ОГБПОУ «ТОМСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ТЕХНИКУМ»

Методическая разработка

 на тему:

**«ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»**

по дисциплине

 «Материаловедение»



2017

ОДОБРЕНА

предметной (цикловой)

комиссией

спецдисциплин 23.02.03,

23.02.04

 Председатель ЦК Зам. директора по ПО

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_С.Н.Лантух \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.А. Кульменева

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г. «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г.

Авторы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Л. Чистякова

 (преподаватель ТАДТ)

Рецензенты \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Н. Лантух

 (председатель ЦК ТАДТ)

**Рецензия**

Методическая разработка на тему “Обработка металлов давлением” по дисциплине «Материаловедение» включает богатый материал, который может заинтересовать не только как учебный, но и как научно-популярный. Познавательные видеоролики о методах пластической деформации металлов, получении дамасской стали ковкой, методах прокатки металлов полезны для расширения кругозора и технического мышления студентов.
В текстовой части приведен лаконично и конкретно теоретический материал по изучаемым вопросам. Материал подкреплен иллюстративной презентацией Power Point.

Методическую разработку можно рекомендовать для изучения студентам и преподавателям технических дисциплин. Автор использовал различную техническую литературу, поисковые системы Internet при составлении пособия.

 Рецензент Гусева Н.Н.

 (преподаватель ТЭПК)

**СОДЕРЖАНИЕ**

Рецензия 3

Содержание 4

1. Обработка металлов давлением 5 1.1. Прокатное производство 6 1.2. Прессование 10 1.3. Волочение 10

1.4. Ковка 11

1.5. Штамповка 12

2. Презентация Power Point 15

3. Приложения: диск с видеороликами и презентацией 39

Список литературы 40

**1. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ**

При ***обработке металлов давлением*** изделия получают пластической деформацией без снятия стружки. Этот процесс отличается большой экономичностью и производительностью.

Обработке давлением подвергается до 90 % выплавляемой стали, многие цветные металлы и сплавы.

Необходимое условие обработки давлением: металлы должны быть способны пластически деформироваться без разрушения. Такой способностью обладают, например, стали, сплавы меди, сплавы алюминия. Чугуны же являются хрупкими сплавами, они не могут пластически деформироваться и поэтому не подвергаются обработке давлением.

К видам обработки металлов давлением относятся прокатка, штамповка, волочение, ковка и прессование.

Обработка давлением может производиться в холодном и нагретом состоянии. В результате холодного пластического деформирования прочность и твердость металла повышается, а пластичность понижается. Это явление называется *наклепом*. Дальнейшая холодная обработка давлением становится затруднительной и может привести к разрушению.

Свойства наклепанного металла восстанавливаются при его нагреве. Этот процесс называется *рекристаллизацией*. При этом происходит восстановление механических свойств металла путем образования и роста новых зерен, с более правильным кристаллическим строением. Температура рекристаллизации зависит от температуры плавления и для чистых металлов определяется по формуле

**Трек = 0,4⋅Тпл**, K.

Для углеродистой стали температура рекристаллизации составляет 550–650 ºС.

В зависимости от температуры различают холодную и горячую обработку давлением. Если обработка производится ниже температуры рекристаллизации, ее называют *холодной*. Если выше – *горячей*. При горячей пластической деформации наклеп успевает сняться во время обработки за счет протекания рекристаллизации.

Температуру начала и окончания горячего деформирования стали определяют по диаграмме состояния железо–углерод. Температура начала горячей обработки давлением должна быть на 100–200 ºС ниже температуры плавления стали, а температура окончания деформирования – на 50–100 ºС выше температуры рекристаллизации.

Практически *температура окончания деформирования* стали определяется по эмпирической формуле **tоконч = 100⋅(9,1** – **1,1⋅C) ºС**, где С – содержание углерода в стали в %.

Наибольшую *температуру нагрева* стали с содержанием 0,1 % C принимают равной 1350 ºC, с 0,2 % C – 1270–1250 ºC, с 0,6 % C – 1200–1180 ºC, с 1 % С – 1120–1100 ºС.

Итак, прокатка углеродистых сталей начинается при 1200–1150 ºC и заканчивается при 950–900 ºС.

Ковку меди начинают при 1000 ºC и заканчивают при 800 ºC. Ковку бронзы осуществляют в интервале 900–700 ºС.

