

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению лабораторных работ по дисциплине

«Проектирование и производство заготовок»

для студентов направления подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств

направленность (профиль) «Технология машиностроения»

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Лабораторная работа 1. Технология получения отливок в разовых песчано-глинистых формах. Назначение требований к модельно-опочной оснастке	6
Лабораторная работа 2. Специальные виды литья. Литьё в кокиль. Литьё по газифицируемым моделям	16
Лабораторная работа 3. Специальные виды литья. Литьё по газифицируемым моделям	23
Лабораторная работа 4. Технология получения заготовки обработкой давлением. Определение массы поковки.....	29
Лабораторная работа 5. Оборудование и технология кузнечнойковки. Ручнаяковка	33
Лабораторная работа 6. Оборудование и технология кузнечнойковки. Типы процессовковки.....	38
Лабораторная работа 7. Обработка металлов резанием	46
Лабораторная работа 8. Изготовление деталей из пластмасс методом прессования.....	68

Введение

Современные производственные процессы характеризуются высокопроизводительной переработкой материалов, энергии и информации. В связи с этим большую значимость приобретает экономия материальных и энергетических ресурсов. В машиностроении экономное использование материальных ресурсов в значительной степени определяется выбранным методом и способом получения заготовок деталей машин. В машиностроении существует большое количество способов получения заготовок для деталей машин. Это многообразие, с одной стороны, дает возможность существенно повысить эксплуатационные характеристики машин и механизмов за счет использования, а в некоторых случаях и улучшения свойств исходного материала, с другой – создает большие трудности при выборе рационального и экономичного способа получения заготовки. Для принятия правильного решения необходим комплексный анализ технико-экономической эффективности рассматриваемых вариантов. В технологии машиностроения большое внимание уделяется вопросам замены традиционных технологических процессов, основанных нарезании металлов, более экономичными методами формообразования деталей, сокращению удельного веса механической обработки резанием за счет повышения точности заготовок и экономичности их изготовления.

Выполнение практических занятий необходимо для освоения профессиональных компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2. Способен обеспечивать технологическую подготовку и обеспечение производства деталей	ИД-1 _{ПК-2} Анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности.	Анализировать технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности.

машиностроения средней сложности	ИД-2 _{ПК-2} Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства	Выбирать и проектировать заготовки для машиностроительного производства
ПК-3. Способен обеспечивать качество изделий средней сложности в механосборочном производстве.	ИД-1 _{ПК-3} Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности.	Понимать причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВОК
В РАЗОВЫХ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ФОРМАХ.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕРЖНЕЙ, МОДЕЛЕЙ И
СТЕРЖНЕВЫХ ЗНАКОВ. НАЗНАЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К
МОДЕЛЬНО-ОПОЧНОЙ ОСНАСТКЕ.

Цель работы: Ознакомиться с последовательностью проектирования стержней, моделей и стержневых знаков. Научиться назначать требования к модельно-опочной оснастке.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
Модели отливок, оборудование и оснастка для литья в песчано-глинистые формы.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
Проектировать стержни, модели и стержневые знаки

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕРЖНЕЙ, МОДЕЛЕЙ И СТЕРЖНЕВЫХ
ЗНАКОВ.**

Основным способом изготовления отливок является литье в песчаные формы, в которых получают около 80 % от общего количества отливок. Материалом для песчаной формы служат кварцевый песок, огнеупорная глина, вода. После изготовления формы в нее заливают расплавленный металл, выдерживают до затвердевания, затем форму разрушают, извлекают отливку, отделяют от нее части литниковой системы, очищают от формовочной смеси.

Состав и физико-механические свойства формовочной смеси зависят от требований к форме. Форма должна:

- ✓ быть прочной, чтобы выдерживать нагрузки при ее сборке, транспортировке и заливке металла;
- ✓ обладать газопроницаемостью, чтобы отводить во внешнюю среду газы, образующиеся в форме при заливке металла и растворенные в металле;
- ✓ обладать противопригарностью, способностью не спекаться и не сплавляться с жидким металлом, заливаемым в форму;
- ✓ быть податливой, чтобы сжиматься, не разрушаясь под действием усилий от усадки металла отливки;
- ✓ иметь высокую термохимическую стойкость, т. е. не вступать в химическую реакцию с расплавленным металлом.

