

P. 1. 891

ОСКАР БЕРГМАН

ГОРЯЧАЯ  
ОБРАБОТКА  
МЕТАЛЛОВ

КНИГА

P. 1. 891



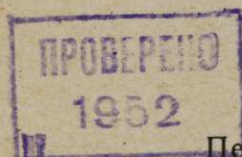
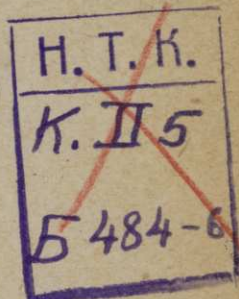
*Круж. технол. ил. Таблицы*

ОСКАР БЕРГМАН

# ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Том VI

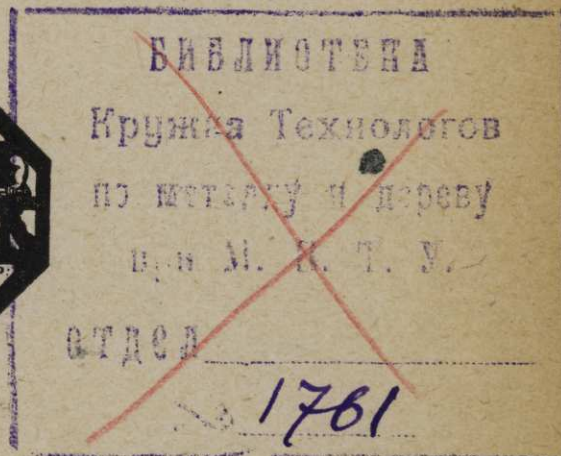
ОБРАБОТКА ЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛОВ



ЧАСТЬ I

Перевод с последнего шведского издания инж.-мех. Н. С. Ачеркана под редакцией и с дополнениями профессора А. Н. ЕГОРЬОВА

103 чертежа и рисунка в тексте



„КНИГА“

ЛЕНИНГРАД — 1928 — МОСКВА



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

Ленинградский Областлит № 5996.

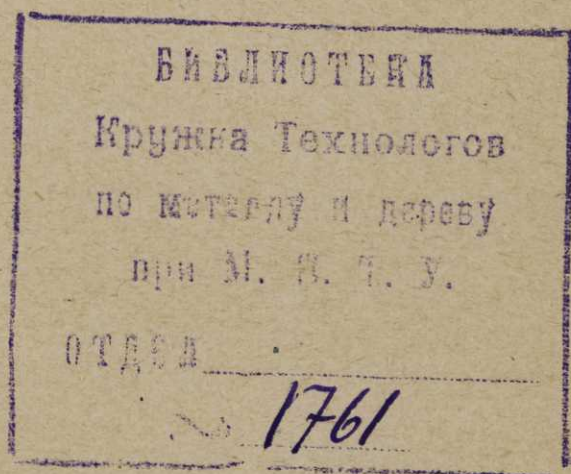
Тираж 4200—12 л.

---

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



# ОБРАБОТКА ЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДАМИ СХОДНЫМИ С КОВКОЙ





### Общие замечания.

В настоящем разделе будут рассмотрены лишь те методы обработки листовых металлов, которые, как показывает самый заголовок раздела, основаны на перемещении либо известных частей, либо молекул материала. Что касается резки и пробивки дыр, то этим операциям посвящен следующий том этого издания.

Методы обработки, подлежащие рассмотрению в настоящем томе, можно подразделить на две основных группы: одни из них, напр., загибание, сопровождаются крайне незначительным перемещением частиц из одного положения в другое, очень близкое к первому, при других методах обработки, как, напр., при выдавливании, имеет место явление истечения металла.

Различают толстое листовое или котельное железо, толщиной более 5 мм, и тонкое листовое железо, толщина которого в большинстве случаев не превышает 1 мм (жесть, кровельное и парсовое железо), но иногда оно бывает и толще (резервуарное железо). Котельное железо обрабатывается как в холодном состоянии, так и после предварительного нагрева («горновой» способ обработки). Что касается тонкого листового железа, то оно обрабатывается всегда в холодном виде.

При обработке котельного железа применяются следующие виды операций: загибание, посадка, отгибание бортов или фланцев (бортование, фланжировка) и вытяжка. При последней из этих операций материал приходит в состояние текучести.



Тонкое листовое железо обрабатывается многими способами. В отношении этого материала различают следующие методы обработки: загибание (свертывание) листов, фальцование, загибка кромок (кантование), отгибание бортов, закатка, прессование (холодная штамповка), вытяжка, выдавливание, чеканка и выбивание. При некоторых из этих операций имеет место истечение металла.

Значительное число операций, перечисленных выше, выполняется при помощи прессов. Для обозначения всех вообще работ, выполняемых на прессах, у нас часто пользуются одним и тем же термином — «штамповка». К числу их относятся, помимоковки, загибание, фланжировка, вытяжка и чеканка, а также еще один метод обработки, для обозначения которого не существует общепринятого специального термина и который ближе всего подходит к выдавливанию. Этот последний процесс обработки можно называть фасонной (рельефной) штамповкой. Он отличается от чеканки тем, что материал в этом случае не течет, как это имеет место при чеканке изделий, результат же достигается такого рода «продавливанием» листового железа, при котором на одной стороне его получается выпуклый отпечаток (рельеф), на другой — вогнутый. В тех случаях, когда этот процесс применяется для получения на листовом металле мелких орнаментов, рисунков и т. д., можно с известным правом назвать его чеканкой (листового железа). Как упомянуто выше, у нас чаще пользуются термином «штамповка».

---



## ОБРАБОТКА КОТЕЛЬНОГО ЖЕЛЕЗА.

### Загибание листов.

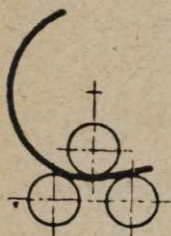
Загибание (или, вернее, свертывание) толстых листов котельного железа применяется для изготовления цилиндрических или конических барабанов, либо частей их, напр., барабанов для паровых котлов и т. д. Загибание без предварительного нагрева листа производится при помощи так называемых листозагибочных станков (листозагибных вальцев).

Наиболее распространенные листозагибочные станки т. наз. валкового типа по своей конструкции очень сходны с описываемыми ниже вальцами для сгибания тонкого листового железа. Существуют листозагибочные станки самых разнообразных размеров, как для ручной работы, так и приводные. В своей простейшей форме подобные машины состоят из двух нижних («питающих») валков, вращающихся на некотором расстоянии один от другого в неподвижных подшипниках, и одного верхнего («загибочного») переставного по высоте валка, расположенного симметрично относительно нижних валков, т.-е. как раз посередине над ними. Верхний валок можно устанавливать также наклонно, благодаря чему на станке возможно загибать, помимо цилиндрических, и конические барабаны, а также — части для последних. Для того, чтобы на станке можно было сгибать листы в полные барабаны (т.-е. в виде трубы), верхний валок должен быть укреплен в машине таким образом, чтобы



трубу или барабан возможно было стягивать с него в направлении его оси. Для этого один из подшипников верхнего валка делают откидным (вниз).

Загибание листа производится следующим образом. Лист вдвигают в станок между верхним и нижними валками, после чего первый устанавливают на должной высоте и пускают машину. Проходя через станок, лист загибается между верхним валком и нижними (см. фиг. 1). Чем ближе верхний валок к нижним, тем меньше радиус кривизны барабана. Лист прокатывают несколько раз, пропуская его через станок поочередно взад и вперед и несколько опуская верхний валок перед каждым проходом до тех пор, пока не получится желаемый радиус кривизны барабана.



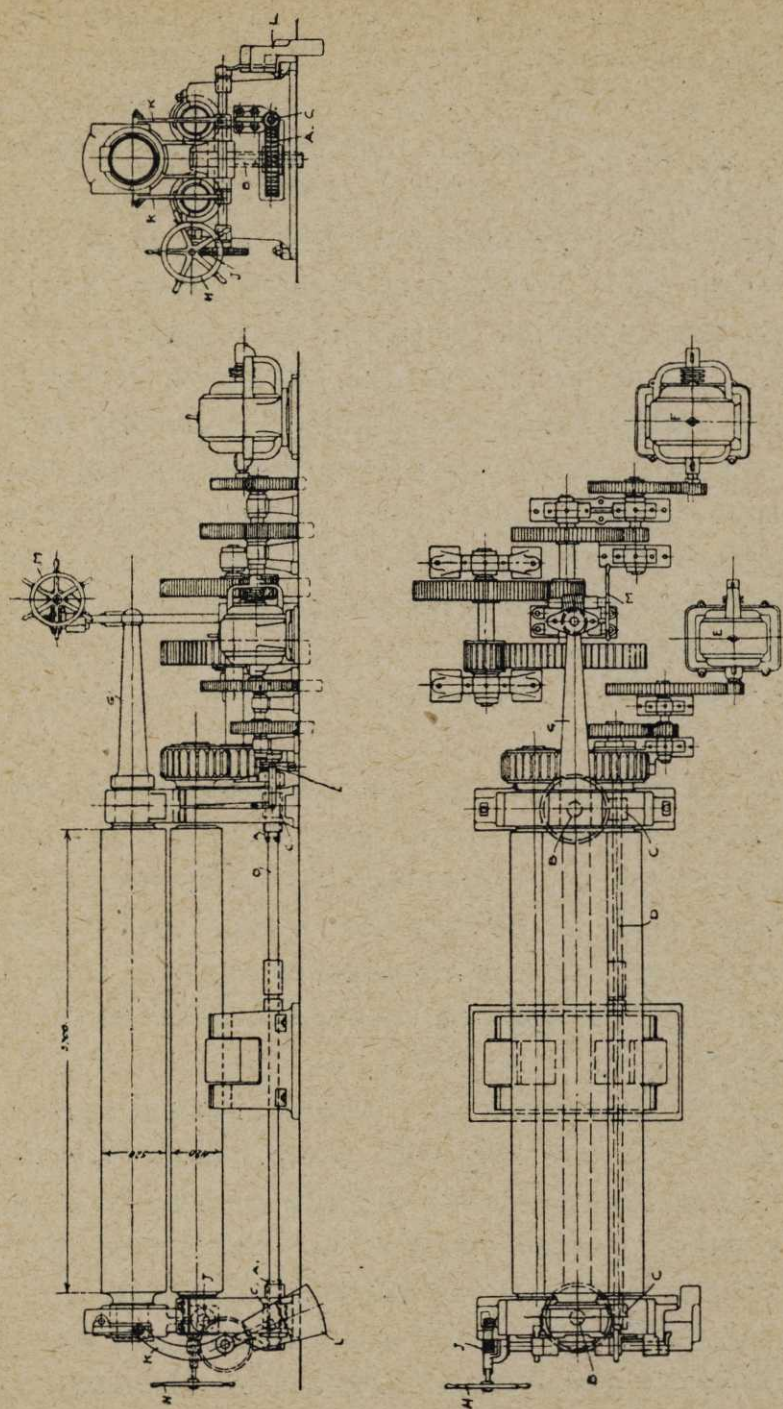
Фиг. 1. Принцип работы листоизгибающего станка.

Для того, чтобы в больших станках уменьшить диаметр рабочих валков, применяют специальные подпорные валки, воспринимающие во время работы часть давления. Однако, подобные подпорные валки или ролики делают невозможным свертывание листов в полный цилиндр, так как они не позволяют листу загибаться вокруг верхнего валка. Впрочем, следует заметить, что загибать полные цилиндры из толстых и широких листов на практике приходится чрезвычайно редко, так как прокатные мастерские обычно не выпускают достаточно больших для этого листов. Так, например, барабаны паровых котлов склепываются не менее, чем из двух полуцилиндров.

Ручные листоизгибающие вальцы применяются для железных листов шириною и толщиной до  $1000 \times 10$  мм или  $2000 \times 6$  мм, в известных случаях — для загибания еще более широких и толстых листов.

На фиг. 2 изображен листоизгибающий станок для железных листов шириною до 3700 мм и толщиной до 35 мм.





Фиг. 2. Листозагибочный станок для котельного железа.



Верхний валок вращается в переставных по высоте подшипниках, опирающихся на винты *В*. Нижние валки, по диаметру несколько меньшие верхнего, снабжены каждый парой подпорных роликов. Подъем и опускание верхнего валка производятся посредством червячных колес *А*, сквозь втулки которых проходят вертикальные винты *В*, поддерживающие каждый — один из подшипников верхнего валка, и червяков *С*, заклиненных на концах горизонтального валика *Д*. Втулки обоих червячных колес *А* нарезаны внутри, как гайки, соответственно резьбе подъемных винтов *В*. Поэтому при вращении этих колес винты *В* поднимаются или опускаются. Это движение осуществляется при помощи электромотора *Е* через систему зубчатых передач. Для того, чтобы верхний валок можно было устанавливать наклонно, как это требуется при свертывании конических барабанов, один из червяков валика *Д* можно передвигать вдоль него при помощи кулачной муфты.

Нижние валки приводятся во вращение от электромотора *Е*, высокое число оборотов которого понижается через посредство системы замедлительных зубчатых передач. Оба мотора реверсивны. Листозагибочные станки, работающие от ременного привода, снабжаются для получения прямого и обратного хода машины прямым и перекрестным ремнями или реверсивной зубчатой передачей.

Верхний валок кончается с одной стороны удлиненной шейкой *Г*, благодаря чему он может быть удерживаем на весу, т.-е. может сохранять свое положение и тогда, когда подшипник на противоположном конце валка откинут вниз. Последнее осуществляется при помощи маховичка *Н* и червячной передачи *Л*. Червячное колесо последней заклинено на одной общей оси с двумя дугами *К*, верхние концы которых находятся в скользящем соединении с подшипником верхнего валка. Этот подшипник уравновешен контр-грузом *Л*, укрепленным на другом конце дуг *К*. Когда подшипник от-



кинут в сторону, валок удерживается в своем положении тем, что другой конец его отжимают книзу колодкой посредством маховичка  $M$ , винта и винтового колеса.

Очень многие листозагибные машины устроены еще проще, нежели только что описанная. В машинах самых крупных размеров винты для подъема и опускания верхнего вала приводятся в движение отдельными электромоторами. Кроме того, как подъемные винты их, так и подшипники бывают иногда сконструированы так же, как в обычных прокатных станках \*). В крупных листозагибных вальцах оба нижних вала имеют иногда отдельный привод, от общего, однако, электромотора.

Диаметр валков листозагибных машин без подпорных роликов или подпорных валков рассчитывается чаще всего по формуле:

$$D^2 = 4 \cdot b \cdot d$$

где  $D$  — диаметр вала, а  $b$  и  $d$  — соответственно ширина и толщина железного листа (все размеры в  $мм$ ). Потребляемая машиною мощность составляет около  $0,0003 \cdot b \cdot d$  Л. С. ( $b$  и  $d$  в  $мм$ ).

Недостаток листозагибных вальцев заключается в том, что самые края листа в них загибать не удастся, так как кромка при этом оказывается на весу, в промежутке между обоими нижними вальцами (см. фиг. 1). Кроме того, загибание на горизонтальных машинах очень тяжелых листов осложняется еще и трудностью манипулирования подобными листами. Поэтому для таких работ предпочтительнее пользоваться вертикальными листозагибочными машинами (прессами).

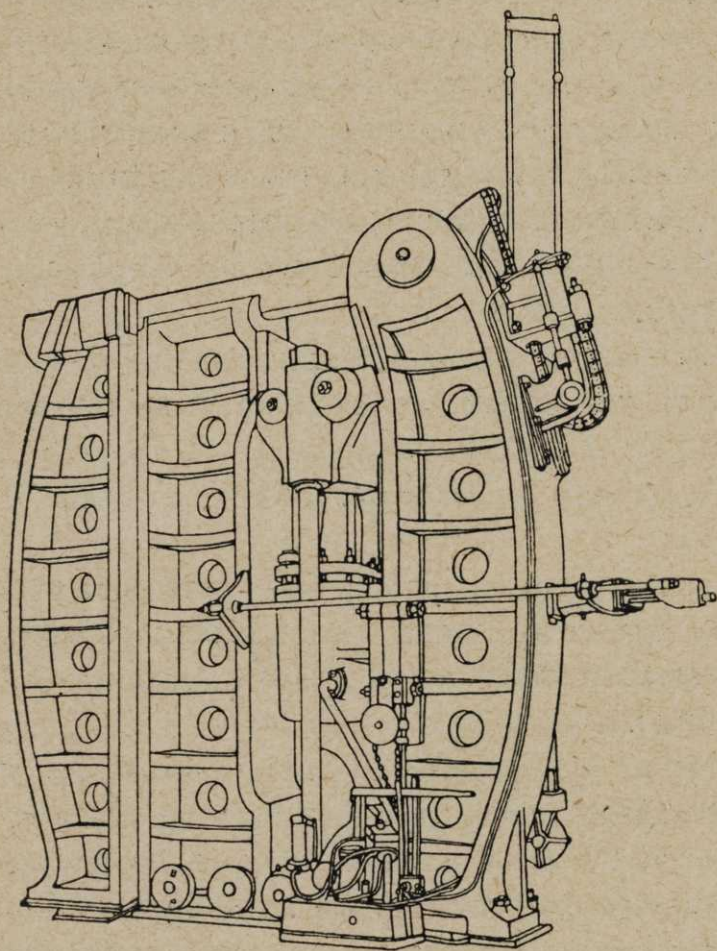
Эти машины производят изгибание листа штамповкою его между двумя матрицами—выпуклой и вогнутой, и при-

---

\*) См. Том IV.



водятся в действие гидравлическим давлением. Машина, изображенная на фиг. 3, состоит из мощной рамы, верхнюю часть которой является прочная траверса. Последняя укреплена в раме таким образом, что при надобности может быть



Фиг. 3. Вертикальная листозагибная машина  
(Листозагибочный пресс).

поднята кверху. Левая часть рамы представляет собою выпуклую матрицу, вогнутой же матрицей служит литая балка, движущаяся внутри рамы и исполняющая, следовательно, при загибке листа роль штампера. Эта подвижная балка снабжена колесами или катками и приводится в движение



через посредство двух гидравлических цилиндров, из которых один работает во время штамповки, а другой служит для сообщения балке обратного хода. Первый цилиндр расположен между подвижной балкой и правой частью рамы и производит давление на балку, поднимая вверх каретку с четырьмя нажимными роликами. При этом подвижная балка перемещается по направлению к выпуклой матрице, так как внутренняя поверхность правой части рамы сделана наклонной. Малый гидравлический цилиндр обратного хода виден на рисунке снаружи правой части рамы, на середине ее высоты. Для подъема и опускания траверсы при закладке и вынимании листов имеется еще один гидравлический цилиндр, самый малый из всех, установленный вверху пресса.

Описанная машина позволяет загибать полные, совершенно круглые барабаны, которые во время гибки свертываются вокруг правой стойки рамы и могут быть сняты с нее после подъема траверсы. В некоторых новых конструкциях вертикальных листозагибных машин левая половина рамы заменена валком, который после окончания загибки листа может быть опущен в яму, сделанную в полу. При этом готовый барабан можно беспрепятственно убрать прочь.

Для загибания листов под углом применяют гидравлические пресса. Большие килевые листы загибают при помощи машин специальной конструкции. Килевые листы имеют часто плоский борт, которым они приклепываются к килю. Кроме того, эти листы приходится загибать соответственно форме корпуса судна. В одном типе машин для загибания килевых листов кромка листа, которую нужно отбортовать, зажимается между неподвижной верхней балкой и подвижной нижней. Последняя имеет клинообразную форму, благодаря чему при перемещении ее в продольном направлении лист оказывается зажатым между обеими балками. Движение балки осуществляется при помощи плунжера гидравлического ци-



линдра. Самое загибание листа производится подъемом вверх продольного вала машины. Этот валок лежит в подшипниках двух рычагов или кронштейнов, каждый из которых скреплен с поршнем отдельного гидравлического цилиндра и в то же время связан системой шарнирно соединенных между собою тяг с станиной машины.

Существуют и другие конструкции машин для загибания килевых листов, более сходные с обычными гидравлическими прессами горизонтального типа.

### **Отгибание бортов и фланцев и штамповка выпуклых днищ.**

В собственно котельных мастерских обычно приходится иметь дело с изготовлением из листов лишь самых простых форм, как барабаны и днища цистерн, резервуаров, паровых котлов и т. под., а также — сравнительно просто изогнутых листов для судостроения и т. д. Поэтому можно сказать, что наряду с свертыванием барабанов и загибанием листов под углом, фланжировка или бортование, т.-е. отгибание бортов и фланцев, встречается при обычного рода работах чаще всего. (Резка листов, колка дыр, клепка, строгание кромок, сверление дыр, подчеканка швов и др. операции рассматриваются в Томе VII настоящего издания).

Фланжировка состоит в том, что кромки плоского листа отгибают кругом в виде борта, при чем получается днище, которое отогнутым бортом может быть приклепано к барабану. Днищам паровых котлов и резервуаров, подверженных внутреннему давлению, часто придают выпуклую форму, так как при подобной форме они лучше сопротивляются испытываемым ими давлениям. Как отгибание бортов, так и штамповка днищ производятся после предварительного нагрева листа.

Фланжировка более или менее толстых листов может производиться либо вручную, либо при помощи различного рода



машин. При отгибании бортов ручным способом лист загибают постепенно на чугунном шаблоне соответствующей формы, проколачивая его большими деревянными балдами. Кромку листа нагревают всякий раз лишь на такой длине, на которой ее можно успеть загнуть раньше, чем эта кромка остынет. Работу ведут, отгибая последовательно одну часть кромки за другой, пока вся она не будет отбортована. Для того, чтобы получить точные размеры борта и надлежащий радиус закругления в месте перехода его в плоскую или сферическую часть днища, отбортованный лист приходится еще несколько раз обрабатывать способом, аналогичным описанному. Поэтому ручная фланжировка отнимает много времени и представляется довольно трудной.

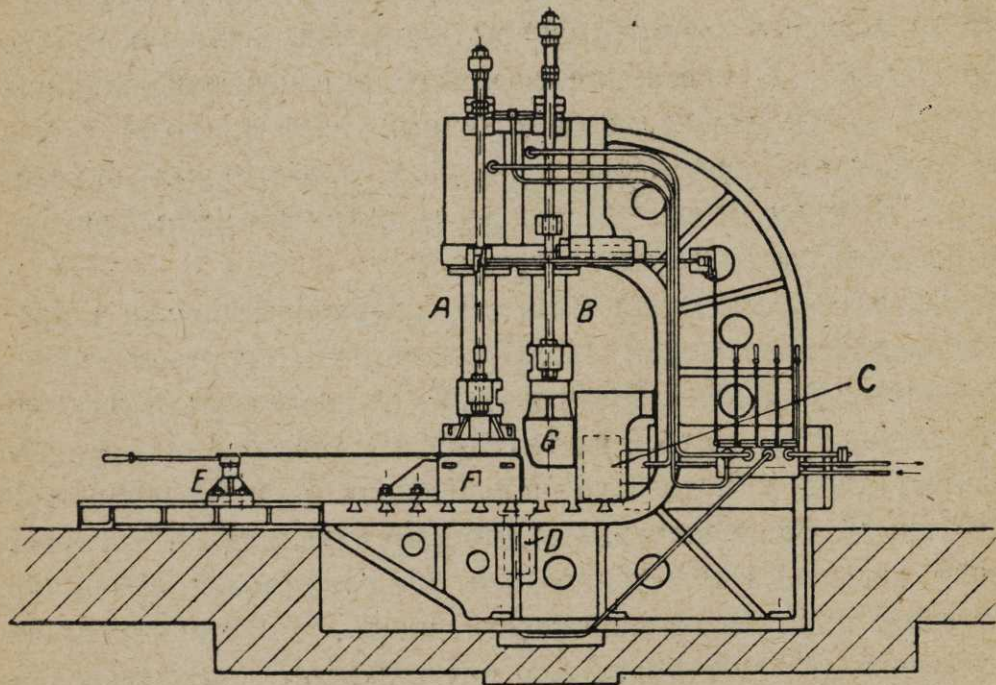
Та же работа может быть выполнена при помощи гидравлического пресса. Фиг. 4 изображает пресс, специально предназначенный для фланжирования \*), построенный заводом Haniel und Lueg, Düsseldorf. Плунжер *A* пресса прижимает лист к подкладке или шаблону *F*, в то время, как шаблон *G*, прикрепленный к второму плунжеру *B*, отгибает вниз известный участок кромки листа. Шаблон *F* обычно отвечает лишь части окружности днища. Так как отогнутая шаблоном *G* часть борта еще не прилегает вплотную к боковой поверхности неподвижного шаблона *F*, то после того, как поршень *B* поднимается кверху, приводят в действие горизонтальный плунжер *C*. Шаблон, прикрепленный к последнему, прижимает борт к подкладке *F* и заглаживает складки («морщины»), которые иногда образуются во время первой операции. Буквой *D* на чертеже обозначен плунжер, действующий снизу вверх и применяемый большею частью для того, чтобы при известных работах выжать готовое изделие из нижней матрицы. Опорная бабка *E* поддерживает заготовку и облегчает центрирование ее.

\*) Пресса этого типа часто называют «универсальными».

Прим. перев.



Описанный способ отгибания бортов обладает тем преимуществом, что позволяет выполнять крупные работы при помощи сравнительно малого пресса и дешевого инструмента. Однако, ему присущ следующий довольно серьезный недостаток. Часть кромки листа, образующая место перехода отогнутого внизу борта в прямую часть днища, подвергается во



Фиг. 4. Гидравлический пресс для частичного фланжирования (Универсальный фланжировочный пресс).

время фланжировки значительной вытяжке и при отгибании следующего участка борта прежде отбортованная часть кромки снова садится в том же месте. Такая вытяжка материала с последующим осаживанием его вызывает в нем сильные напряжения, что делает необходимым применение в подобных случаях материала особенно высокого качества.

Фланжирование производится после того, как вся заготовка нагрета до надлежащей температуры, однако, в известных случаях бывает необходим и вторичный нагрев тех





частей листа, которые отгибаются в последнюю очередь. Таким же образом можно отгибать борты трубообразных деталей (напр., звеньев жаровых труб и т. д.).

Наиболее рациональным способом изготовления днищ является, конечно, штамповка цельного днища. Однако, этот способ применим лишь при условии серийного производства, т.-е. при выпуске днищ одинаковых размеров более или менее значительными партиями, так как в противном случае затраты на изготовление специальных инструментов (штампов) не оправдываются. Помимо того и самые прессы стоят дорого, и приобретение их целесообразно лишь при условии полной загрузки их соответствующего рода работой. Для штамповки днищ применяют гидравлические прессы, по устройству в общем сходные с гидравлическими ковочными прессами, но отличающиеся от последних сравнительной легкостью конструкции. Подобно большим ковочным прессам, станина их строится четырехколонной. В соответствии с значительными размерами материала или листовых заготовок, обрабатываемых на этих прессах, расстояние между колоннами их должно быть достаточно большим. При меньшей (сравнительно с ковочными прессами) высоте этих машин они имеют очень большой ход. В некоторых конструкциях этих прессов плунжер работает снизу вверх, т.-е. в направлении обратном рабочему ходу прессов обычной конструкции. Полное давление, развиваемое во время штамповки, лежит в пределах от 100 до 1200 тонн.

В остальном пресса для обработки котельного железа отличаются от обычных гидравлических ковочных прессов лишь очень незначительно. Подобно последним, эти прессы снабжаются иногда тремя плунжерами для изменения величины давления при штамповке. Для удержания в надлежащем положении листа, когда форма его делает это необходимым, некоторые прессы имеют два малых, специально предназначенных для этой цели, ныряла, работающих независимо от дви-



жений головки пресса. Посередине стола всегда имеется еще один поршень, т. наз. выталкиватель или подаватель (экстрактор), при помощи которого отштампованный лист выталкивается из матрицы. В некоторых конструкциях прессов можно встретить еще два дополнительных гидравлических цилиндра с плунжерами, которые служат для поднимания готового изделия в тех случаях, когда расстояние между верхним и нижним штампами должно быть сделано настолько ограниченным, что лист легко застревает в последнем, или когда заедание может быть вызвано усадкой листа от охлаждения.

Фланжировочные пресса применяются не только для отгибания бортов наружных и внутренних (воротников) или простого высаживания уступов \*), но также и для более сложных формоизменений, загибов и т. д.

Расход мощности на привод прессов для обработки котельного железа зависит чрезвычайно сильно от требуемой при данной работе степени точности, от толщины железа, радиусов закруглений, галтелей, а также — температуры нагрева, и поэтому сильно колеблется. В качестве ориентировочных данных при определении величины пресса можно пользоваться следующими приблизительными цифрами \*\*):

|                               |                    |          |
|-------------------------------|--------------------|----------|
| для днищ диаметром до 2500 мм | пресса на 300 тонн | давления |
| » » » » 3500 » » » 500 » »    |                    |          |
| » » » » 4500 » » » 700 » »    |                    |          |

\*) Напр., на цилиндрических топках вертикальных котлов (для приклейки топочного кольца).

\*\*) Иногда мощность  $P$  потребного пресса определяют по эмпирической формуле:

$$P = 15 \cdot S \text{ тонн,}$$

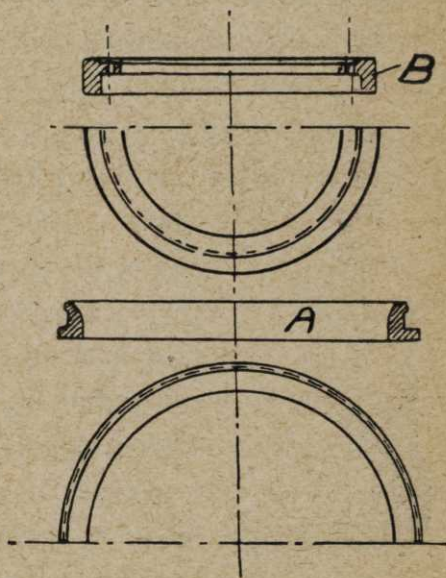
где  $S$  — площадь отгибаемого борта в см<sup>2</sup>.

*Прим. перев.*



При изготовлении штампов к прессам для котельного железа следует иметь в виду, что работа выполняется в горячем состоянии и сопровождается появлением в материале более или менее значительных напряжений. Конструкция штампов должна быть по возможности простой, и способ закрепления их на столе пресса и в его головке, при полной надежности, должен допускать быстрое привинчивание и отвинчивание. Самые штампы в основном не отличаются от обычных штампов, применяемых при других работах.

На фиг. 5 изображен штамп для фланжирования днища парового котла. Нижний (внутренний) штамп *A* («кольцо») укреплен на нескольких чугунных подкладках коробчатой формы, поставленных на торец, которые в свою очередь привинчены к столу пресса. Верхний



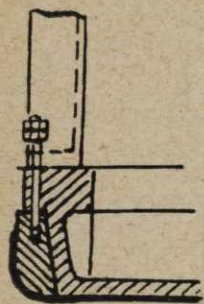
Фиг. 5. Штамп для фланжирования днища парового котла.

(наружный) штамп или штемпель *B* точно таким же образом прикреплен к головке пресса. Нижний штамп, представляющий собою чаще всего стальную отливку, обработан внутри и снизу. Внутренняя поверхность его должна быть по возможности гладкой, так как во время штамповки по ней скользит фланжируемая кромка листа. Верхний край внутренней поверхности этого штампа закруглен по довольно малому радиусу, несколько ниже переходит в более пологую дугу и еще ниже—в прямую вертикальную линию. Верхний штамп может быть сделан из чугуна. Нижняя и наружная поверхности его должны быть обработаны очень гладко. Промежуточные чугунные подкладки, посредством которых верхний штамп прикрепляется к головке



пресса, немного не доходят до окружности этого штампа; подкладки нижнего кольца должны оставлять свободной внутреннюю поверхность его. Монтровку штампа на прессе следует производить самым тщательным образом.

Для снятия отштампованного днища с штемпеля в тех случаях, когда оно не спадает с него само по себе, можно укрепить под нижним штампом несколько железных прутьев. При подъеме головки пресса отбортованная кромка листа зацепится за них, и днище сойдет с штемпеля. Другой способ заключается в том, что верхний штамп составляют из



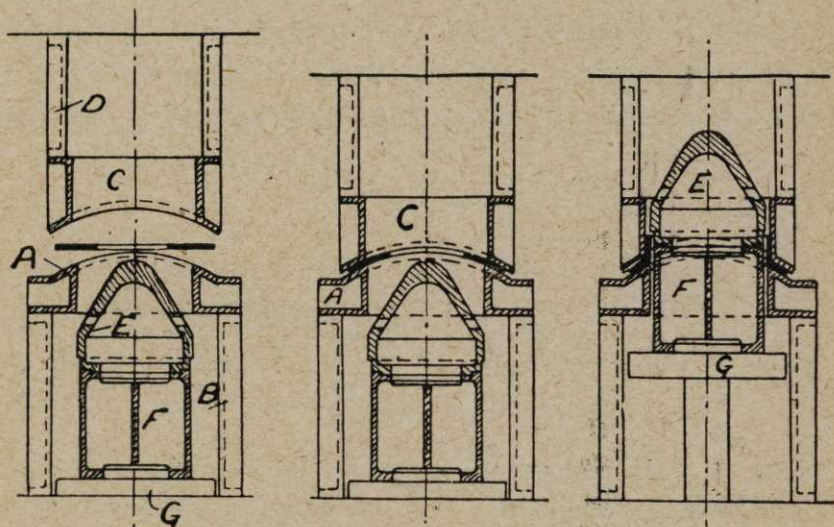
Фиг. 6. Верхний штамп со сменным наружным кольцом.

двух частей, одною из которых является пружинное кольцо, образующее внешний контур штемпеля. Это кольцо пригнано на конус к основной (внутренней) части штампа, и прикреплено к последней таким образом, что после окончания штамповки оно может несколько соскальзывать вниз. Для этого на болтах, скрепляющих кольцо с внутренней частью штампа, между нижними торцами гаек и опорной поверхностью последних оставлен большой зазор (см. фиг. 6). Когда кольцо соскальзывает вниз, внутренняя коническая поверхность его сходит с конуса внутренней части штампа. Благодаря тому, что при этом между обеими этими коническими поверхностями образуется зазор, кольцо штампа имеет возможность несколько пружинить, и отбортованное днище легче сходит с него. Описанная конструкция верхнего штампа обладает еще и тем преимуществом, что на один и тот же сердечник можно ставить наружные кольца разных размеров. Точно так же и нижний штамп может быть снабжен вставным внутренним кольцом, сменяемым при надобности на кольцо другой величины.

Фиг. 7 изображает последовательные стадии очень интересного процесса изготовления горловины. Предназначенный



для этой работы пресс снабжен двумя плунжерами, работающими один—сверху вниз, другой—в противоположном направлении. После того, как в круглом листе проштампована по середине достаточно большая дыра, лист кладут на нижний штамп *A*, посредством ножек *B* привинченный к столу пресса. При опускании верхнего штампа *C*, прикрепленного таким же



Фиг. 7. Штамповка горловины.

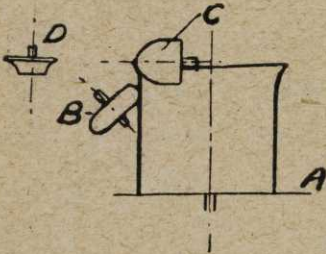
образом к головке пресса, лист примет форму сферического сегмента. После этого поднимается вверх вытяжной штамп *E*, укрепленный на подставке *F* нижней головки пресса, и отгибает воротник горловины; внутренняя поверхность штампа *C* играет при этом роль вытяжного кольца.

При высадке наружных уступов и т. под. работах можно одновременно с этой операцией производить приварку к листу фланцев и патрубков, если штамп спроектирован соответствующим образом. Совершенно понятно, что как самый лист, так и привариваемая деталь должны быть нагреты до сварочного жара.

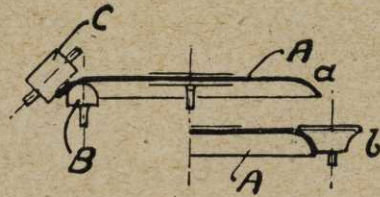
Для отгибания бортов на круглых листах и трубах цилиндрической формы (напр., на звеньях жаровых труб и т. п.)



применяют также специальные машины других типов, отворачивающие вниз соответствующую кромку вращающейся детали таким же образом, как это делается при бортовании и закатке изделий из тонкого листового железа. По своему внешнему виду и общим чертам конструкции эти машины напоминают более всего карусельные токарные станки. Звено жаровой трубы ставят на торец и закрепляют на вращающемся столе *A* машины (см. фиг. 8). В подшипниках вертикального суппорта, который можно перемещать вдоль направляющих станины, лежат цапфы осей пяти роликов. Из



Фиг. 8. Постепенная фланжировка звена жаровой трубы и т. под. деталей.



Фиг. 9. Постепенное отгибание борта днища парового котла.

них три (*B*) подпирают изделие несколько ниже отгибаемой кромки, а самая фланжировка производится путем постепенной подачи вперед ролика *C* при одновременном вращении стола вместе с закрепленным на нем изделием. Окончательная обработка борта выполняется роликом *D*, профиль которого соответствует требуемому радиусу закругления. На такой машине можно фланжировать очень большие звенья жаровых труб.

На фиг. 9а схематически изображен тот же метод отгибания бортов в применении к днищам паровых котлов и подобным им деталям. Также и в этом случае лист *A* вращается, при чем снизу его подпирает ролик *B*, в то время, как установленный наклонно другой ролик *C* отгибает вниз



кромку листа. Ролик *C* можно устанавливать под различными углами к горизонтальной плоскости. Вместо ролика *B* применяют иногда цельный шаблон (болванку), форма которого соответствует внутренним очертаниям готового днища, вращающийся вместе с листом. В случае применения шаблона наклонный ролик заменяют вертикальным, профилированным по наружному контуру борта днища (фиг. 9b).

---



## ОБРАБОТКА ТОНКИХ ЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛОВ.

### Материал.

Для изготовления многих изделий в качестве материала применяют прокатанные в виде тонких листов различные металлы и сплавы, как железо и сталь, красную медь, латунь, нейзильбер (мельхиор, аргентан), томпак, никкель, цинк, алюминий, золото, серебро и платину. Кроме того, для этой цели часто употребляют тонкие листы металла, покрытого слоем какого-либо другого металла, напр., луженое, медированное (омедненное) или никкелированное железо, также железо, покрытое алюминием, никкелированную медь и цинк. Наконец, применяют также металлические листы, состоящие из нескольких слоев различных металлов или покрытые лаком.

Очень часто в качестве материала пользуются жестью, не только белой, но и черной. Самое лучшее железо для вытяжки \*) получается из мартеновского материала, и после прокатки отжигается в ящиках без доступа воздуха, затем два раза отравливается \*\*) (листовое дважды декарпированное железо для штамповки). Из этого материала изготовляют также лучшие сорта жести. Железо, предназначенное для штамповки, должно отличаться вяз-

---

\*) См. ниже.

\*\*) Обычный состав травильной ванны: 90% воды, 10% серной кислоты. После травления железо промывают в известковой воде.



костью (тягучестью) и мягкостью, однородностью внутренней структуры и быть одинаковым по толщине по всей площади листа. Сопротивление на разрыв мартеновского листового железа, применяемого для вытяжки, должно составлять 40—42 кг/мм<sup>2</sup> при удлинении в 32—34%.

Строение материала, предназначенного для фабрикации изделий путем вытяжки, имеет чрезвычайно важное значение, так как железо низкого качества или с пороками часто дает трещины во время обработки. Прочность листового железа вдоль прокатки несколько больше, чем в других направлениях, поэтому раскрой листа на заготовку стараются производить с таким расчетом, чтобы наибольшие напряжения в готовом изделии были направлены вдоль прокатки.

Во время обработки различные металлы ведут себя различным образом, следовательно, при выборе материала для той или иной цели нужно принимать во внимание, насколько свойства данного материала соответствуют характеру и назначению изделия, которое предполагается делать из него. Наиболее важное значение имеют большая вязкость материала и высокое сопротивление на разрыв. Впрочем, во многих случаях для штамповки можно пользоваться обыкновенным продажным листовым железом. Рванины, пузыристая или трещиноватая структура являются самым верным признаком того, что брак вызван не плохим инструментом или неправильными приемами обработки, а качеством самого материала.

Точно так же и рабочий инструмент, применяемый при вытяжке, должен быть сообразован с родом материала. Так, например, цинк и алюминий нельзя обрабатывать при помощи штампов, предназначенных для листового железа. Для различных материалов требуется, вообще говоря, различное число вытяжек, даже и тогда, когда форма изделия во всех случаях одинакова.



Опыты по протягиванию жести дали следующие результаты:

|                                                                       |         |
|-----------------------------------------------------------------------|---------|
| Толщина листа . . . . .                                               | 0,27 мм |
| Диаметр заготовки . . . . .                                           | 470 „   |
| Глубина протягивания при одной<br>вытяжке (диаметр формы 270 мм) . .  | 110 „   |
| Толщина листа . . . . .                                               | 0,22 „  |
| Глубина протягивания при одной<br>вытяжке (диаметр формы 50 мм) . . . | 38 „    |

Эти данные заимствованы из немецкого источника. Матрицы, служившие для производства опытов, были выполнены с большой точностью. Более тягучие металлы, как это легко понять, допускают еще большую глубину протягивания при первой вытяжке.

Так же, как при волочении проволоки, материал в большинстве случаев приходится отжигать после каждой или после нескольких операций. Отжиг производится либо на поду отжигательных печей, либо в горшках. При хорошей обмазке последних окаины на изделиях не получается, если только не поднимать температуру в печи выше, чем это нужно. Мелкие предметы отжигают в толстостенных ящиках, наполненных стружкой с токарных, фрезерных или строгальных станков. Это содействует более медленному остыванию отжигаемых изделий и предупреждает образование окислов на их поверхности. Так же, как отжиг, охлаждение должно происходить совершенно без доступа воздуха.

