

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт

Факультет материаловедения и металлургических технологий
Кафедра процессов и машин обработки металлов давлением

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ /Радионова Л.В./

_____ 2020 г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ДЕТАЛИ «ПОДВЕСКА» НА МОЛОТЕ**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА

ЮУрГУ – 22.03.02 – 2020 – 085 – 00.00.00 ПЗ

Нормоконтролер
Берсенева Ирина
Александровна
_____ *к.т.н., доцент*

_____ 2020 г

Руководитель работы
Берсенева Ирина
Александровна
_____ *к.т.н., доцент*

_____ 2020 г

Автор работы
Студент группы П-438

_____ *Решетов Даниил Андреевич*
_____ 2020 г.

Челябинск
2020

Аннотация

Решетов Д.А. Разработка технологического процесса изготовления детали «подвеска» на молоте. – Челябинск: ЮУрГУ, ПИ, МиМТ, 2020. – с., библиогр. список – 10 наим., 2 листа чертежей ф. А1, 3 листа чертежей формата А2.

В данной работе рассмотрен процесс изготовления детали «подвеска» на молоте. Разработан технологический процесс, назначен термический режим штамповки, разработан чертеж поковки, штампов формовочного и обрезного.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	7
1.1 Оценка технологичности детали	7
1.2 Выбор способа изготовления детали	9
1.3 Виды кузнечно-штамповочного производства	10
1.4 Горячая объемная штамповка	10
1.4.1 Формообразование при горячей объемной штамповке	14
1.4.5 Термический режимковки и штамповки	16
1.5.1 Интервал ковочных температур	18
1.6 Технологический процесс горячей объемной штамповки	23
1.6.1 Оборудование для горячей объемной штамповки	25
1.6.2 Горячая объемная штамповка на молотах	26
1.6.3 Горячая объемная штамповка на прессах	27
1.7 Типы нагревательных устройств и способы нагрева металла	28
1.7.1 Нагрев заготовок	30
2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	32
2.1 Разработка чертежа поковки	33
<u>2.2 Конструирование молотового штампа</u>	34
<u>2.3 Определение исходного индекса поковки</u>	36
2.4 Определение объема и массы поковки	37
2.5 Расчет размеров исходной заготовки	38
2.6 Выбор и расчет ножниц	40
2.7 Определение усилия штамповки	40
2.8 Определение усилия обрезки облоя	41
2.8.1 Характеристика прессы	42
2.9 Выбор нагревательных устройств для нагрева проката перед резкой и штамповкой	43
2.10 Разработка технологического процесса изготовления поковки	44
3. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	44

3.1 Требования, предъявляемые к оборудованию горячейковки и штамповки.....	45
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАБОТЕ.....	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	48

ВВЕДЕНИЕ

Целью моей выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Подвеска» на молоте.

В данной работе было рассмотрен технологический процесс получения поковки «подвеска». Суть технологии заключается в том, что применяются методы горячей объемной штамповки. Это нужно для получения в дальнейшем детали максимально приближенной по размерам и форме к чистовой.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Оценка технологичности детали.

Моя деталь, представленная на рисунке 1, представляет собой подвеску.



Рис.1 «Подвеска».

Используется в качестве соединительной части грузовых вагонов железнодорожного транспорта.

Во время работы наша деталь будет подвергаться давлению различных сил и сред, следовательно, к ней должны применяться высокие требования относительно ее прочности, а также стойкости. Таким образом, нашу деталь, используемую в качестве соединительной части грузовых вагонов

железнодорожного транспорта, изготавливают из материалов, которые удовлетворяют нашим требованиям по прочности и стойкости.

В соответствии с требованиями, предъявляемые нашей детали, было решено изготавливать ее из стали 38 ХС ГОСТ 4543.

Сталь 38 ХС ГОСТ 4543 – конструкционная легированная хромистая сталь, в составе которой содержится 0,42% углерода (С), а также более 0,67% легирующих элементов, в том числе 1,4 кремния (Si).

Сталь 38 ХС в соответствии с ГОСТ 4543 имеет следующий состав, приведенный в таблице ниже.

Таблица 1. Механические свойства Стали 38 ХС.

Углерод (С)	0,34-0,42
Кремний (Si)	1-1,4
Марганец (Mn)	0,3-0,6
Никель (Ni)	До 0,3
Сера (S)	До 0,035
Фосфор (P)	До 0,035
Хром (Cr)	1,3-1,6
Медь (Cu)	До 0,3

Сталь применяется для изготовления деталей, от которых требуют повышенную прочность, упругость и износостойкость. Такие как муфты, пальцы, шестерни, валы, а также другие детали небольших размеров, к которым предъявляются такие требования.

1.2 Выбор способа изготовления детали.

Производственный объем детали «подвеска» составляет порядка 200 тыс. шт. в год. Таким образом, производство является крупносерийным.

Перед нами стоит выбор, из каких возможных на сегодняшний день способов, изготовить нашу деталь. Давайте рассмотрим эти варианты.

Литейное производство. В основе данного способа лежит получение отливки путем заливки расплавленного металла в литейную форму. Полученная отливка может быть как законченным изделием, так и изделием, которое будет в дальнейшем подвергаться механической обработке.

Детали, которые получают при помощи литья могут быть абсолютно разной формы, габаритов, а также могут иметь довольно высокую точность. Но в то же время качество изготавливаемых деталей оставляет желать лучшего, по причине того, что показатели механических свойств являются плохими. По причине низкой производительности литья в условиях нашего производства данный способ нам не подходит.

Механическая обработка деталей. В основе способа мехобработки металла лежит процесс удаления материала из заготовки с помощью фрезы или сверла, а также станка. Недостатками данного способа является большой расход металла. Помимо этого, недостатком также является низкая производительность. Следовательно, нам этот способ не подходит ввиду перечисленных ранее недостатков.

Кузнечно-штамповочное производство. Основой данного способа является способность материалов деформироваться, то есть изменять свою форму, при этом не разрушаться от воздействия внешних сил. Процесс кузнечно-штамповочного производства состоит в том, что из начальной заготовки (бруска, листа, проката) получают поковку, то есть заготовку,

приближенную к готовой детали, с припусками для механической обработки, которая производится в дальнейшем.

В условиях того, что наше производство является массовым и крупносерийным, данный способ идеально подходит для наших задач, ведь при использовании данного способа можно обеспечить довольно высокие механические свойства и сократить расход металла.

Однозначно принимается решение выбрать способ кузнечно-штамповочного производства для изготовления детали «Подвеска».

1.3 Виды кузнечно-штамповочного производства.

Далее предлагаю вам ознакомиться с основными видами кузнечно-штамповочного производства. К ним можно отнести процессы ОМД, такие как : Прессование, ковка, штамповка, прокатка и волочение.

Рассмотрим коротко каждый из приведенных процессов.

Свободная ковка. Применяется для получения мелких и средних поковок из предварительно прокатанной заготовки, также для получения крупной поковки из слитка. Принцип действия состоит в том, что заготовка либо ее участки подвергается действию бойка прессы либо молота, на боковые поверхности инструмент не распространяется. Следом производится обжатие заготовки, то есть уменьшение ее высоты, одновременно с изменением площади поперечного сечения заготовки.

Прокатка. Процесс пластической деформации тел между приводными валками прокатного стана. Прокаткой можно получить большое количество готовых изделий, таких как: лист, трубу, колесо, бандаж, балку, рельсы и уголок. В то же время можно получить заготовку для других процессов ОМД, таких как волочение, прессование, ковка и штамповка.

Следующим объектом нашего внимания является процесс штамповки. В отличие от процессаковки, штамповка выдает фиксированные заданные размеры сразу по всем трем осям. Для данного процесса применяется инструмент, имеющий несколько составных частей, которые при сопряжении образуют объемную полость по необходимой форме поковки, то есть штампуемого изделия. Данный инструмент называется штампом.

Прессование. Применяется с целью получения разного рода профилей из цветных металлов, сплавов и сталей. Существует прямое и обратное прессование, которое зависит от приложенных усилий.

В связи с тем, что производство детали «подвеска» является крупносерийным, а также размеры нашей детали небольшие, самым оптимальным способом производства будет являться горячая объемная штамповка на молоте.

1.4 Горячая объемная штамповка.

