

Материаловедение и
технология конструкционных
материалов
раздел ТКМ
Лекционный курс

Содержание курса

- Теоретические и технологические основы производства материалов.
- Основные методы получения твердых тел.
- Получение заготовок литьем.
- Получение заготовок обработкой металлов давлением
- Обработка металлов резанием
- Физико-химические и комбинированные методы обработки материалов
- Сварка и огневая резка материалов

Список литературы

1.	Технологические процессы в машиностроении: Учебник https://e.lanbook.com/book/763	С. И. Богодухов, Е. В. Бондаренко	М.: Машино- строение, 2009.
2.	Технология конструкционных материалов: учебное пособие	Н. Н. Воронин, Е. Г. Зарембо	М.: УМЦ ЖДТ. 2013

3.	Разработка чертежа отливки в песчано-глинистых формах. Часть 1: практикум. http://bibl.omgups.ru/METMAT/Пауба-19.80.pdf	А. А. Пауба, М. И. Бисерикан	Омск: ОмГУПС, 2016
4.	Разработка чертежа отливки в песчано-глинистых формах. Часть 1: практикум. http://bibl.omgups.ru/METMAT/Пауба-19.85.pdf	А. А. Пауба, М. И. Бисерикан	Омск: ОмГУПС, 2016
5.	Технология конструкционных материалов. Раздел. Обработка материалов резанием. Часть 1: методические указания. http://bibl.omgups.ru/METMAT/Пауба-19.66.pdf	А. А. Пауба, Д. В. Муравьев, А. В. Обрывалин	Омск: ОмГУПС, 2013
6.	Технология конструкционных материалов. Раздел. Обработка материалов резанием. Часть 2: методические указания. http://bibl.omgups.ru/METMAT/Пауба-19.68.pdf	А. А. Пауба, Д. В. Муравьев, А. В. Обрывалин	Омск: ОмГУПС, 2013
7.	Технология конструкционных материалов. Раздел. Сварочное производство: методические указания. http://bibl.omgups.ru/METMAT/Пауба-19.67.pdf	А. А. Пауба, Г. В. Бычков, Д. В. Муравьев, А. В. Обрывалин	Омск: ОмГУПС, 2013

Тема №1: «Теоретические и технологические основы производства материалов»

Термины и определения:

- **Производственным процессом** называется совокупность всей деятельности людей и использования орудий труда, осуществляемых на предприятии для изготовления или ремонта конкретных видов продукции.
- **Технологический процесс** – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и /или/ определению состояния предмета труда. Под изменением состояния понимают изменение формы, размеров, физических свойств и т.п.
- **Изделие** - предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.
- **Деталь** - изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.
- **Сборочная единица** - изделие, составные части которого (детали) подверглись соединению между собой сборочными операциями на предприятии-изготовителе.

Производственные процессы классифицируются:

- по значению и роли в производстве;
- по типу производства;
- по виду производства;
- по форме организации технологических процессов;
- по степени автоматизации и механизации производства

По значению и роли в производстве выделяют:

<p>Основные процессы</p>	<p>Процессы, в ходе которых осуществляется изготовление основной продукции, выпускаемой предприятием.</p>
<p>Вспомогательные процессы</p>	<p>Процессы, обеспечивающие бесперебойное протекание основных процессов. Их результатом является продукция, используемая на самом предприятии. Вспомогательными являются процессы по ремонту оборудования, изготовлению оснастки, выработка пара и сжатого воздуха и т. д.</p>
<p>Обслуживающие процессы</p>	<p>Процессы в ходе реализации которых выполняются услуги, необходимые для нормального функционирования и основных, и вспомогательных процессов. Например, процессы транспортировки, складирования, подбора, комплектования деталей и т. д.).</p>

Тип производства - классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий.

Массовый		<p>Характеризуется большим объемом выпуска изделий непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция.</p> <p><i>Применяемое оборудование</i> – высокопроизводительное оборудование, с высокой степенью автоматизации (полуавтоматы, автоматы, автоматические линии).</p> <p><i>Уровень квалификации рабочих</i> – низкий.</p>
Серийный	Крупносерийное	<p>Характеризуется изготовлением изделий повторяющимися партиями. Размеры партии определяет серийность производства.</p>
	Среднесерийное	<p><i>Применяемое оборудование</i> – специализированное и универсальное технологическое оборудование (полуавтоматы, станки с ЧПУ, универсальные станки).</p>
	Мелкосерийное	<p><i>Уровень квалификация рабочих</i> – низкий, средний.</p>
Единичный		<p>Характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление изделий, которых, как правило, не предусматривается. Отсутствует цикличность производства, свойственная серийному производству.</p> <p><i>Применяемое оборудование</i> – универсальное технологическое оборудование и оснастка.</p> <p><i>Уровень квалификация рабочих</i> - высокий.</p>

Вид производства – это классификационная категория производства, выделяемая по признаку применяемого метода изготовления изделия и наличия технологической подготовки производства.

Виды производств:

- литейное,
- кузнечное,
- сварочное,
- механообрабатывающее,
- сборочно-регулирующее и т.п.

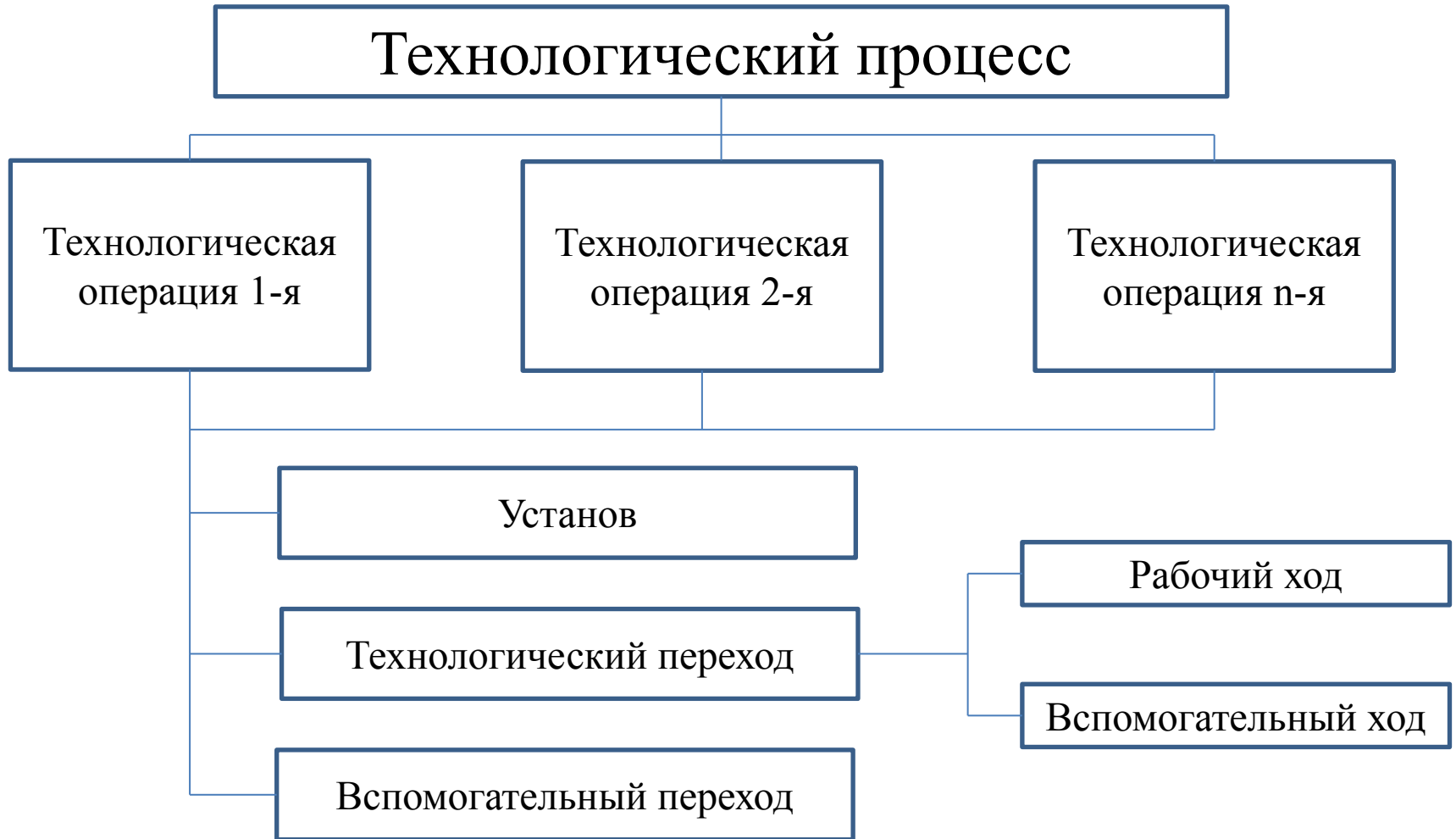
По форме организации технологического процесса:

Форма организации ТП	Тип производства	Характеристика
Поточная (непрерывная)	Массовый	Технологическое оборудование размещается по ходу реализации технологического процесса
Предметно-замкнутая (предметная)	Крупносерийный, Среднесерийный	Технологическое оборудование размещается по участкам в зависимости от конструктивных особенностей деталей (предметов труда) Например, участки обработки валов, зубчатых колес, корпусных деталей, в пределах которых оборудование располагается по ходу технологического процесса
Непоточная (цеховая, групповая)	Мелкосерийный Единичный	Технологическое оборудование размещается по участкам в зависимости от однородности (вида) оборудования. Например, участок токарной, фрезерной, шлифовальной обработки

*По степени автоматизации и механизации
производства:*

Автоматизированное производство	Характеризуется тем, что функции по управлению производством и контролю за ним, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам
Механизированное производство	Характеризуется тем, что вместо ручных средств труда, используются машины и механизмы с применением для их действия различных видов энергии, тяги в отраслях материального производства или процессах трудовой деятельности
Ручное производство	Характеризуется применением в производстве ручных средств труда без применения каких либо источников энергии

Структура технологического процесса



- **Технологическая операция** - законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.
- **Установ** - часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.
- **Технологический переход** - законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.
- **Вспомогательный переход** - законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и /или/ оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предметов труда, но необходимы для выполнения технологического перехода /пример установка заготовки, смена инструмента и т.п./.
- **Рабочий ход** - законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки и сопровождается изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки.
- **Вспомогательный ход** – законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, не сопровождающаяся изменением формы, качества поверхности или свойств заготовки, но необходимая для подготовки рабочего хода.

