

ОПД 06 Процессы формообразования и инструменты

Тема: Горячая ковка и штамповка. Холодная объемная и листовая штамповка

Задание для студентов

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. *Дополнительную информацию по данной теме можно получить по ссылкам:*

Как выбрать заготовку для детали Отливка поковка штамповка прокат	https://www.youtube.com/watch?v=0lj3VKKhP&t=4s
Изготовление поковок на молоте	https://www.youtube.com/watch?v=utZk4UyOE5k
Обработка металлов давлением	https://www.youtube.com/watch?v=46moDEH34C4&t=5s
Ковка металлов	https://www.youtube.com/watch?v=h0dAKjB0MGc
Ковка и штамповка. Листовая штамповка	https://www.youtube.com/watch?v=SSBFywFvwU0
Горячая штамповка металла, автоматизированные линии	https://www.youtube.com/watch?v=qlTDJtc7OQU&t=5s
Штамповка болтов	https://www.youtube.com/watch?v=0wHkVS15ZDU
Штамповка автомобильных деталей	https://www.youtube.com/watch?v=KEBufue32mg

3. Составить конспект лекции. Обязательно изобразить рисунок 1 - Операции свободной ковки (и подписать все операции)
4. Ответить на контрольные вопросы в **письменном** виде
5. Предоставить **конспект лекции и ответы** на контрольные вопросы в электронном виде на проверку.

С уважением, *Гнатюк Ирина Николаевна.*

При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46

Работы отправлять на электронную почту ira.gnatyuk.60@inbox.ru

ЛЕКЦИЯ

План

1. Горячая ковка и штамповка

2. Холодная объемная и листовая штамповка

Свободная ковка и штамповка

Ковкой и штамповкой изготавливают металлические изделия — поковки, из которых затем получают детали, идущие в сборку машин, приборов, агрегатов и т. п. В ряде случаев штамповкой получают непосредственно готовые детали.

Поковка отличается от детали припуском — определенным слоем металла поковки, снимаемом при последующей механической обработке.

Ковку и штамповку применяют почти во всех отраслях промышленности и особенно в машиностроении. В кузнечно-прессовом производстве различают свободную ковку и штамповку металла.

Свободная ковка

Свободную ковку, осуществляемую с применением пресса или молота, называют *машинной свободной ковкой*. *Ручную свободную ковку* применяют только для штучного изготовления мелких поковок, главным образом, в ремонтных мастерских и цехах. Небольшие партии крупных (массой свыше 350 кг) и средних поковок изготавливают только методом свободной машинной ковки. При машинной ковке заготовки подают к молоту или прессу вручную или специальными машинами (манипуляторами, кранами и др.). Для облегчения труда по перемещению заготовки в процессе ковки применяют вспомогательный инструмент — патроны, вилки, клещи.

Исходный материал для свободной ковки — слитки, блюмы и прокат различных размеров. Массу заготовки Озаг определяют исходя из размеров и конфигурации поковки:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{отх}} + Q_{\text{уг}} + Q_{\text{обс.}}$$

где $Q_{\text{п}}$ — масса поковки;

$Q_{\text{отх}}$ — масса отходов;

$Q_{\text{уг}}$ — масса угары;

$Q_{\text{обс.}}$ — масса отходов при обсечке.

При ковке слитков отходы составляют 25-30% массы слитка. Угар принимают в размере 2-3% массы заготовки при нагреве в пламенных печах и 1,5-2% при каждом последующем подогреве. Масса обсечек зависит от сложности поковки и способа ее изготовления; для простых поковок она равна 5-8%, для отдельных сложных поковок — до 30% массы заготовки.

Основные операции свободной ковки — осадка, протяжка, разгонка, рубка, прошивка, раскатка, передача металла.

При **осадке** (рисунок 1,а) площадь поперечного сечения заготовки увеличивается за счет уменьшения ее высоты. Во избежание продольного

изгиба высота осаживаемой заготовки должна составлять не более 2,5 ее диаметра или толщины. Осаживание части заготовки называют высадкой (рисунок 1,б). Высадку можно осуществить при нагревании соответствующей части заготовки (конца или середины) или ограничивая деформацию заготовки на некоторой ее части кольцевым инструментом **K**.

