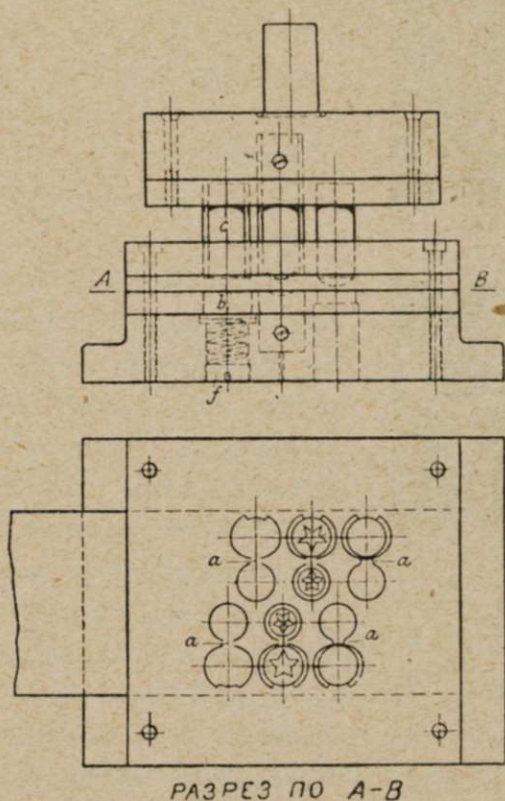
друга. Первый пуансон с левой стороны выштамповывает в ленте углубление, при чем плоская часть его выпрямляет полосу, так что вокруг углубления не остается никакой неровности. Второй пуансон пробивает отверстие в этом углублении, третий—вытягивает втулку и одновременно делает в ней шпоночную канавку, четвертый выштамповывает фланец на втулке и пятый допрессовывает предмет. Шестой пуансон служит лишь для отрезания остатка от полосы,



остающегося после выштампованного предмета, чтобы материал мог быть продвинут на шаг вперед до упора. На чертеже показано также примерное устройство с двумя пружинами для регулирования направляющей щели. Готовый предмет показан на фиг. 54.



Фиг. 54.

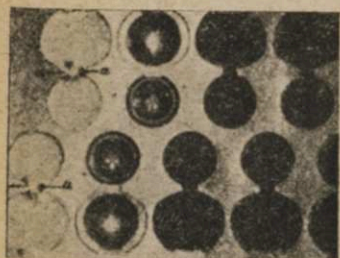


Фиг. 55. Серийный штамп для изготовления жестяных пломб.

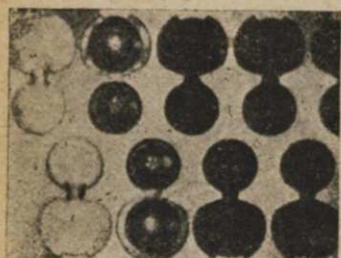
Сборный серийный штамп для изготовления жестяных пломб показан на фиг. 55. Пломбы изготавливаются из луженой стальной ленты или вырезанных из жести полос. Две пломбы выштамповываются рядом (по ширине), причем



штамп выполнен таким образом, что места *a* остаются нетронутыми, т.-е. изделия в этих местах остаются соединенными с полосой материала. Выштампованные части выталкиваются вверх из отверстий матрицы солидным выталкивателем *b*.



ВЕРХНЯЯ СТОРОНА



НИЖНЯЯ СТОРОНА

Фиг. 56. Верхняя и нижняя стороны штамповочной ленты (к фиг. 55).

После этого полоса подается вперед на величину шага, и при следующей операции выштамповывается форма пломбы, клеймо фирмы и т. п. Третий пуансон вырезает места *a* и выштамповывает кромки пломбы, которая после этого проваливается через отверстие в матрице или в протяжном кольце.

В тех местах, которые соответствуют местам *a* в материале, пуансон *c* закруглен, так что в этих местах он не режет материала. Выталкиватель *b* удерживается посредством пружины *f* прижатым кверху, так что его верхний конец лежит в одной плоскости с матрицей. Выжиманию его выше кверху препятствует имеющийся на нем фланец. Пуансон для второй по порядку операции не заклепан в державке, а укреплен посредством зажимных винтов, что

дает возможность заменять его другим, когда требуется другая форма пломбы. Протяжной пуансон для последней операции выполнен так, что сначала он отрезает материал в местах *a*. Верхняя и нижняя стороны полосы материала показаны на фиг. 56.

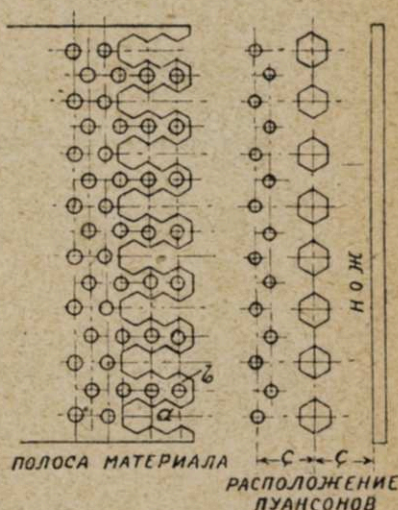
Здесь необходимо еще упомянуть об интересном инструменте для штамповки без отходов небольших гаек. Работа производится серийным штампом, который состоит из



двух рядов пуансонов для пробивания отверстий в гайках, в общей сложности—15 пуансонов, расположенных в зигзагообразном порядке, далее—8 пуансонов для вырезания по контуру ряда гаек ( $a$  на фиг. 55) и, наконец, широкого ножа для отрезания остающихся гаек, получающихся между выштампованными. На фиг. 57 справа показано схематически расположение пуансонов и ножа (вид сверху). Расстояние  $c$  равно двойной ширине гайки между гранями. Подача материала, вследствие требующейся точности работы, должна происходить автоматически и равняться ширине гайки.

При изготовлении серийного штампа по фиг. 58 поступают следующим образом. Сначала изготавливается матрица  $E$ , закаливается и отшлифовывается. До закалки на матрице делаются риски для направляющих линеек  $N$ , устанавливающих ширину поступающего в обработку материала. Эти риски делаются такой глубины, чтобы они не исчезли при шлифовке матрицы. После этого изготавливают пуансоны  $C$  и  $D$ . Пуансон  $C$  по всей своей длине имеет сечение, точно соответствующее контуру отверстия в матрице, что дает возможность пользоваться им без риска порчи его для правильной установки штампа при его сборке на прессе.

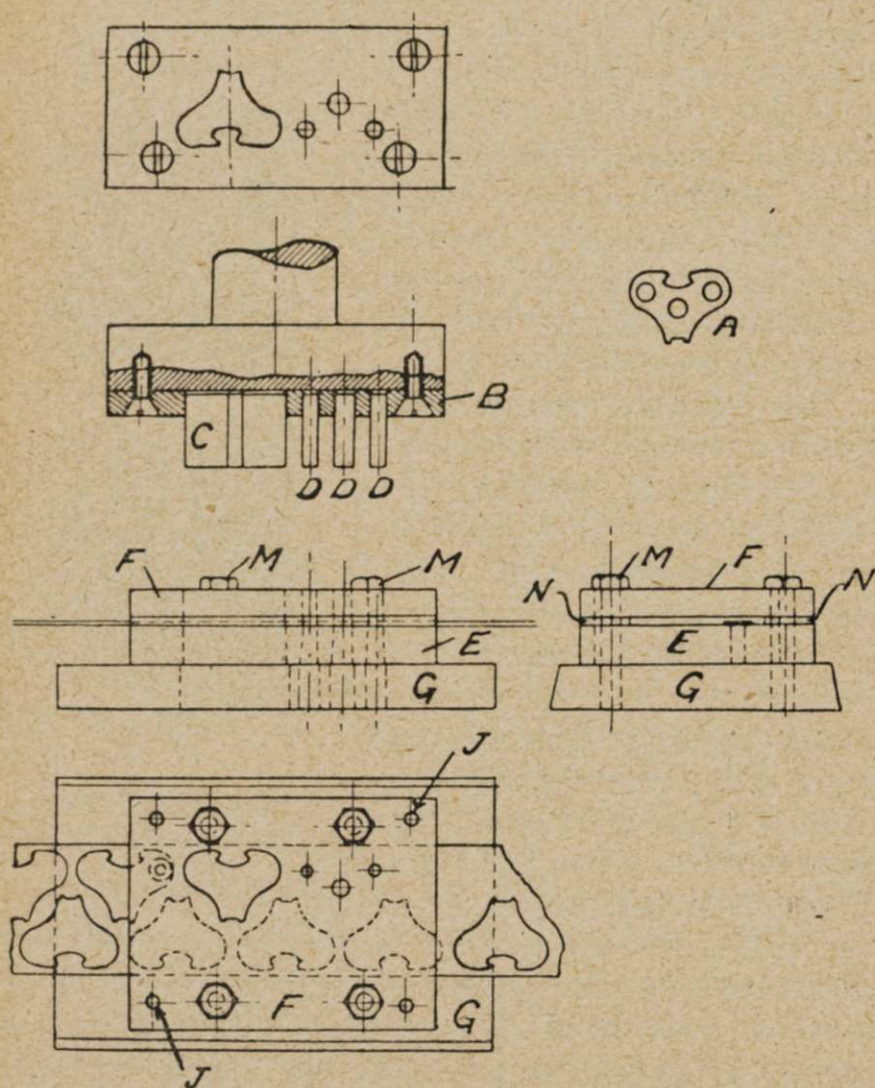
$D$  представляют собою отдельные пуансоны из круглой стали, которые осаживаются на конусе, калятся и в местах закрепления отпускаются до синего цвета. При более крепком отпуске хвосты легко ломаются. Остальные части пуансонов  $D$ , находящиеся снаружи плиты  $B$ , должны быть, однако,



Фиг. 57. Серийный штамп для изготовления небольших гаек.



достаточно твердыми, так как в противном случае тонкие пуансоны подвергались бы риску осаживаться или изгибаться,



Фиг. 58. Серийный штамп обычной конструкции.

если штампуемый материал недостаточно тонок. Пуансон С, напротив, закаливается лишь на половине своей длины.



После того, как матрица *E* и пуансоны изготовлены, матрицу ставят на подушку *C*, которая может быть выполнена из холоднокатанной стали, и высверливают отверстия для четырех конических штифтов и четырех болтов *M*. Особая подушка требуется в данном случае для того, чтобы подпереть наиболее слабые части матрицы. Далее нарезают в подушке дыры для болтов, закрепляют матрицу на ней двумя болтами, после чего контур отверстия матрицы наносится на подушке чертилкой и высверливается.

Направляющая плита *F* может быть выполнена из холоднокатанного полосового железа и не требует никакой обработки плоскостей и кромок, так как этот материал достаточно равномерен как по ширине, так и по толщине. Направляющая плита укрепляется на матрице, внутренние контуры которой переносятся с обратной стороны на направляющую плиту посредством острой чертилки. После этого контур высверливают и выпиливают, причем для пригонки пользуются пуансоном *C*. Когда контур обработан с достаточной точностью, пуансон продавливают сквозь отверстие направляющей плиты, что может быть произведено в тисках или на винтовом прессе.

Пуансон *C* проводится сквозь направляющую плиту так, чтобы он несколько выходил с ее нижней стороны, после чего плита прикрепляется к матрице, направляемая пуансоном, и высверливаются отверстия в направляющей плите для болтов. Отверстия эти должны быть большего диаметра, чем болты, так как направление дается четырьмя коническими штифтами. После этого высверливают направляющие пластинки *N*, которые для этой цели прикрепляются к матрице и направляются ранее нанесенными рисками.

После того, как направляющая плита установлена на матрице, а матрица на подушке, пуансон *C* вдвигается сквозь направляющую плиту настолько, чтобы он получил направление в матрице, затем завинчивают болты *M*,



стягивая ими все части штампа в одно целое. После этого с нижней стороны матрицы размечают на направляющей плите дыры для пуансонов *D*, рассверливают и разворачивают. Прежде, чем это производить, полезно при помощи пуансона *C* убедиться в том, что матрица и направляющая плита установлены точно одна относительно другой. Если направляющая плита изменит свое положение во время затягивания болтов, необходимо поколачиванием поставить ее вновь в правильное положение, что возможно, если болты имеют некоторую игру в отверстиях.

После этого собирают всю нижнюю часть штампа, включая обе направляющие пластинки *N*, причем до затягивания четырех болтов *M* в матрицу заводят сначала три пуансона *D* и затем пуансон *C*.

Отверстия для четырех конических штифтов намечают ударами керна на задней стороне, высверливают и разворачивают, причем пуансоны в это время остаются в матрице, и, наконец, штифты заколачивают в соответствующие им отверстия.

Для разметки на пуансонной плите контура большого пуансона пользуются верхней стороной направляющей плиты. Пуансонная плита высверливается и обрабатывается, после чего пуансон пригоняется так же, как в направляющей плите. После этого направляющая плита надевается на пуансон *C* так, чтобы она легла на пуансонную державку, и обе между собой скрепляются. Отверстия для трех пуансонов *D* намечаются через отверстия в направляющей плите, высверливаются и разворачиваются. Высверливание производится последовательно, причем каждый раз соответствующий пуансон вводится через отверстие в *B* и *F*.

После этого пуансон *C* выколачивают из направляющей плиты и четыре отверстия в пуансонной державке раззенкуют так, чтобы пуансоны после расклейки лежали в одной плоскости с верхней стороной державки. Для раз-



зенковывания отверстия *C* можно пользоваться трехгранным шабером.

После того, как весь штамп изготовлен, пробуют пропустить пуансоны сквозь направляющую плиту. Очень часто при этом оказывается, что пуансоны проходят не совсем свободно. Это происходит от коробления, которому пуансоны подвергаются во время закалки. Устраняют это следующим образом. Выколачивают два пуансона *D*, после чего пробуют, легко ли проходит остающийся. Если этого нет, то выбивают последний пуансон *D* и пробуют другой пуансон в одной из дыр, пока один из пуансонов *D* не будет подходить к направляющей плите вместе с пуансоном *C*.

После этого вставляют второй пуансон *D*. Если он не проходит достаточно легко, его нужно выправить легкими ударами зубила и т. п. Так же поступают, если это требуется, и с третьим пуансоном. Эта работа по пригонке штампа отпадает почти целиком, если отверстие в пуансонной державке сделано с зазором (см. стр. 68—69).

Описанным инструментом (фиг. 58) предмет (А) выштамповывается сначала с одной стороны полосы, а затем с другой, т. е. лента проходит через штамп два раза.

При небольших матрицах можно применять болты с круглыми головками (утопленными), благодаря чему уменьшается длина пуансонов.

В штампе с несколькими пуансонами одного и того же диаметра весьма важно, чтобы все гнезда для пуансонов были точно одинаковыми, что облегчает сборку штампа. Кроме того, все рабочие части инструмента и матрица должны быть снабжены метками (кернами) на всех гранях, чтобы при сборке поломавшегося инструмента различные части его могли быть поставлены в надлежащее относительное положение.

В серийном инструменте для пробивания дыр с последующим вырезанием (например, по фиг. 58) пуансоны для



дыр почти всегда делаются незначительно короче пуансона для вырезания, так что лист уже держится последним, когда тонкие пуансоны для дыр встречают лист. Благодаря этому они не так легко ломаются.

Матрица к штампу, показанному на фиг. 53, может быть с успехом изготовлена из нескольких частей, так как в противном случае малейшая закалочная трещина может погубить всю матрицу. Поэтому, нижняя часть штампа состоит из маленьких матриц, отдельных для каждого пуансона или штемпеля, и эти малые матрицы утоплены в общей подушке. При разметке мест для матриц в этой подушке можно поступать следующим образом.

Две соседние грани подушки сначала обрабатываются точно под прямым углом и на верхней стороне подушки вычерчивается средняя линия (ось). На этой линии карандашом приблизительно намечается положение дыр, и первая дыра (ближайшая к необработанной кромке) высверливается на токарном станке, при чем подушка прикрепляется к планшайбе. До съемки ее с планшайбы после рассверливания на планшайбе устанавливают угольник, так, чтобы обе его стороны прилегали к обоим соседним граням, ранее обработанным под прямым углом. После этого подушку освобождают и передвигают параллельно самой себе настолько, чтобы между стороной угольника и кромкой подушки можно было поместить припасовочный брусок, размер которого соответствует расстоянию между центрами первой и второй дыры. После этого подушку закрепляют и высверливают вторую дыру. Таким же способом поступают и для высверливания остальных дыр. Пуансонная и направляющая плиты могут быть рассверлены при помощи тех же припасовочных брусков.

Для того, чтобы ось отверстий в маленьких матрицах точно совпадала с осью наружной цилиндрической поверхности последние обтачивают на оправке (из мягкой



стали), точно соответствующей ранее просверленному отверстию в матрице. Наружный диаметр имеет такой припуск, чтобы матрицы загонялись в соответствующие им дыры с известным усилием.

Чтобы при работе на серийном штампе обеспечить действительно точные результаты, применяют автоматическую подачу материала и, кроме того, регулирующий штифт на штампующей части. Она в этом случае имеет особый пуансон, который продавливают соответствующую круглую дыру в той части материала, которая идет в отход, если какой-нибудь из остальных пуансонов не может быть применен для этой цели. В той части инструмента, которая предназначена для других операций, устанавливают (в штампующей части) регулирующий штифт, имеющий некоторую коничность, а в верхней части—точно тот диаметр, который имеет регулирующая дыра. При ходе пуансонов вниз регулирующий штифт первым входит в материал, пока еще не началась штамповка, и тем устанавливает полосу в правильное положение, в то время, как валки механизма подачи расходятся и освобождают материал, так что он лежит в штампе свободно.

Без этого устройства приспособление для подачи трудно установить с такой точностью, чтобы между первой и второй операцией не произошло смещения материала.



## Комбинированные штампы.

Под комбинированным штампом понимается такой инструмент, который в течение лишь одного хода салазок прессы выполняет несколько рабочих операций; это достигается тем, что различные части инструмента приводятся в относительное движение друг к другу. Эти движения чаще всего осуществляются посредством пружин, но иногда также и посредством рычагов.

Комбинированные штампы предназначаются не только для простой пробивки отверстий, но в большинстве случаев производят также прессование формы и вытяжку материала.

По своей конструкции комбинированные штампы можно подразделить на три главные группы:

- 1) без направления,
- 2) с направлением посредством колонок, и
- 3) с цилиндрическим направлением.

Два последних называются также подпрессами или субпрессами. Применяются также и составные комбинированные штампы.

Комбинированные штампы являются наилучшим средством для получения точной работы и точных размеров изделий, и поэтому они применяются в большинстве случаев для точных работ. Это относится в особенности к штампам с направлением, которые дают большую гарантию против обламывания и не требуют никакой работы по регулировке в прессе. С другой стороны, первоначальные затраты на ком-



бинированные штампы, равно, как и на ремонт их, выражаются довольно внушительными цифрами.

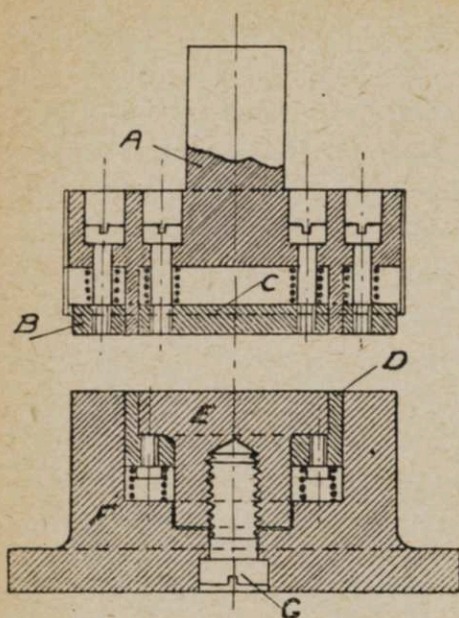
Как общее правило, штампы этого рода — в тех случаях, когда вопрос идет о прессовании формы и вытяжке, — больше всего пригодны для изготовления не особенно глубоких предметов из тонких листов. Он должен, однако, применяться лишь там, где большое количество предметов, подлежащее изготовлению, окупает первоначальную стоимость инструмента и где в то же время большое значение придается точности. Правильно выполненный комбинированный штамп с направлением может применяться для штамповки из тонких листов до 50000 небольших предметов. Небольшие предметы прессуются почти исключительно из полосового материала, при чем пресс снабжается автоматической подачей для полосы, что также увеличивает стоимость оборудования.

Комбинированные штампы применяются на прессах как простого, так и двойного действия. Инструмент для последних получается, конечно, проще, так как два движения уже дает сам пресс, и в инструменте поэтому не требуется никаких пружин.

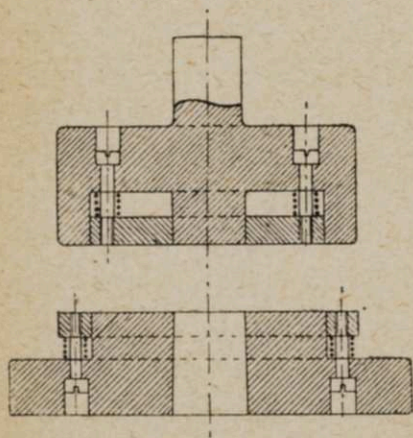
Штампы с направлением посредством колонок более всего пригодны для очень крупных предметов, хотя в этих случаях применяется и цилиндрическое направление штампов. Инструмент с направлением колонками может, кроме того, быть меньшей длины, чем штамп с цилиндрическим направлением. В известных границах он может быть устроен и таким образом, чтобы в одном и том же направлении можно было устанавливать различные штампы. Число колонок или направляющих стержней — два или четыре.

На фиг. 59 показан простой штамп без направления для штамповки колец, т.е. для двух операций. Верхняя часть состоит из пуансона *A*, наружного кольца *B* и внутренней плиты *C*. Детали *B* и *C* прижаты книзу спиральными пружинами и при штамповке поэтому перемещаются





Фиг. 59. Комбинированный штамп для изготовления колец.



Фиг. 60. Штамп для изготовления дисков с центральным отверстием.

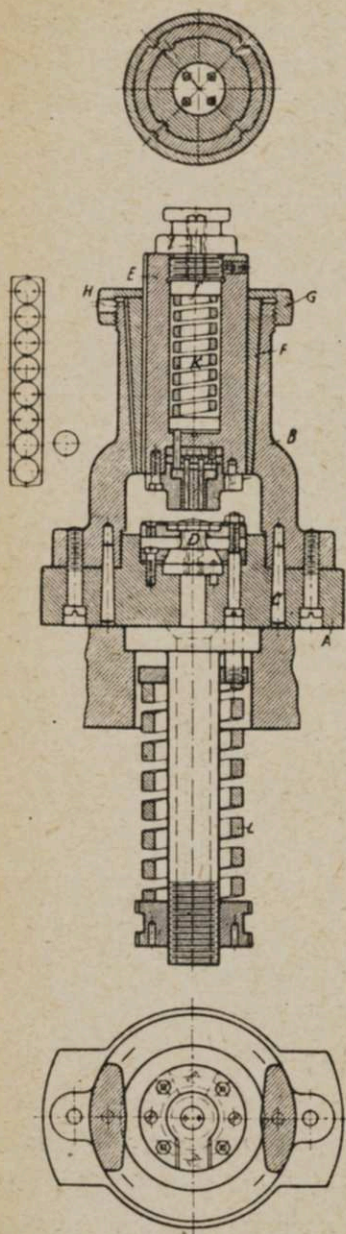
вверх, при чем болты скользят в своих отверстиях. Нижняя часть состоит также из пружинящего кольца *D* и неподвижных частей *E* и *F*. *E* удерживается на месте утопленным винтом *G*. Также и *D* уходит вниз при штамповке и служит поэтому выталкивателем после штамповки, в то время, как *B* и *C* служат придержками. На фиг. 60 показан еще более простой штамп примерно для такой же работы.

На фиг. 61 показан пример штампа с направлением посредством колонок. Пуансон *D* для наружного контура находится, как во всех больших инструментах, в нижней части и центрируется в ней относительно верхней части посредством выточки. Пуансон *D* крепится в нижней части штампа посредством имеющегося на его стержне конуса и надетого на него кольца *E*, прикрепленного к подушке *A* четырьмя болтами с утопленными круглыми головками. Штифт *F* препятствует вращению пуансона. Кольцо *G*









Фиг. 62. Комбинированный штамп с цилиндрическим направлением.

рех утопленных болтов; внутренняя расточка ее дает направление выталкивателю *J*. Последний высверлен для пропуска двух пуансонов *K* и служит одновременно в качестве направления для них. Выше матрицы центрированы пуансонная и задняя плиты *M* и *N* для этих пуансонов.

Выталкиватель *J* посредством стержней *L* и плиты *O* связан с сильной спиральной пружиной *P*, которая прижимает его книзу. Пуансон *D* в нижней части просверлен для пуансонов *K* и служит матрицей для них. При штамповке сниматель *G* и выталкиватель *J* отходят назад, так как они удерживаются в своем положении лишь пружинами. Малые пуансоны *K* делаются несколько возможно короткими, чтобы не пружинить и не ломаться. Давление спиральной пружины подбирается с таким расчетом, чтобы отштампованная часть равномерно выжималась выталкивателем *J*.

На фиг. 62 показан штамп с цилиндрическим направлением. Как показывает чертеж, он в общем отличается лишь очень незначительно от только что описанного и предназначен для подобных же работ (штамповка круглых



дисков с двумя небольшими дырами в них). *A*—подушка нижней части, *B*—стакан (стойка) для цилиндрического направления, *D*—пуансон в нижней части, *C*—конические штифты, фиксирующие положение стакана относительно подушки, *E*—поршень, *F*—баббитовый вкладыш в стакане, *G*—колпачковая гайка с отверстием *H* для подтягивания, *I*—сквозной винт для подтягивания пружины *K*. *L*—спиральная пружина, которая держит сниматель отжатым кверху (вместо четырех малых пружин в предыдущем штампе). Остальные детали, а также и способ работы,—те же, что в предыдущем штампе.

На фиг. 62 имелось в виду показать лишь пример инструмента с цилиндрическим направлением. Для данной работы, т.-е. вырезания круглых дисков с двумя дырами в них, одинаково пригоден серийный штамп, значительно более дешевый. Достаточная точность может быть достигнута с помощью регулирующего штифта (ср. стр. 83).

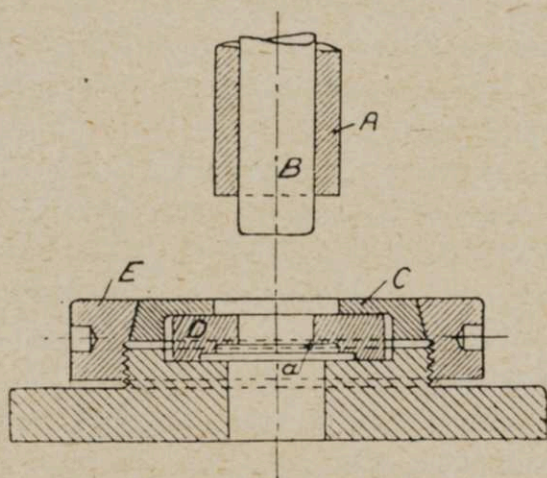
Описанные выше штампы, как это ясно, предназначены для прессов простого действия.

Простой и часто применяемой конструкцией штампа для прессов двойного действия является такая, которая при одном движении вырезает предмет, а при другом — производит вытяжку или фасонную прессовку. Преимущество такого штампа заключается не только в быстрой работе, но и в том, что для вытяжки предметов может применяться и полосовой материал.

На фиг. 63 показан пример такого штампа. Пуансон *A*, который первым опускается вниз и вырезает предмет в матрице *C*, укреплен на резьбе в наружных салазках, в то время, как вытяжной пуансон *B* закреплен во внутренних салазках. Когда предмет вырезан, *A* продолжает идти вниз и служит придержкой, удерживающей предмет надлежащим давлением на вытяжном кольце *D*, в то время, как вытяжной пуансон *B* идет вниз и производит вытяжку.



*C* и *D* выполняются в виде отдельных частей — отчасти потому, что вытяжное кольцо *D* изнашивается значительно быстрее матрицы и поэтому должно чаще возобновляться, отчасти потому, что кольцо должно иметь известную подвижность в гнезде. Благодаря этому протяжное кольцо автоматически устанавливается по вытяжному пуансону. *C* и *D* укрепляются посредством кольца (обоймы) *E*, имеющего



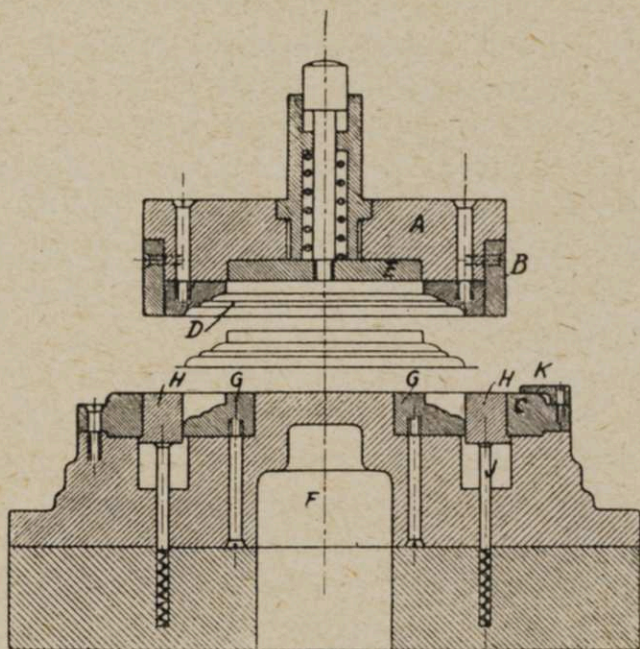
Фиг. 63. Штамп для одновременного  
вырезания и вытяжки изделия.

нарезку в нижней части. Для завинчивания обоймы снабжена по окружности отверстиями. Какого-либо специального устройства для снятия не требуется, так как предмет, вследствие эластичности материала, несколько расширяется и поэтому при обратном ходе вытяжного пуансона не может пройти мимо кромки *a*, которая, таким образом, снимает предмет с пуансона.

Очень часто вытяжной пуансон или штемпель помещается в нижней части штампа, а вытяжное кольцо или матрица для прессовки формы — в верхней части. На фиг. 64 показан такой штамп для вырезания и прессования фасон-



ной обечайки. Инструмент предназначен для прессы простого действия. Пуансонная головка *A* — чугунная и снабжена вырубным кольцом *B* из инструментальной



Фиг. 64. Штамп для одновременной вырубки и прессовки изделия.

стали, которое вырезает выкройку в матрице *C*. Вырубное кольцо делается отдельным, чтобы не нужно было заменять всю верхнюю часть штампа при какой-либо порче ее. Матрица для прессования формы *D* сделана из стали, выполнена в виде отдельной части и скреплена винтами с пуансонной головкой. Выталкиватель *E* в верхней части отжимается книзу спиральной пружиной, помещенной в оправке, служащей для закрепления инструмента в салазках.

Нижняя часть штампа состоит из литой подушки *F*, на которой монтированы детали инструмента. *G* — штемпель для прессования формы и *H* — кольцо, опирающееся на



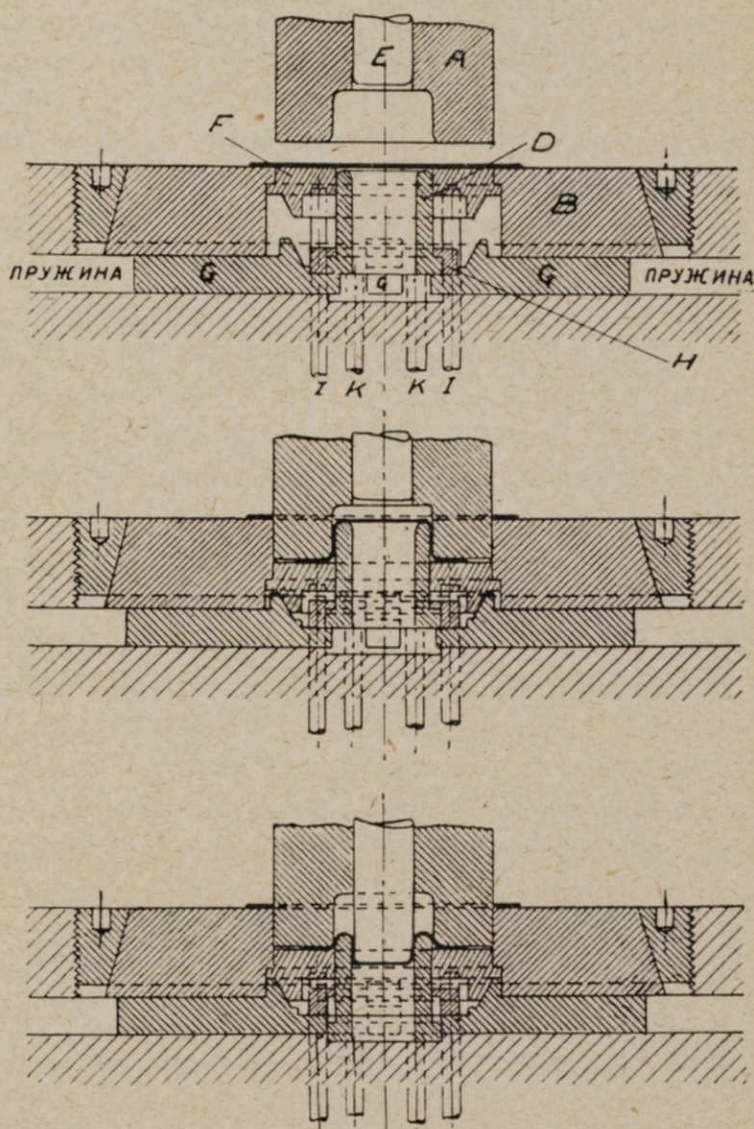
пружинящие стержни *J*. Когда верхняя часть идет вниз, происходит вырезание заготовки, при чем *H* отходит вниз, так что может быть произведено прессование формы. Во время этого прессования выкройка прижимается к плоской поверхности верхней части посредством кольца *H* для предупреждения образования на выкройке складок (морщин). После прессования формы *H* служит в качестве снимателя в нижней части. Пружины под стержнями *I* можно сделать устанавливающимися посредством винтов снизу, так что давление на предмет может быть отрегулировано до требуемой величины. *K*—упор, до которого подводится материал перед началом штамповки.

Более сложный штамп для вырезания и двух последовательных вытяжек показан на фиг. 65. Инструмент представляет особый интерес потому, что дает представление о том большом числе различных способов, которыми можно комбинировать подобный инструмент. Три иллюстрации ясно указывают ход работы. *A*—пуансон, который вырезает заготовку в матрице *B*. Втулка *D* служит, с одной стороны, вытяжным пуансоном для наружной вытяжки в *A*, внутреннее углубление в котором исполняет при этом роль вытяжного кольца, с другой—вытяжным кольцом для внутренней протяжки, при которой *E* является вытяжным пуансоном. Штамп, следовательно, предназначен для прессы двойного действия, который сообщает *A* и *E* независимые движения.