Задания для самоконтроля по теме №1

Изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций называется

Сборочной единицей

Деталью

Агрегатом

Производство характеризуемое большим объемом выпуска изделий непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция, называется

Массовым

Серийным

Единичным

Что не относится к виду производства?

Литейное производство

Поточное производство

Механосборочное производство

Непоточная (цеховая, групповая) форма организации технологического процесса, при которой технологическое оборудование размещается по участкам в зависимости от однородности (вида) оборудования для какого типа производства применяется?

Массового

Крупносерийного и среднесерийного

Единичного и мелкосерийного

Законченная часть технологического процесса,
выполняемая на одном рабочем месте называется ...

Рабочим ходом

Технологической операцией

Технологическим переходом

Тема №2. Основные методы получения твердых тел

Общая характеристика металлургических процессов

Металлургия – это область науки, техники и отрасли промышленности, охватывающие процессы получения металлов из руд или других материалов, а также процессы, связанные с изменением химического состава, строения и свойств металлических сплавов в соответствии с их назначением.

Для производства чугуна, стали и цветных металлов используют руду, флюсы, топливо, огнеупорные материалы.

Промышленная руда – горная порода, из которой извлекают металлы и их соединения (содержание металла в руде должно быть не менее 30...60 % для железа, 3..5% для меди, 0,005...0,02 % для молибдена).

Руда состоит из минералов, содержащих металл или его соединения, и пустой породы.

Называют руду по одному или нескольким металлам, входящим в их состав, например: железные, медно-никелевые, титановые.

Флюсы – это материалы, загружаемые в плавильную печь для получения легкоплавкого шлака с целью удаления тугоплавкой пустой породы руды и золы топлива. В качестве флюса используют известняк CaCO_3 .

Топливо – в металлургических печах используется кокс, природный газ, мазут, доменный (колошниковый) газ.

Кокс получают сухой перегонкой при температуре 1000 градусов (без доступа воздуха) каменного угля коксующихся сортов. В коксе содержится 80...88 % углерода, 8...12 % золы, 2...5 % влаги. Куски кокса должны иметь размеры 25...60 мм. Это прочное неспекающееся топливо, служит не только горючим для нагрева, но и химическим реагентом для восстановления железа из руды.

Огнеупорные материалы применяют для изготовления внутреннего облицовочного слоя (футеровки) металлургических печей и ковшей для расплавленного металла.

Они способны выдержать нагрузки при высоких температурах, противостоять резким изменениям температуры, химическому воздействию шлака и печных газов.

По химическим свойствам огнеупорные материалы разделяют на группы: кислые (кварцевый песок, диносовый кирпич), основные (магнезитовый кирпич, магнезитохромитовый кирпич), нейтральные (шамотный кирпич).

Вопросы на самостоятельное изучение.

1. Выплавка чугуна. Конструкция и принцип действия доменной печи.
2. Процессы прямого получения железа из руд. Производство стали.
3. Выплавка стали в мартеновских печах.
4. Выплавка стали в кислородных конвертерах.
5. Выплавка стали в электрических печах.
6. Выпалка цветных металлов и сплавов (медь, титан, бронза, латунь).

Получение заготовок литьем

Правильно выбрать способ получения заготовки – означает определить рациональный технологический процесс её получения с учётом материала детали, требований к точности её изготовления, технических условий, эксплуатационных характеристик и серийности выпуска.

Максимальное приближение геометрических форм и размеров заготовки к размерам и форме готовой детали – главная задача заготовительного производства.

Литье – способ получения заготовок (отливок) путем заливки расплавленного металла заданного химического состава в литейную форму, полость которой имеет конфигурацию заготовки.

Основные литейные свойства

Литейные свойства материалов

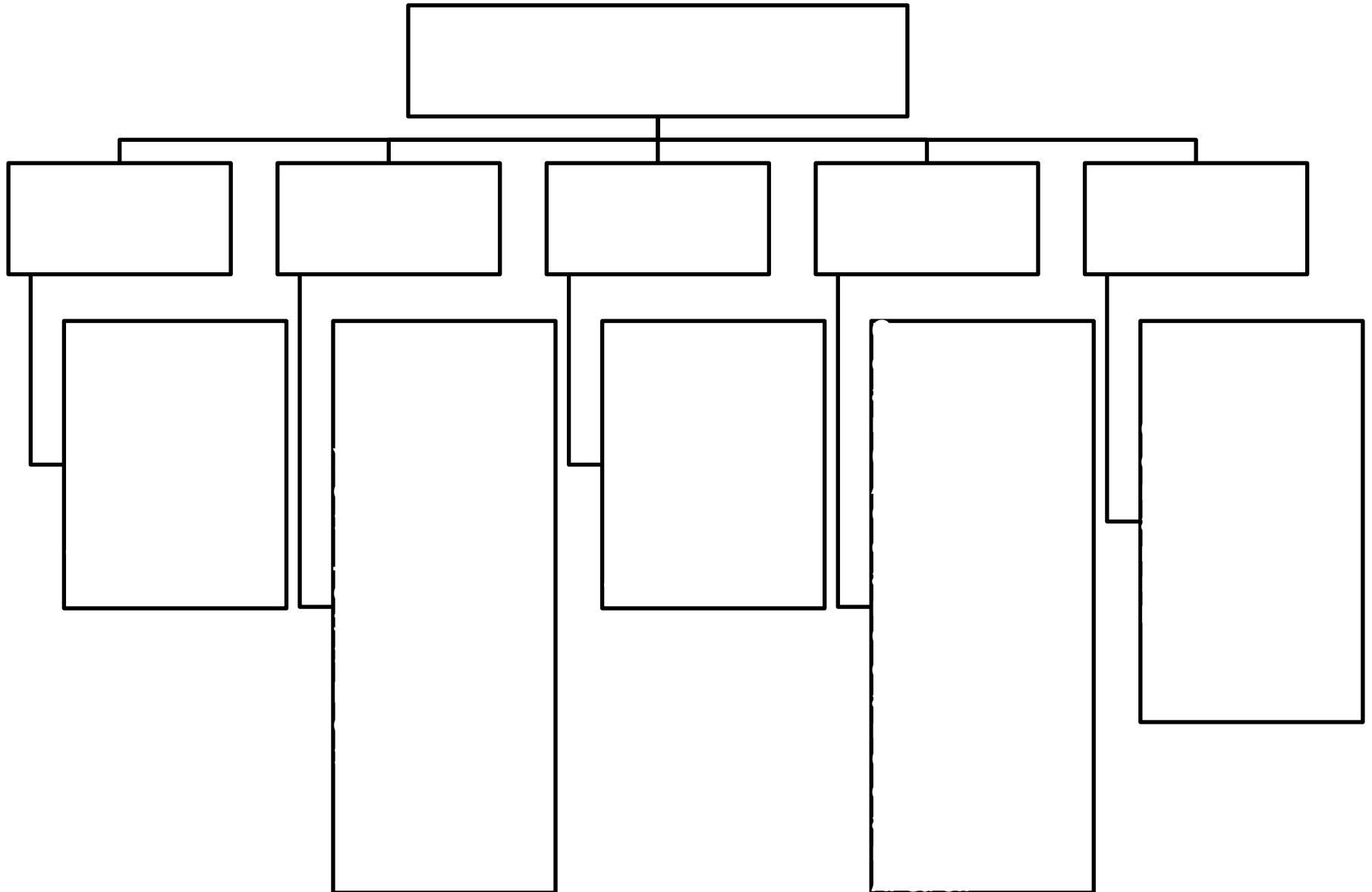
Жидкотекучесть – способность расплавленного металла течь по каналам литейной формы, заполнять ее полости и четко воспроизводить контуры отливки.

Усадка – свойство металлов и сплавов уменьшать объем при охлаждении в расплавленном состоянии, в процессе затвердевания, и в затвердевшем состоянии при охлаждении до температуры окружающей среды.

Газопоглощение – способность литейных сплавов в расплавленном состоянии растворять водород, азот, кислород и другие газы.

Ликвация – неоднородность химического состава сплава в различных частях отливки. Ликвация образуется в процессе затвердевания отливки, из-за различной растворимости отдельных компонентов сплава в его твердой и жидкой фазах (сера, фосфор и углерод).