При **протяжке** (рисунок 1, в) длина заготовки увеличивается за счет уменьшения площади ее поперечного сечения. Протяжку можно вести с края заготовки и с середины. Операцию протяжки с поворотом заготовки вокруг оси на 90° называют **протяжкой с кантовкой**. Для интенсификации процесса протяжки необходимо уменьшать уширение. Это достигается путем уменьшения подачи *a*. Практически подача *a* составляет 0,4—0,75 ширины бойка **B**. Коэффициент уковки при протяжке определяют отношением конечной длины поковки к исходной длине заготовки или отношением площади поперечного сечения заготовки к конечному сечению поковки. За каждое обжатие коэффициент уковки составляет примерно 1,3.

Разгонка металла по длине заготовки (рисунок 1,г) достигается путем обработки ее отдельных участков; при этом ось заготовки располагают перпендикулярно к ширине бойка.

Для разделения заготовки на несколько частей применяют **рубку**(рисунок 1,д) соответствующим рабочим инструментом **I**.

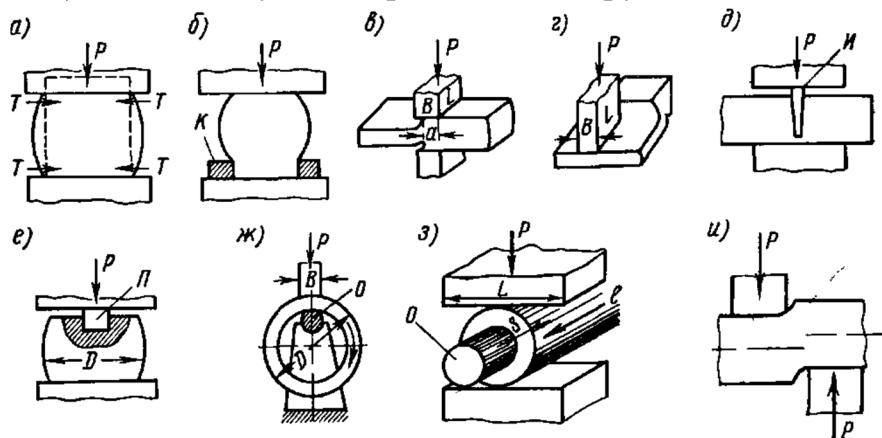


Рисунок 1 - Операции свободной ковки

Для получения сплошных или глухих отверстий в заготовке применяют **прошивку** (рисунок 1,е) прошивием **P**. Прошитые заготовки можно подвергать **раскатке по диаметру D** (рисунок 1,ж) с применением оправки **O**, что приводит к утонению стенки кольца и увеличению его диаметра (длинная ось бойка параллельна оси кольца); или **протяжке вдоль оси** (рисунок 1,з), при которой возрастает длина **I** кольца вследствие утонения его стенки **5** (длинная ось бойка перпендикулярна оси кольца).

Машины и инструмент для свободной ковки. При свободной ковке мелких изделий обычно применяют пневматические ковочные молоты,

крупных поковок — паровоздушные ковочные молоты, очень крупных — гидравлические прессы.

Пневматический ковочный молот (рисунок 2) имеет два цилиндра: компрессорный 9 и рабочий 8. Поршень 13 компрессорного цилиндра нагнетает воздух, приводящий в движение рабочий поршень 12. Возвратно-поступательное движение поршня компрессорного цилиндра осуществляется кривошипно-шатунным механизмом 14 от мотора 11 через редуктор 10.

Между компрессорным и рабочим цилиндрами молота имеется воздухораспределительное устройство, состоящее из кранов 7 и 6 с каналами; через них сжатый воздух направляется в рабочий цилиндр (попеременно снизу и сверху) и соответственно перемещает бабу молота вверх и вниз. Переключение кранов осуществляется путем нажатия ножной педали 1 или рукоятки. Управляя распределением воздуха, можно регулировать перемещение бабы молота. Верхний боек 5 и нижний 4 крепятся к бабе молота и к подушке 3 специальными клиньями.

Стальная подушка 3 установлена на массивном основании молота — шаботе 2, который не связан со станиной молота.

Масса падающих частей пневматических молотов (поршень, шток и баба) изменяется в пределах от 50 кг до 1 т. Масса шабота должна быть в 15—20 раз больше массы падающих частей. Число ударов 70-190 в мин.