Для того, чтобы во время отжига изделие не дало трещин, нагрев следует производить по возможности медленно и постепенно. Поэтому заполненные отжигательные ящики до помещения их в печь должны быть предварительно подогреты. Для этого их ставят на печь или перед рабочим окном. Особенной осторожности в этом отношении требует мельхиор. Чтобы еще уменьшить возможность растрескивания, изделия из этого металла перед отжигом проколачивают



деревянным молотком, так, чтобы на всей поверхности предмета образовались маленькие выпуклости. После этого изделия укладывают в ящики или бочки, наполненные древесно-угольным порошком (штыбом), замазывают ящики глиной и подогревают их на печи или перед ней в течение 12 до 24 часов. Затем загружают ящики в печь и чрезвычайно осторожно поднимают в ней температуру \*)

---

\*) Отжиг в муфельных печах лучше всего производить в восстановительной атмосфере, во избежание излишнего окисления поверхности и понижения количества углерода в отжигаемом продукте. Отжиг в ящиках лучше производить не в древесно-угольном штыбе (во избежание цементации и излишнего обогащения углеродом), а в более нейтральной среде, напр., песке, к которому следует примешивать некоторое количество древесно-угольного штыба, во избежание угара углерода в отжигаемом продукте.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗАГОТОВКИ.

При более простых штамповочных работах наружные очертания заготовки либо совсем не меняются, либо меняются настолько незначительно, что определение размеров листовой заготовки не представляет никаких затруднений. Иначе обстоит дело при вытяжке, где плоская круглая заготовка, вырезанная из листа, принимает в конечном результате форму, напр., сосуда более или менее значительной глубины. Если работа должна производиться при помощи комбинированного штампа, состоящего, помимо обычных пуансона и матрицы, еще из вытяжного штемпеля и вытяжного кольца (для одновременной штамповки и вытяжки), то точное предварительное определение величины заготовки имеет еще большее значение, так как штамп нельзя закончить прежде, чем не будут известны размеры заготовки. При массовом производстве изделий нередко очень незначительный излишек материала в заготовке приводит к большой потере материала. Поэтому при расчете размеров заготовки довольно часто имеют значение и дробные доли миллиметра.

Конструкция подобных штампов требует большого практического опыта. В тех случаях, когда вытяжка совершается в несколько переходов, прежде всего вычерчивают т. наз. схему штамповки, сообразно с которой затем проектируют вытяжные штампы (см. ниже—К а л и б р о в к а в ы т я ж н ы х ш т а м п о в). Если переходы выбраны правильно, то после этого остается лишь определить размеры заготовки и, где это требуется, спроектировать пробивной штамп.



Для определения размеров заготовки можно пользоваться различными методами: эмпирическо - экспериментальным, расчетом по весу и расчетом по размерам.

Наиболее надежным из них является, несомненно, первый метод, состоящий в том, что надлежащие размеры заготовки подыскивают путем ряда попыток. Однако, этот способ является в то же время и самым дорогим. В некоторых случаях, впрочем, задача может быть решена только этим путем. Определение размеров заготовки посредством ряда последовательных попыток производится следующим образом. Прежде всего заготовку вырезают ручным способом, при чем размеры ее, определяемые «на глаз», получаются лишь приблизительно. После пробной вытяжки этой заготовки, вырезают вторую заготовку, изменяя размеры ее в соответствии с полученными результатами. Такие пробы повторяют до тех пор, пока не получится заготовка должных размеров. В тех случаях, когда прессовочный или вытяжной штамп комбинирован с штампом для одновременной вырезки заготовки, матрицу приходится изготовлять отдельно и оставлять незаконченной до тех пор, пока не будут определены размеры и форма заготовки. Пуансон или «вырубной штемпель», исполняющий одновременно роль верхней придержки, заканчивают целиком, за исключением лишь самой режущей кромки, имеющей форму замкнутой кривой; эта кромка отделяется после того, как найдены размеры заготовки. Само собою разумеется, что внутренняя поверхность этого пуансона, дающая направление вытяжному штемпелю, должна быть закончена раньше, хотя закалка его производится лишь после окончательной обработки наружной (режущей) кромки.

Другой из указанных методов определения размеров заготовки основан на взвешивании готового пробного изделия, одинакового с теми, которые предстоит изготовлять. При этом исходят из предположения, что средняя толщина стенок



изделия, вытянутого из листовой заготовки, остается такою же, как в исходном материале, следовательно, равны также полная поверхность изделия и площадь заготовки. Взвесив пробное изделие, легко определить размер заготовки, если известен вес 1 см<sup>2</sup> соответствующего листового материала такой же толщины. Этот способ применим, очевидно, лишь в тех случаях, когда можно получить образец, совершенно одинаковый с теми изделиями, для которых требуется изготовить штампы.

Наконец, желаемый результат может быть получен путем расчета, исходя из размеров готового изделия. Подобно только что описанному, и этот способ основан на допущении, что поверхность листовой заготовки и ее толщина сохраняют во время обработки свою величину. Следовательно, подсчитывают полную поверхность готового изделия (напр., в цилиндрическом сосуде—площадь дна+боковая поверхность) и выбирают заготовку таким образом, чтобы площадь ее была равна этой поверхности. При сравнительно толстом листовом материале подсчет поверхности изделия должен производиться по нейтральной линии (точнее говоря, по нейтральной поверхности \*), а не по наружной или по внутренней поверхности, напр., цилиндрической части сосуда. Для предметов цилиндрической формы из тонкого листового материала и с очень малыми радиусом закругления в месте перехода донышка в стенки, как, напр., для круглых коробок, банок и т. под., можно пользоваться следующей формулой:

$$D = \sqrt{d^2 + 4 \cdot d \cdot h}$$

где

$D$  — диаметр заготовки,

$d$  — диаметр коробки или банки, и

$h$  — высота „ „ „

---

\*) Ср. Том V, стр. 52 и сл.



Для круглых коробок или банок, донышко которых соединяется с боковой поверхностью галтелью сравнительно небольшого радиуса, можно применять формулу:

$$D = \sqrt{d^2 + 4 \cdot d \cdot h} - r$$

где  $r$ —радиус закругления, а остальные буквы сохраняют те же значения, что и в предыдущей формуле.

Последняя формула теоретически не точна, и ею можно пользоваться лишь в тех случаях, когда радиус закругления  $r$  меньше  $1/4$  высоты цилиндрической части изделия \*).

Однако, при определении площади заготовки по полной поверхности готового изделия должны быть приняты во внимание и некоторые другие обстоятельства, влияющие на размеры ее. Приводимая ниже таблица показывает, что подсчитанный теоретически диаметр заготовки должен быть несколько увеличен или уменьшен в зависимости от конечной формы изделия. Увеличение действительного диаметра заготовки по сравнению с теоретическим значением его должно

| Железо        |       | Латунь        |       | Нейзильбер    |       | Алюминий      |       | Примечания                              |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|-----------------------------------------|
| $\frac{d}{h}$ | $a$   | $\frac{d}{h}$ | $a$   | $\frac{d}{h}$ | $a$   | $\frac{d}{h}$ | $a$   |                                         |
| —             | —     | —             | —     | 2,91          | 1,007 | —             | —     | При этом предполагаются след. значения: |
| 2,64          | 1,056 | 2,62          | 0,941 | 2,50          | 1,018 | —             | —     | При первой вытяжке:                     |
| —             | —     | 2,33          | 0,972 | 2,40          | 1,047 | —             | —     | $\frac{d}{h} = 2,8; a = 0,958$          |
| —             | —     | 2,29          | 1,010 | 1,73          | 1,082 | 2,15          | 0,984 | При второй вытяжке:                     |
| 1,47          | 1,100 | 1,625         | 1,029 | 1,48          | 1,074 | 1,90          | 0,984 | $\frac{d}{h} = 1,7; a = 0,964$          |
| —             | —     | 1,43          | 1,044 | 1,375         | 1,086 | 1,314         | 1,010 | При третьей вытяжке:                    |
| 0,875         | 1,140 | 1,31          | 1,047 | 0,818         | 1,096 | 0,903         | 1,027 | $\frac{d}{h} = 1; a = 1,013$            |
| —             | —     | 0,782         | 1,053 | —             | —     | 0,660         | 1,066 |                                         |

\*) Oberlin Smith, «Pressen, Stanzen und Prägen der Metalle», Leipzig, 1903.



быть тем больше, чем больше отношение глубины полученного вытяжкою изделия к его диаметру и чем меньше ковкостью обладает металл, так как приведенный способ расчета не учитывает того обстоятельства, что средняя толщина материала в вытянутом изделии и толщина листовой заготовки различны. В таблице \*) через  $h$  обозначена высота цилиндрической части,  $d$ —диаметр ее,  $a$ —коэффициент, на который нужно умножить полученный теоретическим подсчетом диаметр заготовки, чтобы площадь ее оказалась достаточной для вытяжки изделия.

Только что указанное обстоятельство приводит к тому, что при расчете листовой заготовки довольно часто бывает практичнее исходить не из размеров поверхностей готового изделия и заготовки, а из объема материала в том и другом случае. Очевидно, что при всех обстоятельствах объем занимаемый материалом до вытяжки и после нее, остается неизменным. Формулы, приведенные ниже, могут применяться в тех случаях, когда из прежнего опыта или путем непосредственного измерения образца можно установить среднюю толщину листового материала в цилиндрических стенках и донышке вытянутого изделия. В этом случае:

$$D = \sqrt{d^2 + \frac{(d^2 - d_1^2) \cdot h}{t}}$$

где

$D$ —искомый диаметр листовой заготовки

$d$ —наружный диаметр круглой коробки

$d_1$ —внутренний диаметр „ „

$h$ —высота „ „

$t$ —толщина дна коробки.

Расчет можно вести и иначе. Если обозначить через  $T$  толщину стенок цилиндрической части изделия, то, пренебре-

---

\*) Musiol. «Grundlagen für die Ermittlung der Zuschnitte».



гая незначительной разностью между  $d$  и  $d_1$ , получим следующую формулу:

$$D = \sqrt{d^2 + 4d \cdot h \cdot \frac{T}{t}}$$

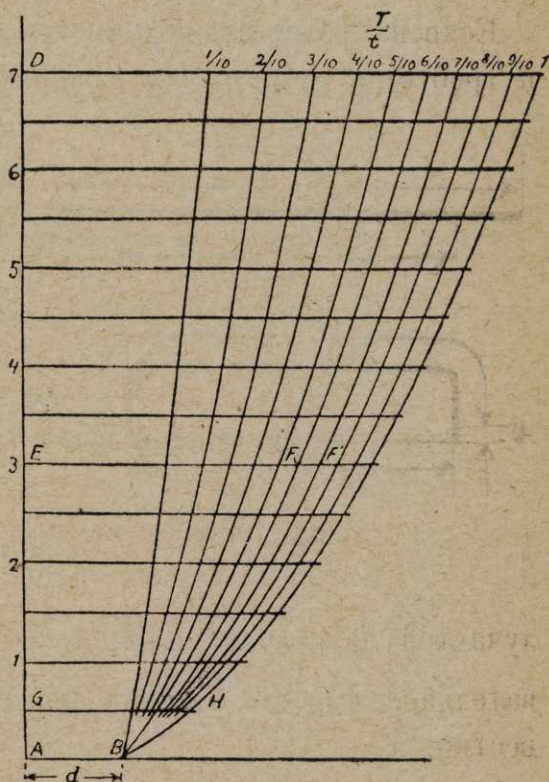
которая для тонкого листового материала дает достаточно точные результаты. Фиг. 10 представляет построенную по этой формуле диаграмму,

при помощи которой можно определить диаметр круглой листовой заготовки, если известны значения диаметра и глубины вытянутого изделия. Расстояние  $A—B$  соответствует определенному диаметру  $d$  последнего, вертикальная прямая слева — отношение высоты цилиндрической части изделия к диаметру его (т.-е. высота  $= 1d, 2d, 3d$  и т. д.), а цифры на верхней горизонтальной прямой, относящиеся к соответствующим кривым, обозначают отношение  $\frac{T}{t}$

т.-е. отношение толщины цилиндрической части из-

делия к толщине дна. Искомый диаметр определяется непосредственно по диаграмме, как отрезок соответствующей горизонтали между осью  $A—D$  и кривой для заданного значения  $\frac{T}{t}$ .

Так, напр., при высоте  $h = 0,5 \cdot d$  и  $T \cong t$  диаметр заготовки измеряется (в масштабе  $d$ ) отрезком  $G—H$ ; отрез-

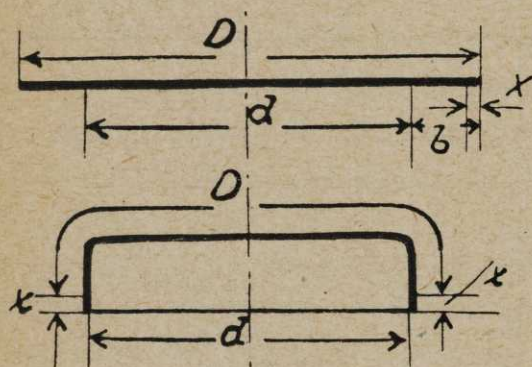


Фиг. 10. Диаграмма для определения диаметра листовой заготовки при вытяжке.



зок  $E—F$  соответствует  $h=3d$  и  $T=0,6 \cdot t$  и т. д. Следовательно, диаметр заготовки определится, если на вертикали  $A—D$  отложить отношение высоты  $h$  цилиндрической части готового изделия к его диаметру  $d$  и из полученной точки провести горизонтальную прямую до пересечения с кривой, отвечающей заданному значению  $\frac{T}{t}$ .

Если, напротив, задан диаметр  $D$  круглой заготовки (выкройки) и требуется определить глубину вытянутого из нее изделия



Фиг. 11.

цилиндрической формы при заданном внутреннем диаметре  $d$ , то длину  $x$  (см. фиг. 11) можно подсчитать по приведенной ниже формуле, вывод которой основан на допущении, что толщина стенок и дна вытянутого изделия одинаковы. Боковая поверхность изделия по-

лучается из кольца, ширина которого  $b = \frac{1}{2} (D-d)$ . Следовательно, высота боковой поверхности  $= b + x$ , где  $b$  — известно, а

$$x = \frac{b^2}{d} \quad *)$$

Таким образом, высота изделия цилиндрической формы, вытянутого из круглой листовой заготовки, получается больше

\*) Это значение находится из сравнения площади кольца шириною  $b$  и боковой поверхности изделия (см. фиг. 11), т. е. из равенства:

$$\frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} = \pi \cdot d \cdot h$$

полагая в нем  $h = b + x$  и подставляя  $b = \frac{D-d}{2}$

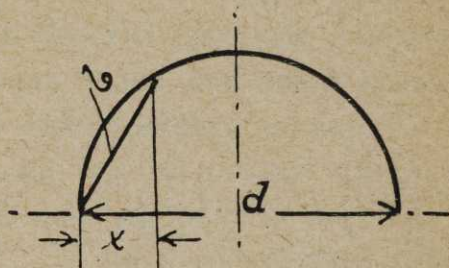
Прим. перев.



$b$ , вследствие того, что диаметр готового изделия меньше, нежели заготовки.

Значение  $x = \frac{b^2}{d}$  можно определить и графическим путем.

Для этого нужно построить полуокружность на диаметре  $d$ , из конца диаметра засечь ее хордой  $b$  и из конца последней опустить перпендикуляр на диаметр. Полученный отрезок  $x = \frac{b^2}{d}$  (фиг. 12) предста-



Фиг. 12.

| Диаметр цилиндрического сосуда<br>в мм | Глубина цилиндр. сосуда после об-<br>резки кромок<br>в мм | Толщина листо-<br>вого железа<br>в мм | Диаметр<br>заготовки<br>в мм |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 80                                     | 87                                                        | 0,500                                 | 196                          |
| 90                                     | 97                                                        |                                       | 220                          |
| 100                                    | 107                                                       |                                       | 250                          |
| 110                                    | 117                                                       |                                       | 270                          |
| 120                                    | 123                                                       |                                       | 290                          |
| 130                                    | 128                                                       |                                       | 310                          |
| 140                                    | 133                                                       |                                       | 330                          |
| 150                                    | 138                                                       |                                       | 350                          |
| 160                                    | 143                                                       | 0,562                                 | 375                          |
| 170                                    | 150                                                       |                                       | 400                          |
| 180                                    | 158                                                       |                                       | 420                          |
| 190                                    | 165                                                       |                                       | 440                          |
| 200                                    | 174                                                       |                                       | 460                          |
| 210                                    | 181                                                       |                                       | 475                          |
| 220                                    | 189                                                       |                                       | 490                          |
| 230                                    | 194                                                       |                                       | 510                          |
| 240                                    | 199                                                       | 0,625                                 | 530                          |
| 250                                    | 204                                                       |                                       | 550                          |
| 260                                    | 210                                                       |                                       | 570                          |
| 270                                    | 215                                                       |                                       | 580                          |
| 280                                    | 220                                                       |                                       | 595                          |
| 290                                    | 225                                                       |                                       | 605                          |
| 300                                    | 230                                                       |                                       | 620                          |



влияет разность между высотой боковой поверхности изделия и величиною  $b$ .

Все приведенные здесь формулы и цифровые данные дают размеры заготовки без припуска на обрезку кромок изделия, которые, как это понятно, получаются при вытяжке всегда более или менее неровными.

Таблица, приведенная на предыдущей странице, дает диаметр заготовки для цилиндрических сосудов различных диаметров и глубины при вытяжке их из тонкого листового декапированного железа.

---



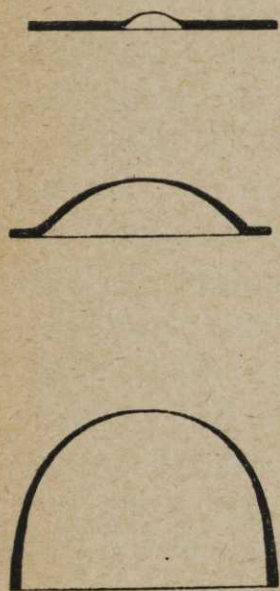
## ВЫБИВАНИЕ И ПОСАДКА.

Обработка листовых металлов чисто ручным способом, в частности—изготовление из них вручную художественных изделий, представляет меньший интерес, нежели машинная обработка металлов в листах. В особенности это касается изготовления орнаментов, применяемых в строительном деле, которое поэтому здесь можно оставить совершенно без рассмотрения. Что касается машин, применяемых в этой области производства, то важнейшие из них описаны ниже, в разделе, посвященном загибке и фальцовке тонких листовых металлов. Несколько больший интерес представляет выбивание листовых металлов, вследствие того, что из него развились такие методы механической обработки, как штамповка в формах (прессовка), вытяжка и выдавливание.

Выбиванием называют такой способ обработки, при котором плоский металлический лист в известных местах утоняют посредством ударов молотка. При этом обрабатываемые места выходят из плоскости листовой заготовки и образуют различной формы выпуклости (рельефы), впадины, орнаменты и т. д. Вместо обработки листа непосредственно молотком применяют также пуансоны и штемпеля, чеканы и др. инструменты. Смещение обрабатываемых мест из плоскости листа вызывается тем обстоятельством, что каждое из них окружено частицами материала, не подвергающимися обработке и препятствующими боковому перемещению обрабатываемых участков листа.



Фиг. 13 поясняет процесс изготовления предмета чашеобразной формы при помощи выбивания. Для этой цели можно пользоваться сильно выпуклой («высококруглой») наковальней и молотком с лицом такой же формы. Лист выбивают от середины к краям, нанося удары так, чтобы они ложились по туго свернутой спирали. Сила отдельных уда-



Фиг. 13. Выбивание предмета чашеобразной формы.

ров должна быть соразмеряема таким образом, чтобы к концу обработки толщина листа была наименьшей в середине, очень постепенно увеличивалась к краям и по самой кромке имела приблизительно свою первоначальную величину. Высота выпуклости над плоскостью листа зависит, понятно, от того, насколько лист стал тоньше в данном месте. Поэтому, чем глубже должен быть подобного рода предмет (сосуд), тем большей нужно брать начальную толщину листа, если хотят избежать разрывов во время обработки.

Золотых дел мастера обычно выбивают предметы чашеобразной формы на свинцовой подкладке, т. наз. «подстилке», проколачивая лист выбивальным или разгонным молотком от середины к краям. При таком способе обработки лист не приходится слишком значительно утонять, чтобы получить желаемую форму, так как свинец оседает под ударами молотка, и лист в то же время выбивается, причем деформации (удлинения) распределяются более равномерно по всей площади листа. Третий способ заключается в том, что заготовку выбивают по сделанной из более твердого металла форме, внутренние очертания которой соответствуют наружному контуру требуемого изделия.

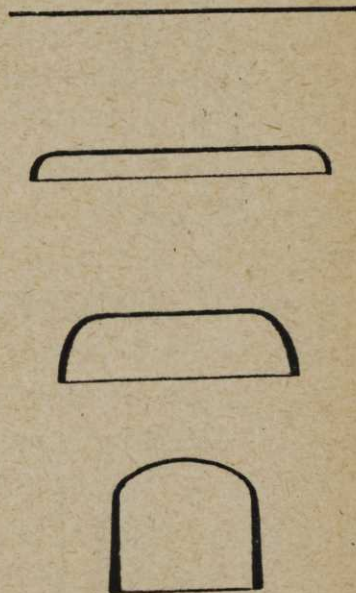
С другой стороны, предметы, имеющие форму сосуда, можно готовить, осторожно загибая вниз края круглого



плоского листа посредством правильно рассчитанных и точно направленных ударов молотка. При этом край листа должен необходимо осаживаться, так как диаметр его уменьшается, и частицы материала, расположенные на самой кромке, вынуждены куда-то смещаться. Иначе говоря, толщина листа увеличивается по краям и постепенно уменьшается от них к середине, где сохраняет свою первоначальную толщину. Фиг. 14 иллюстрирует этот способ обработки, называемый посадкой. Он применяется нередко и при выбивании изделий, отчасти для того, чтобы избежать чересчур тонких мест в материале, отчасти—с целью придания изделию в известных случаях требуемой формы.

Само собою разумеется, что оба описанных способа—выбивание и посадка—требуют применения чрезвычайно однородного по структуре и вязкого материала и предполагают у рабочего большую профессиональную ловкость. Возникающие во время обработки внутренние напряжения и повышение твердости материала уничтожаются путем отжига, повторяемого во время работы несколько раз.

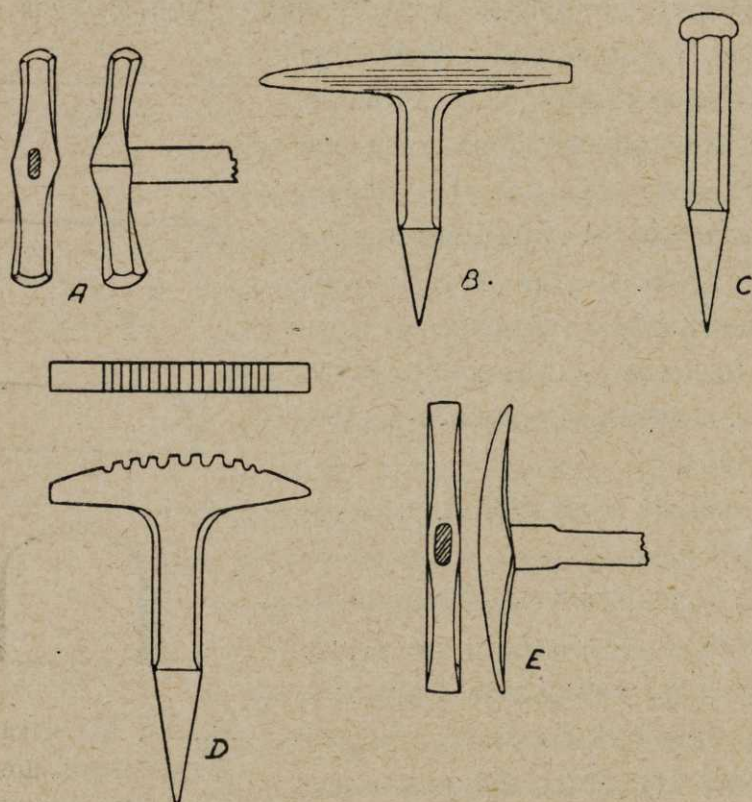
Комбинируя различным образом описанные методы обработки, одному и тому же изделию можно придавать самые разнообразные формы. Кроме того, при помощи молотка и наковальни можно выгибать его по разным фасонам. Для этой цели пользуются молотками и наковальнями различных типов, число которых довольно значительно.



Фиг. 14. Посадка изделия в форме сосуда при помощи отгибания вниз кромки листа.



На фиг. 15 изображено несколько инструментов, наиболее часто применяемых при работах по выбиванию. *А*—выбивальный (или разгонный) молоток, *В*—шперак, которым пользуются для «планировки», т.-е. для выправки



Фиг. 15. Инструменты, наиболее употребительные при выбивании.

и выглаживания изделий требуемой формы, для выгибания и отгибания кантов и т. д. *С*—т. наз. стойна—служит для планировки выпуклых предметов, *Д*—шперак-бороздка и *Е*—гофрировочный (насечный) молоток. При помощи последних получают на поверхности предмета, сделанного из тонкого листового металла, прямые складки или волны. Желобки на поверхности бороздки имеют различную величину, что необходимо для получения складок



разных размеров, и ширина этих углублений соответствует различной толщине концов гофрировочных молотков.

В настоящее время выбивание применяется главным образом для получения на листовом металле различных украшений, как, напр., стеблей выющихся растений, листьев, орнаментов, изображений и т. д. При подобного рода работах широко пользуются пуансонами (чеканами) с рабочими поверхностями — «боями» — самой различной формы. При обработке железа и латуни подкладкой («подстилкой») служит свинцовая пластина (при более острых очертаниях предмета — медь), которая, благодаря своей мягкости, допускает выпучивание листа в выбиваемом месте. Для более мягких металлов подстилку делают из довольно вязкой мастики, сплавляемой обычно из вара, толченого кирпича и небольшого количества воска. Мастика должна быть настолько прочной, чтобы давать достаточно надежную опору листу вокруг обрабатываемого места. Ту сторону листа, на которой должен получиться рельеф, намазывают мастикой и крепко приклеивают к выбивальному (чеканочному) шару, вернее — полушару, плоская сторона которого, обращенная кверху, покрыта довольно толстым слоем замазки, предварительно нагретой для того, чтобы лучше удерживать обрабатываемый лист. Чеканочный шар, отлитый из чугуна и имеющий, как упомянуто, полушаровую форму, кладут на кольцообразную подстилку таким образом, чтобы его легко можно было наклонять и поворачивать в любую сторону. Это облегчает обработку изделия со всех сторон. После того, как выбивание с одной стороны листа окончено, последний снимают с чеканочного шара и, если требуется, снова приклеивают к нему другой стороной кверху для дальнейшей обработки ее. Чеканка, т. е. более точное завершение работы, производится при помощи чеканов и грабштихелей.

Другой способ выбивания, требующий от рабочего гораздо меньшего искусства, заключается в том, что листу придают



желаемую форму обколачиванием его по готовой модели, т. наз. форме. Для этого кладут листовую заготовку на модель, поверх листа — свинцовую прокладку и затем молотком выбивают свинец вместе с листом по внутренней поверхности формы. Этот способ обработки, очевидно, весьма сходен с штамповкой листовых металлов в формах (см. стр. 83 и сл.).

Выбивание часто применяется для изготовления деталей, которые затем посредством сварки, пайки или заклепок должны быть либо связаны между собою, либо прикреплены к основной части изделия.

Молотки, применяемые для выбивания, имеют приблизительно полусферовой боек, диаметр которого выбирается соответственно с формой требуемого изделия. Однако, при более простых работах, для которых самым существенным является выполнение в возможно короткий срок, диаметр бойка следует выбирать по возможности малым, так как чем меньше боек молотка, тем скорее может быть выполнена работа.

---



## ВЫДАВЛИВАНИЕ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ.

### Металлодавальное дело.

Выдавливание на токарных станках имеет целью изготовление из плоских, обычно круглых, листовых заготовок предметов цилиндрической, конической, чашеобразной или неправильной формы. Этот способ обработки имеет много общего с выбиванием, но не дает возможности изготавливать орнаменты в собственном смысле этого слова. Выдавливание металлических изделий на токарном станке, как метод обработки, представляет до известной степени переходную форму между выбиванием и вытяжкой на прессах, описываемой в дальнейшем. Однако, для массового производства изделий последний способ обработки является гораздо более целесообразным, нежели фабрикация при помощи давальных станков. С другой стороны, по сравнению с вытяжными прессами давальные станки обладают тем преимуществом, что позволяют придавать предмету более разнообразные формы, которые нельзя получить вытяжкой (напр., кувшины, сосуды фасонных очертаний и т. д.). Кроме того, эксплуатация давальных станков является выгодной уже при небольшой производительности.

Эти причины обусловили довольно широкое применение выдавливания на станках для окончательной обработки изделий, предварительно вытянутых на прессе. Важнейшими из встречающихся при этом работ являются: выдавливание суженных мест, как перехваты или шейки сосудов,



и выдавливание пузовин, т.-е. обработка изнутри более широких частей (выпуклостей) изделия. На давяльных станках можно производить и некоторые другие операции, как, например, отгибание круглых бортов для усиления краев изделия, заворачивание бортов внутрь (вместо применявшейся в прежнее время закатки проволоки в борта сосудов), а также накатку различных узоров и простых орнаментов.

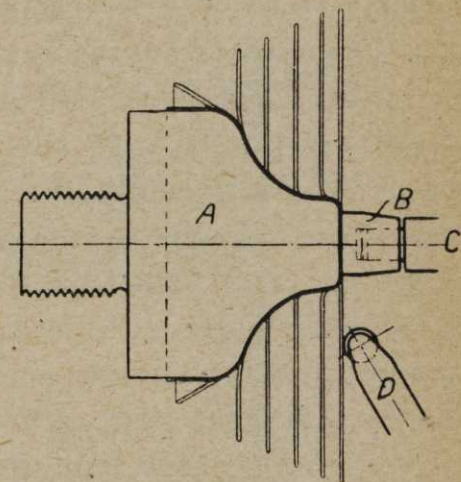
Аналогично тому, что имеет место при выбивании, материал, выдавливаемый на токарном станке, вытягивается и осаживается, при чем получается желаемая форма. Вместе с тем, эта работа имеет очень много общего и с прокаткой, в особенности, когда выдавливание производится при помощи давяльника с роликом. Однако, различие между этими двумя методами обработки заключается в том, что во время выдавливания изделие вращается. Самое выдавливание производится постепенно следующим образом. Инструмент упирают в листовую заготовку несколько ниже ее центра и нажимают им на лист; в то же время инструмент подают по направлению к кромке заготовки и вперед. Это движение инструмента должно совершаться с таким расчетом, чтобы заготовка не стала чересчур тонкой, и во многих случаях бывает необходимо «передавать» материал к тем местам, где толщина выкройки чрезмерно уменьшилась. Во время выдавливания материал приобретает свойство совершенной текучести. Благодаря этому плоскую выкройку, вырезанную из металлического листа, можно посредством выдавливания деформировать таким образом, что она принимает совершенно сферическую форму, с одним только маленьким отверстием, образованным смыканием круговой кромки заготовки.

Фиг. 16 схематически изображает рабочий процесс при наиболее обычных формах выдавливания. Круглая листовая заготовка нагоняется на заранее сделанный шаблон или модель—так наз. п а т р о н—таким образом, что принимает



его форму. Патрон *A*, вращающийся вместе с заготовкой, навинчен на шпиндель давилъного станка. Заготовка прижимается к патрону головкой *B*, укрепленной на центре задней или упорной бабки *C*. Самое выдавливание, выполняемое во многих случаях в несколько приемов с отжигом заготовки между отдельными переходами, производится при помощи ролика или давилъника *D* соответствующей формы.

Описанный метод обработки применяется для изготовления многих деталей для мин, сепараторов, ламп, посуды, хозяйственной утвари и пр., а также предметов из драгоценных металлов. В массовом производстве выдавливание изделий из металла вытесняется, где это возможно, вытяжкой на прессах. Поэтому в настоящее время



Фиг. 16. Последовательные стадии работы при выдавливании.

металлодавилъное дело отчасти утратило свое прежнее значение. При помощи выдавливания можно обрабатывать все те металлы, которые поддаются прессовке (штамповке в формах) и вытяжке, иначе говоря, вязкие металлы и сплавы, и в первую очередь—медь, латунь, цинк, алюминий, железо, мягкую сталь, серебро, золото, нейзильбер и т. д.

### Выдавливаемость металлов.

Если расположить металлы и сплавы, чаще всего применяемые для давилъных работ, в порядке той легкости, с которой они поддаются выдавливанию, то получится следующий ряд: свинец, британский металл, баббит, алюминий, цинк, медь, латунь, нейзильбер,



серебро и железо. Из них сильнее всего «закаляются» (т.-е. утрачивают вязкость и становятся хрупкими) во время выдавливания медь, латунь, нейзильбер и железо. Баббиты хотя и не закаляются, но требуют от давилщика большого искусства, иначе толщина стенок готового изделия в различных местах чрезвычайно различна. Меньше всего умения требуется от рабочего при выдавливании меди, так как этот металл отличается большой вязкостью и ковкостью и хорошо переносит высокие температуры, к которым медь чувствительна меньше других металлов. Цинк отличается свойством вытягиваться больше в направлении вдоль прокатки листа. По легко понятным причинам свинец, как материал для давилных работ, применяется крайне редко. Алюминий можно очень долго выдавливать без отжига. Иногда и железо можно давить до довольно сложных форм без того, чтобы в течение этого времени потребовался отжиг. Однако, это возможно лишь при том условии, если качество железа подобрано в полном соответствии с характером предстоящей давилной работы.

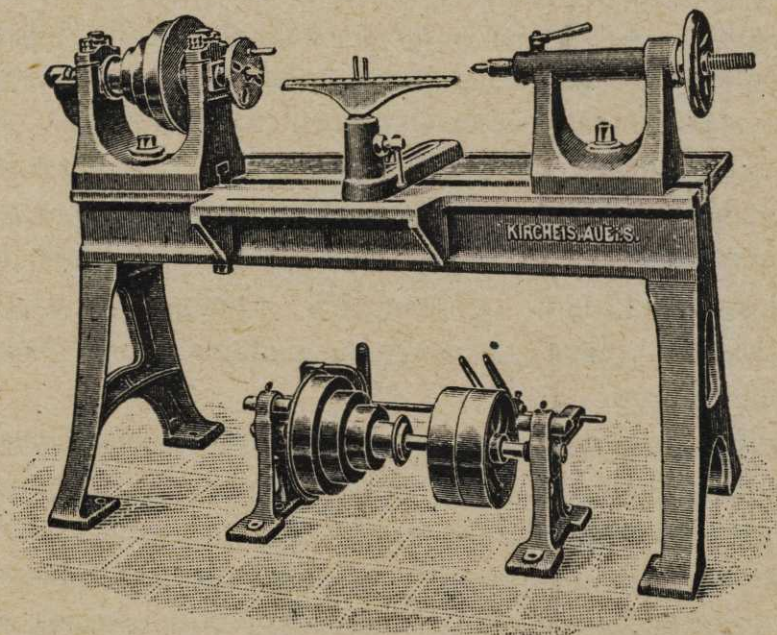
Чаще всего материалом для металлодавилных работ служит латунь. Продажная «латунь для выдавливания и вытяжки» представляет сплав 60% меди и 40% цинка, а высший сорт латуни для этих работ содержит 67% меди и 33% цинка. При слишком высоком содержании меди латунь обнаруживает склонность к «увязанию». Впрочем, для очень сложных давилных работ и при глубокой форме изделия применяют сплав, содержащий 75 до 80% меди.

### **Машины и инструменты для металлодавилных работ.**

Выдавливание производится на давилных станках. Фиг. 17 представляет типичный пример станка этого класса. Машина по наружному виду напоминает обыкновенный



токарный станок по металлу, от которого отличается тем, что не имеет приспособления для обратного хода, салазок с суппортом, ходового винта и валика. Ступенчатый шкив, изготовляемый иногда из дерева по причине легкости этого материала и его большого сопротивления скольжению ремня, должен допускать 3—4—5 различных скоростей шпинделя.



Фиг. 17. Давильный станок.

Давильный станок с 5-ступенчатым шкивом должен давать скорость в 200—300 оборотов, когда ремень работает на ступеньке наибольшего диаметра, и 1400—1500 оборотов, когда ремень переведен на самую малую ступень. Если станок предназначается также для полировки и чистки выдавливаемых изделий, то необходимо предусмотреть скорость примерно до 2300 об./мин. Понятно, что наибольшие числа оборотов применяются для предметов малых диаметров. При выдавливании более или менее крупных изделий часто бывает нужно менять скорость по мере того, как работа подвигается к концу.



Одною из важнейших частей давилъного станка является подручник, основание которого может перемещаться вдоль станины. С той стороны, где стоит давилъщик, основание подручника переходит в втулку высотой ок. 150 мм и диаметром ок. 100 мм, в которую вставлен хвост собственно подручника (Т-образной части его). Благодаря такому устройству подручник можно поворачивать под произвольным углом к оси станка. Кроме того, подручник допускает установку и по высоте. Стойка подручника зажимается на месте при помощи маховичка, расположенного под станиной. В некоторых давилъных станках современных конструкций подручник закрепляют посредством обыкновенной шестигранной гайки, вставляя сверх того в отверстие призматической направляющей станины конический стопорный штифт, не позволяющий стойке подручника изменять свое положение во время работы.

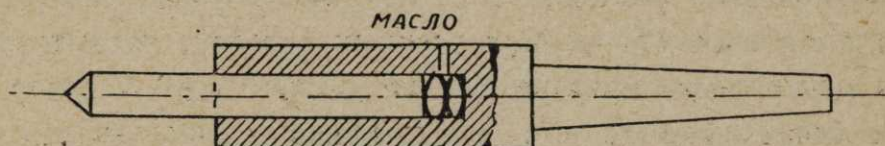
Самый подручник, представляющий собою поперечину длиной от 300 до 350 мм, сходен с подручником токарного станка по дереву. На верхней стороне этой поперечины имеется 12—16 дыр diam. 10 мм, просверленных очень близко одна к другой. В одну из этих дыр давилъщик вставляет стальной штифт—«зуб», который должен служить опорой державки ролика во время выдавливания. Стальной штифт диаметром 20 мм и длиной 75 мм обточен на одном конце до диаметра, соответствующего размеру отверстий в подручнике. В давилъных станках более новых конструкций, как конец зуба, так и отверстия в подручнике обрабатываются всегда на конус, благодаря чему исключается возможность хлябанья опоры рабочего инструмента давилъщика.

Задняя бабка сконструирована обычно таким образом, что шпиндель ее, несущий центр, можно перемещать в продольном направлении при помощи маховичка, заклиненного на заднем конце шпинделя. Шпиндель задней бабки закрепляется на месте обычным способом. В большинстве давилъ-



ных станков европейских заводов задний центр обычно неподвижен, т.-е. он не вращается во время работы, что обеспечивает более надежный упор. В американских станках задний центр часто делают вращающимся, применяя для этого различные конструкции его. Одна из них изображена на фиг. 18.

Центр, диам. 20 мм и длиной около 150 мм, имеет цилиндрическую форму и вращается в втулке, конический хвост которой пригнан к отверстию в шпинделе задней бабки.



Фиг. 18. Вращающийся центр к давяльному станку.

Между дном канала втулки и задним торцом центра вложены две стальных каленых и шлифованных шайбы с двояковыпуклыми поверхностями соприкасания, благодаря чему трение сводится к минимуму. Вместо стальных шайб применяют иногда упорный шарикоподшипник обычного типа.

В давяльных станках другого типа ручной маховичок задней бабки заменен зажимным рычагом, позволяющим быстро отводить центр назад, не останавливая станка. Осевое давление на шпиндель задней бабки воспринимается в давяльных станках новых конструкций шариковым подшипником или парой каленых стальных роликов, ось которых расположена перпендикулярно к оси шпинделя.

Для выдавливания обычно встречающихся простых форм можно пользоваться модельным токарным станком, снабженным планшайбой с коническим винтом посередине для закрепления деревянных патронов. Изделия овальной формы выдавливаются на станках с специальным приспособлением для обработки по овалу.



**Патроны.** Патроны для давяльных работ изготавливаются как из дерева, так и из металлов, а также из обоих этих материалов одновременно. Во многих случаях, напр., если требуется выдавить предмет «пузатой» формы, патрон приходится делать составным из нескольких частей, для того, чтобы его можно было вынуть из готового изделия. Применяют также такие патроны, внутренняя поверхность которых соответствует форме требуемого изделия (так наз. расточные патроны).

Основными условиями, соблюдение которых необходимо для получения хорошо выдавленных изделий, являются точная центровка патрона (он не должен бить) и совершенная выбалансировка его. В противном случае высокая скорость вращения патрона приводит к тому, что изделие получается выдавленным неравномерно, а иногда оно может оказаться и перерезанным.

Деревянные патроны обладают тем недостатком, что легко коробятся, садятся или растрескиваются после того, как пробыли в работе более или менее продолжительное время. Для того, чтобы по возможности уменьшить вредное влияние этих недостатков, деревянные патроны часто делают «в пере-клейку», т.-е. склеивают заготовку из нескольких кусков досок таким образом, чтобы волокна их были расположены в различных направлениях, как это практикуется в модельном деле.

Хорошей породой для изготовления патронов является твердый клен искусственной сушки, однородного строения и свободный от сучков, трещин и других пороков. Однако, еще лучше применять для этой цели бакаут (гваяковое дерево), если патрон должен служить для выдавливания более или менее значительной партии изделий. Кроме этих пород, применяют также граб, отличающийся вязкостью и плотностью строения («жиловатостью»). Торцы патрона должны быть пропитаны парафином или окрашены суриком. Оче-



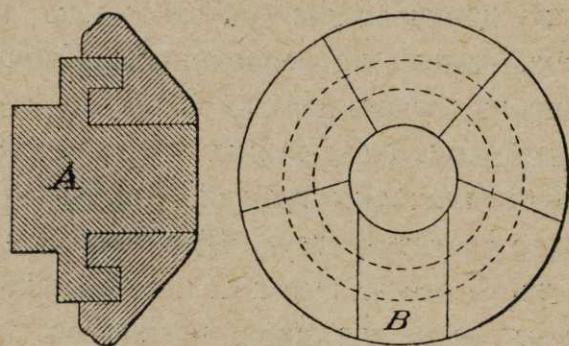
видно, последний способ менее целесообразен в том случае, если патрон должен быть еще обточен на станке. Иногда после обточки весь патрон погружают в масло (не минеральное), однако, при этом следует наблюдать за тем, чтобы дерево не впитало в себя слишком много масла и не размягчилось вследствие этого. Хорошо подходит для этой цели хлопковое масло. Иногда применяют еще один способ—покрывают патрон вареной смесью 1 ч. машинного масла и 4 ч. сала (говяжьего).