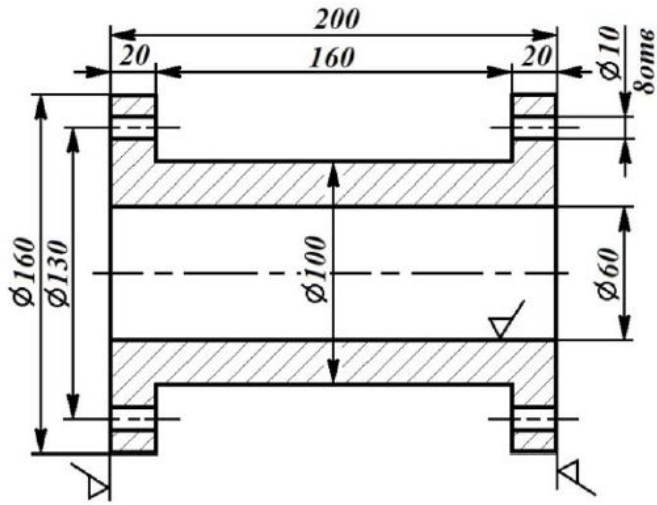
Основные литейные материалы



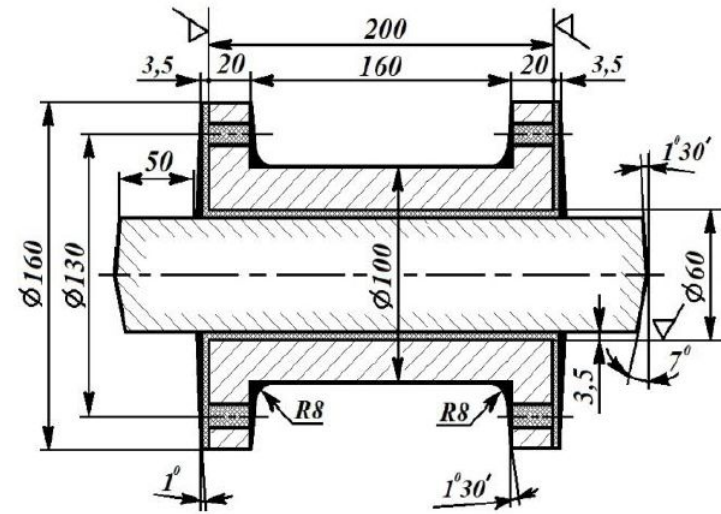
Этапы процесса литья в песчаные формы



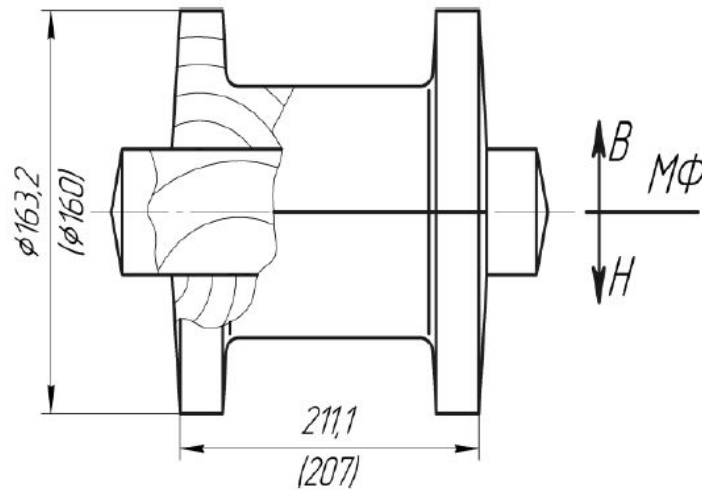
Модель, деталь, отливка



a

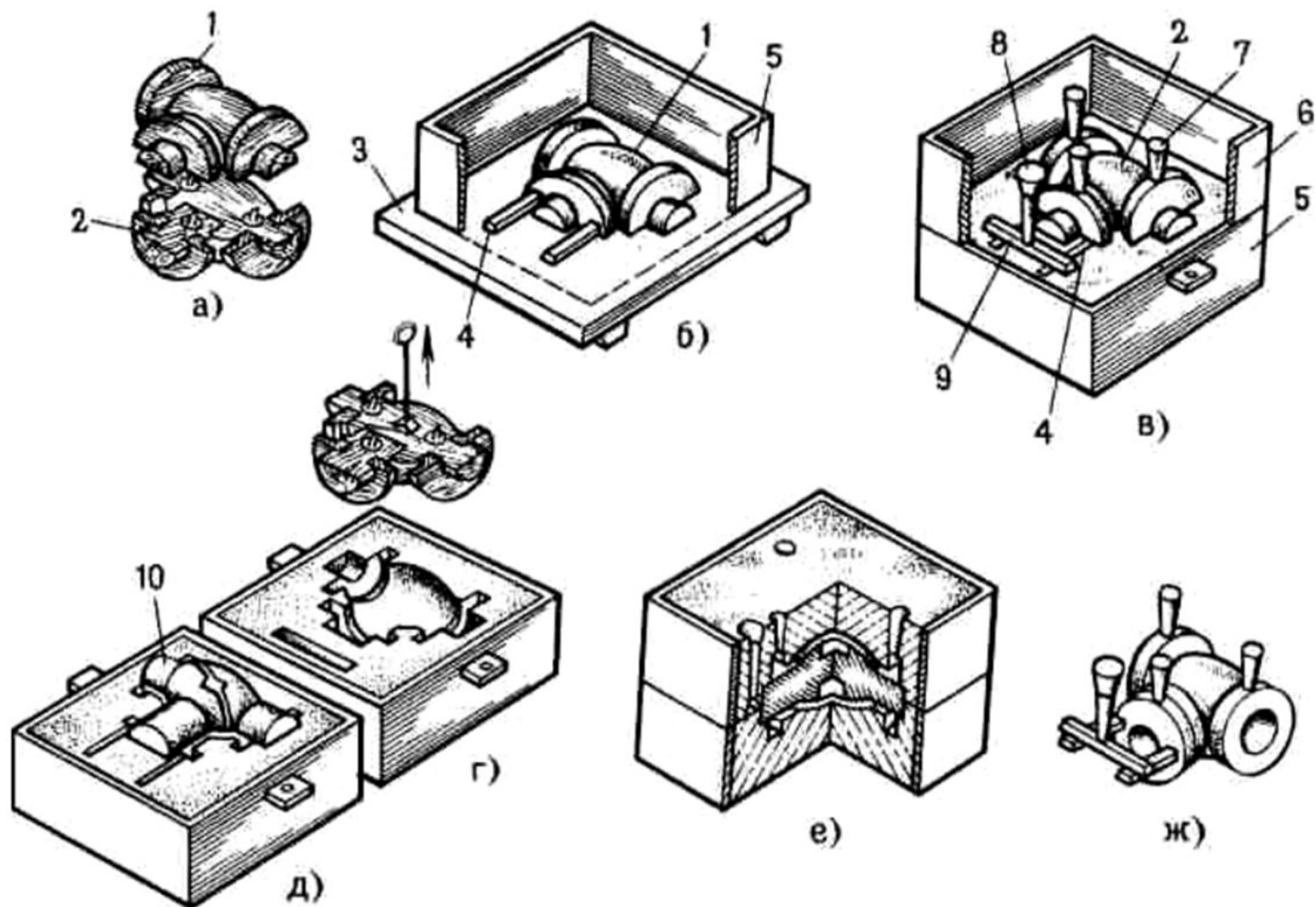


б



в

Технология получения литейной формы



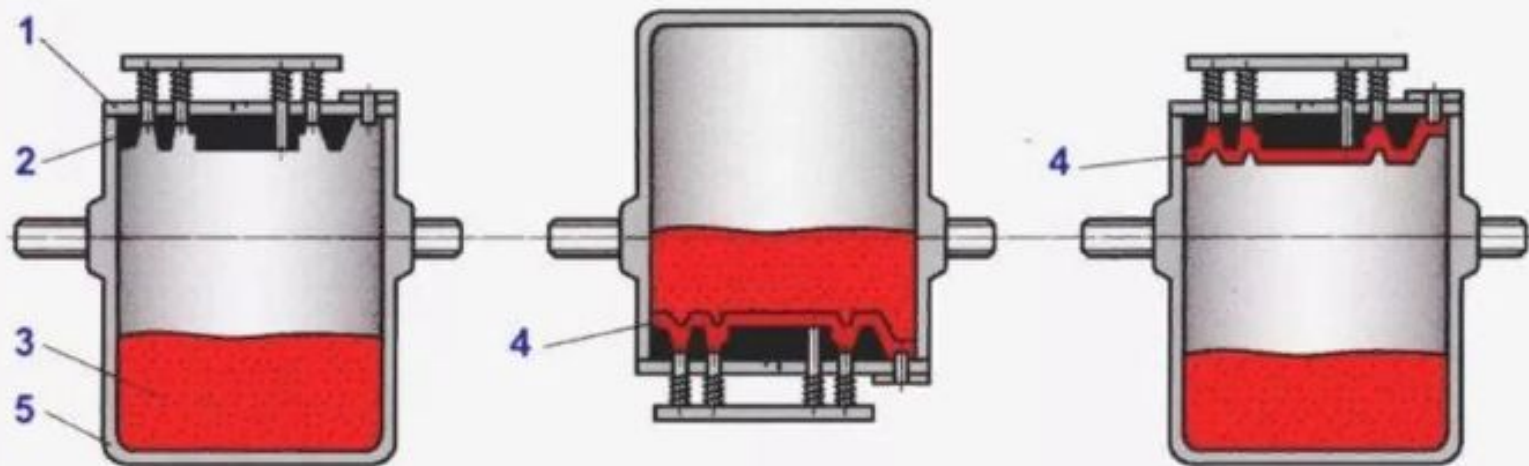
Специальные способы литья:

- в оболочковые формы;
- по выплавляемым моделям;
- кокильное;
- центробежное.

Литье в оболочковые формы - процесс получения отливок из расплавленного металла в формах, изготовленных по горячей модельной оснастке из специальных песчано-смоляных смесей.

Формовочная смесь: кварцевый песок и терморезистивная смола (бакелитовые смолы).

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБОЛОЧКОВЫХ ПОЛУФОРМ МЕТОДОМ ОПРОКИДЫВАНИЯ БУНКЕРА

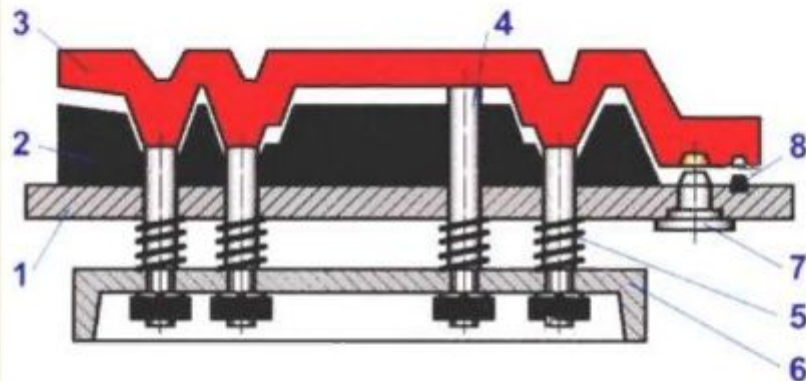


1 - модельная плита; 2 - модель; 3 - песчано-смоляная смесь;
4 - оболочковая полуформа; 5 - бункер.

Металлическую модельную плиту 1 с моделью 2 нагревают в печи до 200...250 °С. Затем плиту 1 закрепляют на опрокидывающемся бункере 5 с формовочной смесью 3 и поворачивают на 180°. Формовочную смесь выдерживают на плите 10...30 секунд. Под действием теплоты, исходящей от модельной плиты, термореактивная смола в приграничном слое расплавляется, склеивает песчинки и отвердевает с образованием песчано-смоляной оболочки 4, толщиной 5...15 мм. Бункер возвращается в исходное положение (в), излишки формовочной смеси осыпаются с оболочки. Модельная плита с полутвердой оболочкой 4 снимается с бункера и прокаливается в печи при температуре 300...350 °С, при этом смола переходит в твердое необратимое состояние.