Песчаные формы служат только один раз и разрушаются при выбивке отливки из формы. Литейная форма (рис. 1.1, а) – это система элементов, образующих рабочую полость, в которую заливается расплавленный металл. После его кристаллизации формируется отливка. Форма обычно состоит из нижней и верхней полуформ.

Для получения песчано-глинистой формы необходимо использовать модельно-опочную оснастку, в которую входят опоки, модель отливки (рис. 1.1, б), стержень 2 (рис. 1.1, а), модели элементов литниковой системы (рис. 1.1, а): стояк 7 – вертикальный канал, вокруг которого в формовочной смеси 10 вырезают воронку 6; питатель 9, по которому металл поступает в полость формы; шлакоуловитель 8, предназначенный для устранения шлака, попавшего в жидкий металл, и выпоры 5.

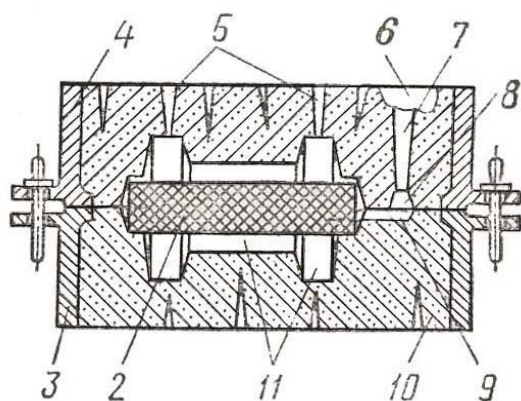
Модель представляет собой приспособление для получения в форме полости, соответствующей по конфигурации наружной поверхности отливки. При помощи разъемной модели (рис. 1.1, б, в) делают отпечаток 11 в формовочной смеси (рис. 1.1, а). Для изготовления литейной формы по моделям используют опоки 3 и 4 (жесткие металлические рамки). В опоках располагают модель, заполняют опоки формовочной смесью и уплотняют ее вокруг модели. Модели могут быть разъемными и неразъемными.

Для того чтобы получить в отливке отверстия или полости, изготавливают стержни 2 (рис. 1.1, а), конфигурация которых повторяет конфигурацию внутренней полости отливки. Материалом для изготовления стержней служат стержневые смеси, которые состоят из кварцевого песка и связующих веществ (жидкое стекло, канифоль, смола и т. д.). Стержни по условиям их работы должны обладать большей, чем форма, газопроницаемостью, прочностью, податливостью и противопригарностью. Стержни формируют в стержневых ящиках (рис. 1.2).

Для обеспечения вышеперечисленных технологических свойств стержни обязательно подвергают сушке.

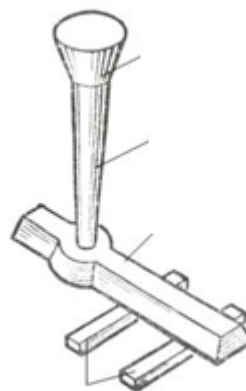
Модели и стержни изготавливают с выступающими частями 1, которые называются знаковыми (рис. 1.1, б). Конфигурация стержневых знаков и их размеры должны обеспечивать легкую установку стержней в форму и их устойчивость при транспортировке, кантовке, заливке.

Для беспрепятственного извлечения моделей из форм и освобождения стержневых ящиков от стержней вертикальные стенки моделей и ящиков делают с уклоном в направлении извлечения моделей из формы и стержней из стержневых ящиков.