Неопытным давильщикам работать на металлических патронах легче, нежели на деревянных. Кроме того, металлические патроны оказываются более практичными в тех случаях, когда требуется выдавить сколько-нибудь значительное количество одинаковых изделий. Наиболее обычным материалом для этого является чугун. При массовом производстве давленных из листового железа изделий предпочитают, однако, делать патроны не из чугуна, а из железа, так как чугунные патроны легко становятся ноздреватыми. Можно применять для этой цели и литую сталь, при условии, если она свободна от газовых пузырей. Латунные и бронзовые патроны более всего пригодны для малых предметов и обладают тем преимуществом, что могут быть без труда обточены до надлежащей формы на том же давильном станке, который будет в дальнейшем служить для выдавливания предметов по этому патрону. Более или менее крупные чугунные и стальные патроны отливают для облегчения веса полыми.

Деревянные патроны, облицованные металлом, изготовляют таким образом, что предварительно выдавливают из листового металла оболочку по готовой деревянной форме и затем надежно приклеивают ее к последней. Таким образом патроном в собственном смысле является эта металлическая оболочка. Для изготовления формы следует применять особенно сухое дерево, так как в противном случае усушка дерева приведет к тому, что оболочка разболтается и будет хлябать на форме.



Патронам, предназначенным для выдавливания предметов цилиндрической формы, придают некоторый уклон, т.-е. делают их слегка коническими. Для выдавливания форм более сложного профиля патрон должен быть составным из нескольких частей, разъемным, как изображено на фиг. 19. Подобные патроны изготавливаются с таким расчетом, чтобы после того, как изделие выдавлено, патрон можно было разобрать на отдельные части и вынуть их одну за другою из



Фиг. 19. Разъемный патрон из отдельных сегментов.

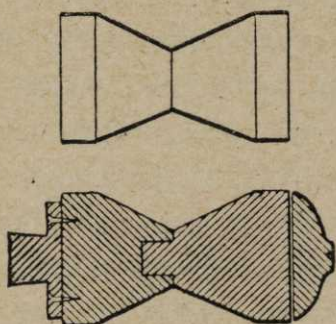
готового изделия. Фиг. 19 дает понятие о том, каким образом такие патроны вынимаются из формы.

Сегменты патрона, вместе с сидящим на них выдавленным изделием, снимают прежде всего с сердечника *A* и затем разбирают их, начиная с клинообразной части—«замка» *B*. После этого сегменты снова насаживают на сердечник, и патрон готов для дальнейшей работы. Вся эта процедура отнимает у давилщика времени меньше, чем нужно для описания ее, так как отдельные сегменты легко отличить благодаря тому, что их делают различной величины. Также и разъемные патроны изготавливают как из дерева, так и из металла. Сердечник делают цельным и отдельно от сегментов, после чего рабочую часть патрона обтачивают в виде цельного кольца, которое затем распиливают на отдельные сег-

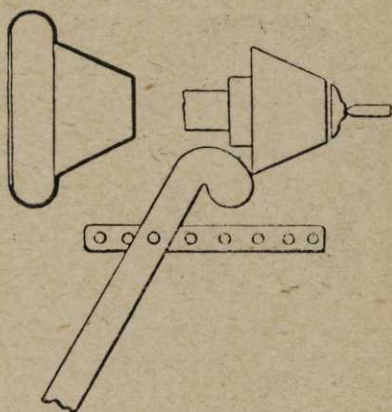


менты тонкой пилой. Лучше, однако, предварительно склеивать кольцо из отдельных сегментов при помощи бумажных прокладок. После того, как такая заготовка обточена, ее легко разломать на отдельные сегменты.

Другой тип разъемных патронов представляют собою патроны, части которых соединены между собою при помощи шипов и соответствующих им гнезд. Пример такого патрона



Фиг. 20. Разъемный патрон на шипе.



Фиг. 21.

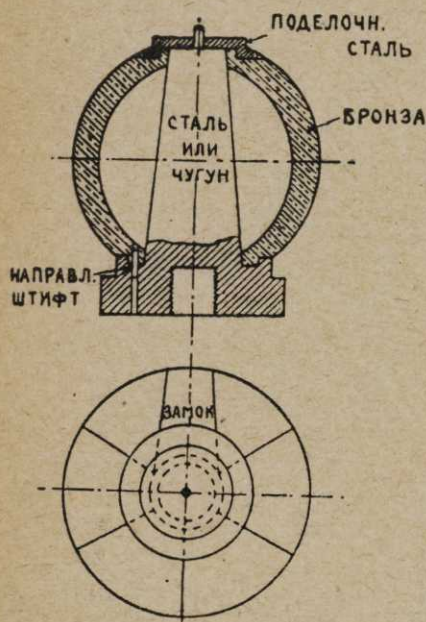
изображен на фиг. 20. В некоторых мастерских патронами подобной конструкции пользуются исключительно для выдавливания обечаек, уширяющихся к обоим концам (без дна). После того, как листовая выкройка выдавлена на таком составном из двух частей патроне, отрезают дно, вынимают из изделия одну половину патрона и, наконец, снимают изделие со второй половины патрона.

Форму, изображенную на фиг. 20, можно изготовить еще и другим способом: прежде всего выдавить металлическую заготовку в виде конуса с небольшим уклоном, т.-е. мало отличающегося от цилиндра, затем оба конца полученного кожуха расширить до требуемой формы.

Фиг. 21 иллюстрирует способ изготовления сравнительно сложной формы без применения разъемного патрона. Прежде



всего выдавливают на обыкновенном цельном патроне воронкообразную часть изделия до того места, где начинается валец. После отжигания полузаконченного изделия его снова насаживают на патрон и помощник давилщика выдавливает изнутри выпуклый валец формы при помощи деревянного фасонного рычага, центрируемого зубом, вставленным в подручник. Таким образом, в этом



Фиг. 22. Разъемный патрон из бронзы.

случае патрон заменен деревянным давилником. Этим способом можно получить форму, выдавленную столь же хорошо, как вытягиванием на разъемный патрон. Однако, опытный давилщик может получить ту же самую форму и без применения деревянного давилника: для этого он сначала выдавливает валец, наводя кромку выкройки на патрон, а затем при помощи своих клещей отгибает этот валец назад.

Фиг. 22 изображает конструкцию разъемного патрона из бронзы. Втулку (шип) обтачивают на конус с углом между образующей и осью в  $5^\circ$  до  $7\frac{1}{2}^\circ$ . Выточки в нижнем и верхнем торцах самого патрона—и соответственно на шипе и в крышке—делают также слегка коническими, с уклоном около  $1\frac{1}{2}^\circ$ , благодаря чему достигается более надежная связь между сегментами и сердечником, а кроме того, патрон можно вынимать из формы без выколачивания сердечника. При такой конструкции патрона скрепление его отдельных частей должно производиться при помощи колпачка или крышки. Однако, можно обойтись и без этой детали, если при выдавливании пользоваться головкой соответствующей формы (см. стр. 55).



В самый большой сегмент загоняют направляющий штифт, чтобы сделать невозможным вращение патрона вокруг сердечника во время работы.

Стык отдельных сегментов между собою должен быть совершенно плотным, так как в противном случае постепенный износ патрона приводит к появлению щелей между сегментами, что неблагоприятно отражается на поверхности выдавливаемых изделий.

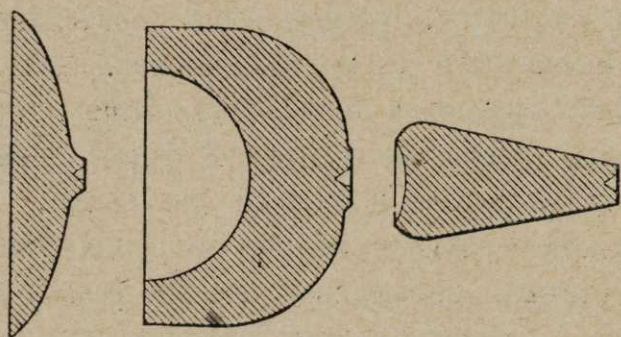
Вид патрона сверху (фиг. 22) показывает «раскрой» его на отдельные сегменты. Прежде всего определяются размеры и форма замыкающего сегмента, так наз. замка. В описываемом патроне требуется только один замок. Однако, в тех случаях, когда отверстие в готовой форме очень мало, нередко приходится делать в патроне два замка.

В большинстве случаев патрон закрепляют на шпинделе давилного станка, навинчивая его на резьбу этого шпинделя. Маленькие металлические патроны можно закреплять также аналогично центру задней бабки. Для этого в шпинделе станка расточен конус, а патроны снабжаются соответствующим коническим хвостом, который может быть плотно загнан в отверстие шпинделя. При очень малом натяге конуса этот способ обеспечивает вполне надежное закрепление малых патронов. В известных случаях для закрепления патронов на шпинделе станка рекомендуется пользоваться также трехкулачковым патроном или универсальной планшайбой.

Головки (прижимки). Для прижимания листовой выкройки к патрону во время выдавливания применяют выточенные из дерева головки или прижимки, несколько примеров которых представляет фиг. 23. Головка должна быть сделана таким образом, чтобы форма ее соответствовала изделию, для прижимания которого она предназначена, и чтобы поверхность прилегания ее к заготовке была по возможности большой. В случае применения вращающегося заднего центра, в середине прижимки должно быть сделано



соответственно большое центровое углубление для упора этого центра. Если выдавливаемое изделие обнаруживает тенденцию проскальзывать на головке, то для увеличения трения между поверхностями прижимную поверхность головки покрывают лаком или накладывают на нее кусок наждачного полотна. При исполнении работ, не требующих особой точности, давящий часто выбивает посередине выкройки небольшую выпуклость, препятствующую скольжению прижимки по заготовке \*).



Фиг. 23. Головки (прижимки).

Инструменты давящего. В металлодавальном деле применяется большое количество разнообразных инструментов, из которых здесь могут быть упомянуты лишь главные.

Для выдавливания изделий применяют давяльники, для окончательной отделки (выглаживания) — гладилки (гладила, воронила \*\*). Эти инструменты выковывают

\*) Иногда для прижимания металлической выкройки к патрону применяют деревянные или металлические накладки и стальную шайбу (прижимку) со стерженьком, плотно входящим в накладки, с одной стороны, и центровым углублением — с другой.

\*\*) Терминология в давальном деле не может считаться вполне установившеюся, и один и тот же инструмент нередко обозначается давящими совершенно различными названиями.



обычно из инструментальной стали, закаливают, затем шлифуют и полируют их рабочую поверхность. Длина инструмента составляет около 600 мм. Хвост давилника или гладилки засаживается в деревянную ручку диаметром около 50 мм и длиной 450 мм, так что общая длина инструмента доходит приблизительно до 900 мм. Когда давилщик держит инструмент таким образом, что конец ручки упирается в его правую подмышку, то благодаря большой длине рычага он может произвести на изделие сравнительно значительное давление.

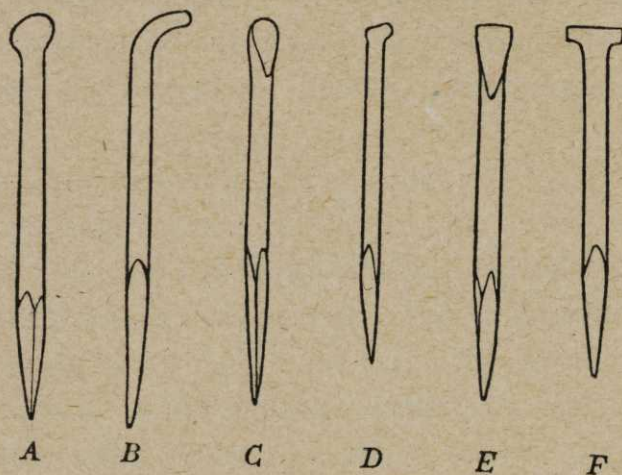
Вместо того, чтобы ковать инструмент из цельного куска, его можно выточить на станке (в тех случаях, когда форма головки допускает это) или ввинчивать рабочий конец в специальную железную ручку. Преимущество последнего способа заключается в том, что рабочая часть инструмента может быть изготовлена из высококачественной, напр., быстрорежущей стали, и вместе с тем стоимость давилника не будет чересчур высока. Кроме того, в одну и ту же железную ручку можно вставлять головки различной формы.

На фиг. 24 и 25 изображен набор давилных инструментов. Чаще всего для выдавливания пользуются шаровидным давилником *A*. Иногда головку этого давилника делают несколько изогнутой и заостренной (сплющенной) на конце, так что рабочий конец получается ограниченным поверхностями различного радиуса кривизны. Подобный инструмент, устанавливаемый во время работы под различными углами, имеет весьма разнообразное применение. Он носит название кугельстегля или кноффстегля. Хороший набор шаровидных давилников обнимает четыре размера их. Кочергообразный давилник или крючек *B* применяется, как правило, для выдавливания изнутри и встречается обычно в двух размерах—диаметром  $\frac{5}{8}$ " и  $\frac{1}{2}$ ". Прямым язычком *C* пользуются чаще всего для стягивания шеек у перехватов и т. под., а гладилкой *D*—для



сглаживания неровностей, остающихся иногда на поверхности изделия после выдавливания.

Плоский давилъник или нахцнестегль *E* особенно полезен для обдавливания наружных стенок подставок, кромки круглых подносов и т. под. Буквой *F* обозначен молотообразный давилъник, чрезвычайно удобный для



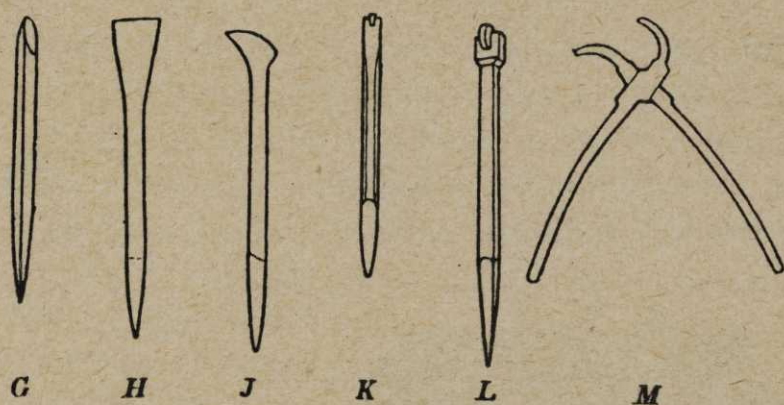
Фиг. 24. Давильники.

завертывания бортов внутрь или наружу. Для отворачивания без патрона края изделия в виде валька применяют также плосколунный, угловой и коленчатый давилъники. Угловой давилъник с тонким скругленным концом служит также для выдавливания канавок, фриз, мелких галтелей и острых углов (ступенек) на изделии.

На фиг. 25 изображены грабштихель (полукруглый) *G* для отрезки и цикования (выравнивания) края выдавленного изделия, шаберы *H* и *J* для соскабливания налета, остающегося на поверхности предмета после отжига. Шабер *H* предназначен для обработки наружных поверхностей, шабер *J*—внутренних. В зависимости от профиля изделия, шаберам придают различную форму. Нередко для одного и того же предмета давилъник применяет набор из 8—10 разных



шаберов. Гуртильное колесико (накатка, миллиметр) *К* служит для накатки орнаментов и узоров на краях выдавленных изделий. Узор получается ровным лишь у искусных давилщиков. Для закатывания или заворачивания края изделия применяется закатка или закатное колесико *Л*. Хороший набор закаток состоит не менее, чем из трех штук. Ребро колесика закатки снабжено канавкой, профиль которой представляет собою дугу круга довольно



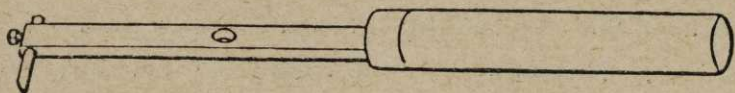
Фиг. 25. Давильные инструменты.

большого радиуса. Для выдавливания тонких листовых металлов и жести применяют также гладкие ролики, обыкновенно двух различных размеров.

В том случае, когда требуется завернуть одинаковым образом края сравнительно большой партии однородных изделий, давилщик пользуется большими гибочными клещами *М* с кривыми губками. Отогнув кромку изделия с патрона настолько, что она может быть захвачена клещами, давилщик производит дальнейшее отворачивание борта при помощи этих клещей. При этом одна губка их исполняет роль давилника, а другая служит упоркой. Как и прочие давилные инструменты, гибочные клещи опирают во время работы на подручник станка. Давильные операции, выполняемые, как в данном случае, без помощи патрона, часто называют «воздушной давкой».



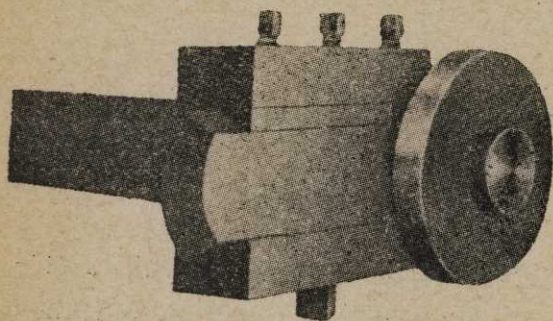
Для вырезания большого количества донышек одинакового размера целесообразно пользоваться специальным инструментом, в роде изображенного на фиг. 26 резака. Этот



Фиг. 26. Резак.

инструмент состоит из железного стержня, поворачиваемого во время работы на зубе подручника и несущего на одном конце отрезной резец, а другим концом вставленного в деревянную ручку. Слегка поворачивая инструмент, давящий подводит резец к выкройке; при этом резец вырезает из нее

кружок. Ясно, что при неизменном положении резака на подручнике кружки будут получаться всегда точно одинаковой величины.



Фиг. 27. Приспособление для завертывания бортов.

Фиг. 27 изображает приспособление для завертывания бортов (внутри и наружу), вставляемое для работы в шпиндель зад-

ней бабки станка, на место упорного центра. Ролик, изображенный на этом рисунке, предназначен для отвертывания борта под прямым углом без закругления (фланца), но при помощи этого же приспособления можно загибать также борты закругленные и др. форм. Ролик допускает установку для различных диаметров. Давильщик подводит его к той точке металлической заготовки, где боковая поверхность изделия должна переходить в отогнутый борт. При помощи этого приспособления кромка может быть отогнута



ровнее и легче, нежели «воздушной давкой». Помимо того, указанная операция требует при этом меньше времени, а во многих случаях отпадает также необходимость в применении разъемных патронов.

При выдавливании сравнительно толстых или твердых листовых металлов первые операции производятся при помощи не шаровидных давилников, упомянутых выше, а роликов. В случае более тяжелых давилных работ инструмент зажимают в обычного типа токарном суппорте, которому рабочий сообщает продольную и поперечную подачу, сообразуясь с профилем изделия. Давилники для листовой стали изготавливаются обычно из тянутой латуни, так как стальные инструменты для этого материала непригодны.

Для выдавливания мягких металлов, напр., тонкой листовой меди, можно пользоваться также давилниками из твердых пород дерева.

Из вспомогательных приспособлений, применяемых давилщиками, заслуживает особого упоминания поясной ремень, которым рабочий пользуется для того, чтобы получить лучший упор во время работы. Этот ремень зацепляют за кольцо, прикрепленное к приливу станка, при помощи карабина—на одном конце ремня и открытого крюка—на другом. Подобное устройство дает давилщику возможность быстро отцеплять ремень. Обычно поясной ремень делают из куска приводного ремня шириною 90 мм и длиною около 1,25 метра.

### **Отжиг и травление изделий при выдавливании.**

Предел, до которого материал может быть вытягиваем без того, чтобы нужно было прервать выдавливание и отжечь заготовку, может быть установлен лишь опытным путем. Листовая выкройка из мягкого металла оказывает выдавливанию малое сопротивление, однако, после каждого прохода заготовки давилником, материал ее, вследствие испытывае-



мого им давления, с одной стороны, и формоизменения—с другой, становится все тверже или, как говорят, «закаливается» \*), при чем вместе с тем возрастает и сопротивление металла выдавливанию. Когда это «отвердевание» металла становится настолько значительным, что при попытках выдавливать его дальше он только пружинит, не обнаруживая сколько-нибудь заметных деформаций, заготовку нужно снять со станка и отжечь, так как дальнейшие попытки выдавливать металл приводят лишь к повышению его хрупкости. Если в результате выдавливания в металле появились значительные внутренние напряжения, заготовку нужно перед отжигом «простучать» на наковальне или шпераке. Для этой цели следует пользоваться молотком из сыромятной кожи или дерева (киянкой), лучше всего—из карельской березы, но ни в коем случае не применять молотки металлические. Целью этой операции—так наз. ослабления—является предупреждение напряжений, возникающих в металле во время его нагревания, так как в противном случае весьма возможно растрескивание заготовки во время отжига.

Самый отжиг целесообразнее всего производить в печах, отапливаемых дровами, древесным углем или газом. Если топливом служат дрова, то не следует допускать, чтобы металл непосредственно соприкасался с горячим. В случае применения древесного угля, заготовку кладут в уголь таким образом, чтобы воздух не имел свободного доступа к предмету и чтобы, следовательно, окисление поверхности его не имело места.

Так же, как при волочении проволоки, холодной прокатке и т. под. операциях, некоторые металлы, обработанные посредством выдавливания, в особенности—латунь, медь и нейзильбер, после отжига протравливают для того, чтобы очистить поверхность металла от окислов (окаины), жира и

---

\*, Вернее — „наклепывается“.



грязи. Травильная ванна для указанных металлов составляется чаще всего из раствора 1 ч. серной кислоты в 5 ч. воды. Обычно ванну подогревают—для ускорения процесса—посредством медного или лучше свинцового змеевика, обогреваемого паром.

Предметы, которые требуется протравить, помещают в открытую корзину или ящик, изготовленные без применения каких бы ни было железных частей. Все гвозди и вся необходимая арматура (скрепления, оковки и пр.) должны быть сделаны из красной меди. Что касается самого бака, то он чаще всего представляет собою деревянный ящик, выложенный внутри листовым («рольным») свинцом.

По истечении примерно  $1\frac{1}{2}$ -часового пребывания предметов в травильной ванне, когда вся окалина с их поверхности отвалится, изделия вынимают из ванны и хорошо промывают в проточной или часто переменяемой воде. Прежде, чем приступить к следующей давяльной операции, надо дать им высохнуть.

Для травления стали применяют раствор лишь половинной крепости по сравнению с вышеуказанным. Ванну доводят до кипения, после чего протравленные изделия вынимают из нее, тщательно промывают и затем кладут на короткое время в огонь, где испаряются последние остатки кислоты. Вредное влияние кислоты, остающейся на поверхности металла после протравливания, заключается в том, что она нейтрализует смазочные жидкости, применяемые при дальнейшем выдавливании материала.

Для патинирования выдавленных из латуни изделий их погружают в ванну из 1 ч. азотной кислоты и 2 ч. серной кислоты. Эта ванна должна быть составлена за 7—8 часов до употребления, чтобы дать ей время остынуть.

Вместо того, чтобы травить предмет, можно пройти его поверхность драчевым напильником или шлифовать наждаком и таким путем удалить с нее налет окислов (пленку) и остатки масла или жира.



Для придания изделию красивого внешнего вида, поверхность его по окончании выдавливания подвергают полировке. Эта операция выполняется при помощи полировальников. В качестве полировальной жидкости часто применяют полпиво, подкисленное несколькими каплями серной кислоты. При помощи тампона из хлопчатобумажных концов поверхность изделия обильно смазывают этой жидкостью \*). Полировка производится на патроне, лучше всего—металлическом, вращающемся со скоростью большею, нежели при выдавливании.

**Смазка.** Хорошим смазочным веществом при металлодавильных работах служит смесь из 3 ч. животного сала и 1 ч. хлопкового масла. Минеральными маслами пользоваться не следует. Для большинства металлов хорошей смазкой служит простое желтое мыло, нарезанное на полоски сечением  $10 \times 10$  мм до  $20 \times 20$  мм. Мыло наносят слоем равномерной толщины на всю поверхность вращающейся выкройки. Для стали лучшим смазочным веществом является пчелиный воск, однако, дороговизна его не позволяет пользоваться им в больших количествах. Воск может быть с успехом заменен смесью свиного жира со свинцовыми белилами.

Хорошим смазочным веществом может служить также баранье или говяжье сало, а также паста из вазелина с графитом. Обыкновенно смазочное вещество наносят на поверхность листовой заготовки при помощи кисти, часто сделанной из куска старого приводного ремня, сложенного вдвое.

---

\*) При металлодавильных работах для полировки пользуются также стеариновым маслом и венской известью, полировальными порошками (напр.: 1 ч. тонкого колыкотара и 1 ч. углекислой магнезии) и полировальными мазями, состав которых весьма разнообразен. Ряд рецептов указан в брошюре Г. С. Серебрянникова. Выдавливание изделий из листовых металлов. Гостехиздат, 1927 г.



## Практические приемы выдавливания изделий из металла.

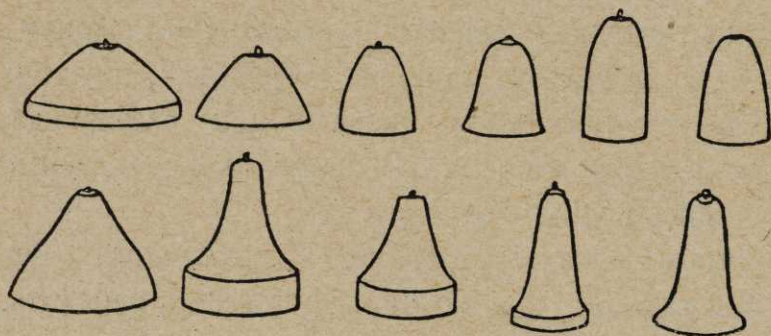
Металлодавальное дело является довольно трудной для изучения специальностью, и давальщик должен обладать большим опытом как для самой работы, так и для правильного суждения о возможностях материала. Давальщик должен уметь самостоятельно решать в каждом отдельном случае вопрос о надлежащих приемах обработки, о том, какой патрон следует применить—цельный или разъемный, деревянный или металлический, а также—какова должна быть форма и конструкция патрона.

Различные металлы требуют и различного обращения при выдавливании. Давальщик, привыкший работать, напр., по меди и латуни, не всегда сумеет выдавить изделие из британского или белого металла так, чтобы толщина его стенок была везде одинаковой: нередко она будет очень различной в разных местах изделия. Совершенно понятно, что при выдавливании более мягких металлов требуется и более легкий нажим, нежели при обработке металлов сравнительно более твердых.

Сложные формы часто выдавливают без применения специального патрона, форма которого в точности соответствовала бы очертаниям готового изделия. В известных случаях можно пользоваться отдельным патроном для каждого перехода. При этом от рабочего не требуется такого искусства, как при выдавливании предмета на одном лишь патроне, отвечающем окончательной форме изделия. Это поясняется двумя примерами на фиг. 28. Готовые изделия, выдавленные из латуни, показаны последними справа, а последовательные стадии обработки их на предшествующих фигурах. После каждой операции заготовки отжигаются. Однако, следует заметить, что применение ряда патронов для одного и того же изделия окупается лишь при массовом производстве.



Фактором, имеющим важное значение при выдавливании изделий, является скорость вращения выкройки. Дать какое-либо общее правило для определения ее представляется затруднительным. Можно сказать, что чем толще материал, тем меньше должна быть скорость. Так, листовое железо толщ. 0,75 мм можно давить с легкостью при 600 об./мин.,



Фиг. 28. Примеры металлодавильных работ с применением серии патронов.

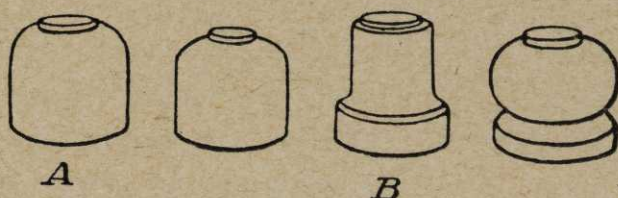
тогда как для железа толщ. 1,5 мм скорость требуется понизить до 400 об./мин.

Цинк и алюминий выдавливать лучше всего при скорости в 800—1200 оборотов, для красной меди наиболее подходящая скорость 600 до 800 об./мин. Латунь нужно давить при 800—1200 об./мин., для железа и мягкой листовой стали скорость не должна превышать 300—600 об./мин., а белую жечь давят при 600—800 оборотах. Британский металл и серебро обрабатываются лучше всего при 600—800 об./мин.

Фиг. 29 иллюстрирует пример давильной работы, при которой последняя операция может быть выполнена без того, чтобы металл прижимался к патрону. Это позволяет обойтись без разъемного патрона, что всегда связано с известными неудобствами. Поясок изделия (т.-е. наименьший диаметр профиля), а также часть сферической поверхности его профилируют посредством давильника, причем форма патрона



может и не соответствовать очертаниям готового изделия. Первый патрон—подготовительный—изображен на фиг. А. После того, как выкройка выдавлена по этому патрону, ее отжигают и протравливают. Затем заготовку снова насаживают на патрон А и отделывают («закаливают») те части заготовки, которые должны сохранить свою форму неизменной в готовом изделии. Далее переносят заготовку на патрон В и давилником обрабатывают оставшиеся еще мягкими части поверхности так, чтобы заготовка приняла



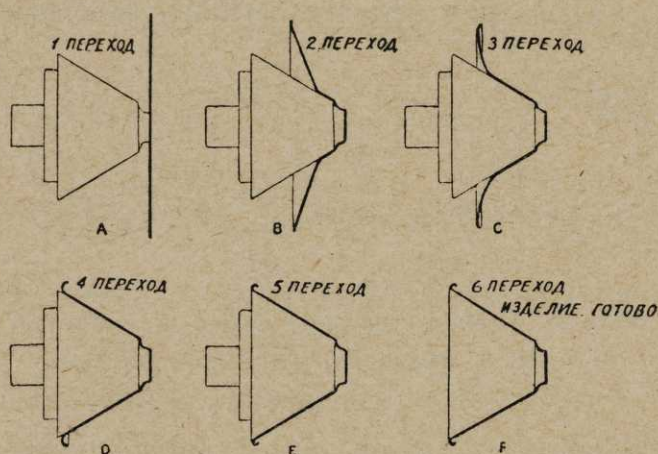
Фиг. 29. Пример изделия с пояском, выдавленного без применения разъемного патрона.

форму, изображенную на фиг. 29 последней справа. Таким образом, в то время, как давилщик обрабатывает мягкие участки металлической заготовки, прежде выдавленные твердые части ее сохраняют свою форму неизменной.

При выдавливании изделий на разъемном патроне металлическую выкройку следует прежде всего отформовать на цельном патроне, конечно, лишь настолько, чтобы заготовку еще можно было снять с патрона. После этого заготовку отжигают, переносят на разъемный патрон и, в точности следуя контуру его поверхности, выдавливают требуемый профиль, образуя пояски и галтели и закатывая кромки изделия, как это требуется. Когда вся поверхность предмета будет обработана таким образом, что окажется везде прижатой к поверхности патрона, заготовку отделывают гладильником, обрезают кромку наружного (открытого) конца, затем полируют наждачной шкуркой и пр.



При выдавливании цинка, прежде, чем ставить выкройку на патрон, следует подогреть ее. Это производится при помощи газовой или паяльной лампы, установленной возле станка, или в горячей мыльной воде. Если выдавливание производится на металлическом патроне, то также и он должен быть подогрет, чтобы не поглощать теплоты цинковой выкройки. Во время работы заготовка остается нагретой благодаря нажатию давяльника, что часто делает излишним отжиг ее.



Фиг. 30. Выдавливание рефлектора.

В качестве хорошего примера, иллюстрирующего процесс работы при выдавливании изделий из металла, можно привести производство медного рефлектора к сигнальному фонарю (фиг. 30). Дальнейшее описание основано на предположении, что изготавливается более или менее значительная партия рефлекторов.

После того, как размер выкройки определен путем пробного выдавливания, нарезают на параллельных ножницах заготовку в виде квадратных кусков, стороною на 3 мм больше требуемого диаметра выкройки. Затем эти куски обрезаются на круглых ножницах до такого размера, чтобы их можно было без дальнейшей обработки ставить прямо на давяльный станок. На шпиндель станка навинчивают



патрон, который может быть сделан из искусственно высушенного клена, затем перекидывают ремень на ту ступеньку шкива, которая дает скорость, наиболее подходящую для данного размера выкройки.

Выбирают головку (прижимку), по размеру возможно близкую к диаметру доньшка формы, прижимают ее медную заготовку к торцу патрона, затем вывинчивают центр задней бабки вперед до тех пор, пока он не упрется в центр головки, и поджимают им головку настолько сильно, чтобы медная выкройка оказалась крепко прижатой к патрону. Лишь после этого пускают станок и на ходу центрируют выкройку, слегка прижимая к ее периферии палку из дерева твердой породы. Когда центрировка закончена, головку прижимают намертво, так, чтобы она не могла проскальзывать во время последующего выдавливания металла.

Выкройку покрывают слоем какого-либо смазывающего вещества и в подручник вставляют зуб, как можно ближе к заготовке, чтобы получить большое отношение плеч рычага, который представляет собою давяльник. Кувальстеглем или шаровидным давяльником, рукоятка которого упирается в правую подмышку рабочего и опирающимся о зуб, вставленный в подручник, постепенно втягивают металл на патрон. При каждом новом проходе заготовки давяльником нажатие инструмента ослабляют, так что выдавливание имеет место лишь при движении инструмента от заднего центра по направлению к передней бабке, вдоль поверхности патрона. При работе никогда не следует останавливать давяльник на месте, т.-е. нажимать им все время на одну и ту же точку.

В то время, как рабочий правой рукою ведет давяльник, левою он нажимает на другую сторону металлической выкройки (т.-е. изнутри ее) куском твердого дерева\*). Цель

---

\*) Он имеет форму лопатки и носит название подкладной деревяшки.

*Прим. перев.*



этого — предупредить образование складок на кромке заготовки во время выдавливания. Если бы выкройка начала «морщиться», то легко возможно было бы появление трещин на ее кромке. Поэтому следует принимать все возможные меры для предупреждения подобных морщин и складок.

Через некоторое время после начала выдавливания медная заготовка примет форму, показанную на фиг. 30 *B*. После этого кромку выкройки нужно будет обрезать при помощи упомянутого выше резака (или крючков). Необходимость такого подравнивания кромки вызывается тем обстоятельством, что при выдавливании металл вытягивается в направлении вдоль волокон и перпендикулярном к нему в различной степени, вследствие чего кромка заготовки становится неровной, и если ее время от времени не подравнивать («циковать») по мере надобности, то не исключена возможность ее растрескивания.

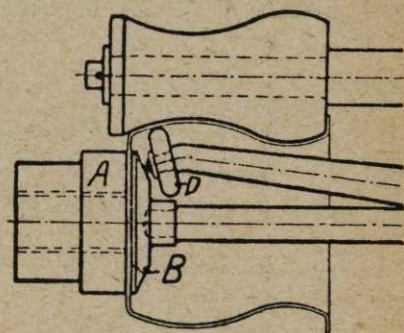
После перехода *C* полуготовый рефлексор необходимо отжечь. Затем заготовку снова надевают на патрон, подравнивают ее и продолжают выдавливание до тех пор, пока форма не примет вид, изображенный на фиг. *D*. На этой стадии работы давящий снова возвращается к пояску на заднем конце рефлексора и обдавливает его при помощи гладильника, которым он крепко прижимает отоженный металл к поверхности патрона. Дело в том, что, по мере продвижения работы выдавливания вперед, расположенные ближе к торцу части поверхности изделия несколько «выпучиваются», т.-е. отстают от поверхности патрона.

Теперь рефлексор почти готов, и давящему остается лишь закатать его кромку. Он постепенно отворачивает ее посредством углового или кочергообразного давящего, либо прямого язычка, подравнивает резцом и, наконец, придает ей окончательную форму, показанную на фиг. *E*, при помощи закатного колесика. Отверстие в доннышке рефлексора вырезается посредством резака, изображенного на фиг. 26.



После этого остается еще только снять имеющийся, возможно, на поверхности грат при помощи шабера или отрезного резца. Окончательная отделка поверхности изделия производится куском наждачного полотна.

Изделия с «пузовинами», т.-е. уширениями профиля, можно давить, применяя либо разъемный на две части патрон, внутренняя поверхность которого соответствует наружной форме изделия (т. наз. расточной или глубильный патрон), либо, если однородность толщины стенок предмета не имеет особого значения, ролик, профилированный по наружному контуру изделия. Этот ролик устанавливается на станке снаружи заготовки (фиг. 31). Последняя закрепляется на станке при помощи шайбы *A*, навинченной на конец шпинделя передней бабки, и головки *B*, прижимаемой к заготовке задним центром. Роликовый давяльник *D* подается вручную или посредством суппорта.



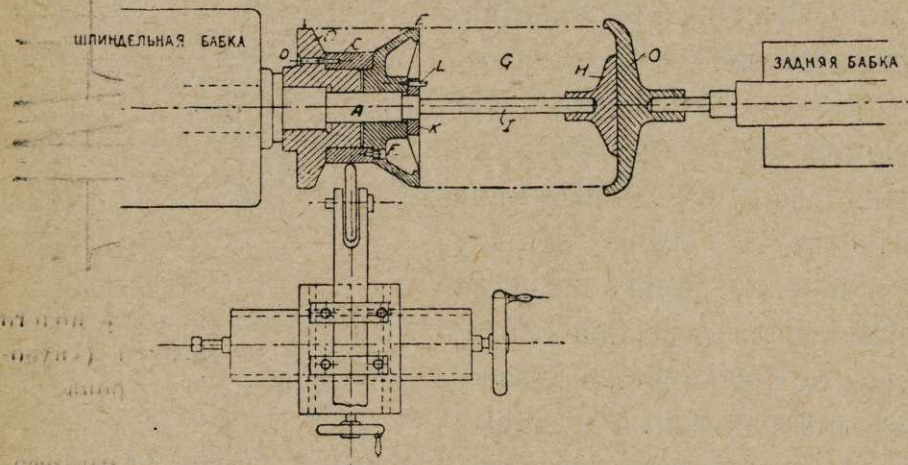
Фиг. 31. Выдавливание полого сосуда с уширением («пузовиной») без патрона.

На фиг. 32 изображено выдавливание шейки (стягивание) походной фляги. Патрон *B* навинчен на рабочий шпиндель *A* станка и снабжен стальным кольцом *C*, прикрепленным к патрону при помощи винтов *D*. Передняя часть *E* патрона, отлитая из стали, сделана разъемной из двух частей и пригнана к выточке стального кольца *C*, благодаря чему разборка этой части может быть произведена очень легко. При вращении шпинделя вращается и передняя часть патрона, так как она связана с кольцом *C* штифтом *F*. Буквой *G* обозначен кожух фляги, *O* — прижимная головка, *H* — внутренняя прижимка, насаженная на оправку *I*, которая своим концом вставлена в отверстие шпинделя. Оправка, кроме того, снабжена предохранительной шайбой *K*.



с болтами *L*, единственным назначением которых является предупреждение смещения отдельных частей. Как показано на рисунке, подача давящего ролика осуществляется в этом случае при помощи токарного суппорта обычного устройства.

**Выдавливание резьбы.** Изготовление навинтованных крышек к стеклянным бутылкам и т. п. деталей требует для рационального производства специальных методов обработки. Подобные работы выполняются лучше всего при помощи специальных машин, одна из конструкций ко-

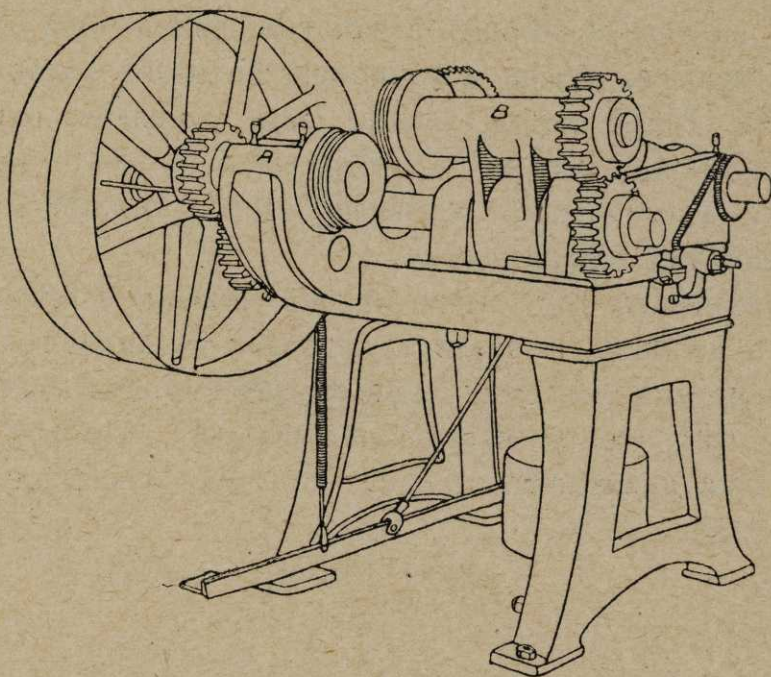


Фиг. 32. Выдавливание горлышка походной фляги.

торых изображена на фиг. 33. В тех случаях, когда производство ограничено сравнительно небольшими количествами крышек с резьбой, машина приводится вручную. Она снабжена двумя вращающимися шпинделями *A* и *B*, на свободные концы которых насаживается инструмент. Роль последнего в данном случае играет пара роликов, на поверхности которых нарезана винтовая резьба, на одном — правая, на другом — левая. Профиль и шаг резьбы соответствуют нарезке, которую требуется накатать на изделии. Шпиндель *B* вместе с укрепленным на нем роликом может перемещаться, что позволяет как приближать этот последний к установленному в неподвижном подшипнике шпинделю *A*, так и уда-



лять от него. В машине, изображенной на фиг. 33, это движение шпинделя *В* осуществляется автоматически через посредство кулачной шайбы, но может производиться также при помощи педали.



