



Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет) имени И.М.
Губкина

Кафедра трибологии и технологий ремонта нефтегазового оборудования

УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лекция № 22

Преподаватель:
Доцент кафедры ТнТРНГО, к.т.н. Буклаков Андрей Геннадьевич

Москва 2021 год

The background of the slide is a photograph of an industrial setting. In the foreground, a large, glowing yellow-orange cylindrical metal component is being processed, likely in a hot metal bath or furnace. The background shows dark industrial structures and vertical pipes. The right side of the slide features a decorative graphic of overlapping green and white geometric shapes.

Обработка металлов давлением

Штамповка - технологический процесс получения заготовок или деталей в результате пластического деформирования исходной заготовки в *штампах* с частичным или полным ограничением бокового течения металла.

Штамповка осуществляется как в горячем (горячая объемная штамповка), так и в холодном (холодная объемная и листовая штамповка) состояниях.

Горячая объемная штамповка (ГОШ).

Штамповка нагретой ($T_{\text{нагрева}} \geq 0,3 T_{\text{плавления}}$) исходной заготовки называется *горячей объёмной штамповкой*.

Исходная заготовка - прокат круглого, квадратного, прямоугольного и периодического сечения.

Оборудования: паровоздушные молоты, кривошипные гидравлические и механические прессы, горизонтально - ковочные машины (ГКМ).

Инструмент: одноручьевые и многоручьевые открытые и закрытые штампы, пуансон и матрица для ГКМ.

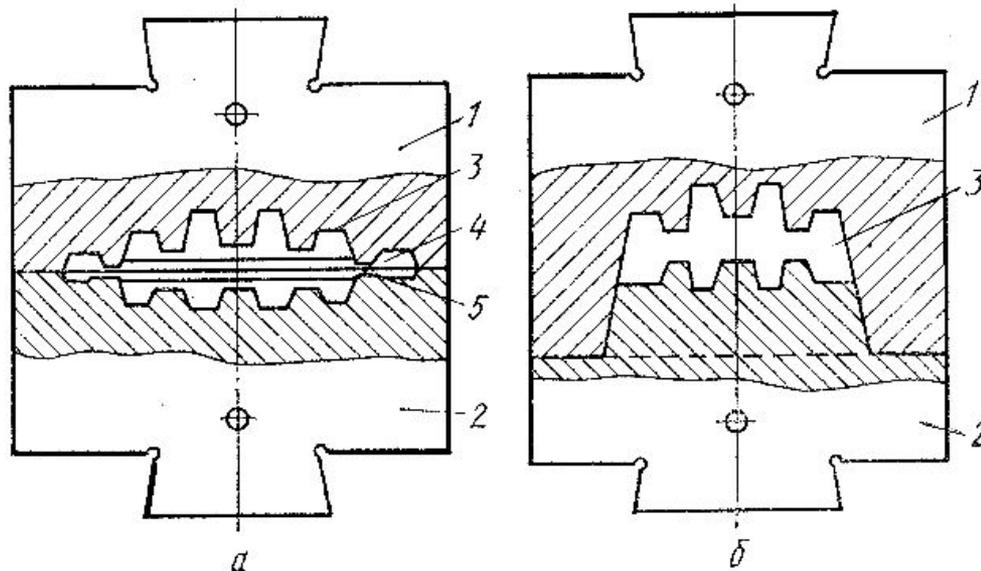
Штамп для объёмной штамповки - специальный инструмент с полостью, которая воспроизводит форму получаемого изделия. Эта формирующая поковку полость штампа называется ручьем.

Изделие, полученное в результате ГОШ называется *штампованной поковкой*

По количеству ручьев различают штамповку в одноручьевых и многоручьевых штампах.

По степени ограничения бокового течения металла различают штамповку в открытых и закрытых штампах.

Технология горячей объемной штамповки (ГОШ)

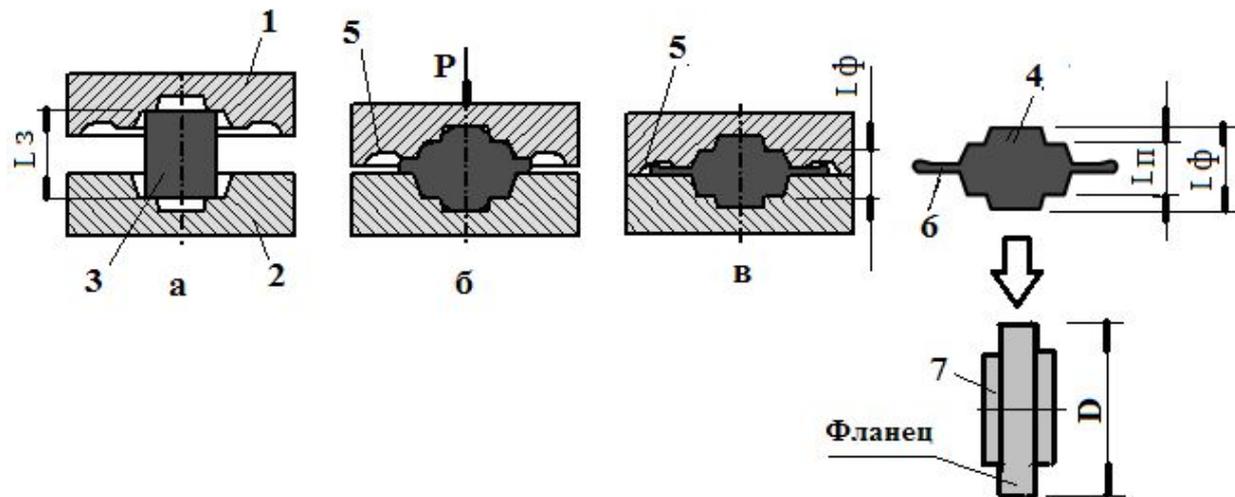


Открытый (а) и закрытый (б) штампы: 1 – верхняя часть штампа, 2 – нижняя часть штампа, 3 – ручей, 4 – заусенец, 5 – мостик

Открытыми называют штампы, в которых вдоль всего внешнего контура штамповочного ручья в плоскости разъема сделана заусенечная канавка.

Закрытыми называют штампы; в которых металл заготовки деформируется в замкнутой полости

Технология горячей объемной штамповки (ГОШ)



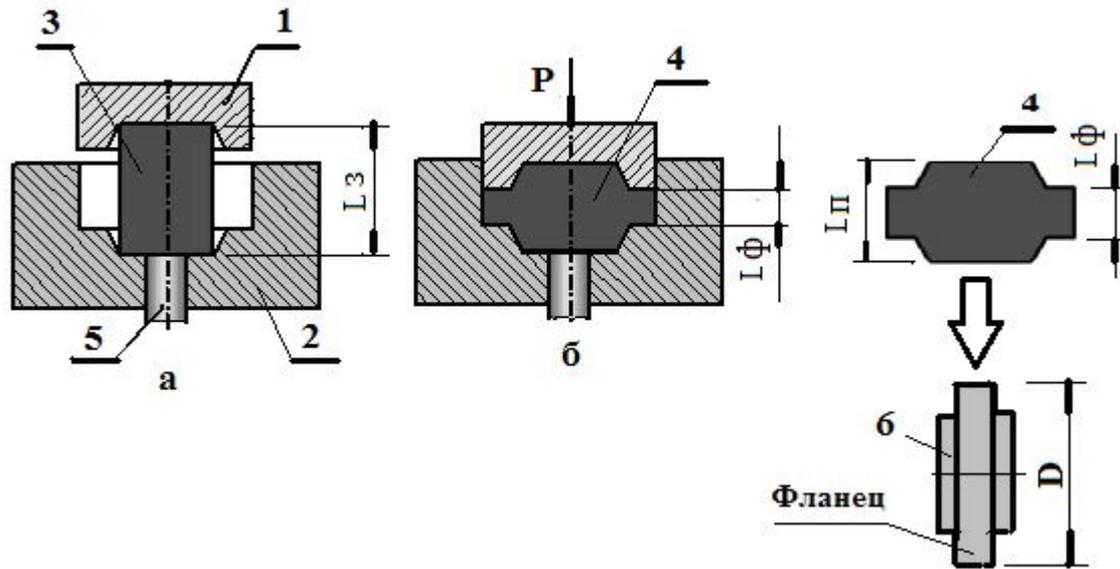
Штамповка в одноручьевом открытом штампе.