Литниковая чаша

а



Стояк Шлакоуловитель Питатели

Г

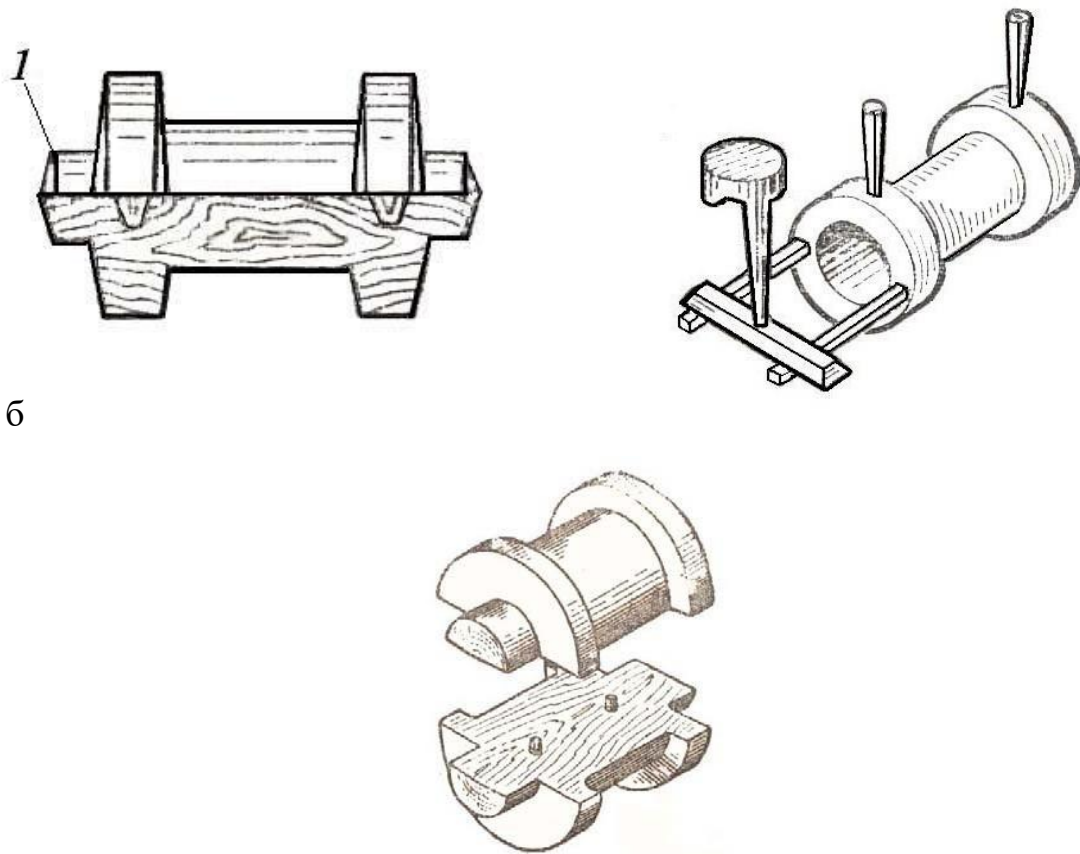


Рис. 1.1. Литейная форма и ее элементы:

а – литейная форма; б, в – разъемная модель отливки;

г – элементы литниковой системы; д – отливка детали с литниковой системой; е – деталь, полученная после механической обработки отливки

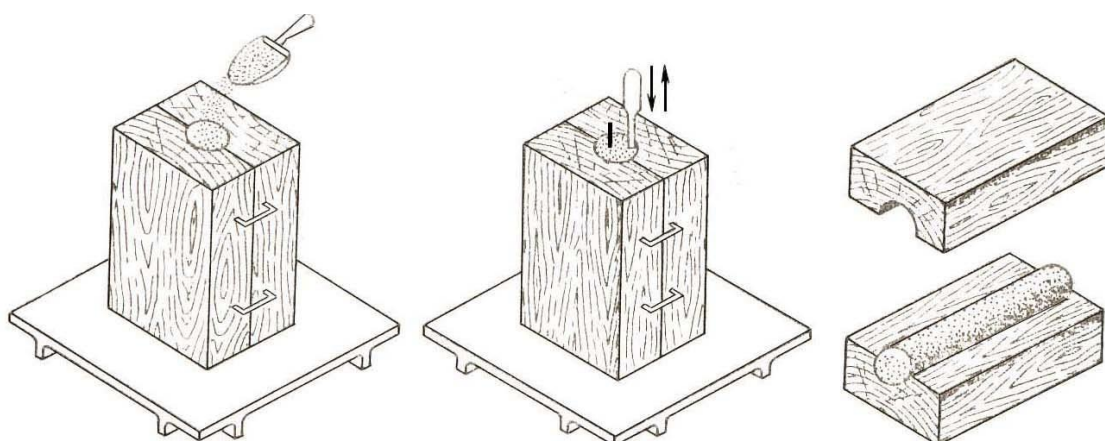


Рис. 1.2. Схема изготовления стержня по разъемному деревянному ящику

Кроме того, поверхности модели и стержневого ящика должны быть гладкими, чистыми и покрытыми водоотталкивающими лаками для обеспечения легкости отделения от смеси. Модельный комплект должен быть прочным, не изменяться в размерах, противостоять влиянию влаги атмосферы литейного цеха и формовочной смеси.

НАЗНАЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МОДЕЛЬНО-ОПОЧНОЙ ОСНАСТКЕ.

При изготовлении моделей учитывают технологию формовки, литейные свойства сплава (в первую очередь усадку сплава) и последующую механическую обработку отливки.

После изготовления литейной формы происходит заливка расплавом, который охлаждается и переходит из жидкого состояния в твердое, т. е. кристаллизуется.

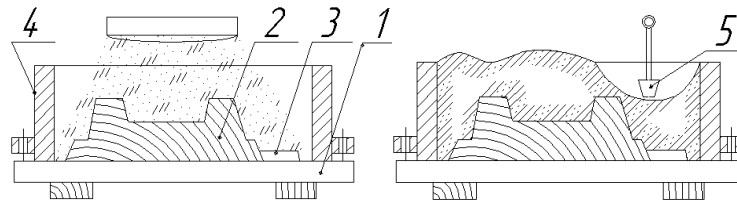
Модели и стержневые ящики изготавливают из дерева, металла и пластмассы. Металлические модели и стержневые ящики по сравнению с деревянными более долговечны и точны по размерам, обеспечивают у получаемых отливок чистоту поверхности.

При переходе расплава из жидкого состояния в твердое происходит уменьшение объема металла, т. е. объема отливки и линейных размеров. Этот процесс называется соответственно объемной и линейной усадкой. При изготовлении моделей, отливок и стержневых ящиков учитывают линейную усадку, т. е. уменьшение размеров в каждом измерении отдельно (по длине и ширине).

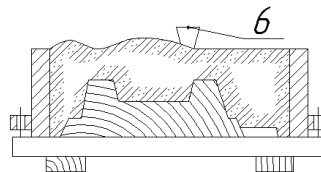
Желательно, чтобы поверхность разъема модели отливки представляла собой горизонтальную плоскость, через которую должно проходить наибольшее количество стержней. Составные части модели во

избежание сдвига и перекоса в форме соединяются центровочными шипами.

Технология изготовления литейной формы состоит в следующем. Ставят нижнюю опоку и припыливают графитом (рис. 1.3, а), чтобы формовочная смесь не прилипала к моделям.

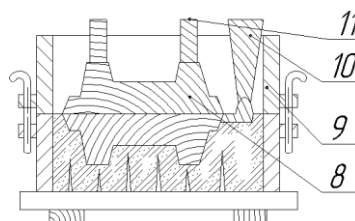


Затем в опоку насыпают просеянную формовочную смесь и уплотняют ее (рис. 1.3, б). Излишек формовочной смеси счищают линейкой с поверхности полуформы (рис. 1.3, в), а подмодельную плиту 1 ставят нижнюю часть модели 2, модель питателя 3 и нижнюю опоку 4, припыливают все графитом



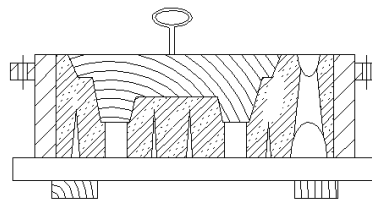
Лишнюю формовочную смесь срезают линейкой 6

в

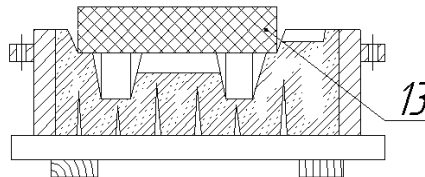


Нижнюю опоку поворачивают на 180 град, и ставят верхнюю опоку 9 и половину верхней модели 8, модели стояков 10 и выпоров 1д

11



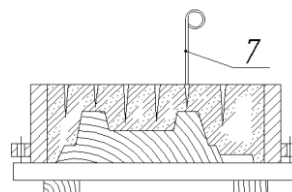
После извлечения моделей выпоров и стояка верхнюю полуформу снимают и ставят разъемом вверх



После извлечения нижней половины модели в нижнюю полуформу помещают стержень 13

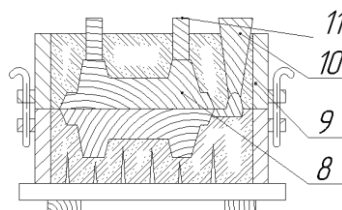
Опоку заполняют формовочной смесью и уплотняют ее трамбовкой