Во время и после штампования или вырубki заготовка удерживается на месте кольцом *F*, которое для этой цели сидит на пружинящих стержнях *I*. Также и втулка *D* сидит на таких же стержнях *K* и, кроме того, на четырех ползунах *G*, подвижных в боковом направлении и прижимаемых к центру инструмента каждый отдельной пружиной. Вокруг втулки *D* лежит кольцо *H*, прикрепленное к подушке и дающее направление втулке *D*. После того, как вырезка заготовки



окончена, *A* продолжает идти вниз и отжимает вниз *F*. При этом втулка *D* входит в углубление в *A* и производит внешнюю протяжку. Когда *A* опустится достаточно далеко



Фиг. 65. Штамп для вырезания и двух последовательных вытяжек.







После того, как пуансоны поднялись вверх, втулка *D* и кольцо *E* выдвигаются стержнями *I* и *K* и ползуны возвращаются в свое первоначальное положение.

Наконец, на фигуре 66 показан сборный комбинированный инструмент для одновременной пробивки и протяжки восьми небольших гильз. *A*—пуансоны, которые вырезают шайбы (кружки) в матрице *B*, *C*—пуансонная плита. Пуансоны внутри высверлены и работают внутренней стороной, как вытяжные матрицы. *G*—выталкиватели, работающие под действием спиральных пружин *H*. В нижней части: *E*—вытяжные пуансоны и *F*—кольца, которые держат предметы прижатыми к пуансонам во время вытяжки. Во время штамповки под давлением пуансонов они отходят вниз. Детали нижней части смонтированы в литой подушке. Под расточками гнезд для каждого вытяжного пуансона в плиту ввернуты болты *I*. На этих болтах одето по две шайбы, между которыми установлен резиновый буфер для пружинящих штифтов *K*, нижние концы которых упрутся в верхнюю подвижную шайбу. В верхней части имеется, кроме того, наружная прижимка в виде плиты *L*, которая держится винтами и пружинит так же, как и сниматели *G*. Регулирующий штифт *M* расположен таким образом, что при первом ходе салазок вниз штампуются всего шесть гильз, а при всех следующих ходах — по восемь. Взаимное расстояние пуансонов таково, что движение подачи происходит попеременно на одно и на три деления, чтобы весь материал был использован на штамповку гильз.



## Выбор штампа.

Можно различать две области применения штамповки: работы по толстому листовому материалу и железным конструкциям и работы по тонкому листовому материалу. В первой области, где штамповка имеет целью почти исключительно пробивку отверстий для болтов и заклепок, работа не отличается какой-либо сложностью. Во второй области, где вырезание заготовки приходится производить настолько же часто, как и пробивку дыр, и где обе эти операции нередко должны производиться над одним и тем же предметом, который, кроме того, необходимо подвергать и другим операциям (например, выгибанию, фасонному прессованию или протяжке), выполняемым одним и тем же штампом за один ход салазок пресса,—выбор инструмента и способа работы часто весьма затруднительны.

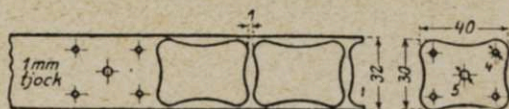
Многие предметы из тонких листов должны к тому же изготавливаться с очень высокой степенью точности, так, чтобы изготовленные изделия были не только подобны друг другу, но и в полной мере взаимозаменяемы. Наивысшая точность работы достигается в технике штампования под-прессами или суб-прессами, в которых все необходимые операции выполняются одним штампом.

В тех случаях, когда высокая точность не имеет особого значения, для выполнения различных операций часто пользуются простыми штампами, отдельными—для каждой операции, или серийным инструментом. Это имеет место и при массовом производстве. Для того, чтобы, например, при из-



готовлении большого количества небольших предметов не нужно было слишком часто сменять штампы, пользуются иногда несколькими прессами—по одному для каждой операции, и заготовки, таким образом, переходят с одного пресса на другой. Для очень небольших изделий применяются также и ручные прессы.

Причиной того, что вместо комбинированных штампов часто применяют простые и серийные, является высокая стоимость штампов первого типа, иногда трудный и дорогой ремонт, вследствие сложности их конструкции, а также трудность их затачивания, связанного с необходимостью



Фиг. 67.

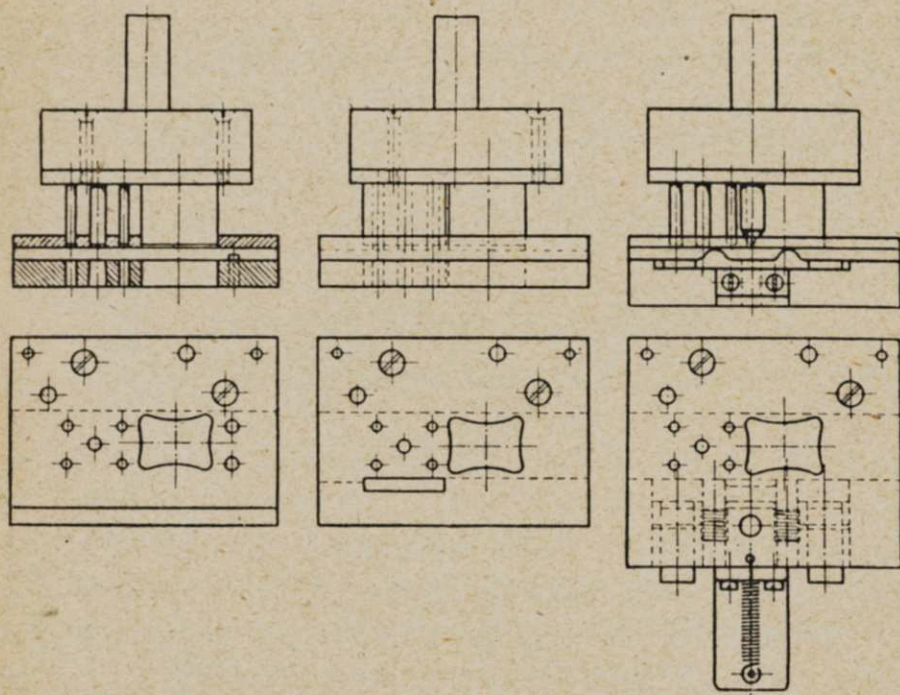
разборки и сборки. Комбинированный инструмент может быть очень остроумным по своей конструкции и при всем этом не отвечать требованиям, при чем нередко недостатки проявляются тем сильнее, чем инструмент сложнее.

Жестоким конкурентом комбинированных штампов являются револьверные и другие устройства для автоматической подачи изделий или материала. Эти устройства при условии правильной конструкции и выполнения, дают высокую степень точности, так как предмет или материал всегда получает точное положение в инструменте. Ниже следующие примеры производительности различных штампов заимствованы из статьи Max Kurrein'a в „Werkstattstechnik“.

Если предмет, согласно фиг. 67, должен изготавливаться из полосового материала на обыкновенном шпиндельном ручном прессе с ручной подачей и упорным штифтом, то



опытный рабочий может наштамповать за 8 часов около 4800 шт. Если тем же штампом работать на эксцентриковом прессе (также из полосового материала, фиг. 68), производительность повышается до 10000 штук за то же время.



Фиг. 68 — 70. Серийные штампы различной конструкции для одной и той же работы.

При применении инструмента, снабженного вырезателем кромки (фиг. 69), производительность увеличивается до 16000 штук. Вырезание кромки имеет целью отчасти обрезку полосы материала на точную ширину, благодаря чему получается большая точность работы, отчасти — повышение производительности. Получающийся при вырезании уступ в полосе материала дает точный и удобный



упор, и неудобное приподнимание полосы материала выше упорного штифта отпадает, благодаря чему работа идет быстрее. Также и этот способ работы не дает абсолютной точности, но ошибка получается меньше, чем при применении штампа без вырезателя. Увеличенная производительность и более высокая точность получаются, однако, за счет увеличения отходов и большего потребления энергии прессом.

На фиг. 70 показан штамп, установленный в прессе с устройством для автоматической подачи полосового мате-



Фиг. 71.

риала. Упорный штифт и вырезатель кромки заменены установленным сбоку пружинящим направляющим устройством для материала и приспособлением для автоматической подачи. При 90 ходах пресса в минуту за 8 часов может быть отштамповано около 38000 изделий по фиг. 67.

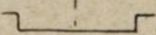
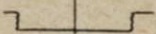
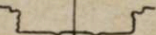
Также и здесь, однако, стоимость работы не вполне пропорциональна производительности пресса, а несколько повышается вследствие увеличенного потребления энергии и большей первоначальной стоимости автомата по сравнению с простым прессом.

Другой путь разрешения задачи с помощью простого штампа заключается в применении револьверного стола, и пример изготовления нижней части керосиновой горелки по фиг. 71 показывает, как это осуществляется на практике.



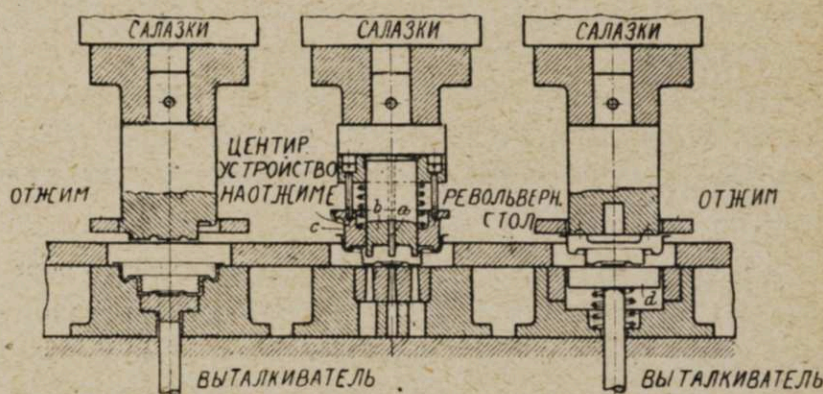
Для изготовления этой детали требуется всего шесть рабочих операций, приведенных в нижепомещенной таблице. Из них пять производится на прессе. Для последующей сборки горелки необходимо, чтобы вырезание производилось точно и чтобы детали не имели заусенцев. Поэтому для результата работы решающую роль играет точность трех последних операций.

**Рабочие операции при изготовлении нижней части керосиновой горелки.**

| №№ операций | Изделие                                                                             | Инструмент                      | Операция                    | Пресс                                                           |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1           |    | Вырезной (вырубной) штамп       | Вырезание                   | Эксцентриковый пресс с автоматической подачей полос из рулона.  |
| 2           |    | Вытяжной штамп                  | Вытяжка                     | Быстроход. наклонный эксцентриковый пресс.                      |
| 3           |  | Давильный ролик                 | Выдавливание нарезки        | Автоматический резьбодавильный станок с автоматической подачей. |
| 4           |  | Штамп для фасонного прессования | Фасонная прессовка выступов | Трехпуансонный револьверный пресс.                              |
| 5           |  | Комбинированный штамп           | Штамповка                   |                                                                 |
| 6           |  | Простой штамп                   | Обрезка кромки              |                                                                 |



Материал доставляется рулонами такой ширины, что, в зависимости от применяемого штампа, можно пробить одновременно от 5 до 7 кружков. Так как при этом можно работать с автоматической подачей, то вырезание кружков обходится настолько дешево, что может конкурировать с комбинированным штампом для одновременного вырезания и вытяжки. При 80 ходах пресса в минуту может быть изготовлено от 400 до 560 штук (в минуту).



Фиг. 72. Штамп для трехпуансонного револьверного пресса.

Вытяжка производится на быстроходном наклонном эксцентриковом прессе, при чем придержкой служит резиновый буфер. Станок ставится наклонно для облегчения закладывания заготовки в штамп и для того, чтобы они после вытяжки падали вниз под влиянием собственной тяжести. Пресс делает около 100 ударов в минуту и вытягивает при одном рабочем 19000—22000 предметов за 8 часов. Три последних операции производятся на револьверном прессе с тремя пуансонами.

Инструмент, применяемый для трех последних операций, показан на фиг. 72. Протянутый и снабженный резьбою



предмет кладут на револьверный стол и вместе с ним подводят к первому штампу для прессования формы обоих выступов. При подъеме штемпеля предмет остается свободно лежать на револьверном столе в результате совместного действия пружинного выталкивателя и отжима, и подводится столом под средний пуансон, который пробивает форму в середине. Здесь он сначала центрируется пружинящим прижимом с при ходе пуансона вниз (конец пуансона имеет ту же форму, как и внутренняя часть предмета) и прессуется в матрице. При дальнейшем ходе вниз салазок одновременно вступают в действие пуансон *a* для дыры и вырубной пуансон *b*. При обратном ходе пуансона придержка снимает предмет и держит его на револьверном столе, в то время, как выдавки падают сквозь матрицу.

Для того, чтобы при последующей операции контур обрезки кромки был концентричен с предыдущей пробивкой, предмет, который теперь подводится револьверным столом к находящемуся в нижней части пружинному выталкивателю *d* и покоится на нем, получает в штампе двойное направление—внутреннее и наружное. Эта операция обрезки не требует более подробного описания.

Описанный способ работы требует от пресса различной величины хода для трех пуансонов. Также и длина путей, во время которых пуансоны подвергаются максимальным напряжениям, различна. В то время, как при пробивке и вырезании период максимального потребления энергии заканчивается до того, как пуансон пройдет середину толщины листа, максимальный расход энергии при фасонном прессовании имеет место в течение всего времени прессования.

При аналогичном применении более простых штампов в револьверном прессе лишь с одними салазками очень трудно



установить пуансоны, вставляемые в салазки, с такою точностью, чтобы при ходе салазок вниз каждый из них выполнял свою работу без малейших отклонений от нормальной работы. При недостаточно хорошо направляемых салазках, подвергающихся большому давлению, влияние различных расположенных рядом пуансонов сказывается в виде небольших упругих деформаций или игры в салазках. Далее, вследствие одинаковой величины хода для всех пуансонов, требуется более длинное направление, чем то, которое соответствует действительно требующейся величине хода для данной операции, т.-е., иначе говоря, приходится применять специально изготовленные штампы. Эти недостатки сказываются меньше, если все три инструмента выполняют одну и ту же работу, т.-е. точно одинаковы между собой, но их нельзя избежать при устройствах, подобных описанным выше.

Указанных недостатков можно, однако, избежать при другой конструкции пресса. В этом случае машина представляет собой три расположенных рядом простых пресса с общим приводным шкивом. Каждый пуансон имеет, следовательно, свои салазки (ползун) с направляющими в виде ласточкина хвоста, и каждые салазки приводятся в движение отдельным эксцентриком. Положение ползунунов по высоте регулируется помощью гаек на эксцентриковой тяге, и величину хода каждого из них можно регулировать независимо от двух остальных. Каждый пуансон при ходе салазок вниз может центрировать предмет в матрице. Это может быть необходимо тогда, когда, например, вытяжной пуансон в одном из штампов уменьшил диаметр предмета, который уже больше не направляется в своем отверстии в револьверном столе. Установленное на верхнем пуансоне или салазках особое центрирующее приспособление согласно фиг. 72 вступает тогда в работу.



Другое преимущество подобной машины состоит в том, что любые из салазок могут быть выключены посредством разъединения приводного вала от главного.

Другой путь конкуренции с производительностью и точностью работы комбинированного штампа заключается во многих случаях в применении сборного серийного штампа в сочетании с точным механизмом для подачи материала. Штампы этого рода являются серьезными конкурентами комбинированных штампов, в особенности — при изготовлении мелких частей, для которых лучше всего подходит устройство подачи посредством валков. Этому способствует еще и то, что комбинированный штамп стоит дороже и труднее в изготовлении, в особенности, чем больше размеры заготовки по сравнению с готовым предметом.

Для работы серийными штампами характерно то, что заготовка остается связанной с полосой материала до последней операции. Определенные места между кружками и полосой остаются таким образом нетронуемыми во время первых операций и имеют назначение удерживать кружки при подаче полосы (ср. стр. 76 и сл.).

Для сравнения, на фиг. 73 показан комбинированный штамп для изготовления предметов, подобных изображенному на фиг. 71. Он предназначен для работы в сильном прессе простого действия с пружинным выталкивателем. Инструмент состоит из пуансона, прикрепленного к салазкам посредством винтов, нижней части и прикрепленного к ней винтами защитного кожуха из перфорированного железа, из которого пуансон не выходит даже в своем верхнем положении. Этот штамп представляет собою интересный пример конструктивного соединения нескольких отдельных операций в одном инструменте, в особенности — и тем, что изготавливаемый предмет имеет сравнительно небольшие размеры.







ными частями. В этом положении пружины, действующие на штемпель, сжаты. На нижней стороне пуансона *b* также имеется выточка, в которой помещается отжим *e*, служащий также в качестве прижимки при вырезании заготовки и подвешенный к *b* посредством штифтов. Пуансоном *b* направляется штемпель *d*, прижимаемый книзу двумя сильными спиральными пружинами *g* из квадратной стали. Штемпель обработан под скользящую посадку в пуансоне *b*. Пружины могут быть нажаты посредством двух винтов *f*, которые служат для них направляющими.

Все отдельные инструменты верхней части точно центрически направляются друг другом, так что отдельные части их при изготовлении служат друг для друга калибрами. Верхняя часть направляется четырьмя круглыми колонками *h*, укрепленными в нижней части и расположенными внутри предохранительного кожуха. Нижняя часть штампа собрана на литой основной плите *i*, к которой прикреплено четырьмя болтами, ввинченными снизу, поддерживающее кольцо для матрицы. Это кольцо центрируется выточкой на его нижней стороне и соответствующим буртиком основной плиты. В поддерживающем кольце *k* выточено гнездо для матрицы *l*, и так как она по конструктивным причинам имеет опору лишь около своей наружной кромки, то к середине она значительно усилена. В получающемся таким путем пространстве под матрицей помещается нижний выталкиватель и прижимное кольцо *n*, которое посредством сквозных штифтов *o* отжимается кверху и, благодаря этому, вместе с пуансоном *b* удерживает вырезанную заготовку, в то время, как штемпель *d* прессует в матрице выступы и середину заготовки.

Деталь *m* служит также матрицей для дыропробивных и вырубного пуансонов. Отверстия в матрице для пробивки дыр заканчиваются в широкой расточке нижней части,



через которую могут падать вниз выдавки. Штамп работает следующим образом.

Полоса материала подается механизмом подачи через щель в защитном кожухе над нижней частью и при ходе салазок вниз удерживается пуансоном *b*, придержкой *n*, отжимом *e* и матрицей *l*. При этом происходит вырезание заготовки. После этого заготовка удерживается деталями *b* и *n* (полоса материала же — *e* и *l*), в то время, как давлением пружин *g*, штемпелем *d* и матрицей *m* производится прессование фасонных выступов и середины заготовки. Здесь штемпель останавливается и во время дальнейшего хода вниз салазок вдвигается дальше в пуансон, преодолевая давление пружин. Отжим *e* перемещается при этом кверху, а прижим *n* — книзу, пока не начнут работать дыропробивные пуансоны. При обратном ходе салазок (вверх) прижим *n* снимает предмет с матрицы, в то время, как отжим *e* снимает полосу материала с пуансона *b*.

Из сказанного выше следует, что к комбинированным штампам следует прибегать лишь в редких, неизбежных случаях. Даже для штамповки роторного и статорного железа, для которого комбинированный штамп был до сих пор единственно пригодным инструментом, можно в известных случаях с выгодой пользоваться простыми штампами.

Выбор штампов обычно связан с располагаемым в мастерской или на заводе оборудованием. Однако, наряду с этим необходимо принимать во внимание также и степень требуемой точности изготавливаемого предмета, количество, подлежащее изготовлению, стоимость приобретения и ремонта, а также — заработную плату. Как общее правило, специальные устройства для подачи или другие приспособления, дающие возможность выполнять работу более простыми штампами, более выгодны, нежели обыкновенные пресса с комбинированными штампами. Стоимость приспособлений для подачи



распределяется на все выполняемые на прессе работы, в то время, как стоимость комбинированного штампа ложится лишь на один род изготавливаемых изделий. Благодаря приспособлениям для подачи, пресс используется полностью, так как штамповка может производиться при каждом ходе салазок вниз.

---



ШТАМПОВОЧНЫЕ ПРЕССА



## Машины для штамповки.

В качестве штамповочных машин применяются исключительно прессы различных типов. Для штамповки толстых листов и фасонного железа применяют либо те же машины, что и для разрезания (см. стр. 23—33), т. е. частью машины для ручного привода, в которых требуемое давление достигается посредством рычагов с эксцентриками или без них, винтовые, рычажные и т. д., частью же — штамповочные машины с машинным приводом. Ни первые, ни вторые по существу не отличаются обычно от ножниц и часто соединены с ними в одно целое. Встречаются также штамповочные машины для гидравлического давления. Сказанное относится в особенности к дыропробивным машинам.

Прессы обычной конструкции применяются и для сравнительно толстых листов. Для мастерских, которые могут располагать лишь одним дыропробивным прессом, наиболее подходящим (для менее точной работы) является пресс с особо широкими салазками, в которых по ширине можно установить несколько пуансонов. В этом случае пуансоны и матрицы подходящих размеров почти всегда находятся в прессе на месте и готовы к применению, следовательно, их не приходится постоянно сменять. Подобные прессы должны отличаться солидной конструкцией и иметь хорошее направление для салазков.

Для пробивки тонких листов применяются прессы обыкновенных конструкций и, кроме того, специальные



перфорировочные. Обыкновенные прессы описаны в Томах V и VI настоящего издания и поэтому здесь не нуждаются в более подробном рассмотрении.

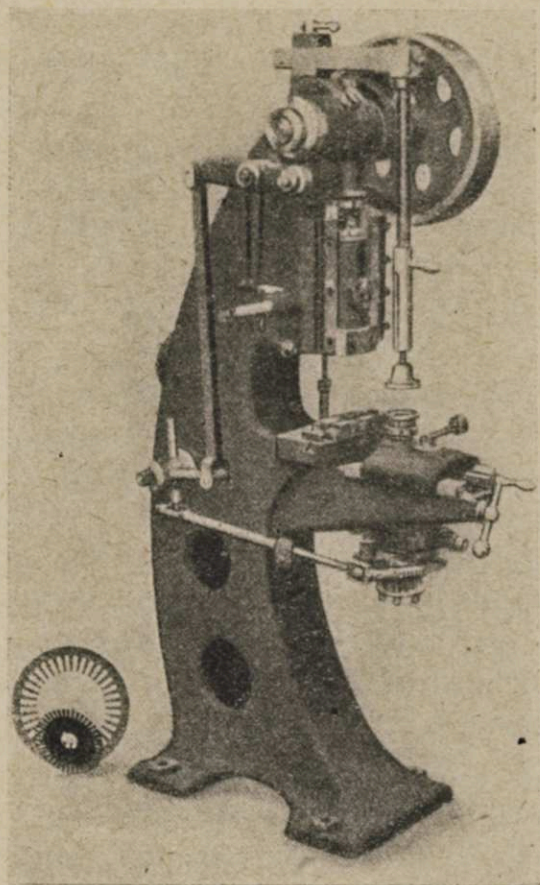
Также и для перфорирования применяют обыкновенные прессы с достаточно большим вылетом, иногда — и с автоматическим прижиманием листа при обратном ходе пуансонов.

Для перфорирования роторных и статорных железных пластин (для электромоторов), шаг выемок которых должен отличаться особенно высокой точностью, в настоящее время стали применять специальные перфорировочные машины, вместо комбинированных штампов на обыкновенных прессах. Это особенно относится к роторным и статорным листам для больших или специальных моторов, которые встречаются сравнительно не часто. Понятно, что в подобных случаях изготовление дорогих комбинированных штампов, которые можно применять для листов лишь одной величины, совершенно не оправдывается. Станки для перфорирования, которые за каждый ход салазок пробивают лишь одно отверстие, могут применяться для листов с диаметрами, изменяющимися в весьма широких пределах и с различными делениями. К тому же они работают немногим медленнее комбинированных штампов и почти с такою же точностью. При роторных листах диаметром 250 мм и с 48 отверстиями такие прессы (фирмы L. Schuler, Göppingen) делают не меньше 425 ударов в минуту, причем такой быстрый ход не оказывает вредного влияния на точность работы, и сама пробивка отнимает поэтому меньше времени, чем закрепление заготовки.

На фиг. 74 показан подобный перфорировочный пресс, предназначенный для изготовления роторного и статорного железа. В виду сравнительно большой быстроходности машины необходимо насколько возможно избегать вибраций. Особенное значение это требование имеет для движения подачи, которое поэтому осуществляется посредством кулачной



шайбы, расположенной на конце эксцентрикового вала. Выступающая часть контура этой шайбы применяется для подачи материала и охватывает не как обычно  $180^\circ$  окружности,



Фиг. 74. Перфорировочный станок для роторного и статорного железа.

а  $210^\circ$ , благодаря чему движение подачи происходит в течение более продолжительного времени. Следующая за выступом опускающаяся часть очертания шайбы служит для обратного (холостого) хода механизма подачи и охваты-



вает  $140^{\circ}$ . Остальная часть, на дуге  $10^{\circ}$ , очерчена по окружности, центр которой лежит на оси вращения шайбы, так что все соответствующие движущиеся части приходят в состояние полного покоя прежде, чем начнется новый ход. Кулачная шайба действует на рычажную систему, последняя деталь которой упирается в делительный диск под рабочим столом, и за каждый ход салазок пресса поворачивает этот диск на один зуб. Это устройство ясно видно на рисунке. Для более точного регулирования подачи перед кулачной шайбой установлена другая шайба, соединенная посредством соответствующего устройства с собачкой, которая вдвигает свой выступающий вперед крючок в впадину между зубцами делительного диска, при этом фиксирует его положение и вместе с тем застопоривает его. Обе шайбы установлены одна относительно другой таким образом, что собачка заскакивает в впадину при начале обратного хода собачки механизма подачи. Величина хода собачки механизма подачи регулируется путем укорачивания или удлинения двух рычагов, расположенных под прямым углом друг к другу.

Закрепление заготовки происходит между двумя зажимными тарелками, из которых верхняя притягивается посредством байонетного замка (как на рисунке) или эксцентрикового рычага. Встречается также автоматическое электромагнитное закрепление заготовки.

Включение и выключение машины производится автоматически посредством включающего круглого золотника в салазках. Последний при этом действует лишь на салазки и механизм подачи, в то время, как маховое колесо, эксцентриковый вал и шатунная головка продолжают непрерывно двигаться. Салазки пускаются в ход автоматически после закрепления заготовки и так же автоматически останавливаются после того, как пробивка окончена. Пусковой рычаг для включающего золотника салазок движется в кулиссе.



Для различных делений и диаметров применяются различные делительные кольца. Станки больших размеров снабжаются крестовиной для поддержки роторных или статорных листов. Подобные станки выполняются также для перфорирования листов в форме сегментов и секторов.

При массовом производстве большую роль играют устройства для подачи материала. Они бывают самых разнообразных конструкций, но здесь достаточно указать лишь наиболее часто встречающиеся.

Устройства для подачи в прессах можно разбить на четыре группы:

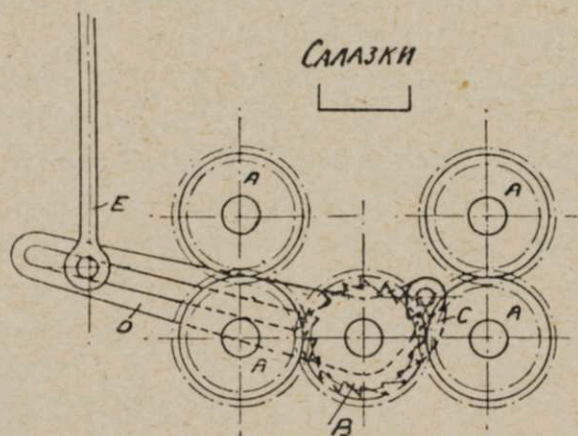
1. Для подачи необработанных полос (лент) или листов.
2. Для подачи уже обработанных деталей, которые должны быть снабжены рядом выемок (например, круговая подача круглых листов).
3. Для последовательной подачи малых обработанных деталей.
4. Для подачи полос, от которых еще не отделены уже частично обработанные детали.

Из них наиболее частыми являются группы 1 и 3.

1. Устройства для подачи полос (лент) материала. Несравненно наиболее частыми из них являются те устройства, в которых подача производится посредством вальцев. Обычная конструкция такого устройства показана на фиг. 75. Оно состоит из двух пар одинаковой величины вальцев или роликов *A*, расположенных попарно с каждой стороны стола пресса. Вальцы имеют на одном конце по шестерне, которые попарно сцепляются друг с другом. Нижние шестерни сцепляются одновременно с расположенной между ними пятой шестерней, скрепленной с храповым колесом *B*. При каждом ходе салазок пресса это колесо поворачивается собачкой *C* на определенную величину, при чем это поворачивание производится тем, что собачка посредством рычага *D* и шатуна *E* соединена



с кривошипным диском на конце эксцентрикового вала прессы. Так как все вальцы соединены между собой шестернями одинакового диаметра, то вращение их происходит с одинаковой окружной скоростью. Во время пробивки храповое колесо, а вместе с ним и вальцы останавливаются особыми собачками, которые под влиянием давления пружин или собственного веса заскакивают в впадину между зубцами



Фиг. 75. Схема устройства подачи посредством вальцов.

храповика. Кривошипный палец расположен относительно шатуна или для эксцентрика салазок так, что подача начинается тогда, когда материал после предшествовавшей пробивки уже отжат от пуансона, и заканчивается прежде, чем пуансон снова встретит материал. Изменение величины подачи производится установкой шатуна *E* в вырезе рычага *D*. В некоторых механизмах подачи эта установка производится на кривошипном диске, который в этом случае снабжен радиальным прорезом.

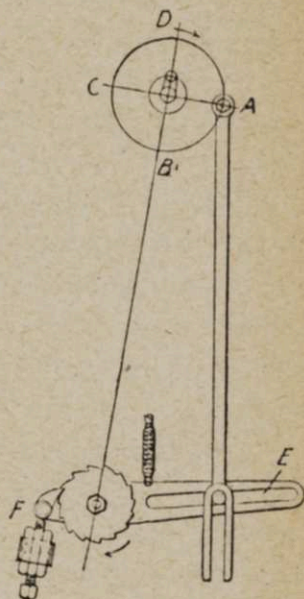
Другое устройство, подходящее лучше для более точной работы, показано на фиг. 76. Вилка шатунной тяги свободно упирается в болт в рычаге *E*. Перемещение кривошипного пальца из *A* в *B* производит подачу, причем храповое колесо



поворачивается в направлении стрелки. Во время движения пальца из *B* в *C* вилка сходит вверх с болта и встречает его только по возвращении пальца в положение *A*. Обратный ход рычага *E* происходит под действием спиральной пружины. Для изменения величины подачи переставляют болт в прорезе рычага и подворачивают больше или меньше винт под собачкой *F*.

Вместо одной собачки для подачи иногда применяют две (по одной с каждой стороны храпового колеса), укрепленные на одном и том же рычаге. Это способствует более удовлетворительной работе механизма, даже если один из зубцов храпового колеса поврежден. Если одну из собачек сделать короче другой на половину шага зубцов, то они будут работать поочередно так, как если бы шаг храпового колеса был вдвое меньше. Удобный способ регулирования величины подачи состоит в том, что храповое колесо окружают кожухом, охватывающим зубцы на меньшей части окружности колеса. В этом случае, в зависимости от установки кожуха, собачка скользит по нему на большей или меньшей части своего хода, следовательно, в это время не поворачивает колеса. Если кожух подставить под собачку на всей длине ее хода, подача прекращается.

Давление на верхние вальцы производится в подобных механизмах подачи посредством пружинных или нагруженных грузами рычагов. Для удобства вдвигания материала должен легко подниматься с входной стороны верхний валок. Верхние вальцы должны, кроме того, подниматься автома-



Фиг. 76. Устройство подачи для более точной работы.



тически во время самой пробивки, для того, чтобы возможно было производить такую работу, при которой длина полосы подвергается изменению во время прессовки. Это осуществляется посредством подъемных рычагов, получающих движение от салазок. Некоторые механизмы подачи устроены таким образом, что их можно легко снимать с пресса и вновь устанавливать. Для уменьшения износа собачки и храпового колеса и получения бесшумного хода, в некоторых устройствах для подачи собачка в промежутке между последовательными ходами автоматически поднимается над храповым колесом. Вместо обычного храпового колеса применяют также муфты особой конструкции с шариками и пружинами, исполняющие ту же роль, но обладающие преимуществом бесшумной работы.

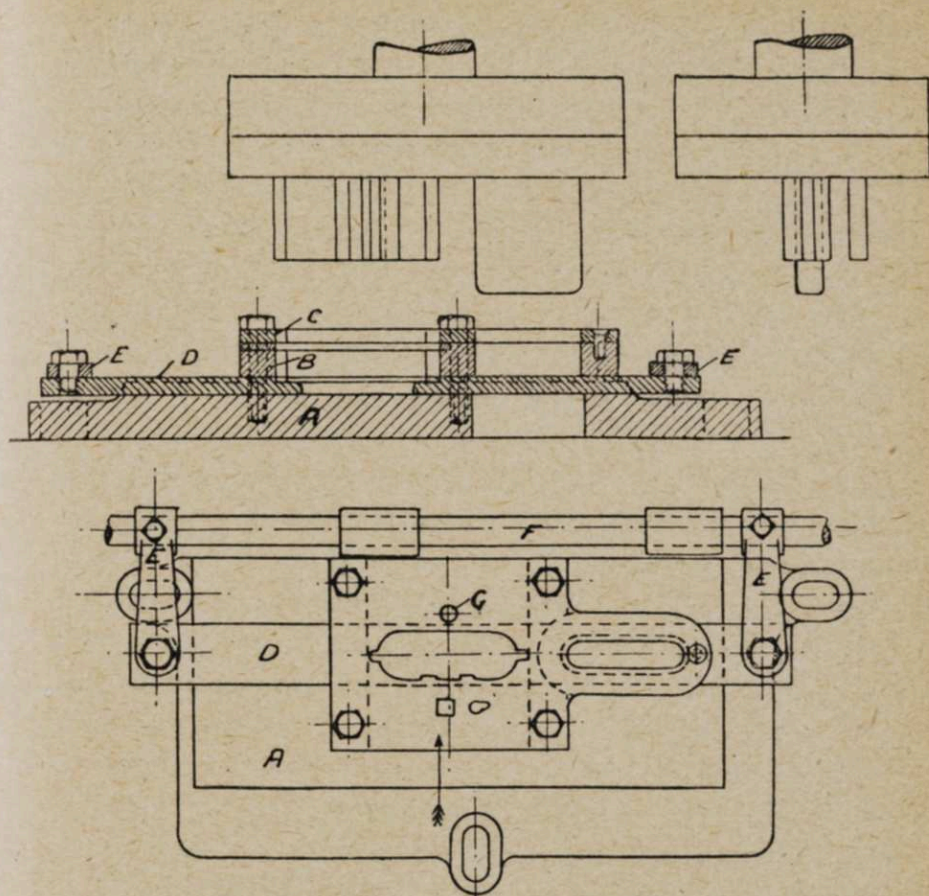
Питающие механизмы, подобные описанным, дают возможность прессу работать непрерывно, благодаря чему пробивка может производиться при каждом ходе салазок, что увеличивает производительность пресса. Кроме того, они позволяют одному рабочему одновременно обслуживать несколько прессов и допускают устройство надежных защитных приспособлений, благодаря чему пальцы рабочего в этом случае не подвергаются опасности, как в обыкновенном прессе.