как уже было написано ранее, объемной штамповкой является процесс получение поковок. В данном процессе ручей заполняется металлом и распределяется по форме исходной заготовки.

Использование данного способа очень удобно при крупном производстве. Поскольку происходит снижение расхода металла, относительно других способов, обеспечивается хорошая точность получаемого изделия, а также качество самой структуры материала. Имеется возможность получения сложных по форме изделий, которые невозможно получить способом свободнойковки.

Объемная штамповка подразделяется на холодную и горячую. Наиболее популярен второй вариант, то есть горячая штамповка (ГОШ). Штамповка производится в определенном интервале температур, который обеспечивает снятие упрочнения.

Преимуществами горячей штамповки перед другими операциями литья иковки заключаются в том, что:

- она имеет лучшую производительность относительноковки.
- Припуски и напуски поковки меньших размеров при сложной конфигурации по сравнению сковкой.
- Как следствие сильная экономия металла относительно литья иковки
- Поковки имеют лучшие механические свойства, чем при получении отливкой
- Часть не особо важных поверхностей можно не обрабатывать при последующем вмешательстве.

Недостатками горячей объемной штамповки являются

- Ограниченность в массе и размерах поковки (не более 100 кг)
- Более высокие требования к усилиям деформирования относительноковки, ввиду того, что деформируется сразу вся площадь поковки и в то же время металл сталкивается с гравюрой штампа.
- Затраты на изготовление и использование специальных штампов. Штампы изготавливаются из специальных марок сталей. Соответственно, они дороже и сложнее, чем инструменты дляковки.

Заготовками для горячей объемной штамповки являются прессованные прутки, литые заготовки, а также часто встречается сортовой прокат. При крупносерийном производстве применяется периодический прокат, это позволяет сократить количество подготовительных действий.

1.4.1 Формообразование при горячей объемной штамповке.

Главная операция горячей объемной штамповки выполняется за один либо несколько переходов. При выполнении каждого перехода главным инструментом является специальная полость штампа, так называемая гравюра (Ручей). Гравюры и переходы разделяются на 2 вида: Формообразующие (штамповочные) и заготовительные.

Заготовительные ручки выполняют функцию распределения металла заготовки для придания ей формы, которая далее будет обеспечивать штамповку при малом количестве остаточного металла.

К данному виду также относятся ручки протяжные, гибочные, пережимные, подкатные, протяжные, а также площадь для осадки.

Подкатной ручей предназначается для точечного увеличения сечения заготовки, то есть набора металла, посредством уменьшения сечений расположенных рядом участков, то есть происходит распределение металла вдоль оси заготовки в соответствии с его расположением в поковке.

Переход производится за несколько ударов.

Пережимной ручей используется для уменьшения вертикальных размеров заготовки в тех местах, где необходимо уширение. Также исполняется за несколько ударов.

Гибочный ручей используют исключительно для штамповок, которые имеют изогнутую ось. При помощи данного ручья достигается форма заготовки максимально приближенная к форме поковки.

Пережимной ручей применяется для увеличения длины участка за счет уменьшения поперечного сечения заготовки. Приводится в действие за счет частых слабых ударов с поворотом заготовки.

При штамповке тел вращения часто применяется осадка заготовки до нужных по диаметру и высоте размеров.

На такой случай предусмотрена площадка для осадки.

Формовочные ручьи предназначаются для придания окончательной формы поковке. Такие ручьи делятся на 2 вида: предварительный и окончательный.

Предварительный ручей выполняет функцию приближения формы заготовки к форме поковки сложного вида. Глубина такого ручья немногим больше, а поперечный размер меньше, относительно окончательного ручья. Это сделано для возможности свободной укладки поковки в окончательный ручей. Радиусы и уклоны увеличены. В открытых штампах у предварительного ручья отсутствует обойная канавка. Данный ручей предназначен для продления службы окончательного ручья.

Окончательный ручей предназначен для готовой поковки и имеет размеры поковки в горячем состоянии, данные размеры увеличены относительно холодных размеров на величину усадки. В открытых штампах предназначен обойный магазин, расположенный по периметру ручья, для выхода в него излишек металла. В многоручьевых штампах окончательный ручей расположен в центре, поскольку там возникают наибольшие усилия при штамповке.

Штамповка выполняется в открытых и закрытых штампах, их общий вид изображен на рисунке

При штамповке в открытых штампах характерен зазор между верхом и низом штампа. В данный зазор попадают излишки металла. Запирается проход из полости штампа, следовательно, заполняется полость металлом.

Под конец деформирования в обой вытекают все излишки металла.

Особенностью штамповки в закрытых штампах является то, что полость штампа при деформировании остается закрытой. Зазор между верхом и низом штампа довольно мал и не изменяется, следовательно появление в нем облоя невозможно. Устройство такого вида штампов зависит от типажа машины, на которой выполняется операция штамповки. Такой штамп в то же время имеет две плоскости разъема, расположенные перпендикулярно.

Объективно штамповка в закрытых штампах является экономичной по сравнению с открытыми штампами, поскольку на выходе получается поковка без металла на выброс или же с маленькими заусенцами, масса которых составляет порядка 1% от всей массы получаемой поковки. При использовании открытого штампа выброс металла в обой порой составляет значительный процент массы поковки, доходя до 20%.

При штамповке каких-либо сложных сталей и сплавов, штамповка в закрытых штампах имеет неоспоримое преимущество перед штамповкой в открытых штампах, поскольку создается давление, за счет подпора стенок, по итогу получаем увеличенную пластичность металла.

В закрытых штампах отсутствуют какие-либо требования к фасонированию заготовок, но в то же время должна быть проведена отцентровка заготовки.

Главным моментом успешного протекания процесса штамповки в закрытых штампах является верно определенные параметры исходной заготовки. Если будут присутствовать излишки металла, это может увеличить высоту поковки, а вместе с этим и распор штампа под окончание штамповки и, как следствие, к снижению срока службы. Не исключен факт того, что пресс выйдет из строя либо заклинить. Если объем заготовки будет меньше, чем оно того нужно, это приведет к браку поковки, в следствии того, что останется свободный объем.

При штамповке в закрытых штампах используются заготовки разных классов точности: Обычного и повышенного. Заготовки обычного класса получают из сортового проката при помощи резки на пилах и пресс-ножницах. Повышенного же класса получают резкой проката на токарных станках, пилах и пресс-ножницах. Для избегания перегрузки на штампах либо же поломки прессы при штамповке заготовок обычного класса нужно добавить компенсатор, который забирает в себя излишки металла заготовки. Компенсаторы размещаются в самых трудно доступных местах, куда металл попадает в последний момент. Компенсатор необходимо разместить таким

образом, чтобы не возникало никаких проблем с удалением излишек металла из него. Непосредственно само удаление производится после штамповки отрезкой на обрезных прессах либо механическим способом.

В моем случае при изготовлении детали «подвеска» на молоте, будет применяться обойная штамповка в открытых штампах с предварительной осадкой заготовки до заданных размеров.

1.5 Термический режимковки и штамповки.

Процессыковки и штамповки, осуществляемые при высоких температурах (для разных марок стали в пределах 1300—750° С), можно рассматривать как совместные процессы обработки металлов давлением и термического воздействия на них. В общем случае при ковке литого металла (слитков) приходится решать три следующие задачи:

1. преобразование литой (дендритной) макроструктуры металла в волокнистую;
2. придание заготовке заданной формы и размеров поковки;
3. получение оптимальной зернистости металла при минимальных остаточных напряжениях.

При ковке и штамповке прутковых заготовок и болванок (блюмов) решаются только две последние задачи.

Тепловое воздействие на металл приводит к почти полной потере им упругих свойств, к уменьшению (в десятки раз) его сопротивления деформации и к повышению (на десятки процентов) пластичности. В процессе горячей обработки металла давлением происходит снятие появляющихся напряжений, в частности при возврате и рекристаллизации металла (непосредственно в процессе деформации и по ее окончании). Кроме того, тепловое воздействие на металл приводит к перекристаллизации и растворению карбидов, способствует и ускоряет диффузионные и релаксационные процессы.