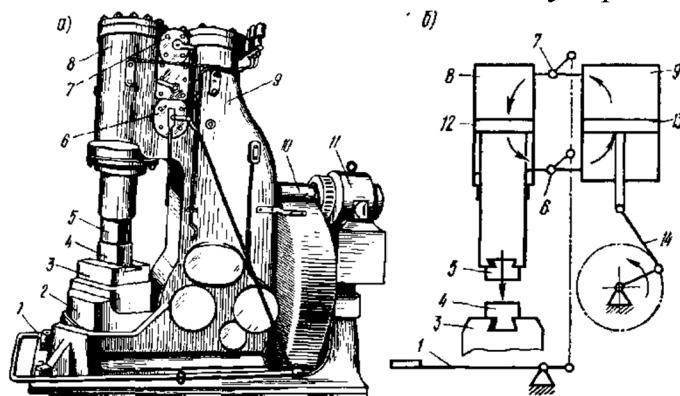


Рисунок 2 - Пневматический ковочный молот:
а — общий вид; б — кинематическая схема

Паровоздушные ковочные молоты приводятся в действие паром или сжатым воздухом от соответствующих установок. Имеются два их типа: молоты простого и двойного действия. В молотах первого типа пар или воздух осуществляет только подъем подвижных частей молота (встречаются редко). В молотах второго типа пар или воздух поднимает подвижные части молота и дополнительно увеличивает энергию удара молота.

Паровоздушный молот может выполнять единичные и множественные

(автоматические) удары бойка о поковку, а в необходимых случаях прижимать поковки бойком к наковальне. Масса падающих частей паровоздушных молотов составляет 0,5— 5 т; давление пара или воздуха равно 0,6—0,8 МН/м² (МПа).

Гидравлический пресс для ковки металла.

Механизмы управления гидравлическим прессом сосредоточены в одном месте — распределителе, имеющем рукоятку и перепускные клапаны.

Рабочей жидкостью пресса является вода, некоторые виды эмульсии, минеральное масло под давлением до 29,5 МН/м²(МПа). Гидравлические прессы для ковки металла могут развивать усилие на бойках в пределах 3-15МН.

При свободной ковке применяют следующий **инструмент**: бойки (плоские, вырезные и круглые), патроны, осадочные плиты, оправки, топоры, прошивни и др.

Горячая штамповка

Различают объемную и листовую штамповку металла в нагретом и холодном состояниях.

При **объемной штамповке** деформируется весь объем металла и его истечение ограничивается полостью штампа. Штамп состоит обычно из двух разъемных частей, которые в собранном виде создают одну или несколько внутренних полостей, называемых *ручьями*.

Объемная горячая штамповка имеет ряд преимуществ по сравнению со свободной ковкой: достигается более высокая производительность труда, уменьшаются отходы металла, обеспечивается более высокая точность изделия при лучшем состоянии его поверхности.

Технология горячей объемной штамповки. Исходными материалами являются сортовой прокат различного сечения, некоторые профили периодической прокатки и другие заготовки.

Технологический процесс горячей объемной штамповки состоит из разделки проката на заготовки необходимой массы (мерные заготовки); нагрева заготовок; штамповки заготовок; термической обработки поковок; отделки поковок. В соответствии с этими операциями в цехах горячей штамповки имеются заготовительное, штамповочное, термическое и отделочные отделения.

При проектировании технологического процесса необходимо учитывать ряд факторов: форму и размеры готового изделия, требуемую точность его изготовления, пластичность металла, программу выпуска. С учетом этих факторов выбирают тип машины для горячей штамповки. Затем

по чертежу изделия выполняют чертеж поковки с учетом припусков на механическую обработку и допусков на штамповку. По чертежу поковки определяют форму и размеры исходной заготовки. Затем проектируют штамп с учетом расположения в нем заготовки, формы и числа промежуточных переходов при штамповке.

Объемную горячую штамповку осуществляют двумя способами — в открытых и закрытых штампах. В первом случае получают поковку с облоем (заусенец по месту разъема штампов). При штамповке с облоем полость штампа хорошо заполняется металлом, так как объем заготовки больше объема полости штампа. Во втором случае объем заготовки должен быть равен объему полости штампа (*безоблойная штамповка*). В настоящее время более распространенным является облойный метод штамповки, несмотря на отходы металла в облой.

Открытые и закрытые штампы могут быть одно- или многоручьевые.

Штамповку осуществляют на молотах, кривошипных, гидравлических и фрикционных прессах, горизонтально-ковочных и других машинах.

Штамповка на молотах. Штампы могут быть открытые или закрытые, одноручьевые или многоручьевые. Для повышения производительности молота при одноручевой штамповке применяют штампы с 2—3 чистовыми ручьями. При многоручевой штамповке в штампе может быть один или несколько заготовительных ручьев.

Наиболее прогрессивным способом является одно- или двухручьевая штамповка на молотах с предварительной подготовкой фасонных заготовок путем вальцовки или с использованием периодического проката.