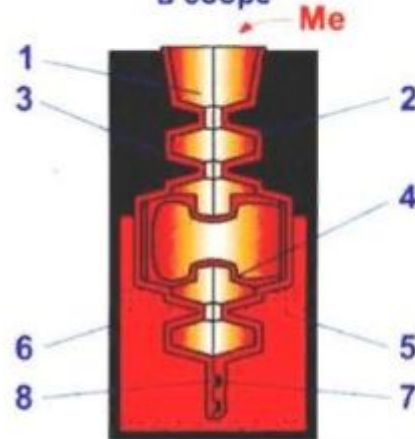
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБОЛОЧКОВЫХ ПОЛУФОРМ МЕТОДОМ ОПРОКИДЫВАНИЯ БУНКЕРА

Съем полуформы с
модельной плиты



- 1 - модельная плита;
- 2 - модель;
- 3 - оболочковая полуформа;
- 4 - толкатель;
- 5 - пружина;
- 6 - плита толкания;
- 7 - штырь;
- 8 - бурт.

Оболочковая форма
в сборе



- 1 - литниковая воронка;
- 2 - оболочковая полуформа правая;
- 3 - оболочковая полуформа левая;
- 4 - оболочковый стержень;
- 5 - опорный наполнитель (дробь или песок);
- 6 - опора;
- 7 - центрирующее углубление;
- 8 - центрирующий выступ.

Твердая оболочка снимается с модели с помощью толкателей 4.

Аналогичным образом получают вторую полуформу.

Для получения формы полуформы склеивают или соединяют другими способами (при помощи скоб).

Формы для предохранения от коробления и преждевременного разрушения устанавливают в контейнеры (опоку 6) и засыпают чугуной дробью.

Литье в оболочковые формы обеспечивает высокую геометрическую точность отливок, малую шероховатость поверхностей, снижает расход формовочных материалов (высокая прочность оболочек позволяет изготавливать формы тонкостенными) и объем механической обработки, является высокопроизводительным процессом.

Литье по выплавляемым моделям – процесс получения отливок из расплавленного металла в формах, рабочая полость которых образуется благодаря удалению (вытеканию) легкоплавкого материала модели при ее предварительном нагревании.

Литье по выплавляемым моделям обеспечивает получение точных и сложных отливок из различных сплавов массой 0,02...15 кг с толщиной стенки 0,5...5 мм.

Недостатком является сложность и длительность процесса производства отливок, применение специальной дорогостоящей оснастки.

Литьем по выплавляемым моделям изготавливают детали для приборостроительной, авиационной и другой отраслевой промышленности.

Используют при литье жаропрочных труднообрабатываемых сплавов (лопатки турбин), коррозионно-стойких сталей, углеродистых сталей в массовом производстве (автомобильная промышленность).



Выплавляемые модели изготавливают в пресс-формах *1* из модельных составов, включающих парафин, воск, стеарин, жирные кислоты. Состав хорошо заполняет полость пресс-формы, дает четкий отпечаток. После затвердевания модельного состава пресс-форма раскрывается и модель выталкивается в холодную воду.

Затем модели собираются в модельные блоки *2* с общей литниковой системой припаиванием, приклеиванием или механическим креплением. В один блок объединяют 2...100 моделей.

Формы изготавливают многократным погружением модельного блока *3* в специальную жидкую огнеупорную смесь, налитую в емкость с последующей обсыпкой кварцевым песком.

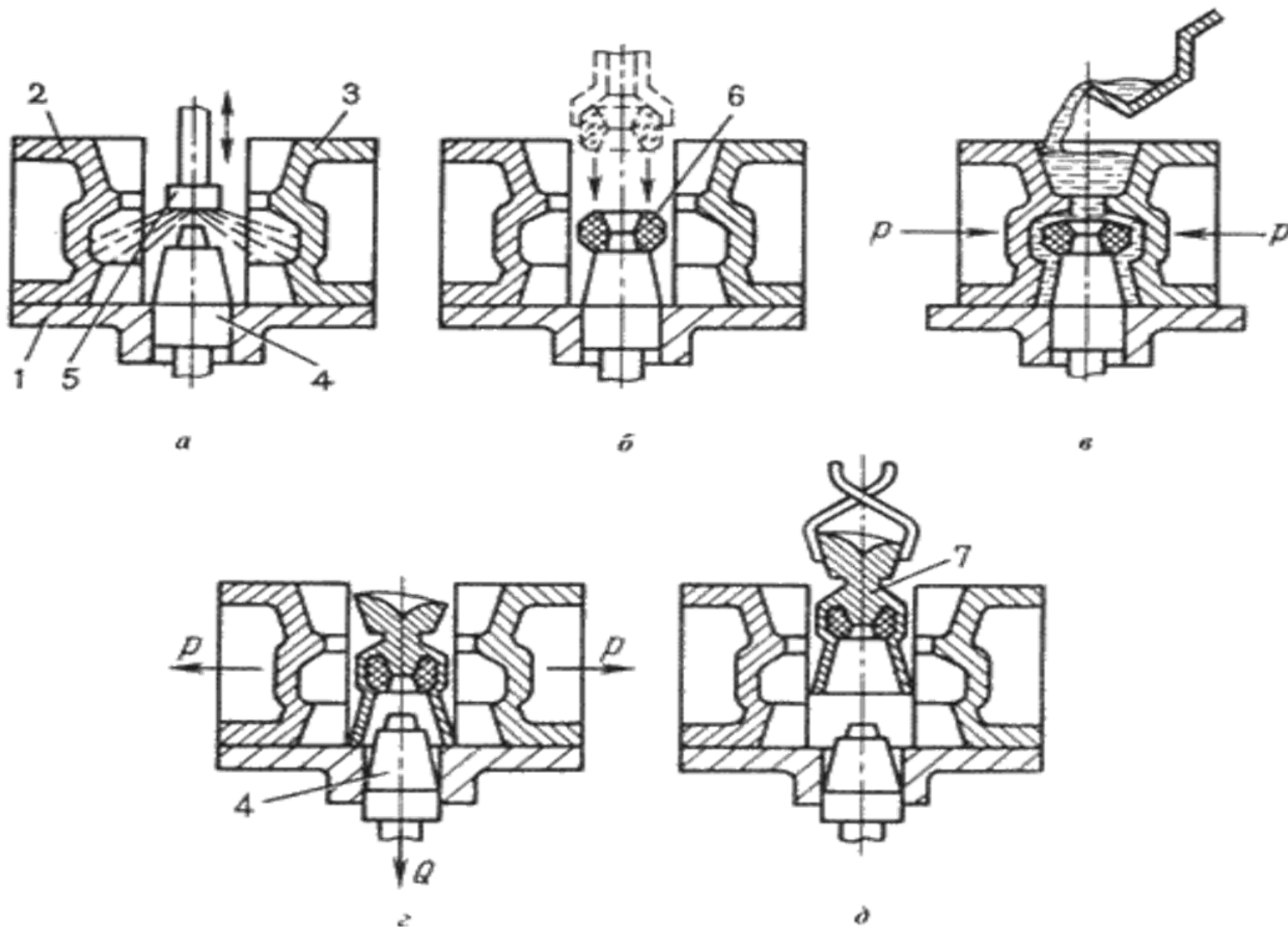
Затем модельные блоки сушат на воздухе или в среде аммиака. Обычно наносят 3...5 слоев огнеупорного покрытия с последующей сушкой каждого слоя.

Модели из форм удаляют, погружая в горячую воду или с помощью нагретого пара. После удаления модельного состава тонкостенные литейные формы устанавливаются в опоке, засыпаются кварцевым песком, а затем прокаливают в печи в течение 6...8 часов при температуре 850...950 °С для удаления остатков модельного состава, испарения воды.

Заливку форм по выплавляемым моделям производят сразу же после прокали в нагретом состоянии. Заливка может быть свободной, под действием центробежных сил, в вакууме и т.д.

После затвердевания залитого металла и охлаждения отливок форма разрушается, отливки отделяют от литников механическими методами, направляют на химическую очистку, промывают и подвергают термической обработке.

Литье в кокиль – изготовление отливок из расплавленного металла в металлических формах-кокилях.



Рабочую поверхность кокиля с вертикальной плоскостью разъема, состоящую из поддона 1, двух симметричных полуформ 2 и 3 и металлического стержня 4, предварительно нагретую до 150...180С покрывают из пульверизатора 5 слоем огнеупорного покрытия (а) толщиной 0,3...0,8 мм. Покрытие предохраняет рабочую поверхность кокиля от резкого нагрева и схватывания с отливкой.

Покрытия готовят из огнеупорных материалов (тальк, мел, графит), связующего материала (жидкое стекло) и воды.

Затем с помощью манипулятора устанавливают песчаный стержень 6, с помощью которого в отливке выполняется полость.

Половинки кокиля соединяют и заливают расплав. После затвердевания отливки 7 и охлаждения ее до температуры выбивки кокиль раскрывают и протягивают вниз металлический стержень 4. Отливка 7 удаляется манипулятором из кокиля.

Литье в кокиль применяют в массовом и серийном производствах для изготовления отливок из чугуна, стали и сплавов цветных металлов с толщиной стенки 3...100 мм, массой от нескольких граммов до нескольких сотен килограммов.

Литье в кокиль позволяет сократить или избежать расхода формовочных и стержневых смесей, трудоемких операций формовки и выбивки форм, повысить точность размеров и снизить шероховатость поверхности, улучшить механические свойства.

Недостатки кокильного литья: высокая трудоемкость изготовления кокилей, их ограниченная стойкость, трудность изготовления сложных по конфигурации отливок.

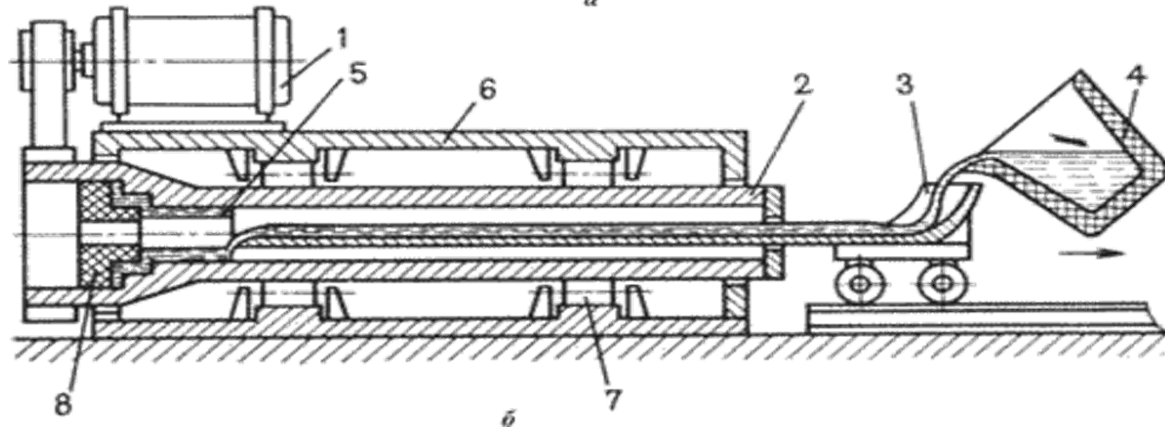
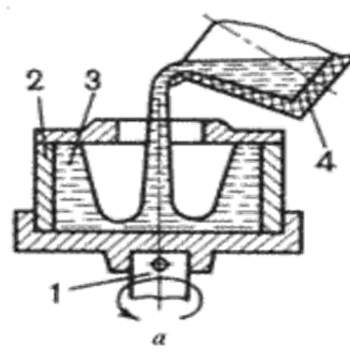
Центробежное литье

При центробежном литье сплав заливается во вращающиеся формы. Формирование отливки осуществляется под действием центробежных сил, что обеспечивает высокую плотность и механические свойства отливок.