2. Устройства для круговой подачи обрабатываемых предметов. Пример таких устройств уже был рассмотрен выше (см. стр. 112—114).

3. Устройства для последовательной подачи небольших предварительно обработанных предметов. Они выполняются либо в форме салазок, либо в виде револьверного стола. Наиболее часто встречаются последние. Из нижеследующего примера, однако, видно, что и устройства с салазками могут быть весьма целесообразными.

Штамп, показанный на фиг. 77, предназначен для трех операций, а именно: 1) пробивки двух дыр в готовом

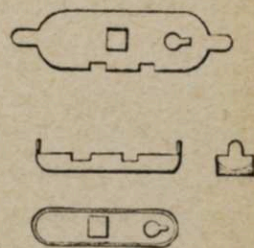




Фиг. 77. Пример устройства подачи с салазками.

предмете; 2) вырезания заготовки из полосы материала, и 3) вытяжки заготовки в требуемую форму (см. фиг. 78).

Здесь, таким образом, дело идет о серийном штампе. Левая сторона нижней части инструмента не отличается от обычного серийного штампа с основной плитой *A*, матрицей *B* и придержкой *C*. Подача материала производится в направлении стрелки. Вытяжка производится в правой части штампа после того, как



Фиг. 78.



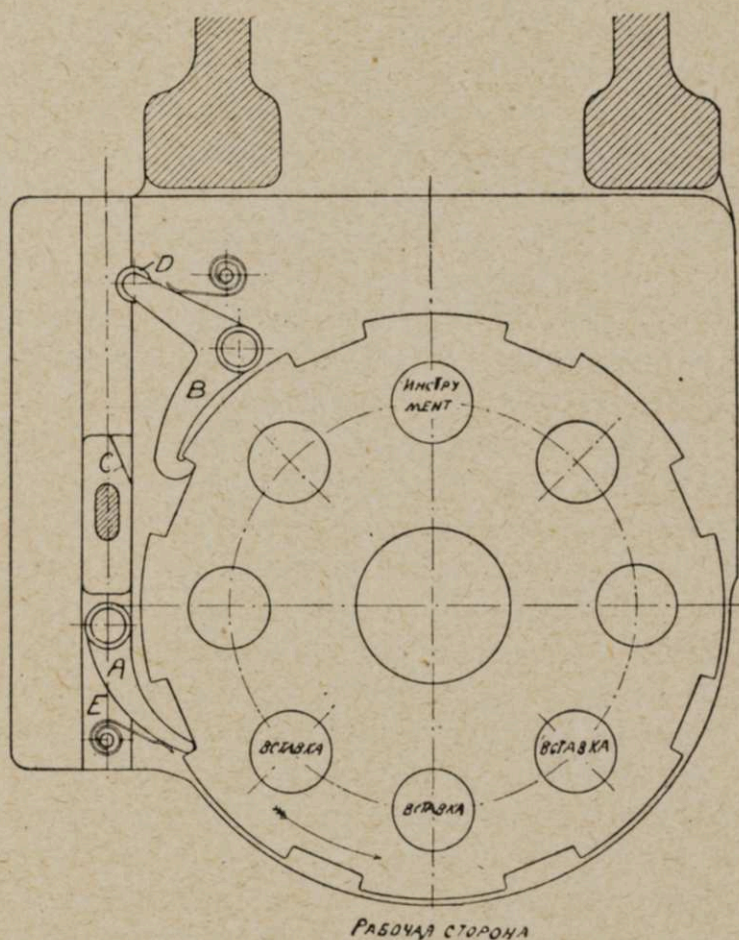
в левой произведена пробивка дыр и вырезание контура заготовки. Между матрицей и основной плитой простроган паз для салазок *D*, которые служат одновременно и вытяжной матрицей и для этой цели снабжены вытяжным отверстием соответствующей формы. Посредством двух рычагов салазки *E* соединены с лежащим в подшипниках валом *F*, получающим поступательно-возвратное движение от кулачной шайбы на главном валу пресса. Рычаги могут переставляться на валу *F*, благодаря чему салазки можно регулировать. Салазки делают то же число ходов, что и ползун пресса. *G* — упорный штифт.

При каждом ходе ползуна пресса вниз салазки подачи перемещаются так, что их вытяжное отверстие становится прямо против вытяжного пуансона и после этого возвращаются назад, при чем становятся в положение, показанное на рисунке. Вырезанная и пробитая еще ранее (при предыдущем ходе пресса) заготовка падает на салазки и центрируется, когда они станут в показанное на рисунке положение, в неглубокой выемке, соответствующей форме и толщине заготовки. После этого салазки снова передвигаются вправо, до тех пор, пока заготовка не станет как раз под вытяжным пуансоном, где она останавливается для операции вытяжки. Так как вытяжка в этом случае не особенно глубока, то нет необходимости во время ее придерживать заготовку посредством давления. Основная плита снабжена под вытяжным пуансоном отверстием, через которое предмет после протяжки падает вниз, под пресс.

Для того, чтобы избежать необходимости приподнимать полосу материала над упорным штифтом, можно с успехом применять автоматически движущийся упор. Штифт получает движение от ползуна пресса и его передний конец, загнутый под прямым углом, проходит вниз через отверстие в отжимной плите, так что конец ложится на матрицу (ср. фиг. 52 на стр. 73).



Более часто, чем подобные устройства с салазками, применяются, однако, револьверные столы. Обычно применяемая конструкция таких столов показана схематически на фиг. 79.



Фиг. 79. Револьверный стол завода Munktel.

Револьверный стол выполняется в виде расположенного на плоской подкладке круглого диска с прерывистым круговым движением, сообщаемым эксцентриковым валом посредством собачки и защелки. Вблизи своей окружности стол снабжен известным числом отверстий для нижних штампов (патронов)



в соответствии с формой обрабатываемого предмета. Заготовки укладываются в эти патроны и при вращении стола подводятся под установленные в салазках пресса штемпеля или пуансоны. Смотря по роду работы, нижние части штампов могут быть установлены также в особой державке под револьверным столом, причем в этом случае заготовка при ходе салазок вниз должна пройти сквозь отверстие стола в штамп. Иногда в салазках закрепляют несколько пуансонов (ср. стр. 71—83), так что заготовка после первой операции подводится под следующий пуансон и т. д.

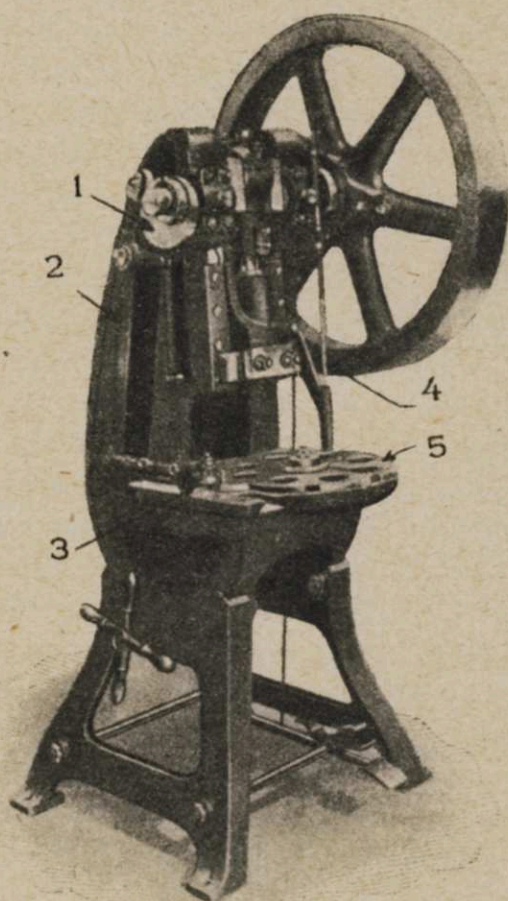
Салазки *E* получают поступательно-возвратное движение от кулачной шайбы на эксцентриковом валу пресса и находящейся в соединении с ней тяги, обратное движение которой осуществляется спиральной пружиной (фиг. 75). Кулачная шайба установлена таким образом, что движение стола происходит в течение верхней половины хода салазок пресса. Револьверный стол поворачивается собачкой *A* при ходе ползуна вперед. После поворота стола в определенное положение он фиксируется защелкой *B*, прижимаемой пружиной. При обратном движении ползуна защелка *B* выключается скошенной частью детали *C*, действующей на ролик *D*.

Чрезвычайно важно, конечно, чтобы стол останавливался в таком положении, при котором патрон стоит точно под пуансоном. Револьверные столы имеют поэтому приспособления для точной регулировки движения. Некоторые пресса имеют также предохранительные устройства, которые, в случае остановки стола по какой-нибудь причине, в неправильном положении выключают маховое колесо прежде, чем салазки закончат свое нисходящее движение.

В некоторых конструкциях револьверных столов, кроме только что описанных приспособлений, имеется еще штифт, который после каждого поворота револьверного стола опускается посредством соответствующего механизма вниз в отверстие неподвижной части стола пресса. Благодаря этому получается



дополнительная гарантия точной установки револьверного стола после каждого поворота его.



Фиг. 80. Револьверный пресс завода Munktell.  
1 — кулачковая шайба. 2 — тяга. 3 — механизм ползуна. 4 — предохранительный стержень.  
5 — поворотная шайба.

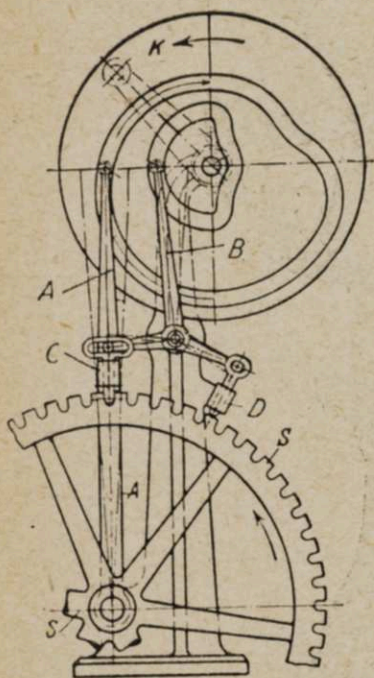
Подобно устройствам для подачи посредством валцов, револьверные столы также являются достаточным предохранительным приспособлением для рабочего, обслуживающего



пресс, так как ему не приходится подводить заготовки непосредственно под пуансоны.

4. Устройства для подачи полос, от которых еще не отделены уже частично обрабо-

танные детали. Такие механизмы подачи применяются при некоторых серийных штампах, например, при штампе, показанном на фиг. 55. Для того, чтобы различные рабочие операции производились с необходимой относительной точностью, т.-е. обрабатывали заготовку в надлежащих местах, подача полосы должна производиться с наивысшей степенью точности. Это производится, также как и при обычной штамповочной ленте, посредством вальцев, но для вращения их обычный храповой механизм не вполне пригоден. Вместо него применяются устройства с абсолютно принудительным движением.



Фиг. 81. Устройство для подачи с криволинейной шайбой.

Одно из этих устройств показано на фиг. 81. Оно состоит из шайбы *K*, получающей движение от главного вала прессы, и снабженной двумя замкнутыми канавками, очерченными по точно рассчитанным кривым. К этим канавкам пригнаны два ролика (по одному в каждой), которые укреплены на концах рычагов *A* и *B*. Первый из этих рычагов своим другим концом посажен свободно на оси храпового колеса, тогда как рычаг *B* вращается на пальце, закрепленном в станине устройства. Оба рычага приводятся в колебательное движение, при чем характер каждого из них определяется формой соот-



ветствующей криволинейной канавки. Меньший рычаг имеет два поперечных плеча, которые передают качания двум ползушкам, входящим в впадины зубцов храпового или делительного колеса *S*. Направляющая для одной ползушки укреплена на рычаге *A*, а для другой—на станине. Профили кривых выбраны таким образом, что когда ползушка *C* входит в впадину между зубцами, ползушка *D* поднята. Одновременно рычаг *A* отводится влево, и храповое колесо поворачивается. Когда подача произведена на определенную величину, ползушка *C* под действием меньшей кривой выходит из впадины зубца, а ползушка *D* входит в впадину и стопорит колесо.

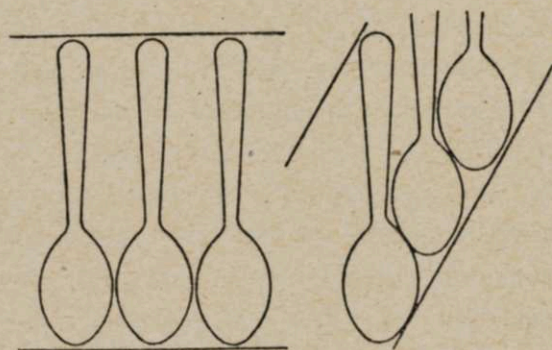
В более новой конструкции, основанной на том же принципе, подача полосы материала производится четырьмя парами зажимных кулачков, открывающихся и закрывающихся в соответствующие моменты времени. Кулачки подачи, расположенные снаружи, закрываются и подают полосу в то время, как внутренние кулачки открыты. Когда последние, в свою очередь, закрываются, открываются кулачки подачи и возвращаются в свое первоначальное положение. Движение кулачкам передается от шайбы, заклиненной на главном валу пресса, и связанной с ними посредством ползушек, шатунов и т. п.

---



## Раскрой полосового и листового материала на заготовки.

Весьма важно, особенно при массовом производстве изделий, штампуемые из материала детали или заготовки располагать в нем таким образом, чтобы получалось по воз-



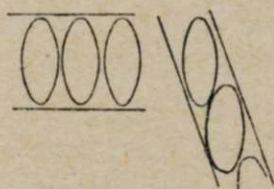
Фиг. 82.

можности меньше отходов. В известных случаях в этом отношении может быть сделано лишь очень мало, тогда как в других случаях правильное расположение контуров пробиваемых отверстий дает большую экономию в материале. Произведенные подсчеты показывают, что отходы при такой штамповке составляют от 3% до 42% полного количества материала.

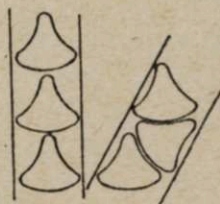
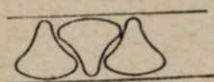
На фиг. 82—86 показано несколько примеров того, как различный раскрой материала влияет на количество отходов. Рисунки настолько наглядны, что не требуют особых поясне-



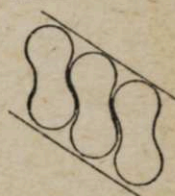
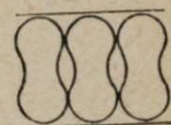
ний. Уменьшение потери материала, получающееся в том случае, если заготовки для ложек располагать по фиг. 82



Фиг. 83.

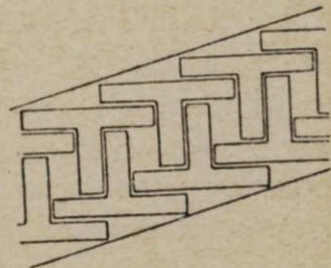
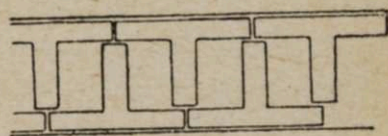
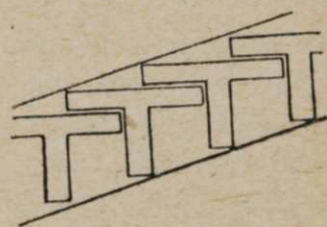


Фиг. 84.



Фиг. 85.

наклонно к полосе, вместо расположения к ней перпендикулярного, составляет  $29\%$ , а для овалов по фиг. 83— $7\%$ . Наиболее выгодное расположение по фиг. 84 уменьшает потери на  $34\%$ , а по фиг. 85—на  $8\%$ . На фиг. 86 дан еще более показательный пример различного расположения заготовок в полосе материала.

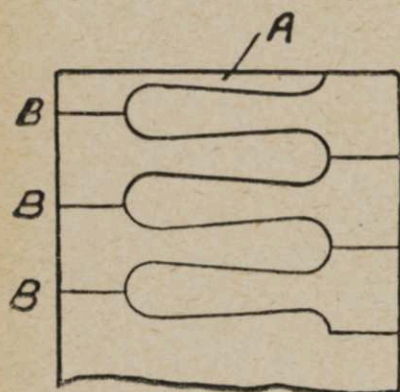


Фиг. 86.

В некоторых случаях можно таким путем дойти до идеальной штамповки, т.е. штамповать без отходов. На фиг. 87 показан пример такого раскроя. В этом случае при каждом ходе салазок вниз одним лишь штампом вырезаются в действительности две заготовки. Остающийся материал образует вторую заготовку, которая посредством ножа отделяется у *B* от непроштам-



пованной части полосы. Нож находится на соответствующем расстоянии от пуансона, так что первый разрез производится тогда, когда выбита вторая заготовка. Вырезанные заготовки

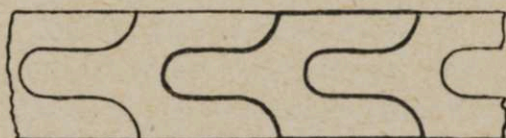


Фиг. 87. Вырезание заготовок для вилок.

предназначаются для дальнейшей обработки в вилки. Материалом в этом примере является нейзильбер. Ширина, толщина и длина полос материала определяется точно на основании опытов, и штамповочная лента доставляется с заводов в точном соответствии с этим. Единственным отходом является узкая полоска *A* в начале и конце каждой полосы. На фиг. 88 показан подобный же пример штамповки заготовок для вил, которые пред-

назначены для проковки и обработки на вальцах.

Для того, чтобы достигнуть выгодного распределения заготовок в материале, можно либо пропустить полосу через пресс два раза, либо иметь в прессе два штампа. В большинстве случаев более оправдывает себя последний способ работы. Так как, по большей части, некоторого — большего



Фиг. 88. Вырезание заготовок для двух-зубых вилок.

или меньшего — отхода избежать нельзя, то в тех случаях, когда одновременно имеется потребность в небольших предметах или заготовках также и другой формы, может оказаться выгодным штамповать две различные детали одновременно.



## Примеры штамповочных работ.

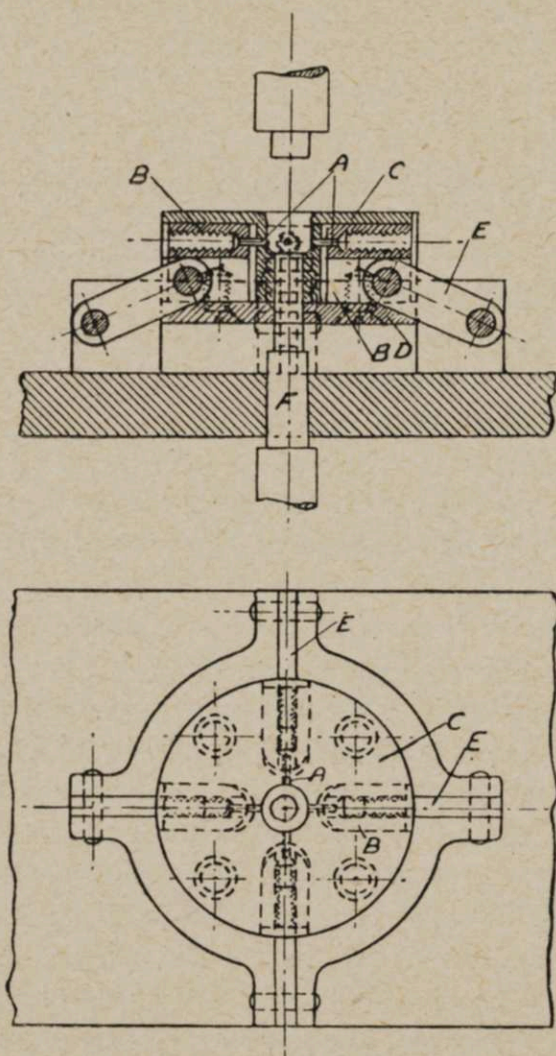
В предыдущем были рассмотрены некоторые штампы, из которых каждый можно рассматривать, как типичный для соответствующего класса работ. Ниже приведены примеры штампов, которые в том или ином отношении отличаются от штампов обычных типов.

Простой дыропробивной штамп для нескольких отверстий. На фиг. 89 показан инструмент для пробивки одновременно четырех дыр, расположенных под прямым углом друг к другу в цилиндрической части гильзы с донышком. Пуансоны *A* своими сравнительно толстыми нарезанными хвостами ввернуты каждый в свой ползун *B*. Эти ползуны скользят в направляющих в общей державке *C*. Дном этих четырех направляющих служит круглая плита *D*, которая прикреплена к детали *C* четырьмя винтами.

Державка *C* для ползунов охватывается кольцом из четырех частей, выполненных так, что они могут быть свернуты в одно целое. Четыре соединительных болта служат одновременно осями четырех серег *E*, которые своими другими концами соединены посредством болтов с ползунами. Державка *C* имеет по середине отверстие, в которое перед пробивкой вставляют гильзу. Салазки пресса снабжены пуансоном, как показано на чертеже. Более широкая часть пуансона держит гильзу в державке, в то время, как узкая часть его входит внутрь гильзы на такую глубину, что не мешает дыропробивным пуансонам пройти сквозь ее стенки.



Когда салазки пресса опускаются, державка *C* отжимается книзу, оставаясь, однако, внутри наружного свертного кольца.



Фиг. 89. Сборный штамп с рычагами.

Так как кольцо жесткое, то серыги принимают положение, приближающееся к горизонтальному, и при этом ползуны с дыропробивными пуансонами подходят к гильзе и производят



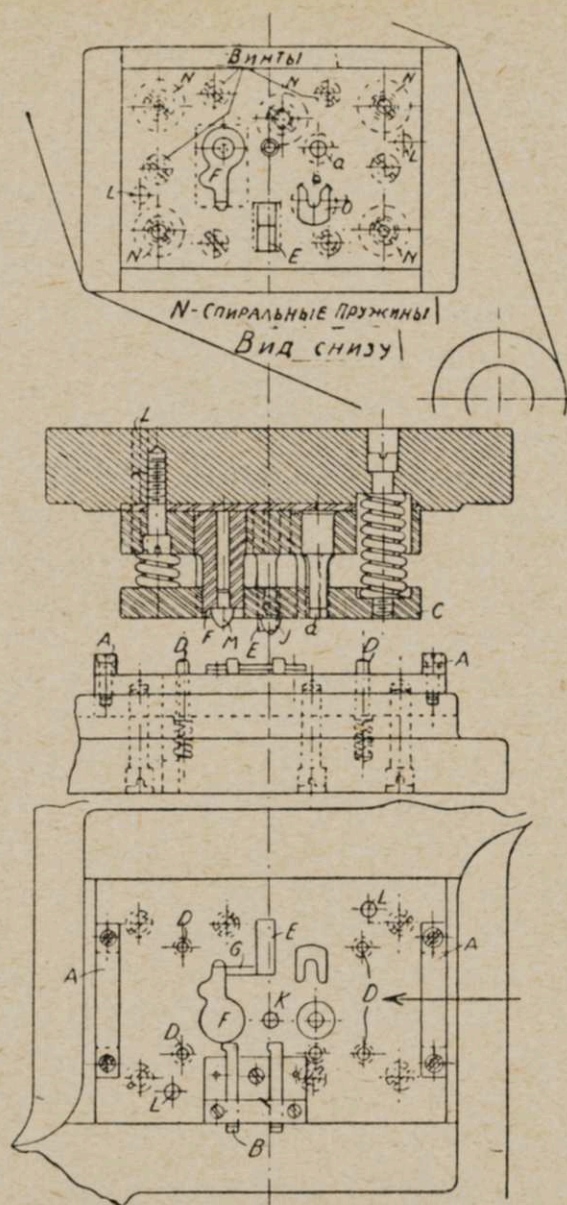
ее пробивку. После этого державка *C* снова поднимается кверху под действием выталкивателя *F* с рычагом (не показанным на чертеже), и все части принимают свое первоначальное положение.

Та же работа в случае гильз больших размеров и т. п. может выполняться и с помощью штампов, сконструированных иначе. Пуансоны, как и в предыдущем случае, устанавливаются радиально, но внутри гильзы, так что при пробивке они должны двигаться наружу, к стенкам гильзы. Для осуществления этого движения в плоскости пуансонов и между ними устанавливается кулачная шайба почти квадратной формы, которой сообщаются повороты в одну и в другую сторону. Когда углы шайбы встречают пуансоны, они отжимаются наружу к расположенным против пуансонов матрицам. Обратный ход пуансонов производится пружинами, помещенными в выточках для направления этих пуансонов. Штамп может быть устроен таким образом, чтобы пуансоны были сменными.

Серийный штамп для небольших деталей. На фиг. 90 показан специальный штамп для изготовления небольших крючков из листового материала. Готовое изделие, а также последовательность операций показаны на фиг. 91. Лента подается в направлении, показанном стрелкой. Направление для ленты имеется только по концам матрицы (*A* на фиг. 90). Когда в начале работы полоса вводится в пресс, она занимает правильное положение благодаря упоркам *B*. Во время работы материал удерживается придерживкой *C*, препятствующей его выгибанию. Четыре пружинящие штифта *D* поддерживают ленту на некотором расстоянии от матрицы, когда салазки пресса не находятся в своем нижнем положении.

Справа пуансонами *a* и *b* пробиваются отверстия *a* и язычок *b* (см. фиг. 91). При следующей операции язычок загибается под прямым углом пуансоном *E* и, наконец, вся



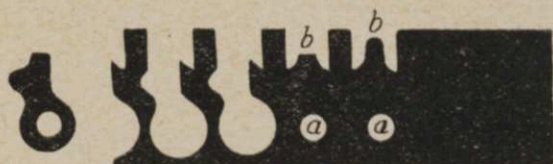


Фиг. 90. Серийный штамп для небольших крючков.



деталь вырубается пуансоном *F*. Все операции происходят, конечно, одновременно, так что за каждый ход салазок получается готовое изделие.

Особый интерес в этом штампе представляет способ останковки ленты в правильном положении перед каждым рабочим ходом салазок. После того, как язычок *b* загнут на матрице у *E*, происходит подача полосы вперед, причем язычок попадает в щель *G* и останавливает полосу, когда он упрется в конец щели. При ходе салазок вниз регулирующий штифт входит в ранее пробитое отверстие *I* и соответствующее от-



Фиг. 91.

верстие *K* матрицы и ставит материал точно в требуемое положение. Также пуансон *F* снабжен фиксирующим штифтом *M*. *L*—конические штифты, фиксирующие относительное положение частей инструмента.

Штамп, изображенный на фиг. 92, также имеет ряд интересных деталей. Он предназначен для штамповки деталей, показанных на фиг. 93. Так как V-образная часть *a* одного конца и *b*—другого конца детали должны быть обработаны, их кромки подвергаются операции шавровки. Поэтому сначала штампуются эти части (*c* и *d*), и когда после этого штампуются весь предмет, эти кромки во время этой же операции как бы шавруются и получают чистую поверхность, благодаря тому, что при этом снимается очень тонкая стружка.

Для получения того точного направления полосы, которое необходимо для последней операции, полоса фиксируется двумя установочными штифтами *E* и *F*, из которых первый







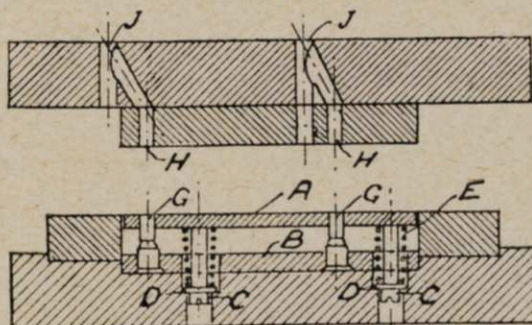
стали должна составлять лишь  $\frac{1}{10}$  толщины листа. Если она слишком толста, то кромки предмета получаются неровными.

Для того, чтобы предварительно придать полосе приблизительно надлежащее положение, штамп снабжен автомати-



Фиг. 93.

ческим упором *A*, который приводится в действие концом винта, ввернутого в пуансон. Отверстие в упоре для пальца *B* обработано в обе стороны на конус, так что этот палец может несколько перемещаться также и в горизонтальной плоскости. Для установки его служит винт *G*.



Фиг. 94. Комбинированный штамп.

Комбинированный штамп специальной конструкции. Комбинированный штамп, изображенный на фиг. 94, предназначен для вырезания кружков с двумя дырами в них. Конструкцией предусмотрена возможность съемки и установки снимателя без отвинчивания каких-либо



винтов. Это ценно потому, что во многих случаях отвинчивать или затягивать винты очень трудно вследствие ограниченности места.

Винты *C* снабжены в этом штампе шайбами *D*, на которых покоятся спиральные пружины *E* для снимателя *A*. Шайбы опираются на уступы, а винты, как обычно, ввернуты в сниматель. Пружины проходят сквозь достаточно широкие отверстия в пуансонной плите, в которой закреплены небольшие пуансоны *G*. Сниматель *A* можно, следовательно, очень просто снимать и ставить на место. На чертеже показано также широко распространенное устройство для удаления обеих выдавок. Они или выпадают из отверстий матрицы *H*, или постепенно набиваются в них, поднимаются до отверстий *J* и из них выпадают вниз.

Приведенные примеры дают лишь общее представление о тех различных путях, к которым приходится прибегать для разрешения наиболее простыми способами поставленных задач. Их можно было бы привести гораздо больше, если бы позволяло место.

---



## Перфорирование листов.

Перфорированные листы получили за последнее время очень большое применение, например, в теплотехнике, в пивоварении, в сортировочных машинах для разных целей, в устройствах для просеивания, а также в качестве материала для изготовления диффузорных и триерных сит и т. под.

Некоторые сорта таких листов должны быть снабжены очень большим числом небольших дыр, расположенных очень близко друг к другу. Разнообразие в этом отношении почти безгранично, и многие работы по перфорированию представляют поэтому большие трудности.

В вопросе о качестве листового материала можно было бы полагать, что наиболее мягкий является наилучшим. Это, однако, не совсем верно, так как мягкий лист легко гнется вследствие появляющихся при перфорировании неравномерных напряжений. На мягких листах остается, кроме того, больше грата вокруг кромок отверстий. Твердокатанные листы поэтому лучше, и, как общее правило, относительно обыкновенных черных листов можно сказать, что листы, отливающие больше красным цветом, следует предпочитать тем, поверхность которых имеет синеватый отлив. Красный оттенок указывает на то, что прокатка во время последнего пропуска через валки стана происходила при поливании водой, и что материал поэтому, так сказать, «более твердокатанный». Медные, латунные и алюминиевые листы также дают лучший результат, если они получены холодной прокаткой.



Листы черного железа перед перфорированием необходимо протравливать. Окалина, остающаяся на непротравленных листах, действует на пуансоны, как наждак, так что через короткое время концы их становятся уже и дают острый грат вокруг отверстия. В соответствующей мере изнашивается и отверстие матрицы, так что режущая кромка становится тупой, а отверстие—больше.

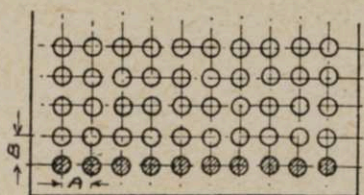
Для облегчения выхода пуансонов из пробитых отверстий листы покрываются каким-нибудь маслом. Как и при всякой пробивке, диаметр пуансонов делается меньше диаметра отверстий в матрице (см. стр. 43—45). При правильном соотношении между ними требуется меньше масла, а кроме того можно применять масло более низкосортное. Это имеет значение не только в отношении экономии расхода масла, но и потому, что лист, смазанный, например, лишь с одной стороны, легче потом отчистить. Более толстые листы требуют более обильной смазки, нежели тонкие.

Один опытный техник по перфорированию дает следующие соотношения между диаметрами пуансонов и отверстиями в матрицах. Для материала толщиной от 0,5 до 1 мм диаметры могут быть почти одинаковыми. Для листов толщиной от 1,25 до 2 мм разница в диаметрах делается около 0,2 мм, для листов от 2,25 до 3 мм разница 0,4 мм, для 5-ти миллиметровых листов  $5 \times 0,2 = 1$  мм и т. д. (ср. стр. 44).

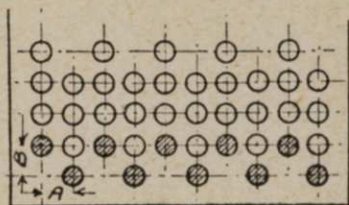
При выборе перфорировочного штампа можно идти двумя путями, а именно: либо делать штамп с количеством пуансонов, соответствующим числу отверстий по ширине полосы, либо делать это количество меньше; в последнем случае для пробивки полного ряда отверстий можно применять несколько ударов салазок или же пропускать материал через пресс два или более раз. В некоторых случаях размещение определенного числа пуансонов по ширине представляет известные затруднения, и такие штампы, конечно, обходятся дороже. К этому присоединяются еще два обстоятель-



ства, которые необходимо принимать во внимание при выборе перфорировочного штампа. Одно из них состоит в том, что опасность поломки или изгиба какого-либо из пуансонов, конечно, тем больше, чем больше количество последних в штампе, а такая неполадка связана с потерей времени. Другая причина, которая в известных случаях имеет еще большее значение, заключается в том, что, когда несколько близко расположенных отверстий пробиваются одновременно, остающиеся между ними перегородки подвергаются очень



Фиг. 95.



Фиг. 96.

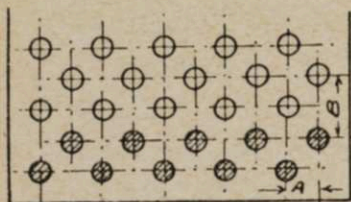
большим напряжениям вследствие истечения материала, вызываемого давлением пуансонов. Эти напряжения могут привести к тому, что материал перегородок даст трещину или же пуансоны застрянут в отверстиях и сломаются, когда салазки пресса начнут подниматься вверх.

Поэтому чаще всего ограничиваются меньшим числом пуансонов. Их можно, однако, расположить таким образом, чтобы пробивка заканчивалась за один пропуск полосы через пресс, при этом пробивка одного ряда отверстий (по ширине листа или полосы) производится за несколько ходов салазок пресса.