К числу наиболее вредных явлений, вызываемых нагревом, относятся:

- окалинообразование,
- порча поверхности металла,
- обезуглероживание поверхностного слоя
 - некоторые виды перегрева металла, приводящие к неисправимым дефектам(пережог)
- трещины.
- флокенообразование возникает при охлаждении(в результате повышенного содержания водорода в стали).

Оптимальный термический режимковки, штамповки должен обеспечить необходимые условия для успешного проведения процесса, а также высокое качество поковок, при котором вредное влияние тепла по возможности ограничивается. Поэтому термический режим разрабатывается для каждой марки стали с учетом исходной структуры металла, его объема, соотношения размеров заготовки (слитка) и назначения поковки.

Термический режимковки, штамповки состоит из трех этапов:

1. нагрева металла перед ковкой, штамповкой;
2. остывания металла в процессековки, штамповки (при одновременном переходе энергии деформации в тепловую);
3. остывания металла по окончанииковки, штамповки.

В общих чертах термические режимы процессовковки и штамповки аналогичны. Если имеется в видуковка и штамповка одинаковых заготовок, но первый и третий этапы термического режима могут даже совпасть. Второй этап режима имеет некоторое отличие. Более быстрый темп штамповки позволяет обычно уложиться в отрезок времени, определяемый остыванием металла. При ковке часто оказывается этого времени недостаточно, и тогда приходится нагревать полуфабрикат поковки вторично (вторичный и последующие нагревы обычно называют подогревами). Особенно существенно отличие в термическом режиме катаных заготовок и слитков.

Поскольку масса слитков превышает в десятки и сотни раз массу отдельных заготовок, то длительность всех этапов термического режима

ковки слитков получается относительно большей. Это приводит к повышенному окалинообразованию, значительному росту зерна и развитию других процессов, зависящих от длительности процесса. Процесс ковки слитков во времени намного превышает длительность остывания металла при ковке, что в отдельных случаях вызывает необходимость в пяти, шести и более (до двенадцати) подогревах металла.

1.5.1 Интервал ковочных температур.

Одна из главных задач при разработке термического режима ковки, штамповки состоит в определении соответствующего температурного интервала, т. е. температуры начала и конца обработки металла.

Различают оптимальный (или допустимый) и технологически необходимый интервалы температур ковки, штамповки. Оптимальный интервал ковочных температур определяют в результате отдельного установления температур начала и конца ковки, штамповки. Точно установить эти температуры можно лишь на основании конкретных данных, касающихся металла (с металлургической, металловедческой и эксплуатационной точек зрения). Поэтому обычно указывают ориентировочные температуры начала и конца ковки, штамповки, которые затем подлежат уточнению исходя из конкретных обстоятельств.

Главным фактором, определяющим эти температуры, является химический состав сплава и определяемые им свойства. Ковочные температуры находятся между температурами плавления и конца рекристаллизации сплава. Более низкие температуры относятся к полугорячей, полухолодной и, наконец, холодной деформации.

Обработка давлением при температурах, отвечающих промежутку между линиями солидуса и ликвидуса на диаграммах состояния, носит название штамповки или прокатки металла в момент кристаллизации.

Однако обработка давлением, и в частности ковка, штамповка, не может

быть осуществлена при температурах, обуславливающих в данных условиях деформации недостаточную пластичность металла.

Для уточнения интервала ковочных температур используются дополнительные сведения о сплаве в условияхковки. Вблизи температуры плавления сплава находится температура потери его пластичности. В этой же температурной области происходит пережог стали, связанный с оплавлением и окислением границ зерен, поэтому ковать или штамповать металл при указанных температурах нельзя. Немного ниже находятся температуры перегрева сплава, который характеризуется значительным ростом зерен. Однако крупнозернистая структура большинства марок стали хорошо поддается ковке (при этом зерна измельчаются), так что максимальная температураковки или штамповки может находиться в области температур перегрева, который начинается при температуре критического роста зерна. Иногда технологи снижают верхнюю границу температурного интервалаковки из-за необходимости уменьшить чрезмерное окалипообразование или обезуглероживание металла. Это снижение более значительно для крупных заготовок, поскольку при их нагреве требуется большое время выдержки в печи. При ковке литого металла (слитков) температура началаковки может быть несколько повышена. Применение ускоренного режима нагрева также позволяет повысить верхний предел температурного интервала, но во всех случаях металл должен выдерживать предусмотренные технологическим процессом обжатия без трещинообразования. Если в началековки требуются небольшие обжатия, то их можно осуществить при температурах, более высоких, чем при ковке с большими обжатиями.

Нижнюю границу температурковки, штамповки уточнить более сложно. Здесь приходится считаться не только с типом стали (заэвтектоидная или доэвтектоидная), но и с объемом поковок, качеством требуемого металла, наличием или отсутствием термообработки поковок, способом их охлаждения (в том числе и с использованием ковочного тепла для термообработки и т. п.). Важным фактором при установлении ковочных

температур являются требования, предъявляемые к механическим свойствам металла с учетом характера эксплуатации детали. Если для данной детали предусмотрена термическая обработка, например закалка с отпуском, то правильно выбранная температура конца ковки, штамповки (выше точки A_{r3} среднеуглеродистой для доэвтектоидной стали) позволяет использовать ковочное тепло для последующей термической обработки. При этом следует стремиться к тому, чтобы условия деформации не вызывали дополнительной термической обработки в виде отжига или нормализации. Если термическая обработка не предусмотрена, то нижний предел интервала ковочных температур ограничивается условиями получения мелкого зерна. Для небольших поковок (массой до —1000 кг) температура конца ковки, штамповки может быть высокой (на $200\text{—}300^\circ\text{C}$ выше точки A_{r3}) или низкой (вблизи этой точки). Несмотря на то, что при высокой температуре конца ковки или штамповки зерно будет крупным, можно в результате быстрого охлаждения получить тонкое строение структуры сплава и соответствующие этому механические свойства. Высокая температура конца обработки способствует повышению технико-экономических показателей производства (повышению производительности, уменьшению расхода энергии на ковку, штамповку). Для поковок с большой массой и не подлежащих термической обработке получение высоких механических свойств за счет увеличения скорости охлаждения поковок маловероятно из-за невозможности в этих условиях ускорить остывание поковок. Поэтому чтобы решить эту задачу, следует подобрать такую комбинацию температуры и величины последних обжатий, которая обеспечивала бы оптимальную структуру. Здесь следует иметь в виду, что сталь, подвергнутая деформации в интервале критических обжатий (4—12%), после рекристаллизации будет иметь нежелательную крупнозернистую структуру.

Для углеродистых сталей интервалы ковочных температур даны на диаграмме состояния «железо - углерод» (рис. 1).

Из графика следует, что для низкоуглеродистой стали область ковочных температур совпадает с однофазной аустенитной областью и частично распространяется на двухфазную область межкритических температур, где свободной структурной фазой является феррит. Заэвтектоидные стали коуют в аустенитной и в двухфазной областях со структурно свободным цементитом.

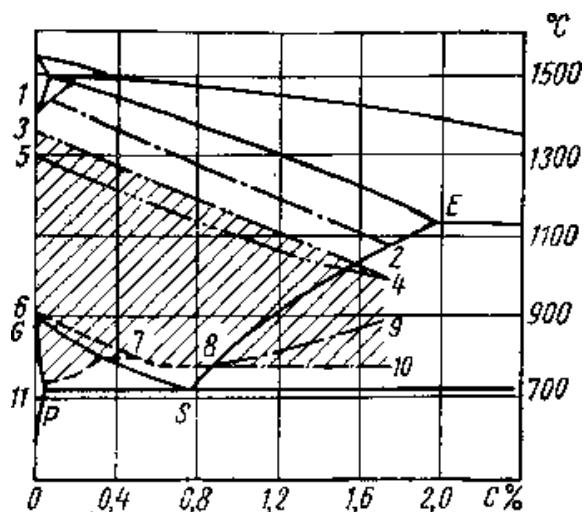


Рис. 2. Целесообразные температурные интервалыковки поковок сечением свыше 70 мм из наследственно крупнозернистой углеродистой стали:

1 — 2 — верхний предел температурного интервала при скоростном нагреве; 3 — 4 — верхний предел температурного интервала для слитков; 5 — 4 — верхний предел для крупных болванок и прутковых заготовок; 6 — 7 — 8 — нижний предел температурного интервалаковки для доэвтектоидных сталей; 6 — 7 — 9 — допустимая температурная область концаковки низкоуглеродистой стали; 8 — 9 — 10 — область концаковки для заэвтектоидной стали.