Центробежным литьем изготавливают отливки в металлических, песчаных, оболочковых формах и формах для литья по выплавляемым моделям на центробежных машинах с горизонтальной и вертикальной осью вращения.

Металлические формы изложницы изготавливают из чугуна и стали. Толщина изложницы в 1,5...2 раза больше толщины отливки. В процессе литья изложницы снаружи охлаждают водой или воздухом.

На рабочую поверхность изложницы наносят теплозащитные покрытия для увеличения срока их службы. Перед работой изложницы нагревают до 200 °С.



При получении отливок на машинах с вращением формы вокруг вертикальной оси (а) металл из ковша 4 заливают во вращающуюся форму 2, укрепленную на шпинделе 1, который вращается от электродвигателя.

Под действием центробежных сил металл прижимается к боковой стенке изложницы. Литейная форма вращается до полного затвердевания отливки. После остановки формы отливка 3 извлекается.

Отливки имеют разностенность по высоте – более толстое сечение в нижней части. Применяют для получения отливок небольшой высоты – коротких втулок, колец, фланцев. При получении отливок типа тел вращения большой длины (трубы, втулки) на машинах с горизонтальной осью вращения (б) изложницу 2 устанавливают на опорные ролики 7 и закрывают кожухом 6. Изложница приводится в движение электродвигателем 1. Расплавленный металл из ковша 4 заливают через желоб 3, который в процессе заливки металла перемещается, что обеспечивает получение равностенной отливки 5. Для образования раструба трубы используют песчаный или оболочковый стержень 8. После затвердевания металла готовую отливку извлекают специальным приспособлением.

Дефекты отливок и их исправление

Дефекты отливок по внешним признакам подразделяют: на наружные (песчаные раковины, перекося недолив); внутренние (усадочные и газовые раковины, горячие и холодные трещины),

Песчаные раковины – открытые или закрытые пустоты в теле отливки, которые возникают из-за низкой прочности формы и стержней, слабого уплотнения формы и других причин.

Перекося – смещение одной части отливки относительно другой, возникающее в результате небрежной сборки формы, износа центрирующих штырей, несоответствия знаковых частей стержня на модели и в стержневом ящике, неправильной установке стержня.

Недолив – некоторые части отливки остаются незаполненными в связи с низкой температурой заливки, недостаточной жидкотекучести, недостаточным сечением элементов литниковой системы.

Усадочные раковины – открытые или закрытые пустоты в теле отливки с шероховатой поверхностью и грубокристаллическим строением.

Возникают при недостаточном питании массивных узлов, нетехнологичной конструкции отливки, заливки перегретым металлом, неправильная установка прибылей.

Газовые раковины – открытые или закрытые пустоты с чистой и гладкой поверхностью, которая возникает из-за недостаточной газопроницаемости формы и стержней, повышенной влажности формовочных смесей и стержней, насыщенности расплавленного металла газами.

Трещины горячие и холодные – разрывы в теле отливки, возникающие при заливке чрезмерно перегретым металлом, из-за неправильной конструкции литниковой системы, неправильной конструкции отливок, повышенной неравномерной усадки, низкой податливости форм и стержней.

Методы обнаружения дефектов

Наружные дефекты отливок обнаруживаются внешним осмотром после извлечения отливки из формы или после очистки.

Внутренние дефекты определяют радиографическими или ультразвуковыми методами дефектоскопии.

При использовании радиографических методов (рентгенография, гаммаграфия) на отливки воздействуют рентгеновским или гамма-излучением. С помощью этих методов выявляют наличие дефекта, размеры и глубину его залегания.

При ультразвуковом контроле ультразвуковая волна, проходящая через стенку отливки при встрече с границей дефекта (трещиной, раковиной) частично отражается. По интенсивности отражения волны судят о наличии, размерах и глубине залегания дефекта.

Трещины выявляют люминесцентным контролем, магнитной или цветной дефектоскопией.

Методы исправления дефектов

Незначительные дефекты исправляют заделкой замазками или мастиками, пропиткой различными составами, газовой или электрической сваркой.

Заделка замазками или мастиками – декоративное исправление мелких поверхностных раковин. Перед заполнением мастикой дефектные места очищают от грязи, обезжиривают. После заполнения исправленное место заглаживают, подсушивают и затирают пемзой или графитом.

Пропитывание применяют для устранения пористости. Отливки на 8...12 часов погружают в водный раствор хлористого аммония. Проникая в промежутки между кристаллами металла, раствор образует оксиды, заполняющий поры отливок.

Для устранения течи отливки из цветных металлов пропитывают бакелитовым лаком.

Газовую и электрическую сварку применяют для исправления дефектов на необрабатываемых поверхностях (раковины, сквозные отверстия, трещины). Дефекты в чугунных отливках заваривают с использованием чугунных электродов и присадочных прутков, в стальных отливках – электродами соответствующего состава.

Получение заготовок обработкой металлов давлением

Обработкой давлением называются процессы получения заготовок или деталей машин силовым воздействием инструмента на исходную заготовку из исходного материала.

Пластическое деформирование при обработке давлением, состоящее в преобразовании заготовки простой формы в деталь более сложной формы того же объема, относится к *малоотходной технологии*.

Обработкой давлением называются процессы получения заготовок или деталей машин силовым воздействием инструмента на исходную заготовку из исходного материала.

Пластическое деформирование при обработке давлением, состоящее в преобразовании заготовки простой формы в деталь более сложной формы того же объема, относится к **малоотходной технологии**.

По назначению процессы ОМД группируют следующим образом:

– для получения изделий постоянного поперечного сечения по длине (прутков, проволоки, лент, листов), применяемых в различных конструкциях или в качестве заготовок для последующего изготовления деталей – **прокатка, волочение, прессование**;

– для получения деталей или заготовок, имеющих формы и размеры, приближенные к размерам и формам готовых деталей, требующих механической обработки для придания им окончательных размеров и заданного качества поверхности – **ковка, штамповка**.

Основными схемами деформирования объемной заготовки являются:

– сжатие между плоскостями инструмента – **ковка**;

– ротационное обжатие вращающимися валками – **прокатка**;

– затекание металла в полость инструмента – **штамповка**;

– выдавливание металла из полости инструмента – **прессование**;

– вытягивание металла из полости инструмента – **волочение**.

Технологические свойства

Ковкость – свойство металла изменять свою форму под действием ударов или давления, не разрушаясь.

Степень ковкости на прямую зависит от пластичности.

Пластичность, характеризует способность материала деформироваться без разрушения.

Чем выше пластичность материала, тем большую степень суммарного обжатия он выдерживает.

Факторы влияющие на пластичность:

- состав и структура деформируемого металла;
- характер напряженного состояния при деформации;
- неравномерность деформации;
- скорость деформации;
- температура деформации.

Состав и структура металла

Пластичность находится в прямой зависимости от химического состава материала. С повышением содержания углерода в стали пластичность падает. Большое влияние оказывают элементы, входящие в состав сплава как примеси. Олово, сурьма, свинец, сера не растворяются в металле и, располагаясь по границам зерен, ослабляют связи между ними. Температура плавления этих элементов низкая, при нагреве под горячую деформацию они плавятся, что приводит к потере пластичности.

Характер напряженного состояния

Один и тот же материал проявляет различную пластичность при изменении схемы напряженного состояния. Схема всестороннего сжатия является наиболее благоприятной для проявления пластических свойств, так как при этом затрудняется межзеренная деформация и вся деформация протекает за счет внутризеренной. Появление в схеме растягивающих напряжений снижает пластичность. Самая низкая пластичность наблюдается при схеме всестороннего растяжения.

Неравномерность деформации

Чем больше неравномерность деформации, тем ниже пластичность. Неравномерность деформации вызывает появление дополнительных напряжений.

Скорость деформации

С повышением скорости деформации в условиях горячей деформации пластичность снижается. Имеющаяся неравномерность деформации вызывает дополнительные напряжения, которые снимаются только в том случае, если скорость разупрочняющих процессов не меньше скорости деформации.

Температура деформации

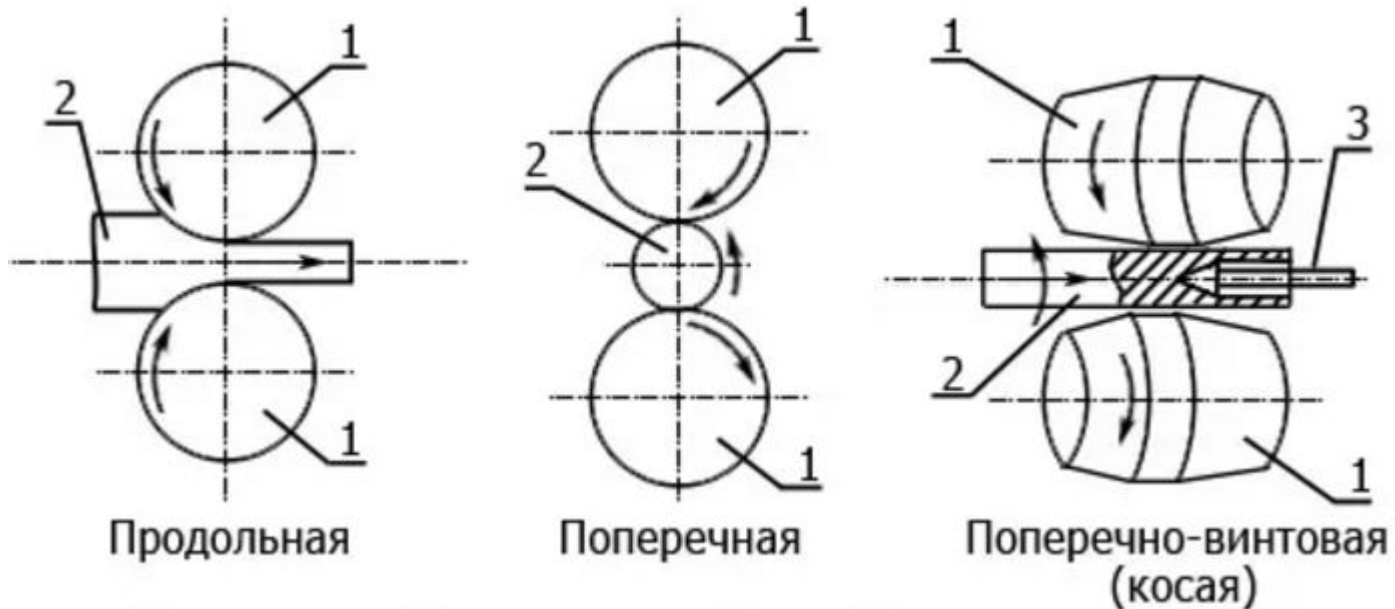
Влияние температуры неоднозначно. Малоуглеродистые и среднеуглеродистые стали, с повышением температуры, становятся более пластичными. Высоколегированные стали имеют большую пластичность в холодном состоянии. Для шарикоподшипниковых сталей пластичность практически не зависит от температуры.