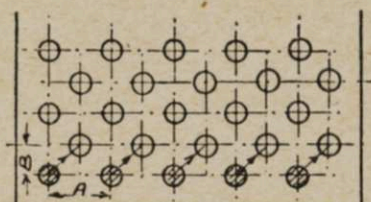
На фиг. 95 и 96 показаны два способа пробивки одинаковых рядов отверстий за один проход материала. Величина подачи  $B$  в обоих случаях одинакова. Расположение пуансонов показано заштрихованными кружками. При том же расположении пуансонов, как на фиг. 96, но с подачей



в два раза большей, получается диагональное расположение отверстий, как изображено на фиг. 97. То же расположение отверстий может быть получено также и с одним рядом



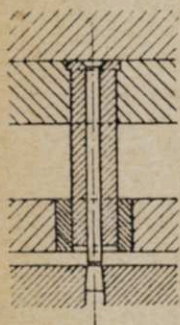
Фиг. 97.



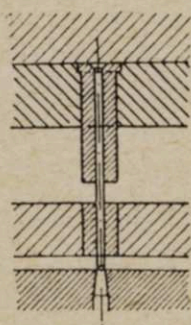
Фиг. 98.

пуансонов по фиг. 98, при чем здесь движение подачи чередуется с боковым движением материала. (Ср. также фиг. 48 на стр. 67).

Когда один штамп содержит сравнительно большое количество пуансонов, их делают разной длины, так, чтобы часть их пробивала материал раньше остальных. Этим достигается то, что потребное для пробивки максимальное усилие будет значительно меньше, чем в том случае, когда все пуансоны встречают материал одновременно. Для того, чтобы такие пуансоны, имеющие часто небольшой диаметр, не пружинили, их делают несколько возможно короткими.



Фиг. 99.



Фиг. 100.

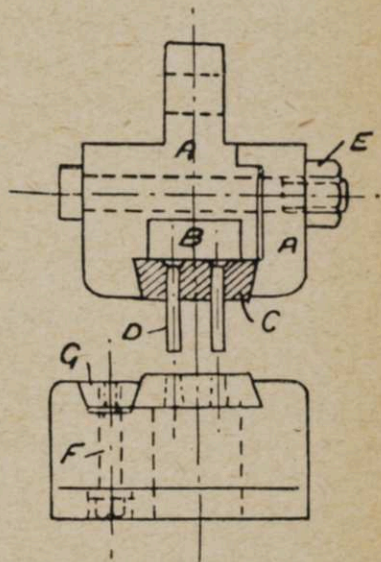
Направления для тонких пуансонов.

Другой способ предохранения тонких пуансонов от пружинения или обламывания состоит в устройстве особых направляющих по фиг. 99. Предполагается, что инструмент в данном случае снабжен направляющей плитой. Пуансон



почти по всей своей длине охватывается гильзой, которая направляется втулкой в направляющей плите. Если место не позволяет пропустить гильзу вниз через направляющую плиту, можно почти с тем же успехом применить конструкцию, показанную на фиг. 100. Этот способ следует особенно рекомендовать в тех случаях, когда толщина листа велика сравнительно с диаметром пуансонов. Гильза и втулка должны быть в этом случае закалены и отшлифованы до точных размеров.

Во многих случаях необходимо предусмотреть возможность вынимать пуансоны в сторону, так как высота между салазками и столом пресса мала. Штамп подобной конструкции показан на фиг. 101. Он состоит из составной пуансонной державки *A*, одна часть которой выполнена в виде зажимной скобы, стальной подкладки *B*, пуансонной головки *C* и пуансонов *D*. Чтобы вынуть пуансонную головку вместе с пуансонами, достаточно лишь отпустить гайки *E*. Матрица отжимается книзу и удерживается в надлежащем положении полосой *G*, которая притянута болтами *F*, утопленными на нижней стороне основной плиты. Этим способом различные пуансонные головки и матрицы могут вставляться в одни и те же зажимные приспособления.



Фиг. 101. Штамп, дающий возможность вынимать пуансоны в сторону.

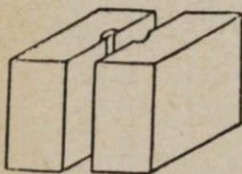
Само собою ясно, что перфорировочный штамп должен быть выполнен с высокой точностью, в частности, чтобы все пуансоны точно соответствовали отверстиям матрицы. Часто пуансонную плиту и матрицу накладывают друг на



друга и сверлят вместе. После закалки матрицы может, однако, случиться, что пуансоны не отвечают отверстиям вследствие поводки матрицы во время закалки.

Пуансоны должны быть пригнаны к пуансонной головке настолько точно, чтобы в случае, если один из них сломается или изогнется, запасной пуансон можно было вставить без помощи какого-либо инструмента, кроме того, который треуется для освобождения пуансонной головки.

Хвосты небольших круглых пуансонов из тянутой стали удобнее всего обжимать в двух зажимных колодках по фиг.



Фиг. 102. Колодки для обжимания хвостов пуансонов.

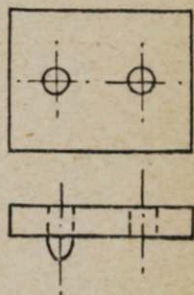
102, полукруглые канавки в которых несколько уже прутковой стали. Отверстие высверливается в прижатых друг к другу колодках, после чего их соприкасающиеся между собой плоскости несколько опиляют. Обточка хвоста пуансонов требует больше работы и, кроме того, ослабляет их, так что они легко ломаются у конуса. Рабочий конец пуансона во многих случаях достаточно лишь запилить по торцу.

Когда требуется изготовить несколько фасонных пуансонов одного и того же контура и размеров, в качестве материала применяют часто фасонную сталь того же или подобного сечения. Если такой стали достать нельзя, материал для всех пуансонов обрабатывается приблизительно до требуемого профиля, после чего один пуансон точно обрабатывают до конца и закаливают. По этому пуансону делают в стальной плите отверстие так, чтобы оно было точно пригнано к пуансону, затем плиту закаливают и шлифуют. При помощи этой плиты все остальные пуансоны обрабатывают до точных размеров. Для этого заготовки для пуансонов впрессовывают или загоняют ударами в отверстие, при чем лишний материал снимается кромками отверстия.



Иногда удобно протягивать материал на требующийся профиль в каленых кулачках, закрепленных в винтовом клуппе. При этом материал необходимо время от времени нагревать, и, если это нужно, облегчать работу посредством опилования.

Пуансоны из серебрянки закаляются при красном калении и более тонкие из них охлаждаются в масле. При закалке в растворе поваренной соли необходимо потом отпускать их до желтого или темно-красного цвета. Хвост нагревают при помощи паяльной лампы до темно-красного цвета. Пуансон не должен иметь твердость больше той, при которой острый трехгранный напильник берет его. Длина должна быть такова, чтобы пуансон не выдавался из державки больше, чем это необходимо. Сталь для пуансонов нужно надпиливать (ножевкой или напильником) кругом на определенную глубину и затем ломать, но не отрубать зубилом.

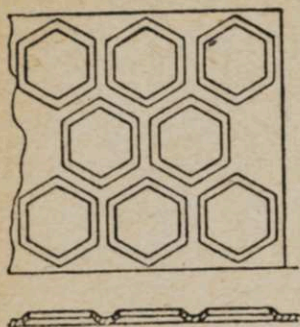


Фиг. 103. Шаблон для просверливания направляющей плиты.

В обыкновенных перфорировочных штампах (которые лишь незначительно отличаются от простых штампов с направляющей плитой) пуансонную плиту изготовляют из поделочной стали. Матрица делается из инструментальной стали и закаливается. Во многих случаях матрицу можно делать также из обыкновенной твердой стали без закалки. Она прикрепляется посредством винтов к чугунной основной плите, имеющей отверстия для винтов, заворачиваемых в стол пресса. Чтобы избежать необходимости утоплять эти отверстия, основная плита должна иметь на верхней стороне отлитые углубления.

Из всех деталей прежде всего просверливается направляющая плита, при чем для этого можно пользоваться шаблонами по фиг. 103, представляющими кондуктор простей-



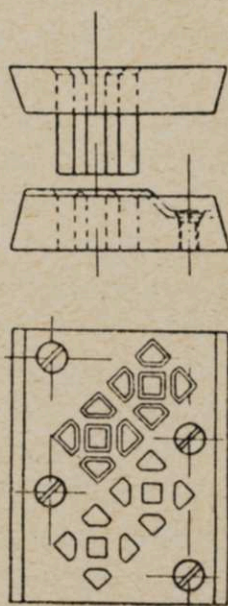


Фиг. 104.

шего типа. После того, как высверлено первое отверстие, в него вставляют штифт шаблона и просверливают следующее отверстие. Матрица и пуансонная плита просверливаются по готовой направляющей плите.

Перфорированные листы для декоративных и т. п. целей выполняются также с отверстиями различной формы. Необходимые для изготовления таких листов штампы обычно отличаются от обыкновенных перфорировочных штампов лишь незначительно.

Отверстия с отогнутыми кромками, например, согласно фиг. 104, получаются таким образом, что отверстия в матрице несколько утоплены, вследствие чего пробивка начинается лишь после того, как лист обжат по этому отверстию. Для этой цели вокруг каждого отверстия на матрице ставятся соответствующей формы накладки, которые прикрепляются к матрице. Матрица может быть также и массивной, с утопленными в ее теле отверстиями, но это можно рекомендовать только для листов из мягкого материала сравнительно большой толщины, который не так быстро изнашивает инструмент. Привертные накладки из листовой стали дают возможность, после их съемки, легко заточить матрицу, поэтому их лучше применять для более твердого материала. Их можно также заменять другими, если отбортовка должна быть глубже или мельче. На фиг. 105 показан такой инструмент для фасонной штамповки и перфорирования листов.



Фиг. 105. Инструмент для фасонной штамповки и перфорирования листов.



Для перфорирования довольно часто применяют специальные перфорировочные станки или пресса, устроенные таким образом, что подачу полосы можно легко изменять, как это нужно. Для пробивки сит, которые имеют обычно большое количество малых отверстий, пользуются особыми прессами, работающими с большим числом оборотов и пробивающими при каждом ходе салазок лишь одно отверстие. Материал для сита получает круговую и боковую подачу, так что дыры располагаются по спирали.



## Обзор работ по соединению между собой различных металлических частей.

Соединение между собой двух или более металлических частей производится двумя способами, а именно—посредством постоянных или посредством временных соединений. В известных случаях такие же работы производятся и с отдельными частями одного и того же предмета, как, например, при сварке в одно целое бандажей для колес. Работы по соединению частей имеют место в следующих случаях:

1. Когда другого способа изготовления предмета не имеется (например, при склепывании или сварке цистерны) или когда должны быть соединены между собой части из различных металлов или сплавов.

2. Для облегчения и удешевления работы, когда изготовление предмета из одного цельного куска металла стоило бы дороже.

3. Когда известная часть предмета должна допускать перестановку или укрепление в различных местах какой-либо машины или сооружения.

В последнем случае применяются преимущественно временные соединения.

Постоянные соединения осуществляются посредством сгибания и скручивания (проволока и т. п.), фальцования, запрессовки, горячей посадки, клепки, сварки, пайки и склеивания.

Временные соединения осуществляются посредством свинчивания и соединения клиньями. В некоторых случаях



соединение может производиться посредством придания обеим частям специальной формы, как, например, в байонетных затворах. Все они, за исключением сварки и пайки, являются чисто механическими способами соединения.

Из перечисленных способов фальцевание было рассмотрено в Томе VI настоящего издания (стр. 147—164). Ниже будут рассмотрены лишь жесткая посадка (запрессовка), посадка «на горячее», клепка, сварка, пайка и склеивание. Остальные способы по сравнению с перечисленными имеют лишь небольшое значение.

---



## Забивание, запрессовка и горячая посадка.

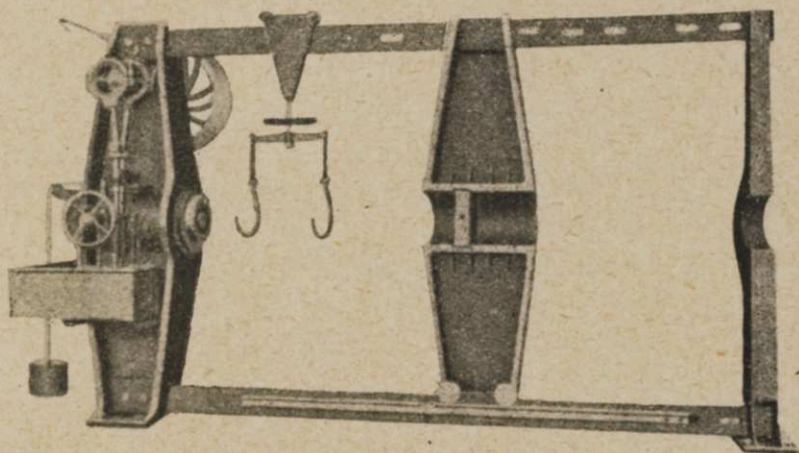
Этим способам соединения можно дать общее название принудительных или фрикционных соединений, так как связь между частями достигается исключительно благодаря сильному трению, вызываемому большим давлением. Это давление при забивании и запрессовке получается вследствие того, что внутренняя часть с силой загоняется во внешнюю, имеющую отверстие с малым припуском, а при горячей посадке — благодаря тому, что внешняя часть при остывании после нагрева сжимается вокруг внутренней части. Фрикционные соединения применяются почти исключительно для частей с цилиндрическими поверхностями соприкосновения, например, для осей в втулках колес, бандажей, гильз и т. п. В некоторых случаях жесткая и горячая посадки применяются одновременно.

Забиванием называют, в отличие от запрессовки, работу, производимую ударами, что может иметь место в случае предметов небольших размеров. В обоих случаях поверхности соприкосновения обеих частей должны быть предварительно точно обработаны. В нижеприводимой таблице (стр. 150—151) приведены допуски для внутренней части, соответствующие отверстиям нормальных размеров (по Иогансону).

Запрессовка оправок применяется, между прочим, для облегчения установки предмета на токарном станке. Оправка загоняется в ранее обработанную втулку изделия и занимает в нем поэтому центральное положение. Токарные оправки шлифуются на конус в несколько сотых миллиметра, чтобы



их легче было пригонять к отверстию. Их можно загонять в втулки ударами, но лучше применять оправочный пресс. Это—обыкновенный пресс, в котором салазки заменены зубчатой рейкой, прижимаемой книзу зубчатым колесом, поворачиваемым посредством двойного рычага, крестовой рукоятки или маховичка.



Фиг. 106. Гидравлический колесный пресс в 200 тонн  
завода «Лидчепинг».

Стол пресса имеет сбоку выемки для оправок различных диаметров и делается поворотным, а иногда и устанавливаемым по высоте.

При запрессовке осей в колеса железнодорожных вагонов и паровозов и т. п. концы осей обтачиваются слегка на конус, например, с натягом 1:200. Запрессовка производится давлением в 5—10 тонн на 1 см диаметра оси. Для этой цели применяются гидравлические колесные пресса, насосы которых приводятся в действие вручную или от привода. На фиг. 106 показан такой пресс с ременным приводом. Гидравлический цилиндр составляет одно целое с главной станиной. Опорная станина помощью реликов опирается на нижнюю балку, так что ее легко можно



Припуски и допуски для внутренних частей (для вала) при посадке

ударами (забивании) и запрессовке (Основание—отверстие).

| Диаметр в мм                                          | 1—3    | 3—6    | 6—10,5 | 10,5—18 | 18—30  | 30—48  | 48—75  | 75—115 | 115—175 | 175—265 | 265—400 |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| <b>Посадка ударами (забивание):</b>                   |        |        |        |         |        |        |        |        |         |         |         |
| минимум . . . . .                                     | +0,003 | +0,005 | +0,007 | +0,008  | +0,008 | +0,008 | +0,007 | +0,006 | +0,005  | +0,005  | +0,005  |
| максимум . . . . .                                    | +0,006 | +0,009 | +0,012 | +0,015  | +0,018 | +0,022 | +0,026 | +0,030 | +0,035  | +0,040  | +0,045  |
| допуск . . . . .                                      | 0,003  | 0,004  | 0,005  | 0,007   | 0,010  | 0,014  | 0,019  | 0,024  | 0,030   | 0,035   | 0,040   |
| <b>Легкая запрессовка (легкая прессовая посадка):</b> |        |        |        |         |        |        |        |        |         |         |         |
| минимум . . . . .                                     | +0,006 | +0,009 | +0,012 | +0,015  | +0,018 | +0,022 | +0,026 | +0,030 | +0,035  | +0,040  | +0,045  |
| максимум . . . . .                                    | +0,010 | +0,015 | +0,021 | +0,028  | +0,036 | +0,045 | +0,054 | +0,065 | +0,077  | +0,090  | +0,105  |
| допуск . . . . .                                      | 0,004  | 0,006  | 0,009  | 0,013   | 0,018  | 0,023  | 0,028  | 0,035  | 0,042   | 0,050   | 0,060   |
| <b>Запрессовка (прессовая посадка):</b>               |        |        |        |         |        |        |        |        |         |         |         |
| минимум . . . . .                                     | +0,010 | +0,015 | +0,021 | +0,028  | +0,036 | +0,045 | +0,054 | +0,065 | +0,077  | +0,090  | +0,105  |
| максимум . . . . .                                    | +0,015 | +0,025 | +0,037 | +0,050  | +0,064 | +0,081 | +0,100 | +0,122 | +0,147  | +0,175  | +0,205  |
| допуск . . . . .                                      | 0,005  | 0,010  | 0,016  | 0,022   | 0,028  | 0,036  | 0,046  | 0,057  | 0,070   | 0,085   | 0,100   |



устанавливать на различных расстояниях от главной станины. Она укрепляется на своем месте посредством клиньев в поперечинах. Насос имеет два поршня—один простой и один—несколько меньший—дифференциальный. Оба они получают движение от эксцентриков на валу, расположенном в станине.

Оба поршня работают одновременно при низком давлении, и тогда плунжер пресса быстро перемещается вперед. Когда сопротивление плунжеру увеличивается, вследствие чего повышается и давление воды, то больший поршень насоса автоматически выключается, и плунжер после этого перемещается значительно медленнее. Как только разгрузочный клапан откроется и давление в цилиндре упадет, пружина возвратит плунжер в первоначальное положение. При запрессовке колесо опирается на опорную станину.

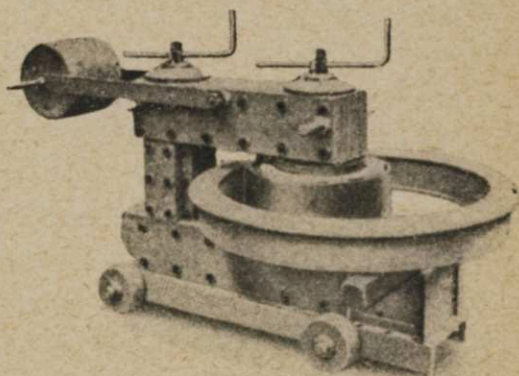
Разница между диаметрами оси и отверстия должна быть такова, чтобы при запрессовке получалось надлежащее давление, которое обычно устанавливается опытным путем. При хорошем материале и надлежащем допуске между осью и втулкой получается весьма значительное сопротивление трения.

Посадка в горячем состоянии применяется, например, для укрепления бандажей на колесах железнодорожных вагонов и др. экипажей, зубчатых венцов на осях, пальцев в кривошипных, втулок в различных частях машин и т. д.

Для нагревания бандажей можно пользоваться пламенной печью или круглым кузнечным горном. Нагревание, однако, происходит лучше при помощи газа и дутья, вводимого в загнутую в виде круга трубу, которая снабжена муфтами для газа. Диаметр образованного трубой круга берется с таким расчетом, чтобы бандаж поместился внутри его и был охвачен пламенем, когда газ будет зажжен. За последнее время начали применять электрическое нагревание бандажей. Для этого через бандаж пропускают электрический ток, который нагревает его вследствие сопротивления, которое металл оказывает прохождению тока.



На фиг. 107 показан такой электронагревательный прибор, изготавливаемый фирмой «Maschinenfabrik Oerlikon» в Эрликоне (Швейцария). Он работает по тому же принципу, как и индукционные печи для плавки стали (см. Том I настоящего издания, стр. 120—124). Бандаж, который должен быть нагрет, образует как бы короткозамкнутую вторичную обмотку трансформатора. В нем индуцируется ток, сила которого пропорциональна числу витков первичной обмотки, и который дает требуемую теплоту. Нагревание получается совершенно равномерным, и время его можно легко регулировать, изменяя число витков. Аппарат удобен для перевозки и применим для бандажей различных диаметров. Обычно бандажи кла-



Фиг. 107. Электрический нагревательный аппарат для бандажей.

дутся вокруг обмотанного стержня, но бандажи малых размеров могут нагреваться и вокруг необмотанного, так как винтовые шпиндели обоих стержней могут быть освобождены и противовес переложен. Аппараты изготавливаются двух величин, для бандажей диам. до 1200 мм и до 2000 мм (соответств. вес бандажей 300 и 550 кг).

До нагрева бандаж обтачивается с внутренней стороны, а колесо—с наружной до таких размеров, чтобы бандаж на каждый метр диаметра был меньше колеса на 0,75—1,5 мм. Обычное значение этой величины (усадка) составляет для бандажей паровозных и тендерных колес  $\frac{1}{800}$  часть диаметра, для колес железнодорожных вагонов—несколько больше. Температура бандажа не должна превы-



шать  $300^{\circ}\text{C}$  и определяется цветами побежалости. Так как стальной бандаж при нагревании до  $100^{\circ}\text{C}$  садится на  $\frac{1}{800} - \frac{1}{900}$ , то температура бандажа около  $200^{\circ}\text{C}$  должна считаться достаточной. Можно также нагревать бандаж в воде, в которой посредством пара поддерживается температура в  $100^{\circ}\text{C}$ . Величина осаживания в этом случае не должна быть больше 0,75 мм (по диаметру), так как расширение будет настолько малым, что трудно будет посадить колесо в бандаж. В виду этого часто доходят до  $300^{\circ}\text{C}$ ; при этой температуре получается достаточный зазор. Ни при каких обстоятельствах нагревание не должно доводиться до начала красного каления.

После нагрева бандаж кладут на ровную подкладку и опускают в него колесо посредством крана или другим способом. Одновременно может применяться и какой-нибудь другой способ закрепления, например, винтами. Чтобы в случае надобности можно было снять бандаж, его необходимо нагреть, причем колесо должно оставаться холодным. Бандажи, которые после работы ослабли, можно снова насадить на колесный центр, применяя прокладки из тонких листов между колесом и бандажом.

Для пальцев кривошипов величину усадки можно брать равной  $\frac{1}{600}$  диаметра. При этом нагреваться должны кривошины. При посадке втулки ударами работа часто облегчается нагреванием окружающей части до того, как втулка загоняется на место.

Одевание шин на деревянные колеса обыкновенных повозок общеизвестно и ничем не отличается от другой подобной работы, за исключением того, что мера усадки здесь не должна быть особенно точной. Посадка в горячем состоянии имеет большее применение также при изготовлении орудий.

При посадке в горячем состоянии одной части на другую требуемый эффект достигается, конечно, лишь за счет упругих изменений. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы предмет не нагревался до такой температуры, при которой применяемые для посадки усилия дают уже остающиеся деформации.



К Л Е П К А



## Введение.

Клепка представляет собою рабочий процесс, при котором два или большее число предметов, предварительно снабженных отверстиями, соединяются между собою посредством нескольких стержней—заклепок, которые вводятся в заранее приготовленные и расположенные друг против друга дыры в этих предметах и затем расклепываются, так что обе головки заклепок сжимают соединяемые части. Расклепывание производится при помощи обжимок (или непосредственно клепальных молотков), при чем заклепка удерживается в это время на месте посредством поддержки того или иного устройства. К клепке чаще всего относят и подготовку заклепочных отверстий.

Обычно одна головка заклепки — основная (закладная), первая бывает готова ранее постановки ее на место, и работа самой клепки сводится поэтому к расклепыванию высадной или замыкающей (второй) головки. Так наз. штифтовая или шпилечная клепка, при которой заклепки заменены прямыми стержнями, расклепываемыми с обоих концов, получила лишь небольшое распространение; это объясняется трудностью высаживания головок одинаковой величины на обоих концах стержня. Большое преимущество штифтовой клепки заключается в том, что она позволяет держать на складе завода лишь заклепочный (прутковый) материал, вместо того, чтобы иметь в запасе большое количество заклепок различных диаметров и длин, как это имеет место в настоящее время почти на всех заводах.



При рассмотрении рабочих процессов, из которых состоит клепка, необходимо различать две области применения: клепка тонких листов и клепка толстых листов. Работы первого рода приходится производить значительно реже, нежели второго, при чем в этих случаях расклепывание головок производится на холоду, т.-е. без предварительного нагрева, тогда как при клепке толстых листов предварительный нагрев заклепок является неизбежным. Вообще говоря, холодная клепка применяется для заклепок диаметром до 10 мм.

Независимо от толщины соединяемых листов, посадка замыкающих головок производится либо вручную, либо при помощи машин. В последнем случае работа производится ударами или давлением.

Склепывание листов, фасонного железа и пр. имеет еще и в настоящее время очень широкое применение и едва ли может быть полностью вытеснено другими способами обработки. Тем не менее, за последние годы область применения клепки начала сильно ограничиваться более современными способами работы, а именно, точечной сваркой и кромошной сваркой для тонких листов, ацетиленокислородной сваркой и электросваркой — для толстых листов.

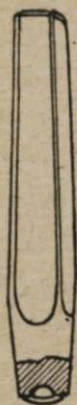
---



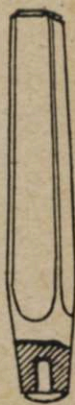
## Инструменты и машины для клепки тонких листов.

Соединение между собой тонких листов производится обычно посредством фальцевания, и к клепке прибегают поэтому лишь в более специальных случаях, например, для небольших деталей, петель, частей замков, аппаратов и т. п., для прикрепления разных ручек, скоб, ушков, кнопок и т. д., а также—в тех случаях, когда фальцевание не дает достаточно прочного соединения или когда сравнительно большая толщина листа затрудняет фальцовку.

Ручная клепка тонких металлических листов производится обжимкой по фиг. 108, на торце которой имеется выемка, соответствующая форме замыкающей головки заклепки. Для поддержания во время клепки посадочной головки применяется матрица, так наз. поддержка—с выемкой для этой головки. Эта поддержка может быть зажата, например, в тисках. Для получения плотного и прочного шва листы необходимо хорошо прижать друг к другу, после того, как в их отверстия вставлена заклепка. Для этого применяется так наз. прижим, изображенный на фиг. 109. В нем высверлено цилиндрическое отверстие (глухое), которым прижим надевается на стержень заклепки. Ударами молота по этому инструменту листы прижимаются друг к другу. Лишь после этого накладывают



Фиг. 108.  
Обжимка.



Фиг. 109.  
Прижим.



обжимку и расклепывают замыкающую головку заклепки. Прижим и обжимка часто соединены в одно целое, т.-е. выемка и отверстие сделаны в одном и том же инструменте (так наз. комбинированный прижим с обжимкой).

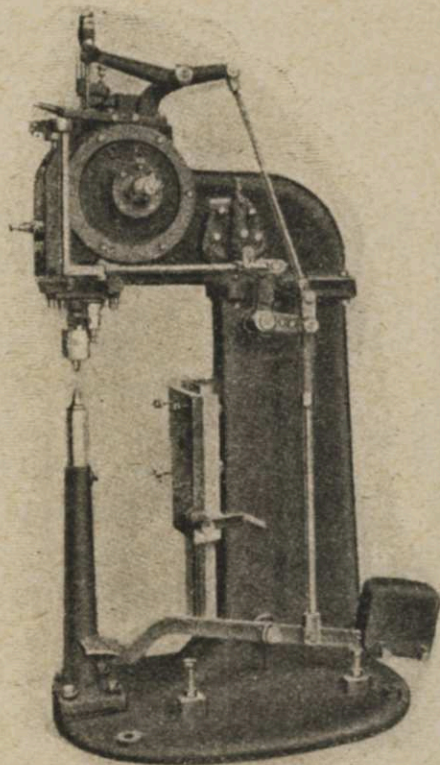
При ручной клепке необходимо соблюдать два следующих правила: 1) удары не должны быть слишком сильными; 2) длина стержня заклепки должна быть такова, чтобы, с одной стороны, имелось достаточно материала для образования замыкающей головки, с другой, чтобы он не изгибался и не происходило мятая листов вокруг заклепочного отверстия. Эти отверстия в случае тонких листов чаще всего пробиваются и лишь в исключительных случаях высверливаются.

Машинная клепка тонких листов производится двумя различными способами, а именно, посредством ударов и посредством давления при вращении. Ударные клепальные машины могут быть подразделены на две группы: 1) машины без обжимок, молотки которых снабжены обыкновенными (гладкими или слегка выпуклыми) бойками, которыми головки заклепок, следовательно, лишь расплющиваются; 2) машины с обжимками, в которых имеются углубления, соответствующие желаемой форме замыкающей головки. Клепальные машины, работающие давлением, с вращательным движением (роликовые клепальные машины) начали распространяться лишь в течение последних лет.

Клепальные машины для тонких листов, предназначенные лишь для расплющивания замыкающих головок, представляют собою легкие пружинные молота, устройство которых допускает регулировку длины хода и силы ударов также во время работы. Они предназначаются скорее для проковки листов (напр., при полировке листов красной меди), чем для клепки, и поэтому для клепальных работ представляют лишь небольшой интерес.



На фиг. 110 показана клепальная машина современной конструкции, работающая ударами (молотковый клепальный станок). Удар производится круглым молотком, при чем одновременно обжимка приводится во вращение вокруг своей

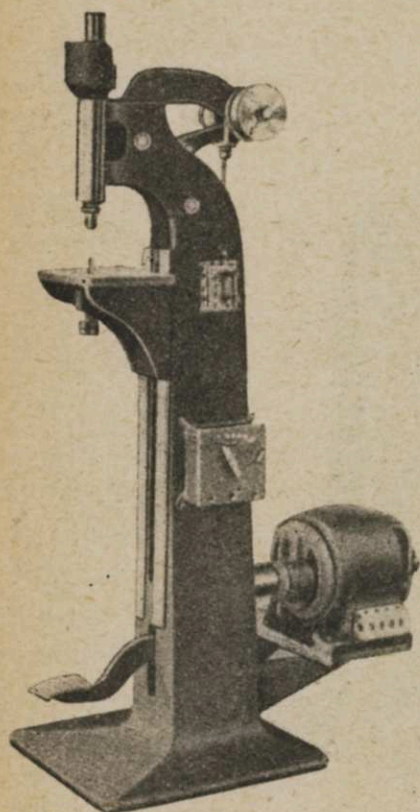


Фиг. 110. Ударная клепальная машина.

оси, что способствует получению чистой замыкающей головки, расположенной центрально со стержнем заклепки. Вращательное движение обжимки может быть выключено, если, например, головке заклепки нужно придать не круглую, а иную форму; в этом случае выемка в обжимке должна иметь, очевидно, форму, соответствующую фасону головки. Регули-



рование силы ударов станка производится либо посредством изменения скорости машины, либо путем установки в ней более легких или более тяжелых молотков. Для того, чтобы убедиться в точности положения обжимки относительно



Фиг. 111. Роликовая клепальная машина.

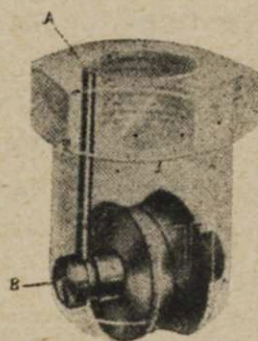
стержня заклепки, молоток можно опустить на заклепку до пуска машины в ход. При помощи этих станков можно делать также и свободно вращающиеся заклепочные соединения, например, заклепывание свободно вращающихся рукояток, частей для поручней и т. д. Подставка для бутылок, собранная из полосового железа, при 58 заклепках диаметром в 3 и 5 мм, может быть склепана на этой машине в течение 6 минут (по данным фирмы). Эти станки изготовляются для холодной клепки заклепок диаметром до 10 мм.

Для расклепывания обыкновенных круглых, шарообразных (так наз. полукруглых) или конусообразных, потайных или обыкновенных (выступающих над листом головок) для свобод-

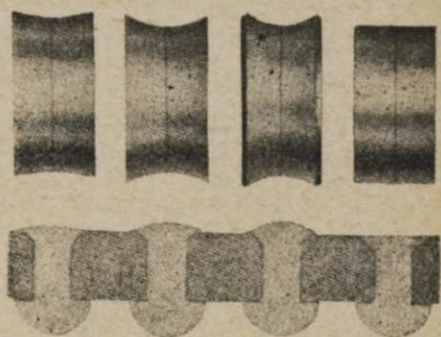
ных или жестких соединений следует, однако, предпочесть показанную на фиг. 111 роликовую клепальную машину. Так как склепывание производится здесь посредством давления при одновременном вращательном движении обжимки, работа клепки происходит бесшумно. Эти машины работают очень быстро и дают необыкновенно красивые, блестящие и ров-



ные головки. Как показывает рисунок, клепальные машины этого рода своим наружным видом напоминают обыкновенный вертикально-сверлильный станок. В своей нижней части вращающийся шпиндель машины снабжен державкой (см. фиг. 112) для колесика или ролика, составленного из двух половин. При подаче вниз шпинделя этот ролик прижимается к концу выступающего стержня заклепки, обе половинки приходят в независимое друг от друга вращательное движе-



Фиг. 112. Державка  
роlikовой клепаль-  
ной машины.



Фиг. 113. Различные профили  
роlikов.

ние, и это вращение вместе с давлением придает заклепочной головке ту форму, которая соответствует профилю ролика (ср. фиг. 113). Осаживание заклепочных головок посредством одного только давления, без предварительного нагрева заклепки, оказалось невозможным, так как стержень последней при этом обязательно сгибается, что, напротив, не имеет места, если работа производится описанным комбинированным способом. Образование заклепочной головки происходит чрезвычайно быстро, почти мгновенно. Эти машины строятся для заклепок диаметром до 10 мм.

Эти машины встречаются нескольких типов, а именно—вертикальные, горизонтальные, двухшпиндельные (для склепки



с двух сторон, напр., черенков ножей и т. под. работ, где производится штифтовая клепка), а также—многошпиндельные для одновременного высаживания головок нескольких заклепок и т. д.

Державка, показанная на фиг. 112, устроена таким образом, что для удаления ролика необходимо несколько свинтить вниз державку с шпинделя, после чего поднимают штифт *A* из желобка, проточенного на валике *B*, выдвигают валик из державки и вынимают освобожденный ролик. На фиг. 113 показано несколько различных профилей роликов вместе с формами обжатых ими заклепочных головок. Поддержка для основной головки сделана сменной и закрепляется в столе или кронштейне. Выемка для основной головки должна быть несколько глубже последней, для того, чтобы заклепка не могла вращаться во время работы \*).