5

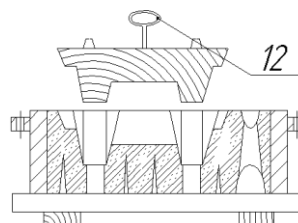


Иглой 7 делают каналы для выхода газов

Г



Верхнюю полуформу изготавливают аналогично нижней



Моделеподъемником 12 верхнюю половину модели извлекают из формы

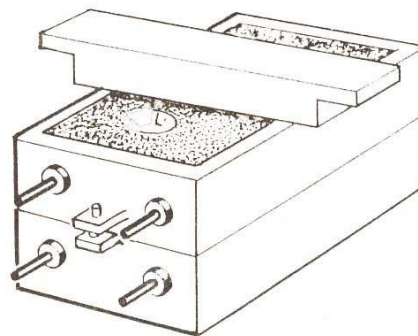
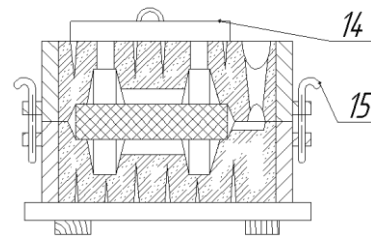


Рис. 1.4. Литейная форма после заливки

При помощи иглы 7 делают каналы для выхода газов (рис. 1.3, г), кантуют (перевертывают) полуформу на 180 град и на нижнюю половину модели по центрирующим шипам устанавливают верхнюю половину модели 8 (рис. 1.3, д). На нижнюю опоку ставят верхнюю 9 по центрирующим штырям 15.

Вновь припыливают поверхность модели графитом, ставят модели шлакоуловителя, стояка 10 и выпоров 11, засыпают формовочную смесь в верхнюю опоку и уплотняют ее (р.3 и,с. 1 д, е), стараясь не задеть модели вы- поров и стояка. Затем счищают излишек формовочной смеси, прорезают воронку для подачи металла в форму, удаляют стояк, выпоры и делают дополнительные каналы для выхода газов.

Снимают верхнюю полуформу (рис. 1.3, ж), извлекают из нее полумоделю отливки (рис. 1.3, з).

Устанавливают стержень 13 и производят сборку формы (рис. 1.3, и). Для точной сборки формы опоки имеют специальные втулки, в которые входят центрирующие штыри 15. При заполнении формы расплав давит на ее стенки, в результате чего верхняя полуформа может подняться, и тогда по плоскости разъема образуется зазор, через который расплав может вытекать из формы. Для предупреждения этого на верхнюю опоку ставят груз 14 (рис. 1.3, к).

После затвердевания и охлаждения металла форму (рис. 1.4) разрушают, отливку освобождают от формовочной смеси, выбивают стержень, отрезают литники, а поверхность отливки очищают от формовочной смеси.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 2. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Спроектировать стержни для заданной преподавателем детали (приложение А).
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется отливкой?

2. Что называется литниковой системой?
3. Требования, предъявляемые к формовочной и стержневой смеси.
4. Что называется знаковой частью модели и стержня?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 156 с. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-303-8; 621_K 43

Дополнительная литература:

1. Производство и механическая обработка заготовок. Литые заготовки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. С. И. Фоминых. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 88 с. — 978-5-7996-1815-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66585.html>

2. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 656 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-391-5; 621.7_A 94

3. Голдобина, В. Г. Технологии и оборудование заготовительных производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Голдобина. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 227 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80527.html>.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ЛИТЬЯ. ЛИТЬЁ В КОКИЛЬ.

Цель работы: Ознакомиться с литьем в кокиль.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Определения литья в кокиль.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Выбор способа литья.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЬЁ В КОКИЛЬ.

Кокиль – металлическая литейная форма, которая обеспечивает высокую скорость кристаллизации металла и формирования отливки. Кокиль изготавливают из чугуна, стали и других сплавов.

Способ литья в кокиль имеет преимущества перед литьём в песчаные формы. Кокили выдерживают большое число заливок (от нескольких сот до десятков тысяч) в зависимости от заливаемого в них сплава: чем ниже температура заливаемого сплава, тем больше их стойкость. При этом способе исключается применение формовочной смеси, повышаются технико-экономические показатели производства, улучшаются санитарно-гигиенические условия труда.