Ковка, штамповка среднеуглеродистой стали оканчивается выше точки Ar_3 , что обеспечивает устойчивую

мелкозернистую структуру стали.

Для низкоуглеродистой стали (до 0,3% C) допустима более низкая температурная область концаковки, штамповки (в промежутке между точками Ar_3 и Ar_1 особенно для крупных поковок. При этом окончательный размер зерен меньше, чем при завершенииковки при температуре выше точки Ar_3 .

Для заэвтектоидной стали, у которой структурно-свободной фазой является хрупкий цементит, температура концаковки, штамповки должна быть по возможности более низкой, а охлаждение поковок быстрым во избежание образования цементитной

сетки при высокой температуре и конце обработки. Для разрушения цементитной сетки следует оканчивать ковку, штамповку в интервале температур критических точек Ar_m — Ar_1 . В этом случае перед отжигом стали у зернистый перлит нет необходимости проводить нормализацию, отжиг же можно осуществить, используя ковочное тепло. Рекомендации, связанные с окончаниемковки и штамповки заэвтектоидной стали как можно ближе к точке Ar_1 , неприемлемы для стали с большим содержанием углерода, у

которой вследствие графитизации может появиться такой вид брака, как «черный излом». При построении графика на рис. 1 это обстоятельство учтено.

В цеховых условиях интервал ковочных температур иногда уточняют исходя из субъективных причин. Конец штамповки корректируют исходя из стойкости инструмента. Разогретые штампы быстро «салятся» при штамповке остывающей заготовки вследствие значительного увеличения сопротивления деформации. Иногда повышение температуры штамповки вызывается недостаточной мощностью используемого оборудования. Руководствоваться подобными соображениями допустимо лишь в тех случаях, когда отклонения от оптимального режима не снижают качества поковок.

Как видно из графика на рис.1, максимальный интервал ковочных температур для низкоуглеродистой стали достигает 600°C , для эвтектоидной стали он составляет $400\text{—}450^{\circ}\text{C}$, а для заэвтектоидных — $200\text{—}300^{\circ}\text{C}$. Для высоколегированной стали этот интервал температур еще меньше, и, например, для жаропрочной стали он составляет $100\text{—}150^{\circ}\text{C}$.

Для уточнения интервала ковочных температур обычно проводят следующие лабораторные исследования: выявление пластичности стали при осадке до появления первой трещины в пределах ориентировочного интервала ковочных температур; построение кривой изменения ударной вязкости в той же температурной области; определение сопротивления деформации при температурах ориентировочного концаковки, штамповки; построение графика рекристаллизации металла после обработки металла с различной степенью деформации.

Фактически используемый интервал

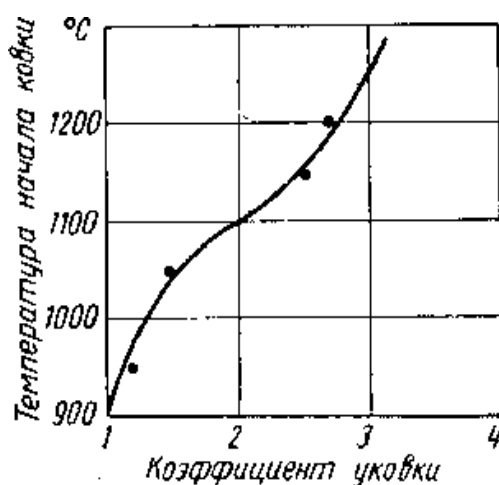


Рис. 3. Ориентировочные данные для сокращения интервала ковочных температур за счет снижения верхнего его предела с учетом необходимой деформации в процессековки (по данным М. А. Гончарова)

ковочных температур может точно совпасть с оптимальным интервалом лишь в частном случае при равенстве времени t_K , затрачиваемого на ковку, штамповку, и времени t_0 остывания стали в интервале ковочных температур при данных условиях обработки. Обе эти величины могут значительно изменяться в зависимости от сложности поковки и темпа работы, зависящего от степени и механизации процесса и быстроходности оборудования. Если $t_K < t_0$, что часто встречается при штамповке, то допустимый интервал ковочных температур не используется, и технологу следует решить вопрос, за счет какой из температур сократить этот интервал, учитывая те же обстоятельства, на основании которых был установлен интервал температур обработки. Высокий нагрев металла без достаточной его проковки не обеспечивает необходимого качества металла даже за счет регулирования скорости охлаждения, поэтому в подобных случаях, чтобы избежать дополнительной термической обработки, приходится сокращать интервал температур обработки за счет снижения температуры процесса (рис. 2). Если $t_K > t_0$, то осуществляют ковку за два или большее число выносов. При этом следует уточнить ковочные температуры, с тем чтобы на последнем выносе соблюсти рациональный интервал ковочных температур, согласованный с другими параметрами процесса и обеспечивающий наилучшее качество поковок.

Данные о температурном интервале дляковки и штамповки различных легированных сталей и сплавов имеются в специальной литературе и справочниках.

1.6 Технологический процесс горячей объемной штамповки.

Обыкновенный процесс производства поковок захватывает в себя такие операции как: Резка проката на нужную величину, нагрев заготовки, штамповка, обрезка облоя и, при необходимости данной операции, пробивку перемычек, правка (также, если требуется), термическая обработка, очистка

поковки от окалины, калибровка, если таковая необходима, контроль готовых изделий.

Резка заготовок производится при помощи различных сортовых ножниц и пил, в то же время могут быть использованы нетипичные способы резки, например, лазерная резка.

Заготовки подвергаются нагреву, который должен быть равномерно распределен по всему объему прежде, чем пойдет процесс штамповки. В этот момент окисление должно быть минимальным, также как и обезуглероживание стали. Для таких целей используется электроконтактная установка, в которой заготовка, будучи зажатой медными контактами, испытывает нагревание в момент пропускания через нее тока. Индукционная установка, в которой заготовка нагревается за счет вихревых токов. Газовая печь, в которой происходит нагрев заготовки без участия кислорода.

Штамповка осуществляется в открытых и закрытых штампах. В первых получают поковки осесимметричные и удлиненные. Во вторых- в основном осесимметричной формы, даже из материалов, которые обладают плохими пластическими свойствами. Поковка простой формы штампуется в штампах, имеющие одну плоскость. Сложные, имеющие резкие изменения сечения, изогнутую ось и подобное штампуются в несколько переходов (многоручьевые штампы).

После того, как была произведена штамповка в открытых штампах, производится удаление облоя, то есть обрезание излишек металла, который скопился в магазине, а также пробивка перемычек на обрезных штампах, которые устанавливаются после молота или КГШП.

Правка поковок выполняется для выравнивания осей и исправления искажений поперечного сечения, которое возникает из-за трудности доставания поковки из штампа, после того, как произведена обрезка облоя и произведена термическая обработка. При большой поковке или если она из высокоуглеродистой и высколегирированной стали, правку производят в горячем состоянии в окончательном ручье штампа сразу после процесса

обрезки облоя. Возможен вариант правки на обрезном прессе, если штамп может совместить в себе и обрезку, и правку. При поковке мелкого размера правку выполняют на винтовом прессе после термообработки в холодном состоянии.

Термическая обработка необходима для получения нужных механических свойств, а также для упрощения дальнейшей мехобработки.

Отжиг предназначен для снятия остаточного напряжения в высокоуглеродистых и легированных поковках, измельчается зерно, снижается твердость, повышается вязкость и пластичность. Процесс нормализации помогает устранить крупнозернистость в поковках, если последняя из стали с процентным содержанием углерода порядка 0,4%.

Производится очистка поковки от окалины для лучшего контроля поверхности поволоков, сохранения срока службы инструмента, а также для лучшего устройства заготовки на станке.

Принцип работы дробейструйной установки. Окалина с поковки, перемещаясь по конвейеру, сбивается сильным потоком дроби, диаметр которой составляет порядка 2 мм. В барабане окалина спадает за счет ударов поволоков между собой, а также об металлические звездочки, которые находятся во вращающемся барабане.