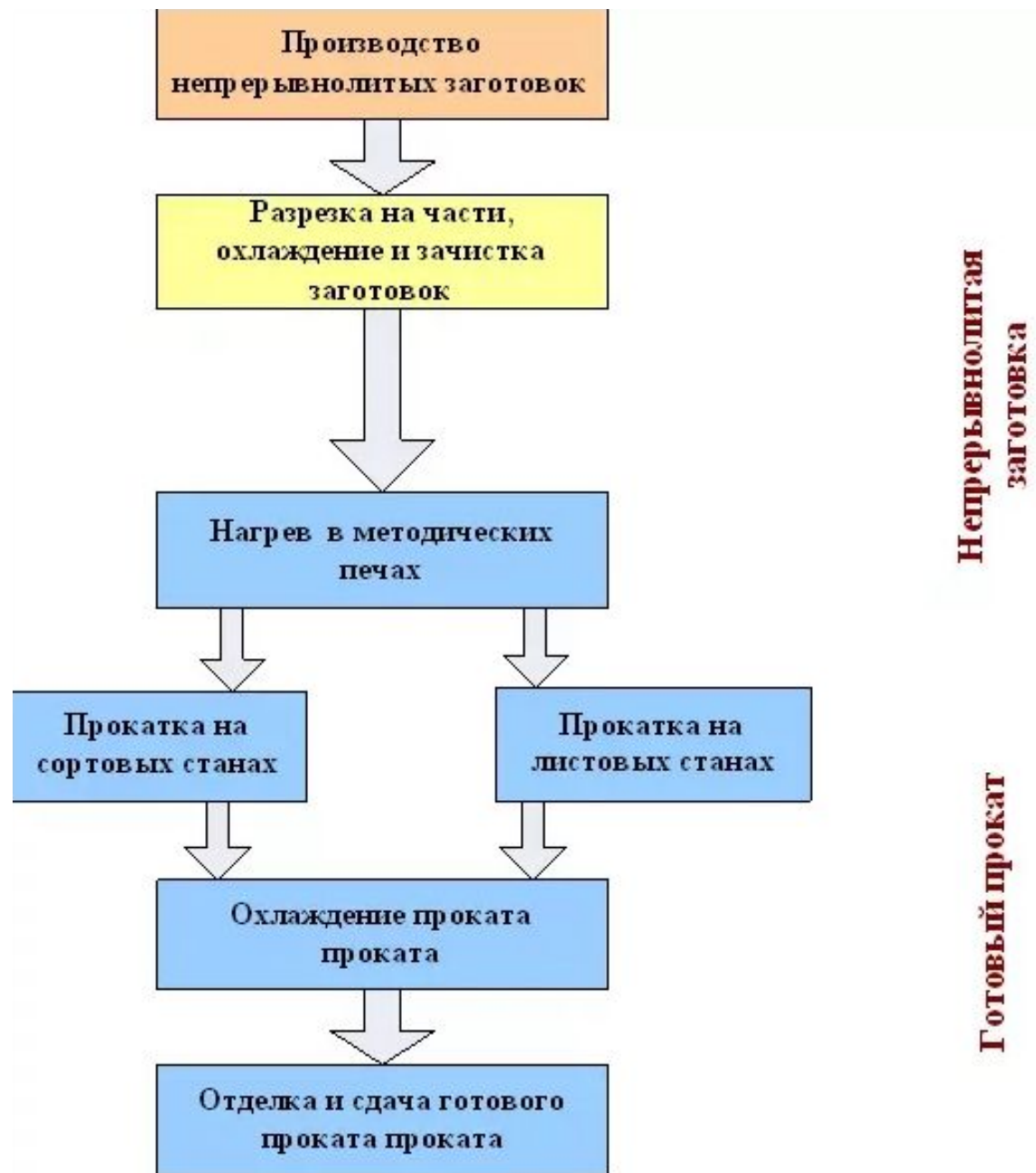
Прокатка

Это способ ОМД, при котором заготовка обжимается (сдавливается), проходя в зазор между вращающимися валками, при этом, она уменьшается в своем поперечном сечении и увеличивается в длину.

Форма поперечного сечения называется профилем.

Процесс прокатки обеспечивается силами трения между вращающимся инструментом и заготовкой, благодаря которым заготовка перемещается в зазоре между валками, одновременно деформируясь. В момент захвата металла со стороны каждого валка действуют на металл две силы: нормальная сила и касательная сила трения.





Продукция прокатного производства

Форма поперечного сечения называется профилем проката. Совокупность профилей различной формы и размеров - сортамент.

В зависимости от профиля прокат делится на четыре основные группы: листовой, сортовой, трубный и специальный. В зависимости от того нагретая или холодная заготовка поступает в прокатные валки – горячий и холодный.

Листовой прокат из стали и цветных металлов подразделяется на толстолистовой (4...60 мм), тонколистовой (0,2...4мм) и жель (менее 0,2 мм). Толстолистовой прокат получают в горячем состоянии, другие виды листового проката – в холодном состоянии.

Прокатку листов и полос проводят в гладких валках.

Среди сортового проката различают:

заготовки круглого, квадратного и прямоугольного сечения дляковки и прокатки;

простые сортовые профили (круг, квадрат, шестигранник, полоса, лента);

фасонные сортовые профили:

профили общего назначения (уголок, швеллер, тавр, двутавр);

профили отраслевого назначения (железнодорожные рельсы, автомобильный обод);

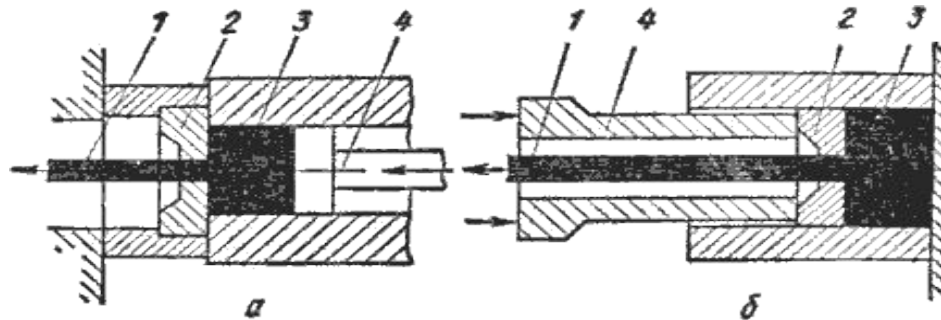
профили специального назначения (профиль для рессор, напильников)

Прессование

Прессование – вид обработки давлением, при котором металл выдавливается из замкнутой полости через отверстие в матрице, соответствующее сечению прессуемого профиля.

Технологический процесс прессования включает операции:

- подготовка заготовки к прессованию (разрезка, предварительное обтачивание на станке, так как качество поверхности заготовки оказывает влияние на качество и точность профиля);
- нагрев заготовки с последующей очисткой от окалины;
- укладка заготовки в контейнер;
- непосредственно процесс прессования;
- отделка изделия (отделение пресс-остатка, разрезка).



Применяются два метода прессования: *прямой* и *обратный*.

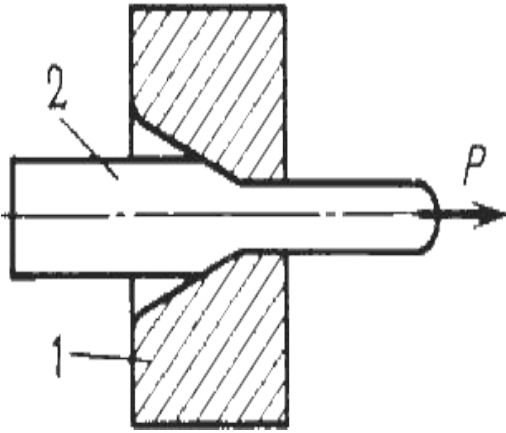
1 – готовый пруток; 2 – матрица; 3 – заготовка; 4 – пуансон

При прямом прессовании движение пуансона пресса и истечение металла через отверстие матрицы происходят в одном направлении. При прямом прессовании требуется прикладывать значительно большее усилие, так как часть его затрачивается на преодоление трения при перемещении металла заготовки внутри контейнера. Пресс-остаток составляет 18...20 % от массы заготовки (в некоторых случаях – 30...40 %). Но процесс характеризуется более высоким качеством поверхности, схема прессования более простая.

При обратном прессовании заготовку закладывают в глухой контейнер, и она при прессовании остается неподвижной, а истечение металла из отверстия матрицы, которая крепится на конце полого пуансона, происходит в направлении, обратном движению пуансона с матрицей. Обратное прессование требует меньших усилий, пресс-остаток составляет 5...6 %. Однако меньшая деформация приводит к тому, что прессованный пруток сохраняет следы структуры литого металла. Конструктивная схема более сложная.

Волочение

Сущность процесса волочения заключается в протягивании заготовок через сужающееся отверстие (фильеру) в инструменте, называемом волокой.



Волочением получают проволоку диаметром 0,002...4 мм, прутки и профили фасонного сечения, тонкостенные трубы, в том числе и капиллярные. Волочение применяют также для калибровки сечения и повышения качества поверхности обрабатываемых изделий.