Заготовки и слитки перед обработкой давлением нагревают в горнах или в печах. В горнах заготовки нагреваются открытым пламенем при горении каменного угля или кокса. Печи подразделяются на пламенные и электрические, а по распределению температуры в рабочем пространстве – на камерные и методические. В *камерных печах* температура одинакова по всему объему печи. В *методических печах* температура постепенно повышается от места загрузки заготовок к месту их выгрузки.

## 1.1. ПРОКАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

При ***прокатке*** профиль образуется путем деформирования нагретой заготовки между вращающимися валками. Силы трения между валками и заготовкой втягивают ее в межвалковый зазор, а нормальные силы (реакция опоры) совершают работу деформации.

Различают три способа прокатки: продольная прокатка, поперечная и винтовая.

При *продольной прокатке* валки вращаются в разные стороны, заготовка имеет поступательное движение. Применяется она при прокатке рельсов, балок, листов и т. п.

При *поперечной прокатке* валки вращаются в одну сторону, заготовка имеет вращательное движение. Применяется такой способ для получения периодических профилей.

При *винтовой прокатке* валки расположены под углом и вращаются в одном направлении. Заготовка совершает вращательное и поступательное движение. Винтовая прокатка применяется для получения трубных заготовок (гильз).

#### Профили проката

Продукция прокатного производстваподразделяется в зависимости от формы поперечного сечения. Форма поперечного сечения проката называется *профилем*. Совокупность различных профилей разных размеров называется *сортаментом*. Сортамент прокатных профилей состоит из 4 групп: сортовой прокат, листовой прокат, трубы и специальные виды проката.

*Сортовой прокат* подразделяется на два вида: простой геометрической формы сечения (квадрат, круг, прямоугольник, шестигранник и др.) и сложной формы поперечного сечения (тавр, двутавр, уголок, швеллер, рельс и др.). Иначе эти две группы сортового проката называют *простыми* и *фасонными* *профилями*.

*Листовой прокат* разделяется на броневую сталь толщиной до 550 мм, толстолистовую сталь (свыше 4 мм), тонколистовую сталь (от 0,2 до 4мм) и фольгу (менее 0,2 мм).

*Трубы* разделяются на бесшовные и сварные.

К *специальным видам проката* относится прокатка шаров, зубчатых колес и бандажей.

## Классификация прокатных станов по назначению

Производство проката разделяется на две основные стадии:

1. получение *полупродуктов* (блюмов, слябов и заготовок) из слитка,
2. получение готовых изделий из полупродуктов.

Прокатные станы классифицируются по назначению и по взаимному расположению валков в рабочей клети стана.

Двухвалковые (дуо) нереверсивные клети применяются в непрерывных станах для прокатки проволоки, сортовых профилей, тонких полос.

Двухвалковые реверсивные клети применяются в блюмингах и слябингах.

Трехвалковые (трио) клети всегда не реверсивные. Применяются в сортовых и листовых станах.

Четырехвалковые (кварто) клети применяются при прокатке броневых плит, толстых листов. Шестивалковые клети с двумя рабочими валками и четырьмя опорными валками ввиду большой жесткости станины и меньшего прогиба рабочих валков служат для холодной прокатки тонких полос.

Двенадцати- и двадцативалковые клети имеют два рабочих валка и применяются для прокатки тончайших лент.

Универсальные балочные клети, кроме горизонтальных, имеют неприводные вертикальные валки.

## Технология основных видов проката

### **а) Сортовой прокат**

### Исходной заготовкой при прокатке являются слитки: стальные – весом до 60 т, из цветных металлов – до 10 т. Первой операцией при прокатке является прокатка слитка в горячем состоянии на обжимных дуо-станах – *блюмингах*. Полученная после прокатки на блюминге заготовка называется *блюмом*. Размеры сечения блюмов от 450×450 до 150×150 мм. Блюмы после дополнительного нагрева прокатываются на сортовых станах, в которых заготовка проходит ряд калибров для получения нужной формы поперечного сечения.

**б) Листовой прокат**

# При прокатке толстых листов вначале стальной слиток массой до 45 т в горячем состоянии деформируется на обжимном стане – *слябинге*. Полученный полуфабрикат – *сляб* – имеет прямоугольное сечение толщиной 65–300 мм и шириной 600–1000 мм. Сляб прокатывается (после второго нагрева) в толстый лист.