Высокая теплопроводность кокиля ускоряет процесс кристаллизации сплава и способствует получению отливок с высокими механическими свойствами. Высокая прочность металлических форм позволяет многократно получать отливки одинаковых размеров с небольшими припусками на

механическую обработку. Минимальное физико-химическое взаимодействие металла отливки и формы повышает качество поверхности отливки.

К недостаткам этого способа литья относится высокая трудоёмкость изготовления и стоимость кокилей.

Существует опасность образования внутренних напряжений в отливке из-за отсутствия податливости металлической формы. В поверхностном слое кокильных чугунных отливок образуется структура цементита, что затрудняет их механическую обработку, поэтому необходима термическая обработка (отжиг) отливок.

В кокилях получают 45 % всех алюминиевых и магниевых отливок, 6 % стальных отливок, 11 % чугунных отливок. Этот способ литья экономически целесообразен в серийном и массовом производстве.

В зависимости от конфигурации и размеров отливки металлические формы делятся на неразъёмные и разъёмные.

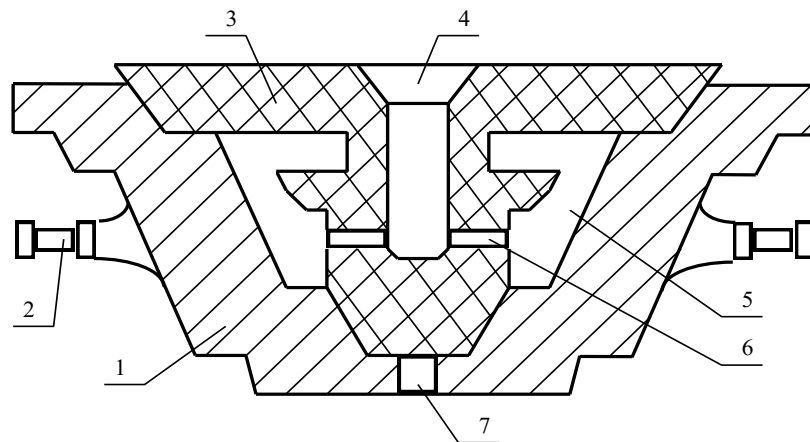


Рисунок 1 – Вытряхиваемая неразъёмная форма:

- 1 – корпус формы, 2 – цапфа для поворота формы при выбивке отливки, 3 – песчаный стержень, 4 – литниковая чаша со стояком,
5 – полость формы, 6 – питатели, 7 – вентиляционный канал

В **неразъёмных формах** вся отливка целиком получается в одной форме (типа чашки). На рисунке 1 изображена неразъёмная вытряхиваемая форма. Ее применяют для получения простых отливок, имеющих достаточные уклоны на боковых стенках (плиты, коробки и т. п.).

Внутреннюю и внешнюю поверхности отливки в неразъёмном кокиле формируют при помощи стержней. Литниковая система делается внутри стержня. Такие металлические формы обычно закрепляются при помощи цапфы на специальных стойках. После заливки производится поворот формы на 180° и удаляется (вытряхивается) отливка вместе со стержнем.

Разъёмные формы состоят из двух или более частей и, в свою очередь, разделяются на формы с горизонтальной, вертикальной и комбинированной плоскостями разъёма (см. рис. 2, 3).

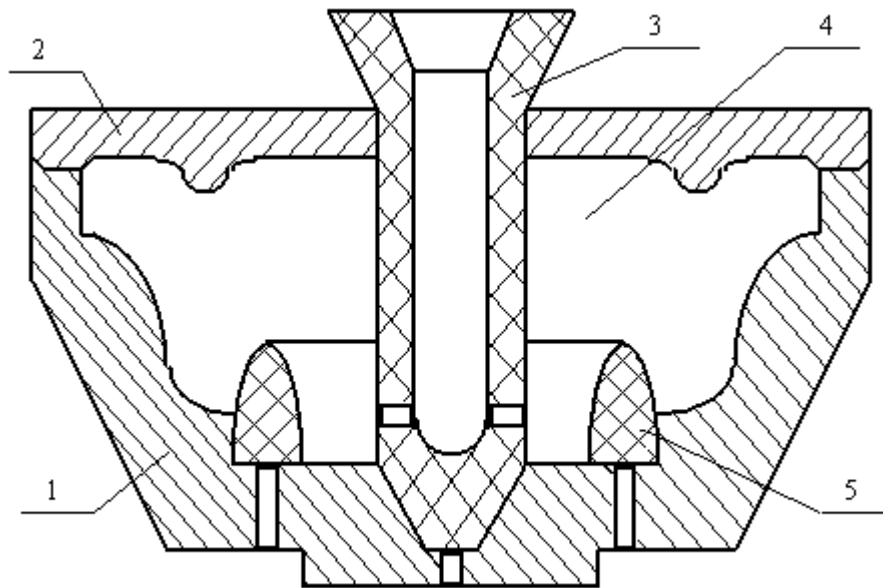


Рисунок 2 – Кокиль с горизонтальным разъемом:

1 – нижняя часть формы, 2 – верхняя часть формы, 3 – центральный песчаный стержень, 4 – полость формы, 5 – нижний кольцевой стержень

Металлическую форму с горизонтальным разъемом (рис. 2) применяют для таких же отливок, как и в неразъёмной форме, но с более сложной верхней поверхностью, образуемой рабочей частью верхней половины формы.

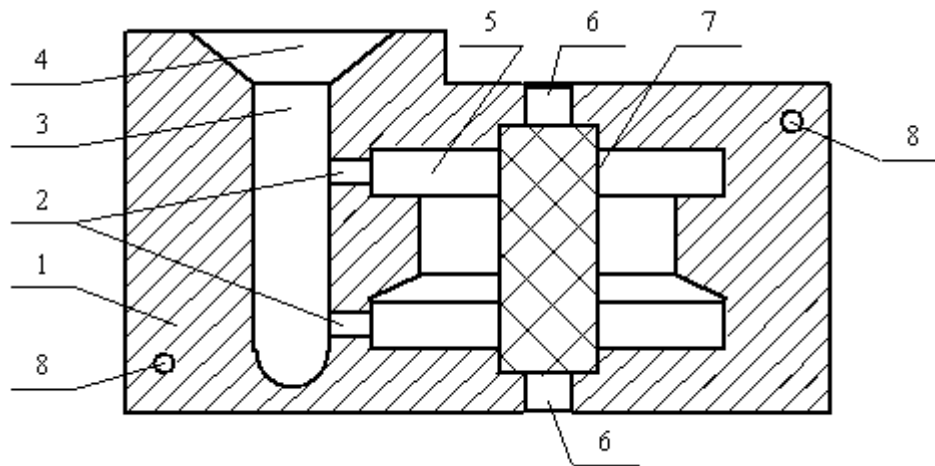


Рисунок 3 – Металлическая форма с вертикальным разъёмом, с песчаным стержнем: 1 – левая половина формы, 2 – каналы-питатели, 3 – стояк литниковой системы, 4 – литниковая воронка, 5 – полость формы, 6 – вентиляционные каналы, 7 – песчаный стержень, 8 – центрирующие отверстия

Металлические формы с вертикальным разъёмом (рис. 3) применяют для изготовления более разнообразных и сложных отливок (корпусные детали, литые блоки цилиндров автомобильных двигателей, крупные поршни, крышки с массивными фланцами и т. д.).

Металлические формы с комбинированным разъёмом применяют для отливки сложных по конфигурации деталей. Внутреннюю конфигурацию и отверстия в отливках получают с помощью стержней, песчаных или металлических.

Песчаные стержни применяют для отливок из стали и чугуна. Они обладают повышенной податливостью, газопроницаемостью и огнеупорностью. Однако чистота внутренней поверхности отливок хуже, чем при применении металлических стержней.

Металлические стержни применяют для сплавов с низкой температурой плавления, таких как алюминиевые, магниевые и др. Металлические стержни, не обеспечивающие свободной усадки отливки при охлаждении, обычно удаляются из отливки сразу после затвердевания, т. е. перед выбивкой всей

отливки из формы. Для удаления газов из кокиля по линии разъёма изготавливают газовые каналы и выпоры. Газовые каналы делают обычно глубиной 0,2-0,5 мм. Через такие каналы не вытекает жидкий сплав, но легко удаляются газы.