Калибровка предназначена для повышения точности размеров всей поковки либо же отдельной ее части. По итогу, процесс механической обработки становится ненужным либо же производится лишь шлифование.

Есть 2 вида калибровки: плоскостная и объемная. Первая нужна, если необходимо знать точные вертикальные размеры поковки на одном или нескольких участках. Вторая предназначена для повышения точности размеров поковки, а также для повышения качества поверхности. Калибровка производится в штампах с нужными ручьями и конфигурацией поволоков.

1.6.1 Оборудование для горячей объемной штамповки.

Оборудованием для горячей объемной штамповки являются: штамповочные молоты, горячештамповочные кривошипные пресса,

горизонтально-ковочные машины, винтовые фрикционные прессы, гидравлические прессы, гидравлические прессы, ковочные вальцы. Штамповка на этих агрегатах имеет индивидуальные особенности, которые зависят от принципа действия и самого устройства.

1.6.2 Горячая объемная штамповка на молотах.

Основным видом штамповочных молотов являются паровоздушные молоты. Конструкция данных молотов отличается от ковочных молотов. Станину устанавливают непосредственно на шаботе. Обеспечиваются усиленными регулирующими направляющими для движения бабы. Масса шабота превышает массу падающих частей молота в 20-30 раз. В сумме, все это дает необходимую точность соударения штампов.

В основном используются молоты бесшаботной конструкции. Шабот заменяется подвижной нижней бабой, которая связана с верхней бабой посредством механической или гидравлической связи. В таком случае энергия удара поглощается механизмами молота. В момент соударения верхней и нижней баб развивается значительная энергия, которая позволяет штамповать поковки в одноручьевых штампах.

Особенностями горячей объемной штамповки на молотах являются ударный характер деформирующего воздействия, а также величины удара при одновременном кантовании заготовки, что позволяет с большей эффективностью перераспределять металл. При штамповке на молотах имеется возможность выполнения всех заготовительных переходов, в том числе протяжки и подката. Верхняя часть штампа обладает лучшей заполняемостью. Части штампа обязательно должны смыкаться.

На молотах, как правило, изготавливаются поковки с самыми низкими классами точности: Т4, Т5. Это происходит по причине того, что части штампа имеют возможность смещения, отсутствуют направляющие в конструкции штампа. Деформирование носит ударный характер.

Допускаемые отклонения от номинальных размеров поковки соразмерны припускам, следовательно, являются увеличенными.

Кузнечные напуски имеют максимальные значения. Поскольку из-за ударного характера работы молота в конструкции невозможно использовать выталкиватели, поэтому необходимо сделать значительные штамповочные уклоны на вертикальных поверхностях поковки для извлечения ее из ручья штампа. Для наружных – до 7, внутренние – до 10 градусов. Радиусы закругления нужны для облегчения протекания металла, повышения стойкости штампа, а также обеспечения расположения волокон.

1.6.3 Горячая объемная штамповка на прессах.

Чаще всего используют кривошипные горячештамповочные пресса.

Пресс выбирается относительно его номинального усилия.

Особенностями конструкции пресса является жесткий привод, который не позволяет изменить ход ползуна, а также отсутствие ударных нагрузок.

Жесткий привод лишает возможности выполнять переходы, которые требуют возрастающего обжатия с кантованием. Для выполнения фасонирования заготовки используются заготовительные ручки – пережимные либо гибочные. Следовательно, при штамповке заготовок, которые имеют удлиненную форму, фасонирование производится ковочными вальцами, свободной ковкой либо высадкой на горизонтально-ковочных машинах.

Поскольку отсутствуют ударные нагрузки, имеется возможность не использовать массивные шаботы, а применять блок-штампы.

Если штамповка открытая – части штампы не должны смыкаться на толщину обля.

Во время закрытой штамповки используют штампы двух типов:

- Цельная матрица. При выполнении поковок тел вращения, усилие распора не идет на ползун пресса, а принимается матрицей.
- Разъемная матрица. Применяется для облегчения извлечения поковок из полости штампа, что значительно уменьшает штамповочные уклоны.

Поковки, которые получают на прессах, обладают высокой точностью, достигаемая за счет снижения припусков на мехобработку и допусков на номинальные размеры. Поковки имеют большую точность по высоте, поскольку имеется постоянный ход. Наличие жесткой конструкции пресса позволяет использовать направляющие колонки в штампах, что исключает возможного сдвига.

На прессах происходит такая деформация заготовки, которая предполагает штамповку малопластичных материалов, применение штампов с разъемной матрицей, с боковым течением металла.

Штамповка на прессах имеет и свои недостатки, такие как:

- Окалина, которая образовывается после нагрева заготовки, и при штамповке вдавливаемая в тело поковки. Для исключения данного события нужно, чтобы нагрев было безокислительным или малоокислительным. Также, можно производить полную очистку заготовки от окалины перед штамповкой.
- Ввиду низкой скорости деформирования время контакта металла больше, нежели на молотах, следовательно, происходит переохлаждение поверхности, по причине сильного теплообмена со штампами. Все это приводит к тому, что хуже заполняется полость штампа.

1.7 Типы нагревательных устройств и способы нагрева металла.

В связи с различной массой слитков и заготовок, а также темпом и серийностью производства кованных и штампованных поковок дляковки и штамповки применяют различные типы нагревательных устройств и способы нагрева металла. В кузнечных цехах дляковки применяют преимущественно нагревательные печи. Для мелких и средних заготовок из углеродистой стали применяют немеханизированные камерные щелевые печи с рекуперативным использованием тепла отходящих газов и без использования этого тепла. Для

нагрева легированной стали применяют также двухкамерные печи с периодической попеременной загрузкой каждой камеры или с последовательной их загрузкой.

Нагрев слитков осуществляют также в камерных печах с одним, двумя и несколькими закрывающимися окнами и рекуперативным использованием тепла. Отходящие газы удаляются через борова и вытяжную трубу. Большое распространение получили нагревательные печи с выдвигной подиной. Печи с двумя подовыми тележками и выдвиганием их в обе стороны позволяют использовать их без значительных потерь времени. Методические печи для нагрева небольших слитков из легированной стали используются при применении наклонного пода (для облегчения переката слитков) и толкателя для перемещения слитков внутри печи.

При больших сериях производства крупных поковок применяются тоннельные печи с расположением слитков на отдельных тележках. Для подогрева крупных болванок применяются преимущественно шахтные печи, а для охлаждения — различные колодцевые устройства, в том числе и неотопливаемые. В качестве топлива в указанных печах используется мазут или газ.

В производстве штампованных поковок применяются разнообразные нагревательные средства. Быстрый нагрев металла для штамповки в кузнечно-штамповочных цехах обеспечивают пламенные печи и электрические нагреватели.

При нагревании металла в печах имеет место передача тепла лучеиспусканием, конвекцией и теплопроводностью.

Лучеиспускание является основным источником передачи тепла от нагревающей среды и стенок печи; конвекцией передается только 3—8% тепла. Теплопроводность обеспечивает распространение и выравнивание температур по сечению заготовок. В кузнечно-штамповочном производстве до сих пор имеют большее распространение печи, чем электроустановки. Преобладающим видом топлива для современных печей является газ.

При нагреве электроиндукционным способом повышение температуры металла происходит под влиянием вихревых токов и выделения тепла от гистерезиса перемагничивания. В обоих случаях тепло возникает внутри металла, но все же неравномерно по сечению. Распространение тепла и частичное выравнивание температур в металле, нагреваемом электротоком, происходит благодаря теплопроводности.

1.7.1 Нагрев заготовок.

Заготовки представляют собой уже деформированный металл; размеры их меньше слитков, поэтому и режим нагрева их проще.

В зависимости от химического состава металла и размеров заготовок применяются различные режимы нагрева.

В настоящее время широко практикуется нагрев заготовок мелких и средних размеров с любой достижимой скоростью. Только скорость нагрева некоторых специальных сплавов ограничена (в период нагрева их до 500° С).

Необходимый интервал температур в пределах допустимого определяется по затрачиваемому времени на ковку, штамповку в зависимости от сложности технологического процесса, числа требующихся ходов или ударов машины, быстроходности оборудования и механизации вспомогательных операций, Для точного определения этого интервала необходимо сопоставить продолжительность остывания стали в допустимом интервале температур с продолжительностью технологического процесса. Время штамповки часто оказывается меньше времени остывания стали в допустимом интервале температур, поэтому появляется возможность выбора оптимального интервала температур.