1 – верхняя половина штампа; 2 – нижняя половина штампа; 3 – исходная заготовка; 4 – штампованная поковка; 5 – заусенечная канавка; 6 – заусенец или облой; L_3 – высота исходной заготовки; 7 – деталь, полученная в результате последующей обработки штампованной поковки; L_Π – высота штамповонной поковки; L_ϕ – высота фланца штамповонной поковки; D – наружный диаметр детали.

Функции заусенечной (облойной) канавки

- в нее вытекает избыточный объем металла заготовки;
- при соударении верхней и нижней половин штампа заусенец, находящийся в канавке, предохраняет их от жесткого удара, что способствует продлению срока службы штампа;
- мостик заусенечной канавки в виде узкой щели создает в конце штамповки большое сопротивление течению металла, чем способствует лучшему заполнению. ручья

Технология горячей объемной штамповки (ГОШ)

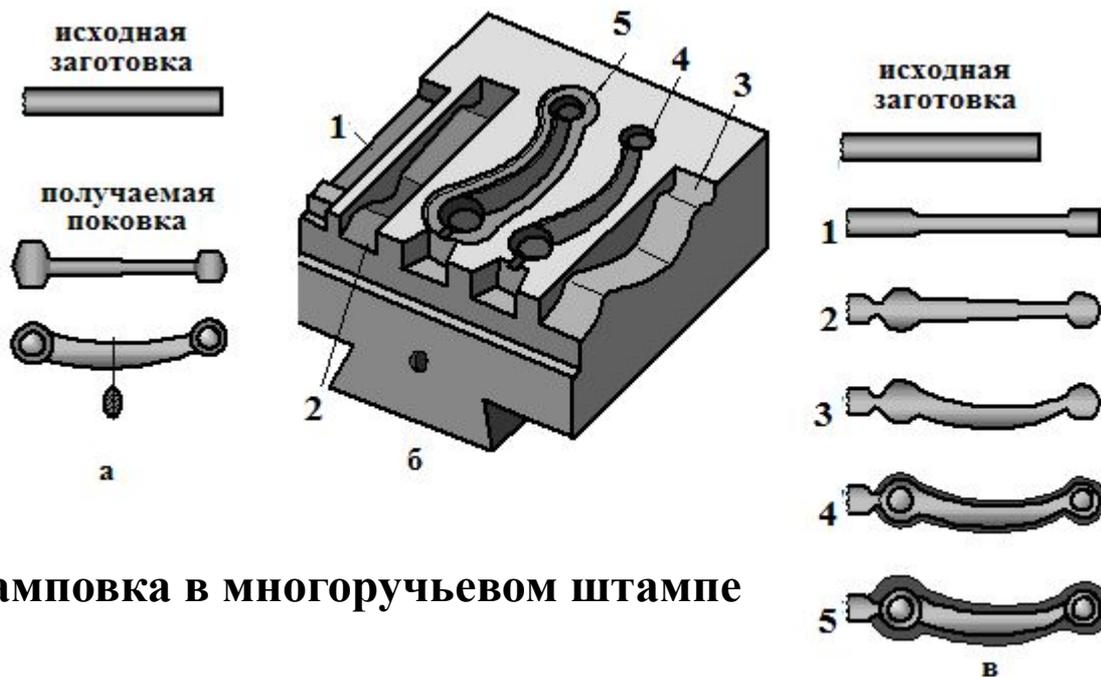


Штамповка в одноручьевом закрытом штампе.

а – исходное положение; б – штамповка;

1 – верхняя половина штампа; 2 – нижняя половина штампа; 3 – исходная заготовка; 4 – штампованная поковка; 5 – выталкиватель (служит для извлечения штампованной поковки из штампа после окончания штамповки); 6 – деталь, полученная в результате последующей обработки штампованной поковки; $L_п$ – высота штамповонной поковки; $L_ф$ – высота фланца штамповонной поковки; D – наружный диаметр детали.

Технология горячей объемной штамповки (ГОШ)

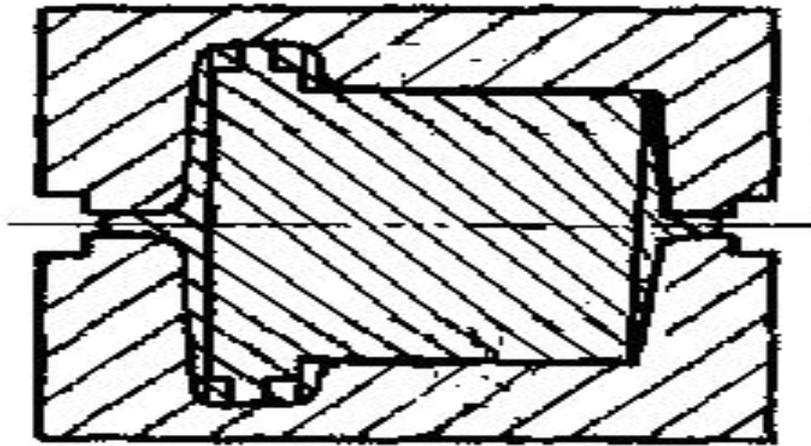


Штамповка в многоручьевом штампе

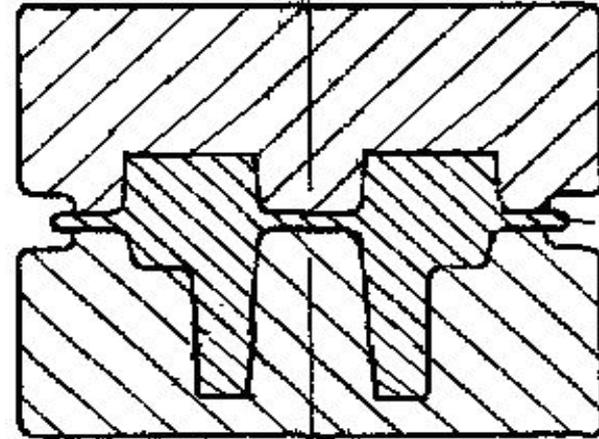
а - исходная заготовка и получаемая поковка; б - многоручьевой штамп; в - переходы штамповки.

1 - 4 - подготовительные ручки б) ; 5 - окончательный ручей б) ;
1 - 4 - предварительная штамповка в); 5 - окончательная штамповка (получение штампованной поковки) в).

Технология горячей объемной штамповки (ГОШ)



а)

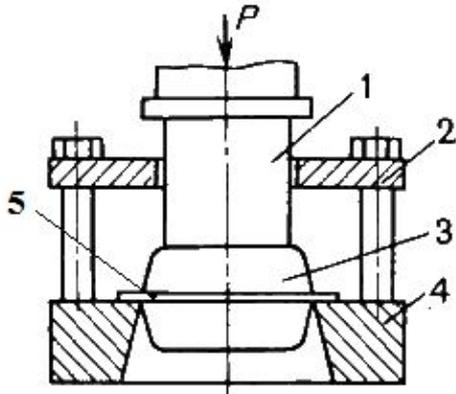


б)

Штамповка плашмя (а) и в торец (б)

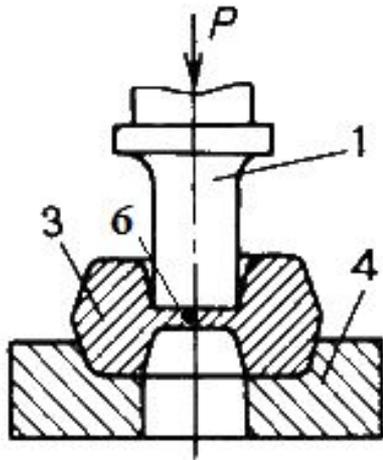
Дополнительные операции при горячей объемной штамповки

Отделочные операции горячей объемной штамповки



При нажатии пуансоном 1 на поковку 3 режущие кромки матрицы 4 срезают заусенец по всему периметру поковки, и она проваливается в тару. Заусенец 5 (если он застревает на пуансоне) снимается с пуансона при его ходе вверх съемником 2 и удаляется в другую тару.