Паровоздушные молоты для штамповки имеют по сравнению с молотами для свободной ковки большую длину направляющих, в которых перемещается баба молота. Кроме того, у них больше масса шаботов и более жесткая станина. Это обеспечивает высокую точность штамповки. Станина молота крепится к фундаменту специальными болтами с пружинами.

Штамповка на прессах.

В кузнечно-штамповочном производстве широко применяют прогрессивный метод изготовления поковок на кривошипных штамповочных прессах. При штамповке на прессах по сравнению со штамповкой на молотах обеспечивается более высокая точность изделия, уменьшается расход металла, упрощается обслуживание пресса.

Кривошипные штамповочные прессы строят с номинальным усилием 0,5—80 МН и числом ходов 35—90 в минуту.

При штамповке на прессе деформация металла существенно отличается от его деформации при штамповке на молоте. При ударах молота

деформируются в основном поверхностные слои поковки; в прессе нагрузка на поковку возрастает постепенно и деформация распространяется на весь объем металла.

На прессе можно штамповать поковки в открытых и закрытых штампах. В последнее время все больше поковок получают прямым и обратным методом выдавливания.

Горячую объемную штамповку металла можно осуществлять на *гидравлических* и *фрикционных прессах*. На гидравлических прессах штампуют в основном поковки массой 100—350 кг и более. В последнее время на гидравлических прессах применяют штамповку поковки частями. Фрикционные прессы применяют обычно для штамповки мелких поковок.

Штамповкой на горизонтально-ковочных машинах обычно производят поковки типа кольца и стержня с головкой или утолщением (болты, гайки, шайбы и т. д.). Типичным для горизонтально-ковочных машин является процесс многоручьевого штамповки прутковой заготовки в закрытом штампе, состоящем из пуансона и разъемных матриц.

Производительность горизонтально-ковочных машин высокая (400—600 поковок в час). Усилие при штамповке поковок составляет— 30 МН. Усилие штамповки на горизонтально-ковочных машинах приближенно определяют по формуле.

$$P = k\sigma F_n$$

где k — поправочный коэффициент, равный в среднем 4;

σ — предел прочности металла при температуре конца штамповки, Н/м²;

F_n — площадь проекции поковки на плоскость, перпендикулярную направлению движения пуансона, мм².

Диаметр заготовок равняется 25—300 мм.

Отделка поковок после горячей объемной штамповки. При открытой штамповке на молотах и прессах образующиеся заусенцы удаляют на кривошипных прессах обрезными штампами. Если штампуют поковки с отверстиями, то внутри них образуется пленка металла, которую удаляют при обрезке заусенцев.

Заусенцы обрезают с поковок в горячем и холодном состояниях.

Холодная объемная и листовая штамповка

К холодной объемной штамповке относят плоскостную калибровку, объемную калибровку, объемную формовку и некоторые другие специфические операции кузнечно-прессового производства.

Плоскостной калибровкой (рисунок 3,а) изделиям придают точные

размеры (калибровке размеров), производят правку (рихтовку) и улучшают качество поверхности поковок.

Объемной калибровкой (рисунок 3,б) изделиям или отдельным их частям придают окончательные размеры. Эту операцию производят обычно в открытых штампах с образованием заусенца, который затем обрезают.

Объемную формовку производят в открытых и закрытых штампах. На рисунке 3,б показана формовка в открытых штампах, при которой часть металла заготовки переходит в заусенец; на рисунке 3,г— *формовка в закрытых штампах*, при которой объем исходной заготовки равен или несколько больше объема поковки, течение металла ограничено объемом, образуемым пуансоном и матрицей.

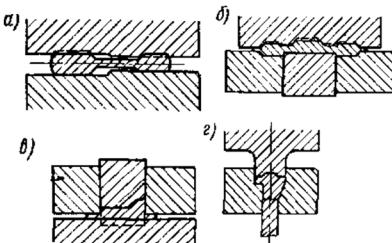


Рисунок 3 - Операции холодной объемной штамповки

Калибруемые и формуемые изделия, как правило, штампуют на *шарнирно-рычажных чеканочных прессах*. Номинальные усилия чеканочных прессов составляют 0,1—80 МН и более.

Обрабатывать изделия в холодном состоянии можно выдавливанием (прессованием) и высадкой.

На рисунке 4 показано *холодное выдавливание (прессование)* изделия прямым и обратным способами. Некоторые изделия получают комбинированным выдавливанием (прямым и обратным). Процесс выдавливания осуществляют на кривошипных или специальных прессах.