---

\*) Эти машины и инструмент изготовляются фирмой The Grant Manufacturing Machine Co, Bridgeport, Conn.



## **Машины для клепки толстых листов.**

Клепальные машины для толстых листов металла делятся на две больших основных группы: клепальные машины, работающие давлением, и ударные. Последние можно с известным правом отнести к инструменту, так как в большинстве случаев они переносятся вручную от одной заклепки к другой и во время клепки держатся на весу руками рабочего.

### **Клепальные машины, работающие давлением.**

Клепальные машины, работающие давлением, в зависимости от способа передачи силы или среды, посредством которой производится давление, подразделяются на гидравлические, пневматические, электрические, пневматически-гидравлические, электро-гидравлические и чисто механические. Машины последнего типа, предназначенные для ручного привода, встречаются очень редко.

В зависимости от формы станины различают клепальные машины бугельные, станина которых имеет форму скобы или клешни, и машина типа ножниц. Первые строятся либо стационарными, либо переносными (посредством подъемного крана), последние—в большинстве случаев переносными. Переносные клепальные машины предназначаются для клепки больших и тяжелых предметов, у которых заклепочные швы лежат не очень далеко от кромок. Так как бугель или че-



люсти машины должны иметь настолько большой вылет, чтобы клепальный инструмент доходил до любого заклепочного шва, то слишком большое расстояние последних от кромки листа приводило бы к тому, что машина получалась бы слишком большой и тяжелой и, следовательно, неудобной для транспортировки. Для клепки широких котельных барабанов и т. под. применяют стационарные (неподвижные) бугельные машины, у которых нет необходимости ограничивать вылет из соображений облегчения веса машины. Впрочем, чтобы по возможности уменьшить его, станину отливают из стали. Это дает возможность уменьшать и размеры рукава, несущего поддержку, что в свою очередь, позволяет надевать на него и клепать цилиндры и обечайки меньших диаметров.

Клепальные машины типа ножниц применяются для таких работ, для которых станина в форме скобы не подходит, вследствие того, что рабочие детали (поршень и т. п.) находятся в непосредственной близости к обжимке. Для того, чтобы возможно было расположить их иначе, машину конструируют в виде ножниц или двойного бугеля с подвижными рукавами. Цилиндр и поршень помещаются на одном конце их, а клепальный инструмент—на другом. Эти машины снабжаются иногда передачей, сообщающей обжимке прямолинейное движение. Наибольшее распространение получили, однако, бугельные клепальные машины.

Во всех клепальных машинах без прижима для листов подвижная—давящая—обжимка помещается на конце одного рукава бугеля, а неподвижная поддержка—на другом. В гидравлических машинах с прижимом для сжимания листов перед клепкой подвижной инструмент (обжимка или подвижная поддержка) и прижим могут быть устроены либо на одном и том же рукаве, либо — каждый на отдельном рукаве. Первая конструкция представляет то преимущество, что напорную воду приходится подводить лишь к одному



месту, но в то же время цилиндр пресса получает несколько более сложное устройство. Машины с коленчато-шарнирным механизмом или другим чисто механическим рабочим движением не могут иметь прижимов.

При клепке в машинах без прижима заклепку прежде всего вводят в соответствующую дыру листа или изделия, после чего изделию (или машине) дается такое положение, чтобы основная головка попала в углубление поддержки. После этого производится высадка замыкающей головки, для чего обжимка опускается на выступающий конец стержня заклепки.

На фиг. 114 показан процесс работы клепальных машин, в которых прижим расположен на том же рукаве, что и обжимка (в данном случае—подвижная); прижим приводится в действие особым поршнем. Процесс клепки происходит следующим образом:

Положение I. Основная головка лежит в углублении поддержки; заклепка предварительно поставлена на место и предмет занимает надлежащее положение относительно машины.

Положение II. Прижим подается вперед и сжимает склепываемые листы.

Положение III. Обжимка подается вперед и высаживает замыкающую головку. После этого обжимка и прижим отходят назад, при чем предмет освобождается.

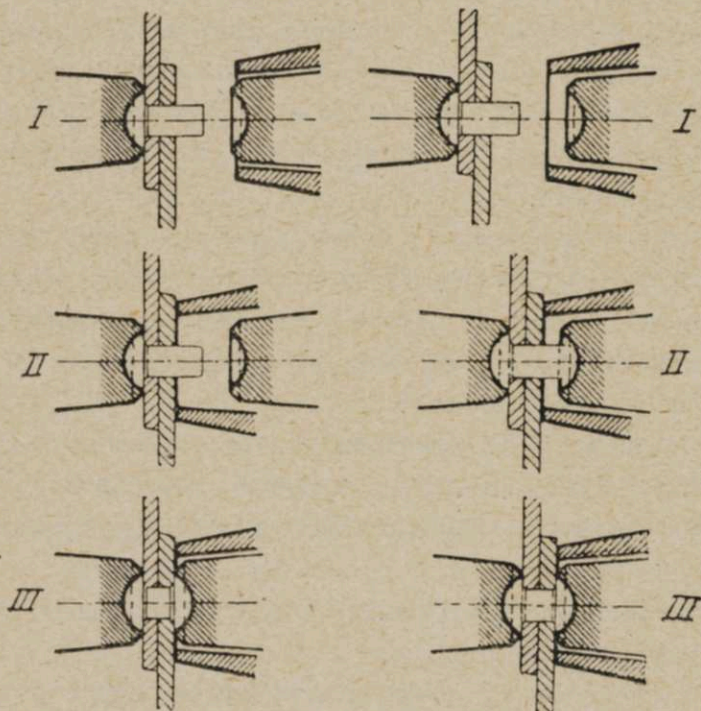
На фиг. 115 показан процесс работы в машинах, в которых поддержка (подвижная) и прижим расположены на противоположных рукавах бугеля. Обжимка находится на том же рукаве, как и прижим, но остается неподвижной во время работы, тогда как требуемое для клепки давление передается поддержкой. Прижим находится под постоянным давлением, и величина последнего составляет примерно 0,3—0,4 давления, требуемого для клепки.



Последовательность работы здесь такова:

Положение I. Основная головка заклепки, как и в предыдущем случае, лежит в выемке подвижной поддержки.

Положение II. Поддержка подается вперед до тех пор, пока листы не встретят прижима, который отходит назад



Фиг. 114.

Фиг. 115.

Процесс работы клепальной машины с прижимом, работающей давлением.

под определенным давлением, достаточным для прижатия листов.

Положение III. При дальнейшем движении вперед поддержки прижим отходит назад еще дальше, и обжимка высаживает замыкающую головку.

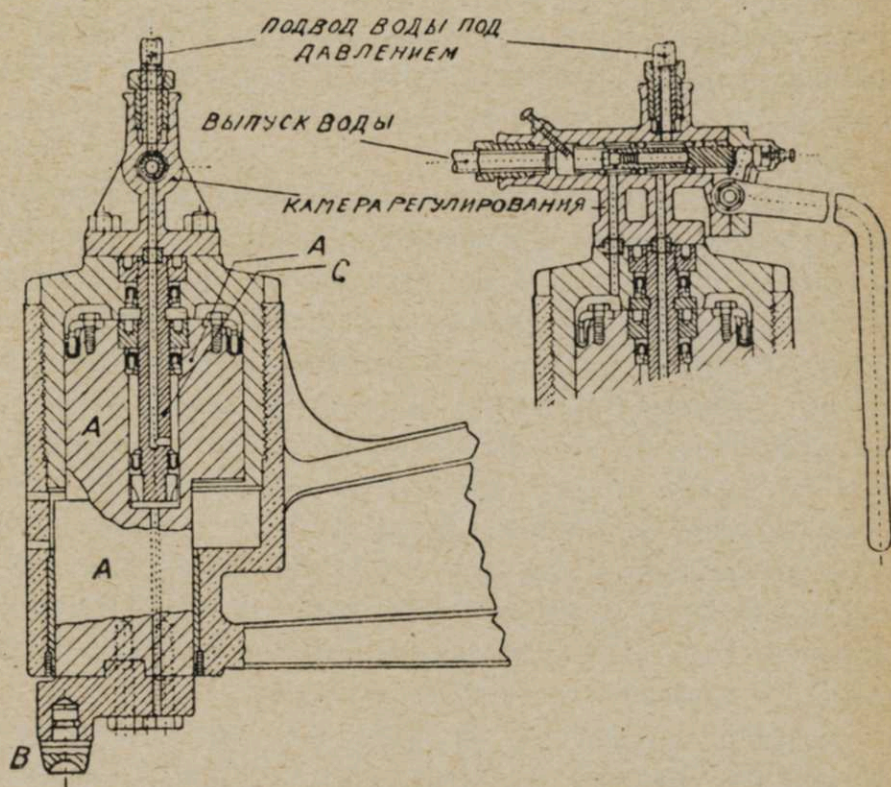
После этого поддержка возвращается в свое исходное положение.



При диаметре заклепки  $d$ , наружный  $D_1$  и внутренний  $D_2$  диаметры прижима должны составлять соответственно:

$$D_1 = 2,5d + 7 \text{ мм}$$

$$D_2 = 2d + 5 \text{ мм}$$



Фиг. 116. Пример устройства цилиндра гидравлической клепальной машины без прижима.

Гидравлические клепальные машины работают напорной водой от гидравлической установки, состоящей из насосов и аккумулятора, так же, как это имеет место в гидравлических ковочных прессах (см. Том V настоящего издания, стр. 159—178). Без аккумуляторов можно обходиться лишь



при небольших машинах с низким напором. Давление воды составляет от 100 до 250 атм.

Клепальные машины могут быть устроены таким образом, чтобы изменение давления на заклепку осуществлялось путем включения в работу разных площадей плунжера (ср. Том V настоящего издания, стр. 162). Встречается также предварительное наполнение цилиндра водой низкого давления, с целью экономии энергии, при движении вперед плунжера до того момента, когда обжимка встретит заклепку.

На фиг. 116 показан пример устройства цилиндра гидравлической клепальной машины без прижима и с простым плунжером. *A* — плунжер для эксцентрично расположенной обжимки *B*. Когда напорная вода поступает в пространство между плунжером *A* и крышкой цилиндра, плунжер подается вперед. Пространство между *A* и *C* находится постоянно под давлением, но так как площадь плунжера *C* обратного хода не велика, то это противодействие легко преодолевается большим плунжером. Когда доступ к нему напорной воды прекращается, плунжер *A* отходит назад под действием давления в пространстве между *A* и *C*. Плунжер обратного хода, таким образом, неподвижен и не принимает участия в движении клепального плунжера.

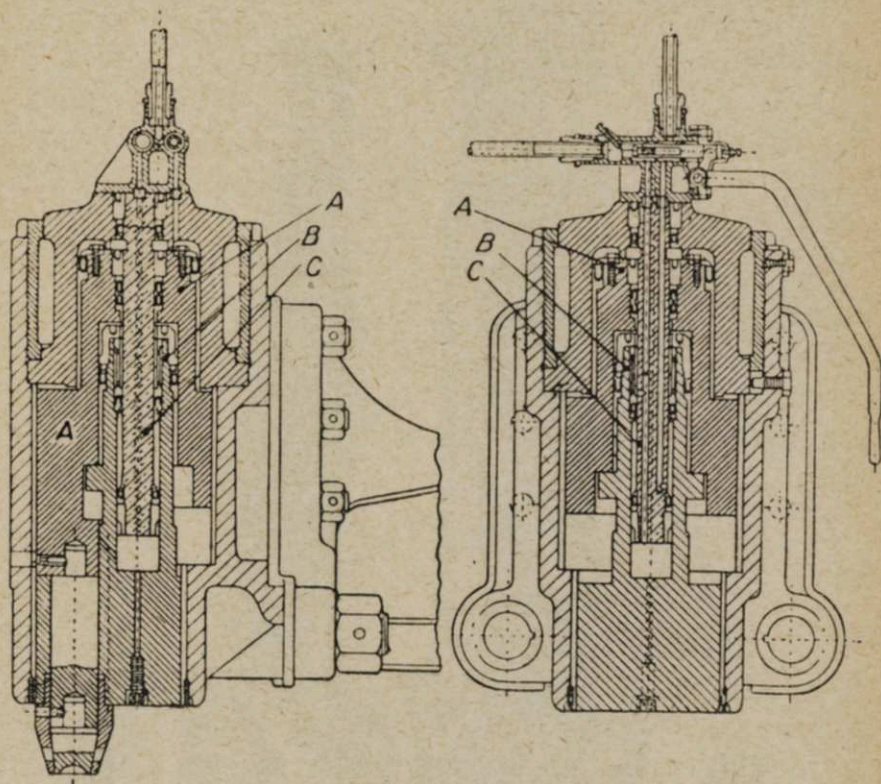
Цилиндр, показанный на фиг. 117, имеет отдельный плунжер для прижима. *A* — клепальный плунжер, *B* — кольцеобразный плунжер для прижима и *C* — плунжер обратного хода. Вода сначала попадает за плунжер *B* и перемещает его вперед, так что листы прижимаются друг к другу. После этого вода входит в пространство позади плунжера *A*, при чем обжимка идет вперед. В последний момент давление на прижим выключается, так что все давление передается на заклепку.

Плунжер обратного хода действует так же, как в предыдущем случае, и возвращает плунжеры *A* и *B* в свое ис-



ходное положение, как только прекращается к ним доступ напорной воды, при одновременном открытии выпуска.

На фиг. 118 показана большая гидравлическая клепальная машина для давлений клепки от 40 до 120 тонн.

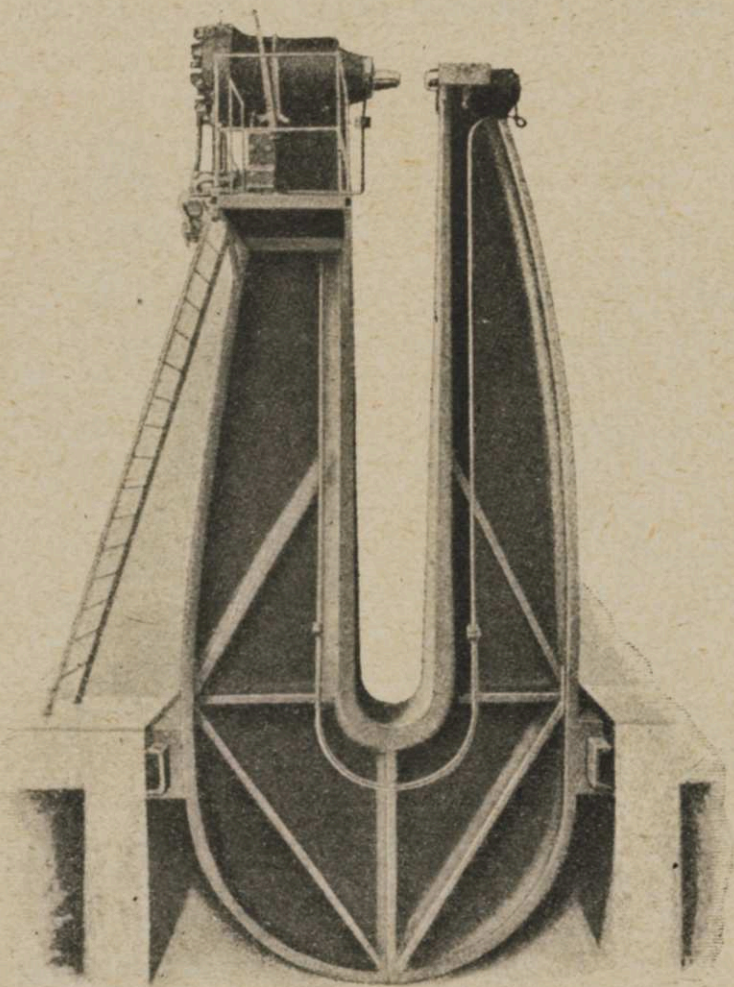


Фиг. 117. Пример устройства цилиндра клепальной машины с прижимом.

На фиг. 119 показана схематически конструкция пневматической машины с коленчато-шарнирным механизмом. Регулирующий кран *А* имеет два канала для выпуска и одно отверстие для впуска воздуха, а воздушный цилиндр—один канал с передней стороны и два—с задней (относительно к поршню). Лишь один из последних каналов, а именно тот, выход которого более удален от крышки цилиндра, служит для выпуска.



Когда обжимка должна идти вперед по направлению к заклепке, кран поворачивается против часовой стрелки

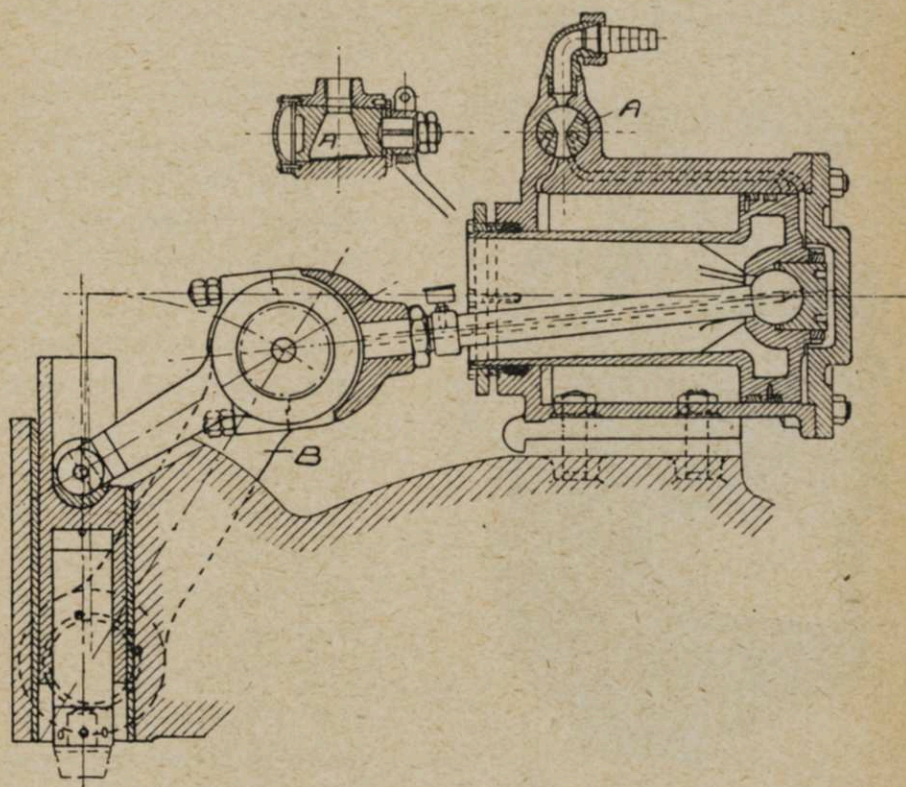


Фиг. 118. Тяжелая гидравлическая клепальная машина.

и при этом обе стороны цилиндра мгновенно соединяются с впуском (положение, показанное на рисунке). Так как задняя площадь поршня значительно больше передней, то



поршень быстро перемещается вперед вхолостую. При дальнейшем поворачивании крана передняя часть цилиндра будет соединяться с одним из выпускных каналов крана и таким образом разгружается от давления. При этом давле-



Фиг. 119. Принцип работы пневматической клепальной машины с коленчато-шарнирным механизмом (фирмы Nydqvist och Holm, Trollhättan).

ние, развиваемое поршнем, достигнет максимума, что, следовательно, соответствует периоду обжатия замыкающей головки заклепки.

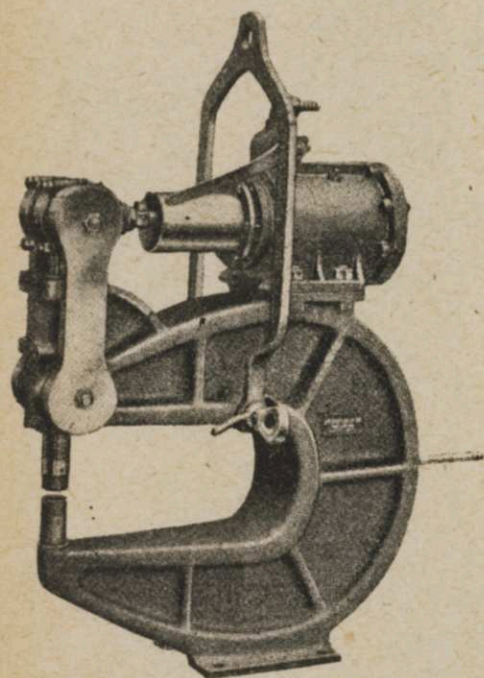
Для обратного хода плунжера кран поворачивают в другую сторону, так что задняя сторона цилиндра соединяется посредством канала с одним из выпускных каналов крана, а передняя сторона цилиндра—с впускным каналом, в ре-



зультате чего плунжер быстро перемещается в обратном направлении. Так как выпускной кран расположен на некотором расстоянии от крышки цилиндра, то при обратном ходе плунжера небольшой объем воздуха запирается в нем; сначала этот воздух сжимается и тормазит плунжер, а затем

через узкое отверстие в плунжере медленно выходит в выпускной канал.

При движении вперед шатуна головка его вынуждена двигаться по дуге круга, так как она соединена с рабочим цилиндром клепального поршня серией В. Конец коленчатого рычага, соединенный с той же цапфой, на которой сидит головка шатуна, движется по той же дуге, что и головка шатуна. Другой конец этого колена, связанный с клепальным поршнем, движется при этом вниз, заставляя этим опускаться клепальный поршень. Наибольшее давление раз-



Фиг. 120. Пневматическая клепальная машина с коленчато-рычажным механизмом (завода Nydqvist och Holm, Trollhättan).

средственно предшествующий тому, когда колено начинает выпрямляться в одну линию с клепальным поршнем. Наружный вид этой машины показан на фиг. 120.

В электрических машинах с коленчатым механизмом клепальный поршень приводится в движение в сущности тем же способом; разница заключается в том, что шатун



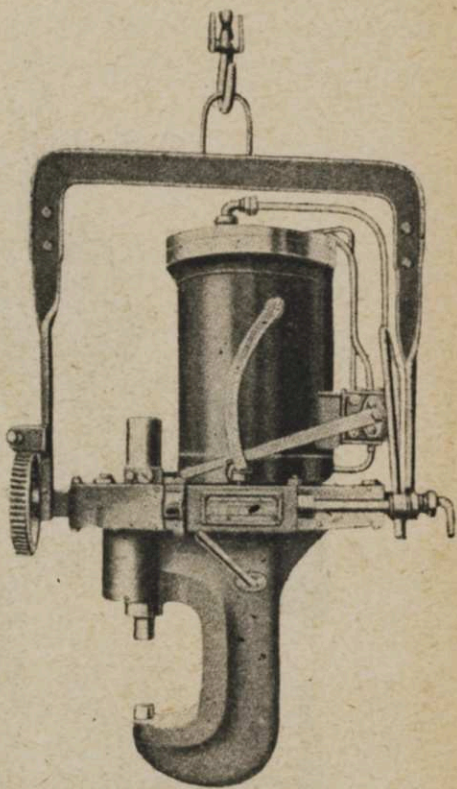
получает свое движение от шкива, который вращается посредством червячной передачи от электромотора. Последний снабжается маховиком, накапливающим энергию, благодаря чему мотор не перегружается во время высадки заклепочной головки.

Пневматические клепальные машины этого типа строятся с вылетом до 4 метров и для заклепок диам. 40 мм. Расход воздуха на заклепку — около 0,5 м<sup>3</sup>.

На фиг. 121 показана пневматическо-гидравлическая клепальная машина. Давление воздуха на поршень большого цилиндра превращается в значительно большее давление в малом гидравлическом цилиндре по тому же принципу, как в паро- и воздушно-гидравлических прессах. В чисто пневматических клепальных машинах поршень большого воздушного цилиндра соединен непосредственно с клепальным поршнем.

На фиг. 122 изображена электро-гидравлическая клепальная машина, в которой энергия электромотора преобразуется в гидравлическое давление.

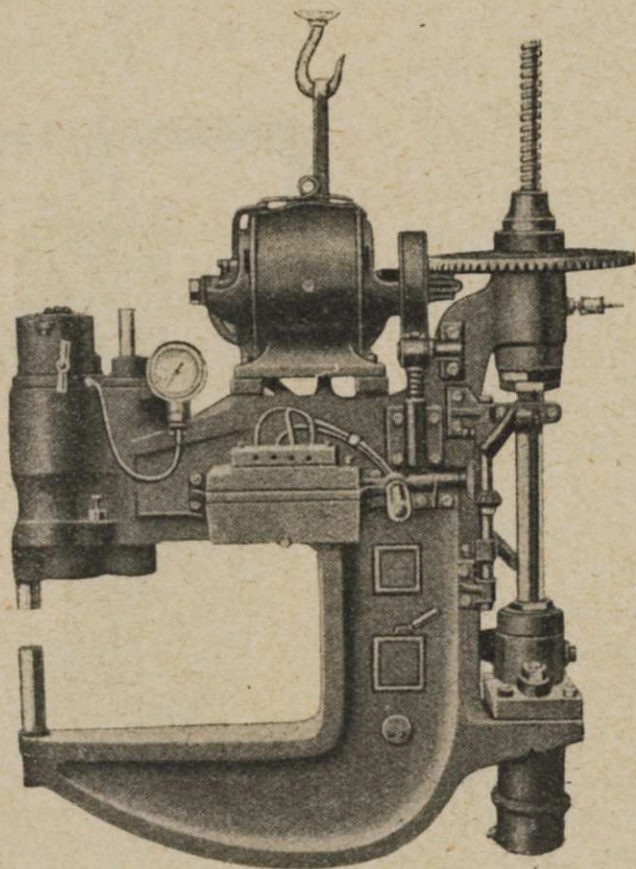
Большое значение для переносных клепальных машин имеют приспособления для подвешивания, кон-



Фиг. 121. Пневматическо-гидравлическая клепальная машина.



струкция которых в значительной степени влияет на удобство работы машиной. Простейший способ состоит в подвешивании машины помощью обыкновенной скобы, которая, где это



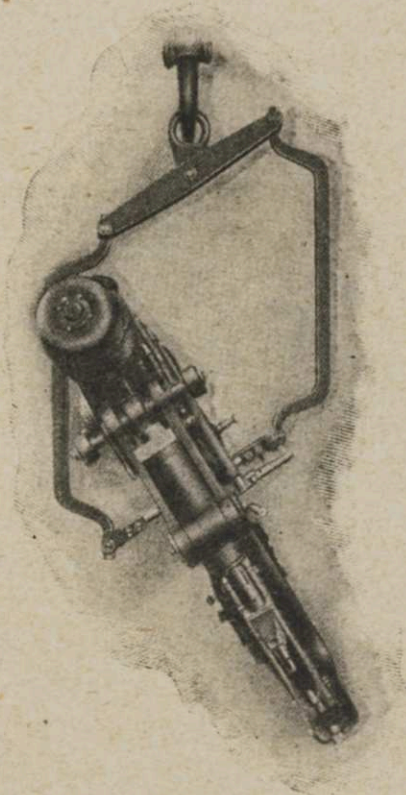
Фиг. 122. Электро-гидравлическая клепальная машина.

возможно (при машинах меньших размеров), укрепляется в центре тяжести машины. Если скоба имеет достаточно большие размеры, машину можно вращать вручную на полный оборот в вертикальной плоскости.

Для того, чтобы машину можно было устанавливать также и под углом к вертикальной плоскости, фирма Leipziger



Maschinenbau-Gesellschaft m. b. H., Leipzig-Sellerhausen сконструировала подвес в виде шарнирного параллелограмма по фиг. 123 (запатентован). Подобно обыкновенным скобам, это приспособление предназначено для небольших машин и дает возможность устанавливать машину почти во всех



Фиг. 123. Подвешивание клепальной машины посредством шарнирного параллелограмма.

встречающихся в практике положениях, хотя, с другой стороны, оно не так совершенно, как описанный ниже вполне универсальный подвес. Параллелограмм связан по углам шарнирами, дающими возможность наклонной установки машины, которую, кроме того, можно поворачивать кругом на полную окружность.



В больших машинах, вылет которых настолько велик, что скобу нельзя укрепить в центре тяжести, точку крепления выбирают в плоскости центра тяжести и устраивают самое соединение таким образом, чтобы машину можно было подвешивать в вертикальном положении (с отверстием бугеля книзу или в сторону) или в горизонтальном. Преимущество подвешивания машины, так сказать, в лежащем положении, состоит в том, что при клепке барабанов их можно располагать горизонтально и вставлять заклепки скобу, с наружной стороны. Обжатие замыкающих головок производится при этом, следовательно, изнутри барабана, и поэтому нет необходимости помещать рабочего для вставки заклепок внутрь барабана.

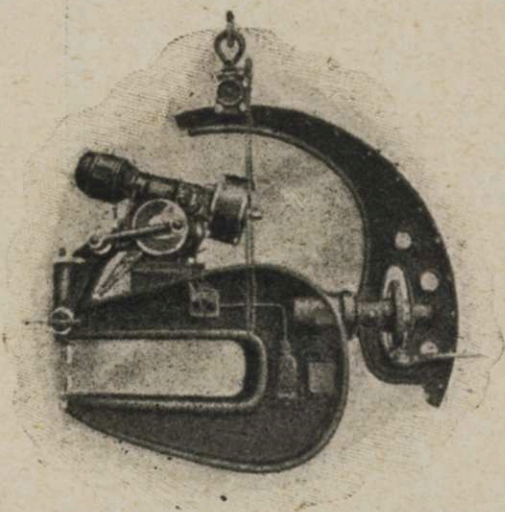
Для установки в наклонном положении крупных клепальных машин применяют универсальные или полууниверсальные подвесы. На фиг. 124 показан универсальный подвес. Установка под углом к вертикальной плоскости производится посредством храповика и червячной передачи, а в вертикальной плоскости—посредством перемещения дуги подвеса в зажиме. В полууниверсальных приспособлениях точка подвески укреплена неподвижно.

Постоянные клепальные машины устанавливаются обычно так, что отверстие бугеля обращено кверху. В этих случаях клепальные машины часто монтируются в углублениях в полу мастерской. Преимущество такой установки состоит в том, что клепальщик может стоять во время работы на самой машине. Кроме того, при больших размерах машины избегается бесполезно большая высота помещения. Встречаются также клепальные машины, допускающие подъем из траншеи и опускание в нее по мере надобности.

При изготовлении рам, нижних частей и других деталей для автомобилей, железнодорожных вагонов и артиллерийских повозок часто приходится иметь дело с такими клепальными работами, которые нельзя выполнить обычными клепальными



машинами, работающими давлением, и которые до сих пор приходилось выполнять вручную или при помощи ударных клепальных машин. За последнее время, однако, наблюдается тенденция выработать специальные типы клепальных машин, работающих давлением и приспособленных специально для клепки в трудно доступных местах предметов. Машины, удовле-



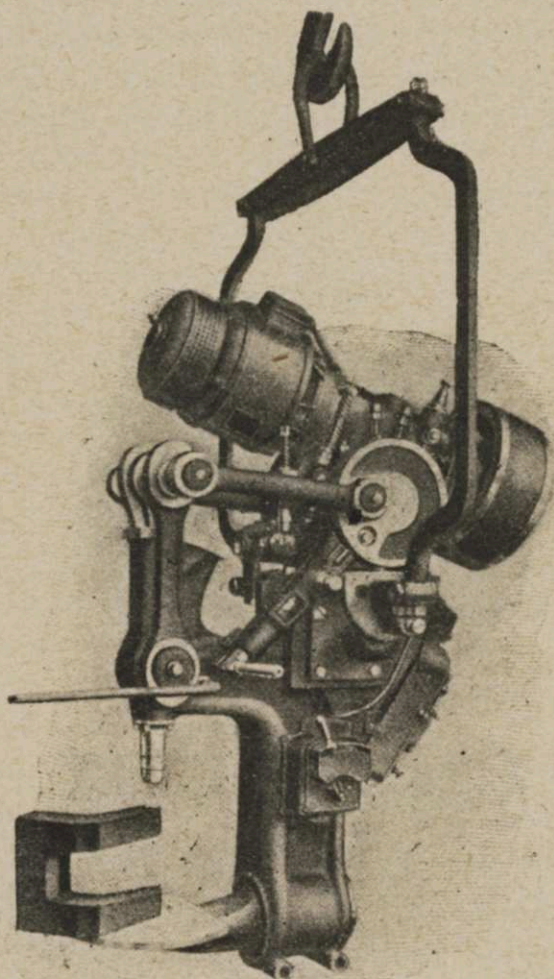
Фиг. 124. Универсальное приспособление  
для подвешивания клепальных машин.

творяющие этому требованию, отличаются более сложной конструкцией и работают специально сконструированным для этой цели инструментом. Описываемый ниже инструмент запатентован фирмой *Leipziger Maschinenbau-Gesellschaft m. b. H. Leipzig-Sellerhausen*.

На фиг. 125 изображена такая специальная клепальная машина, выпускаемая указанной фирмой. Как показывает рисунок, машина имеет конструкцию более типичную для станков, чем для обычных клепальных машин. Она снабжена параллелограммовым подвесом и, кроме того, отъемной подставкой для установки на полу (на рисунке машина пока-



зана без подставки). Стол можно заменять кронштейном, снабженным обыкновенной поддержкой. Эта машина, удобная



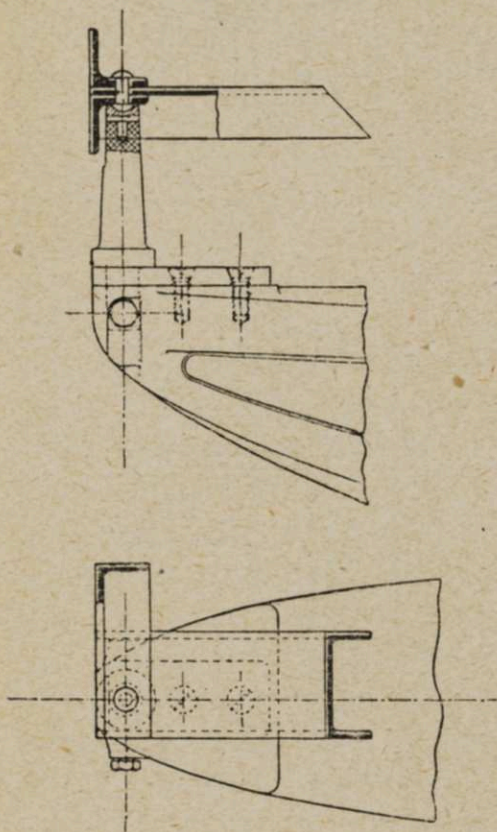
Фиг. 125. Специальная клепальная машина.