Обрезка заусенца

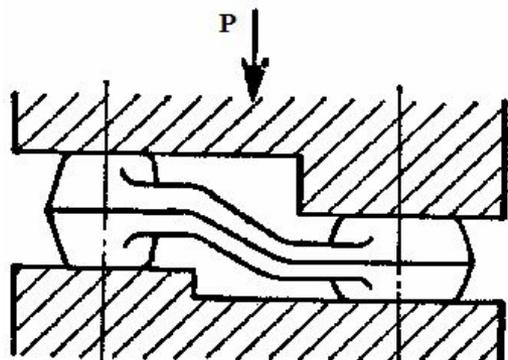


При пробивке перемычек-пленок для получения сквозных отверстий поковку 3 укладывают в матрицу 4 и с помощью пуансона 1 пробивают. Отход 6 (выдра) проваливается в отверстие матрицы и собирается в тару.

пробивка перемычки пленки

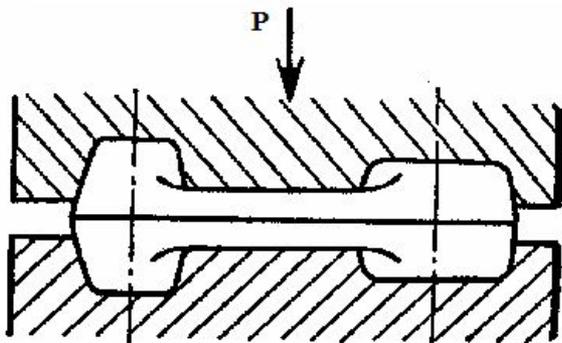
Дополнительные операции при горячей объемной штамповки

Отделочные операции горячей объемной штамповки



Плоскостная калибровка сопровождается свободным течением металла в горизонтальном направлении и обеспечивает получение точных вертикальных размеров. Выполняется на специальных калибровочных прессах.

Поверхностная калибровка



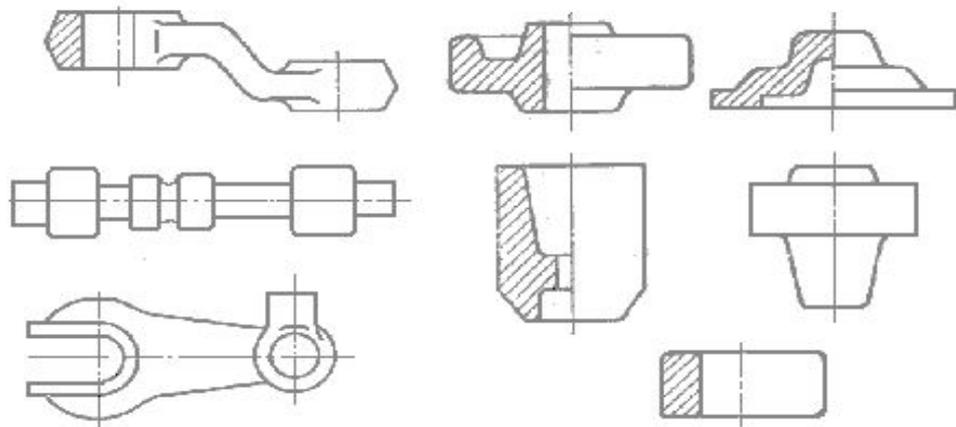
При *объемной калибровке* боковые стенки ручья затрудняют течение металла в горизонтальном направлении. Выполняется на кривошипных горячештамповочных прессах в одноручьевом штампе

Объемная калибровка

Калибровка производится для повышения точности размеров поковок и улучшения качества их поверхностей. Выполняется в холодном и нагретом состоянии.

Точность размеров после калибровки составляет 0,05–0,25 мм, поэтому последующую обработку резанием исключают или ограничивают только шлифованием.

Продукция горячей объемной штамповки



Примеры продукции горячей объемной штамповки в открытых и закрытых штампах

Горячей объемной штамповкой можно изготавливать: шестерни, диски, фланцы, ступицы, крышки, валы, рычаги, шатуны и др.

Требования к технологичности при изготовлении штампованных поковок

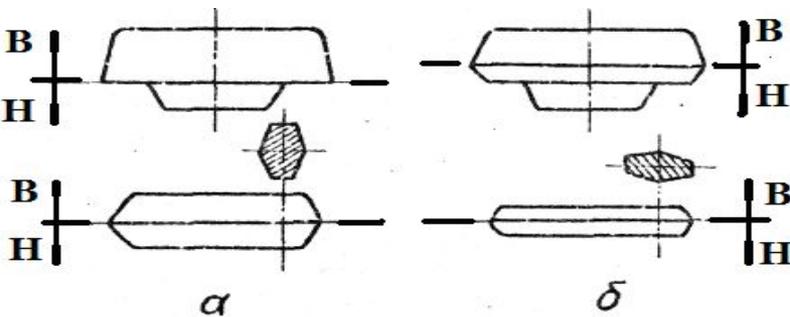
Требования технологичности при изготовлении штампованных поковок

Требования к плоскости разъема штампа

Желательно, чтобы штамп имел один плоский разъем
Плоскость (поверхность) разъема штампа должна быть такой, чтобы поковка легко вынималась из штампа.

Желательно, чтобы плоскость разъема совпадала с плоскостью двух наибольших габаритных размеров детали (при этом полости штампа будут иметь наименьшую глубину)

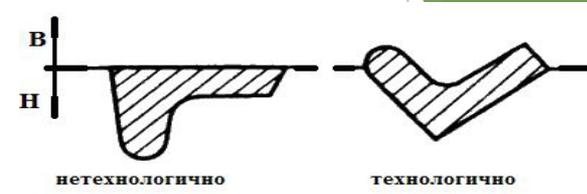
С целью исключения сдвига одной половины штампа относительно другой, плоскость разъема штампа должна пересекать вертикальную, большую по объему поверхность поковки.



В и Н - плоскость разъема штампа
а - нетехнологично б - технологично

Полости (отверстия) в поковке можно получить только в том случае, если их оси будут перпендикулярны плоскости разъема (или направлению перемещения одной из половин штампа (ГКМ))

Желательно плоскость разъема штампа располагать так, чтобы естественные уклоны облегчали удаление поковки из штампа без выталкивателей и без существенного упрощения формы детали.

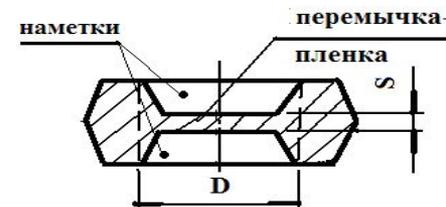


Требования к конструкции поковки

Поковка не должна иметь выступающих частей, мешающих ее удалению из полости штампа.