Фиг. 33. Машина для выдавливания винтовой резьбы.

Втулку, на которой должна быть образована резьба, надевают на ролик шпинделя *А*, после чего подвижной ролик шпинделя *В* приближают к первому, и, таким образом, накатывают резьбу на заготовке. Для мягких или тонких материалов достаточно одного оборота машины, чтобы получить законченную нарезку, более твердые или толстые материалы требуют для этого двух или более оборотов. Чтобы свинтить нарезанную крышку с ролика, нужно лишь слегка нажать на нее рукою в то время, как шпиндель продолжает вращаться.

Ролики закрепляются на соответственных шпинделях при помощи винтовой резьбы, благодаря чему замена их другими



не представляет никакого труда. Ролик, вращающийся влево, снабжен правой резьбой, и наоборот, следовательно, во время работы они отвинтятся не могут. Если один из роликов больше другого, что бывает необходимо при накатке резьбы на очень маленьких крышках или втулках, то угол подъема нарезки на ролике большего диаметра должен быть соответственно меньше, чтобы шаг нарезки на обоих роликах был одинаков. Точно также должна быть одинакова окружная скорость обоих роликов. Следовательно, ролику большего диаметра должно быть сообщено число оборотов меньшее числа оборотов малого ролика.

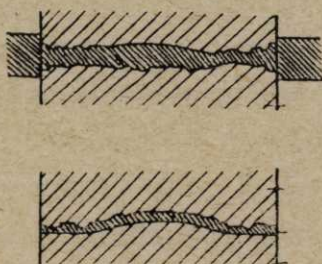
В автоматах для выдавливания резьбы заготовки подаются в машину, надеваются на ролик и снимаются с него совершенно автоматически. Однако, качество получаемой при помощи этих машин продукции ниже того, которое достигается при применении машин, где эти операции производятся рабочим.

---



## Ч Е К А Н К А.

При чеканке на обеих сторонах изделия или только на одной из них отпечатываются изображения, узоры, надписи и пр. (обычно — более или менее рельефные) посредством давления, производимого на заготовку штемпелями,



Фиг. 34. Работа чеканочных штемпелей.

или реже валками, при чем это давление должно быть настолько большим, чтобы материал заполнял ручки обоих штемпелей, независимые один от другого. Таким образом, по своей сущности чеканка есть не что иное, как ковка в штампах, хотя в деталях эти методы обработки отличаются один от другого, в особенности тем, что чеканка производится без предварительного нагрева заготовки.

Применение этого способа обработки ограничено, главным образом, производством монет, медалей, пластинок с рельефными изображениями, металлических пуговиц, различного рода значков и т. под. предметов. Кроме того, этот способ применяется иногда для орнамен-



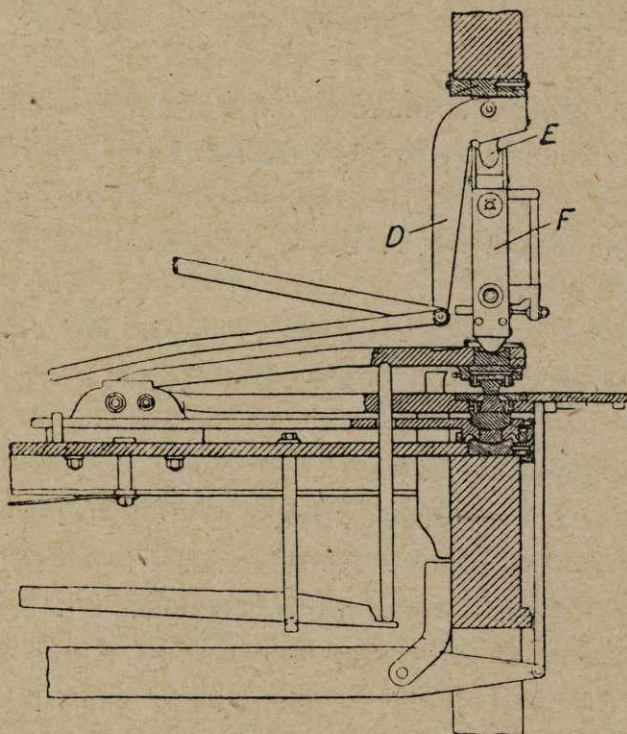
тировки ложек, вилок и пр. Одновременно с чеканкой, в собственном смысле этого слова, может происходить и формоизменение предмета: так, например, выбивание выпуклости посередине пуговицы может производиться одновременно с чеканкой рисунка на ней (ср. фиг. 34)

Для чеканки применяются пресса рычажные, фрикционные (винтовые), гидравлические и иногда—пестовые молота. Известные рычажные пресса системы Ульгорна получили наибольшее распространение для чеканки монеты и вообще барельефных изображений, получающихся в этих машинах с одного удара. Чеканка высоких и средних рельефов выполняется посредством нескольких ударов или ходов пресса. В прокатных станках чеканятся металлические полосы и ленты, а также прутковый материал.

Фиг. 35 изображает схематически конструкцию механизма движения рычажного пресса Ульгорна. Движение верхнего штампера осуществляется в этой машине путем применения того же принципа, что и в рычажных «маятниковых» прессах (см. Том V, стр. 193). Ведущий вал пресса снабжен маховиком, связанным с шатуном, который сообщает поступательно-возвратное движение горизонтальному рычагу. Этот рычаг в свою очередь связан с коленчатым рычагом *D*, сообщающим движение детали *E*, которая является верхней частью шарнирного рычага пресса и при качании коленчатого рычага *D* перемещается вправо. Этому движению следует верхний конец второй части шарнирного рычага-маятника или штанги *F*, на нижнем конце которой укреплен верхний штампель. Когда деталь *E* находится в своем правом положении, она образует с маятником тупой угол, так что шарнирный рычаг в это время представляет собою ломаную линию. При перемещении *E* в обратную сторону эта ломаная линия обращается в прямую, при чем верхний штампель с большой силой прижимается к монетному кружку, лежащему на нижнем штампе.



Описанная машина снабжена устройством для подъема и опускания в надлежащие моменты печатного кольца, обхватывающего во время чеканки монетный кружок. Назначение печатного кольца заключается в том, чтобы, с одной стороны, предупредить выдавливание материала в стороны



Фиг. 35. Чеканочный механизм Ульгорновского рычажного прессы.

(т.-е. в направлениях, перпендикулярных к направлению движения штемпеля), с другой—обеспечить получение монет точно одинакового диаметра с полным гладким ребром. Кроме того, машина снабжена питающим механизмом, выбрасывающим отчеканенную монету и заменяющим ее новой заготовкой. Не отчеканенные еще заготовки, т. наз. монетные кружки, лежат столбиком в трубке («загрузном стакане»), и питающий механизм перед каждым новым ходом машины подает в нее нижний кружок столбика. Следует упомянуть еще, что



машины ульгорновского типа имеют специальное предохранительное устройство, останавливающее машину или выключающее движение шарнирного рычага, когда подающий механизм прессы начинает по какой-либо причине работать неправильно. Подобное устройство необходимо для того, чтобы предохранить от повреждений дорогие чеканочные штампы.

В момент чеканки нижнему штампу сообщается незначительный поворот около вертикальной оси, так что он как бы ввинчивается в металл. Благодаря этому отчеканенное изображение получается более четким, а кроме того и расход силы на чеканку меньше.

Чеканочные прессы других систем не отличаются от прессов обычных типов, описанных выше (стр. 155 и сл. Тома V).

Выполнение штампов для чеканки требует большой аккуратности и искусства. Процесс изготовления монетного штампа в общем таков. Прежде всего изготовляют выпуклую восковую модель требуемого изображения в увеличенном масштабе, без надписи и опушки \*). По этой модели отливают гипсовую модель, а с последней формовкой и отливкой изготавливается модель из какого-нибудь твердого металла. Полученное таким образом изображение переносится посредством копировально-граверной машины на стальной штамп в масштабе, соответствующем размеру готового чеканочного штампа. Этот пуансон (с выпуклым чеканом) ретушируется, т.е. подправляется и отделывается от руки, после чего чекан представляет точную копию изображения

---

\*, Опушкой называют в монетном производстве узкий ободок вокруг борта монеты, выступающий выше, чем самый чекан, так что лежащая на столе монета касается поверхности последнего лишь этим ободком, а не чеканом. Благодаря этому чекан сохраняется лучше, нежели при отсутствии опушки.



на готовой монете. Пуансон закаливают и приступают к изготовлению при помощи его штампера с вогнутым изображением, т. наз. матрицы. Для этого пуансон вставляют в шпиндель винтового пресса—т. наз. зенкверка—и отпечатывают изображение на торце бруска из не слишком твердой стали. Торец такого бруска должен быть вначале несколько выше посредине и полого опускаться к периферии. Следовательно, на этой заготовке получится вогнутый отпечаток изображения на пуансоне. Для выполнения этой операции, т. наз. выбивания, со стороны мастера требуется большая опытность и осторожность, так как иначе в материале могут появиться трещины. Поэтому изготовление штампера отнимает очень много времени. Заготовка должна быть сделана из стали наилучшего качества. Выбивание чекана производится посредством большого числа легких ударов пресса. При всем том, однако, после каждых 7—8 ударов заготовку матрицы необходимо отжигать. Когда выбивание чекана закончено, при помощи пуансонов из крепкой стали выбивают надписи, опушку и пр., после чего штампель закаливают, отпускают и сошлифовывают его наружный бортик.

Для того, чтобы не подвергать риску поломки оригинал штампера, с помощью его описанным выше способом изготавливают новый пуансон, а по последнему—собственно рабочее штампера. Каждый из них, при условии доброкачественного выполнения, выдерживает, как правило, 20—60 тысяч чеканок, в зависимости от величины монеты и характера чекана.

Описанный способ изготовления рабочих штамперов по прежде выполненному оригиналу—т. наз. модельному пуансону—применяется часто и в других отраслях промышленности, не столько из стремления к высокой точности работы, сколько потому, что изготовление штамперов по этому способу обходится дешевле, нежели гравировка каждый раз



нового оригинала. Чеканочные штемпеля можно изготавливать еще и другим способом, а именно—путем выбивания чекана на нагретой до светло-желтого цвета стальной заготовке с помощью ударов падающего молота по отлитому из чугуна пуансону. Основным условием успешности этого способа является такая высота падения бабы, которая давала бы достаточно большую скорость падения. Опыт показал, что конечная скорость бабы в  $15 \text{ м/сек}$  при весе падающих частей в  $1100 \text{ кг}$  является достаточной и для очень больших чеканочных штемпелей. Само собою разумеется, что чугунный модельный пуансон с выпуклым изображением чекана должен быть отлит из хорошего мелкозернистого плотного материала, хорошо выполнен и очищен от песка. Однако, литейная корка, играющая здесь большую роль, должна быть оставлена. Модельный пуансон закрепляют в бабе молота, а заготовку штемпеля укладывают на наковальне в соответствующем углублении прочной круглой подкладки, благодаря чему материал не может раздаваться в стороны. Модельный пуансон вгоняется в заготовку одним ударом, при чем материал ее, не имея возможности «течь» в стороны, уплотняется, заполняя полости и поры, имеющиеся внутри материала. Перед нагревом заготовки верхний торец ее сострагивают (на шепинге) для того, чтобы к нему не приставала окалина и чтобы, следовательно, возможно было получить чистую металлическую поверхность.

После выбивания чеканочный штемпель отжигают, освобождают от окалины путем травления и отделывают чекан при помощи гравировки.

Монетное производство. Процесс изготовления монеты в самых общих чертах состоит из следующих отдельных стадий. Полученные отливкою в металлические формы (кокили) ленты монетного сплава прокатываются до толщины, точно соответствующей наибольшей толщине готовой монеты. Из этих лент выштамповываются круглые заготовки (м о н е т



ные кружки), диаметр которых несколько меньше диаметра отчеканенной монеты. Слишком тяжелые и слишком легкие кружки отсортировываются при помощи автоматических весовых машин \*), распределяющих все монетные кружки на различные по весу классы. Слишком легкие кружки бракуются и поступают в переплавку, а вес слишком тяжелых заготовок уменьшается до надлежащей величины обработкой на строгальной или скобильной машине. Золотые монеты юстируются, кроме того, еще и после чеканки при помощи контрольных весов специальной конструкции, отличающихся высокой чувствительностью.

Монетные кружки, оказавшиеся удовлетворительными, должны подвергнуться гурчению, т.-е. обработке на специальном гуртильном станке, который выравнивает и одновременно несколько осаживает борт кружка, для того, чтобы при чеканке борт монеты получался более полным \*\*). Вместе с тем, на гуртильной машине все монетные кружки получают точно одинаковый диаметр. При гурчении заготовка делает один оборот между парой круглых стальных роликов, из которых один вращается, а другой неподвижен; посередине боковой поверхности каждого ролика имеется соответствующая канавка. Кружок заводится в эти канавки и следует вращению гуртильного ролика, при чем борт кружка несколько высаживается.

После отжига монетные кружки поступают в чеканку. Если ребро монеты должно быть рифленным, то внутренняя поверхность печатного кольца снабжается зазубринами, которые при чеканке отпечатываются на ребре заготовки. Иногда на ребре монеты должны быть сделаны надписи или орна-

---

\*) Эта операция носит название юстировки. Широким распространением пользуются юстирные весы Зейсса.

\*\*) Иначе опушка получалась бы недостаточно ясной.



мент. В том и другом случае применяются печатные кольца, состоящие из трех отдельных частей, благодаря чему готовая монета может быть выброшена из кольца по окончании чеканки. Подобные составные из трех частей печатные кольца носят название разжимных колец и устроены таким образом, что после того, как монета отчеканена, три сегмента кольца несколько раздвигаются вследствие своей собственной упругости.

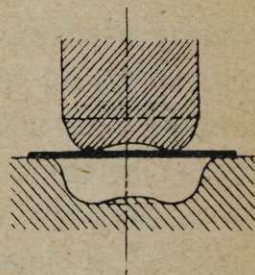
---



## ШТАМПОВКА В ФОРМАХ.

### Общее понятие о штамповке в формах.

Штамповкой в формах называют такой метод обработки металлов, при котором листовая заготовка штампуется (прессуется) между двумя отвечающими друг другу штампами (патрицей и матрицей), причем один из них — патрица — отвечает внутренним, другой — матрица — наружным очертаниям готового изделия. Обе части штампа должны быть выполнены таким образом, чтобы в конце рабочего хода машины, когда расстояние между ними является наименьшим, свободное пространство (промежуток) между патрицей и матрицей соответствовало как раз толщине листового материала. Фиг. 36 дает представление об этом способе обработки.



Фиг. 36. Рабочий процесс штамповки в формах.

Штамповка в формах является тем методом обработки металлов, который с точки зрения окончательного продукта приближается более всего к выбиванию (см. стр. 37) и, между прочим, вытесняет этот ручной способ обработки в массовом производстве изделий из листовых металлов. Так, например, этот метод получил применение в производстве кухонной и хозяйственной утвари, деталей осветительной арматуры и т. д. Изготовление инструмента для штамповки в формах обходится сравнительно дорого, вследствие чего фабрикация по этому способу одиночных предметов представляется неэкономичной.



Формоизменение материала может быть осуществлено посредством удара или давления. Более всего распространена прессовка листовой выкройки между штемпелем (пуансоном) и металлической формой. Вместо штемпеля давление осуществляется при помощи также и других приемов: обычно для этой цели применяют резиновые шары, песок, масло или воду, которые, будучи подвергнуты достаточно высокому давлению, впрессовывают выкройку в матрицу, причем эта выкройка принимает форму, совпадающую с внутренними очертаниями матрицы. В тех случаях, когда давление производится посредством жидкой среды, штамповка может происходить двумя различными способами. Изделия цилиндрической формы можно штамповать при помощи поршня, который входит внутрь цилиндрической заготовки так, что между стенками ее и боковой поверхностью поршня остается лишь самый ничтожный зазор. Если поршень опускается вниз с большой скоростью, то выйти наружу успевают лишь незначительная часть воды, заключенной внутри заготовки, остальная же часть жидкости производит давление, необходимое для прессовки изделия. При гидравлической штамповке изделий по способу Губера вода, находящаяся под высоким давлением, давит на листовую заготовку и наружную поверхность формы, между тем, как пространство между внутренней поверхностью формы и листом гидравлическому давлению не подвергается, благодаря тщательному уплотнению стыка заготовки с матрицей.

### Простая штамповка в формах.

Обыкновенная штамповка изделий в формах может производиться несколькими различными способами. Простейший из них заключается в том, что окончательная форма придается заготовке посредством одного лишь нисходящего хода головки пресса или молота. Если рельеф изделия является



достаточно пологим или переходы в его очертаниях достаточно плавны, то вероятность образования складок («морщин») во время штамповки ничтожна или равна нулю, даже и в том случае, когда материал не отличается особенной ковкостью. Иначе обстоит дело, когда требуется выпрессовать более или менее глубокие формы. Если при этом материал не обладает достаточной пластичностью, то при штамповке вблизи его кромки получаются морщины, как это было бы в случае штамповки бумаги или подобного ей материала. Образование таких складок объясняется тем, что мало пластичный материал не может осаживаться в достаточной степени. Чем более значительно уменьшение окружности выкройки и чем она тоньше и крепче, тем больше вероятность образования складок. Следствием этого является не одно только получение внешне некрасивых изделий или брака, так как складки легко разрушают и самый инструмент.

В прежние время (а иногда еще и теперь) это затруднение пытались обойти тем, что в матрицу закладывали несколько выкроек сразу, целой стопкой, а затем выгибали их посредством ряда ударов или давления. После этого нижнюю заготовку, получившую приблизительно требуемую форму, вынимали из матрицы, а сверху укладывали новую выкройку. После такой предварительной обработки всех заготовок, каждую из них в отдельности прессовали при помощи более точных штампов. При штамповке нескольких листовых выкроек описанным способом, пространство между штемпелем и ручьем формы должно быть настолько большим, чтобы заготовки не могли оказаться защемленными в штампе. В настоящее время получивший широкое распространение способ вытяжки изделий дает возможность получать требуемый результат более рациональным образом.

Штамповка цинка, являющегося, как известно, весьма хрупким материалом, должна производиться нередко в два или несколько переходов и при помощи нескольких штампов.



В особенности это необходимо в тех случаях, когда на поверхности изделия имеются сравнительно тонкие выпуклые или углубленные рельефы с острыми переходами. Если при этом пытаться производить штамповку с одного удара, то в результате материал нередко ломается в наиболее напряженных местах. Поэтому в известных случаях могут понадобиться три или более предварительных штампов, а также—нагрев материала до надлежащей температуры. Для цинка она лежит в пределах от  $120^{\circ}$  до  $150^{\circ}$  С.

Хотя штамповка в формах производится, по понятным причинам, почти всегда без предварительного нагрева материала, листовое железо и сталь бывает иногда целесообразно для предварительной штамповки нагревать, особенно—при сравнительно большой толщине материала (напр., 1—2 мм), если в очертаниях изделия имеются острые переходы, углы и т. д. При холодной штамповке подобных изделий из листового материала штампы изнашивались бы чересчур быстро. Если такие работы не могут быть выполнены в один переход, то перед окончательной штамповкой рационально отжигать и протравливать заготовку, что способствует сохранению работоспособности инструмента, так как окалина действует на последний аналогично наждаку.

Глубокая штамповка в формах. Этот термин применяется для обозначения способа штамповки таких предметов, которые в силу уже одной только глубины требуют предварительной штамповки или предварительной обработки по какому-либо другому способу. При большой глубине изделия применяют выдавливание и вытяжку. Следует, однако, заметить, что выдавливание вместо штамповки может быть рекомендовано (с точки зрения стоимости производства) лишь в том случае, когда не имеется вытяжных прессов, и не всегда является подходящим методом обработки для листового железа. На вытяжном прессе та же работа может быть выполнена несравненно быстрее.



Чтобы избежать этой предварительной обработки, в известных случаях можно намеренно итти на образование складок у кромки изделия, как это часто практикуется, например, при штамповке форм для печений, пуддингов и пр. Если, однако, на изделии должны быть выдавлены узоры и т. под., то это может быть выполнено непосредственно штамповкой лишь очень редко, и в подобных случаях приходится обращаться к одному из трех упомянутых способов, в особенности, если качество продукции должно отвечать более или менее высоким требованиям.

Для вытяжки подобных предметов можно нередко применять те же инструменты, что и при штамповке, за исключением придержки, которая, конечно, необходима во всех случаях. При этом методе обработки сберегается материал, и работа идет гораздо быстрее, а кроме того—он дает возможность получать самые разнообразные формы. В качестве примеров можно привести умывальные тазы, крышки, чашки, коробки, подставки и т. д.

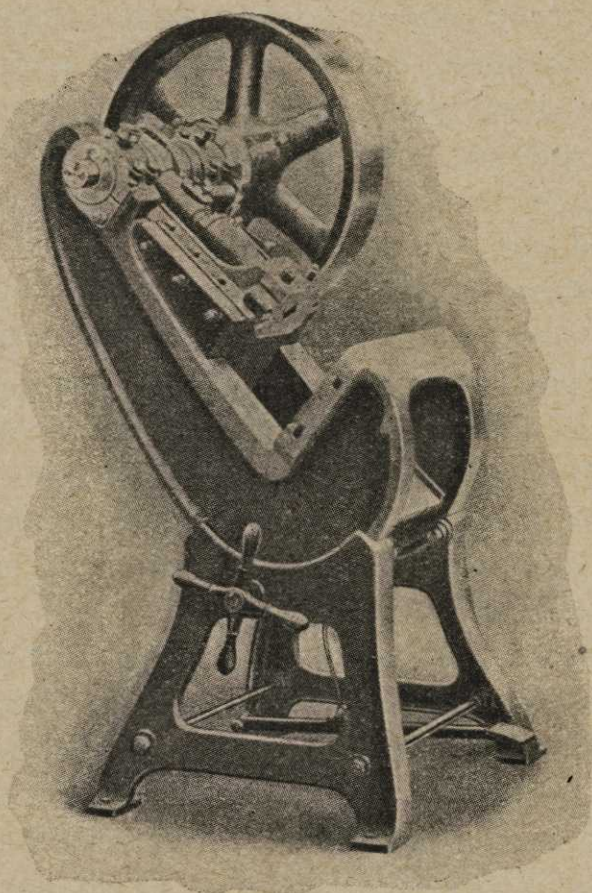
Штамповка повторяющихся узоров и т. п. Для штамповки сравнительно крупных предметов, которые должны быть украшены орнаментом, узором и т. д., совершенно одинаково повторяющимся в виде полос, сегментов и пр., применяют штамп, соответствующий только одной части такого узора, и выбивают им весь рисунок рядом последовательных ударов при одновременной прямолинейной или круговой подаче листовой заготовки.

### Машины и инструменты для штамповки в формах.

Для штамповки в формах применяются, главным образом, прессы различных типов, а для мелких предметов—также ременные молота. Эти машины по своей конструкции почти ничем не отличаются от тех машин, которые описаны в Томе V (см. стр. 105 и 155). Впрочем, что касается прессов, то следует



заметить, что существует несколько типов их, отличающихся по устройству от прессов обычных конструкций. В качестве примера можно назвать наклонные эксцентрикковые прессы



Фиг. 37. Эксцентрикковый пресс с устанавливающейся станиной (Наклонный эксцентрикковый пресс).

(см. фиг. 37), устроенные таким образом, что верхняя часть станины их может быть устанавливаема наклонно; это делается для того, чтобы изделие после обработки могло соскальзывать вниз под действием собственного веса. Прессы этого типа (они строятся различной величины, давлением до 50 тонн) особенно удобны для работы комбинированными штампами.



Для изделий, обработка которых состоит из нескольких отдельных операций, как штамповка, пробивка отверстий (вырезка), вытяжка и т. под., выполняемых в последовательном порядке, применяются также пресса с несколькими, расположенными рядом, ползунами, каждый из которых несет особый штемпель. Машины этого типа описаны в одном из дальнейших разделов настоящей книги.

Так же, как при ковке в штампах и, возможно, даже в еще большей степени, конструкция и выполнение рабочего инструмента при штамповке в формах всецело зависят от его назначения. Также и здесь при изготовлении инструмента следует в первую очередь учитывать, должен ли он служить продолжительное или лишь сравнительно короткое время. Само собою разумеется, что затрачивать много работы, требующей при том большой аккуратности со стороны инструментальщика, на изготовление инструмента, который, как легко предвидеть, после очень непродолжительного использования придется сдать в инструментальный шкаф для того, чтобы больше никогда не вынимать его оттуда, так же нерационально, как и изготовлять сравнительно недолговечный инструмент для длительного массового производства.

Эта же причина обуславливает и применение для изготовления форм различных материалов—чугуна, литой или ковальной стали (последнюю пользуют для выполнения матрицы целиком, либо для изготовления лишь тех частей ее, которые подвергаются особенно высоким напряжениям). Штемпеля могут быть сделаны из алюминия, меди, бронзы, цинка, олова или гарта, с подушкой из стали и т. д. Это влечет за собою и различие в способах изготовления инструмента. С точки зрения конструкции или принципа работы, инструмент, применяемый для штамповки в формах, можно разбить на три основных группы: простой инструмент для штамповки изделий, глубина которых сравнительно мала, инструмент для глубокой штамповки и комбинированный инструмент.



Для штамповки мягких металлов и сплавов пользуются почти исключительно матрицами из чугуна и штемпелями из сравнительно мягких металлов, из гарта или цинка—для более грубых орнаментов и из меди или алюминия—для более тонких узоров.

Помимо того, материал матрицы выбирается сообразно с количеством изделий, которое должно быть выпущено. Если отливка матрицы достаточно плотна и хотя бы немного крепче обычного машинного литья, то форма может с успехом служить для штамповки не слишком тонких орнаментов на неблагородных металлах, и прежде, чем придет в негодность, пропустит тысячи изделий. Однако, для штамповки предметов, поверхность которых украшена очень тонкой слабо акцентированной гравировкой, литые матрицы не годятся.

Следует заметить, что чугунные литые матрицы отличаются дешевизной, а изготовление их и обработка не представляют никаких затруднений. Чугунные матрицы можно вполне рекомендовать и в тех случаях, когда определить заранее, какое количество изделий придется отштамповать, не представляется возможным, т.-е. когда нельзя предусмотреть, окупится ли изготовление стальной формы.

Применение матриц, литых из стали (отливка должна быть плотной), целесообразно для штамповки из листовой стали и железа, а также—и из более мягких листовых металлов предметов сравнительно простых очертаний и с углами без закруглений. Литые стальные матрицы можно рекомендовать также в тех случаях, когда матрица из кованной стали вследствие своей формы и т. под. причин не может быть закалена без большого риска, так как стальные отливки могут быть с большим содержанием углерода и потому и с более высокой твердостью. Однако, малые матрицы, отлитые из стали, следует по возможности закаливать, что вполне возможно, если при изготовлении инструмента необходимость калки была предусмотрена. Во всех случаях материал сталь-



ной отливки должен быть плотен, однороден по строению и свободен от газовых пузырей.

Для штамповки изделий с тонкой орнаментировкой следует применять матрицы из кованной стали, снабженные соответствующей гравировкой и закаленные. Для этой цели лучше всего подходит очень вязкая сталь средней твердости.

Способ изготовления матриц для штамповки в формах аналогичен изготовлению штампов для ковочных работ (см. Том V, стр. 244). Прежде всего изготавливается матрица, которую, впрочем, в настоящее время нередко заказывают в какой-либо мастерской, специализировавшейся на работах этого рода. Модель для формы изготавливается по чертежу, либо таковою служит готовый образец или выбитое ручным способом изделие. В некоторых случаях эта модель вырезается из дерева. Литые матрицы прежде всего протравливаются, затем обрабатываются, как всякий другой штамп, в соответствии с требуемой формой изделия и необходимою для работы степенью точности. Довольно часто отливают из чугуна также и штемпель, при чем отливка обеих деталей — штемпеля и формы — производится вместе, для того, чтобы усадка их была одинакова. Штампы для изделий простых очертаний не требуют обработки, и в отношении их достаточно ограничиваться пробарабаниванием в песке или очисткой на пескоструе. Более точные штампы должны быть отделаны таким образом, чтобы при обработке листового материала на прессе или на пестовом молоте каждая отдельная точка заготовки подвергалась давлению между штемпелем и формой. Для пришабривания штемпелей пользуются черной краской (смесью голландской сажи и машинного масла), которой покрывают поверхность формы для того, чтобы при пригонке к ней штемпеля видеть, в каких точках поверхности частей штампа соприкасаются между собой.

После того, как штемпель пригнан к матрице, его, если это возможно, вставляют в нее и протрагивают верхнюю



плоскость штемпеля. Если это невозможно, то перед строжкой точно размечают эту плоскость, для того, чтобы поверхность прилегания штемпеля к головке пресса была параллельна плоскости опоры матрицы, когда обе эти части штампа установлены в надлежащем относительном положении.

Для холодной штамповки из листового железа и стали изделий с острыми переходами и углами без закруглений применяют иногда штампы в виде стальных отливок с частями из кованной стали, вставленными в тех местах формы, которые подвергаются особенно высоким напряжениям. Эти вставки часто состоят из очень маленьких кусочков, уголков, штифтиков и т. д., точно пригнанных к соответствующим углублениям в отливке и закаленных перед закреплением в форме.

Штемпеля из сравнительно мягких металлов изготавливаются большей частью посредством выбивания в предварительно обработанной матрице. Эта операция производится на падающем молоте или фрикционном прессе. Впрочем, подобные штемпеля можно готовить и проще—путем отливки непосредственно в форму. Иногда штемпель сначала отливают по гипсовой модели и затем проковывают или штампуют в матрице, где штемпель получает более точную форму. Изготовленный таким способом штемпель обычно требует некоторых мелких исправлений, которые выполняются при помощи ручной обработки. Только после этого штемпель может быть пущен в работу.

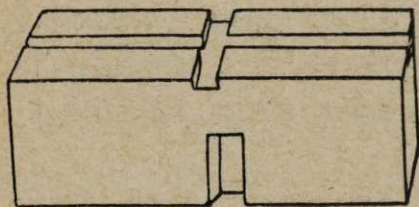
Легкий способ изготовления сравнительно простых штампов, применяемый еще и теперь в тех случаях, когда требуется в возможно короткий срок выпустить небольшую партию каких-либо изделий, заключается в том, что матрицу отливают из чугуна и затем в ее ручье отливают штемпель из цинка. К такой цинковой матрице приливают довольно толстую свинцовую или оловянную плиту, для того, чтобы облегчить закрепление штемпеля в канавке головки молота или пресса, так как цинк для этого не годится (см. фиг. 38).



В качестве материала для изготовления штампедей, предназначенных для штамповки мягких листовых металлов, едва ли не лучшим из всех металлов оказался алюминий. Он легко поддается формовке в матрице и при выбивании в ней становится крепким и твердым.

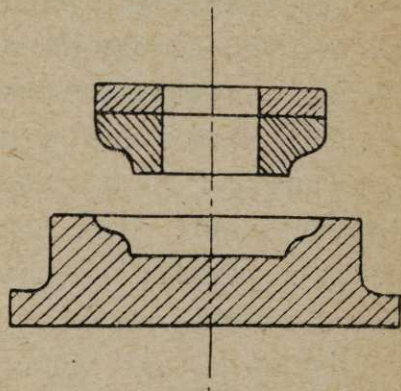
Для изготовления стального штампея путем выбивания его под молотом в готовой матрице можно применять следующий способ. Если изделие имеет достаточно правильную, не слишком удлиненную форму, то в качестве материала для штампея можно взять кусок круглой стали, которому нет надобности придавать

фасонную форму, соответствующую очертаниям ручья матрицы: достаточно ограничиться некоторой обточкой его концов. Диаметр куса стали должен равняться размеру изделия в самом широком месте его, а длина может быть взята примерно в  $1\frac{1}{2}$  раза больше этого размера. Один конец заготовки обтачивают настолько чисто, чтобы на нем незаметны были следы от резца (грат).



Фиг. 39. Подушка штемпея.

В большинстве случаев падающие молота снабжаются специальной подушкой для штемпея по фиг. 39. На шаботте молота укрепляют обычным способом готовую матрицу. Заготовку штемпея нагревают до температуры светло-красного каления, вставляют гладко обработанным концом в ручей матрицы и по другому концу наносят молотом сильный удар, так, чтобы заготовка оказалась закрепленной в канавке



Фиг. 38. Простой штамп (штемпель и форма) для прессовки изделий из листовых металлов.



подушки; после этого посредством нескольких следующих непосредственно один за другим ударов молота заготовку штемпеля загоняют в форму. Изготовленный таким способом штемпель выколачивают затем из подушки, закалывают и отпускают. При глубоком ручье формы могут понадобиться два или три нагрева заготовки штемпеля. Термически обработанный штемпель точно подгоняют к матрице, отделявая ручным способом до тех пор, пока он не получит точно требуемые очертания. При первом ударе молота штемпель защемляется в канавке подушки и при ходе бабы вверх поднимается вместе с нею.

Штемпеля для длинных предметов можно изготавливать из куска круглой стали, диаметр которой соответствует размеру ручья формы в самом широком месте его; длина заготовки должна быть несколько больше глубины ручья. Прутки чисто обтачивают кругом, нагревают, закладывают вертикально в матрицу и выбивают так, как описано выше.

Причина применения для выбивания штемпелей материала несколько более толстого посредине, нежели по краям, совершенно очевидна. Материал должен иметь некоторую возможность свободного истечения в стороны, что обеспечивается круглой формой заготовки. Кроме того, очертания формы в средней ее части трудно сделать достаточно острыми, и для этого требуется приложить более значительную силу.

Стальные штемпеля для плоских предметов, напр., фирменных дощечек и т. под., часто изготавливаются при помощиковки и обработки зубильями и крейцмейсселями. Описанный выше способ изготовления штемпелей выбиванием в отношении штемпелей подобного рода обладает тем недостатком, что контуры не получаются достаточно острыми, так как малейшего отклонения достаточно, чтобы испортить их. Иными словами, при сравнительно глубоких формах штемпель, так сказать «самоустанавливается», попадая в матрицу,



что, напротив, не имеет места, когда ручей матрицы мелок и предмет имеет плоскую форму. В последнем случае материал для изготовления штемпеля должен быть плоским и иметь те же очертания, что и изделие, для штамповки которого предназначается штемпель. Толщина материала зависит от размеров изделия, но во всяком случае должна быть не меньше 25 мм.

Начинают с того, что скашивают кромки заготовки штемпеля под углом примерно в  $10^\circ$ , после чего верхнюю сторону ее покрывают тонким слоем олова. Матрицу, как и прежде, закрепляют в подкладке наковальни молота, сверху кладут на нее заготовку штемпеля так, чтобы наружные очертания ее точно и одинаково перекрывали контуры ручья матрицы, после чего дают молотом только один удар. При этом на покрытой оловом грани штемпеля получится отпечаток матрицы. Вырубив крейцмейсселями слово и некоторую часть стали между буквами надписи, заготовку снова накладывают на матрицу и наносят молотом второй удар, после чего снова вырубают лишний материал при помощи зубил и т. д. Эти операции повторяют до тех пор, пока основная плоскость не получится на должной глубине. Как обычно, вырубка может быть облегчена при помощи набивания контуров пуансонами и т. д. Устройство закрепления штемпеля в головке молота или пресса — такое же, как в обычных верхних штампах.

Изготовление штемпелей посредством выбивания после предварительного нагрева осложняется тем, что такие штемпеля во время охлаждения дают усадку. В случае глубоких форм этот недостаток не имеет существенного значения. При более мелких формах этот дефект можно предупредить, продолжая обработку штемпеля до тех пор, пока он совершенно не остынет. Этот последний способ изготовления является самым надежным и для самых мелких форм.



Для изготовления штемпелей из мягких металлов требуется работы гораздо меньше, нежели для выполнения стальных штемпелей. Самый же процесс изготовления, например, медных штемпелей не отличается от описанного выше способа изготовления штемпелей из стали. Выбивание их производят чаще всего после нагрева, однако, можно обойтись и без него. Последнее до известной степени даже предпочтительнее, так как после холодной обработки материал становится тверже. Заготовка не должна быть обязательно круглой, так как медь заполняет матрицу легче, чем сталь. Преимущество штемпелей из мягких металлов перед стальными заключается в том, что при слишком большом износе они могут быть исправляемы путем повторного выбивания в форме.

Алюминиевые штемпеля прежде всего отливаются по модели или обрабатываются каким-либо другим способом до приблизительно требуемой формы, после чего окончательные очертания штемпеля получаются выбиванием его в матрице при температуре около  $400^{\circ}\text{C}$ .

При изготовлении инструмента для штамповки в формах необходимо в первую очередь помнить о том, что ребра, углы и переходы не должны быть настолько острыми, чтобы во время прессовки материал подвергался чересчур большим напряжениям. Где это неизбежно, штамповку следует разбивать на несколько переходов, выполняемых при помощи отдельных предварительных штемпелей, каждый из которых входит в ручей формы лишь на известную часть глубины. Длина предварительных штемпелей составляет только часть ( $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$  и т. д.) глубины ручья матрицы. В случае изготовления из мягких металлов, их обычно отливают по окончательному штемпелю.

Комбинированные штампы описаны в одном из дальнейших разделов настоящего издания.



Закрепление штампов во время работы производится различными способами. О подушке для закрепления штемпелей в бабе падающих молотов было упомянуто выше (фиг. 39). Фиг. 37 изображает один из наиболее распространенных способов закрепления штемпеля и не требует более подробного описания. В малых прессах закрепление штемпеля производится часто самым примитивным образом: так, например, иногда его только приклеивают к нижней стороне ползуна. Большие пресса снабжаются тавровыми канавками для закрепления длинных и широких штампов. В настоящее время стандартизация способов закрепления штампов диктуется самой необходимостью.

### Способ Губера гидравлической штамповки.

Способ Губера гидравлической штамповки, изобретенный в 1886 году, вызвал в свое время чрезвычайно большой интерес к себе, так как произвел впечатление полного переворота в общепринятой в то время технике штамповки. Однако, еще и до сих пор действительность не оправдала тех больших ожиданий, которые возлагались на этот способ штамповки. Причиной этого является высокое гидравлическое давление, необходимое для прессовки, и, как следствие этого, высокие первоначальные затраты на оборудование, а также затруднения в самом процессе работы. Способ Губера является экономичным лишь в случае непрерывной работы установки, что в обычных условиях заводского производства неосуществимо.

Описываемый метод обработки подходит больше всего для штамповки орнаментов и пр. на изготовленных посредством вытяжки изделиях. Однако, при помощи его возможно также изготовлять, например, сосуды из плоских листовых выкроек. В первом случае вытянутую до приблизительно требуемой формы заготовку помещают в форму, составлен-



ную из нескольких частей (такое устройство формы вызывается необходимостью удаления из нее отштампованного предмета), затем края заготовки и формы герметически заделывают так, чтобы вода не могла проникнуть в полость между стенками изделия и матрицы, после чего форму, вместе с заделанным в нее изделием вставляют в гидравлический цилиндр и подвергают давлению в 5000—6000 *атм* или, если возможно, еще большему.

Так как во время штамповки давление действует как на внутренние, так и на наружные стенки формы, и материал последней испытывает, следовательно, лишь очень незначительные напряжения, то для изготовления таких форм можно применять, напр., стекло или полученные гальванопластическим способом электролитические осадки металлов, лучше всего—никкеля. В гидравлический цилиндр (приемник) можно поместить одновременно несколько изделий вместе с соответственными формами, после чего подвергнуть их давлению. Это несколько не осложняет процесса работы.

Описанным способом пытались штамповать даже железные и стальные листы. Однако, необходимые для этого огромные гидравлические давления заставили обратиться к самым сложным техническим ухищрениям, чтобы добиться должной герметичности и прочности приемников \*). Самое высокое давление, для которого удалось построить совершенно герметичные приемники, достигает 6000 *атм*, между тем, как для известных целей оказалось необходимым применять давления еще более высокие \*\*).

---

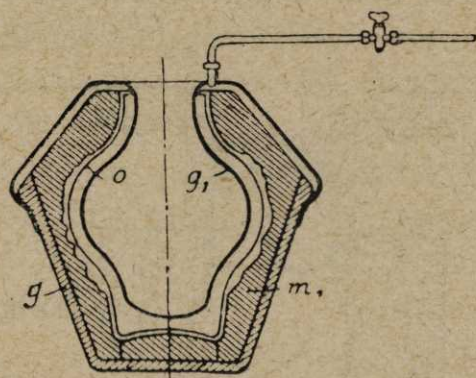
\*) Приемники большого диаметра строятся обычно так же, как пушки: внутренний цилиндр обтягивают прочными стяжными кольцами, так что в нерабочем состоянии этот цилиндр оказывается сжатым при напряжении, лежащем вблизи предела упругости материала.

\*\*) Иногда до 12000 *атм*.



Заделка стыка матрицы и заготовки производится при помощи стеклянной замазки или резиновых лент. Однако, опыт показал, что при штамповке тонких узоров для получения вполне хороших результатов необходимо удалять также и воздух из пространства между заготовкой и формой.

С этой целью на форму, в которую предварительно вставлена заготовка, надевают резиновый мешок  $g_1$  (фиг. 40),



Фиг. 40. Устройство формы для штамповки по способу Губера.

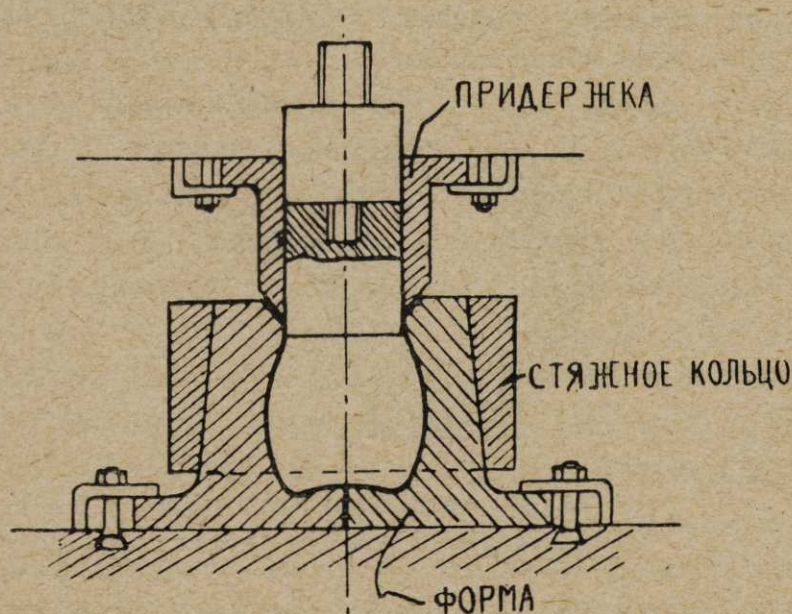
который охватывает на некоторой высоте наружные стенки разъемной формы  $m_1$ . Штампуемая заготовка обозначена буквой  $o$ . Форма вставлена в наружный кожух  $g$ . Если выкачать воздух через показанную вверху трубку, резиновый мешок везде плотно прижмется к стенкам (т.-е. к наружным стенкам формы и внутренним—заготовки), причем в освобожденное от воздуха пространство между формой и заготовкой доступ атмосферного воздуха будет закрыт резиновым мешком.