Технологический процесс волочения включает операции: предварительный отжиг заготовок для получения мелкозернистой структуры металла и повышения его пластичности; травление заготовок в подогретом растворе серной кислоты для удаления окалины с последующей промывкой, после удаления окалины на поверхность наносят подмазочный слой путем омеднения, фосфотирования, известкования, к слою хорошо прилипает смазка и коэффициент трения значительно снижается; волочение, заготовку последовательно протягивают через ряд постепенно уменьшающихся отверстий; отжиг для устранения наклепа: после 70...85 % обжатия для стали и 99 % обжатия для цветных металлов ; отделка готовой продукции (обрезка концов, правка, резка на мерные длины и др.)

Ковка

Ковка – способ обработки давлением, при котором деформирование нагретого (реже холодного) металла осуществляется или многократными ударами молота или однократным давлением прессы.

Формообразование при ковке происходит за счет пластического течения металла в направлениях, перпендикулярных к движению деформирующего инструмента. При свободной ковке течение металла ограничено частично, трением на контактной поверхности деформируемый металл – поверхность инструмента: бойков плоских или фигурных, подкладных штампов.

Операцииковки

Биллетирование – заготовительная операция свободнойковки; при биллетировании обжимают ребра слитка или многогранной заготовки для придания ей формы цилиндра или усеченного конуса.

Проковка слитка предназначена для обжатия металла в углах слитка с целью предварительного деформирования литой структуры – дендритов, которые имеют стыки в этих углах.

Биллетирование способствует заварке воздушных пузырей и других подкорковых дефектов литой структуры, созданию пластичного поверхностного слоя металла, благоприятно влияющего на дальнейшую деформацию.

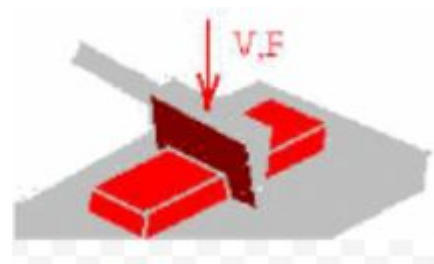
Рубка – применяется для отделения от основной заготовки негодных частей или для разделения заготовки на части.

Рубка производится в холодном и горячем состоянии. В холодном состоянии рубят тонкие и узкие полосы и прутки сечением 15...20 мм. Более толстые заготовки нагревают.

Рубка зубилом

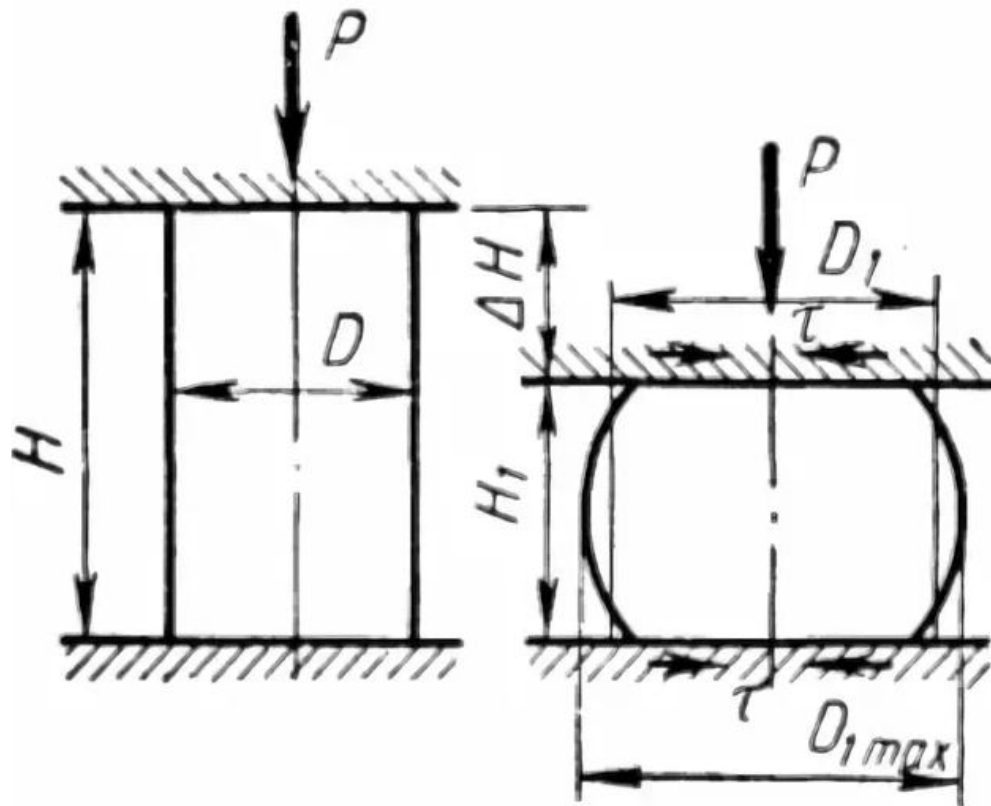


Рубка на станке

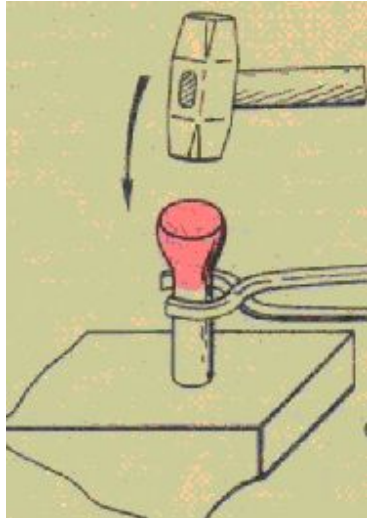


Осадка – операция обработки давлением, в результате которой уменьшается высота и одновременно увеличиваются поперечные размеры заготовок.

Осадку применяют для получения формы поковки, с целью уменьшения глубины прошивки, для обеспечения соответствующего расположения волокон в будущей детали (при изготовлении шестерней обеспечивается повышенная прочность зубьев в результате радиального расположения волокон), как контрольную операцию (из-за значительной деформации по периметру на боковой поверхности вскрываются дефекты).

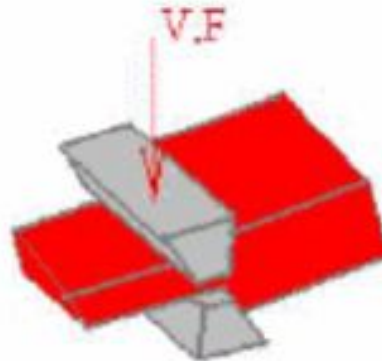


Высадка – кузнечная операция, заключающаяся в деформировании части заготовки (концевой части или середины).



Для проведения операции используют местный нагрев, например, в середине заготовки, или ограничивают деформацию на части заготовки кольцевым инструментом.

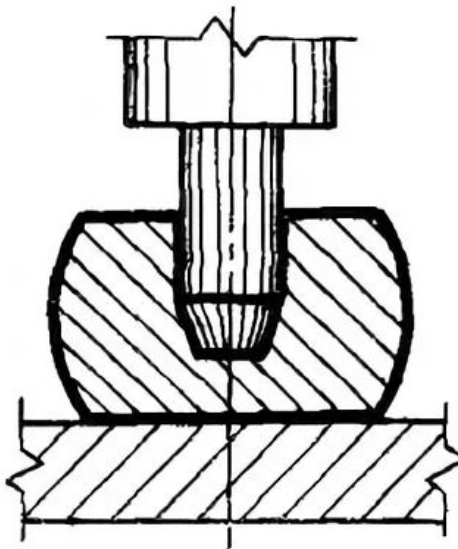
Вытяжка – кузнечная операция, в результате которой происходит увеличение длины заготовки за счет уменьшения площади ее поперечного сечения.



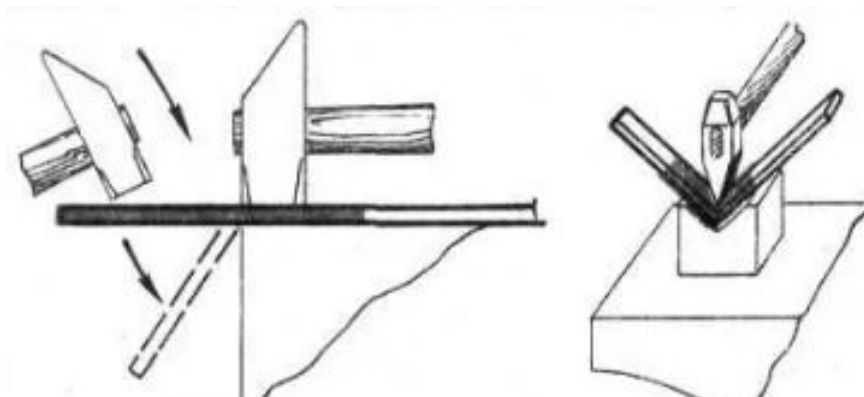
Разгонка (расплющивание) – операция увеличения ширины части заготовки за счет уменьшения ее толщины.



Прошивка – операция получения в заготовке сквозных или глухих отверстий за счет вытеснения металла.



Гибка – операция придания заготовке или ее части изогнутой формы по заданному контуру.



Скручивание – операция, заключающаяся в повороте одной части поковки вокруг общей оси по отношению к другой ее части под определенным углом.



Горячая объемная штамповка

Объемной штамповкой называют процесс получения поковок, при котором формообразующую полость штампа, называемую ручьем, принудительно заполняют металлом исходной заготовки и перераспределяют его в соответствии с заданной чертежом конфигурацией.

Основная операция ГОШ может быть выполнена за один или несколько переходов. При каждом переходе формообразование осуществляется специальной рабочей полостью штампа – **ручьем (гравюрой)**.

Переходы и ручки делятся на две группы: **заготовительные и штамповочные**.

Заготовительные ручки предназначены для фасонирования в штампах.

Фасонирование – перераспределение металла заготовки с целью придания ей формы, обеспечивающей последующую штамповку с малым отходом металла.

К заготовительным ручьям относятся протяжной, подкатной, гибочный и пережимной, а также площадка для осадки.

Протяжной ручей предназначен для увеличения длины отдельных участков заготовки за счет уменьшения площади их поперечного сечения, выполняемого воздействием частых слабых ударов с кантованием заготовки.

Подкатной ручей служит для местного увеличения сечения заготовки (набора металла) за счет уменьшения сечения рядом лежащих участков, то есть для распределения объема металла вдоль оси заготовки в соответствии с распределением его в поковке.