для склепывания небольших продольных и поперечных балок посредством угловых накладок, а также—для приклеивания подшипников, косынок и т. п. в узких местах, предназначена для высаживания головок на заклепках диаметром до 19 мм

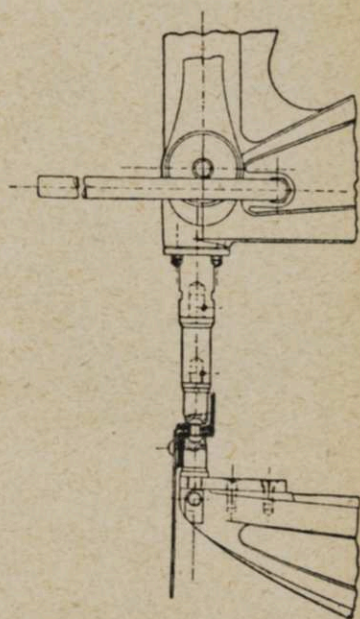


и для давления клепки максимум 25 тонн. Высота и глубина (вылет) зева — соответственно 450 мм и 250 мм.

Для того, чтобы с помощью такой или обыкновенной клепальной машины можно было производить работу в трудно доступных местах, иногда необходимо помещать поддержку в особой державке или удлинять ее. В некоторых случаях может



Фиг. 126. Пример применения удлиненной поддержки.



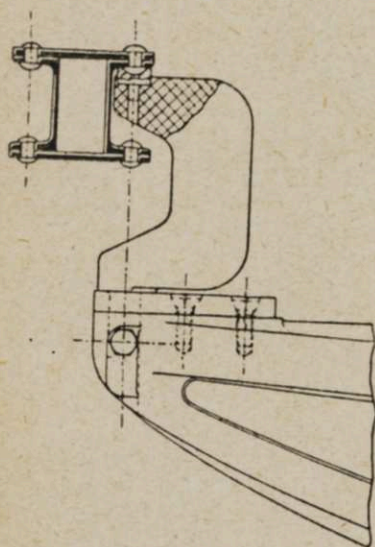
Фиг. 127. Пример прихенения удлиненной обжимки.

оказаться необходимым снабдить особым удлинителем также и клепальный поршень. На фиг. 125 поддержка помещена на особой когтеобразной подставке, которая очень удобна для работы во многих трудно доступных местах. На фиг. 126 и 127 показаны примеры применения удлиненной поддержки и удлиненной обжимки, на фиг. 128—под-

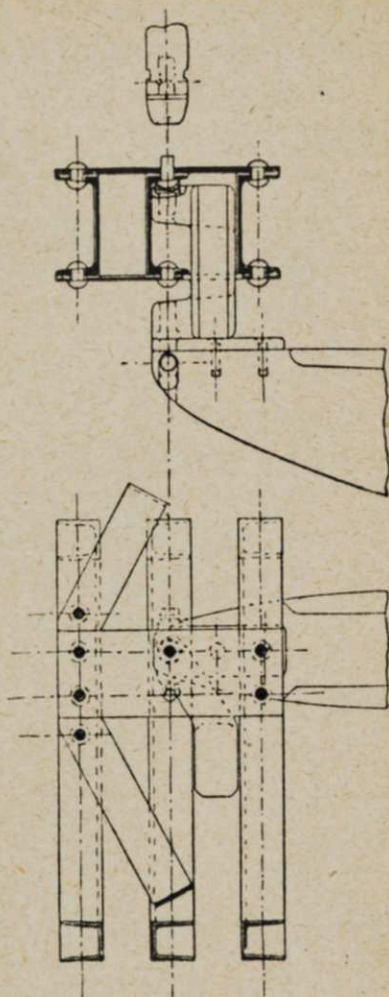


ставка для поддержки прямая а на фиг. 129 — изогнутая (тот же инструмент, как на фиг. 125).

Когда форма изделия такова, что обжатие заклепки должно производиться вне зева машины, пользуются так наз. клепальными тисками, изображенными на фиг. 130. Устрой-



Фиг. 128. Пример применения прямой подставки для поддержки.



Фиг. 129. Пример применения изогнутой подставки для поддержки.

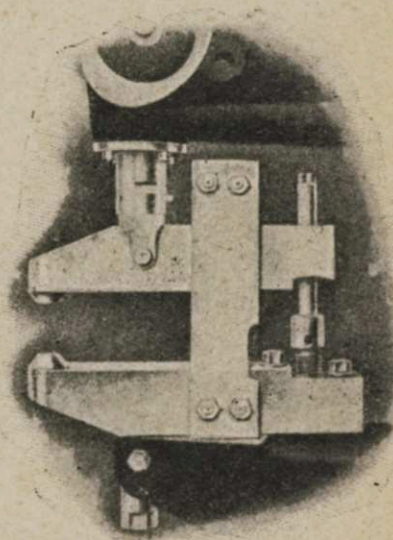
ство их понятно без особых пояснений. На фиг. 131 и 132 показаны для примера два случая применения их. Для клепки в углах резервуаров и т. п. предметов, где заклепки расположены вблизи углов, можно пользоваться подобным же



устройством, но выполненным так, что обжимка и поддержка располагаются впереди и сбоку зева машины.

Для таких работ, где применяются заклепки различных диаметров, которые по практическим соображениям должны клепаться в определенном порядке, так что размеры их часто меняются, можно с успехом пользоваться револьверной обжимкой, показанной на фиг. 133. Она прикрепляется к клепальному поршню так, что может вращаться. Сама обжимка снабжена четырьмя выемками для заклепочных головок разных размеров и для перехода от одного диаметра заклепки к другому достаточно лишь повернуть револьверную обжимку в надлежащее положение. Пружинная поддержка, показанная в разрезе на фиг. 134, применяется для «обратной клепки», т.-е. когда заклепочная головка вместо обжимки образуется поддержкой. Такие случаи имеют место при клепке узких труб и т. п., когда вставка заклепки с внутренней стороны отнимает много времени или даже совершенно невозможна. Вставкой заклепки снаружи, так что стержень ее направлен вниз, достигается также и то, что она не выпадает. Это устройство применяется лишь в соединении с изображенной на том же рисунке скользящей обжимкой.

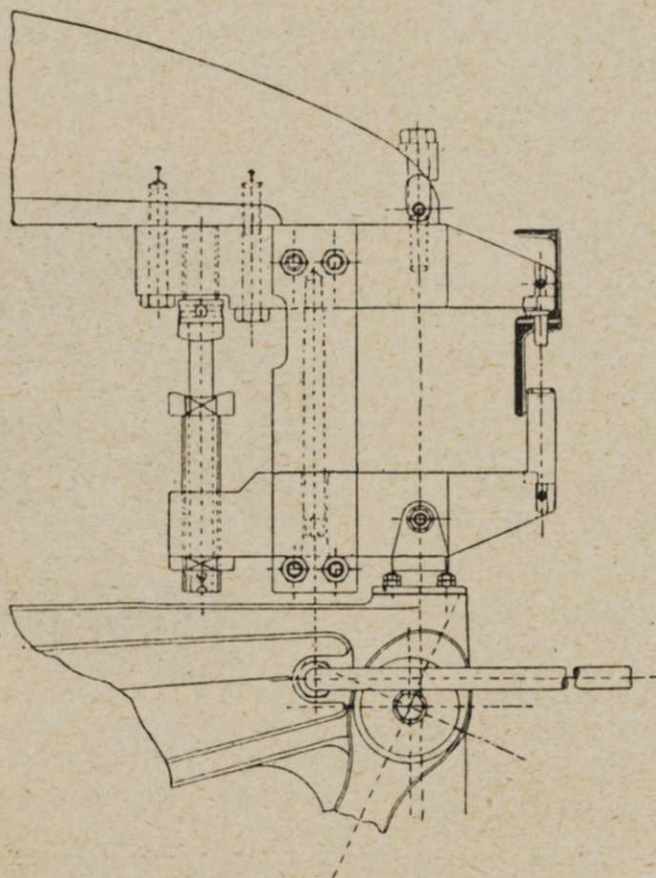
Спиральная пружина, поддерживающая наружное кольцо поддержки, настолько сильна, что держит предмет на весу. Это облегчает установку заклепки на место. При ходе



Фиг. 130. Клепальные тиски.



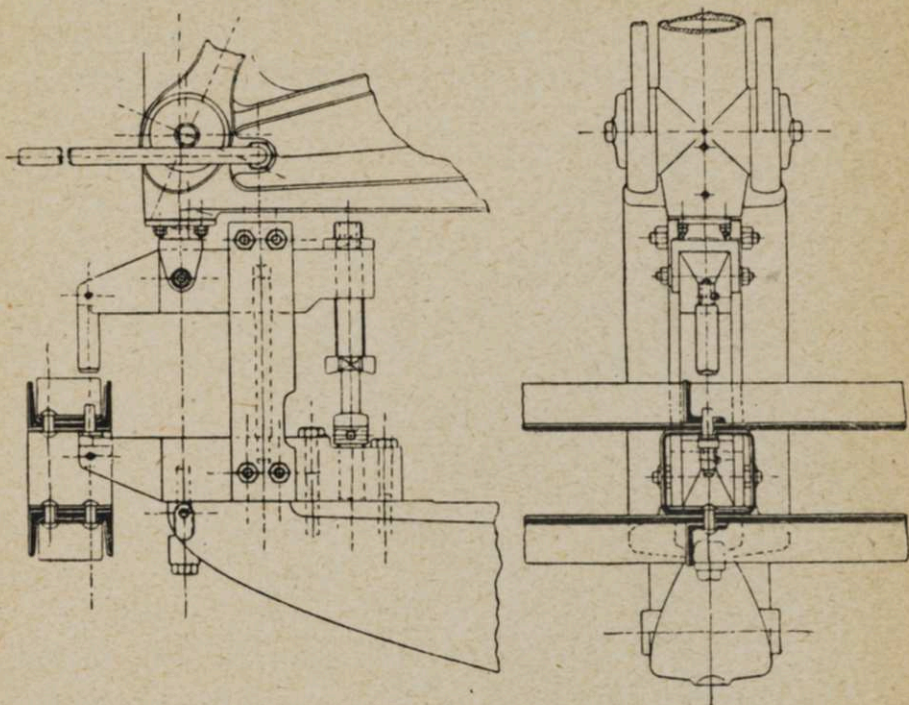
обжимки вниз пружина подается, так что замыкающая головка осаживается в поддержке. Единственным назначением скользящей обжимки является фиксирование положения



4 ил. 131. Пример применения клепальных тисков.

заклепываемого места, причем до начала хода вниз клепального поршня она вручную опускается на головку заклепки. Длина хода клепального поршня такова, что обжимка передвигается в своей державке до того, как начинается осаживание головки. Для перемещения склепываемого изделия скользящая обжимка приподнимается кверху.

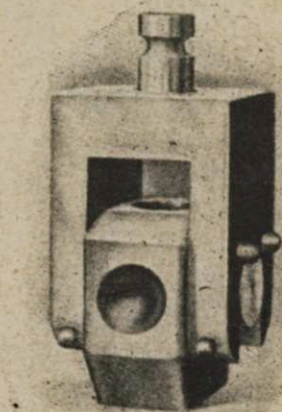




Фиг. 132. Пример применения клепальных тисков.

При одновременном пользовании обоими описанными приспособлениями работа по клепке швов на трубах, бочках и т. под. идет очень быстро, притом она требует от клепальщика лишь небольшого навыка. По имеющимся данным, этим способом можно ставить до 25 заклепок в минуту. Этим же инструментом пользуются и при холодной клепке.

На фиг. 135 изображена специальная машина для штифтовой клепки труб. Она предназначена



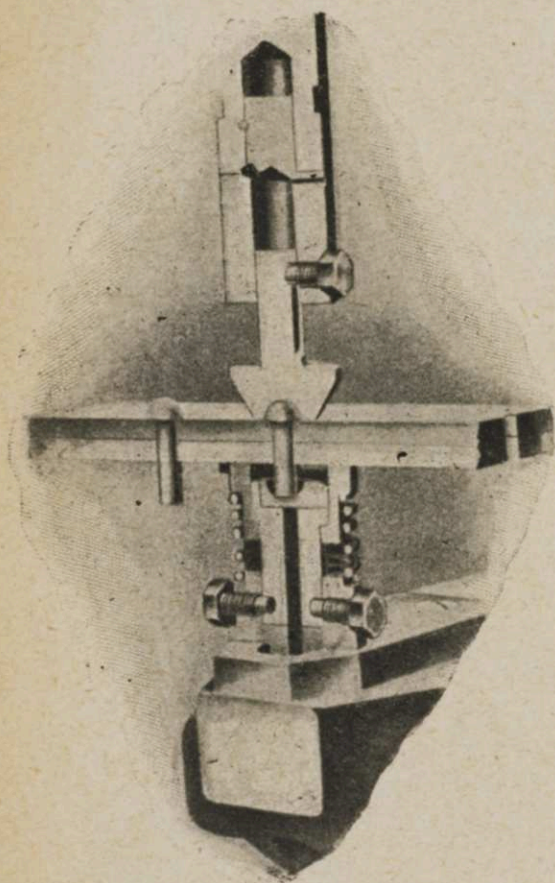
Фиг. 133. Револьверная обжимка,



для холодной клепки заклепок диаметром до 12 мм (давление клепки около 40 тонн). Как показывает рисунок, машина

снабжена приводом от электромотора и предназначена для труб диаметром от 300 до 700 мм.

Детали устройства механизма для штифтовой клепки показаны на фиг. 136. Нижняя часть, укрепленная на кронштейне машины, работает таким же способом, как и пружинная поддержка по фиг. 134. Пружинящее кольцо здесь заменено длинной втулкой 4, несущей подставку для стола 3 и поднимающейся выше поддержки на величину, соответствующую той длине заклепочного штифта, которая необходима для образования нижней головки заклепки.

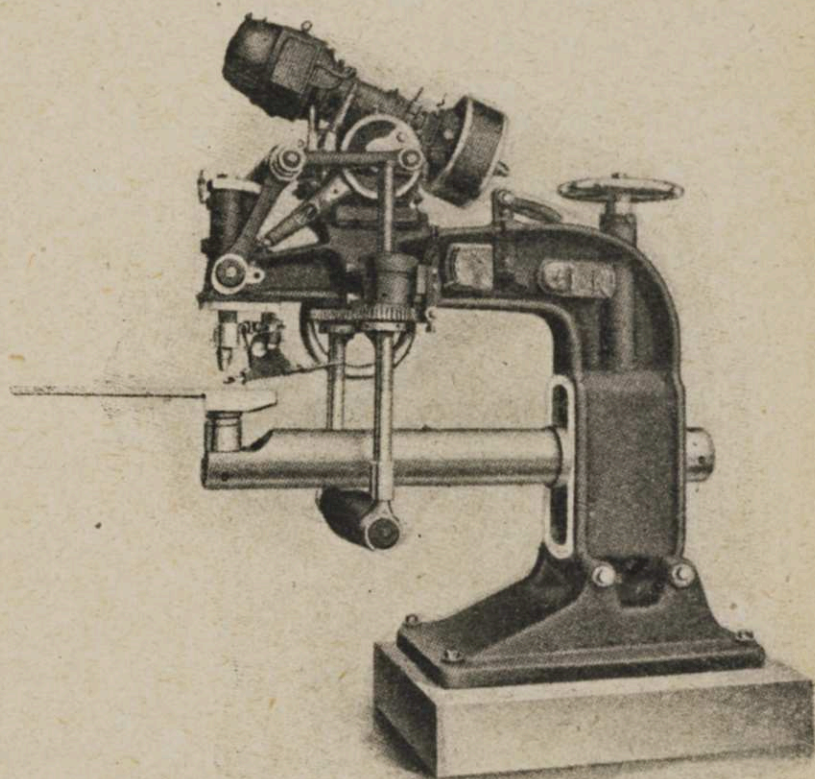


Фиг. 134. Пружинная поддержка и скользящая обжимка.

Штифт вставляется в заклепочное отверстие с наружной стороны машины; выпадению его из дыры препятствует стол станка. Для обеспечения установки заклепки или штифта на продолжении оси заклепочного поршня заготовку вставляют в вырез вилки 9, который направляет ее до тех пор, пока клепальный поршень не опустится настолько, что



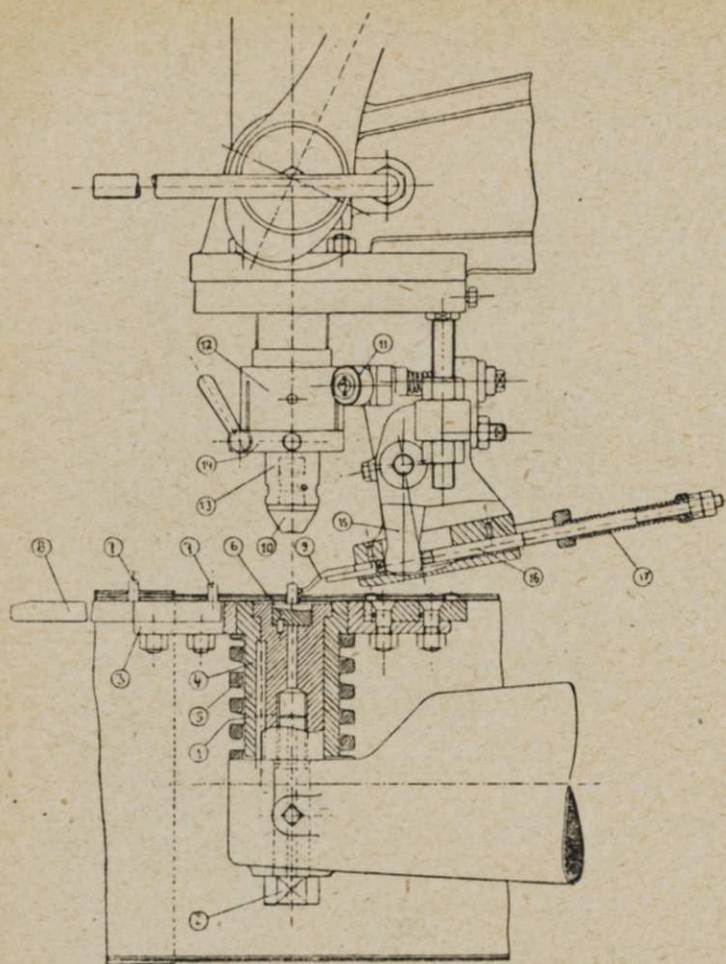
начнется осаживание материала. В этот момент вилка вместе с ее державкой отводится в сторону. При дальнейшем движении вниз клепального поршня штифт вдвигается в углуб-



Фиг. 135. Специальная машина для штифтовой клепки труб.

ление в подушке поддержки и начинается обжатие головок. По мере того, как давление возрастает, предмет, опирающийся на пружинящую втулку 4 и стол 8 опускается вниз до тех пор, пока лист не ляжет на поддержку. При обратном ходе клепального поршня вилка 9 с ее кронштейном





Фиг. 136. Механизм для штифтовой клепки  
(детали устройства машины по фиг. 135).

возвращаются в свое исходное положение, после чего можно поставить в надлежащее центральное положение следующую заклепку.



## Ударные клепальные машины.

Все ударные клепальные машины работают сжатым воздухом, давлением в 6—7  $\text{кг/см}^2$  и по принципу работы не отличаются между собою. Однако, по признаку конструктивного выполнения их можно подразделить на обыкновенные клепальные молотки, шпангоутные молотки и бугельные молотки.

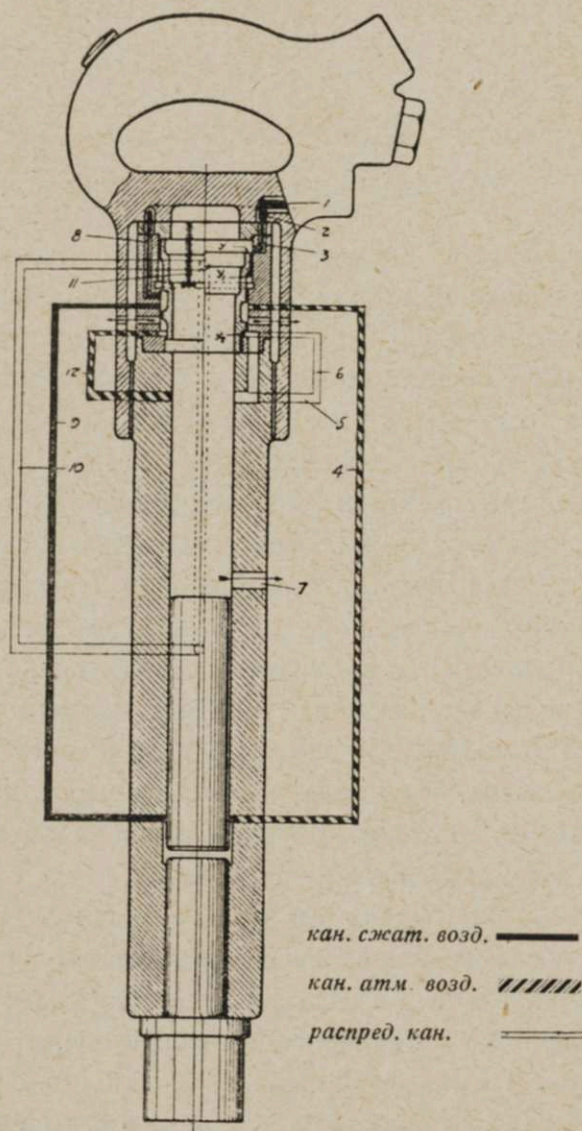
На фиг. 137 показан клепальный молоток обычного типа. Главной частью воздухораспределительного устройства является дифференциальный поршневой золотник с тремя поверхностями  $y$ ,  $y_1$  и  $y_2$ . На чертеже показаны разрезы этого золотника в двух различных положениях. Для ясности часть каналов для сжатого воздуха, для атмосферного воздуха и распределительного показана схематически вне разреза молотка. По длине молотка они идут на протяжении, показанном на чертеже. Поршень показан на рисунке в положении, очень близком к крайнему.

Вентиль для впуска воздуха, открывающийся нажимом пальца рабочего, находится в рукоятке и на чертеже не показан. В впускной части имеется сетка (фильтр) для улавливания случайно попавших в сжатый воздух посторонних частиц.

При открывании вентиля, когда дифференциальный золотник стоит в положении, показанном в разрезе справа, сжатый воздух из канала 1 через кольцевой канал 2 проходит в канал 3. В данном положении золотника канал 3 открыт, сжатый воздух давит на верхнюю сторону поршня



(который вначале находится в своем крайнем внутреннем положении) и толкает его по направлению к рабочему ин-



Фиг 137. Пневматический клепальный молоток  
(зав. А.-В. Atlas-Diesel в Стокгольме).

струменту молотка. Пространство впереди поршня посредством каналов 4 и 7 соединено с атмосферой. Канал 4



соединен, во-первых, с пространством внизу поршня, во-вторых, с пространством, образованным выемкой в дифференциальном золотнике, и это пространство, в свою очередь, соединено с атмосферой посредством небольшого канала, показанного стрелкой.

Когда поршень продвинется настолько, что откроется канал 5, сжатый воздух из пространства позади поршня пройдет через канал 6 к поверхности  $y_2$  дифференциального золотника. Благодаря этому давления на поверхности  $y$  и  $y_2$  уравниваются, следовательно, и золотник при этом почти выбалансирован. При дальнейшем движении поршня открывается также отверстие 7, через которое сжатый воздух выходит в атмосферу, и вследствие этого давление на поверхность  $y$  сильно уменьшается; в результате этого давление на  $y_2$  возвращает золотник в обратное положение, показанное в разрезе слева. Тем временем поршень быстро передвигается вперед и в то время, как сжатый воздух выходит через каналы 7 и 12, встречает инструмент. Канал 12, так же как и канал 4, соединен с пространством за поршнем, а также — с пространством, образованным последней выточкой золотника, которое, в свою очередь, соединено с наружным воздухом посредством канала, обозначенного стрелкой. При обратном ходе золотника оба эти канала приходятся против его наружной выточки.

Когда поршень находится в своем крайнем внешнем положении (как показано на чертеже), сжатый воздух через кольцевой канал 2 проходит в канал 8 и отсюда — к внутренней выточке золотника. Из нее сжатый воздух по каналу 9 проходит пространство впереди поршня. Канал 3, как показывает рисунок, при этом закрыт золотником, и, так как канал 4 и малый, обозначенный стрелкой, канал находятся с разных сторон перегородки между обеими выемками золотника, то через канал 4 воздух выходить не может. Пространство же позади поршня посредством канала 12 соединено с атмо-



сферой. Вследствие этого поршень отталкивается обратно в свое первоначальное положение.

Когда при обратном движении поршня откроется канал 10, кольцевое пространство у  $y_1$  окажется соединенным с пространством впереди поршня. Золотник продолжает оставаться в положении, показанном слева. Пространство у  $y_1$  находится в постоянном соединении с кольцевым каналом 2 посредством узкого канала 11. Давление на поверхность  $y_1$  уменьшается теперь до давления в пространстве перед поршнем. При дальнейшем движении поршень перекрывает канал 12 и после этого воздух, замкнутый в пространстве с задней стороны поршня, сжимается, вследствие живой силы поршенька. Когда при продолжающемся движении поршня назад откроется отверстие 7, давление на  $y_1$  уменьшится еще больше, так как воздух из  $y_1$  через канал 10 выходит через отверстие 7. Уменьшенное давление на  $y_1$  перевешивается давлением на поверхность  $y$  вследствие компрессии сзади поршня; при этом золотник перемещается вперед и происходит новый удар.

Благодаря постепенному уменьшению давления на поверхность  $y_1$  при обратном ходе поршня получается более равномерное распределение давления на поршень при его движении назад, и в то же время уменьшается отдача. Преимущество показанной конструкции заключается, конечно, также в том, что в ней совершенно не имеется пружин, которые еще встречаются в некоторых американских клепальных молотках. В описанной конструкции поршень не может быть выброшен из молотка. Если случайно воздух будет пущен до того, как инструмент вставлен и прижат к изделию, поршень застрянет в передней части цилиндра, но может быть легко освобожден осторожными ударами молотка в его продольном направлении о какой-либо предмет, после того, как инструмент вставлен в конец цилиндра. Для регулирования силы удара распределительный вентиль может



быть снабжен переставным стопором для различных количеств воздуха.

Для предварительного расчета расхода воздуха принимают обычно средний минутный расход всасываемого при атмосферном давлении воздуха:

|                                |      |                |
|--------------------------------|------|----------------|
| на один клепальный молоток . . | 0,5  | м <sup>3</sup> |
| » » чеканочный » . .           | 0,3  | м <sup>3</sup> |
| » одну пневмат. поддержку . .  | 0,15 | м <sup>3</sup> |

Компрессор рассчитывают с запасом от 10% до 50%.

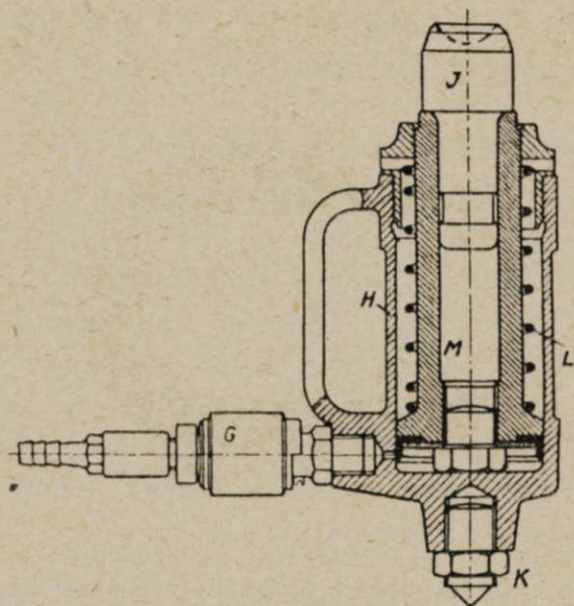
Шпангоутные молотки отличаются от обыкновенных клепальных молотков лишь тем, что рукоятка заменена особым цилиндром с поршнем и укрепленным в нем нажимным винтом. Этот второй поршень прижимается сжатым воздухом назад и инструмент, таким образом, может быть зажат между двумя стенками или шпангоутами судна. Преимущество этого очевидно. Для уменьшения конструктивной длины шпангоутного молотка задний цилиндр можно располагать рядом с главным цилиндром.

Пневматические поддержки. Вместо обыкновенных простых поддержек в настоящее время очень часто пользуются поддержками пневматическими. Подобная поддержка показана на фиг. 138. Она состоит из цилиндра *H*, в котором имеется отверстие для подвода воздуха, из регулирующего крана *G* и движущегося в цилиндре поршня *M*, который при впуске воздуха в цилиндр поднимается давлением вверх. Если посредством вращения крана *G* влево выпустить воздух из цилиндра, сильная спиральная пружина *L* отодвинет поршень назад. Такими поддержками работают часто в сочетании с шпангоутными молотками, при чем задняя сторона цилиндра поддержки снабжается ввинченным стержнем или трубой, которая доходит до следующего шпангоута, на который она и опирается. При впуске воздуха под-



держка прижимается к предмету, так как ее поршень выжимается наружу точно так же, как в шпангоутных молотках.

Работа с шпангоутным молотком и пневматической поддержкой происходит следующим образом. После того,



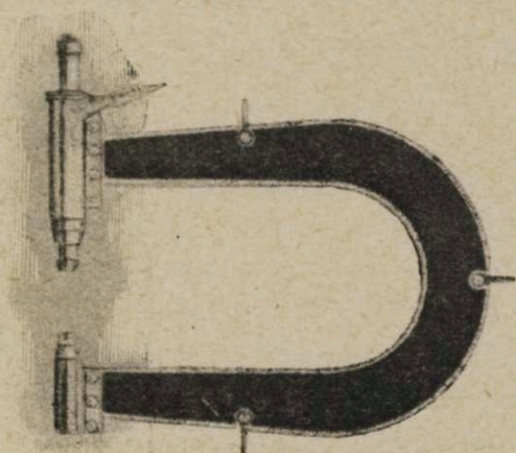
Фиг. 138. Пневматическая поддержка.

как заклепка вставлена на место со стороны поддержки, штампель *J* поддержки прижимается к основной головке открыванием крана *G*. После этого осторожно открывают впускной вентиль шпангоутного молотка и ставят его на свое место. При этом сначала выжимается задний поршень, так что обжимка ложится на заклепку. При дальнейшем впуске воздуха шпангоутный молоток начинает работать.

Встречаются также и ударные поддержки, состоящие из обыкновенной пневматической поддержки с ее



цилиндром и легкого воздушного молотка внутри цилиндра. Он имеет назначением загонять заклепку на место так, чтобы ее головка плотно прилегала к листу, и работает независимо от других частей поддержки. После выключения воздушного молотка сама поддержка продолжает поэтому нажимать на основную головку заклепки.



Фиг. 139. Клепальный молоток в виде скобы  
(зав. А.-В. Atlas-Diesel в Стокгольме).

Бугельные клепальные молотки представляют собою обыкновенные пневматические клепальные молотки, монтированные на конце легкой скобы, на другом конце которой укреплена неподвижная поддержка. Такой молоток изображен на фиг. 139. Клепальные молотки этой формы имеют по сравнению с клепальными машинами, работающими давлением, преимущество значительно более легкого веса.

Обыкновенные клепальные молотки предназначены для заклепок диаметром до  $\frac{3}{4}$ " —  $1\frac{3}{8}$ ". Длина хода их лежит в пределах от 140 до 275 мм (в зависимости от величины



молотка), вес—от 7,3 до 13,5 кг, и расход воздуха в минуту—от 0,5 до 0,9 куб. м. Шпангоутные молотки имеют меньшую длину и изготавливаются для заклепок до  $\frac{7}{8}$ "— $1\frac{1}{4}$ ". Диаметр рабочего поршенька составляет обычно 30 мм и длина хода—115 до 275 мм. Вес колеблется от 11,8 до 16,5 кг, расход воздуха от 0,7 до 0,9 куб. м в минуту. Приведенные данные относятся к молоткам, изготавливаемым фирмой Атлас-Дизель в Стокгольме.

---



## Выбор клепальных машин.

Клепальные машины, работающие давлением, аналогично прессам, по сравнению с ударными машинами обладают тем преимуществом, что давление лучше распределяется по всему стержню заклепки, в результате чего осаживание ее происходит по всей ее длине. Не совсем так обстоит дело при работе ударными клепальными машинами. Преимущество клепки при помощи машин первого типа становится особенно очевидным, если принять во внимание, что одно из главных условий хорошей клепки заключается в хорошем заполнении заклепочного отверстия материалом заклепки. Так как, с другой стороны, диаметр стержня заклепки должен быть несколько меньше диаметра дыры (для того, чтобы заклепку можно было вставить в нее), то сильное осаживание по всей длине имеет очень большое значение для получения хорошего шва.

Поэтому, в виде общего правила, можно принять, что клепальные машины, работающие давлением, следует предпочитать всюду, где применение их допускается условиями работы. При клепке паровых котлов и вообще резервуаров, подверженных давлению, без клепальных машин, работающих давлением, почти невозможно обойтись. Так как в действительности склепываемые части должны держаться трением, возникающим между их поверхностями вследствие давления, то во время самой склепки эти части должны быть прижаты друг к другу давлением, значительно превышающим манометрическое давление в готовом резервуаре; кроме того, заклепка должна и остывать под давлением. При ручной клепке необхо-



димое трение может быть достигнуто, главным образом, лишь последующей подчеканкой кромок листов; поэтому оно получается неравномерным.

Металлические конструкции, в особенности же части судов, могут быть склепываемы машинами, работающими давлением, лишь с трудом, а иногда и совсем не поддаются обработке этими машинами, так как последними возможно пользоваться лишь в тех случаях, когда предмет доступен машине одновременно с обеих сторон. Это, например, невозможно в судовых переборках. В подобных случаях нельзя обойтись без ударных клепальных машин, которые, однако, не должны иметь поддержек, соединенных с ними в одно целое.

Так же и для таких работ, как части автомобильных шасси, рам тракторов, железнодорожных вагонов и паровозов, необходимо предпочитать клепку давлением. В подобных случаях всегда трудно достигнуть точного совпадения заклепочных отверстий в соединяемых частях, и поэтому невозможно заставить заклепку заполнить дыру иначе, как при помощи машин, работающих давлением.

Клепка ударами особенно целесообразна в тех случаях, когда материал изделия мягче материала заклепок или когда листы настолько тонки, что при клепке машинами, работающими давлением, они подвергались бы риску изгиба.