Для уменьшения расхода энергии и сокращения времени на штамповку ее выгодно проводить при более высоких температурах.

Если предусмотрена термическая обработка поковок, то штамповку можно начинать при максимально допустимой температуре и оканчивать при температуре даже выше 1000° С.

Для того чтобы обеспечить высокую температуру начала штамповки,

максимальную производительность штамповочного агрегата и минимальные потери металла в угар, нагрев металла производят с максимально допустимым температурным напором. При этом температура перегрева стали несколько повышается. Нагрев заготовок дляковки и штамповки можно осуществлять без выдержки в конце нагрева для выравнивания температуры по сечению. При этом допускаются намного значительно большие перепады температур между поверхностью и серединой заготовки, чем в случае нагрева слитков.

Типы нагревательных устройств, применяемых в штамповочных цехах.

Таблица 2. Типы нагревательных устройств.

Нагревательные устройства	Назначение	Условия нагрева стали
Печи камерные: с закрывающимися окнами щелевые очковые	Для нагрева заготовок мерных То же мерных и прутковых То же	Без предварительного нагрева; печи могут быть с защитной атмосферой
Печи полуметодические и методические с толкателями	Для нагрева мерных заготовок из легированной стали	Методический нагрев; печи могут быть с защитной атмосферой
Печи карусельные: с вращающимся подом (тарельчатые) с вращающимся корпусом (очковые)	Для нагрева заготовок мерных То же мерных и прутковых	То же

Продолжение таблицы 2.

Нагревательные устройства	Назначение	Условия нагрева стали
Конвейерные печи: С внутренним расположением конвейера с наружным расположением конвейера	Для нагрева заготовок мерных То же прутковых	Методический нагрев; печи могут быть с защитной атмосферой То же
Специализированные печи	Нагрев фасонных заготовок	Нагрев по заданному режиму
Солевые ванны	Нагрев мелких заготовок	Быстрый нагрев
Печи для скоростного нагрева с керамическими горелками: камерные и проходные	Нагрев заготовок всех типов	То же
Индукционный электронагрев токами: промышленной частоты повышенной частоты	Нагрев заготовок диаметром более 150—200 мм; нагрев заготовок всех типов и размеров диаметром до 150—200 мм	Очень быстрый нагрев
Контактный электронагрев	Нагрев заготовок диаметром до 60—70 см постоянным сечением по длине (преимущественно большой длины, $L_0/D_0^2 > 1$, где L_0 и D_0 в см)	Быстрый нагрев
Нагрев в электролите	Нагрев заготовок небольших размеров и сечений	То же
Нагрев в стеклянных ваннах	То же	То же

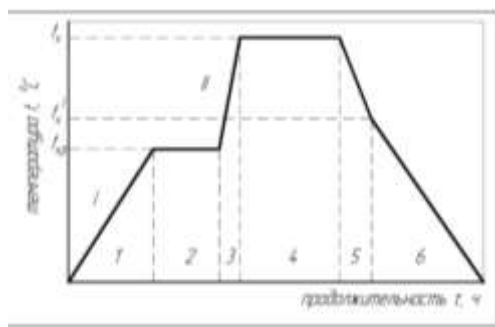


Рис. 4 Многоступенчатый нагрев заготовки.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

2.1 Разработка чертежа поковки.

Разработку чертежей стальных горячештампованных поковок, которые имеют массу не более 250 кг и линейные габариты не более 2500 мм регламентирует ГОСТ 7505-89. В данном ГОСТе прописаны все необходимые данные, такие как: допустимые отклонения, кузнечные напуски (уклоны, радиусы, закругления) и припуски на мехобработку.

Кузнечные напуски, допуски и припуски назначаются в зависимости от конструктивных особенностей поковки, которые зависят от шероховатости обрабатываемой поверхности детали, в том числе от ее величины, массы и размеров. Основываясь на выше перечисленных данных, можем определить исходный индекс поковки. В последующем данный индекс поможет нам определить по таблицам ГОСТов значения допусков, кузнечных напусков и припусков.

Конструктив поковки, определяемый во время разработки чертежа, записывается на поле чертежа в виде технических требований, предъявляемых к ней.

2.2 Конструирование молотового штампа.

Штамповочные ручки. Конечный ручей.

Полость конечного ручья (чистового) выполняется по чертежу поковки

для получения штампа или с помощью чертежа горячей поковки. Поскольку поковку после штамповки охлаждают, а размеры ее, соответственно, становятся меньше. Для того, чтобы получить необходимые нам размеры, нужно увеличить размер полости чистового ручья относительно холодной поковки на, так называемую, усадку.

Выполнение чертежа поковки для последующего изготовления штампа:

1. Чертеж поковки выполняется по чертежу холодной поковки с учетом масштаба, но с указанием усадки и допустимости того факта, что усадка отдельных частей поковки может быть неравномерной. Для стали процент усадки составляет порядка 1,5% (Исключением являются тонкие удлиненные участки поковки, которые быстро остывают, для них процент усадки составляет 1..1,2%)
2. Размеры необходимо ставить с учетом того, чтобы в последующем они были читаемыми и построение фигуры выполнялось без трудностей. Для этого нужно:
 - Наносятся все размеры, которые необходимы для построения линии разъема.
 - Размеры по высоте ставятся по линии разъема
 - Указать размеры напуска
3. В разделе примечаний к чертежу пишутся сведения о неуказанных штамповочных уклонах, радиусах, а также другие надписи, которые помогут облегчить чтение чертежа.
4. На чертеже выполняется поковка, которая получена в окончательном ручье молотового штампа. Следовательно, пробивка отверстий, гибка и прочие операции не указываются.
5. В отдельных местах допустимы послабления на чертеже поковки, учитывая износ некоторых элементов, позволяют получить нужную нам поковку.

Предварительный ручей.

Конструируется и изготавливается с помощью чертежа поковки для

выполнения штампа. Применяется при штамповке сложных поковок с глубокими полостями в штампах, при условии затрудненного извлечения. Данный ручей обладает упрощенной формой относительно окончательного ручья, а также имеет лучшую заполняемость металлом.

Отдельные участки предварительного ручья сильно отличаются от таких же участков окончательного ручья, потому что на них случается перераспределение металла заготовки.

Клещевая выемка, литниковая канавка.

Они размещаются в передней части штампа и используются для расположения прутка или клещей, которые удерживают заготовку. На ряду с этим облегчают удаление поковки из ручья, в случае штамповки без клещевины.

Заготовительные ручьи.

Предназначены для предварительной грубой деформации исходной заготовки, для того, чтобы придать ей форму, которая будет удобной для штамповки в штамповочных ручьях, а также может обеспечить малый отход металла в облой.

Отрубные ручьи (ножи).

Предназначен для того, чтобы отделить отштампованную поковку от прутка, в случае получения из одной исходной заготовки несколько поковок. Поковка укладывается перемычкой на лезвие ножа и при точном ударе отсекается от заготовки. Данный ручей располагается на переднем или заднем углу штампа.

В момент расположения ножа на переднем углу штампа предполагается возможность размещения в ручье поковки с облоем. Когда же располагается на заднем углу, учитывается, чтобы была возможность свободного размещения в ручье исходной заготовки.

2.3 Определение исходного индекса поковки.

Определим необходимые нам данные, такие как класс точности, группа стали, степень сложности поковки, а также конфигурацию поверхности разъема штампа. Для определения нам необходимо знать массу поковки, ее мы взяли из модели в программе КОМПАС 3D. Масса поковки поковки равна 1,5 кг.

Таблица 3. Определение исходного индекса поковки.

Масса поковки, кг	Группа стали			Степень сложности поковки				Класс точности поковки					Исходный индекс	
	M1	M2	M3	C1	C2	C3	C4	T1	T2	T3	T4	T5		
До 0,5 включ.														1
Св. 0,5 до 1,0														2
Св. 1,0 до 1,8														3
Св. 1,8 до 3,2														4
Св. 3,2 до 5,6														5
Св. 5,6 до 10,0														6
Св. 10,0 до 20,0														7
Св. 20,0 до 50,0														8
Св. 50,0 до 125,0														9
Св. 125,0 до 250,0														10
														11
														12
														13
														14
														15
														16
														17
														18
														19
														20
														21
														22
														23

Пример:
 масса поковки — 8,5 кг
 группа сложности — M2
 степень сложности — C1
 класс точности поковки — T4
 исходный индекс — 13

Класс точности поковки. Устанавливается от технологического процесса и оборудования, необходимого для изготовления поковки.