Для обеспечения благоприятного заполнения полости штампа металлом и удобного извлечения из нее поковки, боковые поверхности поковки должны иметь конструктивные уклоны*

Все пересекающиеся поверхности поковки должны сопрягаться по радиусам скруглений*, что обеспечивает лучшее заполнение полости штампа и предохраняет его от преждевременного износа и поломки
В штампах с одной плоскостью разъема невозможно получить сквозное отверстие в поковке. Выполняется только наметки (углубления) с перемычкой - пленкой, которая в дальнейшем удаляются пробивкой.



$$S \leq 0.1D, \text{ но не менее } 4\text{мм}$$

D – диаметр прошиваемого отверстия (указан на чертеже детали)

S – толщина перемычки-пленки

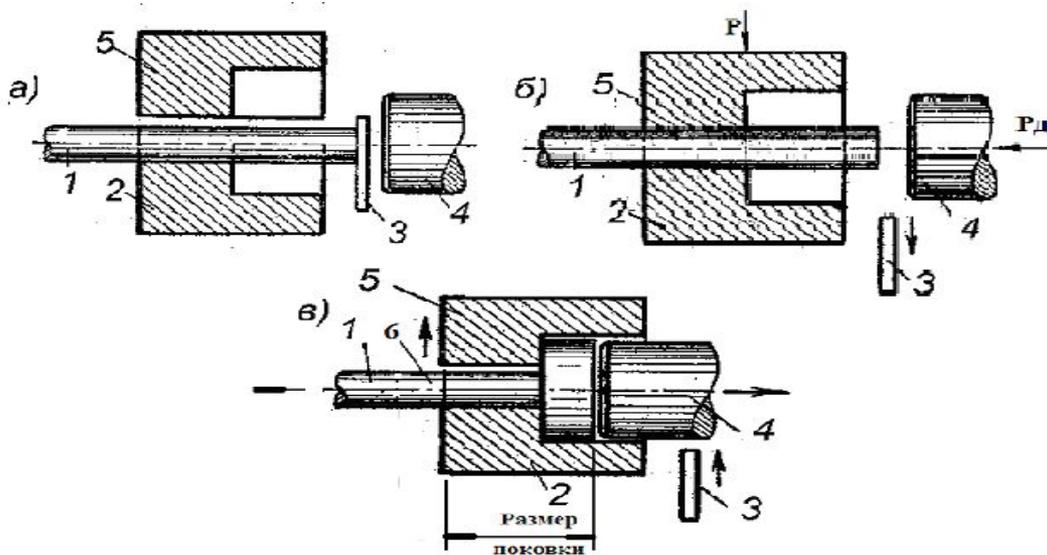
Отверстия диаметром $d < 30$ мм на поковках не выполняются. На них назначаются напуски, а отверстия выполняются механической обработкой

* Уклоны и радиусы скруглений назначаются сверх припусков и напусков

Преимущества и недостатки горячей объемной штамповки

Преимущества	Недостатки
<p>По сравнению с ковкой горячая объемная штамповка обладает следующими преимуществами:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Высокой производительностью, в десятки или сотни раз превышающей производительностьковки;2. Значительно (в 3–4 раза) меньшими допусками и припусками, и лучшим качеством поверхности; после калибровки штамповок допуски могут составлять $\pm 0,05$ мм. Механической обработке в случае необходимости подвергают лишь поверхности, сопряжения со смежными деталями, поскольку остальные поверхности имеют приемлемую точность и шероховатость;3. Возможность получения изделий очень сложной формы, которые нельзя без напусков изготовить ковкой;4. Большой простотой работы штамповщика по сравнению с работой кузнеца и, соответственно, более быстрым обучением первого.	<p>По сравнению с ковкой горячая объемная штамповка обладает следующими недостатками:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Значительное ограничение получаемых изделий по массе (до 3,5 т);2. Намного большие силы деформирования и, соответственно, необходимость использования значительно более мощного оборудования, чем при ковке; это обусловлено тем, что при штамповке одновременно деформируется вся заготовка, а не её часть, причём течение металла затрудняется сопротивлением стенок полости штампа;3. Высокая стоимость специального инструмента – штампа, который значительно более сложен и делается из более качественной инструментальной стали, чем универсальный ковочный инструмент, но при этом может быть использован для изготовления поковки только одного определённого типоразмера.

Штамповка на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ)



Штамповка на горизонтально-ковочной машине (ГКМ)

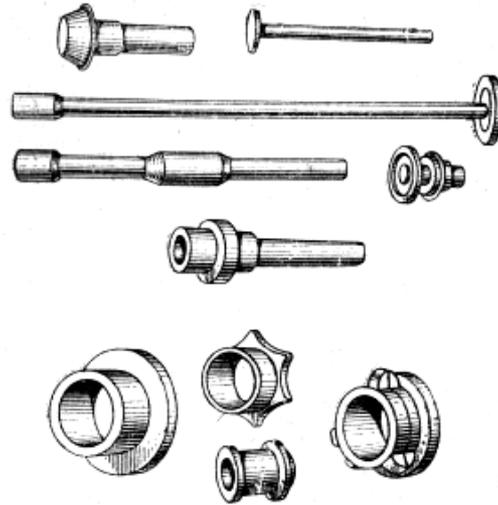
При штамповке на ГКМ применяются многоручьевые закрытые штампы, состоящие из пуансона и разъемных матриц.

Пруток 1 нагретым концом укладывается в неподвижную половину 2 матрицы до упора 3. Пуансон 4 в это время находится в крайнем правом положении (а). Далее (б) подвижная часть 5 матрицы зажимает пруток с усилием P , образуя полость для формирования поковки при деформировании выступающей части прутка. При этом упор 3 автоматически переходит в другое положение (показано стрелкой), а пуансон 4 начинает движение в направлении горизонтальной стрелки. Пуансон деформирует конец прутка с усилием P_d до тех пор, пока не образуется готовая поковка.

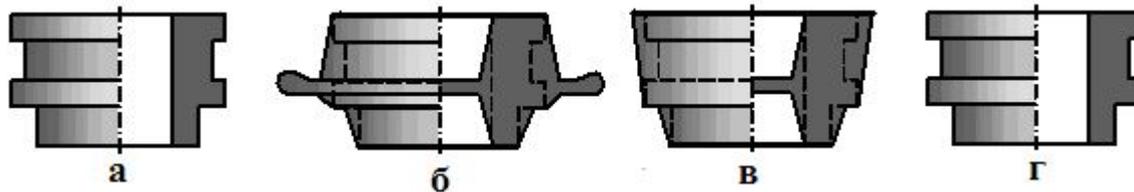
После этого (в) подвижная часть матрицы 5 и пуансон 4 отходят в первоначальное положение (перемещение подвижной части матрицы показано левой вертикальной стрелкой, пуансона – правой горизонтальной стрелкой). Пруток 1 с поковкой 6 переносятся в следующий ручей (показано левой горизонтальной стрелкой), где их отделяют друг от друга. Упор 3 занимает исходное положение (показано правой вертикальной стрелкой). Цикл штамповки повторяется.

Основной операцией при изготовлении поволок на ГКМ является высадка, часто сопровождающаяся прошивкой.

Продукция штамповки на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ)



Типовые поковки, получаемые штамповкой на ГКМ



Поковки ролика, получаемые различными способами штамповки (показаны только напуски; припуски на механическую обработку условно не показаны)
а – требуемое изделие (ролик); *б* – поковка при штамповке в открытом штампе; *в* – поковка при штамповке в закрытом штампе; *г* – поковка при штамповке в закрытом штампе с двумя плоскостями разъёма на ГКМ

Преимущества и недостатки штамповки на ГКМ

Преимущества	Недостатки
<p>1. Высокая производительность (сотни деталей в час),</p> <p>2. Экономия металла (возможность штамповки без заусенца (облоя), штамповочных уклонов, перемычек-пленок)</p>	<p>1. Ограниченность номенклатура получаемых изделий (ГКМ предназначены для штамповки поковок, имеющих форму простых или усложненных выступами или впадинами тел вращения);</p> <p>2. Высокая стоимость ГКМ, которая примерно в 1,5 раза выше, чем стоимость горячей объемной штамповки той же мощности.</p>

Холодная штамповка

Холодная штамповка (ХШ) выполняется без предварительного нагрева исходной заготовки (холодная обработка) или с нагревом до температуры $T_{\text{нагрева}} < 0,3 T_{\text{плавления}}$ (полугорячая обработка). Различают холодную объемную и холодную листовую штамповку.