Наибольший диаметр сосудов, которые можно орнаментировать и пр. описанным способом, составляет 350 мм.



### Другие способы штамповки.

Вода, песок и резиновые шары применяются в качестве среды, передающей давление при штамповке, главным образом, в тех случаях, когда заготовку цилиндрической или т. под. формы требуется выштамповать так, чтобы профиль



Фиг. 41. Штамповка при помощи передачи давления через посредство воды или резиновых шаров.

ее ниже отверстия уширялся, т.-е. примерно для работ, аналогичных выдавливанию «пузовин» в металлодавильном деле. Для этой цели применяются пресса двойного действия.

На фиг. 41 изображено устройство такого рабочего инструмента. Предварительно вытянутую заготовку вставляют в разъемную на две части форму или матрицу, внутренняя полость которой отвечает желаемой форме сосуда. Коническая снаружи матрица стянута пригнанным к ее наружной поверхности кольцом. В ползуне пресса закреплен поршень, диаметр которого приблизительно равен внутреннему диаметру изделия



и придержки. Перед прессовкой изделие заполняется водой или резиновыми шарами. Массивный кусок резины через некоторое время спрессовался бы и утратил свою первоначальную форму, тогда как резиновые шары сохраняют свою форму гораздо дольше. При нисходящем движении поршня эти шары распирают заготовку из листового металла в стороны, причем она заполняет форму. В тех случаях, когда в качестве среды, передающей давление, применяется вода, поршень для достижения большей герметичности часто делают из резины. Как показано на рисунке, придержка во время работы держит прижатой к матрице верхнюю кромку заготовки.

Примеры штамповки в формах приведены в соответствующем разделе настоящего издания, попутно с рассмотрением работ, исполняемых при помощи комбинированных штампов.

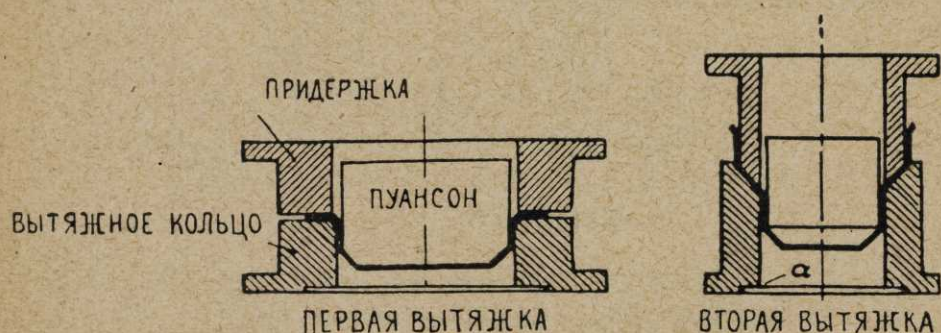
---



## ВЫТЯЖКА.

### Введение.

Если кусок листового металла крепко зажать между двумя гладкими кольцевыми поверхностями и, действуя пуансоном на эту заготовку, продавить ее внутрь одного из колец, то заготовка примет другую форму. При этом материал подвергается главным образом вытягиванию,



Фиг. 42. Принцип работы при вытяжке.

вследствие чего основанный на описанном принципе метод обработки носит название вытяжки (см. фиг. 42). Целью вытяжки является изготовление из плоских листовых заготовок полых форм большей или меньшей глубины. Во время обработки кромка листа должна быть прежде всего несколько высажена, но в остальном этот метод обработки в принципе не отличается от обычного волочения проволоки и пруткового материала (см. Том IV). Вытяжной пуансон за-



полняет всю внутреннюю полость протаскиваемой сквозь кольцо формы, так что последняя может обрабатываться, как массивный материал. Волочение проволоки (т.-е. протаскивание ее через глазок волочильной доски) заменено здесь давлением вытяжного пуансона. На фиг. 43 изображены последовательные стадии формоизменения листовой заготовки во время вытяжки.

Приведенное выше определение сохраняет силу лишь для тех случаев обработки, когда работа производится при помощи **п р и д е р ж к и**, зажимающей во время вытяжки материал для того, чтобы предупредить образование складок на кромке заготовки. Однако, многие изделия из относительно толстого материала, как, напр., ружейные гильзы, пистоны и оболочки снарядов протягиваются без помощи **п р и д е р ж е к**, т.-е. так, что материал не зажимается перед вытяжкой. В подобных случаях в этом нет необходимости потому, что толщина материала сама по себе достаточна для предупреждения образования морщин. В остальном процесс вытяжки как в том, так и в другом случае остается одинаковым, но так как в первом слу-

чае **п р и д е р ж к е** должно сообщаться независимое движение (встречаются, впрочем, и исключения из этого правила), то этот способ вытяжки, вообще говоря, неосуществим на пресах простого действия. В дальнейшем рассматривается в первую очередь вытяжка с **п р и д е р ж к а м и**, т.-е. на пресах двойного действия.

От штамповки в формах вытяжка отличается тем, что конечным продуктом ее являются лишь сравнительно глубокие



Фиг. 43. Формоизменения листовой выкройки при вытяжке.



полые формы и т. под. предметы, без штампованных на поверхности орнаментов. Кроме того, при вытяжке не применяются матрицы, ручей которых имеет очертания, совпадающие с наружной формой штампуемого изделия, как это имеет место при штамповке в формах.

Очевидно, что при вытяжке элементарные частицы материала подвергаются большому относительному перемещению, т.-е. относительное расположение их сильно изменяется, однако, без нарушения внутренней связи между ними. Это в особенности касается первой вытяжки. Наружная часть плоской листовой выкройки должна быть прежде всего несколько высажена—по направлению изнутри к кромке—для того, чтобы соответствовать внутреннему диаметру матрицы, непосредственно после чего заготовка протягивается через нее. Осаживание должно неизбежно сопровождаться увеличением толщины листового материала, если, конечно, предупреждено образование морщин, а при вытяжке материал снова приобретает приблизительно свою первоначальную толщину. Таким образом, посадка и вытяжка материала наиболее значительны на самой кромке заготовки и постепенно уменьшаются по направлению к ее середине, между тем, как материал самого дна подвергается лишь небольшому удлинению.

При дальнейшей вытяжке материал может подвергаться более значительным напряжениям, так как деформации при этом относительно меньше, нежели на первом переходе. Вблизи дна материал осаживается и снова вытягивается настолько, что в конечном результате получается все же вытяжка его, между тем, как у самого края полой формы преобладает посадка материала. В течение всего времени, пока происходит вытяжка изделия, сжимающие напряжения направлены к периферии заготовки, растягивающие напряжения—радиально к центру.

Уменьшение поперечного сечения и удлинение материала определяются размерами рабочего инструмента штампа, и



большая или меньшая продолжительность самой вытяжки влияет на значения этих деформаций лишь в самой ничтожной степени. Несмотря на это, скорость вытяжки не должна выходить из известных границ, так как если она чрезмерно велика, то материал имеет тенденцию давать трещины. Это вызывается той причиной, что при быстром возрастании напряжений удлинение и обусловленное им поперечное сжатие материала сосредоточиваются на более коротком участке его (аналогично тому, что имеет место при образовании шейки на пробном бруске при его разрыве), нежели в том случае, когда возрастание напряжений происходит с большей постепенностью. Скорость вытяжки должна быть настолько малой, чтобы местные сжатия материала не имели места и чтобы уменьшение сечения его не превосходило известного значения, определяемого степенью пластичности материала. Следовательно, также и в этом отношении вытяжка не отличается от волочения.

Для большинства вытяжных прессов скорость вытяжки лежит в пределах между 170 и 265 *мм/сек.*

Диаметр пуансона, при помощи которого производится вытяжка, не должен быть слишком мал сравнительно с размером листовой заготовки, так как иначе сопротивление материала формоизменению становится чрезмерно большим, вследствие того, что склонность его к образованию складок увеличивается. В этом отношении имеет значение и толщина листового материала, так как более толстые листы прочнее и поэтому не так легко морщатся. Для того, чтобы получить изделие требуемого диаметра и глубины, часто приходится производить вытяжку в несколько переходов при помощи ряда вытяжных пуансонов и матриц, диаметр которых на каждом переходе меньше, нежели на предыдущем. Во время обработки, выполняемой почти всегда без предварительного нагрева материала, твердость последнего увеличивается. Поэтому между отдельными операциями заготовку приходится



отжигать. Для облегчения протаскивания заготовки через вытяжной штамп, как и при волочении проволоки, обычно применяют какую-нибудь смазку, которою покрывают поверхность заготовки.

При вытяжке полой формы на каждой стороне ее появляется система тонких линий. В тех местах, где имели место растягивающие напряжения, линии имеют форму тонких бороздок, тогда как там, где произошла высадка материала, эти линии представляются в виде едва выступающих над поверхностью формы маленьких валиков. По этим системам линий можно установить, подвергался ли материал растяжению или сжатию.

Опыт неоспоримо доказал, что при вытяжке не всегда возможно получить одинаковый результат, так как при этом способе обработки играют роль слишком многие обстоятельства. Для получения всегда одних и тех же результатов необходимо, чтобы сохраняли постоянное значение следующие факторы:

- 1) скорость вытяжки,
- 2) давление придержки на вытяжное кольцо,
- 3) полная величина сопротивления трения, и
- 4) свойства материала.

### Вытяжные прессы.

Вытяжка производится всегда на прессах, и почти все пресса, предназначенные специально для вытяжки, строятся для двойного действия, так как придержка должна получать движение, независимое от движения вытяжного пуансона. (В исключительных случаях придержка может быть скомбинирована с пуансоном и прикрепляться к нему винтами и т. д.). Существует большое число конструкций вытяжных прессов, как приводных, так и гидравлических.

Вытяжные прессы двойного действия работают таким образом, что при первом движении прессы заготовка зажи-



мается, а при втором—вытягивается. Однако, оба эти движения, происходящие независимо одно от другого, могут быть осуществлены различными способами. В этом отношении вытяжные пресса двойного действия можно разбить на четыре класса:

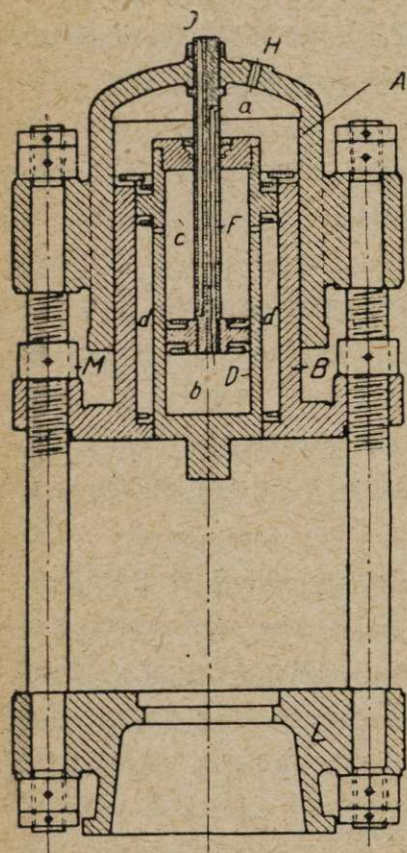
- 1) пресса с подвижным держателем вытяжного кольца, неподвижной придержкой для листа, подвижным вытяжным штемпелем;
- 2) пресса с неподвижным держателем вытяжного кольца, подвижной придержкой, подвижным вытяжным штемпелем;
- 3) пресса с подвижным держателем вытяжного кольца, подвижной придержкой, неподвижным вытяжным штемпелем;
- 4) пресса с подвижным держателем вытяжного кольца, подвижной придержкой, подвижным вытяжным штемпелем.

Наибольшее распространение имеют пресса 1 и 2 типов.

Гидравлические вытяжные пресса применяются почти исключительно для вытяжки очень больших предметов, для которых чисто механические пресса получались бы слишком громоздкими. Напротив, для более легких вытяжных работ гидравлические пресса применяются лишь в самых редких случаях, вернее, совершенно не применяются, несмотря на их преимущества перед прессами других типов, обуславливаемые равномерным движением штампа, свойственным гидравлическим прессам. В прессах кривошипных и эксцентриковых штемпель имеет максимальную скорость при обоих боковых положениях кривошипного пальца, а когда штемпель проходит через две мертвых точки своего пути, т.-е. через наивысшее и наинизшее положения, скорость его равна нулю. В этих прессах вытяжной штемпель начинает свою работу в тот момент, когда его скорость имеет максимальное значение, и вследствие этого листовая заготовка



сразу же подвергается излишне высоким напряжениям. Другим преимуществом гидравлических прессов является возможность регулировки глубины вытяжки во время работы. Кроме того, они позволяют брать большую глубину первой вы-



Фиг. 44. Гидравлический вытяжной пресс.

тяжки, нежели это возможно на чисто механических прессах. Тем не менее, гидравлические вытяжные прессы не получили особенно широкого распространения вследствие более высокой первоначальной стоимости, более сложного устройства и более значительного расхода силы сравнительно с чисто механическими прессами, которые, кроме того, требуют и более простого ухода и обслуживания.

На фиг. 44 изображен гидравлический вытяжной пресс. Машина состоит из главного цилиндра *A*, плунжера *B*—для придержки, плунжера *D*—для вытяжного штампея, штока *F*, в котором просверлено два сквозных канала, несущего неподвижный поршень обратного хода, и стола *L*—для вытяжного кольца. Назначение гаек *M* на четырех колоннах прессы состоит в том, чтобы ограничивать высоту подъема придержки и вытяжного штампея, т.-е. препятствовать подъему их выше, нежели это необходимо, что влекло бы за собою излишний расход напорной воды. К *H* и *J* присоединены трубы от двух регулирующих аппаратов.

Когда находящаяся под напором вода поступает через *H* в пространство *a* и одновременно—в камеру *b*, оба плун-



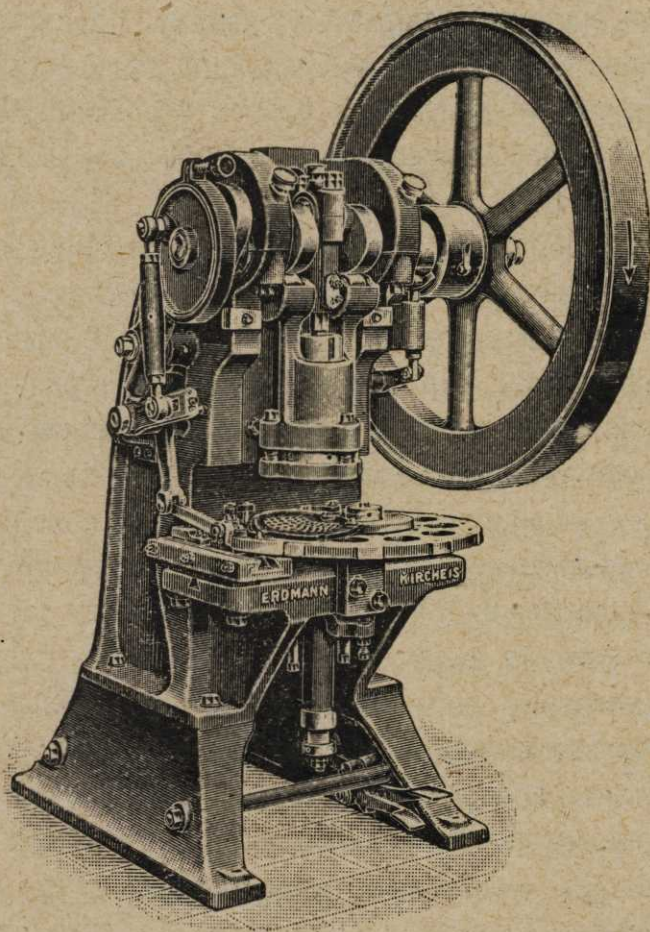
жера *B* и *D* опускаются до тех пор, пока придержка не очутится на листовой заготовке. Начиная с этого момента, продолжает опускаться лишь плунжер *D*, несущий вытяжной штемпель, причем вода, находившаяся до тех пор в *c* и *d*, выходит из пресса через отверстие *J*. Если подавать напорную воду через *J*, плунжеры начнут подниматься кверху. Следовательно, этот пресс относится к группе 2 приведенной выше классификации.

Гидравлические вытяжные пресса строятся для вытяжки листовых заготовок диаметром до 2000 мм и для глубины вытяжки 800—1000 мм.

Фиг. 45 изображает кривошипный вытяжной пресс двойного действия с парой шатунов и кулачными шайбами, по своей конструкции относящийся к группе 2 вышеприведенной классификации. Кривошип обычным образом сообщает движение салазкам пресса, тогда как кулачные диски служат для сообщения нисходящего движения придержке и для остановки ее во время вытяжки. Боковые поверхности этих дисков, профилированные соответственно желаемому характеру движения придержки, скользят при этом по двум роликам, которые производят давление на придержку. Следовательно, скорость движения последней можно произвольно изменять, выбирая соответствующим образом форму контура кулачных шайб. Та часть контура этих шайб, которая должна скользить по роликам в то время, когда придержка находится в самом низшем положении, представляет дугу окружности, центр которой совпадает с осью вращения кулачной шайбы, так что придержка в это время остается неподвижной и лишь прижимается книзу, тогда как салазки пресса продолжают свое нисходящее движение. Для подъема придержки служит особая кулачная шайба, расположенная на машине сбоку. Для этой цели могут применяться также спиральные пружины. Крайнее верхнее положение придержки, определяемое толщиной листового материала, точно устанавливается в описываемой машине при помощи винтов.



На фиг. 46 и 47 изображен вытяжной пресс двойного действия, в котором движение придержки осуществляется при помощи системы сочлененных коленчатых рычагов (группа 2). Фиг. 46 представляет вид на этот механизм

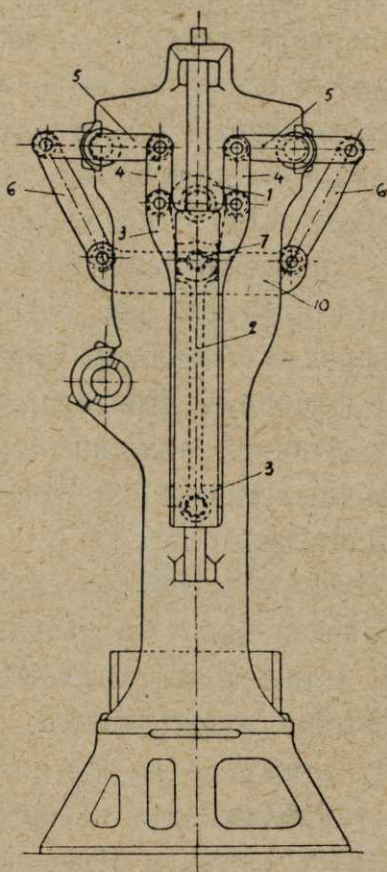


Фиг. 45. Двойной вытяжной пресс с передачей шатунами и кулачными шайбами.

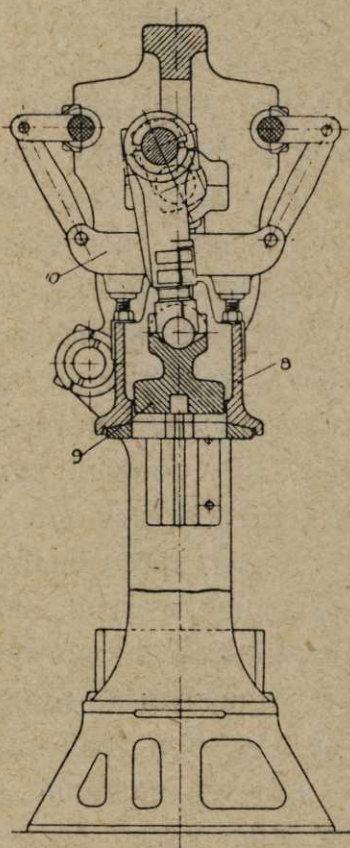
с левой стороны машины, фиг. 47—продольный разрез прессы. Салазкам, несущим на нижней поверхности вытяжной штемпель, движение сообщается обычным образом—посредством кривошипа. Механизм движения придержки имеет следующее устройство. Главный вал прессы с левой стороны (см. фиг. 46)



удлинен и снабжен кривошипом 1 (кривошипный палец обозначен цифрой 7), связанным через посредство шатуна 2 с поперечиной 3, которая при своем движении вверх и вниз направляется линейкой, укрепленной на боковой стойке машины. Это движение передается придержке через посредство



Фиг. 46.



Фиг. 47.

Вытяжной пресс с коленчато-рычажным механизмом придержки (зав. Мунктель).

качающихся рычагов 5 и серег 4 и 6. Фиг. 46 изображает положение механизма в тот момент, когда придержка занимает свое крайнее верхнее положение, что имеет место при наиниžнем положении кривошипного пальца 7. При движении этого пальца—и поперечины—кверху, серьги 6 посте-



пенно переходят в вертикальное положение, совпадая при этом с направлением рычагов 5, тогда как серьги 4 устанавливаются горизонтально. Поэтому характер движения придержки совершенно отличается от движения кривошипа: скорость движения ее изменяется таким образом, что в конце хода она обращается в нуль. Так как одновременно кривошип проходит через верхнюю мертвую точку, то придержка в течение сравнительно продолжительного времени остается практически неподвижной и удерживает на месте листовую заготовку в то время, как штемпель производит вытяжку. Кривошип 1 установлен под таким углом относительно главного кривошипа, сообщая движение салазкам прессы, что придержка прижимает заготовку как раз в то время, когда происходит вытяжка. Цифрой 8 обозначена придержка, 9—салазки, несущие вытяжной штемпель. Придержку можно устанавливать соответственно различной толщине листового материала при помощи установочных винтов в поперечине 10, салазки—посредством винта в шатуне.

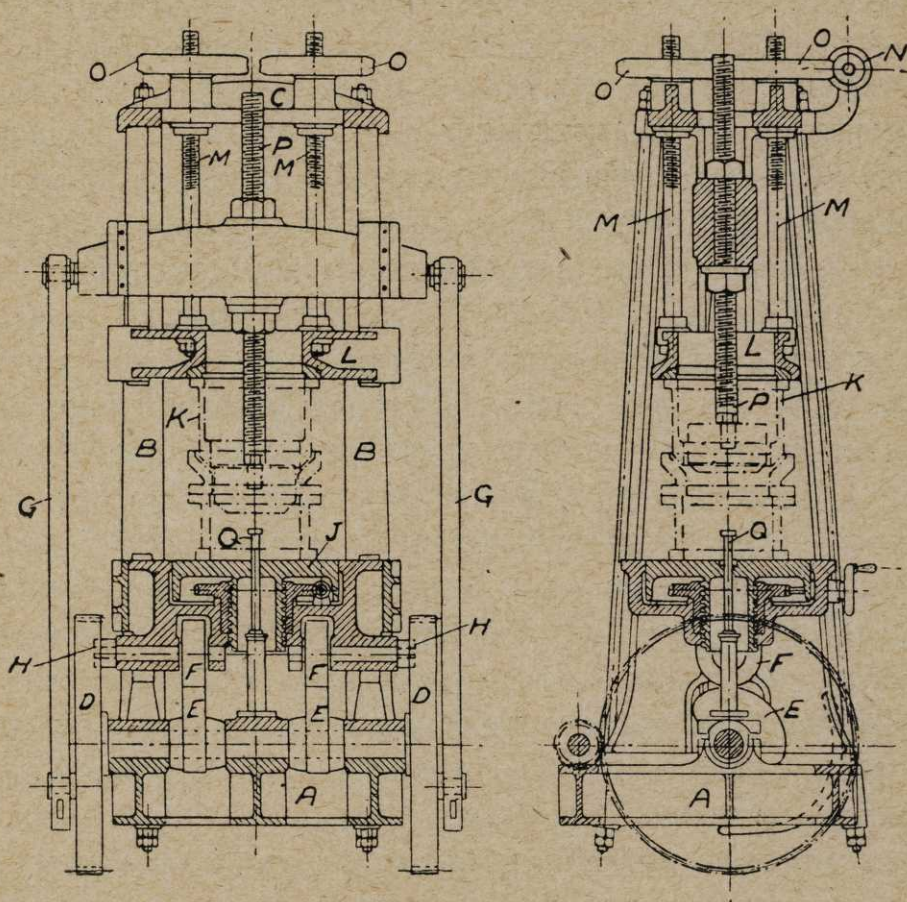
Описанный пресс снабжен двойным зубчатым перебором и фрикционной муфтой, позволяющей рабочему пускать пресс и останавливать его вручную в любой точке хода. Если привинтить поперечный клин, машину можно пускать при помощи педали; при этом салазки движутся до тех пор, пока педаль остается нажатой, но останавливаются в верхнем положении, лишь только рабочий отпустит педаль. Пресс снабжен автоматически действующим выталкивателем, получающим движение от одного из качающихся рычагов. Машины этой конструкции особенно пригодны для вытяжки умывальных тазов, чашек для сепараторов, коробок телефонных аппаратов и т. д.

Фиг. 48 изображает кривошипный вытяжной пресс с подвижным столом (группа 1 классификации). Машина состоит из трех основных частей—фундаментной плиты *А*, на которой установлен механизм привода, двух боковых стоек *В*, несущих направляющие для головки прессы, и поперечины *С*,



которая скрепляет боковые стойки и одновременно несет устройство для установки придержки.

Пресс приводится в движение посредством рабочего и холостого шкивов, при чем вращение вала передается через



Фиг. 48. Вытяжной пресс с подвижным столом.

двойной зубчатый перебор большим шестерням *D*, которые являются в этой машине ведущими колесами. Для уравнивания сил пресс снабжен маховиком. Столу движение сообщается через посредство пары кулачных шайб *E*, заклиненных на том же валу, на котором сидят зубчатки *D*; к фигурной поверхности этих шайб прилегают свободно вращающиеся (холостые) ролики *F*. Зубчатые колеса *D* сообщают,



кроме того, движение головке пресса посредством кривошипных пальцев (по одному на каждом из этих колес) и длинных шатунов *G*, связанных с одной стороны—с кривошипными пальцами, с другой—с головкой пресса.

Придержка в этой машине неподвижна, тогда как головка пресса и стол движутся в переставных направляющих (параллелях). Обратный ход стола осуществляется при помощи пары роликов *H*, движение которых определяется принудительно криволинейными направляющими зубчаток *D*. Плита *J*, вставленная в середину стола, допускает установку по высоте, для чего служит червячная передача и винтовая пара. Такое устройство стола облегчает установку вытяжного штампа. Придержка *K* привинчена к поперечине *L*, устанавливаемой посредством четырех винтов *M* таким образом, чтобы при наивысшем положении стола между поддержкой и вытяжным кольцом оставался зазор, в точности соответствующий толщине листового материала. Так же, как и в прессе, описанном выше, поддержка этой машины прикреплена к кольцевому вкладышу, верхняя сферическая поверхность которого позволяет поддержке самоустанавливаться сообразно небольшим неровностям обрабатываемого листа. Установка четырех винтов *M* производится при помощи червячных колес *O* и червяков *N*, которые приводятся во вращение от ручного маховичка через коническую передачу или посредством валика с ременным шкивом, укрепленного на поперечине *C*.

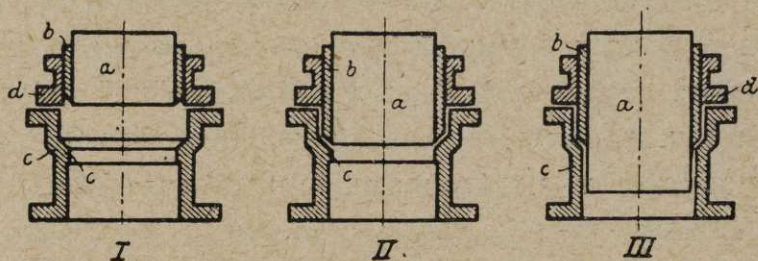
Вытяжной штемпель укрепляется на шпинделе *P*, который может быть устанавливаем по высоте посредством вращения крестовинки. Шпиндель стопорится в требуемом положении при помощи двух гаек, как это ясно видно на чертеже. Буквой *Q* обозначен выталкиватель.

Описанная машина работает следующим образом. Листовая заготовка закладывается на место при наивысшем положении штемпеля, затем стол поднимается до тех пор, пока вытяжное кольцо не упрется в поддержку и заготовка не



окажется зажатой. После этого штемпель опускается вниз и производит вытяжку. При обратном ходе штемпеля изделие снимается с него придержкой, далее стол вместе с вытяжным кольцом опускается вниз, и изделие остается лежать на выталкивателе, так что может быть вынуто из машины.

Пресса этого типа выполняются также таким образом, что в течение одного нисходящего движения салазок (т.-е. одного рабочего хода) производятся последовательно две вытяжки, при чем штемпель, производящий первую вытяжку заготовки, во время второй вытяжки служит придержкой. Для этого вытяжной штемпель для первого перехода укрепляется



Фиг. 49. Последовательные фазы работы пресса при выполнении двух вытяжек за один нисходящий ход салазок.

на отдельной головке под головкой второго (внутреннего) вытяжного штемпеля. Фиг. 49 иллюстрирует процесс работы при подобном устройстве пресса. При первой вытяжке опускаются вниз как *a*, так и *b*, и *b* работает как вытяжной штемпель, тогда как придержкой служит *d*. При этом вытяжка происходит в более широкой части штампа *c*. Когда штемпель *b* подойдет к уступу *c* (см. фиг. 49, II), он останавливается и дальше играет роль придержки, в то время, как *a* продолжает опускаться вниз и производит вторую вытяжку в более узкой части *c* (фиг. 49, III).

Простейшее устройство пресса, позволяющее осуществить подобную работу штемпелей, сводится к следующему. Собственно вытяжной — внутренний — штемпель *a* приводится в движение от головки пресса, подобно тому, как это произ-



водится в машине, описанной выше. Под нею расположена вторая головка, к которой прикреплен штемпель *b* для второй вытяжки, при чем положение его на головке можно регулировать. Нижняя головка прессы связана с верхней посредством двух шарнирных рычагов, которые в начале вытяжки, когда *a* и *b* опускаются вместе, лежат на одной прямой, благодаря чему нижняя головка прессы движется совершенно одинаково с верхней. Прямолинейность шарнирных рычагов осуществляется при помощи направляющих роликов, прикрепленных к каждому из рычагов, при чем каждый ролик прижимается отдельной спиральной пружинной к своей криволинейной направляющей. Когда первая вытяжка окончена и штемпель *b* должен остановиться, направляющие ролики огибают нижний закругленный угол криволинейной направляющей, при чем шарнирные рычаги из прямолинейных становятся ломанными (т.-е. составляющие их серыги образуют между собою некоторый угол) и таким образом не могут производить дальнейшего опускания нижней прессовой головки. Между тем верхняя головка вместе с вытяжным штемпелем *a* продолжает двигаться вниз, причем, по мере ее опускания, части шарнирных рычагов образуют между собою все более острый угол.

Пресса этого устройства дает значительную экономию времени, затрачиваемого на вытяжку одного изделия, и снижение расходов на рабочую силу. Подобно большинству современных вытяжных прессов этого типа, описанные машины снабжаются пружиной с держкой, которая не требует особенно точной установки.

Для вытяжки мелких изделий, в особенности же для окончательной вытяжки их после того, как предварительные переходы закончены на других машинах, применяются с большим удобством горизонтальные вытяжные прессы. Они обладают тем преимуществом, что закладка заготовки и удаление ее после вытяжки производятся в них с большим удобством, нежели в машинах других типов.



При выборе вытяжного прессы решающее значение имеют следующие факторы:

1. Достаточная солидность конструкции машины в целом, гарантирующая ее не только от поломок в каком-либо месте, но и обеспечивающая ее от пружинения во время работы.

2. Большая длина салазок и большие поверхности скольжения их.

3. Точность выполнения и сборки прессы; в особенности это требование касается салазок и направления движения их относительно стола.

4. Достаточно большие опорные поверхности подшипников и площади, подверженные давлению.

5. Устойчивость стола, салазок и их деталей, обеспечивающая отсутствие заметных дрожаний этих частей при ударах или толчках во время работы.

6. Удобство обслуживания машины во время работы, а также — удобство сборки ее при установке.

7. Достаточная величина регулировки положения салазок и достаточное место для установки вытяжного инструмента.

8. Надежная защита частей, опасных в отношении несчастных случаев, как, напр., зубчатых колес и приводных шкивов.

### Вытяжные штампы.

Каждый простой вытяжной штамп состоит из трех частей: придержки для листа, вытяжного штампера и вытяжного кольца. Штамп для первой вытяжки несколько отличается от штампов, применяемых для дальнейших переходов. При первой вытяжке листовая заготовка имеет плоскую форму, и придержка должна крепко прижимать ее к кромке вытяжного кольца. Поэтому поверхности обеих этих частей штампа, обращенные друг к другу (т.-е. те, между которыми зажимается лист), располагаются под прямым углом к направлению вытяжки (см. фиг. 42). Во время



второй вытяжки заготовка имеет уже форму сосуда, и зажимающие поверхности скашиваются поэтому чаще всего под углом в  $45^\circ$ . Понятно, что при таком направлении скоса листовая заготовка испытывает меньшие напряжения, однако, оно не является безусловно обязательным, и зажимающие поверхности могут и при дальнейших переходах иметь такое же направление относительно хода штампера, как и при первой вытяжке.

Между штампером и вытяжным кольцом оставляют зазор, приблизительно отвечающий толщине листового материала, который предстоит вытягивать. Во многих случаях величину этого зазора приходится определять посредством предварительных проб. Если при нормальной скорости вытяжки в материале появляются трещины, следует либо увеличить зазор, сошлифовывая штампель, либо переменить материал на более тонкий. При этом предполагается, что листовая заготовка имеет надлежащие размеры (см. стр. 28 и сл.). Если же, с другой стороны, на поверхности вытянутого предмета заметны неровные места, то это указывает на слишком большой зазор. Этот недостаток может быть устранен лишь путем применения более толстого материала, если желательно сохранить сделанный уже штамп.

Для того, чтобы вытяжка давала хорошие результаты и штамп служил возможно дольше, те поверхности его, которые во время работы приходят в непосредственное соприкосновение с листовым материалом, должны быть в высшей степени точно обработаны посредством шлифовки и полировки. Всяких неровностей следует тщательно избегать, так, чтобы зазор везде имел надлежащую величину. Если хотят добиться действительно хороших результатов, то обращенные друг к другу поверхности вытяжного кольца и придержки следует пришабрить одну к другой и затем притереть на мелком наждаке с маслом. Однако, этот способ пригонки может быть применен лишь по отношению к штампам, предназначенным для вытяжки цилиндрических форм.



Чтобы обнаружить присутствие возможных неровностей на рабочих поверхностях штампа, для пробной вытяжки обычно берут листовую заготовку, покрытую черной краской, так как на листе, подготовленном таким образом, результаты неточной пригонки обнаруживаются особенно заметно. Для того, чтобы проверить, имеет ли зазор между штемпелем и кольцом достаточно большую величину, в случае круглых штампов можно поступать следующим образом. Из листа, который предстоит обрабатывать, вырезают полосу шириною около 5 мм, кладут ее поперек вытяжного кольца и киянкой наносят несколько легких ударов по штемпелю. Если зазор слишком мал, это тотчас же ясно обнаружится на полоске материала.

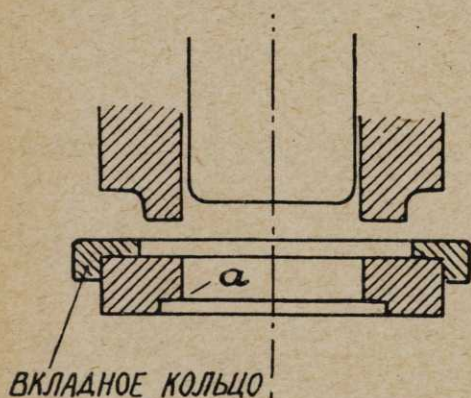
Придержжка должна зажимать листовую заготовку с такой силой, чтобы материал не мог образовать морщин, но не больше. Надлежащая величина давления может быть установлена не иначе, как опытным путем.

Поверхности придерживки и вытяжного кольца, между которыми зажимается листовая заготовка, должны быть выполнены таким образом, чтобы давление, производимое ими на материал, было по периферии несколько меньше, нежели по внутреннему контуру, т.-е. вблизи отверстия вытяжного кольца. В особенности важное значение имеет это требование при вытяжке тонкого листового материала, напр., листового железа (жести) толщиной примерно 0,20—0,40 мм. Однако, на практике эти зажимающие поверхности делают обычно параллельными.

Преимущества такой конструкции зажимающих поверхностей, при которой материал по периферии зажимается слабее, перед строго параллельными зажимающими поверхностями объясняется тем, что материал должен осаживаться к наружному краю больше, чем по внутренней кромке, т.-е. ближе к отверстию вытяжного кольца. Если, напротив, зажимающим поверхностям придать такую форму, что сила зажима



заготовки по внутренней периферии получается наименьшей, то материал имеет меньшую возможность осаживаться по наружному контуру заготовки. При этом на поверхности вытянутого изделия вблизи отверстия вытяжного кольца обнаруживаются маленькие выпуклые лучи, свидетельствующие о том, что давление придержки в этом месте было чересчур малым. Эти лучи по мере дальнейшей вытяжки заготовки распространяются все дальше по поверхности изделия, и толщина его стенок получается, следовательно, не вполне однородной. Этот дефект особенно заметен при вытяжке четырехугольных короб из жести.



Фиг. 50. Вытяжной штамп с вкладным кольцом.

штампеля, затрудняло бы снятие с штампеля вытянутого изделия, которое, так сказать, сильно «присасывалось» бы к нему.

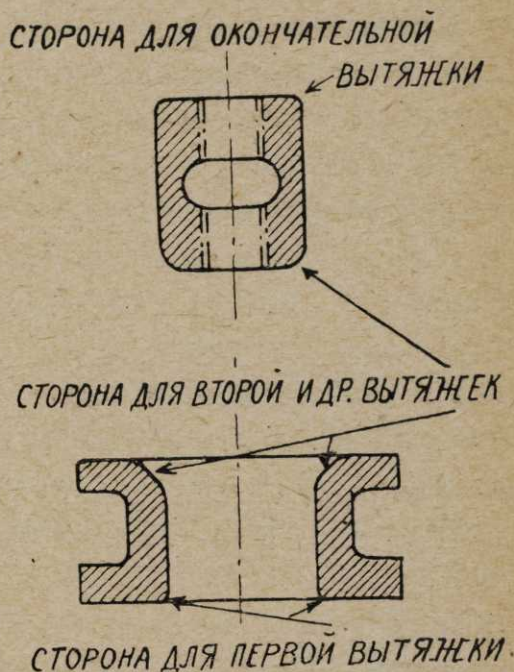
Вытяжное кольцо для первой вытяжки нередко снабжают особым вкладным кольцом, которое служит для центрировки закладываемой в штамп листовой выкройки и удержания ее на месте до того момента, пока штампель, опускаясь, не подойдет к ней (см. фиг. 50). В этом случае придержка снабжается выступом, наружная поверхность которого точно пригнана к отверстию вкладного кольца.

Нижнюю кромку вытяжного штампеля почти всегда довольно значительно скашивают или закругляют, тогда как



верхняя кромка вытяжного кольца обычно закругляется лишь слегка. Это закругление нередко должно производиться по определенному радиусу. Слишком острая кромка приводит к тому, что материал часто дает трещины, а при кромке, закругленной слишком сильно, заготовка проявляет склонность к образованию морщин. Если штамп предназначен для вытяжки тонкого листового материала, напр., жести, радиус закругления ребра должен составлять всего лишь от 3 до 5 мм. При слишком большом закруглении в материале появляются морщины вследствие того, что в самом начале вытяжки, когда заготовка начинает вдавливаться в отверстие вытяжного кольца, материал ее оказывается свободным на сравнительно большой длине. Само собою разумеется, что для более толстых листов радиус закругления может быть больше.

Иногда вытяжное кольцо изготовляют таким образом, что одна сторона его служит для первой вытяжки, а другая — для вытяжки других изделий, частично уже обработанных таким же способом (см. фиг. 51). Точно так же и вытяжной штампель может быть сделан двусторонним, при чем один конец его служит для окончательной вытяжки изделия; в этом случае кромка штампеля должна быть сравнительно острой, т.-е. радиус закругления ее должен в точности соответствовать закруглению готового изделия в месте перехода боковой



Фиг. 51. Двухсторонний вытяжной штампель и двухстороннее вытяжное кольцо.



поверхности его в донышко (см. фиг. 51). Дело в том, что если этот переход представляет собою закругление очень малого радиуса, то окончательная форма придается ему, если это требуется, во время последней вытяжной операции.

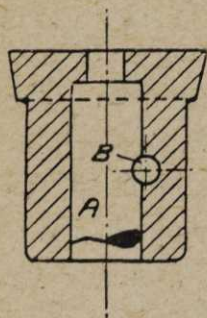
Вытяжные штампы для сравнительно мягких металлов могут быть выполнены в виде отливок из плотного, однородного и достаточно твердого материала. Для вытяжки листового железа или никкеля, а также листового железа, покрытого слоем какого-либо другого металла, применяют штампы, отлитые из стали или изготовленные из инструментальной стали. Эти штампы предварительно закаливаются. Чаще всего для указанной цели пользуются инструментальной сталью или поделочной сталью, которую в этом случае затем цементируют. Как уже было упомянуто, твердые листовые материалы обнаруживают тенденцию к образованию складок во время вытяжки. Если рабочие поверхности штампа недостаточно тверды, эти складки могут оставить на них следы в виде бороздок, которые нельзя вывести без того, чтобы не испортить штамп. Это явление может иметь место при вытяжке даже сравнительно мягких металлов. В известных случаях бывает целесообразно не отпускать штамп после закалки.