При горячей прокатке листов их пропускают через окалиноломатель, в котором окалина дробится и смывается водой под давлением. Затем лист проходит через чистовую группу клетей.

Листы тоньше 2 мм в горячем состоянии прокатывать сложно, т. к. они быстро охлаждаются. Такие листы получают холодной прокаткой.

**в) Прокатка труб**

При прокатке бесшовных труб первой операцией является прошивка, т.е. образование отверстия в заготовке в горячем состоянии. Получаемая заготовка трубы называется *гильзой*.

Последующую прокатку гильзы в трубу требуемого диаметра и толщины стенки производят на раскатных станах: автоматических или пилигримовых (периодических).

На *автоматическом стане* прошитую гильзу 1 раскатывают между двумя валками 2 на оправке 3. Оправку закрепляют на длинном стержне 4.

На *пилигримовом стане* два валка 1 имеют круглый калибр переменного сечения. Гильза 2 на оправке 3 подается в валки навстречу их вращению. В процессе прокатки непрерывно чередуются прямой и обратный ходы. При прямом ходе происходит подача гильзы в момент возникновения наибольшего зазора между валками. Процесс обжатия трубы происходит при обратном ходе.

**г) Получение специальных видов проката**

## Прокатка шестерен с осевой подачей заготовки

Образование зубьев при прокатке с осевой подачей заготовки осуществляется перемещением нагретой в кольцевом индукторе заготовки между двумя вращающимися зубчатыми валками, модуль которых равен модулю прокатываемой шестерни. Прутковую прокатку шестерен применяют для обработки прямозубых и косозубых шестерен с небольшим модулем (≤6 мм) и диаметром ≤200 мм.

## Прокатка шестерен с радиальной подачей валков

При этом способе нагретую заготовку закрепляют в оправке между двумя вращающимися зубчатыми валками. Заготовке сообщают принудительное вращение с определенной скоростью, соответствующей передаточному числу между валками и прокатываемой шестерней, а затем валки сближают. При этом зубья валков углубляются в заготовку.

Полученные на заготовке зубья, обкатываясь в зацеплении с зубьями валков, получают эвольвентный профиль.

* Схема прокатки шаров шарикоподшипников на стане поперечно-винтовой прокатки

Валки вращаются в одну сторону. Заготовка при прокатке получает вращательное и поступательное движение. Ручьи валков выполнены по винтовой линии.

* **Прокатка заготовки на колесопрокатном стане**

В обработке заготовки участвуют до пяти – семи валков, из которых одни являются приводными, другие – холостыми.

После прокатки заготовку подвергают обработке на металлорежущих станках и термической обработке – закалке и отпуску.

* **Производство гнутых профилей**

Гнутые профили получают путем холодной гибки из ленты или листа на роликогибочных станах.

Толщина ленты равна 0,5–20 мм. Сортамент гнутых профилей отличается от сортамента фасонного проката:

1. Сложностью профиля.
2. Легкостью конструкции.
3. Безотходной технологией.

Оборудование для изготовления тонкостенных гнутых профилей аналогично оборудованию непрерывного прокатного стана прокатных клетей.

Однако процесс гиба на этих станах не является процессом прокатки, т. к. при прокатке в каждой клети изменяется не только форма поперечного сечения проката, но и размеры профиля: площадь поперечного сечения и длина.

При гибе изменяется только форма сечения профиля.

**Виды сечений гнутых профилей**

В каждой паре роликов форму сечения полосы можно изменить весьма незначительно. Поэтому для получения сложного профиля необходимо применять многоклетьевые роликогибочные станы, имеющие 6–20 клетей в одной линии.

Тонкостенные профили можно получать и методом штамповки, но это менее производительно.

**1.2. ПРЕССОВАНИЕ**

***Прессование*** – это процесс получения профилей путем выдавливания нагретой заготовки из контейнера через отверстие в инструменте – матрице.

При этом металл (изделие) принимает форму отверстия (аналог – тюбик с зубной пастой). Различают два метода прессования: прямой и обратный.

При *прямом* методе движение металла совпадает с направлением силы прессования.

При *обратном* методе движение металла и направление силы прессования имеют встречное движение.

С помощью прессования можно получать разные профили сечения, в том числе и профиль трубы.