Холодная объемная штамповка (ХОШ).

Основными операциями холодной объемной штамповки являются: холодное выдавливание, холодная высадка, холодная объемная формовка.

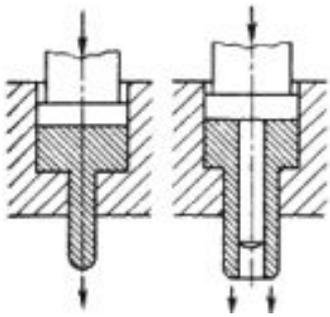
Холодное выдавливание - формообразование сплошных или полых изделий в результате пластического течения металла исходной заготовки из полости штампа через отверстия соответствующей формы. Схема холодного выдавливания аналогична схеме прессования.

Исходная заготовка – в отличие от прессования, исходной заготовкой при выдавливании является обычно не слиток, а заготовка, отрезанная от прутка или (реже) от листа. **Оборудования:** кривошипные гидравлические и механические прессы. **Инструмент:** пуансон и разъемные матрицы. Матрицы выполняются разъемными для обеспечения извлечения из них полученного

Продукция выдавливания. Выдавливанием получают сплошные и полые изделия преимущественно цилиндрической формы. Например: корпуса автомобильных свечей зажигания; детали типа стержня с утолщением, трубки с фланцем, стакана с фланцем; тройники и т. д.

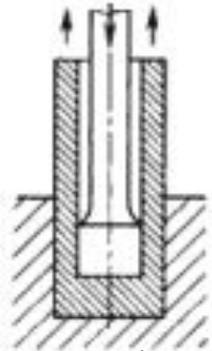
Точность размеров и параметры шероховатости изделий те же, что после обработки резанием

ВЫДАВЛИВАНИЕ



Прямое выдавливание

При *прямом* выдавливании металл течет из матрицы в направлении, совпадающем с направлением движения пуансона. Этим способом можно получить детали типа стержня с утолщением, трубки с фланцем, стаканы с фланцем.



Обратное выдавливание

При *обратном* выдавливании металл течет в направлении, противоположном направлению движения пуансона, в кольцевой зазор между пуансоном и матрицей для получения полых деталей с дном

Усилие прессы для выдавливания определяют по формуле:

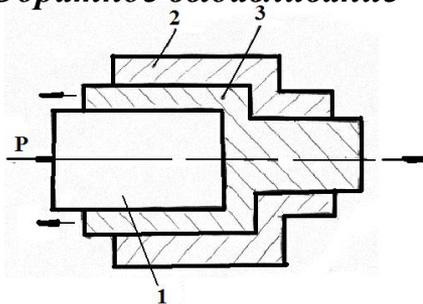
$$P = p * F,$$

где: p — удельное усилие выдавливания;

F — проекция площади пуансона на плоскость, перпендикулярную направлению выдавливания

1 — пуансон; 2 — разборная матрица; 3 — обрабатываемый металл; P — усилие выдавливания.

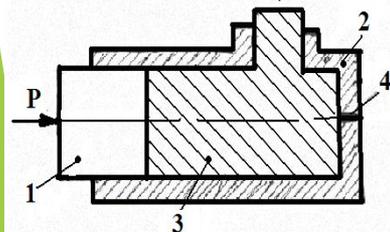
При комбинированном выдавливании металл исходной заготовки течет как в направлении, совпадающем с направлением движения пуансона 1, так и в противоположном направлении



Комбинированное выдавливание

1 — пуансон; 2 — разборная матрица; 3 — обрабатываемый металл; 4 — разъем матрицы; P — усилие выдавливания.

При боковом выдавливании металл течет в боковое отверстие (или несколько отверстий) матрицы под углом к направлению движения пуансона



Боковое выдавливание

Холодная высадка

Холодная высадка – операция уменьшения части длины исходной заготовки с получением местного увеличения поперечных размеров.

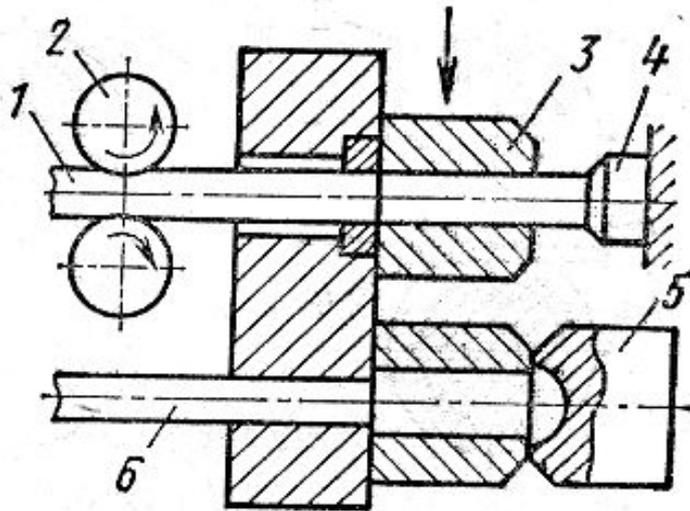
Исходная заготовка: пруток, проволока.

Оборудования: холодновысадочные автоматы.

Инструмент: пуансон и матрица.

Процесс холодной высадки похож на процесс штамповки на горизонтально-ковочных машинах.

Получаемая продукция: заклепки, болты, винты, гвозди и т.д.



1 - пруток , 2- ролики, 3- матрица,
4- упор, 5- высадочный пуансон,
6- толкатель

Схема штамповки на холодновысадочном одноударном автомате

Холодная объёмная формовка

Холодная высадка – операция по приданию заготовке формы детали путем заполнения полости штампа металлом заготовки.

Исходная заготовка: прокат круглого, квадратного, прямоугольного и периодического сечения.

Оборудования: холодновысадочные автоматы.

Инструмент: открытые штампы.

Процесс холодной высадки похож на процесс штамповки на горизонтально-ковочных машинах.

Получаемая продукция: изделия сложной формы, со сравнительно высокой точностью размеров и качеством поверхности..

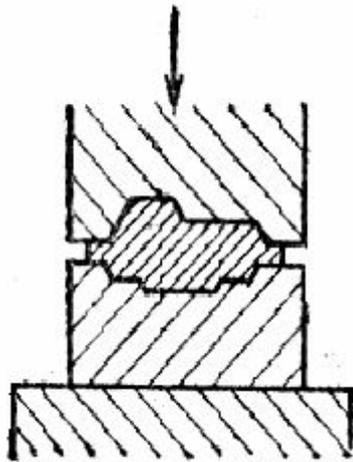
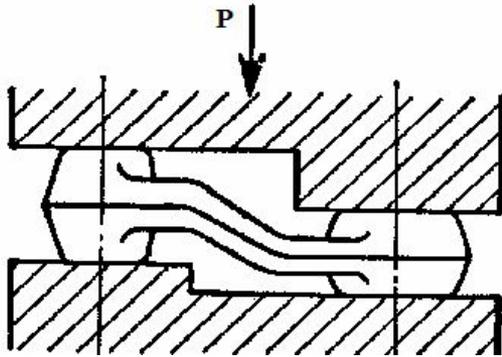