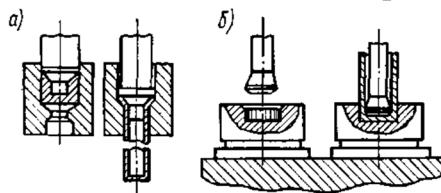


Рисунок 4 - Холодное выдавливание (прессование):
а — прямым способом; б — обратным способом

Холодную высадку металла широко применяют при производстве мелких массовых деталей — гаек, заклепок, гвоздей и т. п. В качестве заготовок для этих деталей используют проволоку или калиброванные прутки диаметром 0,6—40 мм из углеродистой стали, цветных металлов и их сплавов. На рисунке 19 показана схема процесса холодной высадки. Пруток или проволоку через матрицу 1 подают до упора 2. Матрица перемещается в

новое положение, отрезая при этом заготовку от прутка. Для высадки головки изделия матрица фиксируется пуансоном 3.

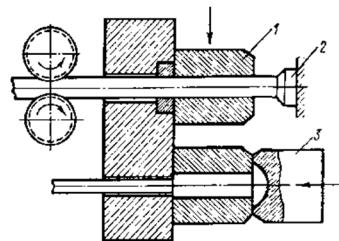


Рисунок 5 - Схема процесса холодной высадки

Процесс высадки металла за один или несколько переходов осуществляют обычно на высадочных автоматах, производящих 20—250 изделий в минуту.

Листовая штамповка

Листовая штамповка металла в холодном состоянии — один из распространенных способов получения деталей сложной конфигурации с тонкими стенками. В большинстве случаев холодно штампованые изделия применяют для сборки машин без механической обработки.

При холодной листовой штамповке исходным материалом являются заготовки толщиной от нескольких сотых долей миллиметра до 5-6 мм в виде ленты, полос и листов из цветных металлов и сплавов, малоуглеродистой и легированной стали и др. Холодную штамповку листового материала производят за одну или несколько последовательных операций

К *разделительным* операциям относят резку, вырубку по контуру и другие, при которых часть металла отделяется от заготовки. Листовой материал разрезают на мерные заготовки ножницами или в штампах.

При резке ножницами нельзя получить заготовки любой формы. Кроме того, кромки заготовок получаются низкого качества; поэтому для фасонных листовых заготовок применяют вырубку в штампах.

При вырубке в штампах (рисунок 6) для уменьшения отходов и повышения выхода годных заготовок применяют шахматное или наклонное их расположение. Выход годных изделий при разделительных операциях составляет 70—80%.

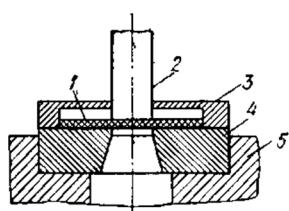


Рисунок 6 - Схема штампа для вырубки:

1—заготовка; 2—пуансон; 3—съемник; 4—матрица,

5 — матрицодержатель (башмак)

К операциям изменения формы относят гибку, вытяжку и др. При **гибке** одну или несколько частей листовой заготовки изгибают относительно других.

Вытяжка. Операция выполняется в вытяжном штампе. При вытяжке изделий пуансоном плоская часть заготовки (фланец) может свертываться с образованием складок. Для предотвращения этого явления применяют прижимы. При вытяжке за один проход можно получить колпачок диаметром в 1,8—2 раза меньше диаметра исходной заготовки.

При холодной листовой штамповке толщина обрабатываемого металла практически остается почти неизменной..

Зазор между пуансоном и матрицей должен быть равен величине, большей на 10% толщины заготовки.

Для холодной листовой штамповки применяют кривошипные прессы различной конструкции, из которых наиболее распространены одно- и двухстоечные.

Для массового производства деталей способом холодной листовой штамповки широко применяют *прессы-автоматы*, выполняющие за один ход несколько операций — вырубку, вытяжку, гибку, чеканку и пр.

Большую группу составляют специальные штампы для получения поковок посредством резины, жидкости, газов, сыпучих тел и взрывчатых веществ (импульсная штамповка).

Горячую листовую штамповку применяют для изготовления крупных поковок — котлов, цистерн, корпусов кораблей и др. Исходный материал для горячей штамповки — лист толщиной более 5—6 мм, разрезаемый на мерные заготовки (обычно газовой резкой). Заготовки нагревают в нагревательных печах. Детали штампуют на гидравлических ковочных и фрикционных винтовых прессах, а иногда на кривошипных штамповочных прессах.

Контрольные вопросы:

1. Какие изделия можно получить холодной штамповкой?
2. Перечислите машины и инструмент для объемной горячей штамповки
3. Из каких операций состоит процесс свободной ковки?
4. Перечислите машины и инструмент для свободной ковки