В нашем случае возьмем класс точности – **T4**.

Группа стали определяется по значению среднего массового содержания углерода и легирующих элементов в заготовке.

У нас материал – Сталь 38ХС.

Нам подходит группа стали – **M2**.

Степень сложности определим из таблицы ГОСТа. Также можно определить вычислением, так отношение расчетной массы поковки к геометрической фигуре, в которую вписывают форму детали.

Определив по таблице , выбираем степень сложности – С3

При помощи полученных данных делаем вывод, что исходный индекс поковки, который мы определили по таблице ГОСТ 7505-89, равняется 12.

Назначение припусков и кузнечных напусков.

Для того, чтобы предотвратить образование всевозможных дефектов в поковке необходимо закрыть все имеющиеся выборки технологическими напусками. Для этого назначим припуски на данные размеры, мм:

- на диаметр 25 назначаем 1,5
- на сторону 25 назначаем 1,5 (на сторону)
- на сторону 40 назначаем 1,5 (на сторону)
- на сторону 64 назначаем 2 (на сторону)

ГОСТ 7505-89 разрешает округлять линейные размеры с точностью до 0,5 мм. Округление проводится в большую сторону.

Штамповочные уклоны:

Поскольку при штамповке нашей поковки у молота отсутствует выталкиватель, то необходимо сделать уклон на наружной поверхности, равный 7 градусам.

На внутреннюю поверхность величину уклона назначим 10 градусов.

Радиусы закругления внутренних углов принимаем равными 3 мм.

2.4 Определение объема и массы поковки.

Для точного расчета массы такой заготовки необходимо узнать два параметра: плотность стали, из которой она изготовлена, а также объем изделия. И если плотность стали можно узнать из металлургических справочников, то объем и вес можно узнать, построив модель в КОМПАС

3D.

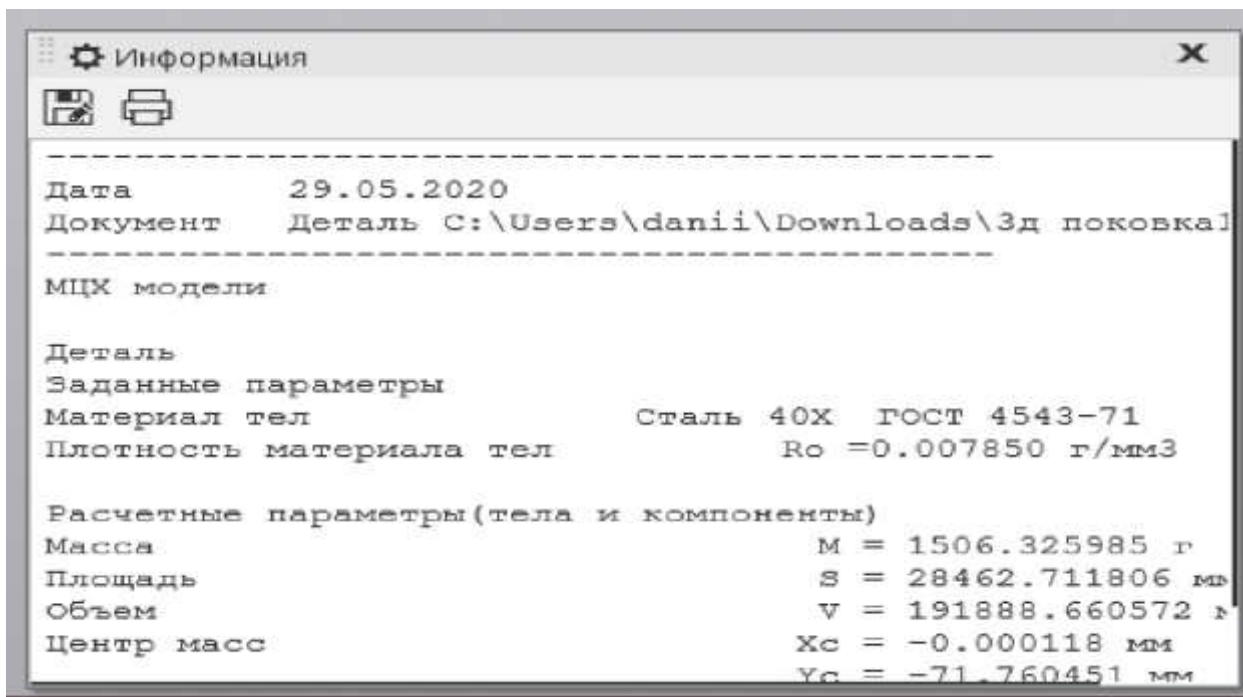


Рис. 5 Данные поковки в программе КОМПАС 3D.

$$V_{пок} = 191888.66 \text{ мм}^3 = 0.000192 \text{ м}^3.$$

$$m_{пок} = \rho \cdot V_{пок},$$

где ρ – удельный вес стали.

$$m_{пок} = 7850 \cdot 0.000192 = 1,5072 \text{ кг}.$$

2.5 Расчет размеров исходной заготовки.

Размеры исходной заготовки выбираются из учета равенства объемов поковки и исходной заготовки, с учетом потерь металла на угар и облой.

Объем исходной заготовки определяется по формуле:

,

где: $V_{заг}$ – объём исходной заготовки, мм^3 ;

$V_{пок}$ – объём поковки, $V_{пок} = 191888.66 \text{ мм}^3$

$V_{обл}$ – объем облоя, мм³;

$V_{уг}$ – объем на угар, мм³.

где: $V_{мост}$ – объем мостика облоя, мм³;

$V_{маг}$ – объем металла в магазине облоя, мм³;

P – периметр поковки, мм;

b – ширина мостика, мм;

h_0 – толщина мостика, мм;

h_1 – средняя толщина облоя по магазину, мм ($h_1=2h_0$);

B – ширина облоя в магазине, мм

Объем угара принимаем равным 2% от объема поковки.



Рис.6 Эпюра сечений заготовки

Определим объем и массу заготовки.

2.6 Выбор и расчет ножниц.

Для того, чтобы разрезать прокат на мерные части нам необходимо воспользоваться сортовыми кривошипными ножницами. Выбираем их по расчетному усилию.

Рассчитаем усилие по формуле:

,

Где: P – усилие резки, кг;

K – эмпирический коэффициент (для круга $k=1$)

$F_{ср}$ – площадь среза, мм²;

$\tau_{ср}$ - сопротивление срезу

$$P = 118,5 \cdot (3,14 \cdot 53,4^2 / 4) = 33459 \text{ кгс} = 334,5 \text{ кН}$$

Останавливаем наш выбор на сортовых открытых ножницах модели с номинальным усилием 500кН.

2.7 Определение усилия штамповки.

Силу при штамповке осаживанием в открытых штампах определяют по формуле для удлиненных в плане поковок, а также поковок, имеющих в плане форму прямоугольника или близкую к нему:

;

Где σ — временное сопротивление при соответствующих температуре и скорости деформации, МПа;

μ — коэффициент внешнего трения (на мостике облоя), обычно принимают его максимальное значение, равное 0,5;

b, h — соответственно ширина и толщина мостика облоя, мм;

F_o — площадь проекции мостика облоя, мм²;

V_{cp} — средняя ширина поковки, мм;

F_n — площадь проекции поковки на плоскость разъема, мм².

Площадь проекции поковки была взята из построенной модели в программе КОМПАС 3D.

σ_T определим из таблицы механических свойств стали 38ХС при определенных температурах (примем её равной 37).

Поскольку необходимо выбирать молот с запасом по усилию, останавливаем свой выбор на молоте с усилием 2 тонны.

2.8 Определение усилия обрезки облоя.