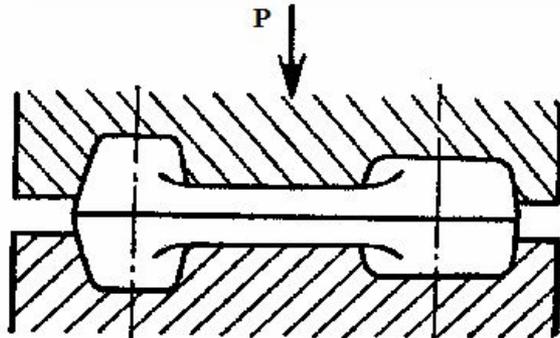
Схема холодной объемной формовки

Дополнительные операции холодной штамповки



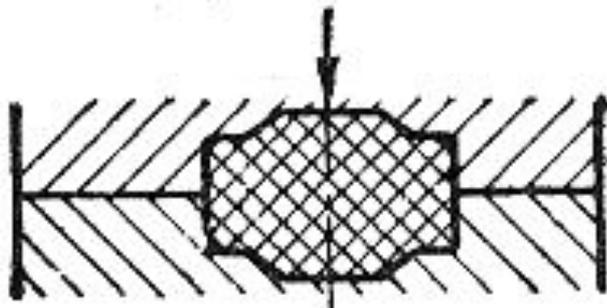
Плоскостная калибровка сопровождается свободным течением металла в горизонтальном направлении и обеспечивает получение точных вертикальных размеров. Выполняется на специальных калибровочных прессах.

Поверхностная калибровка



При *объемной калибровке* боковые стенки ручья затрудняют течение металла в горизонтальном направлении. Выполняется на кривошипных горячештамповочных прессах в одноручьевом штампе

Объемная калибровка



Холодная чеканка

Чеканка – предназначена для создания на поверхности детали сложного рельефа

Преимущества и недостатки холодной объемной штамповки

Преимущества	Недостатки
<p>1. Холодная деформация без предварительного нагрева исходной заготовки позволяет получать бóльшую размерную точность и лучшее качество поверхности по сравнению с обработкой давлением при высоких температурах.</p> <p>2. Холодная деформация значительно повышает производительность и облегчает применение средств механизации и автоматизации производства.</p>	<p>1. Возможность обработки только пластичных металлов.</p>

Холодная листовая штамповка (ХЛШ)

Холодная листовая штамповка — это способ изготовления плоских и объемных тонкостенных изделий из листов, полос или лент с помощью штампов.

Оборудование: прессы или без их применения (беспрессовая штамповка)

Инструмент: штампы

Исходная заготовка - лист.

В зависимости от толщины листа-заготовки штамповку можно условно разделить на тонколистовую (толщина листа меньше 4 мм) и толстолистовую (толщина листа от 4 до 20 мм). Листовой металл толщиной свыше 15 мм, как правило, штампуют в горячем состоянии

Все операции листовой штамповки делят на две группы:

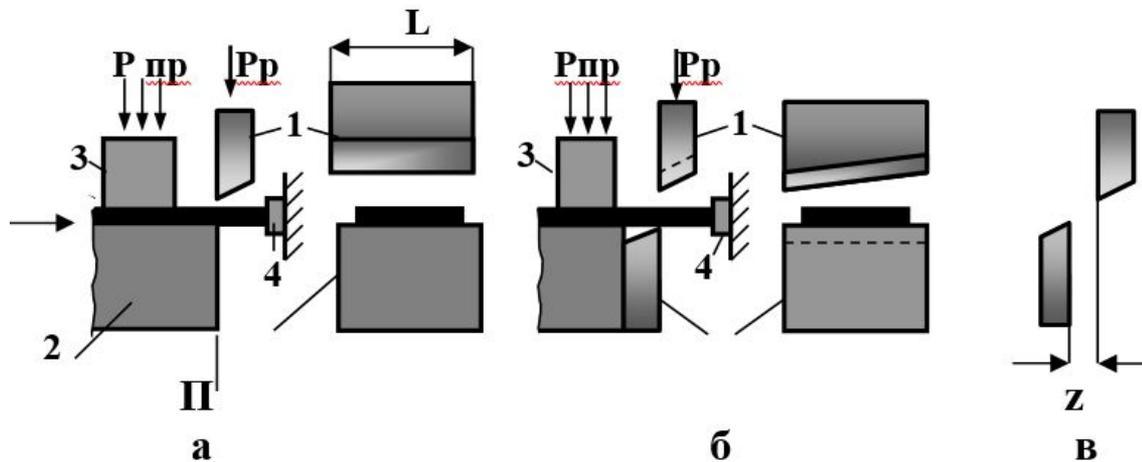
- разделительные, в результате которых происходит отделение одной части заготовки от другой по заданному контуру,
- формоизменяющие, предназначенные для получения изделия пространственной формы путем пластической деформации.

К разделительным операциям относятся **отрезка, вырубка, пробивка**

К формоизменяющим операциям: **правка, гибка, вытяжка, протяжка, формовка, отбортовка**

Разделительные операции

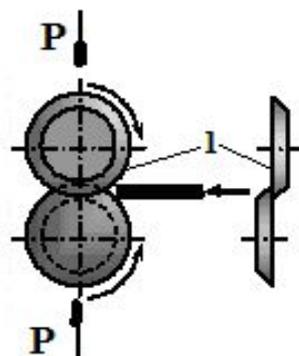
Отрезка – разделение исходной заготовки на части по замкнутому или незамкнутому контуру



1 – подвижный нож;
2 – опорный нож;
3 – прижим;
4 – упор;
 $R_{пр}$ – усилие прижима исходной заготовки;
 R_r – усилие реза исходной заготовки

Параллельные и гильотинные листовые ножницы

а - параллельные ножницы; б – гильотинные ножницы.



1 – вращающиеся ножи

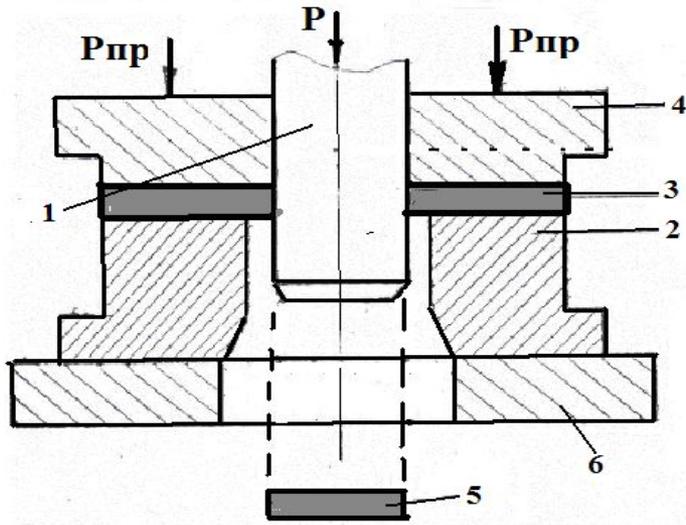
Дисковые листовые ножницы.

Разделительные операции

Вырубка и пробивка

Оборудование: механические или гидравлические прессы.

Инструмент: пуансон, матрица.



1-пуансон, 2- матрица, 3- изделие при пробивке, 4-прижим, 5-изделие при вырубке; 6 – опора;
P пр – усилие прижима исходной заготовки; P – усилие вырубки (пробивки).