Комбинированные вытяжные штампы, при помощи которых заготовка в течение одного хода салазок прессы сначала вырезается из листа или полосы и тотчас же вслед за этим подвергается вытяжке, рассмотрены в Томе VII настоящего издания, в разделе, посвященном комбинированным штампам.

Закрепление вытяжного штемпеля в салазках производится различными способами, в зависимости от полученных расчетом напряжений и конструкции прессы. В прессах по фиг. 48 вытяжной штемпель навинчивается на шпindel прессы. В других случаях этот штемпель имеет наре-

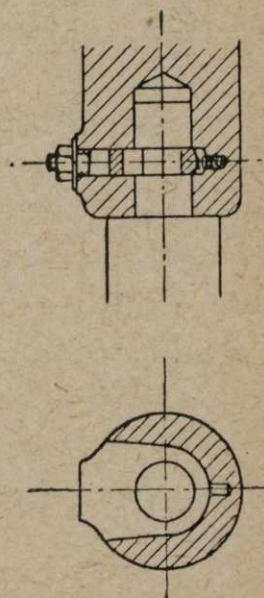


занный хвост, которым он ввинчивается в соответствующее нарезанное же отверстие салазок. Довольно часто закрепление вытяжного штемпеля в салазках прессы производится при помощи болтов и контр-гаек. Однако, этот способ во



Фиг. 52. Закрепление вытяжного штемпеля при помощи стопорного штифта.

многих случаях вытеснен другими конструкциями. Способ закрепления, изображенный на фиг. 52, может быть вполне рекомендован. Штемпельная головка отлита из чугуна и пригнана ласточкиным хвостом к салазкам прессы, в соответствующей канавке которых она удерживается на месте обычным образом — при помощи клина. Штифт *В* стопорит хвост *А* вытяжного штемпеля в головке, удерживая последний от выпадения или вытягивания из нее. На фиг. 53

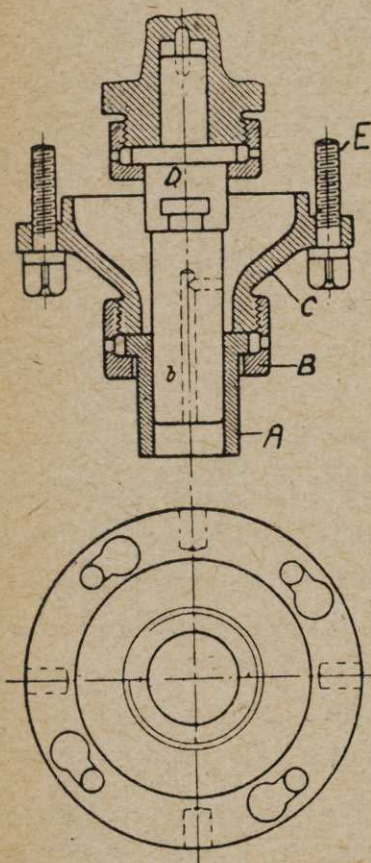


Фиг. 53. Закрепление вытяжного штемпеля при помощи хвоста с выточкой и шайбы.

вытяжной штемпель снабжен цилиндрическим хвостом с круговой выточкой (шейкой) и удерживается на месте переставной шайбой. Диаметр отверстия ее равен наибольшему диаметру цилиндрического хвоста штемпеля. Если шайбу сдвинуть в сторону, т.-е. так, что она будет эксцентрична относительно хвоста штемпеля, то последний окажется застопоренным. На фиг. 54 изображена конструкция закрепления, позволяющая быстро сменять, в случае надобности, как штемпель, так и придержку. Последняя центрируется штемпелем; следовательно, возможность ненормального давления между поверхностями этих частей штампа, скользящими одна по другой, в данном случае исключена. Придержку *А* при помощи колпачковой (сгонной) гайки *В*,



допускающей регулировку положения придержки в боковом направлении, прикрепляется к своим салазкам через посредство промежуточной части *С*. Колпачковая гайка *В* затягивается лишь после того, как штамп



Фиг. 54. Комбинированное устройство закрепления вытяжного штампа и придержки.

поставлен на место и придержка установлена в надлежащее положение по вытяжному штемпелю. Хвост последнего пригнан к Т-образной канавке особой переходной детали *Д*, которая в свою очередь закреплена в салазках при помощи хвоста, фланца и колпачковой гайки. Если несколько отдалить четыре винта *Е*, крышку *С* можно повернуть и снять вниз с штемпеля вместе с придержкой.

Само собою разумеется, что все части вытяжного штампа должны быть очень точно установлены на прессе и закреплены таким образом, чтобы возможность расхлябывания их во время работы была исключена.

Точность обработки вытяжного штампа влечет за собою много выгод: вытяжка может быть произведена посредством меньшего числа переходов, либо для работы можно брать листовой материал более тонкий или обладающий меньшим сопротивлением на разрыв, причем это несколько не осложняет работы, что обычно имеет место в случае штампов, обработанных недостаточно точно.



### Калибровка вытяжных штампов.

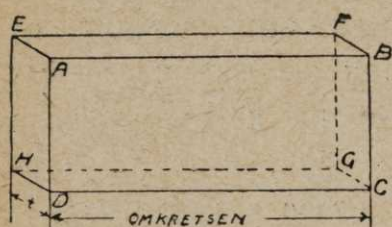
При определении числа вытяжек, необходимых для изготовления какого-либо изделия, наряду с свойствами материала и скоростью вытяжки должен быть принят во внимание и ряд других факторов. Чем меньше число вытяжек, тем быстрее производится работа и тем меньше расход на инструмент (штампы); однако, с другой стороны, материал при этом испытывает более высокие напряжения, и увеличивается нагрузка пресса. Напротив, при большом числе вытяжек качество продукции выше, но вместе с тем стоимость последней может получиться чрезмерно высокой.

Калибровку вытяжных штампов можно производить на основании чисто теоретических подсчетов; однако, этот способ неизбежно приводит к более или менее ненадежным результатам, вследствие того, что при этом не может быть учтен целый ряд привходящих обстоятельств. Наряду с тягучестью и сопротивлением на разрыв материала, при вытяжке имеет чрезвычайно важное значение, как уже было упомянуто, и однородность толщины его. На результат влияют и другие факторы, как величина трения между придержкой и матрицей (которое, в свою очередь, сильно зависит от характера поверхности листового материала, состояния штампа, т.-е. большего или меньшего износа его, и пр., а также от рода применяемой смазки), надлежащий отжиг и протравка, величина зазора между штемпелем и вытяжным кольцом и, наконец, конструкция штампа.

Так как, однако, теоретический расчет все же несомненно полезен, хотя для обычной практики его приходится признать слишком сложным, то ниже приведены основы подобного расчета. Последний заимствован из статьи К. Musiol'a в журнале «Stahl und Eisen», за 1907 г., стр. 477—482, 513—520, 551—558.



На фиг. 55 представлена в частично увеличенном масштабе полоска листового материала, вырезанная из боковой стенки сосуда, изготовленного посредством вытяжки, и затем развернутая на плоскость.

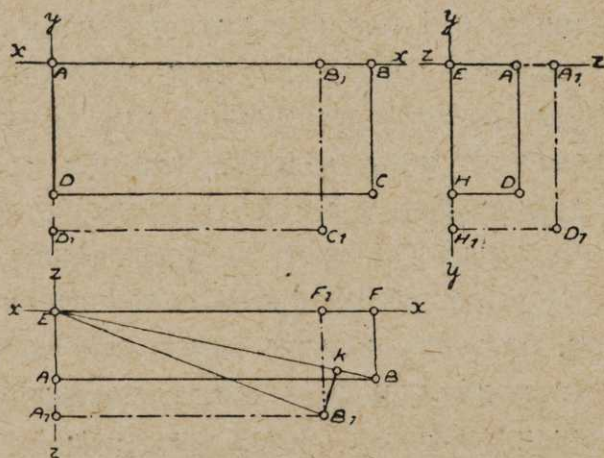


Фиг. 55.

Фиг. 56 показывает, каким деформациям подвергается эта полоска а вместе с нею и все боковые стенки сосуда во время следующей вытяжки.

Полоска  $A B C D—E F G H$  (фиг. 56) при вытяжке укорачивается в направлении  $A—B$  (на-

правление периферии боковых стенок) на длину  $B—B_1$ , и одновременно удлиняется на величину  $H—H_1$  в направлении  $A—D$  (направл. высоты боков. стенок) и на величину  $A—A_1$  в направлении  $E—A$  (толщина стенок). Если разделить уменьшение — соотв. увеличение — длины какого-либо отрезка на его полную длину, то получится величина относительного удлинения (оно может быть положительным — в случае увеличения длины и отрицательным — в случае уменьшения ее) по соответствующему направлению. Эти зна-



Фиг. 56.

чения позволяют вычислить величины абсолютных удлинений, и если они с достаточной точностью определены для известного материала, то могут быть положены в основание дальнейших расчетов. Musiol обозначает эти относительные удлинения



по направлениям  $x-x$ ,  $y-y$  и  $z-z$  соответственно через  $\varphi_x$ ,  $\varphi_y$  и  $\varphi_z$ , а относительное изменение длины в направлении  $E-B$  (укорочение) — через  $\varphi_d$ . Обозначим диаметры заготовки перед второй вытяжкой и после нее — соответственно через  $d$  и  $d_1$ , а толщину листового материала — соотв.  $\delta$  и  $\delta_1$ . Так как

$$\varphi_d = \frac{EB - EB_1}{EB}$$

то

$$EB_1 = EB (1 - \varphi_d)$$

Замечая, что

$$\delta_1 = \delta (1 + \varphi_z) \text{ и } \frac{1}{\pi^2} \cong 0,1$$

получим:

$$\frac{d_1}{d} = \sqrt{(1 - \varphi_d)^2 - \frac{\delta^2}{10d^2} [(1 + \varphi_z)^2 - (1 - \varphi_d)^2]}$$

Так как речь идет о материале толщиной около 1 мм, а  $\varphi_z$  и  $\varphi_d$  — правильные дроби, то вторым членом подкоренного выражения можно пренебречь, после чего формула примет вид

$$\frac{d_1}{d} = \sqrt{(1 - \varphi_d)^2}$$

или

$$\varphi_d = 1 - \frac{d_1}{d}$$

По этой же причине в предыдущей формуле можно принять  $\varphi_d = \varphi_x$ , в результате чего она примет вид:

$$\frac{d_1}{d} = \sqrt{m^2 - \frac{\delta^2}{d^2} \cdot \frac{n^2}{10^2}}$$

где  $m^2 = (1 - \varphi_x)^2$  и  $n^2 = [(1 + \varphi_z)^2 - (1 - \varphi_x)^2]$ .

Таким образом, если известны значения наибольших допускаемых для данного материала относительных удлинений



в направлениях тангенциальном к боковой поверхности сосуда и параллельном вытяжке, то приведенная формула дает возможность непосредственного вычисления величины диаметра  $d$  перед произвольной вытяжкой (кроме, конечно, первой) и после нее. Однако, получаемые этим способом значения являются лишь приближенными.

Следствиями приближенных формул являются следующие общие правила:

1. Для одного и того же материала при постоянной толщине листа, чтобы вытянуть заготовку до заданного диаметра, требуется тем большее число вытяжек, чем больше диаметр заготовки; по мере увеличения последнего должна уменьшаться разность диаметров до вытяжки и после нее.

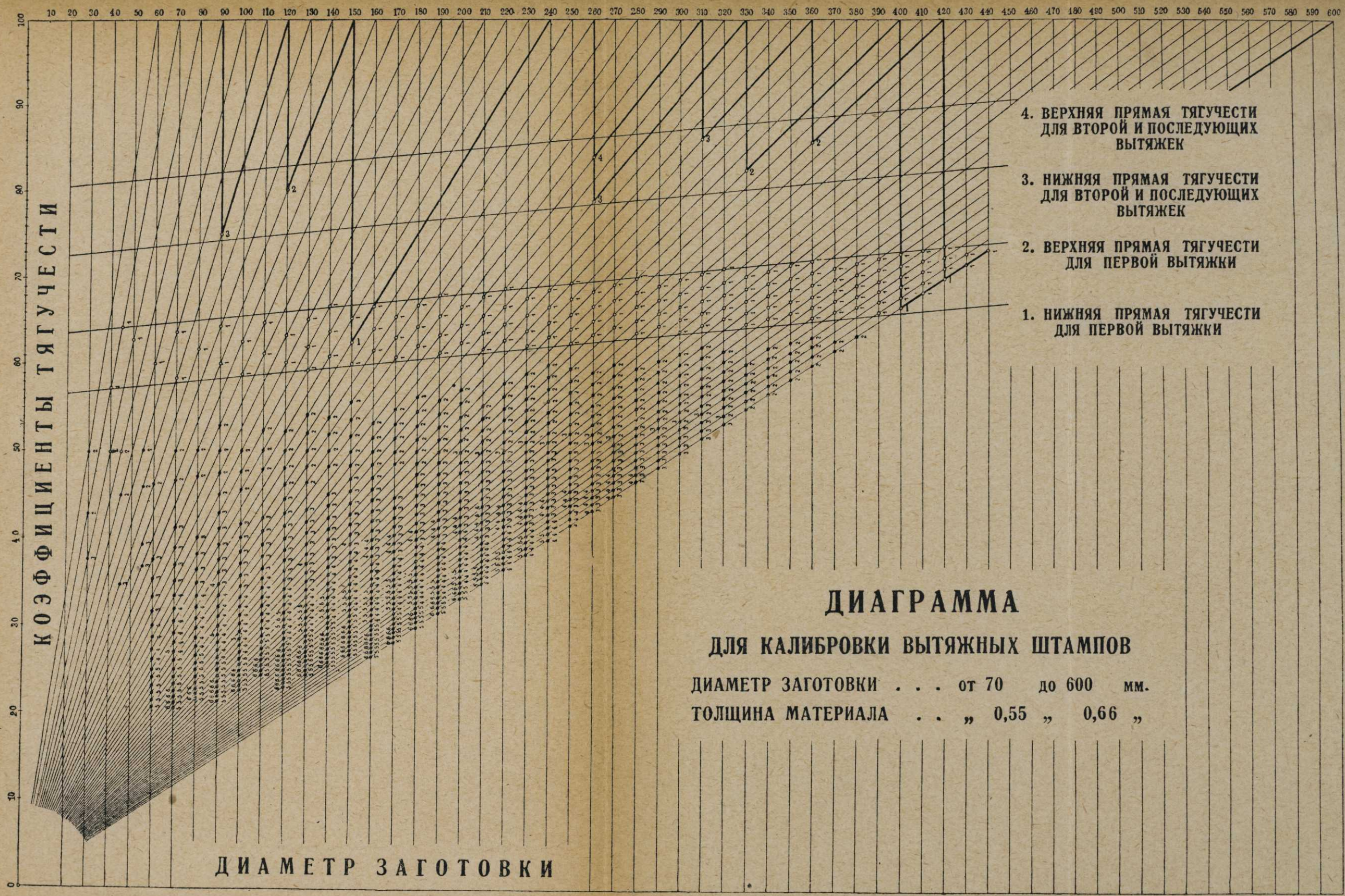
2. Для одного и того же материала при постоянном диаметре листовой заготовки, чтобы вытянуть заготовку до заданного диаметра, требуется тем меньшее число вытяжек, чем больше толщина листа; кроме того, чем последняя больше, тем больше может быть разность диаметров до вытяжки и после нее.

3. Чем выше качество материала, тем меньше может быть число вытяжек.

4. Чем больше число вытяжек, тем меньше для каждой из них относительное увеличение глубины и тем однороднее получается толщина боковых стенок изделия.

Для того, чтобы можно было пользоваться приведенной выше формулой, необходимо знать, как уже было упомянуто, величину допустимого относительного удлинения для данного материала. Так как эта величина для различных материалов различна, то не остается ничего другого, как устанавливать значения ее эмпирическим способом — путем пробной вытяжки материалов различного рода — и полученные результаты объединять в виде таблиц, которыми в дальнейшем можно пользоваться для расчетов. Для сосудов цилиндрической формы средняя толщина стенок листовой





## ДИАГРАММА

ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ВЫТЯЖНЫХ ШТАМПОВ

ДИАМЕТР ЗАГОТОВКИ . . . от 70 до 600 мм.

ТОЛЩИНА МАТЕРИАЛА . . . „ 0,55 „ 0,66 „



заготовки после вытяжки определяется надежнее всего следующим образом.

После того, как заготовка из известного материала вытянута до желаемой глубины, боковую поверхность ее делят на некоторое число совершенно одинаковых по ширине кольцевых поясов и затем разрезают ее на эти кольца так, чтобы линии разреза приходились как раз на границе соседних поясов. Измеряют микрометром толщину материала каждого кольца в отдельности, суммируют полученные значения и сумму делят на число колец.

Наконец, можно пользоваться и приложенной диаграммой для калибровки вытяжных штампов (фиг. 57). Способ применения диаграммы поясняется следующими примерами.

Пусть в первом случае диаметр заготовки = 240 мм; требуется вытянуть ее до диаметра 90 мм. Предполагается, что взят материал хорошего качества.

В точке пересечения луча 0—240 и вертикали, соответствующей цифре 90, находим на диаграмме требуемое число вытяжек. По вертикали идем вверх до тех пор, пока не придем в область, ограниченную двумя «прямыми тягучести» для первой вытяжки. Здесь можно взять одну из двух заключающихся внутри этой области точек; так как предположено хорошее качество материала, то выбирается нижняя точка (1). Идя отсюда по лучу, приходим к цифре 150 (на верхней шкале), которая указывает диаметр, подходящий для первой вытяжки. Далее, на луче 0—150 отыскиваем те точки пересечения с вертикалями, которые лежат между двумя «прямыми тягучести» для второй и последующих вытяжек. Находим одну точку (2); если по соответствующей вертикали подняться вверх, то найдем диаметр, подходящий для второй вытяжки, именно — 120 мм. Наконец, проверяем, лежит ли точка пересечения луча 0—120 и вертикали 90, т.-е. точка окончательной вытяжки (3), действительно между обеими прямыми тягучести.



Таким образом, при отдельных вытяжках диаметр изменяется следующим образом: с 240 мм на 150 мм, с 150 мм на 120 мм и со 120 мм на 90 мм.

Во втором случае примем, что из листовой заготовки диаметром 600 мм и толщиной 0,65 мм требуется вытянуть полый цилиндр диаметром 260 мм. Требуется определить число переходов.

Около точки пересечения луча 0—600 и вертикали 260 поставлены две цифры — 3 и 4; это указывает на то, что для хорошего материала требуются 3 вытяжки, для материала среднего качества — 4 вытяжки.

### Отжиг и травление изделий и пр.

Отжиг и травление при вытяжке производится таким же образом, как при металлодавильных работах (см. стр. 61 и сл.). Единственное различие заключается в том, что при вытяжке, вообще говоря, приходится иметь дело с большими партиями изделий. Большую часть материалов, применяемых для вытяжки, приходится травить. Однако, белую жечь, очевидно, отжигать нельзя (поэтому, следовательно, ее не требуется и травить), так как при этом пострадал бы слой полуды. Поэтому вытяжка этого материала сопряжена с значительными затруднениями. Тем не менее, при помощи правильно калиброванных штампов и при условии осторожного обращения, также и белую жечь можно вытягивать в 2—4 перехода.

Для того, чтобы уменьшить величину трения, применяют различные смазочные средства; понятно, что они должны обладать возможно высокой вязкостью. Чаще всего пользуются теплой мыльной водой, в которую окунают заготовку перед вытяжкой. Для материалов с сравнительно низким сопротивлением на разрыв применяют также минеральное или растительное масло. Цинк и алюминий лучше всего смазывать салом (или тавотом).

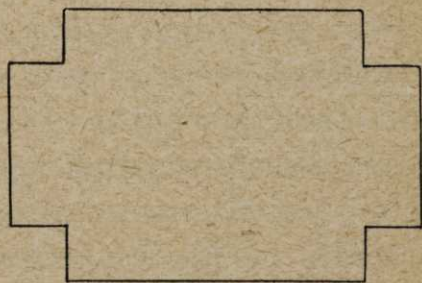


Мыльную воду готовят, растворяя мыло в воде, нагретой до температуры  $60^{\circ}\text{C}$ . Еще лучше мыльная вода следующего состава: 5 кг мыла (белого или желтого ядрового) растворяют в 5 литрах воды и смешивают с 3 литрами деревянного масла и 2 литрами глицерина при указанной выше температуре. К этой смеси прибавляют 500 грамм высокопроцентного нашатырного спирта (хлористого аммония), после чего вся полученная смесь разбавляется горячей водою в таком количестве, чтобы получился общий объем в 25 литров. Эта смесь применяется в подогретом виде; изделия опускаются в нее непосредственно перед вытяжкой.

Как ясно из сказанного, эта смазка для обычного рода работ является слишком дорогой. Ею можно пользоваться, однако, в случаях трудной вытяжки, где смазка играет весьма существенную роль.

### Трудные вытяжные работы.

Вытяжка полых предметов (сосудов) прямоугольной, квадратной, овальной и т. п. форм является более затруднительной, нежели вытяжка цилиндрических форм, так как в подобных случаях имеет место неравномерное распределение напряжений в материале. При вытяжке, например, продолговатой четырехугольной коробки или т. под. изделия материал боковых граней предмета испытывает лишь совершенно незначительные напряжения, тогда как напряжения в углах достигают сравнительно большой величины. Это ясно видно из того, что если части заготовки, которые должны образовать углы, предварительно вырезать (см. фиг. 58), то боковые грани можно загнуть почти без всякого



Фиг. 58.



смещения частиц материала. Следовательно, вырезанные в первом случае части заготовки должны при вытяжке отчасти как бы «вжаться» в боковые грани. При этом невозможно избежать некоторого утолщения материала в углах; это утолщение оказывается значительнее всего в самом углу и уменьшается по мере удаления его, т.-е. на гранях.

Однако, такого рода деформация приводит к тому, что листовой материал во время вытяжки скопляется в подобных местах, и поэтому между ровными поверхностями штампа здесь должен оставаться зазор несколько больший, нежели в тех местах его, которые соответствуют граням. Для сравнительно больших предметов с закругленным дном и большой галтелью в месте перехода дна в стенки, рабочие поверхности штампа можно прострогать и после того площадки по концам простроганных поверхностей несколько снять посредством опиливания и шабровки. Если эта подгонка оказывается недостаточной, то иногда приходится производить пробную вытяжку заготовки, покрытой черной краской, при чем легко определяются те места штампа, где заготовку слишком крепко зажимает.

Если обработать поверхности штампа настолько точно, чтобы расстояния между рабочими поверхностями пуансона и матрицы в различных точках отвечали величине высадки в соответствующих точках листа, то можно достигнуть того, что вытяжку изделий прямоугольной формы с довольно малыми радиусами закруглений в углах возможно будет производить почти на такую же глубину, как и в случае цилиндрических сосудов (гильз) из того же материала. Однако, рассчитать соответствующим образом штамп невозможно: размеры его приходится находить опытом. Для этого поступают следующим образом. Вырезают выкройку размером меньше требуемого и вытягивают ее на небольшую глубину; затем постепенно увеличивают как размер заготовки, так и глубину вытяжки. Если во время одной из этих операций лист



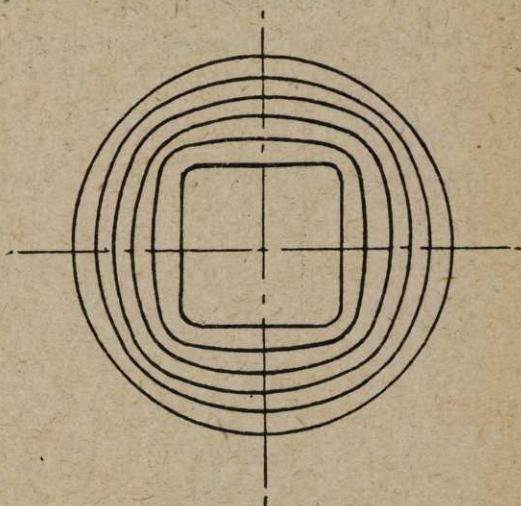
даст трещины, это укажет на то, что глубже идти нельзя, и требуется изменить штамп, если оказалось, что он в какой-либо точке слишком сильно зажимает материал. Равномерное давление по всей поверхности штампа во время вытяжки имеет, очевидно, особенно важное значение при вытяжке сравнительно тонких листов из более или менее твердого материала, напр., белой жести.

В случае листового материала относительно низкого качества и более или менее неоднородного по толщине, равномерного давления достигнуть нельзя, и при этом нет возможности точно определить размеры заготовки, так как лист осаживается и вытягивается в отдельных изделиях различным образом.

Поэтому в подобных случаях вытяжку производят сначала

на меньшую глубину, а затем обрезают оставшийся фланец до более точного размера. Наконец, после отжига и окончательной вытяжки выравнивают кромки. В качестве примера подобных работ можно указать на такие изделия, где низкая стоимость листового материала играет решающую роль.

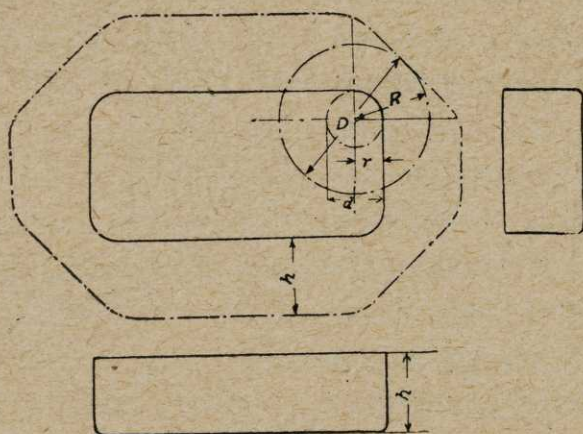
Более сложно изготовление вытяжных штампов для сравнительно глубоких сосудов квадратного или прямоугольного сечения. В подобных случаях к желаемой форме переходят большей частью постепенно, т.-е., если требуется квадратный предмет, то на первом переходе вытягивают заготовку до цилиндрической формы, затем последующими вытяжками переводят эту форму все ближе к намеченной. Фиг. 59 дает представление о том, как это происходит. Во время работы



Фиг. 59. Схема переходов при вытяжке глубоких форм квадратного сечения.



к углам скопляется все больше и больше материала, и при изготовлении придержки и вытяжной матрицы это обстоятельство должно быть принято во внимание. Поэтому для каждого перехода необходимо производить пробную вытяжку и пригонку штампа. Если материал чересчур крепко зажимается, напр., на втором переходе, то может случиться, что он при этом подвергается настолько большим напряжениям, что заготовка лопнет во время третьей вытяжки, несмотря



Фиг. 60. Расчет заготовки для вытяжки формы прямоугольного сечения.

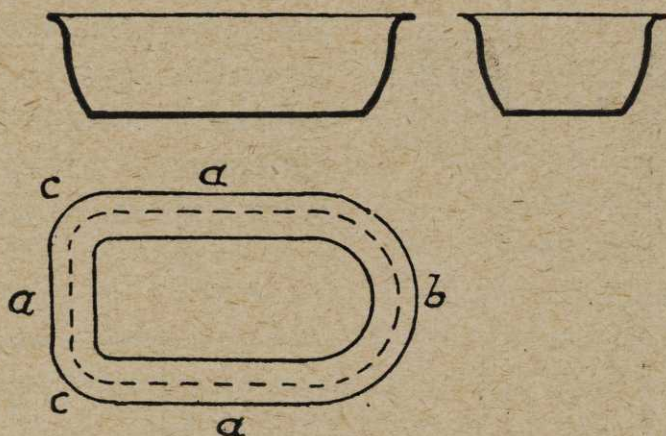
на правильное выполнение штампа для третьего перехода. Поэтому вся серия штампов должна быть изготовлена с одинаковой тщательностью.

Для подобных изделий листовая выкройка должна заготавливаться со срезанными углами, как показано на фиг. 60. Если заготовка имеет слишком много материала на углах, то вследствие этого к боковым сторонам должно смещаться слишком много материала, а результатом этого являются частые неудачи вытяжки. Кроме того, в готовой форме угловые части получаются значительно более высокими, нежели боковые стенки.

Формула для расчета  $D$  (см. фиг. 60) имеет вид:  $D = \sqrt{d^2 + 4dh}$ , где  $d$  = удвоенный радиус закругления угла изделия и  $h$  = высота боковой поверхности.



Сказанное выше хорошо поясняется примером, изображенным на фиг. 61. Стороны изделия *a* во время вытяжки, в сущности говоря, лишь постепенно загибаются примерно под прямым углом, тогда как часть *b* и в особенности углы *c* подвергаются высадке. Если заготовка вырезана из листа с таким расчетом, чтобы материала хватило на углы или закругления, а боковые стороны при этом не взяты с не-



Фиг. 61.

которым запасом, то последние получатся после вытяжки слишком низкими, так как они почти совершенно не вытягиваются (не удлиняются).

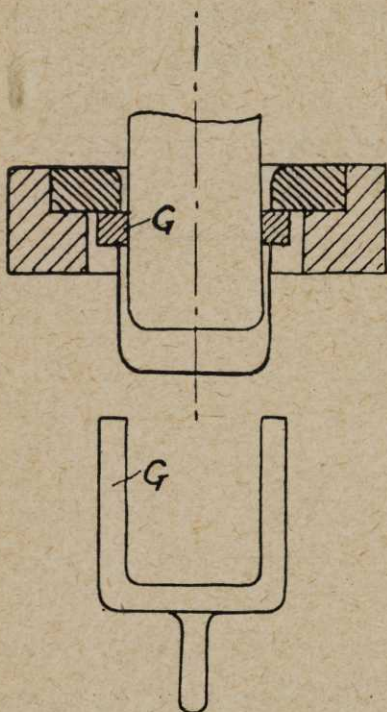
При вытяжке прямоугольных или квадратных форм, число переходов в значительной степени зависит от величины радиусов закруглений по углам. Чем эти углы острее, т.-е. чем меньше они закруглены, тем бóльшую осторожность следует соблюдать при выполнении работы и тем большее число переходов требуется для нее. При вытяжке прямоугольных (а также и квадратных) форм радиус закругления берут сравнительно большим — для первого перехода и уменьшают его на последующих вытяжках.

В подобных случаях форма листовой заготовки должна быть такова, чтобы после первой вытяжки боковые стенки

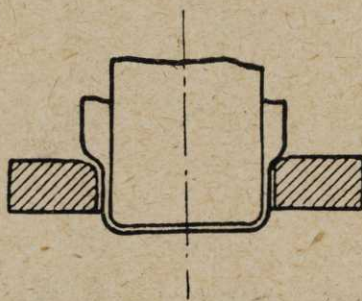


изделия получались несколько более низкими по углам, что компенсируется на последующих переходах. Полувытянутые изделия, у которых углы боковой поверхности выступают выше стенок, представляют то неудобство, что при

снятии заготовки с штампера усилие прилагается к очень малой поверхности, так как опорная площадь стенок в этих углах ничтожна. Поэтому часто случается, что при снятии заготовки с штампера она повреждается. Чтобы избежать этого, кромки полый формы



Фиг. 62. Сниматель к вытяжному штампу.



Фиг. 63. Вторая и последующие вытяжки без поддержки.

обычно ровно обрезают, если углы получились слишком высокими. Снятие производится обычно при помощи вилки *G*, которая подается вперед и удерживает изделие на месте в то время, как вытяжной штампер поднимается вверх (фиг. 62). При вытяжке четырехугольных форм из листового железа поперечное сечение не может значительно уменьшаться на каждом переходе; поэтому, когда первая вытяжка окончена, остальные операции можно производить без поддержки (фиг. 63).



При изготовлении матрицы вытяжного штампа кромки ее отверстия закругляются на углах больше, нежели вдоль сторон. Кроме того, очень важно, чтобы все четыре стороны были закруглены одинаково.

Необходимым условием получения хорошего результата при вытяжке упомянутых здесь сравнительно сложных изделий является применение хорошего материала.

Вытяжка производится почти всегда без нагрева листовой заготовки. Однако, в некоторых случаях подобный нагрев может стать необходимым, именно—при изготовлении более или менее крупных предметов, как, напр., снарядные ящики для артиллерии, рамы пушечных лафетов и т. д. При вытяжке листовых материалов, нагретых до температуры красного каления, придержка не должна, однако, производить на лист давление в собственном смысле этого слова, так как в этом случае материал мог бы дать трещины по углам. Плоские поверхности штампа должны быть по углам несколько углублены, как указано выше; вместе с тем, зазор между штемпелем и вытяжным кольцом делают настолько большим, чтобы лист легко скользил в нем, при чем, однако, должна быть исключена возможность образования на материале резко выраженных (острых) складок.

Для того, чтобы при нагреве листа получалось как можно меньше окалины, эту операцию следует производить при ограниченном доступе воздуха. Вместе с тем, нагревание должно происходить быстро, и точно также быстро необходимо подавать заготовку из печи на пресс. Удаление готового изделия из вытяжного штампа должно производиться в высшей степени быстро, пока оно еще раскалено докрасна, чтобы избежать возможного в противном случае коробления предмета. Также и в этом отношении чрезвычайно важно, чтобы форма листовой заготовки была выбрана правильно и чтобы глубина вытяжки не была чрезмерно большой. Для уменьшения опасности растрескивания материала, можно



в тех местах заготовки, которые после вытяжки должны образовать углы донышка, пробить пуансоном два-три отверстия подходящей величины и в надлежащем расстоянии от кромок вытянутого изделия. Это приводит к тому, что соответствующая донышку часть листа несколько сдает к углам, и во время вытяжки трещины появляются легче всего именно в этих местах. Само собою разумеется, что подобные отверстия не могут быть допускаемы в тех случаях, когда результатом вытяжки должно быть изделие с целым дном; этот прием возможно применять в отношении лишь предметов, имеющих вид обечайки, т.-е. у которых дно после вытяжки вырезается, по крайней мере,—в некоторой части.

### **Вытяжка без придержки.**

После того, что было сказано выше относительно вытяжки с придержкой, этого метода обработки достаточно коснуться в самых общих чертах. Вытяжка без придержки в принципе отличается от вытяжки с придержкою лишь незначительно. Исходным материалом при этом служит листовой металл точно такой толщины, которая позволяла бы при помощи вытяжки получать изделия без сколько-нибудь значительных морщин на поверхности. Вытяжной штамп состоит только из штемпеля и вытяжного кольца или матрицы.

Эта работа выполняется при помощи прессов различных типов. Для вытяжки длинных металлических гильз из сравнительно толстых листов (гильзы длиной до 500 мм при толщине материала примерно в 5 мм) целесообразно пользоваться винтовыми прессами с ременным приводом и конической зубчатой передачей, через посредство которой сообщается движение шпинделю. Эти пресса строятся на односторонней станине и включаются при помощи фрикционной муфты. Кроме того, они бывают снабжены тормазом, позволяющим быстро остановить движущийся шпиндель. Переключе-

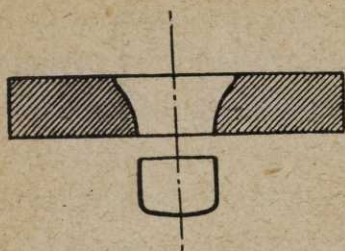


чение последнего на обратный ход происходит автоматически, но может производиться также и вручную. Длина хода регулируется. Штемпельную головку можно устанавливать в различных положениях по высоте.

Для изготовления такого рода изделий, которые в течение одного рабочего (нисходящего) хода салазок пресса штампуются из листа и проходят первую вытяжку, широко применяются также пресса двойного действия. Прессами простого действия пользуются почти исключительно для вытяжки мелких предметов, предварительно пропущенных через первую вытяжку на другой машине. Горизонтальные пресса можно рекомендовать для изделий конической формы и фасонных, которые, при вытяжке их на прессах этого типа, могут выпадать из штампа под действием собственного веса, что, конечно, невозможно в случае применения вертикальных прессов. Благодаря этому горизонтальные вытяжные пресса отличаются более высокою производительностью, нежели машины вертикального типа. Горизонтальные пресса строятся часто двойного действия, для одновременной выштамповки заготовки из листа и вытяжки ее. Пресса для дальнейшей вытяжки предварительно вытянутых заготовок часто имеют лоток или желоб, по которому эти заготовки поступают в машину. Очень широко применяются пресса с столом револьверного типа. Они работают либо автоматически, либо полуавтоматически и в особенности удобны для массового производства мелких изделий, для вытяжки которых требуется несколько переходов и которые иногда должны подвергаться и другим операциям, помимо вытяжки. В салазках подобных прессов часто закрепляют сразу три инструмента, так что при каждом рабочем ходе салазок вниз производятся одновременно три различные операции над тремя заготовками.

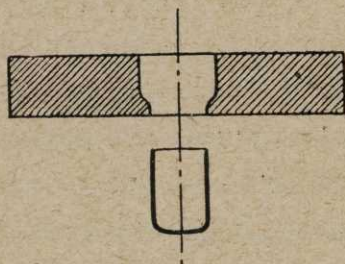
Вытяжное кольцо для первого перехода выполняется обычно по фиг. 64. Для второго и следующих переходов отверстие вытяжного кольца делают уширяющимся кверху,



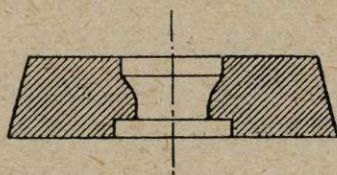


Фиг. 64. Вытяжное кольцо для первого перехода.

т.-е. по фиг. 65 или 66. Цель такого уширения—облегчить центровку заготовки, которая вкладывается в это уширение. На фиг. 65 изображено вытяжное кольцо, которое закрепляется на месте посредством железных прихваток и винтов, тогда как закрепление кольца, изображенного на фиг. 66, с конической боковой поверхностью, производится при помощи цельной плиты, расточенной на конус соответственно вытяжному кольцу и прибинчиваемой к подушке пресса.



Фиг. 65.

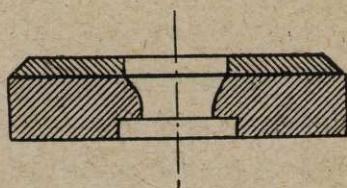


Фиг. 66.

Вытяжные кольца для последующих переходов.

Таким образом, скошенной поверхности вытяжного кольца отвечает отверстие подобной же формы в упомянутой плите. Просверливание в вытяжном кольце отверстий для винтов следует признать безусловно нецелесообразным, так как эти отверстия ослабляют кольцо, а кроме того часто являются причиной лопания кольца во время калки.

Еще лучше, однако, делать вытяжное кольцо составным из двух частей, как показано на фиг. 67, иначе говоря, с отдельным заклад-



Фиг. 67. Вытяжное кольцо с отдельным закладным кольцом (Составное вытяжное кольцо).



ным кольцом, обработанным в точности соответственно размерам предварительно вытянутой заготовки. В этом случае для заготовки различных размеров изготавливаются отдельные закладные кольца, которые могут применяться с различными вытяжными кольцами. Практичность подобного устройства объясняется тем, что вытяжное кольцо быстро изнашивается и его приходится через очень короткий промежуток времени ремонтировать или заменять новым, что не имеет места в отношении закладного кольца. Поэтому, если вытяжное кольцо нужно привести в первоначальное состояние, как это часто случается, посредством отжига,ковки и далее закалки, шлифовки и полировки, то работа значительно облегчается в тех случаях, когда штамп снабжен съёмным закладным кольцом.

Лучшим материалом для изготовления вытяжных штемпелей и колец служит тот сорт стали, который применяется для чеканочных (монетных) штемпелей, или марганцовистая сталь с содержанием 0,8—1,0% углерода. Для целей массового производства достаточно хорошим можно признать лишь материал высшего качества. Длинные и тонкие вытяжные штемпеля имеют сильную тенденцию пружинить и ломаться, точно так же и вытяжные кольца часто подвергаются высоким напряжениям. Вместе с тем на рабочих поверхностях вытяжных штампов нередко получают царапины, особенно при такой конструкции штампа, когда изделие снимается во время обратного хода штемпеля: при этом снимаемый, обхватывающий штемпель и стягивающий с него изделие, может заесть (защемить) и повредить штемпель. Поэтому рабочий конец последнего делают тоньше на несколько сотых миллиметра, так что рабочая часть штемпеля получается слегка конической. Кроме того, в центре штемпеля обычно просверливают канал вдоль его оси и выводят отдушину в бок, в верхнем конце штемпеля. Способы закрепления вытяжных штемпелей были описаны выше (см. стр. 120—122).



При вытяжке изделий без помощи придержки очень важно уметь разбить работу на операции, соответствующие роду обрабатываемого материала, так как слишком резкие переходы могут повлечь за собою разрушение штампа вследствие того, что окажется невозможным продавить материал сквозь вытяжное кольцо.