Обрезка облоя поковки и вырубка отверстия производится на специальных нарезных прессах, выбор которых производится по расчетному усилию. Общее расчетное усилие нарезного пресса складывается из усилия нарезки и усилия вырубки отверстия и определяется по формуле:

,

где: P – общее усилие, кН;

$P_{обр}$ – усилие обрезки облоя, кН;

$P_{выр}$ – усилие вырубki перемычки, кН;

Поскольку в нашей поковке отсутствуют какие-либо отверстия, то усилие вырубki нам определять не нужно. Ограничиваемся только расчетом усилия обрезки.

Усилие обрезки облоя определяется по формуле:

,

где: k – эмпирический коэффициент ($k = 1,2 - 1,3$);

$\tau_{ср}$ – сопротивление срезу ;

F – площадь среза, мм².

Учитывая тот факт, что необходимо выбирать пресс с запасом по усилию, а также подразумевается тот факт, что производство должно быть универсальным и на одном прессе была возможность обрабатывать различные по форме и размеру детали, наш выбор останавливается на обрезном прессе КБ9534 с усилием 2500 кН.

2.8.1 Характеристика прессы.

Характеристика данного прессы представлена в таблице 4.

Таблица 4. Характеристика обрезного прессы.

Модель	КБ9534
Номинальное усилие	2500 кН
Ход ползуна	280 мм

Масса	25900 кг
-------	----------

2.9 Выбор нагревательных устройств для нагрева проката перед резкой и штамповкой.

Перед тем как порезать прокат на мерные длины, ввиду особенностей нашей стали 38ХС, нам необходимо произвести нагрев проката.

В связи с различной массой слитков и заготовок, а также темпом и серийностью производства кованных и штампованных поковок дляковки и штамповки применяют различные типы нагревательных устройств и способы нагрева металла. В кузнечных цехах дляковки применяют преимущественно нагревательные печи. Для мелких и средних заготовок из углеродистой стали применяют немеханизированные камерные щелевые печи с рекуперативным использованием тепла отходящих газов и без использования этого тепла. Для нагрева легированной стали применяются двухкамерные печи с периодической попеременной загрузкой каждой камеры или с последовательной их загрузкой.

Нагрев слитков осуществляют также в камерных печах с одним, двумя и несколькими закрывающимися окнами и рекуперативным использованием тепла. Отходящие газы удаляются через борова и вытяжную трубу. Большое распространение получили нагревательные печи с выдвижной подиной. Печи с двумя подовыми тележками и выдвижением их в обе стороны позволяют использовать их без значительных потерь времени. Методические печи для нагрева небольших слитков из легированной стали используются при применении наклонного пода (для облегчения переката слитков) и толкателя для перемещения слитков внутри печи.

При больших сериях производства крупных поковок применяются тоннельные печи с расположением слитков на отдельных тележках. Для подогрева крупных болванок применяются преимущественно шахтные печи, а для охлаждения — различные колодцевые устройства, в том числе и не отапливаемые. В качестве топлива в указанных печах используется мазут или газ.

В производстве штампованных поковок применяются разнообразные нагревательные средства. Быстрый нагрев металла для штамповки в кузнечно-штамповочных цехах обеспечивают пламенные печи и электрические нагреватели.

При нагревании металла в печах имеет место передача тепла лучеиспусканием, конвекцией и теплопроводностью.

В нашем случае для нагрева проката мы выберем шахтную печь, а непосредственно для разогрева заготовки будем использовать камерную печь.

2.10 Разработка технологического процесса изготовления поковки.

Для того, чтобы изготовить нашу деталь «подвеска» соблюдаем такую технологию:

1. Выгружаем прокат мостовым краном, который имеет усилие в 5 тонн.
2. Производится контроль проката на соответствие его нужной марки стали.
3. Транспортировка проката с использованием железнодорожной платформы на участок резки заготовок в горячем состоянии КУЗ-1.
4. При помощи мостового крана, который имеет усилие в 10 тонн, транспортируем прокат в нагревательную печь шахтного типа.
5. Производится нагрев и контроль нагрева проката в шахтной печи

6. Производится операция отрезки разогретого проката на мерные длины при помощи сортовых пресс ножниц с усилием ..
7. Контроль проката насчет качества и длины реза.
8. Транспортировка мостовым краном либо напольно-рельсовой тележкой в кузнечно-штамповочный участок КУЗ -1.
9. Производится нагрев поступивших заготовок в камерной печи
10. Осуществление контроля нагрева заготовки до нужной температуры
11. Осуществление объемной штамповки на молоте с усилием в 2 тонны.
12. Обрезка на обрезном прессе с усилием 192 т.с.
13. Контроль качества получаемой продукции. Соответствие геометрических параметров поковки согласно чертежу.
14. Транспортирование при помощи мостового крана или напольно-рельсовой тележки на участок термической обработки КУЗ -1
15. Осуществление термической обработки поковки на характеристику ее твердости.
16. Транспортирование мостовым краном на участок сдачи.
17. Производится дробеметная очистка в барабане 42236Н
18. Осуществляется контроль полученной детали
19. Окончательная зачистка на наждачном станке 3М636 (объем зачистки 10%)
20. Упаковывание паллетоупаковщиком «Basic 103»

3. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

3.1 Требования, предъявляемые к оборудованию горячейковки и штамповки.

1. Нагревательные печи необходимо располагать с учетом того, чтобы рабочие не испытывали воздействие теплового потока от загрузочных окон от двух и/или более печей одновременно. Исключить необходимость

передачи нагретого металла к деформирующему оборудованию по проездам и проходам.

2. Галтовочные барабаны необходимо располагать в изолированных помещениях, которые оборудованы вытяжной вентиляцией.

3. Оборудование предназначенное для зачистки штамповок и поковок, такое как наждачные станки и шлифовальные машинки, необходимо располагать в отдельно отведенном месте. Оборудование, которые зачищаются штамповки и поковки на магниевых сплавах в обязательном порядке находятся в изоляции от того помещения, в котором проводится работа на наждачном станке.

4. Границы рабочего места, прохода, проезда, а также складского помещения в обязательном порядке обозначаются хорошо видимыми полосами с отсылкой на требования ГОСТ 12.4.026

5. На рабочем месте, где работник постоянно подвержен повышенному воздействию теплового потока, необходимо наличие установки воздушного душирования. Такую установку снабжают приспособлениями для возможности регулирования направления и скорости воздуха, а также устройством для нагрева воздуха зимой и искусственного охлаждения летом.

Помимо всего перечисленного, важно применять механическую приточную вентиляцию, поток воздуха которой направлен на рабочее место.

6. Рабочая зона снабжается ограждениями для того, чтобы защитить работника от возможности поражения его отлетающей окалиной либо облоем.

7. Для возможности охлаждения ручного инструмента устанавливаются металлические емкости с холодной водой.

8. Размещения оборудования должно следовать всем нормативно-правовым актам предприятия.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАБОТЕ.

Выполнение работы дало следующие результаты.

Выполнив данную работу, мы получили следующие результаты:

1. Оценена технологичность детали «подвеска»;
2. Разработан чертеж поковки типа «подвеска»;
3. Определена последовательность операций и составление технологического процесса штамповки;
4. Рассчитаны усилия штамповки, обрезки, и назначено необходимое оборудование;
5. Назначен термический режим штамповки;
6. Разработаны чертежи штампов для формовки и обрезки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Семенов Е.И. и др. Ковка и штамповка: Справочник т.1– М.:Машиностроение, 1985.– 568 с.
- 2) А.С. Зубченко Марочник сталей и сплавов.- М. :Машиностроение, 2001 г.
- 3) Я. М. Охрименко Технология кузнечно-штамповочного производства. – М.: Машиностроение, 1976. –559 с.
- 4) Сторожев М. В., Попов Е. А. Теория обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1977. –423 с.
- 5) Банкетов А.Н.,Добринский Н. С. Кузнечно-штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
- 6) Семенов Е. И.Ковка и объемная штамповка. – М.: Высшая школа, 1972. –350 с.
- 7) Семенов Е. И. и др. Ковка и штамповка: Справочник т.2 – М.: Машиностроение, 1986. – 592 с.
- 8) ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные
- 9) ГОСТ 2590-88 Прокат стальной горячекатаный круглый сортамент.
- 10) Графкина М. В. Охрана труда и производственная безопасность. – М.: Проспект, 2009. – 432 с.