Из всех клепальных машин, работающих давлением, самое широкое распространение получили машины чисто гидравлические, несмотря на высокую стоимость гидравлических установок и на то, что им присущи некоторые недостатки, а именно—трудность надежного уплотнения трубопроводов при высоких давлениях, а также—опасность аварий при замерзании труб. Причины предпочтения машин этого типа другим заключаются в том, что гидравлические клепальные машины сами по себе просты и надежны в эксплуатации и не имеют сложных частей, которые могли бы ломаться



вследствие небрежного или неумелого обращения. Давление действует непосредственно на плунжер, несущий клепальный инструмент, который благодаря этому производит полное давление на заклепку при любом положении плунжера. Изменяя величину полного давления на плунжер (путем изменения площади плунжера или давления воды в аккумуляторе), можно регулировать ее в точности соответственно диаметру заклепки. Так как давление клепки не зависит от положения плунжера и так как длина хода его не ограничена, сработавшийся инструмент может быть снова обработан и поставлен на место без какой бы то ни было регулировки его положения. По этой же причине давление на заклепку не зависит от случайных колебаний толщины склепываемых листов.

В тех случаях, когда мастерская должна быть оборудована несколькими клепальными машинами, или когда в ней уже имеются другие гидравлические машины (т.-е. есть гидравлическая установка), необходимо предпочитать всегда гидравлические клепальные машины, так как в этих условиях стоимость эксплуатации их получается меньшей. Детальное сравнение стоимости эксплуатации клепальных машин пневматических (с коленчатым механизмом), с одной стороны, и гидравлических, с другой, произведенное в главных мастерских железной дороги Кельн—Ниппес показало, что стоимость эксплуатации первых, при одной и той же работе, была в 2,5 раза выше, нежели вторых. В установках с несколькими клепальными машинами преимущества гидравлических машин становятся еще более заметными, так как все машины одновременно не применяются, и гидравлическая установка может быть поэтому взята пропорционально меньшей, чем, например, при пневматически-гидравлических машинах, где величина мультипликатора при каждой машине должна быть взята с таким расчетом, чтобы ее было достаточно для максимального давления, развиваемого машиной. Для характери-



стики производительности гидравлических клепальных машин приедем нижеследующую таблицу \*):

Время на посадку 100 шт. заклепок.

| Диаметр заклепок<br>в мм         | 16     |      | 19     |      | 22     |      | 26     |      |
|----------------------------------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
|                                  | в мин. | ÷    | в мин. | ÷    | в мин. | ÷    | в мин. | ÷    |
| Ручным способом .                | 120    | 100% | 145    | 100% | 175    | 100% | 240    | 100% |
| Пневматическ. молотком . . . . . | 75     | 62%  | 100    | 69%  | 120    | 68%  | 170    | 71%  |
| Гидравл. клепальн. маш. . . . .  | 55     | 46%  | 60     | 41%  | 70     | 40%  | 80     | 33%  |

Следовательно, в среднем клепка на гидравлических машинах дает увеличение производительности сравнительно с ручным способом на 150%, а сравнительно с пневматическими молотками на 60—70%.

Для успеха клепки весьма важно, чтобы головка заклепки обжималась быстро и сейчас же после того, как она вставлена в соответствующее заклепочное отверстие, так как эти отверстия хорошо заполняются лишь при том условии, если заклепка во время обжимания еще достаточно горяча. В случае медленного движения обжимки заклепка успевает потерять значительную часть своей теплоты, которая отводится в пространство окружающим заклепку материалом холодных листов. В чисто гидравлических машинах напорная вода всегда имеется в готовности и может быть быстро пущена в рабочую камеру цилиндра.

Тем не менее, высокая первоначальная стоимость и трудность ухода за гидравлическими установками приводят к тому что их стараются избегать везде, где только это возможно. Кроме того, меньшие достоинства клепальных

\*) „Орга-Справочник“, 1926, Том II, стр. 758.



машин пневматических и электрических, пневматически-гидравлических и электро-гидравлических не так велики, чтобы их нельзя было в некоторых случаях предпочитать чисто гидравлическим машинам.

Как чисто гидравлические, так и пневматические, а также и пневматически- и электро-гидравлические клепальные машины могут быть снабжены прижимами и поэтому могут применяться для клепки паровых котлов и вообще для плотных заклепочных швов. Это не может быть достигнуто в клепальных машинах с коленчатым механизмом как пневматических, так и электрических, которые годятся поэтому лишь для клепки металлических конструкций и т. п., другими словами, только для прочных (но не плотных) заклепочных швов.

Машины с коленчато-шарнирным механизмом имеют к тому же тот недостаток, что необходимое для клепки наибольшее давление развивается ими лишь на очень коротком пути в конце хода, т.-е. как раз перед тем, как сочлененные серыги образуют прямую линию. Поэтому, если клепальный инструмент несколько длиннее или короче, чем нужно (вследствие неточной обработки или износа), или если меняется толщина склепываемых материалов, то развиваемое давление будет различно, что отрицательно отражается на результатах работы. Эти машины имеют, конечно, приспособления для установки рабочего инструмента, так что надлежащее давление клепки всегда может быть получено. Качество работы здесь всецело зависит от того, действительно ли рабочий пользуется установочным приспособлением. Если материал по толщине неоднороден, то эта установка (которую в некоторых случаях приходится производить почти для каждой отдельной заклепки) отнимает много времени. Изнашивание серег, наступающее быстро (в результате передачи больших усилий), является причиной неравномерного давления клепки, а принимать его в расчет при установке очень трудно.



Несмотря на эти недостатки, пневматические машины с коленчатым механизмом, вследствие их сравнительно малого веса, широко применяются на монтажных работах. Удобство их заключается в том, что среда, передающая давление, т.е. сжатый воздух, может быть получена сравнительно легко. Эти машины применяются также в небольших котельно-мостовых цехах, где уже имеются компрессорные установки для других целей, и где такая клепальная машина может быть установлена без особо больших затрат.

Установка электрических машин с коленчатым механизмом, конечно, еще проще и дешевле, если только мастерская обеспечена электрическим током. Достоинства их, в общем, те же, что и пневматических машин. Современные электрические клепальные машины имеют удобные приспособления для регулировки рабочего давления и работают более экономично, нежели пневматические. Устройство их, однако, отличается сравнительно большой сложностью.

Пневматически-гидравлические клепальные машины обладают почти всеми преимуществами чисто гидравлических машин. Недостаток их заключается в том, что устройство для преобразования сравнительно низкого давления воздуха в высокое гидравлическое давление (повыситель давления или мультипликатор) должно быть расположено на самой машине и имеет притом сравнительно большой вес. Особенно дает себя чувствовать это в переносных машинах. Кроме того, по своей конструкции эти машины менее просты, чем пневматические с коленчатым механизмом и чисто гидравлические.

Электро-гидравлические клепальные машины работают таким же образом, как и чисто гидравлические. Устройства для преобразования движения мотора в давление воды отличаются большой сложностью, и так как они должны быть монтированы на самой клепальной машине



и поэтому нередко подвергаются небрежному или неумелом обращению, то бывают причиной различных неполадок. Кроме того, опыт показывает, что в этих машинах трудно держать давление совершенно неизменным до охлаждения заклепки. Электро-гидравлические машины пригодны в тех случаях, когда требуется только одна клепальная машина и когда не имеется ни напорной воды, ни сжатого воздуха, или установка для этого получилась бы слишком дорогой.

Для того, чтобы при помощи этих машин производить осаживание заклепочной головки так же быстро, как в гидравлических машинах, они должны быть снабжены мотором и насосом, производительность которых взята с большим запасом. Поэтому они получают дорогими и работают неэкономично. Если, напр., принять, что в минуту требуется обжимать три заклепки средней величины, то для этого нужно, при давлении клепки около 40 тонн и ходе клепального поршня около 120 мм, примерно 7,5 литров воды давлением в 200 атм. Это соответствует расходу энергии около 4,5 л. с. Собственно клепка, т.-е. обжатие заклепочной головки, происходит, однако, в течение не более 1,5 сек. на заклепку, т.-е. 4,5 сек. на три заклепки в минуту или, другими словами, лишь  $\frac{1}{13}$  часть всего времени. Чтобы электро-гидравлические машины могли работать так же быстро, как чисто гидравлические, высадка головки должна происходить в течение того же времени, т.-е. насос должен быть достаточно мощным, чтобы подавать 7,5 литров воды в течение 4,5 секунд. Это соответствует производительности насоса около 100 литров в минуту. Принимая во внимание, что давление клепки достигает своей максимальной величины лишь в конце хода плунжера, и изображая в связи с этим диаграмму мощности в виде треугольника, вместо параллелограмма, как в чисто гидравлических машинах, приходим, во всяком случае, при конечном давлении в 200 атм. к мощности мотора около 30 л. с. Чтобы этой мощности было достаточно



для конечного давления, мотор должен быть снабжен, кроме того, тяжелым маховиком. Обычно, однако, эти машины доставляются с значительно меньшими насосами и моторами, вследствие чего клепальный поршень движется гораздо медленнее, чем в чисто гидравлических машинах.

Чисто пневматические, непосредственно действующие машины встречаются редко, так как для заклепок больших размеров диаметры цилиндров получаются очень большими. Причина этого заключается в том, что компрессорные установки подают в машину воздух, сжатый обычно лишь до 6—7 атм. Этот недостаток имеет значение также в стационарных клепальных машинах, так как большой цилиндр затрудняет работу клепальщика.

Из сказанного следует, что машины с коленчатым механизмом никогда не должны применяться для клепки паровых котлов. Для этой цели не вполне пригодны также и электрогидравлические клепальные машины, вследствие трудности поддерживать давление до охлаждения заклепки. В остальном выбор машины зависит от величины установки, располагаемого источника энергии (напорная вода, сжатый воздух или электрический ток), характера предполагаемой клепки и требуемого качества работы.



## Горны и печи для нагревания заклепок.

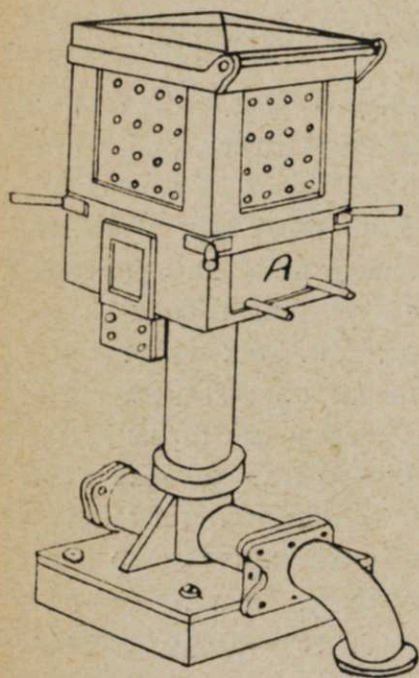
Для нагревания заклепок до должной температуры ( $1100^{\circ}\text{C}$ ) применяют либо переносные (походные) горны, либо специально сконструированные печи. Из переносных горнов для этой цели пользуются горнами с вентилятором или с мехами. Как те, так и другие применяются чаще всего на судостроительных и монтажных работах, где условия работы сильно отличаются от работы в мастерских. На этих работах они обычно себя оправдывают в отношении производительности. Очень удобно и экономично питать переносные горны дутьем от компрессорной установки. Расход воздуха на одно горно невелик (ок.  $0,125 \text{ м}^3$  в минуту), а между тем благодаря большой портативности таких горнов их можно легко переносить и устанавливать в любом месте. Для того, чтобы закладная головка не нагревалась так же сильно, как стержень, на горн кладут лист с отверстиями, в которые вставляют стержни заклепок. Эти простые горны имеют то преимущество, что к ним не требуется подводить шланги для дутья.

В мастерских с большой и постоянной потребностью в заклепках применяют заклепочные печи с дутьем, работающие на коксе или на нефти. На фиг. 140 показана заклепочная печь для работы на коксе. Верхняя часть ее сделана поворотной на колонке и снабжена рукоятками для вращения ее. Заклепки вставляют стержнями в отверстия, имеющиеся в стенках печи. Когда все шестнадцать заклепок с одной стороны печи уже использованы и заменены новыми, печь поворачивают и пускают в работу заклепки,



вставленные в соседнюю стенку печи и т. д. Печь, как обычно, обмурована, при чем в обмуровке оставлены соответствующие отверстия.

Для удаления золы имеется зольник А. Воздухопровод монтирован на основании печи и снабжен регулирующей заслонкой или клапаном. С другой стороны воздушной трубы имеется съемная крышка для удаления золы, случайно попавшей в колонку.



Фиг. 140. Коксовая печь для нагревания заклепок.

Недостатки, неизбежно связанные с обычными нагревательными горнами и печами для твердого топлива, уже давно заставили стремиться к разработке конструкции электрических нагревательных печей для заклепок. Преимущество их состоит в том, что они всегда готовы к действию, так как отпадает период растопки, нет надобности в подвозке топлива, работа происходит без дыма и т. д. Так как заклепки видны во время нагревания, отпадает опасность пережога

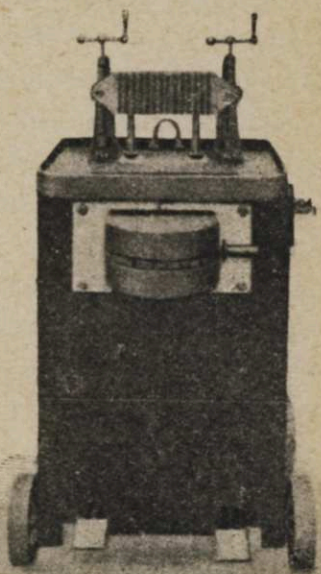
их. Принцип устройства электрических нагревательных печей состоит в том, что заклепка является частью электрической цепи, в которой сила тока рассчитана таким образом, чтобы она была достаточна для нагревания заклепки до определенной температуры. Главной частью подобных аппаратов, которые из практических соображений конструируются лишь для переменного тока, является трансформатор, присоединяемый к сети того или иного напряжения и числа перио-



дов. Напряжение во вторичной обмотке трансформатора, сделанной из очень толстой проволоки, составляет от 3 до 5 вольт. Обмотка в одном месте открыта и в это место вставляется заклепка. Когда ток пускается в первичную катушку, во вторичной обмотке индуцируется ток, который проходит через заклепку. Вследствие большого переходного сопротивления в местах, где заклепка соприкасается с обмоткой трансформатора, а также большого (сравнительно с сопротивлением остальной цепи) сопротивления самой заклепки она быстро нагревается до требуемой температуры.

На фиг. 141 изображена электрическая нагревательная печь этого типа. Она показала себя надежной в эксплуатации вследствие полного отсутствия токопроводящих пружин или винтовых контактов во вторичной цепи. Благодаря тому, что размеры вторичной обмотки рассчитаны надлежащим образом, опасность ненормального нагревания трансформатора исключается. Укрепленный на передней стороне аппарата двухполюсный переключатель служит, во-первых, для включения и выключения аппарата в цепь и, во-вторых, для переключения на большую или меньшую силу тока. Ход работы следующий:

Посредством находящихся на верхней части аппарата маховичков верхний электрод устанавливается на высоте, соответствующей размеру пускаемых в работу заклепок. По-



Фиг. 141. Электрическая печь для нагревания заклепок  
(зав. А.-В. Wex, в Стокгольме.)



мощью педалей электрод приподнимается настолько, чтобы заклепку легко было поставить на место. Давление электрода не должно быть слишком сильным, так как в противном случае заклепка может деформироваться при нагревании. После установки обеих заклепок включают рубильник. Когда одна из заклепок достаточно нагреется, ее захватывают щипцами, нажимом на педаль приподнимают верхний электрод настолько, чтобы заклепку можно было вынуть из аппарата, и другой рукой вставляют на ее место холодную заклепку, после чего этот же цикл операций повторяют и на другой стороне. При смене заклепок выключать рубильник не требуется, так как искрение при вставке заклепок в аппарат помогает проби-ванию имеющейся на заклепках окалины, чем облегчается прохождение тока.

Приводимая ниже таблица дает расход энергии в этом аппарате и скорость работы.

| Диаметр.           | $3/8''$                  |                   | $1/2''$                  |                   | $5/8''$                  |                   | $3/4''$                  |                   | $7/8''$                  |                   | 1"                       |                   |
|--------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|                    | Киловатт-часы на 100 шт. | Количество в час. | Киловатт-часы на 100 шт. | Количество в час. | Киловатт-часы на 100 шт. | Количество в час. | Киловатт-часы на 100 шт. | Количество в час. | Киловатт-часы на 100 шт. | Количество в час. | Киловатт-часы на 100 шт. | Количество в час. |
| 1" . .             | 0,71                     | 500               | 1,3                      | 430               | 2,0                      | 410               | 3,1                      | 290               | 4,2                      | 250               | 5,6                      | 210               |
| $1\frac{1}{2}''$ . | 0,96                     | 400               | 1,7                      | 350               | 2,7                      | 300               | 3,9                      | 240               | 5,3                      | 210               | 7,0                      | 164               |
| 2" . .             | 1,2                      | 350               | 2,1                      | 290               | 3,3                      | 260               | 4,8                      | 210               | 6,4                      | 175               | 8,5                      | 138               |
| $2\frac{1}{2}''$ . | 1,5                      | 310               | 2,6                      | 250               | 4,0                      | 235               | 5,6                      | 190               | 7,6                      | 153               | 9,9                      | 123               |
| 3" . .             | 1,7                      | 270               | 3,0                      | 220               | 4,6                      | 205               | 6,5                      | 170               | 8,7                      | 130               | 11,3                     | 106               |
| $3\frac{1}{2}''$ . | —                        | —                 | —                        | —                 | 5,3                      | 180               | 7,4                      | 150               | 9,8                      | 120               | 12,7                     | 97                |
| 4" . .             | —                        | —                 | —                        | —                 | —                        | —                 | —                        | 10,9              | 110                      | 14,0              | 88                       |                   |



Преимущества электрических печей для нагревания заклепок заключаются не столько в увеличении производительности клепального оборудования, сколько в равномерности нагрева заклепки по всей ее длине и в отсутствии образования шлаков на поверхности заклепки.



## Клепка толстых листов.

Заклепочные отверстия в толстых листах образуются посредством пробивки или сверления, а во многих случаях— пробивкой с последующим сверлением или разворачиванием. Одна только пробивка ослабляет материал вблизи стенок отверстий, поэтому таким способом не следует пользоваться для работ, где требуется высокая степень прочности. При горячей клепке можно, однако, иметь в виду, что теплота заклепки в известной мере уменьшает хрупкость кромок пробитого отверстия. В литом железе следует допускать только сверленные дыры. Пробивка должна производиться в каждом листе отдельно (т.-е. до их накладывания один на другой), вследствие чего отверстия никогда не приходятся друг против друга так точно, как при сверлении, когда листы накладываются один на другой и отверстия в них просверливаются одновременно. Поэтому пробитые отверстия выравнивают чаще всего после накладывания листов друг на друга посредством конической оправки (при не особенно точных работах) или чаще посредством развертки или сверла. Пробивка дыр является обычно наиболее дешевым способом работы, но во многих случаях сверловка пачками, т.-е. одновременная сверловка нескольких одинаковых листов, сложенных стопой, может являться более экономичной.

Увеличение производительности при сверлении листов пачками ясно видно из следующей таблички, составленной по данным опыта для отверстий под заклепки диам.  $\frac{3}{4}$ " при



толщине листов 10 мм и одинаковой во всех случаях скорости сверления:

| Число листов<br>в пачке. | Число дыр<br>в 1 час. | Производи-<br>тельность. |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1                        | 275                   | 100%                     |
| 2                        | 375                   | 136%                     |
| 3                        | 450                   | 164%                     |
| 5                        | 500                   | 182%                     |
| 7                        | 550                   | 200%                     |
| 9                        | 600                   | 218%                     |

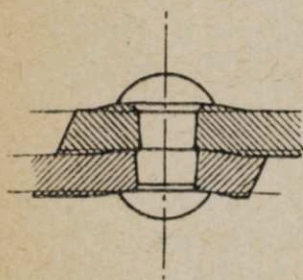
Пробитые заклепочные отверстия дают, при прочих равных условиях, соединение худшее, чем просверленные. Для склепывания пробитые листы необходимо складывать таким образом, чтобы листы прилегали друг к другу теми сторонами, которые при пробивке находились внизу. Пробитое отверстие получается несколько коническим, а именно—уширенным книзу. Кроме того, пробивка отверстий сопровождается некоторым—очень небольшим—выпучиванием книзу части листа, непосредственно окружающей дыру.

На фиг. 142—144 показаны одно правильное и два неправильных заклепочных соединения; последние получаются в результате неправильного складывания листов. Погрешности сборки представлены на рисунках, конечно, в сильно преувеличенном виде.

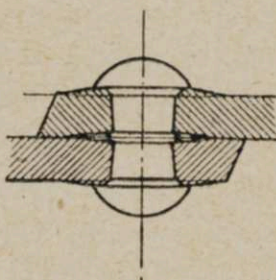
По правилам Судовой Инспекции, отверстия, пробитые в листах для барабанов судовых паровых котлов, должны иметь припуск на сработку разверткой не меньше  $\frac{1}{4}$  требуемого диаметра заклепочной дыры. При пробивке отверстие получает, следовательно, диаметр, равный  $\frac{3}{4}$  диаметра заклепки. В листах с сопротивлением разрыву более 40 кг/мм<sup>2</sup>



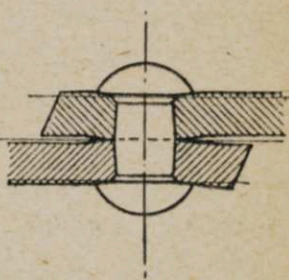
или толщиной более 27 мм заклепочные отверстия должны высверливаться без предварительной пробивки. При развертывании отверстий листы должны быть собраны так, чтобы они занимали правильное относительное положение (т.-е. листы должны быть скреплены болтами, пропущенными через несколько отверстий). После развертывания отверстий или высверливания их листы должны быть разъединены и вся стружка и пр. должна быть удалена ранее окончательной сборки листов для клепки.



Фиг. 142.



Фиг. 143.



Фиг. 144.

Правильное и неправильное складывание пробитых листов.

Объединение немецких союзов архитекторов и инженеров, Союз германских инженеров и Союз немецких металлургов в 1908 (1910) году пришли к соглашению относительно следующих условий поставки железных конструкций для мостов и гражданских сооружений.

«Различные детали должны быть точно выправлены так, чтобы соединения получались плотными. Подчеканка соединений и швов ранее испытания и сдачи не допускается.

Все отверстия под болты и заклепки, за исключением отверстий в обшивочных листах, должны быть сверлеными. Грат, остающийся после сверловки, должен быть тщательно счищен. Соответствующие друг другу отверстия должны точно совпадать. Допускаются отклонения до 5% диаметра заклепочного отверстия, но такие отверстия должны быть



развернуты и соединены заклепками соответственно большего диаметра.

Заклепка должна вставляться в заранее очищенное отверстие нагретой до светло-красного цвета, при чем предварительно заклепка должна быть очищена от окалины. Заклепки должны полностью заполнять отверстия. Обе головки должны быть центральны относительно стержня заклепки и хорошо прилегать по окружности без всякого углубления их в материал. Грат должен быть удален с головок. На головках не допускается никаких трещин.

Подчеканка заклепок не допускается.

После клепки необходимо произвести обследование, чтобы убедиться, что заклепки хорошо прилегают и не хлябают. Хлябающие заклепки должны быть заменены новыми. Ни при каких обстоятельствах не допускается дополнительная клепка заклепок в холодном состоянии.

Если при склепывании различных частей конструкции эти части коробятся, заклепочное соединение необходимо уничтожить и устранить причину перекоса.

Клепка на месте постройки должна быть ограничена до возможного минимума».

Как видно из вышеизложенного, высверливание заклепочных отверстий предписывается также для мостов и гражданских сооружений.

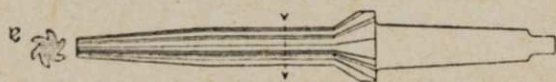
При зенковке заклепочных отверстий весьма важно, чтобы раззенкованная часть дыры была концентрична относительно ее цилиндрической части. Режущие кромки зенковки должны быть расположены на поверхности конуса с углом при вершине в  $60^\circ$ , одинаковым для заклепочных отверстий всех диаметров. Зенкование должно производиться на  $\frac{3}{4}$  полной толщины склепываемого материала так, чтобы шире раззенкованной части оставался цилиндрический поясok высотой ок.  $\frac{1}{4}$  толщины листа.



Комбинированная развертка с зенковкой, согласно фиг. 145, обеспечивает концентричное зенкование отверстий. Незначительная раззенковка обыкновенных заклепочных отверстий увеличивает сопротивление заклепки растяжению и поэтому имеет большое значение при плотной клепке.

Для получения хорошего заклепочного соединения материал заклепок должен обладать возможно высокой вязкостью и сопротивлением на разрыв. Обычно для заклепок применяют лучшее литое железо или никелевую сталь, реже—сварочное железо.

Общая толщина склепываемых частей (листов и т. д.) должна быть меньше 4-кратного диаметра заклепок, так как



Фиг. 145. Комбинированная развертка с раззенковкой для заклепочных отверстий.

длинные заклепки труднее поддаются равномерному осаживанию их по всей длине и головки легко отскакивают.

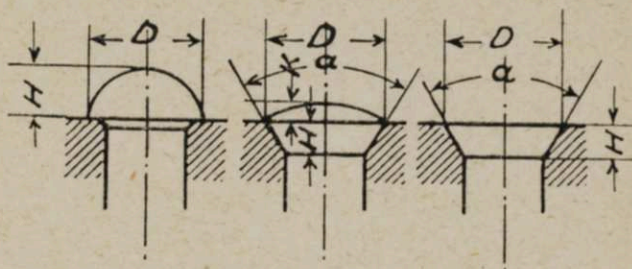
Последнее объясняется тем, что сила натяжения, появляющаяся при охлаждении заклепки и возрастающая пропорционально длине стержня, при длине его более  $4d$  ( $d$ —диаметр заклепки) достигает величины, опасной для прочности заклепки.

Заклепки не следует нагревать ни слишком быстро, ни слишком долго, и до температуры выше светло-красного каления ( $1100^{\circ}\text{C}$ ). Нагрев закладных головок должен производиться до температуры, соответствующей по меньшей мере темно-красному цвету.

На фиг. 146—150 показаны наиболее обычные формы заклепочных головок. Чаще всего применяется полукруглая головка, показанная на фиг. 146. Заклепочные головки по

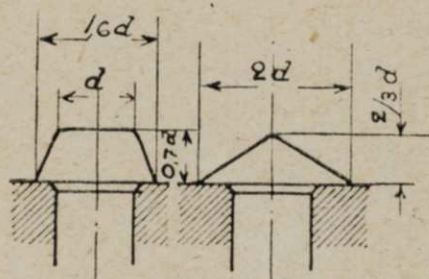


фиг. 149 встречаются почти исключительно на судах, тогда как заклепки с потайными замыкающими головками приме-



Фиг. 146—148. Различные формы заклепочных головок.

няются для палубных листов и наружной обшивки. Остроконечные конические головки по фиг. 150 можно легко высаживать вручную при помощи клепального молотка. Впрочем,



ДИАМ. ЗАКЛЕПКИ

Фиг. 149—150. Различные формы заклепочных головок.

никакими особыми преимуществами они не отличаются. Потайные головки имеют, вообще говоря, то преимущество, что они лучше связывают между собой листы, более надежны, лучше уплотняют, и их легче прочеканивать. Они, однако, дороже вследствие дополнительной работы по раззенковке.



Они очень удобны для клепки огневых листов паровых котлов, так как непотайные головки легче обгорают на стороне, омываемой продуктами горения, и легче разъедаются на стороне водяного пространства. Вполне потайные заклепки могут применяться лишь там, где листы имеют достаточную толщину. Для топок применяются также заклепки с основными головками в виде усеченного конуса (фиг. 149), так как края их не так страдают от действия высокой температуры.

Комиссией по нормализации шведского Союза машиностроительной промышленности для заклепок приняты следующие нормы. Диаметр заклепки  $d$  измеряется на расстоянии 5 мм ниже посадочной головки. Стержень заклепки имеет конусность от диаметра заклепки  $d$  до диаметра черного материала на длине не более 50 мм. Наименьший допустимый диаметр  $d_2$  черного материала может иметь следующие значения:

|              |     |     |      |      |      |      |      |    |    |    |    |
|--------------|-----|-----|------|------|------|------|------|----|----|----|----|
| $d = 6$      | 8   | 10  | 13   | 16   | 19   | 22   | 25   | 28 | 32 | 35 | 38 |
| $d_2 = 5,85$ | 7,8 | 9,7 | 12,6 | 15,5 | 18,3 | 21,2 | 24,1 | 27 | 31 | 34 | 37 |

Диаметр заклепочного отверстия  $d_1$  определяется в зависимости от диаметра заклепки  $d$  следующим образом:

|             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $d = 6$     | 8   | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 | 28 | 32 | 35 | 38 |
| $d_1 = 6,5$ | 8,5 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 | 29 | 33 | 36 | 39 |

т. е. диаметр заклепочного отверстия для большинства встречающихся диаметров заклепок должен быть на 1 мм больше диаметра заклепки.

В нижеследующих таблицах приведены размеры полукруглых головок по фиг. 146, полукруглых потайных головок по фиг. 147 и плоских потайных головок по фиг. 148.



## Полукруглые заклепочные головки по фиг. 146.

|          | 6    | 8  | 10  | 13  | 16   | 19 | 22 | 25 | 28   | 32 | 35   | 38 |
|----------|------|----|-----|-----|------|----|----|----|------|----|------|----|
| <i>D</i> | 11,5 | 14 | 17  | 22  | 26,5 | 31 | 36 | 41 | 46   | 51 | 56   | 61 |
| <i>H</i> | 5    | 6  | 7,5 | 9,5 | 11,5 | 14 | 16 | 18 | 20,5 | 23 | 25,5 | 28 |

## Полукруглые потайные головки по фиг. 147 и плоские потайные головки по фиг. 148.

|          | 6   | 8    | 10  | 13  | 16  | 19  | 22   | 25   | 28  | 32   | 35   | 38  |
|----------|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|
| <i>D</i> | 11  | 13,5 | 17  | 22  | 25  | 30  | 34,5 | 39,5 | 44  | 50,5 | 55   | 60  |
| <i>H</i> | 3,5 | 4    | 5   | 6,5 | 8   | 9,5 | 11   | 12,5 | 14  | 16   | 17,5 | 19  |
| <i>K</i> | 1,5 | 1,8  | 2,3 | 3   | 3,4 | 4   | 4,7  | 5,3  | 5,9 | 6,8  | 7,4  | 8   |
| <i>a</i> | 70° | 70°  | 70° | 70° | 60° | 60° | 60°  | 60°  | 60° | 60°  | 60°  | 60° |

В СССР диаметр стержня заклепки выражается обычно четным числом миллиметров. Наиболее употребительны в машиностроении заклепки диам. от 6 до 30 мм, в металлических конструкциях—от 6 до 26 мм.

Длина части стержня заклепки, идущей на образование замыкающей головки, определяется по данным опыта, так как точный теоретический расчет этой длины чрезвычайно сложен. Поэтому на практике пользуются специальными таблицами. Для нормальной полукруглой головки эта длина определяется из следующей таблицы.



| $d=15$ мм       |                       | $d=17$ мм       |                       | $d=18$ мм       |                       | $d=19$ мм       |                       | $d=20$ мм       |                       | $d=22$ мм       |                       | $d=24$ мм       |                       | $d=25$ мм       |                       |
|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| Толщ.<br>скалки | Линия на<br>I годовку | Толщ.<br>скалки | Линия на<br>I годовку | Толщ.<br>скалки | Линия на<br>I годовку | Толщ.<br>скалки | Линия на<br>I годовку | Толщ.<br>скалки | Линия на<br>I годовку | Толщ.<br>скалки | Линия на<br>I годовку | Толщ.<br>скалки | Линия на<br>I годовку | Толщ.<br>скалки | Линия на<br>I годовку |
| 15              | 19                    | 20              | 22                    | 20              | 23                    | 20              | 24                    | 20              | 26                    | 20              | 29                    | 20              | 31                    | 20              | 33                    |
| 20              | 19                    | 30              | 22                    | 30              | 24                    | 30              | 25                    | 30              | 26                    | 30              | 30                    | 30              | 32                    | 30              | 34                    |
| 30              | 20                    | 40              | 23                    | 40              | 24                    | 40              | 26                    | 40              | 27                    | 40              | 30                    | 40              | 33                    | 40              | 35                    |
| 40              | 20                    | 50              | 24                    | 50              | 25                    | 50              | 26                    | 50              | 28                    | 50              | 31                    | 50              | 34                    | 50              | 35                    |
| 50              | 21                    | 60              | 24                    | 60              | 25                    | 60              | 27                    | 60              | 28                    | 60              | 32                    | 60              | 34                    | 60              | 36                    |
| —               | —                     | —               | —                     | 70              | 26                    | 70              | 28                    | 70              | 29                    | 70              | 32                    | 70              | 35                    | 70              | 36                    |
| —               | —                     | —               | —                     | —               | —                     | 80              | 29                    | 80              | 29                    | 80              | 33                    | 80              | 35                    | 80              | 37                    |
| —               | —                     | —               | —                     | —               | —                     | —               | —                     | 90              | 30                    | 90              | 34                    | 90              | 36                    | 90              | 37                    |
| —               | —                     | —               | —                     | —               | —                     | —               | —                     | —               | —                     | —               | —                     | 100             | 36                    | 100             | 38                    |



Клепку необходимо вести таким образом, чтобы листы при охлаждении заклепки сжимались, и поэтому заклепку нужно обжимать давлением или ударами до тех пор, пока она не потеряет темно-красного цвета.

После высадки замыкающей головки обжимка должна отводиться примерно через  $T$  секунд, где  $T$  определяется по эмпирической формуле:

$$T = 0,6 F$$

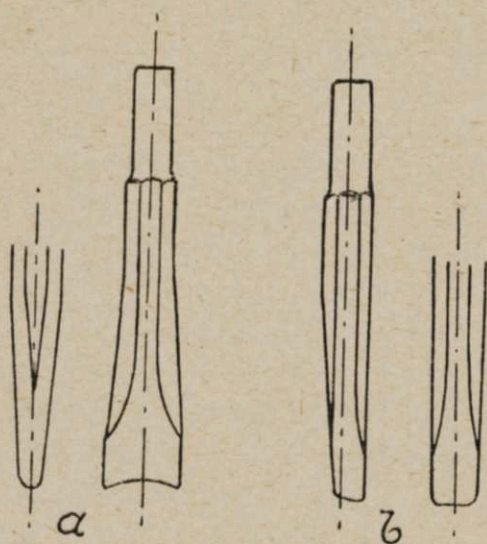
Здесь  $F$  — площадь поперечного сечения заклепки в  $\text{мм}^2$ . По опытам Баха клепка дает хорошие результаты лишь в том случае, если обжимка давит на заклепку в течение по крайней мере 15 секунд.