Вырубка и пробивка

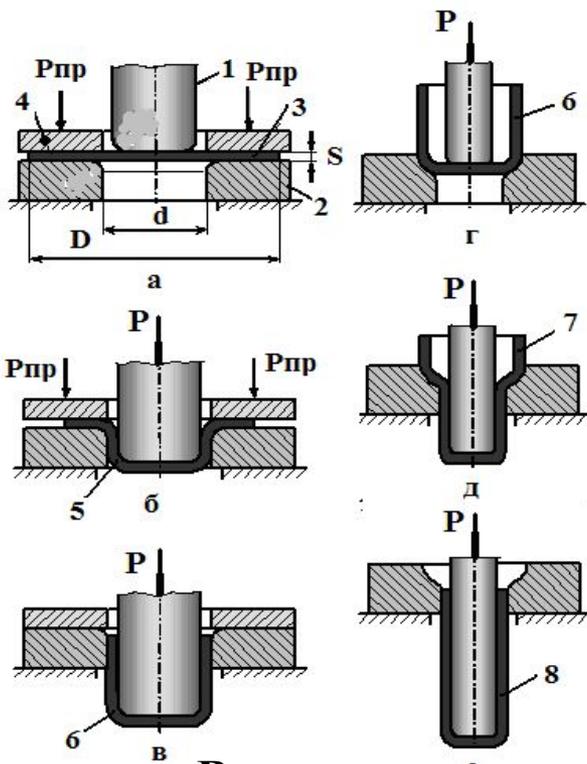
Вырубка – разделение исходной заготовки по замкнутому контуру, когда изделием является часть заготовки 5, смещаемая в матрицу.

Пробивка – разделение исходной заготовки по замкнутому контуру, когда изделием является часть заготовки с пробитым отверстием 3, не смещаемая в матрицу.

Операции формоизменения

Оборудование: механические или гидравлические прессы.

Инструмент: пуансон, матрица.



Вытяжка.

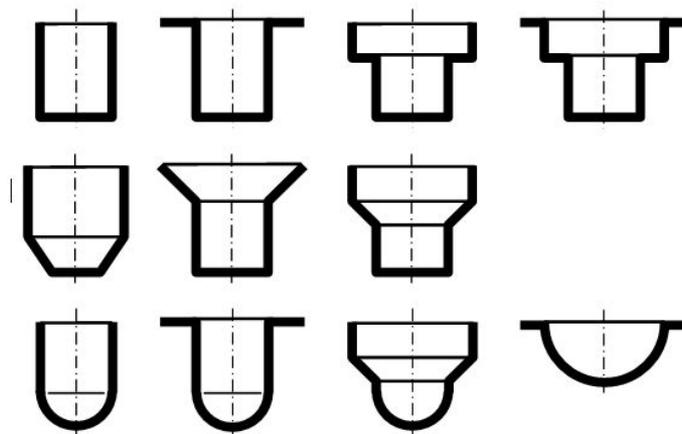
Условие вытяжки без разрушения металла:

$$m_b = D / d = 1,8 - 2,1$$

где: m_b – коэффициент вытяжки.

Если $m_b > 2,1$ – вытяжка выполняется за несколько переходов

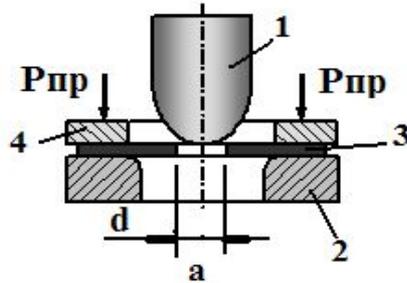
Вытяжка - операция формоизменения плоской исходной заготовки в объемную полую деталь
а – исходное положение; *б* – *е* – переходы вытяжки;
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – исходная заготовка;
4 – прижим; 5 – заготовка для следующего перехода или продукция вытяжки; 6 - заготовка для следующего перехода или продукция вытяжки; 7 - заготовка для следующего перехода или продукция вытяжки; 8 - продукция вытяжки;
 $P_{пр}$ – усилие прижима заготовки; P – усилие вытяжки.



Примеры продукции, полученной после вытяжки.

Операции формоизменения

Отбортовка - операция образования в изделии с предварительно пробитым отверстием борта или горловины



a – исходное положение; *б* – отбортовка

1- пуансон; 2- матрица; 3- исходная заготовка, 4- прижим; 5- продукция отбортовки; $R_{пр}$ – усилие прижима заготовки; P – усилие отбортовки.

Условие увеличения диаметра отверстия исходной заготовки без разрушения металла:

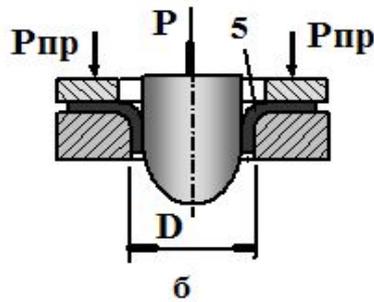
$$m_o = D / d = 1,2 - 1,8$$

где: m_o – коэффициент отбортовки.

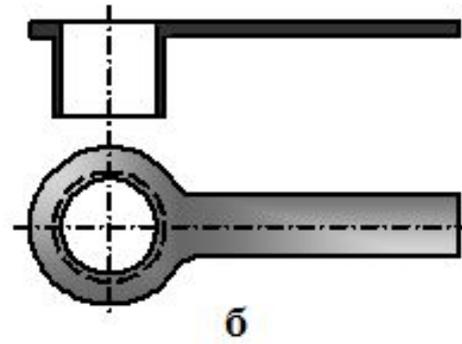
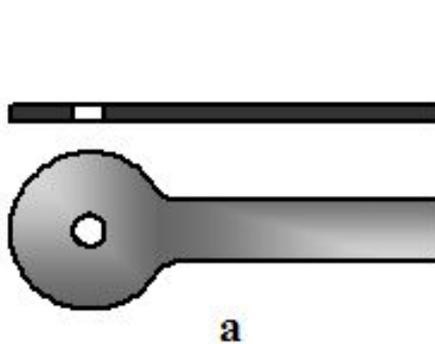
Если $m_o > 1,8$ – отбортовка выполняется за несколько переходов.

Условие перпендикулярности стенок:

$$d / D \geq 0,5$$



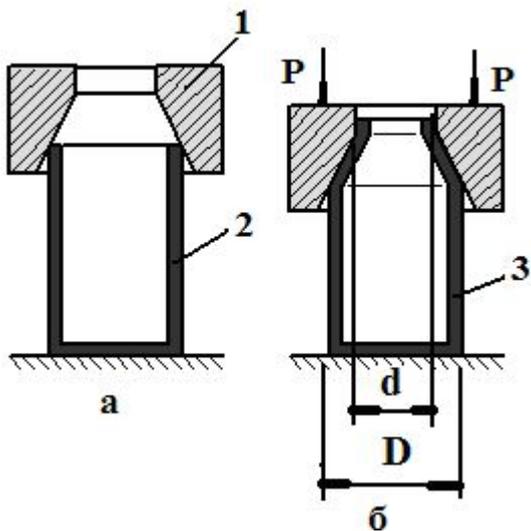
Отбортовка



Примеры продукции, полученной после отбортовки:

a – заготовка для отбортовки; *б* – готовое изделие

Операции формоизменения



Обжим

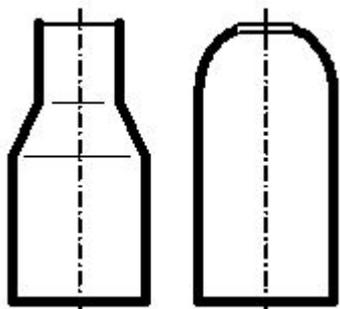
Обжим – операция уменьшения диаметра краевой части исходной заготовки.

а – исходное положение; б – обжим;
1 – матрица; 2 – исходная заготовка;
3- продукция обжима;
P – усилие обжима.