Переход осуществляется за несколько ударов с кантованием.

Пережимной ручей предназначен для уменьшения вертикального размера заготовки в местах, требующих уширения. Выполняется за 1...3 удара.

Гибочный ручей применяют только при штамповке поковок, имеющих изогнутую ось. Служит для придания заготовке формы поковки в плоскости разъема. Из гибочного ручья в следующий заготовку передают с поворотом на 90° .

При штамповке поковок, имеющих в плане форму окружности или близкую к ней, часто применяют осадку исходной заготовки до требуемых размеров по высоте и диаметру. Для этого на плоскости штампа предусматривают **площадку для осадки**.

Штамповочные ручьи предназначены для получения готовой поковки.

К штамповочным ручьям относятся черновой (предварительный) и чистовой (окончательный).

Черновой ручей предназначен для максимального приближения формы заготовки к форме поковки сложной конфигурации. Глубина ручья несколько больше, а поперечные размеры меньше, чем у чистового ручья (чтобы заготовка свободно укладывалась в чистовой ручей).

Радиусы скругления и уклоны увеличиваются.

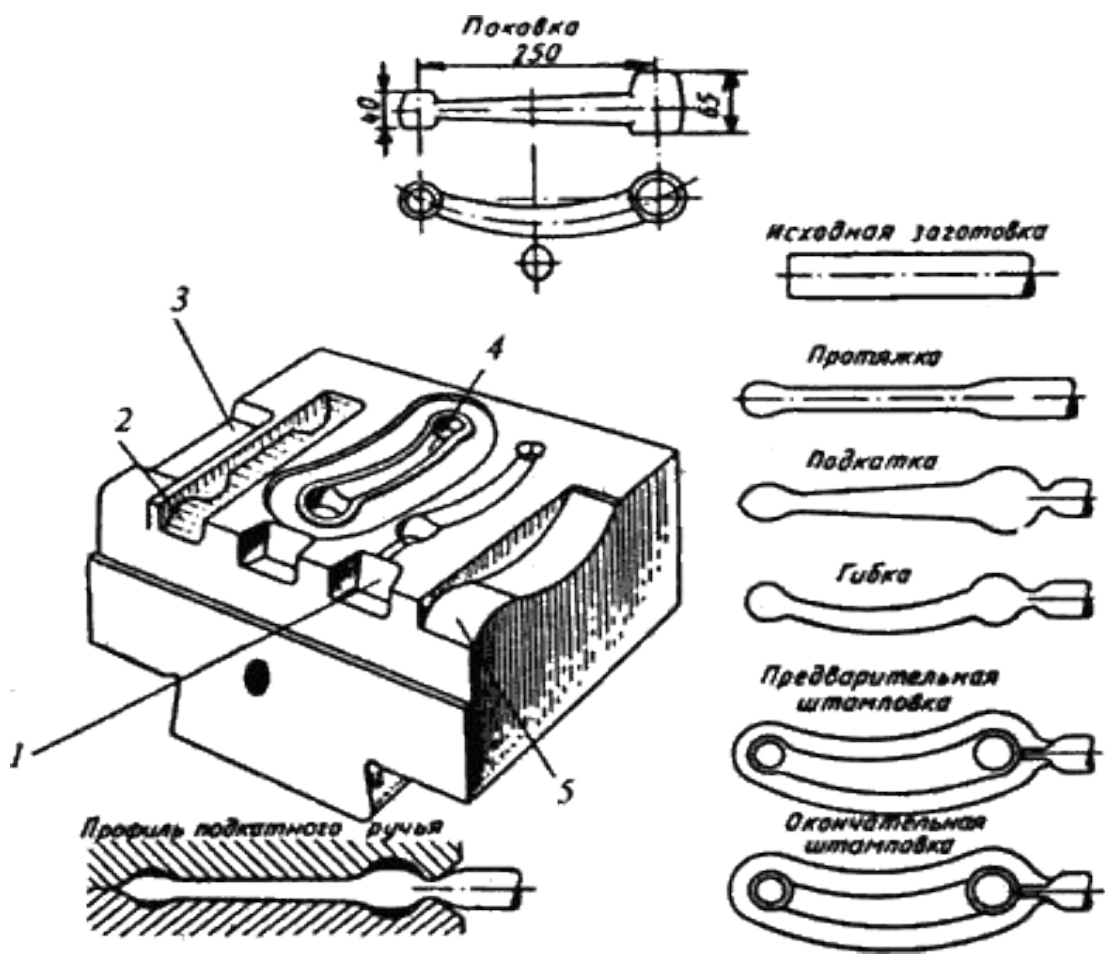
В открытых штампах черновой ручей не имеет облойной канавки.

Применяется для снижения износа чистового ручья, но может отсутствовать

Чистовой ручей служит для получения готовой поковки, имеет размеры «горячей поковки», то есть больше, чем у холодной поковки, на величину усадки.

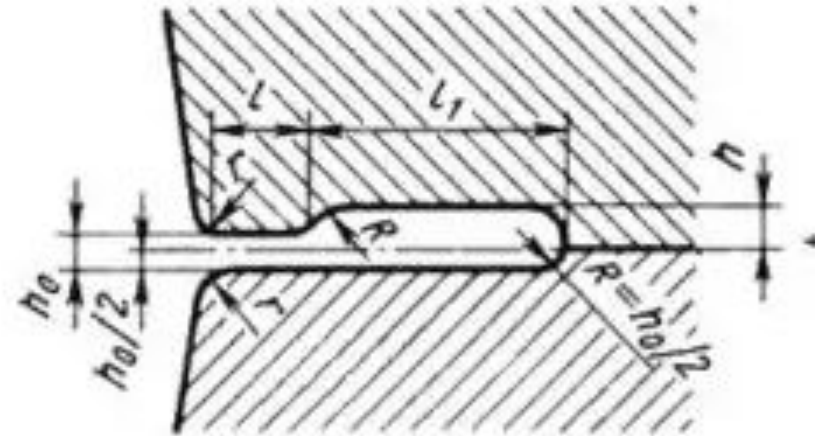
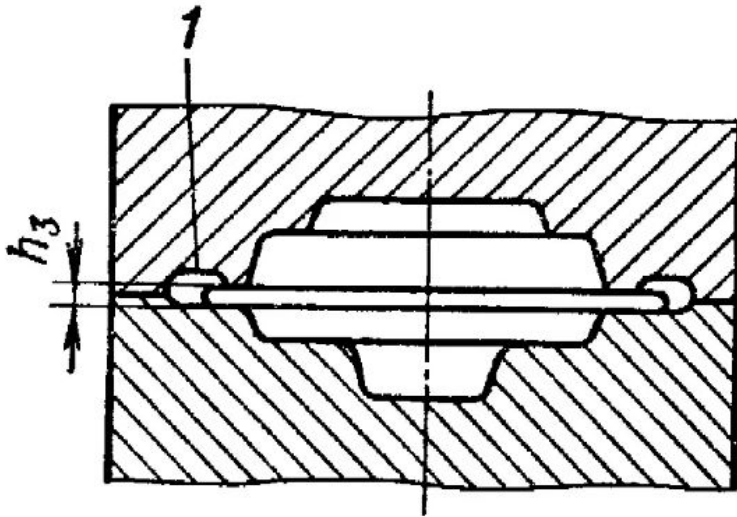
В открытых штампах по периметру ручья предусмотрена облойная канавка, для приема избыточного металла.

Чистовой ручей расположен в центре штампа, так как в нем возникают наибольшие усилия при штамповке.



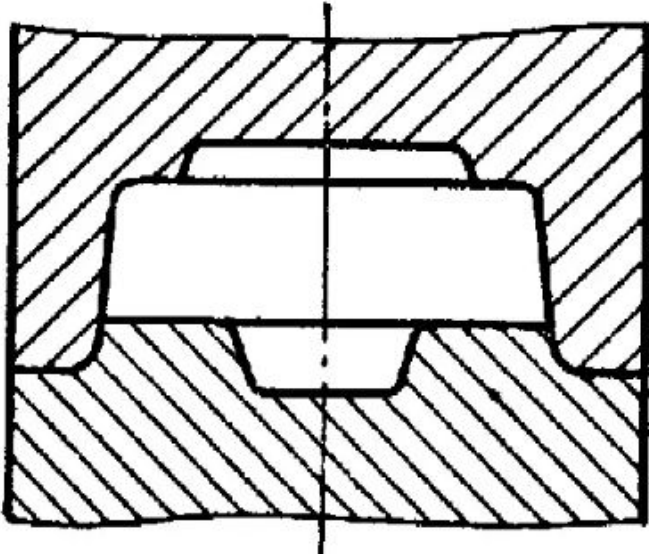
- 1 – черновой ручей;
- 2 – подкатной ручей;
- 3 – протяжной ручей;
- 4 – чистовой ручей,
- 5 – гибочный ручей

Штамповка в открытых штампах характеризуется переменным зазором между подвижной и неподвижной частями штампа. В этот зазор вытекает часть металла – **облой**, который закрывает выход из полости штампа и заставляет остальной металл заполнить всю полость. В конечный момент деформирования в облой выжимаются излишки металла, находящиеся в полости, что позволяет не предъявлять высокие требования к точности заготовок по массе.



Штамповка в закрытых штампах характеризуется тем, что полость штампа в процесс деформирования остается закрытой.

Зазор между подвижной и неподвижной частями штампа постоянный и небольшой, образование в нем облоя не предусмотрено.



При штамповке в закрытых штампах необходимо строго соблюдать равенство объемов заготовки и поковки, иначе при недостатке металла не заполняются углы полости штампа, а при избытке размер поковки по высоте будет больше требуемого.

Отрезка заготовок должна обеспечивать высокую точность.

Существенное преимущество штамповки в закрытых штампах – уменьшение расхода металла из-за отсутствия облоя.

Поковки имеют более благоприятную структуру, так как волокна обтекают контур поковки, а не перерезаются в месте выхода металла в облой.

Листовая штамповка

Листовая штамповка – один из видов холодной обработки давлением, при котором листовой материал деформируется в холодном или подогретом состоянии.

Листовой штамповкой изготавливаются разнообразные плоские и пространственные детали – от мелких, массой от долей грамма и размерами в доли миллиметра (секундная стрелка часов), до средних (металлическая посуда, крышки, кронштейны) и крупных (облицовочные детали автомобилей).

Толщина заготовки при листовой штамповке обычно не более 10 мм, но иногда может превышать 20 мм, в этом случае штамповка осуществляется с предварительным подогревом до ковочных температур.