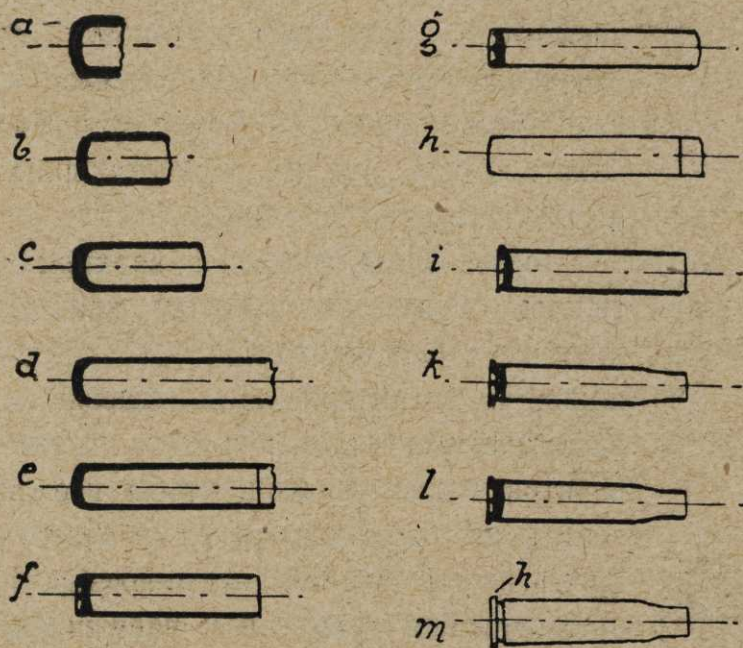
Приводимая ниже таблица указывает целесообразную последовательность переходов для листовой латуни хорошего качества толщиной 3,5 мм.

|                |      |       |       |       |      |      |      |      |  |
|----------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--|
| Диаметр штем-  |      |       |       |       |      |      |      |      |  |
| пеля . . . мм  | 118  | 110   | 103,3 | 95,9  | 89   | 82,1 | 75,2 | 68,5 |  |
| Диаметр вытяж- |      |       |       |       |      |      |      |      |  |
| ного отвер. мм | 125  | 117,5 | 110   | 102,5 | 95,5 | 88,5 | 81,5 | 74,5 |  |
| Диаметр штем-  |      |       |       |       |      |      |      |      |  |
| пеля . . мм    | 61,9 | 55,5  | 49,6  | 43,7  | 38,3 | 34,9 | 29,5 | 26,1 |  |
| Диаметр вытяж- |      |       |       |       |      |      |      |      |  |
| ного отвер. мм | 68   | 61,5  | 55,5  | 49,5  | 44   | 39,5 | 35   | 31,5 |  |

При изготовлении гильз (ружейных и револьверных) и т. под. изделий размеры стенок должны быть выдержаны с чрезвычайно высокою степенью точности, поэтому для достижения ее необходимо достаточно большое число переходов. Изготовление таких гильз является самым типичным примером вытяжки этого рода (т.-е. без придержки). Последовательные стадии работы изображены на фиг. 68. Материалом служит латунь надлежащей толщины, заготавливаемая в виде лент такой ширины, чтобы из них можно было вырубать кружки (шайбы) желаемого диаметра по два по ширине, при условии, что штамповка производится зигзагообразно. Первая операция—вырубка кружка и загибка его края по фиг. 68а. Для этой цели применяется обыкновенный пресс двойного действия. Вытяжной штемпель, более тонкий, само собою разумеется, нежели вырубной пуансон, ходит внутри последнего. Отверстие матрицы шире в самом верху, где вырубается из ленты кружок, а ниже, где происходит



вытяжка, диаметр отверстия меньше (ср. фиг. 67). Прежде всего опускается вниз вырубной пуансон и выштамповывает кружок, который он затем придерживает на месте, пока вытяжной штампель производит вытяжку.

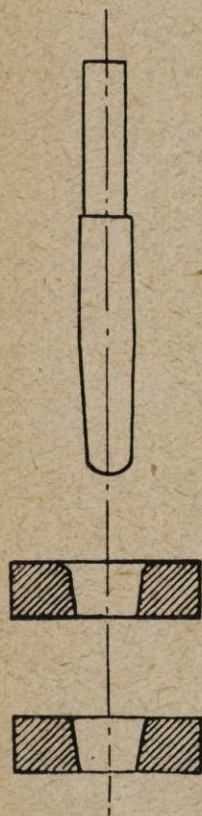


Фиг. 68. Изготовление ружейной гильзы. *a)* Выштамповка кружка (шайбы) и первая вытяжка, отжиг (и травление). *b)* и *c)* Вторая и третья вытяжки и отжиг. *d)* Четвертая вытяжка и отжиг. *e)* Пятая вытяжка, отжиг и обрезка. *f)* Предварительная прессовка донышка. *g)* Шестая вытяжка, отжиг и обрезка. *h)* Окончательная прессовка донышка. *i)* Пробивка отверстия в донышке и отжиг. *k)* Застяжка шейки. *l)* Отрезка до требуемой длины, окончательная отделка отверстия шейки и калибровка. *m)* Готовая гильза.

На следующем переходе заготовка вытягивается еще два раза в течение одного рабочего (т.-е. нисходящего) хода салазок пресса; для этого применяют два вытяжных кольца, расположенных одно над другим. Вытяжной штампель и кольца для этой операции изображены на фиг. 69. Для всех



шести вытяжек по фиг. 68 *a—g* требуется шесть вытяжных колец и пять штемпелей. Вытяжные кольца укрепляются на подушке, которая, конечно, расположена ниже кольца, но устанавливается на прессе таким образом, что может несколько перемещаться в боковом направлении и, следовательно, допускает установку соответственно вытяжному штампу. Вытяжное отверстие имеет коническую форму, суживающуюся книзу. Точно так же обработаны на конус малого натяга и штемпель.



Фиг. 69. Вытяжной штемпель и кольца для второго и третьего переходов.

После пятой вытяжки верхняя кромка гильзы обрезается круглым вращающимся ножом на автоматически работающей машине, в питающий лоток (желоб) которой вкладываются гильзы; укладка гильз производится таким образом, чтобы все верхние концы их были обращены в одну сторону. Здесь гильзы одна за другой подхватываются вращающейся оправкой и насаживаются на нее упоркой, к которой машина продвигает эту оправку; благодаря такому устройству все гильзы занимают на оправке точно одинаковое положение. Лишь только гильза займет определенное положение в машине, рычаг с дисковым ножом подается вперед по направлению к гильзе и чисто обрезает ее верхний край. После этого гильза и отрезанное кольцо удаляются из машины снимателем. Благодаря тому, что неровные края гильз обрезаются и все они получаются одинаковой длины, уменьшается возможность случайного продавливания доньшка во время последней вытяжки.

Из обрезной машины гильзы поступают на пресс, на котором происходит предварительная прессовка углубления для



капсюля (пистона). Применяемый для этой операции штамп состоит из штемпеля или придержки, кольца, которое во время прессовки обхватывает кругом всю нижнюю часть гильзы, и чеканочного штемпеля с выступающим штифтом, выпрессовывающим углубление под капсюль. Гильзы подаются в машину из питающего лотка и подхватываются одна за другой придержкой, которая заводит гильзу в кольцо и удерживает ее в нем в течение всего того времени, пока происходит прессовка.

После этого гильзы подвергаются еще одной вытяжке и обрезаются точно до требуемой длины. По окончании этой операции производится окончательная прессовка донышка («шляпки»). Эта работа выполняется при помощи той же машины, которая служит для предварительной прессовки. Одновременно прессуется маленький фланец (гуртик) *h* по фиг. 68 *m*. Это достигается тем, что в чеканочном штемпеле вокруг штифтика, выбивающего углубление под капсюль, сделана выемка, соответствующая форме гуртика. Одновременно происходит и чеканка марки (клейма) на донышке гильзы. После этого в донышке пробиваются затравочные отверстия.

Далее отжигают верхнюю часть гильзы и затягивают шейку—т. наз. дульце—согласно фиг. 68 *k*. Эта операция производится при помощи матрицы, внутренняя форма которой в точности совпадает с наружной формой готовой гильзы; в эту матрицу впрессовывают заготовку, имеющую вид, изображенный на фиг. 68 *i*. Отверстие матрицы обработано на конус, так что гильза может войти в него. Оправка, вставляемая внутрь гильзы, придает дульцу требуемые внутренние размеры.

Наконец, на специальном двухшпиндельном сверлильном станке просверливают затравочные отверстия, после чего гильзы поступают на автомат, который протачивает поясок впереди гуртика при помощи фасонного резца, одновременно обтачивающего гуртик до точного размера.



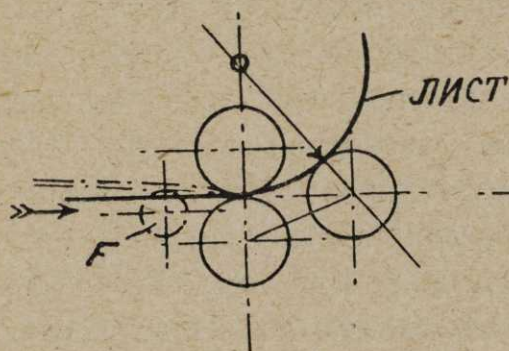
Готовые гильзы должны быть пропущены через автоматическую измерительную машину, которая проверяет все размеры каждой гильзы и отбраковывает негодные, одновременно сортируя их по различным ящикам соответственно ошибке в том или другом размере. Таким образом все гильзы с отклонением размера, напр., по длине («короткорезные гильзы») попадают всегда в один и тот же ящик. Гильзы же, все размеры которых правильны, проходят через всю машину и попадают в отдельный ящик.

---

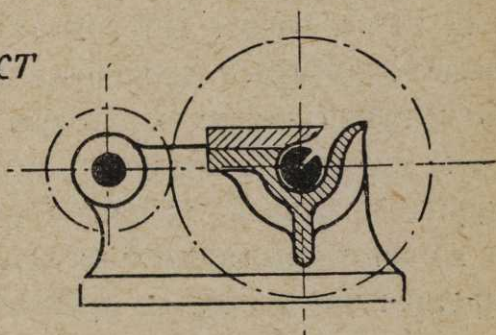


## СВЕРТЫВАНИЕ, ЗАГИБКА, ЗАКАТКА, ФАЛЬЦОВКА И Т. Д. ТОНКИХ ЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛОВ.

Загибка (свертывание) цилиндров из тонких металлических листов производится при помощи круглозагибочных машин (валяцев) примерно той же конструкции, что и листозагибочные валцы для толстостенного железа, отличаясь от последних, однако, большею простотою и тем,



Фиг. 70. Принцип работы круглозагибочной машины (для свертывания тонких металлических листов).



Фиг. 71. Поперечный разрез простой вальст-машины.

что круглозагибочные машины для тонких листовых металлов строятся чаще для ручного привода. Самое существенное различие в конструкции тех и других машин заключается в том, что в круглозагибочных машинах два из валков (питающие валки) расположены на одной вертикали, один над другим, а третий, переставной валок—позади их, если смотреть с рабочей стороны машины. Установка заднего



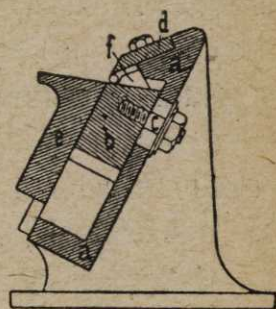
валка для различных радиусов загиба производится при помощи эксцентриков или расположенных снизу и работающих на подъем шпинделей, снабженных винтовой нарезкой. Способ действия машины достаточно поясняется фиг. 70. Нижний валок допускает, кроме того, некоторую установку в вертикальном направлении, соответственно различной толщине листов. Это достигается либо применением поворотных эксцентрических подшипников, в которых лежат шейки указанного валка, либо посредством клинообразной штанги, передвигаемой при помощи рукояти, один конец которой имеет форму зубчатого сектора. Обычно, непосредственно приводится в действие лишь один из валков. В некоторых машинах имеется, сверх того, передний загибный валок ( $F$  на фиг. 70), облегчающий подачу листа в машину.

Для возможности свертывания тонких труб и т. д., верхний валок, вокруг которого загибается лист, должен быть сконструирован таким образом, чтобы один конец его можно было приподнимать и чтобы, следовательно, трубу можно было снимать (стаскивать) вдоль валка. Для того, чтобы на круглозагибочной машине возможно было свертывать листы, в которые предварительно закатана проволока, на ее валках протачивают несколько крутовых канавок различных размеров, в одну из которых закладывается закатанный край листа в то время, как этот лист свертывается в обечайку. Для свертывания конических труб загибочный валок устанавливают в наклонном положении.

Загибка полукруглых бортов по краям кровельных водосточных желобов и т. под. работы производятся при помощи специальных машин для загибки полукруглых бортов (т. наз. вульст-машин), являющихся, в сущности говоря, лишь простыми приспособлениями. Простая вульст-машина состоит из литой чугунной станины с продольной цилиндрической выемкой, в которой лежит, почти совершенно заполняя ее, круглый «бортальный» валик, снаб-



женный на концах шейками (см. фиг. 71). Выемка в станине должна быть такого размера, чтобы между поверхностью ее и валиком оставался лишь узкий промежуток, соответствующий толщине листа. В бортовальном валике имеется продольный прорез, куда заводится кромка загибаемого листа. При вращении валика около его оси, лист загибается и обвертывается вокруг валика, причем кромка листа остается в прорезе валика и, благодаря этому, лист равномерно прижимается к последнему. В т. наз. универсальных вульст-машинах подшипники бортового валика могут переставляться при помощи винтовых шпинделей или какого-либо другого устройства, что дает возможность при одной и той же машине пользоваться валиками различного диаметра. Станина делается в этом случае составной из двух частей, и таким образом выемку ее можно сообразовать с диаметром бортового валика. Фиг. 72 поясняет способ работы машин для загибки круглых бортов и закатки проволоки.



Фиг. 72. Принцип работы машины для загибки круглых бортов и закатки проволоки.

В станинке *a*, снабженной стальной линейкой *d*, имеется ползун *b*, который можно перемещать вверх и вниз посредством клина, перемещаемого в боковом направлении при помощи ручного маховичка или крестовинки и ходового винта. Передняя часть *e* связана с ползуном *b* таким образом, что может перемещаться по его поверхности. Между деталями *b* и *d* машины лежит стальная линейка *f* призматической формы; при движении ползуна *b* вверх линейка *f* перемещается вперед (т.-е. влево), при чем круглый валик может быть неподвижно зажат между *b*, *f* и *d*. Лист, на котором требуется загнуть круглый борт, подсовывают под круглый валик, который его прижимает, после чего призма *e* подается вверх и загибает лист вокруг валика. Для того,



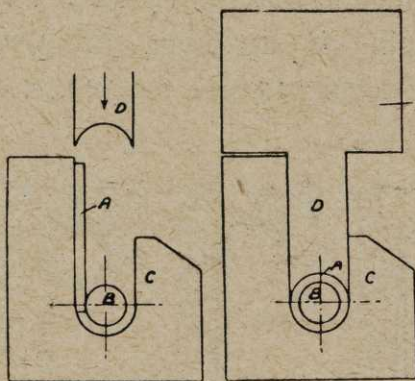
чтобы загнуть борт в виде трубы, эту операцию нужно повторить несколько раз.

Загибка тонких металлических полос, лент и пр. производится при помощи прессов, специальных машин или ручных приборов, сконструированных специально для этой цели, при чем выбор для этого той или иной машины зависит всецело от характера работы и масштаба производства. При помощи самых простых приспособлений можно быстро выполнять вручную даже и очень сложные загибочные работы. Приборы и приспособления, применяемые в подобных случаях, отличаются чрезвычайным разнообразием конструкции, и так как о каких-либо общих типах здесь едва ли можно говорить, то вдаваться в более подробное описание их не приходится, ибо оно заняло бы слишком много места.

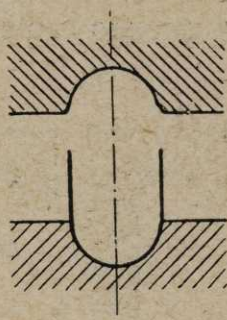
С другой стороны, описание нескольких примеров выполнения круглозагибочных работ на прессах является здесь вполне уместным. На фиг. 73 схематически изображен процесс загибки круглого кольца из металлической ленты и применяемый для этой цели инструмент. Буквой *C* обозначена нижняя часть штампа, *D*—верхняя. *B*—оправка, которую можно вытащить по окончании загибки, освобождая таким образом готовое кольцо, *A*—еще не загнутая заготовка. При опускании головки пресса заготовка *A* вдвигается штемпелем *D* в кольцевой промежуток, образуемый оправкой *D* и полукруглой канавкой матрицы *C*, и при этом загибается в кольцо. В тот момент, когда передний (т.-е. нижний) конец заготовки окажется несколько выше верхнего края оправки, головка пресса занимает уже такое положение, что штемпель *D* загибает оказавшуюся снаружи справа часть полоски вокруг верхней части боковой поверхности оправки. Одновременно штемпель загибает и другой (левый) конец заготовки, образуя таким образом замкнутое кольцо. Тот же результат может быть получен и без помощи оправки *B*, если один конец заготовки предварительно немного загнуть.



Загибка на лопатах трубки (под ручку) производится следующим образом. Сначала соответствующую часть плоской листовой заготовки отпрессовывают между штемпелем и

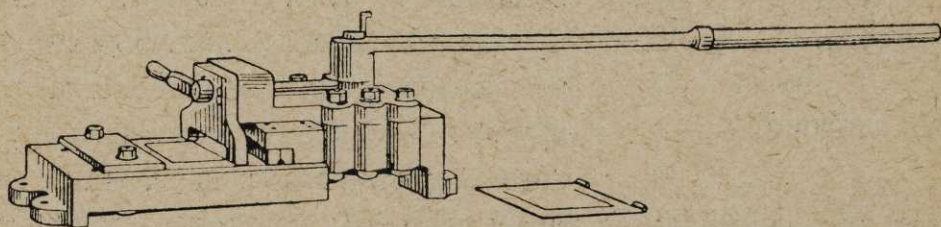


Фиг. 73. Свертывание колец  
на прессе.



Фиг. 74.

матрицей в форме буквы U. На следующем переходе выступающие края листа запрессовывают, как показано на фиг. 74, в результате чего получается совершенно замкнутая круглая трубка.

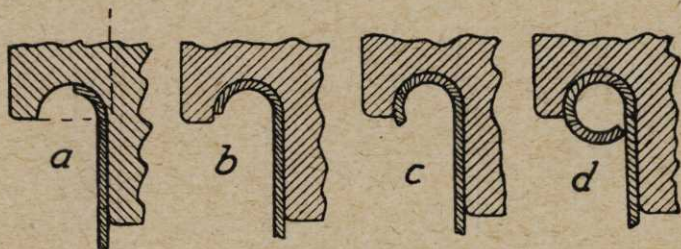


Фиг. 75. Ручная машинка для заворачивания петель на печных дверцах

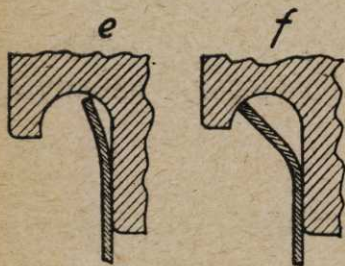
Для изготовления дверных приборов, петель на оконных и печных дверцах и пр. применяют специальные загибочные машины, при помощи которых свертывают подобные петли. Фиг. 75 изображает такого рода машину с ручным приводом, предназначенную для заворачивания петель на печных двер-



цах. Дверца или ее рамка укрепляются на левой стороне машины. Загибка петель производится при помощи особой загибочной плашки (щеки), снабженной полукруглой канавкой, форме которой принуждена следовать кромка листа, когда плашка прижимается к ней. В приборе, изображенном на рисунке, движение плашки осуществляется при помощи эксцен-



Фиг. 76. Последовательные стадии работы машины для заворачивания круглых бортов.



Фиг. 77.

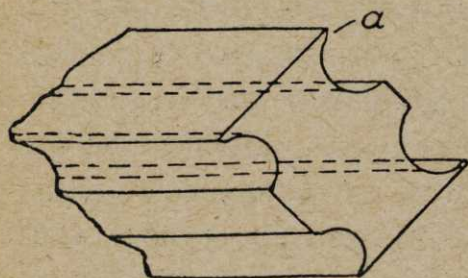
трика и рукоятки. Эксцентрик связан с салазками, в другом конце которых закреплена плашка.

Последовательные стадии загибки показаны на фиг. 76 *a—d*. Однако, прежде, чем загибать лист (или обручное железо), необходимо слегка закруглить его кромку (в случае обручного железа—его конец), так как

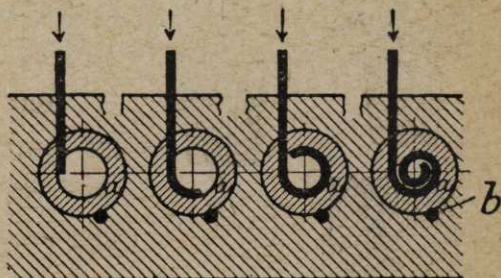
иначе лист не поддается заворачиванию, и результат получается подобный изображенному на фиг. 77 *e* и *f*. Необходимое предварительное закругление кромки листа крайне незначительно, и на фиг. 76 *a* намеренно преувеличено. Тонкое обручное железо или листовой металл можно заворачивать по описанному способу без предварительного нагрева, тогда как более толстый материал нужно нагреть до темно-красного цвета. Некоторые из этих машин допускают заворачивание печных, дверных и т. под. приборов на произвольной длине.



Описанный способ обработки особенно пригоден для сравнительно толстых материалов, которые не могут быть загнуты на вальст-машине. Так, напр., он применяется при изготовлении, помимо печных, дверных и оконных приборов, также—рессорных подвесов для экипажей и железнодорожных вагонов и т. д. Для заворачивания петель таким же способом применяются также автоматы с механическим приводом, заворачивающие несколько петель одновременно. Следует, однако, заметить, что в подобных машинах петля



Фиг. 78. Переставляющаяся  
плашка с 4-мя канавками.



Фиг. 79. Заворачивание металлической  
ленты на прессе.

движется по направлению к загибочной плашке, а не наоборот. Следовательно, в них плашка остается неподвижной.

В тех случаях, когда требуется заворачивать борта листов по различным наружным диаметрам, загибочные плашки изображенного выше прибора можно снабдить несколькими полукруглыми канавками, напр., как показано на фиг. 78. Канавки имеют полукруглый профиль, и то ребро их, где начинается заворачивание листа (*a* на фиг. 78), несколько скруглено. Таким образом, это ребро получается не острым, а слегка долотообразным с внутренней стороны, и во время работы лист скользит в канавку, не рискуя обломать это ребро плашки, которое в первом случае было бы слишком тонким.



Длина плашек может достигать до 200 мм и более. Профиль канавки должен иметь точно полукруглую форму. Для заворачивания жести пользуются бронзовыми плашками, тогда как для более толстого материала плашки должны быть сделаны из стали и обычно закаливаются. Канавки шлифуются наждаком на обточенной и закаленной стальной

оправке, так как поверхность канавки должна быть возможно гладкой, чтобы уменьшить трение при загибке. Хороший результат можно получить лишь в том случае, если сопротивление трения по всей длине канавки одинаково.

Фиг. 79 изображает выполнение той же работы на прессе. Процесс работы не отличается от описанного выше, несмотря на то, что инструмент здесь несколько иной. Канавка, внутри которой материал принужден заворачиваться, имеет здесь замкнутую форму, если не считать соответствующей толщине материала прорези, в которую заводится в вертикальном направлении заготовка; эта же прорезь и направляет лист во время работы. Нижняя часть рабочего инструмента—чугунная, а цилиндр *a*

Фиг. 80. Заворачивание борта конического сосуда.

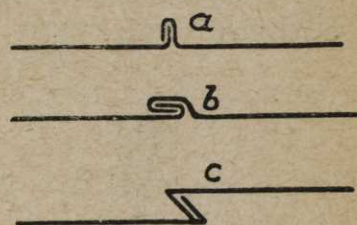
сделан из инструментальной стали, закален и внутри отполирован. От вращения он удерживается штифтом *b*. После того, как заворачивание окончено, изделие выталкивается из цилиндра в боковом направлении штифтом, который связан с рычагом. Впрочем, этот выталкиватель может получать движение и от салазок пресса при обратном подъеме их после окончания заворачивания.

Заворачивание и загибка бортов изделий, имеющих форму сосуда, также может производиться при помощи прессов.

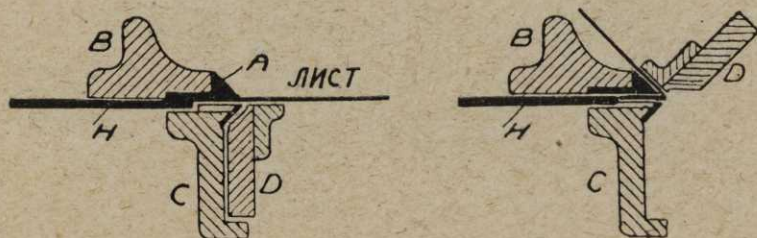


На фиг. 80 изображены верхний и нижний штамп для заворачивания борта обыкновенного железного ведра; рисунок понятен без дальнейших объяснений. Благодаря конической форме ведра, лист имеет тенденцию заворачиваться кнаружи, так что в этом случае никакой предварительной обработки борта не требуется. Точно таким же образом нижний борт ведра можно загнуть внутрь для дальнейшей прифальцовки дна.

Для загибания кромок прямых листов, что требуется, напр., для фальцовки, применяют различного рода машины для загиба бортов (кантовальные загибные машины). При помощи этих машин загибают под острым углом кромки обоих листов, которые должны быть соединены в фальц. Получающийся при этом острый фальц (см. фиг. 81) обжи-



Фиг. 81. Различные типы фальцев. а) Простой фальц. б) Двойной фальц. с) Необжатый острый фальц.



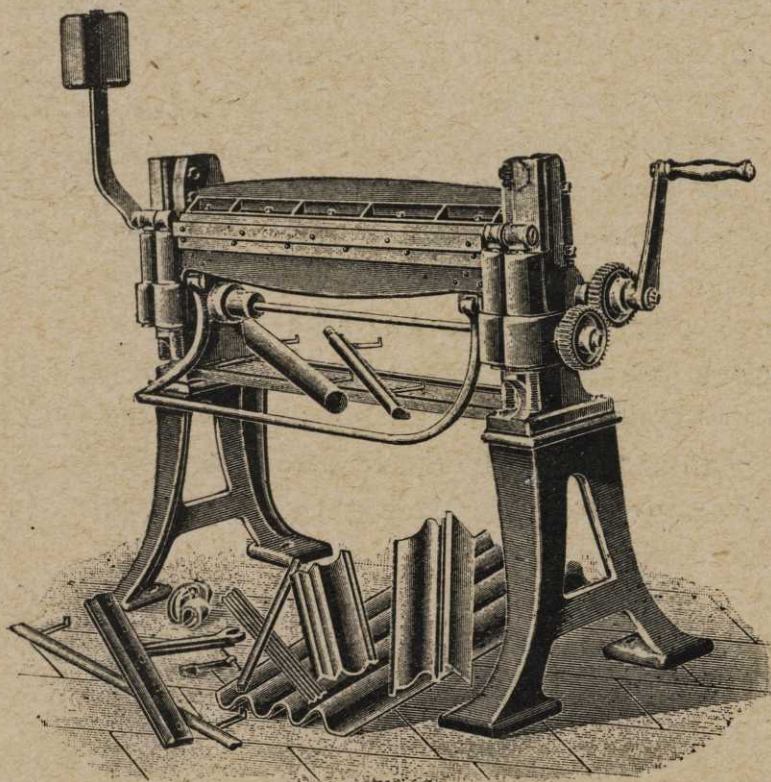
Фиг. 82. Принцип работы машины для загиба бортов под углом.

мается затем на специальной машине для обжатия фальцев.

Фиг. 82 поясняет принцип работы кантовальной машины. Лист закладывается между призмой или верхней щекой В, которая может быть поднята и опущена посредством эксцентрика, и неподвижной нижней щекой С; самый загиб произ-



водится на линейке *A* при помощи поворотной загибной щеки *D*. Применяя линейки различного профиля, можно осуществлять «кантовки» различной формы, как обыкновенный фальц, закругление, загиб с галтелью, завертывание круглого закрытого борта и т. д. Эти машины всегда



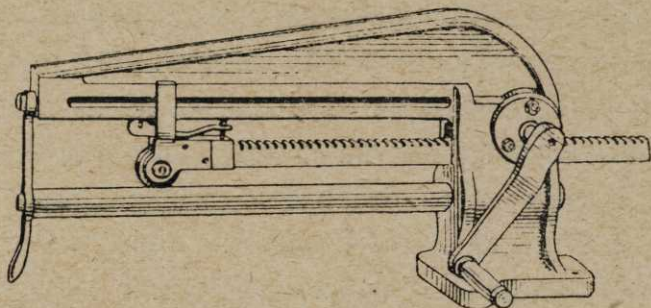
Фиг. 83. Универсальная кантовальная машина.

приводятся вручную и поэтому должны быть отнесены скорее к категории приспособлений. Фиг. 83 изображает т. наз. универсальную машину для загиба бортов. Конструкция ее такова, что поставленная на место линейка устанавливается в должном положении автоматически.

Для зафальцовки отбортованных таким образом листов, загнутые края их закладывают один в другой и обжимают,



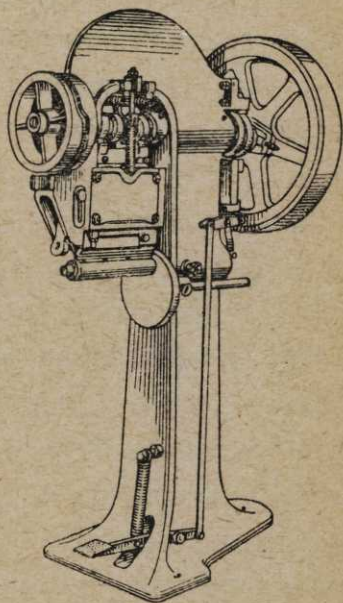
при чем получается готовый фальц (двойной фальц).  
Машина для обжатия продольных фальцев на трубах, на



Фиг. 84. Машина для обжатия фальца на трубах и пр.

корпусах жестяных сосудов, коробок и банок (обечайках) и пр. изображена на фиг. 84. Работа производится таким образом, что заготовка насаживается на оправку, и расположенный сверху продольный фальц обжимается роликом, подаваемым вдоль фальца посредством зубчатой рейки и зубчатого колеса, вращаемого при помощи рукоятки. На оправке сделана продольная канавка, соответствующая фальцу, так что последний выступает не на наружной поверхности трубы или обечайки, а на внутренней стороне ее.

На фиг. 85 изображена машина, не только загибающая края листа, но и обжимающая фальц. Машины этого рода предназначены специально для изготовления жестяной тары (напр., консервных коробок, жестянок для табака и т. под.). На ползуне машины укрепляется инструмент, который при



Фиг. 85. Фальцовальная машина для обечаск жестяной тары.

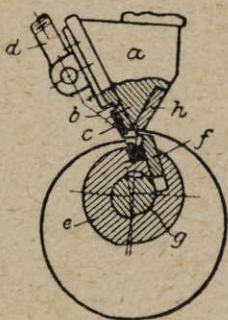


нисходящем движении ползуна загибает оба края заготовки, закладывает один борт в другой, и обжимает фальц. Предварительно свернутая обечайка навешивается при этом на оправку, расположенную под ползуном. Рабочий инструмент машины изображен схематически на фиг. 86. По скошенной боковой поверхности ползуна *a* ходят салазки с фальцовочной линейкой *b*, которые получают свое движение от эксцентрикового вала пресса через посредство эксцентриковой тяги *d*. К фальцовочной линейке прикреплена пружинящая накладка *c*, фиксирующая положение обечайки. Расположенная ниже пустотелая оправка *e* несет вторую фальцовочную линейку *f*, которая опирается на внутреннюю поворотную оправку *g*. В нижней фальцовочной линейке непосредственно под ее ребром сделана маленькая продольная выемка. Обечайка закладывается в машину, как изображено на рисунке, т.-е. так, что верхняя кромка ее упирается в пружинящую накладку *c*, а нижняя приходится в выемке линейки *f*. При пуске в ход машины прежде всего опускаются вниз салазки с фальцовочной линейкой *b*, при чем происходит загиб краев заготовки, верхнего—внутрь, а нижнего—наружу, затем один из них заходит в другой. Верхний край листовой заготовки загибается вокруг верхнего ребра линейки, а нижний—между выемкой линейки *f* и планкой, вставленной в продольную канавку внешней оправки *e*. В то же время внутренняя оправка поворачивается до тех пор, пока изображенная на рисунке продольная канавка ее не окажется как раз против нижнего ребра фальцовочной линейки *f*; поворот оправки *g* рассчитан таким образом, что к тому времени, когда в известной точке нисходящего хода салазок машины начинается обжатие фальца, линейка *f* уже отведена канавкой оправки *g* вниз прореза внешней оправки.

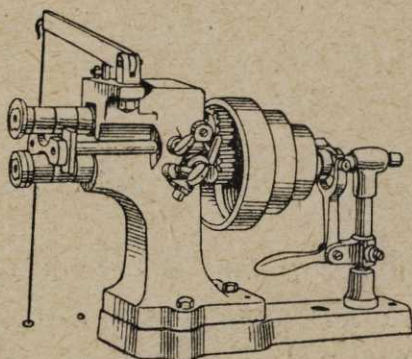
Зик машины (зикен-машины) применяются для загибания на обечайках и круглых днищах прямых (т.-е. под прямым углом к плоскости листа) и круглых (завернутых)



бортов. Прямой борт загибается, напр., по краю обечайки сосуда, к которой в дальнейшем должно быть прифальцовано дно; в других случаях загибание бортов производится с целью сообщения корпусу или донышку сосуда большей жесткости, либо иногда—только для украшения изделия. Зикмашины обычной конструкции применяются также для закатывания проволоки в края изделий из жести, т.-е. для



Фиг. 86. Принцип работы фальцовальной машины по фиг. 85.



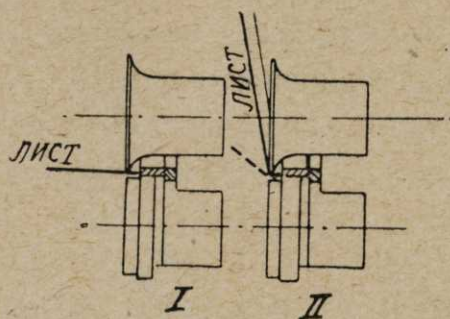
Фиг. 87. Зикмашина для ременного привода.

закладывания железной проволоки вдоль борта сосуда и т. под. с целью усиления его.

На фиг. 87 изображена машина для загибания бортов и закатывания проволоки (зикмашина) с механическим приводом. Загибание борта производится при помощи пары вращающихся роликов, между которыми вставляется край листа. Для того, чтобы можно было регулировать ширину загибаемого борта, позади роликов расположен переставной упор. Верхний ролик вместе с своей осью может переставляться в вертикальном направлении, нижний допускает перемещение вдоль оси. Соответственно желаемой форме борта применяют ролики различных профилей. Фиг. 88 поясняет процесс работы зикмашины при загибании борта на круглом листе.

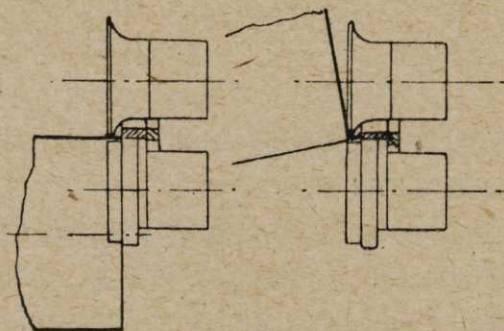


При помощи рычага, соединенного с педалью, верхний ролик отжимают книзу, при чем он несколько загибает край листа. Постепенно, по мере отгибания борта по всей



Фиг. 88. Работа зикмашины.

окружности заготовки, выступающую из машины наружную часть листа медленно поднимают вверх до тех пор, пока борт не окажется загнутым под желаемым углом к плоскости листа. Аналогичным образом загибают борты и на обе-

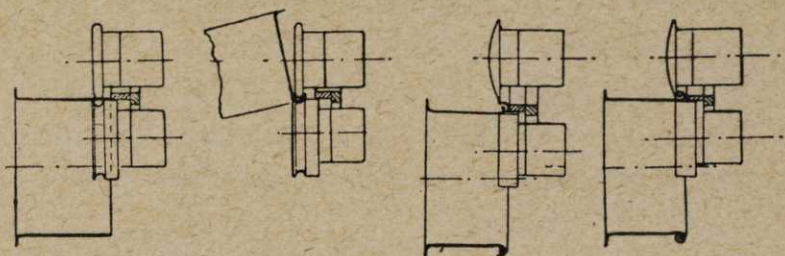


Фиг. 89. Загибание борта на обечайке.

чайках (см. фиг. 89). На фиг. 90 изображена закатка проволоки в борт обечайки. Как показано на рисунке, край листа прежде всего загибается до полукруглой формы, после чего внутрь борта закладывается проволока, и при помощи другой пары роликов борт завертывается. В обечайки,

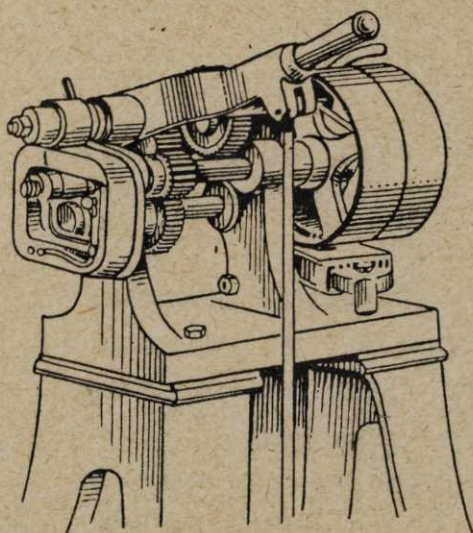


замыкаемые в фальц, проволока закатывается до того, как производится свертывание листовой заготовки.



Фиг. 90. Закатка проволоки в борт обечайки.

Существует большое число специальных конструкций машин для загибания бортов. Здесь достаточно будет ограничиться описанием, в качестве примера, лишь нескольких из

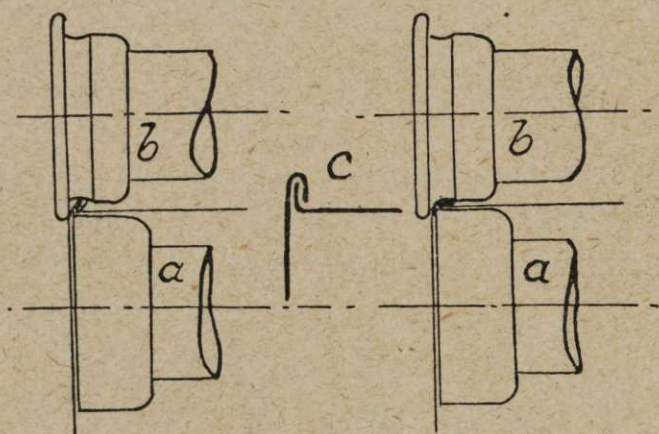


Фиг. 91. Машина для загибания бортов на коробках для сардин.

них. Машина, изображенная на фиг. 91, предназначена для загибания бортов одновременно на обеих сторонах обечаек прямоугольной формы (напр., коробок для сардин). Способ работы машины чрезвычайно прост. Предварительно спаянная



обечайка надевается на вращающуюся оправку, форма которой отвечает форме заготовки. Оправка снабжена выступающими ребрами; ролик, ширина которого соответствует расстоянию между этими ребрами оправки, отгибает края обечайки, прижимая их к последним. Во время вращения оправки, ролик держат прижатым к обечайке при помощи педали, связанной с поворотом укрепленным рычагом, несущим ролик.



Фиг. 92. Работа машины для обжатия фальца на круглых днищах.

Для загибания и обжатия двойных фальцев на днищах круглых сосудов применяют машины, предназначенные специально для этой цели; по устройству они очень сходны с описанной выше машиной для загибания бортов. Способ работы подобных машин поясняется фиг. 92. Рабочая часть машины состоит из двух вращающихся роликов *a* и *b*, при чем последний допускает установку по высоте. Буквой *c* обозначен вид фальца до обжатия.

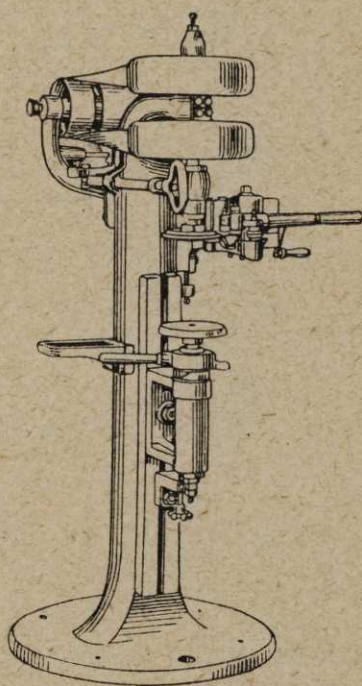
Специальные машины для фальцевания предварительно загнутых бортов круглых или четырехугольных обечаек и днищ для различного рода банок из тонких металлических листов, бидонов (напр., под керосин), консервных жестянок и т. под. посуды отличаются большим разнообразием кон-



струкции. Однако, по принципу работы все они примерно одинаковы. Обечайка с приставленным к ней дном зажимается между двумя круглыми дисками, один из которых



Фиг. 93. Процесс работы машины для зафальцовки донышек при массовом производстве.

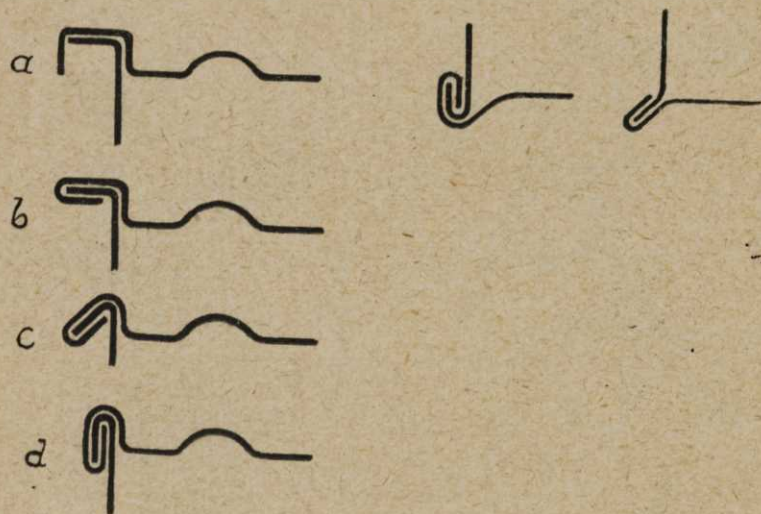


Фиг. 94. Машина для зафальцовки донышек при массовом производстве.

можно поднимать и опускать посредством педали, винта или другого устройства. После этого производится самое прикрепление дна к обечайке; это осуществляется при помощи имеющегося в механизме машины рычага с двумя роликами, которые сжимают фальц и таким образом обжимают его в то время, пока диски вращаются вместе с заготовкой (см. фиг. 93).