**1.3. ВОЛОЧЕНИЕ**

***Волочение*** – это обработка металлов давлением, при которой заготовку протягивают через сужающееся отверстие в инструменте, называемом *волокой*. Волочение, как правило, осуществляется в холодном состоянии. Исходными заготовками служат прокатанные прутки, трубы и проволока из стали и цветных металлов и сплавов.

Цель волочения – не только уменьшение диаметра заготовки, но и повышение качества поверхности.

Инструмент – волока – имеет четыре зоны:

* смазывающая,
* деформирующая,
* калибрующая,
* выходная.

Благодаря такому профилю волоки, протягиваемые заготовки не обрываются.

Волочение производят на специальных волочильных станах, которые разделяются на два типа: с прямолинейным движением тянущих устройств (*цепные* и *реечные станы*) и с круговым движением тянущих устройств (*барабанные станы*).

В цепных станах тянущая тележка двигается с помощью цепи. В барабанных станах тянущие усилие создается путем наматывания изделия на барабан.

**1.4. КОВКА**

***Ковка*** – это вид горячей обработки металлов давлением, при котором металл деформируется путем нанесения ударов бойками молота. При этом металл свободно течет в стороны. Получаемая заготовка называется *поковкой*.

Ковку, осуществляемую с применением молота или пресса, называют машинной свободной ковкой. Ручную ковку с помощью молотка и кувалды применяют для изготовления мелких поковок, главным образом, в ремонтных мастерских.

Ковка является единственно возможным способом изготовления тяжелых поковок (весом до 250 т и более) типа валов гидротурбин, коленчатых валов судовых двигателей. Поковки меньшей массы (десятки и сотни килограммов) можно изготавливать и ковкой, и штамповкой. Исходными заготовками для получения тяжелых поковок являются слитки массой до 320 т. Для мелких поковок используется прокат.

**Основные операции ковки**

При *осадке* площадь поперечного сечения заготовки увеличивается за счет уменьшения ее высоты.

Осаживание части заготовки называется *высадкой*.

При *протяжке* длина заготовки увеличивается за счет уменьшения площади поперечного сечения.

*Раскатка на оправке* – это увеличение диаметра кольца за счет уменьшения его толщины.

*Разгонка* – это операция увеличения ширины части заготовки за счет уменьшения ее толщины.

*Прошивка* – это операция получения сплошных или глухих отверстий.

*Рубка* – это разделение заготовки на несколько частей.

***Технология ковки рычага с вилкой*** состоит из ряда последовательных операций:

**Оборудование для ковки**

При свободной ковке мелких изделий обычно применяют пневматические ковочные молоты, для крупных поковок – паровоздушные ковочные молоты, для очень крупных – гидравлические прессы.

*Пневматический ковочный молот*имеет два цилиндра: компрессорный и воздушный. Поршень компрессорного цилиндра нагнетает воздух в рабочий цилиндр и приводит в движение поршень рабочего цилиндра. Возвратно-поступательное движение поршня компрессорного цилиндра осуществляется кривошипно-шатунным механизмом от электродвигателя через редуктор.

Между компрессорным и рабочим цилиндром молота имеется воздухораспределительное устройство, состоящее из кранов 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 ножной педалью.

*Паровоздушные ковочные молоты*приводятся в действие паром или сжатым воздухом.

Пар или воздух осуществляет подъем подвижных частей молота и дополнительно увеличивает энергию удара.

## *Ковочные прессы*. Крупные молоты, несмотря на наличие больших шаботов, сотрясают почву, что приводит к образованию трещин в стенах здания, кроме того, это недопустимо в цехах точного машиностроения. Поэтому для крупных поковок применяют прессы. В гидравлических прессах усилие создается с помощью жидкости, которая под высоким давлением подается в рабочий цилиндр; при этом поршень с верхним бойком перемещается вниз и создаст давление на заготовку. Подъем рабочего поршня производится с помощью плунжеров возвратных цилиндров

## 1.5. ШТАМПОВКА

***Штамповка*** – это прогрессивный метод обработки металлов давлением с помощью специального инструмента, называемого штампом. В отличие от свободной ковки, течение металла при штамповке ограничено полостями штампа.

Изделия, полученные штамповкой, зачастую не требуют последующей механической обработки и не имеют отходов. Различают штамповку объемную и листовую. Штамповка может быть также горячей и холодной.