Условие уменьшения диаметра исходной заготовки без разрушения металла:

$$d = (0,7 - 0,8)D$$

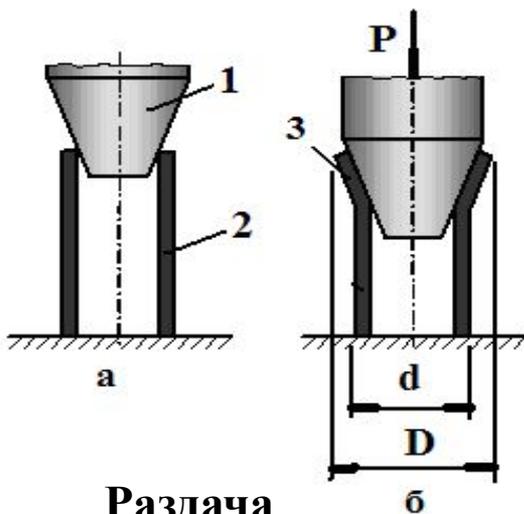
Если $d < (0,7 - 0,8)D$, обжим выполняется за несколько переходов.



Примеры продукции, полученной после обжима

Операции формоизменения

Раздача – увеличение диаметра цилиндрической заготовки на краевом участке исходной заготовки



Раздача

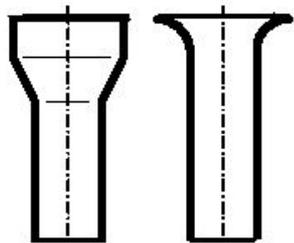
а – исходное положение; б – раздача;
1 – пуансон; 2 – исходная заготовка;
3 – продукция раздачи;
P – усилие обжима.

Условие отсутствия разрушения металла при увеличении диаметра исходной заготовки:

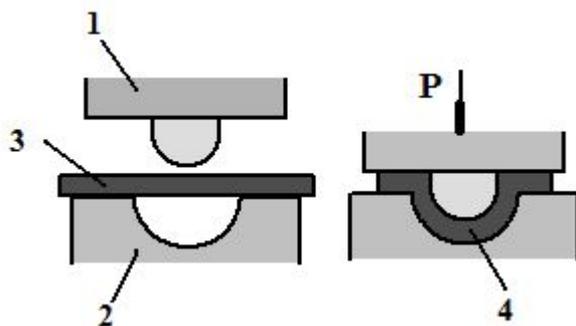
$$m_p = D / d = 1,2 - 1,8$$

где: m_p – коэффициент раздачи.

Если $m_p > 1,8$ – раздачу выполняют за несколько переходов



Примеры продукции, полученной после раздачи



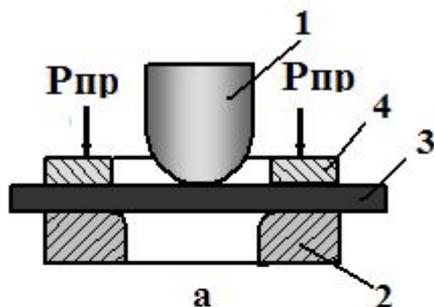
Гибка

Гибка - придание заготовке изогнутой формы

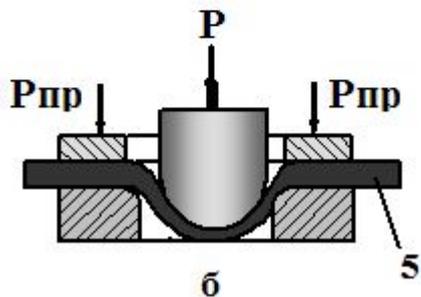
а – исходное положение; б – гибка;
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – исходная заготовка;
4 – изделие гибки;
P – усилие гибки.

В местах изгиба наружные слои растягиваются, а внутренние сжимаются. Между ними расположен нейтральный слой, не испытывающий ни сжатия, ни растяжения. По его развернутой длине определяют длину заготовки до гибки. Гибка осуществляется под действием как пластических, так и упругих деформаций. После снятия нагрузки упругие деформации исчезают, приводя к изменению формы заготовки. В следствии этого форма детали после гибки не будет соответствовать форме штампы, отличаясь от нее на величину угла пружинения.

Операции формоизменения



а

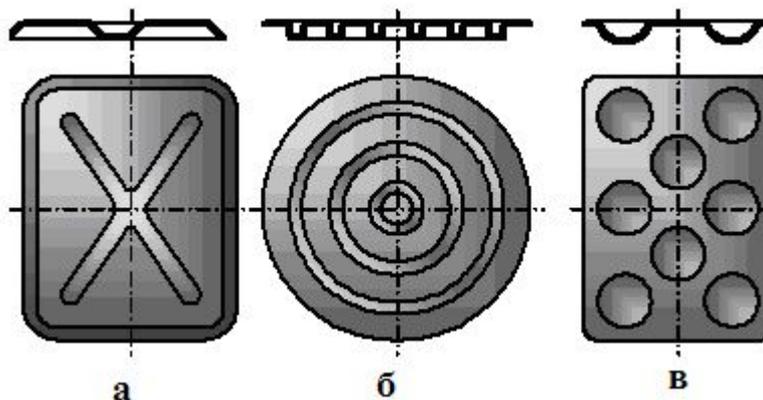


б

Формовка – операция получения местных углублений и выпуклостей в исходной заготовке при неизменных её габаритных размерах в результате утонения листа в зоне деформации

а – исходное положение; *б* – формовка;
1- пуансон; 2- матрица; 3- исходная заготовка,
4- прижим; 5- продукция формовки;
 $R_{пр}$ – усилие прижима заготовки;
 R – усилие формовки.

Формовка.



а

б

в

Примеры продукции, получаемой формовкой:

а – диагональные рёбра жёсткости; *б* – кольцевые рёбра жёсткости;
в – сферические углубления

Преимущества и недостатки холодной листовой штамповки

Преимущества	Недостатки
<p>1. Возможность изготовления изделий сложной формы, прочных и жёстких при минимальной металлоёмкости.</p> <p>2. Высокая точность штампуемых изделий.</p> <p>3. Хорошее качество поверхности получаемых изделий, что наряду с их точностью в большинстве случаев позволяет полностью исключить последующую механическую обработку или свести её к минимуму.</p> <p>4. Сравнительно небольшие отходы металла.</p> <p>5. Высокая производительность труда.</p> <p>6. Простота механизации и автоматизации процесса.</p> <p>7. Сравнительно низкая стоимость изготавливаемых изделий.</p>	<p>По сравнению с холодной объёмной штамповкой листовая штамповка имеет следующие недостатки:</p> <p>1. Листовой прокат дороже круглых, квадратных или прямоугольных профилей той же массы, в связи с чем, например, стакан, полученный холодным выдавливанием, будет дешевле такого же стакана, полученного листовой штамповкой.</p> <p>2. Значительно бóльшие проблемы с потерей устойчивости, которые приводят к искажению формы отштампованных изделий.</p> <p>4. Невозможность получить углы без радиусных закруглений, которые обычно имеют значительную величину.</p>

Основные дефекты проката и поковок

При прокатке заготовок могут возникать следующие дефекты: трещины, волосовины, плены, закаты.

Трещины образуются из-за недостаточного предварительного нагрева исходной заготовки или при большом обжатии изделия в валках прокатного стана.

Волосовины появляются на поверхности проката в виде вытянутого волоса в тех местах металла, где были газовые пузыри, раковины.

Плены возникают при прокатке некачественных слитков.

Закаты - это дефекты наподобие складок, получающиеся при несоблюдении технологии прокатки.

В кузнечно-штамповочном производстве могут быть следующие основные виды брака: забоины, недоштамповка, перекося.

Забоины или **вмятины** - повреждения поковки, образующиеся при неточной укладке заготовки в ручей штампа перед воздействием на нее силового инструмента.

Недоштамповка - это увеличение поковки по высоте, возникающее из-за недостаточной деформации исходной заготовки под действием силового инструмента. **Перекося** или **смещение** - это вид брака, при котором верхняя половина поковки смещается или перекашивается относительно нижней.

Устранение дефектов и брака достигается правильным выполнением технологических процессов прокатки, ковки и штамповки.

Спасибо за внимание!