Боковые профили роликов выбираются сообразно с характером требуемой работы. На фиг. 94 изображена машина для обжатия двойных фальцев на консервных коробках и для прикрепления донышек к жестянкам для чая, бисквитов, шоколада и пр. Во время работы заготовка вращается вместе с верхним диском. В некоторых машинах этого рода



Фиг. 95. Различные типы фальцев для соединения донышка с обечайкой.

заготовка во время работы остается неподвижной, между тем, как ролики обходят ее кругом.

На фиг. 95 показаны различные типы фальцев для соединения донышек с обечайкой.

Кроме упомянутых выше, применяются машины и других типов. Однако, и сказанного достаточно для того, чтобы иметь наглядное представление о наиболее распространенных машинах, нашедших применение в тех отраслях промышленности, которые связаны с обработкой тонких листовых металлов.



СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ  
ОБРАБОТКИ, ОСНОВАННЫЕ  
НА СВОЙСТВЕ КОВКОСТИ  
МЕТАЛЛОВ



## Пунсонирование (ручная чеканка).

В главе, посвященной выбиванию (стр. 37 и сл.), а также и в других местах настоящего издания уже упоминалось об этом методе обработки. Здесь необходимо остановиться на нем несколько подробнее, поскольку этот метод применяется для обработки также и сравнительно массивного материала.

Пунсонирование выполняется всегда вручную и без предварительного нагрева изделия. Обычно этим способом обработки пользуются в качестве вспомогательного при выбивании, гравировке и изготовлении таких инструментов, как штампы для прессов и т. под. Этот метод обработки заключается в том, что посредством ударов ручника в металл «вбивают» пунсон. Последний представляет собою не что иное, как стальной штемпель, бой которого имеет гравировку, соответствующую поставленной цели. Поэтому форма боя пунсона бывает весьма разнообразной.

В зависимости от рисунка боя различают пунсоны детальные (трассир-пунсоны) и фигурные. Бой первых может быть выполнен в виде притупленного или острого круглого острия (как, напр., у кернера), отрезка линии, кружка, дуги и т. д., тогда как на бою фигурных пунсонов бывает выгравирована целая фигура, напр., звезда или т. под. К категории фигурных пунсонов можно, следовательно, отнести также и клейма с буквами или цифрами.

Пунсоны, бой которых во время работы должен быть обращен всегда в одну сторону (т.-е. не поворачиваемые в течение всей работы), изготавливаются в виде брусков че-



тырехгранного сечения, причем на той стороне бруска, которая должна быть обращена к работающему, ставят метку или керно. Середину бруска делают несколько утолщенной, для того, чтобы пальцы руки, которою чеканщик держит пунсон, не страдали при довольно сильной вибрации бруска, сопровождающей удары ручника.

Расположенные в виде полос или лент орнаменты получаются посредством выбивания узора стальными штемпелями с глубокой гравировкой, причем отпечатки боев располагаются непосредственно один за другим. Этим приемом пользуются для украшения золотой и серебряной посуды.

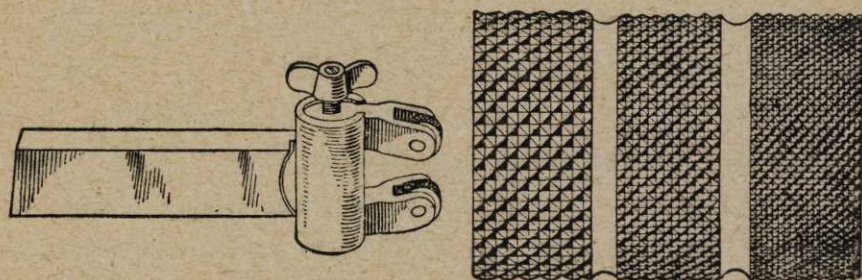
---



## Накатка.

Накатка применяется как для орнаментировки золотых и серебряных изделий, так, главным образом, и для сообщения более шероховатой рифленой поверхности круглым головкам винтов, крышкам и др. деталям, которые приходится часто вращать рукою, как, напр., измерительные винты микрометров и т. д.

Эта операция производится на токарном станке при помощи каленого стального ролика (или пары роликов), на



Фиг. 96. Державка с роликами для накатки. Накатки разного шага.

боковой поверхности которого нанесен ряд выступов и углублений, образующих в совокупности тот или иной узор, напр., ряд шаровых сегментов, периодически повторяющийся орнамент или т. под. Для накатки инструментов обычно применяют узор в виде сетки перекрещивающихся бороздок, образующих при накатке систему четырехгранных пирамид («ромбов») подходящего размера, определяющего «шаг» на-



катки (см. фиг. 96). Ролик, производящий накатку, вращается на оси, укрепленной в вилке, которую во время работы держат в руке или зажимают в суппорт станка. Изделие приводят во вращение и в то же время прижимают к нему накатку, при чем узор, нанесенный на ее ролике, отпечатывается на поверхности изделия в виде обратного (негативного) рельефа.

Если цель, преследуемая при накатке, заключается в украшении изделия, то необходимо следить за тем, чтобы накатываемый узор располагался по поверхности изделия совершенно равномерно, нигде не пересекая сам себя и не прерываясь. В известной мере это регулируется путем большего или меньшего нажатия на накатку во время работы. Прежде всего проверяют, совпадают ли начало и конец узора на поверхности изделия, для чего в начале работы лишь слегка нажимают на накатку. Если увеличить нажатие, накатка будет наноситься на цилиндр несколько меньшего радиуса, следовательно, начало и конец узора сблизятся.

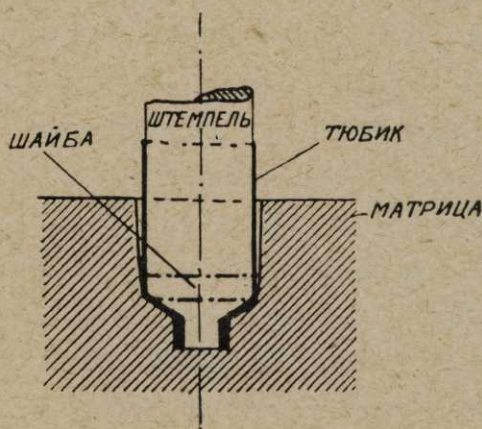
Этот же метод обработки применяется и в отношении прямых изделий, напр., для нанесения делений на сравнительно грубых масштабных линейках. При этом либо изделие движется по ролику накатки, либо наоборот. Само собою разумеется, что накатка должна быть при этом закреплена в известной детали машины.

---



## Выдавливание тубиков и т. под. изделий.

Тонкостенные сосуды можно изготовлять по способу Эргардта (Erhardt), не прибегая для этого к вытяжке в собственном смысле этого слова. При этом способе производства заготовка имеет форму круглой или квадратной шайбы, вы-



Фиг. 97. Схематическое изображение рабочего процесса при прессовании тубиков.

резанной из листового металла, при чем толщина шайбы берется значительно больше толщины стенок конечного продукта, а диаметр кружка или сторона квадрата имеют небольшую величину. Такую заготовку кладут на дно матрицы и прессуют при помощи штампа, диаметр которого немного меньше диаметра углубления матрицы (см. фиг. 97). Разность этих диаметров должна быть в два раза больше же-



лаемой толщины стенок готового изделия. Так как прессование производится при высоком давлении, то металл приходит в состояние текучести \*), так что, напр., квадратная заготовка вынуждается при этом заполнять матрицу круглой формы. Если продолжать производить давление и после того, как материал заполнит матрицу, то последний, не имея иного выхода, выдавливается вверх и заполняет кольцевое пространство между штампом и внутренними стенками матрицы, образуя при этом трубку с доннышком.

Таким образом, можно сказать, что этот метод обработки представляет собою как бы «вбрызгивание» металла в кольцевое пространство штампа и в принципе аналогичен тому методу производства, который применяется для прессования труб (главным образом—свинцовых) и сортового материала (см. Том. IV).

Ясно, что сравнительно твердые металлы и сплавы едва ли поддаются этому способу обработки. Однако, для изготовления гильз (ружейных и револьверных) по описанному способу Эргардта удалось применить сплав, составленный из 72% меди и 28% цинка. Этот сорт латуни не может считаться ковким даже в нагретом состоянии, тем не менее, если предварительно привести его в состояние сильной текучести, то при нагреве его возможно успешно провести желаемое формоизменение.

Эта работа выполняется на гидравлическом прессе. В тот момент, когда квадратная заготовка, заполнив дно матрицы, должна начать выдавливаться между поверхностью несколько конических стенок последней и штампом, сопротивление возрастает в высокой степени. Следует заметить, что потребное давление поднимается, впрочем, в течение всего процесса работы, за исключением тех моментов, когда материал начинает заполнять углубления между штампом и дном матрицы

---

\*) О явлении истечения металлов—см. Том IV.



и когда он начинает подниматься в ограниченном ими кольцевом пространстве.

Описанный метод производства имеет сравнительно важное значение для обработки свинца, олова и—возможно—алюминия. Два первых металла применяются более всего для изготовления так наз. тюбиков, т.-е. трубочек для красок, косметических средств и т. д. В последнее время были сделаны успешные попытки использовать для этих целей также и алюминий. Так как свинец при окислении образует ядовитые соли, то тюбики из этого металла могут применяться лишь для красок и т. под. Поэтому для косметических средств до сих пор употребляют чаще всего тюбики из олова или листового свинца, прокатанного вместе с листом олова, покрывающего его обычно с одной стороны.

Исходным материалом для изготовления тюбиков служат круглые шайбочки толщиной 3 мм и диаметром, равным внутреннему диаметру готового тюбика. Шайбу закладывают в матрицу, диаметр которой одинаков с наружным диаметром тюбика. В дне матрицы сделано углубление, соответствующее «горлышку» последнего (см фиг. 97, представляющую в схематическом виде устройство штампа). Когда пресс начинает работать, материал прежде всего заполняет это углубление, затем с очень большой скоростью поднимается вверх, при чем выступает высоко над матрицей. Штемпель выполняется таким образом, что стенки горлышка, которое в дальнейшем снабжается наружной резьбой для навертывания колпачка, получаются вдвое толще стенок самого тюбика. Само собою разумеется, что при этом способе производства дно последнего получается открытым, что и требуется, так как тюбик заполняется тем или иным веществом именно с заднего конца, который затем сплющивают и завертывают, закрывая таким образом тюбик.

Нарезка горлышка трубочки производится при помощи специальных машин. Колпачки, которые навинчиваются на



горлышко, прессуются особыми прессами на оправке, снабженной снаружи винтовой нарезкой, так что нарезка колпачка производится одновременно с прессовкой его наружной формы. Тотчас же вслед за подъемом салазок пресса, нарезанная оправка автоматически вывинчивается из готового колпачка, который затем выбрасывается из машины; вращение сообщается оправке механизмом пресса. После этого в машину закладывается новая заготовка, оправка автоматически возвращается в исходное положение, салазки опускаются вниз и производят прессовку колпачка.

Для успеха работы штампы, применяемые для производства тюбиков, должны быть очень аккуратно выполнены и тщательно отполированы.



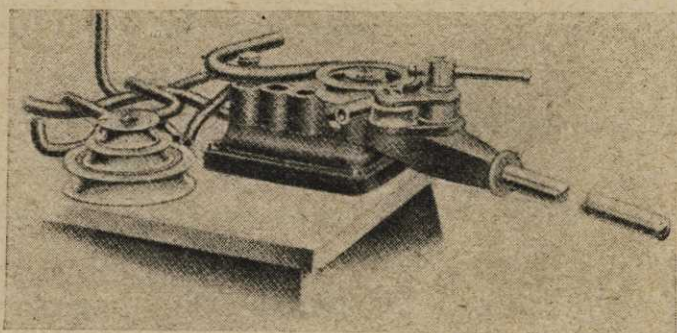
## Изгибание труб.

Изгибание труб производится частью в холодном состоянии, частью после предварительного нагрева. В некоторых случаях эта работа может быть облегчена применением специальных трубогибочных станков различной конструкции. Тонкостенные трубы, которые склонны во время изгибания давать складки или сплющиваться, закладываются в полукруглый или стрельчатый (в профиле) желоб подобного станка, препятствующий образованию складок на стенках трубы; иногда подобные трубы заполняют канифолью, свинцом, асфальтом или смолой и изгибают их, как сплошное тело (т.-е. как круглый прут). После того, как изгибание окончено, канифоль и пр. выплавляют. Согласно одного германского патента, в трубу вставляется мощная спиральная пружина, которая затем сжимается при помощи специального приспособления, так что во время изгибания пружина распирает стенки трубы. Что касается труб, изгибаемых в горячем состоянии ручным способом, то они предварительно заполняются песком, который тщательно утрамбовывается внутри трубы посредством простукивания ее стенок ручником или специальным аппаратом в то время, когда труба занимает вертикальное положение. Простукивание следует производить, начиная снизу и постепенно поднимаясь до самого верха трубы. Во время изгибания оба конца трубы должны быть заткнуты деревянными пробками. Обыкновенные железные и стальные трубы диаметром до 4" можно изгибать при помощи специальных аппаратов для



изгибания труб без заполнения их каким бы то ни было веществом.

Для изгибания более или менее толстых труб применяют гидравлические прессы, в которых труба изгибается между специальными шаблонами (лекалами) или формами, изготовленными из дерева твердых пород. Принцип конструкции аппаратов для изгибания мелких труб в большинстве случаев один и тот же. Труба изгибается в них вокруг неподвижно



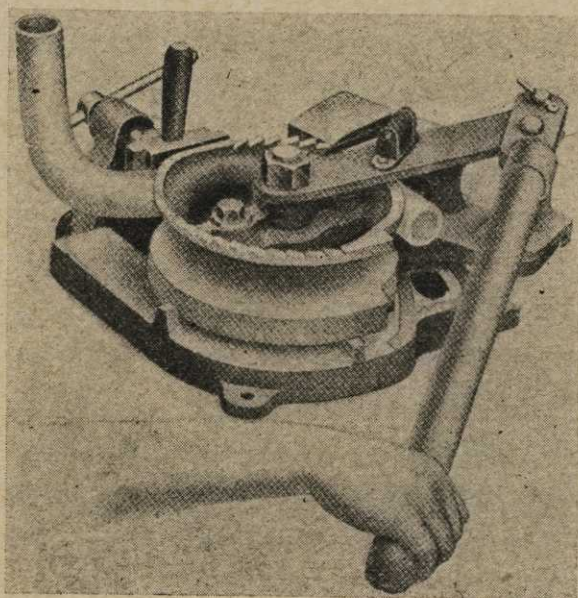
Фиг. 98. Прибор для изгибания труб мелких диаметров.

укрепленного ролика, окружность которого снабжена желобком для трубы; диаметр ролика соответствует желаемому радиусу закругления последней. Самая загибка трубы вокруг этого ролика производится инструментом, имеющим точно также форму ролика, но меньшего диаметра. При помощи рукоятки последний можно перемещать вокруг большего ролика, прижимая в то же время к его поверхности изгибаемую трубу. Желобки в обоих роликах подобраны таким образом, чтобы ими можно было пользоваться для труб нескольких—немногих—диаметров. Для получения различных по величине радиусов закругления больший ролик делают сменным.

Фиг. 98 изображает прибор для изгибания труб малых размеров (внутренним диаметром до 25 мм). Шип, вста-



вленный слева, служит упоркой для трубы и, как это видно на рисунке, может быть переставляем в любое из отверстий прибора. Внутренний конец рукояти поворотно укреплен на цапфе, вставленной в станинку аппарата. Как показано на



Фиг. 99. Прибор для изгибающих толстых труб.

рисунке, ось меньшего ролика укреплена в короткой серьге, связанной с рукоятью, чем достигается выгодная передача силы.

На фиг. 99 изображен прибор для изгибающих труб диам. до 4" и даже еще более толстых. Он имеет специальное приспособление для зажима трубы. Усилие, приложенное на конце рукояти, при помощи шарнирного параллелограмма передается на трубу увеличенным, что дает возможность выполнять работу при сравнительно небольшом усилии со стороны рабочего. Внутренняя цапфа рукояти закреплена в стойке прибора, тогда как наружная связывает железную полосу, укрепленную в центре неподвижного ролика



с концом рукоятки. Во время работы изгибающая трубу деталь движется вдоль канавки в боковой стенке станины прибора.

При изгибании на гидравлическом прессе труба должна быть нагрета и заполнена канифолью, тогда как работа на малых (ручных) приборах производится обычно без заполнения трубы. Следует, однако, заметить, что трубы диаметром более 1" обычно изгибаются в горячем состоянии.

Довольно часто нельзя избежать изгибания трубы без применения специальных аппаратов; в особенности это касается сравнительно толстых труб. В подобных случаях эту операцию лучше всего производить на так наз. загибочной плите, представляющей собою плоскую литую плиту с отверстиями для вставки штырей («затычек») и шаблонов, вокруг которых можно изогнуть трубу. Для того, чтобы шаблоны или, вернее, колодки (кулаки) возможно было устанавливать в любом месте плиты, в последней обычно прострагивают радиальные или параллельно направленные тавровые канавки. Эти канавки служат для закрепления болтов, которые удерживают на месте либо самые колодки, либо особые державки для них. В последнем случае державки могут быть снабжены отверстием, куда свободно вставляется шип колодки. Таким образом, если сделать державку достаточно большой, то одна и та же державка будет годиться для установки различных колодок. На боковой стороне последних делается выемка полуцилиндрической формы, соответствующая поперечному сечению трубы, которую предстоит изгибать. С желаемым радиусом закругления трубы форма этой выемки, однако, ни в какой мере не связана. Этот радиус в данном случае определяется относительным расположением колодок, установленных в соответствующих местах плиты. Между тавровыми канавками последней имеются отверстия для вставки шипов, которые служат упорками для конца



трубы во время изгибания ее. Более или менее крупные загибочные плиты могут быть снабжены радиальными пазами—на одной части поверхности и параллельными—на остальной. Колодки лучше всего изготовлять из чугуна.

В тех случаях, когда для заполнения трубы пользуются песком, он должен быть набит внутри нее настолько плотно, чтобы труба не могла сплющиться или выпучиться с внутренней стороны. Затыкают пробкой один конец трубы, затем ставят ее в вертикальное положение и заполняют песком. После этого в течение сравнительно долгого времени обстукивают кругом всю поверхность трубы. Так, 12"-овую трубу нужно обстукивать в течение одного часа на погонный метр трубы. Для этой операции применяются также и механические приспособления. После того, как обстукивание окончено, выше поверхности песка набивают слой глины толщиной примерно в 50 мм, затем тщательно заколачивают пробкой и этот конец трубы.

Наметив место колена мелом подходящего цвета, нагревают отмеченный участок трубы до цвета вишнево-красного каления. Один конец трубы вставляют в промежуток между шипами и болванкой, предварительно установленными на загибочной плите соответственно требуемому контуру трубы, а на другой конец последней надевают кусок трубы большего диаметра и с фланцем на конце. Изгибание производят при помощи ворота, лебедки или т. под. машины, закрепляя тяговую цепь ее на свободном конце трубы. Сказанное относится к толстым трубам. Трубы сравнительно малого диаметра можно изгибать, конечно, и вручную, если свободный конец трубы имеет достаточную длину или если нарастить его достаточно длинной деревянной жердью.

Для того, чтобы труба не лопнула на наружной стороне колена или не образовала складок на внутренней стороне его еще до того, как она успеет достаточно вытянуться на



наружной стороне, наиболее напряженное место последней обрызгивают водой до тех пор, пока оно не охладится до синего цвета. Сжатие трубы, являющееся результатом охлаждения, влечет за собою сжатие песка и таким образом повышает его способность оказывать сопротивление деформациям. Охлаждение этой части колена можно продолжать так далеко, как упомянуто выше, потому что теплота песка и соседних частей трубы в известной степени противодействует этому. С другой стороны, не следует вести охлаждение и чересчур далеко, так как в противном случае на внутренней стороне колена могут во время изгибаания появиться складки. Поэтому изгибание должно производиться очень медленно и осторожно, при чем все время нужно следить за внешним видом трубы. Если форма последней в каком-либо месте начнет изменяться слишком быстро, необходимо тотчас же прекратить изгибание и быстро охладить водою опасное место трубы. Образовавшиеся по недосмотру слабые выпуклости на внутренней стороне трубы можно несколько выправить ударами молотка перед окончанием изгибаания. Вся эта операция должна быть выполнена настолько быстро, чтобы закругление было готово раньше, чем труба успеет слишком сильно остынуть.

Если на одной и той же трубе требуется выгнуть несколько колен, то иногда может понадобиться (когда колена расположены в разных плоскостях) изогнуть трубу вверх от загибочной плиты. В подобных случаях трубу прикрепляют к последней посредством прижимов или скоб и болванок, и производят загибание, поднимая свободный конец трубы подъемным краном того или иного типа.

Для труб диаметром от 4" до 12" радиус закругления должен быть не меньше тройного диаметра трубы. Вообще же говоря, этот радиус лучше всего принимать равным 6-кратному диаметру. Прямой участок трубы, смежный с ко-



леном, должен быть больше диаметра трубы не меньше, чем в  $1-1\frac{1}{2}$  раза, так как иначе самый конец трубы может сплющиться или деформироваться во время изгиба; между тем, этот конец должен быть совершенно круглым, для того, чтобы возможно было обеспечить плотность соединения его с фланцем и т. д.

В приводимой ниже таблице указаны минимальные и нормальные радиусы закругления и пр. для железных и стальных труб различных диаметров. Радиусы закругления считаются по оси трубы (см. Табл. на стр. 182).

Определение положения колен и закруглений при изгибании труб в горячем виде довольно часто представляется делом рискованным. Это относится в особенности к случаям сложного изгиба. В подобных случаях все измерения нагретой трубы должны производиться очень быстро и точно, и, чтобы достичь этого, следует пользоваться систематическими методами измерений.

Самый распространенный способ проверки колен и закруглений во время выполнения самой работы заключается в том, что из толстой железной проволоки готовят шаблон, форма которого в точности соответствует желаемому контуру готовой трубы. Однако, при таком способе контроля нередко случается, что после окончания загибки форма трубы отклоняется от формы проволочного шаблона, и работу приходится отчасти переделывать. Поэтому надежнее пользоваться обычными измерительными инструментами и производить измерения по известным правилам. При изгибании труб требуется следующий инструмент: два угольника, достаточно длинная железная линейка с делениями (масштаб) и т. наз. малка для измерения углов, отличных от прямого.

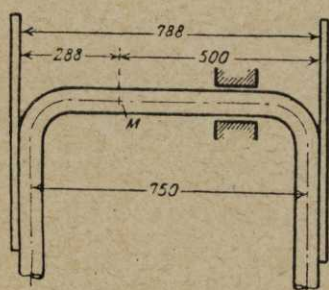
Колена загибают на трубах обычно под прямым углом (прямое колено), других углов стараются по возможности избегать. Расстояние между двумя коленами, располо-



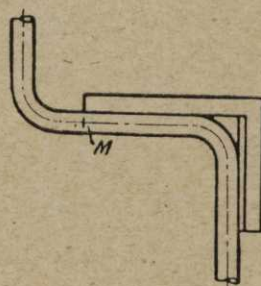
| Диаметр<br>трубы<br><br>в дм. | Радиусы закругле-<br>ния для трубы нор-<br>мальн. толщ. |                              | Минимальн.<br>радиус за-<br>кругления для<br>трубы с уве-<br>личен. толщ.<br>стенок<br><i>мм</i> | Нормальн.<br>радиус за-<br>кругления для<br>компенсатор-<br>ных колен<br><i>мм</i> | Минимальн.<br>длина пря-<br>мого участка,<br>смежного с<br>коленом<br><i>мм</i> |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                               | Мини-<br>мальный<br><i>мм</i>                           | Нормаль-<br>ный<br><i>мм</i> |                                                                                                  |                                                                                    |                                                                                 |
| 1"                            | 100                                                     | 125                          | 65                                                                                               | 200                                                                                | 65                                                                              |
| 1 1/2"                        | 150                                                     | 200                          | 100                                                                                              | 300                                                                                | 75                                                                              |
| 2"                            | 175                                                     | 250                          | 125                                                                                              | 375                                                                                | 90                                                                              |
| 3"                            | 250                                                     | 375                          | 200                                                                                              | 525                                                                                | 115                                                                             |
| 4"                            | 375                                                     | 525                          | 300                                                                                              | 675                                                                                | 140                                                                             |
| 5"                            | 525                                                     | 675                          | 375                                                                                              | 825                                                                                | 165                                                                             |
| 7"                            | 675                                                     | 825                          | 600                                                                                              | 1125                                                                               | 200                                                                             |
| 9"                            | 975                                                     | 1125                         | 825                                                                                              | 1425                                                                               | 250                                                                             |
| 12"                           | 1425                                                    | 1575                         | 1275                                                                                             | 1950                                                                               | 350                                                                             |
| 15"                           | 1950                                                    | 2100                         | 1800                                                                                             | 2550                                                                               | 425                                                                             |
| 20"                           | 2700                                                    | 2850                         | 2475                                                                                             | —                                                                                  | 450                                                                             |



женными в одной и той же плоскости, лучше всего измерять между наружными сторонами их (см. фиг. 100). Для того, чтобы возможно было произвести измерение, как можно скорее (на случай, если потребуется поправить загиб, пока труба еще не остыла), всю заданную длину (788 мм) делят на две части, из которых одна представляет круглое число, а другая—остаток (во взятом примере 500 мм и 288 мм), и отмечают первый размер (500 мм) ясно заметной меловой



Фиг. 100. Обмер трубных колен с наружных сторон.



Фиг. 101. Обмер колена при помощи угольника.

чертой. Еще надежнее отметить эту длину, привинчивая в соответствующем месте трубы подходящее кольцо или хомут. Размер, выраженный круглым числом единиц измерения, как напр., 500 мм, легче найти и меньше риска сделать ошибку, чем, напр., в случае такого размера, как 788 мм. Наметка длины хомутом обладает тем преимуществом, что такой хомут дает неподвижный упор для масштабной линейки, тогда как меловая черта легко может стереться. Вместе с тем, измерения длины во время работы могут производиться одним лишь подручным, так как при этом отпадает надобность в прикладывании линейки или угольника вдоль другого конца трубы.



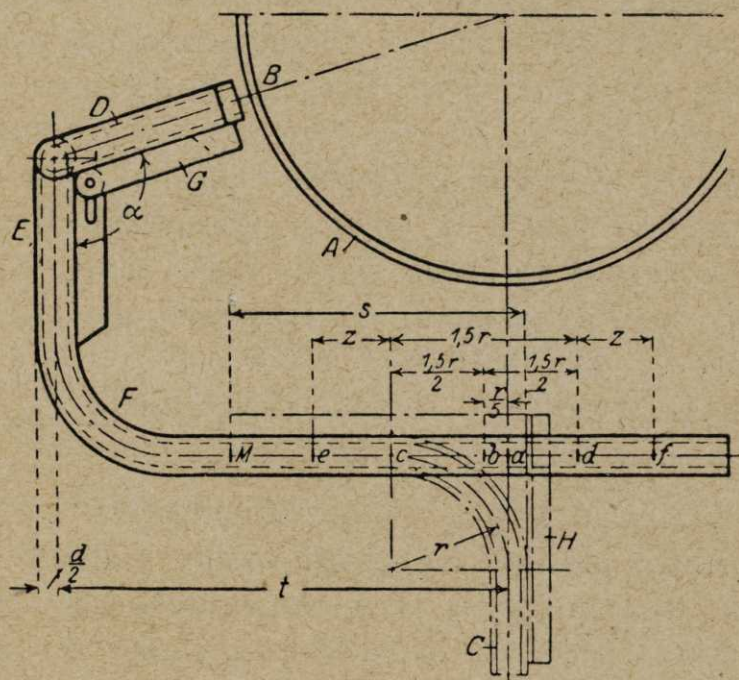
Вместо того, чтобы откладывать на трубе округленный размер, можно с удобством пользоваться также внутренней длиной полки угольника. В этом случае этот последний размер вычитают из всей требуемой длины и отмечают его на трубе ( $M$  на фиг. 101), как описано выше. При подобном способе промера проверяются одновременно как длина, так и угол (прямой) закругления колена.

Для того, чтобы возможно было быстро и аккуратно изогнуть трубу, необходимо соблюдать два основных условия: во-первых, труба должна быть нагрета в надлежащем месте и, во-вторых, самый нагрев должен производиться, как можно равномернее. Если одно из этих условий не соблюдено, то колено получится либо слишком большим, либо слишком малым, кривым, или длины прямолинейных концов трубы получатся несоответствующими заданию (т.-е. колено окажется выгнутым не в том месте, где требуется). В результате, трубу придется нагревать еще раз и снова переделывать работу. В этом отношении проволочный шаблон удобен тем, что его можно «прокатить» по трубе, определить при этом положение колена и наметить ту часть трубы, которая должна быть нагрета.

Если место нагрева требуется определить путем измерения, то прежде всего от одного конца трубы откладывают длину, соответствующую прямолинейной части ее, и от полученной точки откладывают дальше (в том же направлении) 0,8 радиуса закругления (считаемого по оси трубы); полученная таким образом точка определяет середину участка, который должен быть нагрет, в предположении, что колено — прямое. Длина нагреваемого участка, т.-е. полная длина колена в 1,5 раза больше радиуса закругления последнего. Этот размер не является совершенно точным, что, впрочем, и не требуется, так как крайние точки его намечаются мелом, следовательно, полной точности при этом получить нельзя.



Для того, чтобы после нагрева легче было найти эти метки, на одинаковом расстоянии от них, вне нагреваемого участка, можно наметить мелом еще по одной черте. Это расстояние лучше всего взять равным 100 или 200 мм, в зависимости от диаметра трубы.



Фиг. 102. Пример сложного изгиба трубы с несколькими коленами в различных плоскостях.

Для загибания колен под острым или тупым углом применение проволочного шаблона является наиболее целесообразным. Фиг. 102 может служить наглядным примером трубозагибочной работы, выполняемой без помощи проволочного шаблона. К резервуару *A* цилиндрической формы требуется в *B* присоединить на фланце трубу. Выпускное отверстие *C* трубы лежит значительно ниже точки *B*. Посредством колена *D* трубу ведут сначала вертикально вниз,



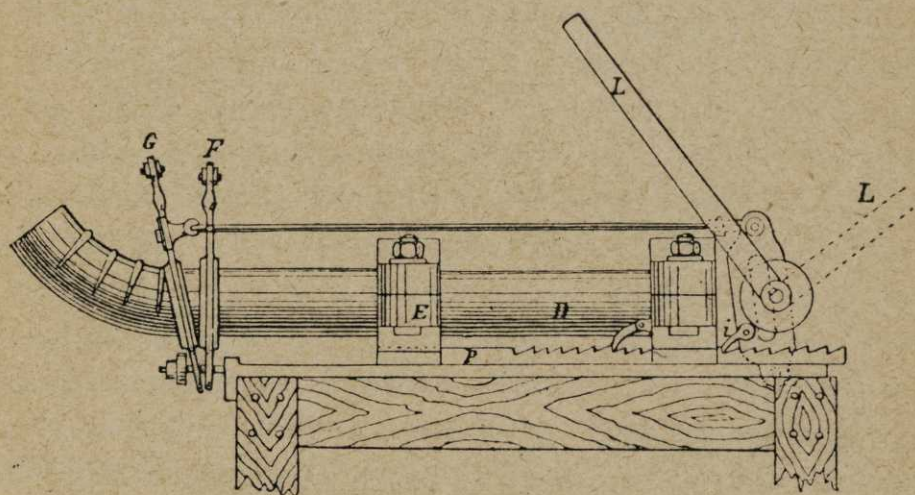
затем коленом  $E$  переводят ее в горизонтальную плоскость, проходящую через точку  $C$ . Угол  $\alpha$  измеряют малкой  $G$ , прикладывая одну полку ее к участку  $BD$ ; направление  $EF$  определяется положением второй полки ее. Этот угол можно, в случае надобности, легко исправить, нагревая часть трубы между коленами  $D$  и  $E$  и поворачивая затем свободный конец трубы. Колено  $F$  ведет трубу в горизонтальном направлении к ее выпускному отверстию  $C$ ; предполагаем, что последнее колено пока еще отсутствует. Промеры, необходимые для выполнения этого колена, и способ его разметки указаны ниже. В  $C$  требуется поставить выпускной клапан и затем присоединить трубу на фланце к другому резервуару. При таком способе соединения трубу можно без труда снять, разъединив ее от обоих резервуаров, следовательно, нет надобности собирать ее из двух отдельных частей.

Разметка последнего колена производится следующим образом. Прежде всего от наружной стороны трубы  $EF$  откладывают длину  $t + \frac{d}{2}$ , где  $t$  — заданное расстояние между осями прямого участка  $EF$  и выпускного конца  $C$ , а  $d$  — наружный диаметр трубы, и в соответствующей точке последней ставят метку  $a$ . От нее откладывают в обратную сторону длину  $\frac{r}{5}$ , где  $r$  — радиус закругления колена; получается точка  $b$ . Эта точка определяет середину того участка трубы, который должен быть нагрет. От метки  $a$  в том же направлении откладывают одновременно и длину  $s - \frac{d}{2}$ , где  $s$  — внутренняя длина одной из полок угольника  $H$ , которым в дальнейшем имеют в виду пользоваться для разметки. Конец отрезка  $s - \frac{d}{2}$  отмечается меткой  $M$ . В обе стороны от точки  $b$  откладывают отрезки  $\frac{1,5 r}{2}$ ; конечные точки их  $c$  и  $d$  определяют участок трубы  $cd$ , подлежащий нагреву и составляющий, следовательно,  $1,5 r$ . Одновременно наме-



чают вспомогательные точки  $e$  и  $f$ , на расстоянии  $z = 10$  см от  $c$  и  $d$ . Точки  $c$  и  $d$ , равным образом и вспомогательные точки  $e$  и  $f$ , отмечают на трубе возможно резкими меловыми чертами. Этим разметка колена заканчивается, и после этого приступают к возможно равномерному нагреву участка трубы между  $c$  и  $d$ .

Изгибание труб из тонких листовых металлов производится по совершенно другому принципу:



Фиг. 103. Приспособление для изгибания труб из тонкого листового железа.

здесь закругление получается путем образования ряда равномерно расположенных складок на той стороне трубы, которая после изгиба должна представлять внутреннюю сторону закругления. Иначе говоря, посредством подобных складок укорачивают одну сторону трубы, и закругление получается, как результат этой операции, причем другая—наружная—сторона трубы совершенно не должна растягиваться. Работа производится при помощи специальных приспособлений, представление о которых дает фиг. 103.



Некоторой частью своей длины труба насаживается на оправку *D*, диаметр которой равен внутреннему диаметру трубы. Подвижная бабка *E* служит опорой для последней. Одновременно труба удерживается на месте зажимным хомутом *F*, снабженным щеками, верхняя из которых может быть прижата винтом к поверхности трубы. Складки производятся подвижным хомутом (захватом) *G* подобного же устройства. Верхнюю, несколько утоненную щеку этого хомута прижимают винтом к трубе, несколько вдавливая ее в поверхность последней, затем поворачивают вправо рычаг *L*, который тянет за собою хомут *G*, образующий при этом на поверхности трубы складку близ *F*. После этого отпускают щеки обоих зажимных хомутов *F* и *G* и переводят рычаг *L* влево; при этом собачка *i* подает вперед зубчатую рейку *P* и бабку *E* вместе с трубой. Завинчивая нажимные болты обоих зажимных хомутов и снова поворачивая рычаг *L* вправо, делают на трубе вторую складку и т. д. Неподвижность *P* и *E* во время работы обеспечивается второй собачкой. Применяя зубчатые рейки различного шага и пользуясь приспособлением для установки хомута *G*, можно получать закругления различных радиусов.

---



## ЛИТЕРАТУРА.

- А. П. Гавриленко.* Механическая технология металлов. Ч. III (1925). *Орга-Справочник.* Том II (1926).
- Н. Н. Саввин.* Механическая технология металлов. Часть I (1913).
- М. Ф. Соболев.* Фабрикация штампованных изделий (1925).
- И. Калинин и Б. Хасин.* Обработка металлов штамповкой (1927).
- М. Ю. Пиотровский.* Работы по металлу. Кузнечное, слесарное и жестяничное дело (1927).
- Л. А. Борович.* Котельное дело (1910).
- Г. С. Серебряников.* Выдавливание изделий из листовых металлов на токарном станке (1926).
- А. Титов.* Жестяничное дело (1927).
- П. Н. Воскресенский.* Обработка металлов давлением (1927).
- К. Рот.* Руководство тиснения на металлах (1910).
- Портевен.* Штамповка латунных изделий.
- И. К. Михайлов.* Штампы, их устройство и изготовление (1927).
- В. Покрандт.* Горячая штамповка и изготовление штампов (1927).
- J. Jaschke.* Die Blechabwicklungen (1925).
- W. Sellin.* Die Ziehtechnik in der Blechbearbeitung (1926).
- H. Bürkle.* Wirtschaftliche Blechbearbeitung. Einführung in den Schnitt- und Stanzenbau (1926).
- F. Georgi und A. Schubert.* Der Schnitte und Stanzenbau, seine Hilfsmaschinen und Einrichtungen (1927).
- F. Georgi und A. Schubert.* Die Blechbearbeitungstechnik. Das Schneiden, Lochen, Perforieren, Biegen, Falzen, Pressen, Ziehen und Prägen der Metalle, ihre Hilfsmaschinen und Werkzeuge (1917).
- F. Georgi und A. Schubert.* Die Technik der Stanzerei. Das Pressen, Ziehen und Prägen der Metalle.
- F. Georgi und A. Schubert.* Staznen, Prägen, Ziehen und Pressen (1917).
- A. Schubert.* Die Stanz-, Zieh- und Prägetechnik.
- E. Göhre.* Schnitte und Stanzen (1927).
- Guntaris.* Vom Ziehen und vom Sicken (1926).
- A. Wildner.* Der Werkzeug-, Schnitt und Stanzenbau und die Massenfabrikation (1925).



- H. Brasch.* Das Ziehen unregelmässig geformter Hohlkörper (1925).
- J. Randall.* Schablonenlehre für das gesamte Blechbearbeitungsgewerbe (1923). Есть русский перевод.
- H. Rohde.* Der Werkzeugmacher. Heft 7. Stanz- und Ziehwerkzeuge (1925).
- W. Häntzschel-Clairmont.* Der praktische Klempner (1911—1912).
- K. Musiol.* Rechnerische und zeichnerische Methode der Zuschnittvermittlung in der Ziehpressentechnik (1908).
- M. Sommer.* Versuchen über das Ziehen von Hohlkörpern (Diss).
- J. Geller.* Der Einfluss der Drehzahl auf die Werkzeugtemperaturen im Kaltpressen (1927).
- V. Litz, M. Evers u. a.* Spanlose Formung, Schmieden, Stanzen, Pressen, Prägen, Ziehen (Schriften des A. D. B.) (1926). Есть русский перевод.
- Frank A. Stanley.* Punches and Dies.
- Fred H. Colvin.* Practical Die Making.
- J. Woodworth.* Dies, Their Construction and Use for the Modern Working of Sheet Metals (1926).
- Oberlin Smith.* Press-Working of Metals.
- Mills.* Metal Plate Work, its Patterns and their Geometry (1913).
- H. J. Hannover.* Mekanisk Teknologi. II. (1915).
- A. Massenz.* Matrici e punzoni. Loro costruzione e impiego. La moderna lavorazione delle lamiere metalliche (1925).
- G. Comoletti.* Manuale pratico di lattoniere. La pratica lavorazione dei metalli in lastra in tutte le sue applicazioni (1927).

### Журналы:

- Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.*  
*Maschinenbau.*  
*Werkstattstechnik.*  
*Dinglers polytechn. Journal.*  
*Zeitschrift für Metallkunde.*  
*Schnitte und Stanzen* (изд. F. Stoll, Leipzig).  
*Der praktische Maschinen-Konstrukteur.*  
*Machinery.*  
*American Machinist.*  
*Verkstäderna.*  
 Также отдельн. номера *A. E. G. Mitteilungen.*



## ОГЛАВЛЕНИЕ VI ТОМА.

Стр.

### Обработка листовых металлов методами, сходными с ковкой.

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Общие замечания . . . . . | 5 |
|---------------------------|---|

### Обработка котельного железа.

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Загибание листов . . . . .                                   | 7  |
| Отгибание бортов и фланцев и штамповка выпуклых днищ . . . . | 14 |

### Обработка тонких листовых металлов.

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| Материал . . . . .                       | 24 |
| Определение размеров заготовки . . . . . | 28 |
| Выбивание и посадка. . . . .             | 37 |

### Выдавливание на токарных станках.

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Металлодавильное дело . . . . .                               | 43 |
| Выбиваемость металлов . . . . .                               | 45 |
| Машины и инструменты для металлодавильных работ . . . . .     | 46 |
| Отжиг и травление изделий при выдавливании . . . . .          | 61 |
| Практические приемы выдавливания изделий из металла . . . . . | 65 |
| Чеканка . . . . .                                             | 75 |

### Штамповка в формах.

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| Общее понятие о штамповке в формах . . . . .         | 83  |
| Простая штамповка в формах . . . . .                 | 84  |
| Машины и инструменты для штамповки в формах. . . . . | 87  |
| Способ Губера гидравлической штамповки . . . . .     | 97  |
| Другие способы штамповки . . . . .                   | 100 |



| <b>Вытяжка.</b>                                                                           | <b>Стр.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Введение . . . . .                                                                        | 102         |
| Вытяжные пресса . . . . .                                                                 | 106         |
| Вытяжные штампы . . . . .                                                                 | 117         |
| Калибровка вытяжных штампов . . . . .                                                     | 125         |
| Отжиг и травление изделий и пр. . . . .                                                   | 130         |
| Трудные вытяжные работы . . . . .                                                         | 131         |
| Вытяжка без придержки . . . . .                                                           | 138         |
| <b>Свертывание, загибка, закатка, фальцовка и т. д. тонких листовых металлов. . . . .</b> | <b>147</b>  |

**Специальные методы обработки, основанные на свойстве ковкости металлов.**

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| Пунсонирование (ручная чеканка) . . . . .      | 167 |
| Накатка. . . . .                               | 169 |
| Выдавливание тубиков и т. п. изделий . . . . . | 171 |
| Изгибание труб . . . . .                       | 175 |
| Литература . . . . .                           | 189 |