***Объемная штамповка*** может производиться в открытых и закрытых штампах. *Открытыми* называются такие штампы, у которых вокруг всего периметра ручья имеется специальная облойная канавка, соединенная тонкой щелью с полостью штампа.

Избыток металла при штамповке вытесняется в облойную канавку. Такой штамп позволяет использовать заготовки с отклонением от размеров. Недостаток – образование отходов в виде облоя. Отход металла в облой составляет 10–20 % от массы поковки.

*Закрытые штампы* не имеют облойной канавки и расход металла на отходы (на облой) отсутствует. Но закрытые штампы требуют точной по размерам заготовки. Объемная штамповка производится чаще в горячем состоянии.

***Листовая штамповка*** – это метод изготовления изделий из листового материала. Основные преимущества листовой штамповки – возможность изготовления прочных тонкостенных деталей, высокая производительность, экономный расход металла, относительная простота механизации и автоматизации процесса. Листовая штамповка производится чаще в холодном состоянии.

Операции листовой штамповки класссифицируют на *разделительные* (отделение части заготовки от изделия) и *формоизменяющие* (получение изделий сложной объемной формы).

К разделительным операциям относятся: резка, вырубка (например, вырубка пуговиц из листа, прокладок для двигателей и т. п.), пробивка – получение отверстий.

К формоизменяющим операциям штамповки относятся: гибка, правка, вытяжка – операция, превращающая плоскую заготовку в полую деталь, формовка – раздача стакана с помощью жидкости, протяжка – вытяжка с утонением стенки, штамповка взрывом.

**Оборудование для штамповки**

Нагрев металла при штамповке производится в пламенных и электрических печах. При массовом и крупносерийном производстве применяют также индукционный нагрев.

Для горячей объемной штамповки применяют молоты, кривошипные прессы, горизонтально-ковочные машины, винтовые прессы.

*Паровоздушные штамповочные молоты* по конструкции отличаются от паровоздушных кузнечных молотов. Штамповочные молоты имеют автоматическое управление от педали, на которую штамповщик нажимает для нанесения удара. Если педаль отпустить, то баба молота автоматически возвращается в исходное, верхнее положение. Масса падающих частей составляет 630–25000 кг.

Кроме паровоздушных молотов, для горячей штамповки применяют фрикционные молоты с доской и бесшаботные молоты.

У *фрикционных молотов с доской* баба соединена с доской, зажатой между вращающимися роликами, которые поднимают падающие части (бабу) вверх. В верхнем положении доски с бабой ролики расходятся, и происходит свободное падение бабы. Эти молоты имеют массу падающих частей 500–1500 кг.

В *бесшаботных молотах* с двухсторонним ударом шабот заменен подвижной бабой.

Кроме того, для штамповки применяются кривошипные, винтовые и чеканочные прессы.

*Кривошипный пресс* является наиболее производительным, т. к. эти прессы наиболее быстроходны (от 35 до 90 ходов в минуту). Движение пресс получает от электродвигателя, а затем с помощью кривошипно-шатунного механизма вращательное движение преобразуется в поступательное движение ползуна, к которому крепится боек пресса. Включение рабочего хода пресса производится фрикционной муфтой. Кривошипные прессы изготавливаются с усилием 500–8000 т.

*Винтовой фрикционный пресс* – это машина промежуточного типа между молотом и прессом, так как он сочетает ударное действие и статическое давление. Пресс получает движение от электродвигателя через ременную передачу и фрикционные диски. Движение от дисков через маховик передается винту. Вращение винта вызывает перемещение гайки вверх или вниз. Гайка соединена с ползуном и бойком пресса. Изменяя направление вращения маховика и винта, можно изменять направление перемещения гайки и, следовательно, наносить удары бойком по заготовке.

*Чеканочный пресс* применяется для холодной чеканки – изготовления монет, медалей и тому подобных изделий. Движение пресс получает от электромотора и через кривошипно-шатунный механизм и «ломающиеся» рычаги колена преобразует вращательное движение электромотора в вертикальное возвратно-поступательное движение ползуна и инструмента. Такое устройство пресса позволяет при сравнительно малом крутящем моменте на валу электромотора получать большое усилие в конце рабочего хода ползуна. Чеканочные прессы изготавливают с усилием до 800 т и более.