При охлаждении заклепки очень трудно избежать того, чтобы стержень не сжимался в поперечном направлении, и поэтому заклепка заполняет отверстие практически хорошо, но все же не абсолютно. Заклепки должны удерживать листы, главным образом, трением, возникающим между ними под действием той силы, с которой заклепки сжимают вместе листы. Это сопротивление трения между листами доходит при хорошей клепке до  $800\text{--}1600 \text{ кг/см}^2$  сечения заклепки, а в особо благоприятных случаях может достигать  $1900 \text{ кг/см}^2$ . При плохой клепке машинами, работающими давлением, если обжимка не обжимает заклепку вплоть до ее охлаждения, сопротивление трения может быть очень малым и составлять в исключительных случаях всего лишь  $125 \text{ кг/см}^2$ . Сопротивление трения, получаемое в результате клепки, может быть увеличено посредством подчеканки кромок листов.

Заклепки, поставленные при помощи машин, работающих давлением, дают, вообще говоря, соединение более прочное, чем заклепанные вручную или ударными клепальными машинами. Последние, при сравнении их между собою, показали себя приблизительно равноценными в этом отношении.



Для подчеканки (т.-е. для плотного прижимания кромки листа к находящемуся под ней другому листу посредством молотка и чеканки) кромку листа скашивают в отношении 1:3. На фиг. 151 показаны чеканки для заклепочных головок и кромок листов. В паровых котлах подчеканка должна



Фиг. 151. Чеканки *a*) для заклепочных головок, *b*) для кромок листов.

производиться по возможности также и с внутренней стороны барабанов.

Листы толщиной меньше 5 мм чеканить нельзя, и в этих случаях для уплотнения швов пользуются вместо подчеканки прокладками из пропитанной суриком или льняным маслом парусины, бумаги или мягкой проволоочной сеткой.

В случае применения подобных мягких прокладок необходимо обращать самое большое внимание на то, чтобы листы до клепки были хорошо стянуты болтами. Болты необходимо подтягивать по несколько раз, до тех пор, пока прокладка не перестанет поддаваться. В противном случае



теплота и сжатие заклепок ослабят ранее поставленные заклепки.

Ручная клепка в собственном смысле этого слова применяется в настоящее время довольно редко и обычно выполняется четырьмя рабочими, а именно—учеником или подручным для нагревания и подачи заклепок, поддержчиком, вставляющим заклепки на место и поддерживающим основную головку во время работы, и двумя клепальщиками (или кузнецами), расклепывающими замыкающие головки клепальными молотками. Обычно считают, что четверо рабочих могут поставить в час от 20 до 40 шт. заклепок диаметром 18—20 мм, в зависимости от большего или меньшего удобства работы.

Иногда бригада состоит из пяти человек: трех клепальщиков, одного подержчика и одного ученика.

При собственно ручной клепке замыкающей головке обычно придается окончательная форма посредством обжимок, показанных на фиг. 152 и 153. Весьма



Фиг. 152. Фиг. 153.  
Обжимки для ручной клепки.

важно, чтобы заклепка до обжимания головки была хорошо загнана в отверстие, так, чтобы основная головка плотно прилегала к листу. Во время расклепывания головки заклепку необходимо поддерживать с другой стороны, чтобы не выбить ее из отверстия и чтобы вообще возможно было производить расклепывание. Это производится с помощью поддержки, которая имеет настолько большой вес, что удары клепальщиков оказывают на нее сравнительно небольшое влияние. Конец поддержки, обращенный к заклепочной головке, имеет в большинстве случаев углубление для основной головки. Для того, чтобы легче было удерживать тяжелую поддержку, ее часто подпирают тем или иным способом, например, путем подвешивания ее на цепи, располагая ее в виде



рычага или траверсы на козлах и т. д. В так наз. винтовых подпорках, которые имеют опору в каком-нибудь жестком основании, сама подпорка ввинчивается в пятник и может таким образом регулироваться по высоте (аналогично винтовому домкрату). Чтобы получить хорошее заклепочное соединение, необходимо поддерживать заклепку в течение всего того времени, пока производится клепка.

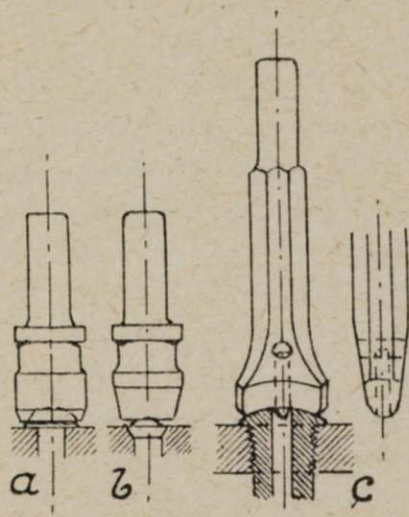
Ручная клепка, например, при судостроительных работах, может оказаться более экономичной, нежели работа пневматическими молотками, особенно—при клепке легких конструкций, а также—при работе в таких местах, к которым подведение воздухопровода затруднительно или не оправдывается вследствие небольшого количества заклепок. Собственно ручная клепка применяется в настоящее время для заклепок диаметром не более 25 мм. Большое неудобство ее—оглушительный шум, производимый ударами клепальщиков, особенно, если в одном помещении работает одновременно несколько бригад.

Клепка пневматическими молотками. Условия хорошей клепки при помощи пневматических молотков примерно те же, что и для всякой другой клепки, а именно, необходимо, чтобы заклепочные отверстия точно совпадали, чтобы листы были хорошо стянуты болтами и образовали плотный стык, чтобы основные головки прилегали к листу и чтобы стержни заклепок заполняли отверстия и были достаточно нагреты для осаживания их во время клепки по всей длине. Кроме того, клепальный молоток должен быть настолько мощным, чтобы он успел образовать головку прежде, чем стержень заклепки охладится настолько, что он не сможет заполнить отверстие. Обжимки для пневматических молотков показаны на фиг. 154.

При клепке пневматическими молотками необходимо следить за тем, чтобы обжимка как в начале, так и в продолжение всего периода клепки хорошо прилегала к за-



клепке, и так как эти молотки довольно тяжелы, то это представляет значительные затруднения. При клепке заклепок с усеченной конической или обыкновенной полукруглой головкой удерживание молотка облегчается самой формой головки, что, напротив, не имеет места при потайных заклепках. Для облегчения в этом отношении работы применяются



Фиг. 154. Обжимки для пневматических молотков: *a*) для обыкновенных заклепок, *b*) для потайных заклепок, *c*) для связевых болтов.

различные приспособления, однако, они не пользуются особенно широким распространением, вследствие трудности их приспособливания и т. д. Для клепки шпангоутов и тому подобных работ, где можно иметь опору позади молотка, применяют с успехом шпангоутные молотки.

В тех случаях, когда заполнение отверстия материалом заклепки со стороны закладной головки связано с известными затруднениями, может оказаться полезным применять заклепки с «расширенным» стержнем (более коническим). Эти заклепки необходимо до высадки замыкающей головки с силой заго-



нять в отверстия. Когда потайные заклепки должны лежать совершенно заподлицо с поверхностью листа, как, например, при клепке палубных перекрытий и т. д. необходимо применять несколько более длинные заклепки и обрубать излишек материала зубилом, пока головка еще горяча. Когда небольшая выпуклость головки не мешает, применяют заклепки соответствующей длины, и головка формируется посредством обжимки.

Клепальный молоток должен быть настолько сильным, чтобы и в самом неблагоприятном случае возможно было обжать головку до конца, не наклоняя молоток для обжатия краев головки. Молоток нужно пускать в ход на слабые удары, пока заклепка несколько не уплотнится в отверстии, иначе она может перекоситься. Так же и в тех случаях, когда поддерживание заклепки производится помощью поддерживающей штанги или ручной поддержки, молоток нужно пускать в ход на слабых ударах, пока головка не раздастся настолько, что заклепка будет держаться в отверстии, так как в противном случае рабочему очень трудно удерживать поддержку на заклепке.

В качестве поддержки при клепке пневматическими молотками удобнее всего пользоваться пневматическими поддержками, установленными на соответствующей опоре. При рациональном устройстве их можно сэкономить значительную часть времени на работу самой клепки. При клепке судов опора выполняется часто в виде планки, которая при помощи болтов по ее концам скрепляется с стенкой судна через заклепочные отверстия. Можно также снабдить поддержку крючками, которыми ее зацепляют за коробчатые или двутавровые балки. Пневматические поддержки позволяют сберечь время и работу и требуют от рабочего меньшей ловкости и опытности, нежели другие поддержки.

Ударные пневматические поддержки удобны там, где заклепку нужно загонять в отверстие и где ее трудно



удерживать на месте одним лишь давлением. Это часто имеет место, напр., при ремонтных работах, когда старые заклепки приходится срубить и отверстия разворачивать, при чем правильность многих отверстий на стороне основной головки нарушается. Посредством кислородной резки можно, впрочем, быстро удалять старые заклепки, не повреждая заклепочных отверстий.

При пользовании пневматическими молотками полезно помнить следующее:

Необходимо принимать меры к тому, чтобы вместе с воздухом в молоток не попадала вода. Непосредственно перед присоединением воздушного шланга его необходимо продувать.

Хвост обжимки (или соотв. зубила) должен иметь надлежащую длину и быть точно пригнан к молотку. Он должен быть всегда смазан маслом или салом и иметь сзади плоский торец, чтобы удары пневматического поршенька распределялись по всей площади этого конца.

Пневматические молотки, которыми в данное время не пользуются, следует хранить в керосине. Прежде, чем снова пускать молоток в работу, он должен быть продут и после этого смазан. Для того, чтобы он продолжительное время работал безукоризненно и сохранял всю свою работоспособность, его необходимо содержать в чистоте и часто смазывать. Особенно тщательной и частой смазки требуют новые молотки. Масло, которое вводится через ниппель шланга и распределяется сжатым воздухом по внутреннему механизму молотка, должно быть жидким и свободным от смолистых веществ.

Если какой-либо из каналов забит или золотник где-нибудь пропускает, или если часть воздуха выходит через неплотные соединения, то поршеньек недостаточно быстро меняет направление своего движения и молоток сильно вибрирует или же не дает достаточно сильного удара. Осо-



бенно важно поэтому следить за чистотой каналов, и очень часто различные неполадки можно устранить, опуская молоток примерно на 10 минут в керосин. Если загрязнены мелкие каналы в корпусе золотника, чего более всего необходимо опасаться, их нужно прочистить сверлом соответствующей толщины. Остальные каналы лучше всего промывать бензином. После очистки части нужно продуть и смазать.

Если молоток бьет достаточно сильно, но работает медленно и с толчками или запускается не сразу, то обычно это показывает, что или пневматический поршень заедает в цилиндре, или застревает золотник в одном из концов своего хода. Поршень должен под влиянием собственного веса свободно падать внутри цилиндра — сверху донизу. Если дело обстоит не так, необходимо тщательно проверить, не пристали ли какие-нибудь частицы твердого материала к полированной поверхности поршенька. Такие частицы необходимо удалить оселком или каким-либо другим способом, не оставляющим царапин на поверхности детали. Обычно случайные тугие места в цилиндре сглаживаются тем, что поршень заставляют несколько раз пройти сквозь хорошо смазанный цилиндр. Если это не удастся, то цилиндр может быть сглажен посредством наведенного на деревянную оправку куска наждачной шкурки.

После проверки свободного и легкого хода пневматического поршня необходимо удостовериться в свободном ходе также и золотника. Перед тем, как вынуть его, нужно рукой передвинуть его несколько раз на всю величину его хода, наблюдая за тем, чтобы он действительно перемещался при этом по всей длине хода. Не должно быть заметно ни малейшего стремления золотника заедать у одного из концов своего хода. Если золотник застревает, необходимо найти дефектное место и сгладить его посредством очень мелкого (бархатного) напильника, наждачного полотна или шабера.



Впрочем, очень часто бывает достаточно одного промывания керосином.

Когда молоток запускается не сразу, но не обнаруживает при этом никаких других дефектов, то вероятная причина этого заключается в том, что золотник ходит слишком туго. Если вентили или другие съемные части молотка направляются или удерживаются на месте направляющими штифтами, необходимо тщательно проверить, находятся ли они в надлежащих отверстиях, прежде чем пускать воздух. Часто поверхности этих частей оказываются сильно деформированными вследствие небрежного обращения с молотком. Иногда непонятная на первый взгляд потеря мощности объясняется пропусками, неизбежными при наличии в инструменте таких деформированных поверхностей. Когда подобные дефекты имеют настолько серьезные размеры, что влияют на работу молотка, то для устранения их требуется проточить поверхность поврежденных деталей.

Если молоток издает высокий свистящий звук, но не запускается, то это означает, что золотник движется лишь на части своего хода и не проходит достаточно далеко, чтобы впустить воздух под поршень молотка, или начинает двигаться обратно прежде, чем поршень успеет притти в движение. Это может вызываться сильным пропуском через неплотности вокруг хвоста обжимки. Подобная неполадка обычно может быть устранена принятием мер к тому, чтобы все уплотнения были в порядке. В молотках, которые не имеют пружин или регулировочных приспособлений, причиной неполадок часто бывают царапины, песчинки, грязь, ржавчина или сильный износ некоторых деталей.

Клепка при помощи машин, работающих давлением. При работе машинами этого рода очень важное значение имеет надлежащая величина давления на



заклепку. Слишком большое давление портит материал листов, а при слишком малом—заклепка не заполняет отверстия и, кроме того, листы недостаточно плотно прижимаются друг к другу. Опыты Баха (Bach) и Баумана (Baumann) \*) показали, что улучшения клепки нельзя достигнуть увеличением давления на заклепку выше определенного предела. Опыты профессора Шлезингера (Schlesinger) в Шарлоттенбурге подтвердили данные ранее Фремоном (Frémont) значения наибольшего допустимого давления на заклепку, а именно  $90 \text{ кг/мм}^2$  площади поперечного сечения стержня—для железных заклепок и  $120 \text{ кг/мм}^2$ —для стальных. Бах дает для нормальных железных заклепок значение  $80 \text{ кг/мм}^2$  \*\*). Последние исследования Баха и Баумана показали, что давление должно быть еще меньше и по возможности не должно превышать  $65\text{—}68 \text{ кг/мм}^2$  поперечного сечения стержня заклепки. Указанные значения действительны для котельной клепки. Для железных конструкций и судостроения применяется меньшее давление, для того, чтобы при монтажных работах на месте установки можно было пользоваться более легкими машинами. Сжатие листов вокруг заклепочного отверстия должно производиться давлением не выше  $70 \text{ кг/мм}^2$  сечения заклепки.

В Америке применяют зачительно более высокие давления клепки, доходя до 150000 англ. фунт. на кв. дм., т.-е. около  $105 \text{ кг/мм}^2$ .

Давление на заклепку будет иметь в действительности заранее заданную величину лишь при том условии, если (при клепке давлением) заклепки достаточно точно подогнаны к заклепочным отверстиям, так что они заполняют их без добавочного усилия.

---

\*) Z. d. V. d. J., 1912, стр. 1890 и сл.

\*\*) По Hütte максимум  $65\text{—}80 \text{ кг/мм}^2$ .



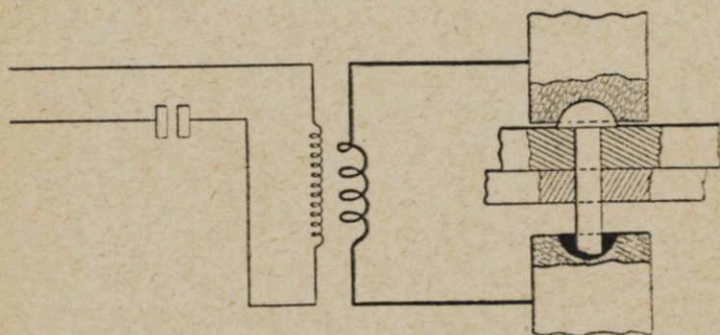
При клепке давлением еще важнее, чтобы поверхности листов плотно прилегали друг к другу, так как в противном случае часть материала заклепки выжимается в промежутке между листами, что делает невозможным получение плотного заклепочного соединения. Поэтому для плотной клепки (паровые котлы и т. п.) пользуются машинами, снабженными прижимами для листов.

---



### Клепка при помощи машин для точечной сварки.

За последнее время начали применять для клепки также электрические сварочные машины, работающие по принципу сопротивления, о которых здесь необходимо упомянуть, хотя они еще и не получили особенно широкого распростране-



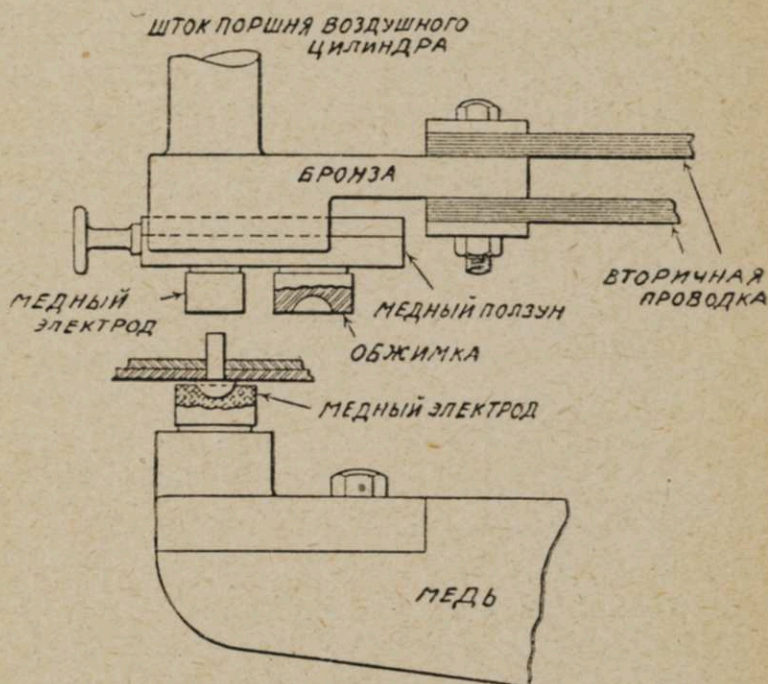
Фиг. 155. Расположение электродов при клепке машинами для точечной сварки.

ния. До сих пор они применяются для случайных или более специальных работ в тех случаях, когда сварочные машины подходящего типа уже имеются в наличии; однако, еще и сейчас нельзя сказать, получат ли они в будущем более широкое применение для этой цели.

Для клепки применяются машины для точечной сварки с специальными приспособлениями или без них. Клепка производится между двумя расположенными вертикально электродами, из которых верхний является обычно подвижным и при своем ходе вниз производит давление, требуе-



мое для обжатия замыкающей головки, после того, как заклепка нагрета электрическим током (см. Том VIII настоящего издания, Машины для точечной сварки). В торцах обоих электродов сделаны углубления, соответствующие форме заклепочных головок (см. фиг. 155).



Фиг. 156. Расположение рабочих деталей при клепке толстых листов машинами для точечной сварки.

Так как оба электрода для лучшей проводимости и меньшего нагревания током выполнены из меди, то указанным способом можно обжимать лишь небольшие заклепки (диаметром не более  $\frac{3}{8}$ "). Если бы верхний электрод был сделан из стали, он сильно нагревался бы и становился при этом мягким. Если при помощи сварочной машины нужно обжимать более или менее толстые заклепки, то для этого поль-



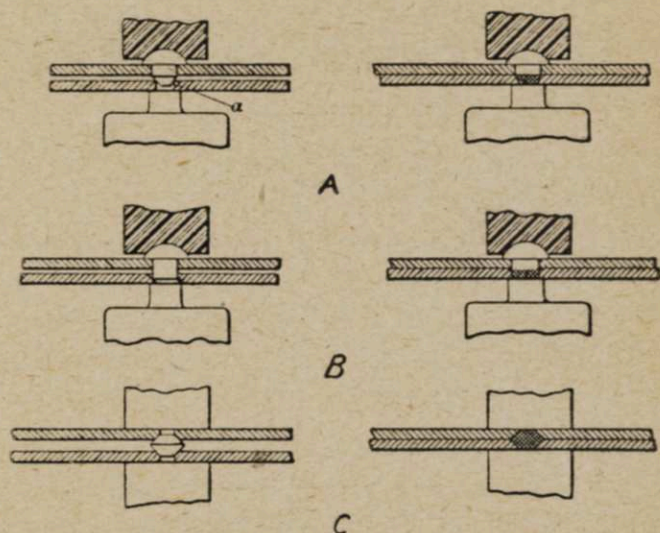
зуются специальной стальной обжимкой, расположенной в машине рядом с верхним электродом (см. фиг. 156). Обжимка и электрод укреплены в медных салазках, которые передвигаются вперед или назад, смотря по тому, требуется ли заклепку нагревать при помощи электрода, или же высаживать ее головку с помощью обжимки. Салазки должны быть снабжены упорками, фиксирующими то и другое положение их. Медные электроды прижимаются к заклепке с значительно меньшим давлением, чем обжимка.

Для получения двух различных давлений, в американской конструкции этих машин служит воздушный цилиндр, снабженный трехходовым краном. Он соединен с одной стороны с трубопроводом сжатого воздуха, с другой—с трубопроводом, получающим через редукционный клапан воздух пониженного давления. Третье отверстие соединено с атмосферой для выпуска воздуха из цилиндра. Вращением горизонтальной рукоятки можно любое из трех отверстий соединить с цилиндром. Машины этого рода изготавливаются также для ручного и ременного привода.

При клепке на обыкновенных машинах для точечной сварки «клепка» происходит таким образом, что заклепка вваривается в материал без образования замыкающей головки. На фиг. 157 показано несколько способов такой «клепки». На фиг. 157 *A* отверстие в нижнем листе меньше, чем в верхнем. Когда на заклепку начинает действовать давление и включается ток, происходит сварка в *a*, и место склепки имеет вид, показанный справа. На фиг. 157 *B* отверстие в нижнем месте коническое, тогда как заклепка имеет цилиндрическую форму. В *C* показан способ «клепки», при котором головки устраняются совершенно. В обоих листах делаются раззенкованные отверстия, заклепка же имеет вид двух усеченных конусов, сложенных большими основаниями, при чем диаметр меньших оснований конусов приблизительно соответствует диаметру отверстия.



Сварочные аппараты описанного типа применяются иногда и для одного лишь нагревания заклепок после постановки их в соединяемые детали. Это относится, как



Фиг. 157. Различные способы «клепки» при помощи обычных машин для точечной сварки.

и самая «клёпка», только к заклепкам небольшого диаметра. После нагрева их расклепывают вручную на имеющейся при аппарате поддержке. По имеющимся данным, один рабочий может этим способом приклепать к листам сепараторов до 100 скоб в час.



## ЛИТЕРАТУРА.

- А. П. Гавриленко.* Механическая технология металлов. Часть III ('25, 552 стр.).
- Н. Н. Саввин.* Курс механической технологии металлов. Часть I ('12, 194 стр. и атлас).
- „Орга-Справочник“.* 2-ое изд. Том II ('26, стр. 703—908).
- Л. А. Борович.* Котельное производство ('10, 498 стр.).
- М. Н. Берлов.* Детали машин. Вып. II ('09, 48 стр. + 10 табл.) и Вып. III ('09, 48 стр. + 20 табл.).
- Callou.* Заклепочные соединения ('11, 128 стр.).
- А. Польгаузен.* Паровые котлы, их действие, расчет, конструкция, сборка и установка ('09, 159 стр., 32 табл.).
- В. Кнаббе.* Современное оборудование машиностроительных заводов и железнодорожных мастерских (1900, с атласом).
- Г. И. Тихонов.* Гидравлические клепальные машины ('14).
- У. Халльстрем.* Инструментальное дело. Часть I ('27, 190 стр.).
- Г. Янецкий.* Железные конструкции в строительном деле.
- Г. Вильда.* Станки и механизмы для обработки металлов. Вып III ('23).
- Н. Саввин.* Резание металлов и инструменты. Законы резания, конструкция инструментов и их использование для обработки металлов ('26).
- „Hütte Производственный“.* Вып III ('27).
- E. Höhn.* Nieten und Schweissen der Dampfkessel ('25, 148 стр.).
- R. Baumann.* Die Grundlagen der deutschen Material- und Bauvorschriften für Dampfkessel ('12, 131 стр.).
- M. Gerbel.* Die Herstellung der Dampfkessel ('07, 82 стр.).
- O. Hönigsberg.* Die Kessel- und Maschinenbaumaterialien ('14, 90 стр.).
- G. Hönnicke.* Handbuch zum Dampfkessel- und Apparatebau ('24, 209 стр.).
- K. Meerbach.* Die Werkstoffe für den Dampfkesselbau ('22, 198 стр.).
- R. Harm.* Untersuchungen an Pressluftwerkzeugen ('13).
- L. Glück.* Die Berechnung des Werkstoffverbrauches bei gestanzten, gezogenen und gedrehten Gegenständen im Bereich der Metallindustrie ('23, 91 стр.).



- E. Kröning.* Die Pressluftwerkzeuge, ihre Anwendung und ihr Nutzen ('22, 283 стр.).
- P. Iltis.* Die Pressluftwerkzeuge ('21). Есть русский перевод. *Taschenbuch für Pressluftbetrieb.* Frankfurter Maschinenbau A.-G. ('21).
- P. Möller.* Untersuchungen an Presslufthämmern ('07).
- E. Groedel.* Experimentelle und theoretische Untersuchungen an Presslufthämmern ('14).
- W. Kühn.* Die Pressluft und ihre Anwendung ('21).
- Fr. W. Hülle.* Die Werkzeugmaschinen. 4 Aufl. ('23, 611 стр.).
- P. Koch.* Die Montage und die Reparatur der Dampfkessel.
- H. Kraft.* Hydraulische Pressen ('21).
- P. Haberstolz.* Niete und Nietverbindungen ('19, 55 стр.).
- E. Osterland.* Werkzeugmaschinen für Metallbearbeitung. Teil II. Beschreibung der Spanabhebenden Werkzeugmaschinen und Scheren ('24, 140 стр.).
- H. Rohde.* Der Werkzeugmacher. Heft 7. Stanz- und Ziehwerkzeuge ('25, 80 стр.).
- Colvin and Stanley.* American Machinists' Handbook (4 ed., 972 стр.).
- Albert A. Dowd and Frank W. Curtis.* Tool Engineering. Punches, Dies and Gauges (341 стр.).
- Frank A. Stanley.* Punches and Dies (434 стр.).
- Charles A. Hirschberg.* Compressed Air for the Metal Worker (325 стр.).
- K. Morrison.* A Handbook on Boiler-Making ('25, 106 стр.).
- G. Belluomini.* Calderais pratico e costruttore di caldaie a vapore (248 стр.).
- A. Massenz.* Il calderajo moderno. Manuale teorico pratico ad uso dei calderai, capi officina ecc. ('26, 288 стр.).
- Magnell.* Om kraftnitningens teori.
- A. P. J. de Groot.* Persluchtwerktuigen ('22, 59 стр.).
- W. H. Drukker.* Electrisch lasschen en klinknagel verwarmen. Met een voorwoord van Dr. W. Lulofs.

### Журналы:

- Вестник Инженеров.*  
*Техника и Промышленность.*  
*Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.*  
*Werkstattstechnik.*  
*Maschinenbau.*  
*Dingler's Polytechnisches Journal.*  
*Stahl und Eisen.*



- Die Pressluft.* Zeitschrift für das Gesamtgebiet der Pressluftherzeugung und Verwertung (Frankfurter Maschinenbau A.-G.).  
*Forschungsarbeiten* auf dem Gebiete des Ingenieurwesens.  
*Die Lokomotive* (Wien).  
*Lokomotivtechnik* (Berlin).  
*Die Werkzeugmaschine.*  
*Zeitschrift des Bayerischen Revisions-Vereins.*  
*Zeitschrift der Dampfkessel-Untersuchungs- und Versicherungsges.*  
*Die Pressluftindustrie* (Weimar).  
*Engineering.*  
*Iron Age.*  
*American Machinist.*  
*Machinery.*  
*Engineer.*  
*Engineering News Record.*  
*Locomotive Journal.*  
*Railway Engineer* (London).  
*Railway Engineering and Maintenance* (Chicago).  
*Compressed Air Magazine.*  
*Boiler-Maker.*  
*Sheet Metal Worker.*
-



## ОГЛАВЛЕНИЕ VII ТОМА.

---

### Резание на ножницах.

|                                                                                                                                     | Стр. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Работа на ножницах, дыропробивных прессах и станках для соединения между собой различных частей металлических конструкций . . . . . | 5    |
| Общие соображения . . . . .                                                                                                         | 8    |
| Ножницы . . . . .                                                                                                                   | 16   |
| Рычажные ножницы для толстых листов . . . . .                                                                                       | 23   |
| Ножницы с машинным приводом для толстолистого и фасонного железа . . . . .                                                          | 26   |
| Ножницы для резки балок . . . . .                                                                                                   | 29   |
| Ножницы для резки болванок, заготовок и сутунки . . . . .                                                                           | 31   |
| Ножницы для косых срезов . . . . .                                                                                                  | 31   |
| Гильотинные ножницы для толстых листов . . . . .                                                                                    | 31   |
| Способы обработки, сходные с резанием на ножницах . . . . .                                                                         | 34   |

### Пробивка отверстий и штамповка.

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Общие данные . . . . .                                            | 39 |
| Материал для дыропробивного и штамповочного инструмента . . . . . | 46 |
| Изготовление штамповочного инструмента . . . . .                  | 47 |
| Простые штампы . . . . .                                          | 50 |
| Сборный (сложный, многократный) штамповочный инструмент . . . . . | 66 |
| Серийные штампы . . . . .                                         | 71 |
| Комбинированные штампы . . . . .                                  | 84 |
| Выбор штампа . . . . .                                            | 96 |

### Штамповочные пресса.

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Машины для штамповки . . . . .                                    | 111 |
| Раскрой полосового или листового материала на заготовки . . . . . | 126 |
| Примеры штамповочных работ . . . . .                              | 129 |



|                                                                                     | Стр. |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Перфорирование листов . . . . .                                                     | 137  |
| Обзор работ по соединению между собой различных металличе-<br>ских частей . . . . . | 146  |
| Забивание, запрессовка и горячая посадка . . . . .                                  | 148  |

### Клепка.

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| Введение . . . . .                                      | 157 |
| Инструменты и машины для клепки тонких листов . . . . . | 159 |
| Машины для клепки толстых листов . . . . .              | 165 |
| Клепальные машины, работающие давлением . . . . .       | 165 |
| Ударные клепальные машины . . . . .                     | 189 |
| Выбор клепальных машин . . . . .                        | 197 |
| Горны и печи для нагревания заклепок . . . . .          | 205 |
| Клепка толстых листов . . . . .                         | 210 |
| Клепка при помощи машин для точечной сварки . . . . .   | 230 |
| Литература . . . . .                                    | 234 |





**Издательство „КНИГА“**

**ЛЕНИНГРАД — МОСКВА**

Готовится к печати и выйдет в 1928—29 году. Подписное издание.

**К. Б А Х**

# **ДЕТАЛИ МАШИН ИХ РАСЧЕТ И УСТРОЙСТВО**

**В ДВУХ ТОМАХ (восьми выпусках).**

Текст—около 1200 стр. большого формата (20×28 см.), с большим числом таблиц, рисунков в тексте (около 1050), 11 фотографическими таблицами и атласом из 98 таблиц конструктивных чертежей.

Выпускаемый Издательством полный перевод с последнего немецкого издания (Том I—13-ое изд., Том II—12-ое изд.) будет дополнен формулами для расчетов, таблицами и другими материалами, основанными на новейших исследованиях.

Проспект печатается и по выходе из печати (в июле 1928 г.) будет высылаться по первому требованию бесплатно.

**Милан ВИДМАР**, проф. Люблянского унив. (Юго-Славия).

## **ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

Перев. с немецкого инж.-электр. **И. Б. Мандельштама**.

**У. ХАЛЛЬСТРЕМ**

## **ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ДЕЛО**

Перевод с шведского инженеров **Н. С. Ачеркана** и **М. А. Коха** под редакцией проф. **И. М. Холмогорова**. В 2-х частях.

Цена за обе части в переплетах 4 р 25 к.

**И. МЕЛАМЕД**

## **НАЛАДКА ЗУБОРЕЗНЫХ СТАНКОВ И РАБОТА НА НИХ**

Под редакцией проф. **И. М. Холмогорова**. Цена 1 р.

**Инж. Б. А. ЮНГМЕЙСТЕР**

## **МАССОВОЕ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

С предисловием проф. **А. Д. Гатцука**.

I. Машины. II. Формы. III. Сплавы. Цена в перепл. 2 р. 85 к.

**Гр. инж. П. В. ПРЕЙС**

## **КАМЕННЫЕ, БЕТОННЫЕ И АСФАЛЬТОВЫЕ РАБОТЫ**

Практическое руководство для строительных десятников, старших рабочих и лиц, причастных к строительству. Ц. 1 р. 25 к.



**Издательство „КНИГА“**

ЛЕНИНГРАД — МОСКВА

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ

Генри Д. БЕРГАРД

## **СТАНКИ ПО МЕТАЛЛУ И РАБОТА НА НИХ**

Перевод с последнего американск. изд. инж. Н. С. АЧЕРКАНА  
под редакцией профессора И. М. ХОЛМОГОВОРА

**В ДВУХ ТОМАХ**

Ценной особенностью книги является подробный вопросник, помогающий запомнить содержание каждого параграфа книги и представляющий в общем повторительный курс обработки металлов на станках.

В русском переводе приняты во внимание разработанные за последние годы нормали и стандарты, получающие все большее распространение.

Издание состоит из двух томов и содержит 864 стр. текста с 416 рис. Издание в изящных коленкорových переплетах с золотым тиснением.

**Оба тома вышли из печати.**

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА — 9 р. 50 к. ПРИ ПОДПИСКЕ ВНОСИТСЯ 1 р. 50 к., остальное уплачивается по 4 р. при получении каждого тома

Желающие могут получить издание в хороших картонных переплетах по удешевленной цене — 8 р. 50 к. Задаток при подписке на удешевленное издание — 1 р. 50 к. и по 3 р. 50 к. при получении каждого тома.

**Цена обоих томов в отдельной продаже значительно выше.**

Инж. В. ЗЕЛЕНКОВ

## **МАЛЯРНОЕ ДЕЛО**

Материалы, инструменты и производство работ. Расценки на материалы, инструменты, рабсилу и транспорт. Составление смет. Новейшие покрасочные машины. Цена 2 р.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ ШКОЛА ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Под редакцией проф. В. А. Александрова в 12 книгах.

Цена по подписке 17 р. 50 к.

**Книги высылаются наложенным платежом.**

Пересылка за счет подписчика. При уплате всей подписной суммы вперед пересылка за счет Издательства.

**ПОДПИСКУ и ДЕНЬГИ НАПРАВЛЯТЬ ПО АДРЕСУ:**

**Издательство „КНИГА“**

Москва, 9, Б. Гнезниковский пер., 10.

Ленинград, Вн. Гостиного Двора, 120.

Подписка принимается также уполномоченными, снабженными соответствующими удостоверениями.