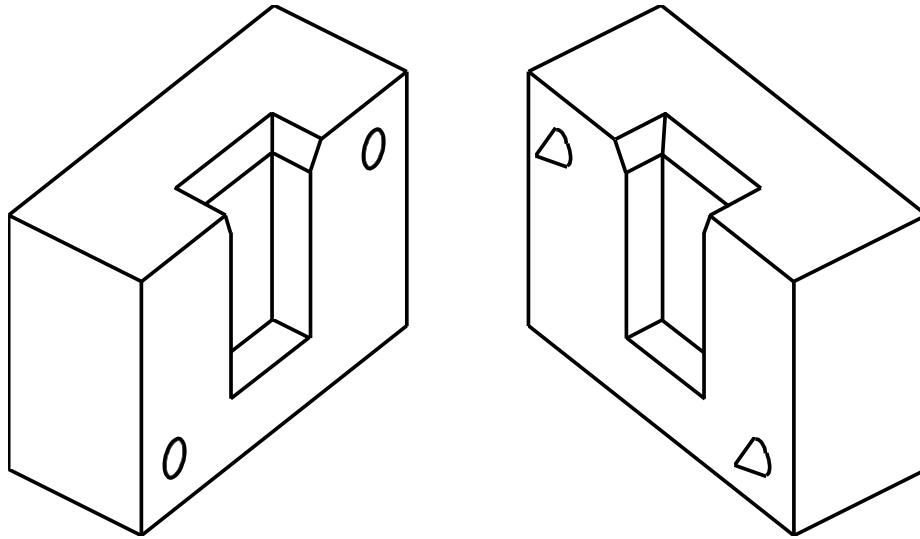


Рисунок 4 – Металлическая форма для изготовления испытуемого образца

Чтобы уменьшить скорость охлаждения отливок, избежать образования упрочнённого слоя на их поверхности и повысить стойкость кокиля, на его рабочую поверхность наносят теплоизоляционные покрытия. Их готовят из одного или нескольких огнеупорных материалов (кварцевой пыли, молотого шамота, графита, мела, талька и др.) и связующего материала (жидкого стекла, сульфидного щёлока и др.).

Механизировать и автоматизировать процесс кокильного литья легче, чем процесс литья в песчаные формы. Для механизации применяют кокильные машины – однопозиционные и карусельные. В этих машинах автоматизируют следующие технологические операции: открывания и закрывания кокилей, установку и удаление металлических стержней и выталкивание отливки из кокиля.

В металлических формах получают отливки чугуны от 10 г до 15 т, стальные от 0,5 г до 5 т и из цветных металлов (медных, алюминиевых, магниевых) от 4 г до 400 кг.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 2. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Задание и методические указания по выполнению работы

1. Подготовить кокиль под заливку. Для этого необходимо зачистить внутреннюю полость кокиля от пригаров, окалины и старой огнеупорной смазки, а затем смазать полость кокиля огнеупорной смазкой. Собрать половинки кокиля и прогреть до 100-300 °С.

2. Подготовить формовочную смесь для формовки. Для этого её необходимо разрыхлить, удалить металлические включения в виде капель и приливов. Формовочная смесь должна быть совершенно сухой.

3. Заформовать пенопластовые модели в формовочную смесь.

4. Проследить за заливкой металла, выполняемой мастером, и за остыванием отливок, засекая время по часам.

5. Отделённые от литниковой системы образцы подвергнуть испытанию на ударную вязкость с помощью маятникового копра и результаты свести в таблицу. Объясните причины различия результатов испытаний ударной вязкости.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.

2. Выполнить задание к работе.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется литьем в кокиль?
2. Что называется литьем по газифицируемым моделям?
3. Требования, предъявляемые к литью в кокиль.
4. Требования, предъявляемые к литью по газифицируемым моделям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 156 с. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-303-8; 621_K 43

Дополнительная литература:

1. Производство и механическая обработка заготовок. Литые заготовки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. С. И. Фоминых. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 88 с. — 978-5-7996-1815-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66585.html>
2. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 656 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-391-5; 621.7_A 94
3. Голдобина, В. Г. Технологии и оборудование заготовительных производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Голдобина. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 227 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80527.html>.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ЛИТЬЯ. ЛИТЬЁ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ.

Цель работы: Ознакомиться с литьем по газифицируемым моделям.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
Определения литья по газифицируемым моделям.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
Выбор способа литья.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЬЁ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Очень часто возникает необходимость в разовых, единичных отливках тех или иных деталей. В этих случаях по традиционной технологии приходится предварительно делать деревянные модели для получения наружного отпечатка в литейной форме и стержневые ящики для образования внутренних полостей отливки. Трудоёмкость изготовления модельных комплектов в три – пять раз превышает трудоёмкость изготовления самой отливки. Для её уменьшения и снижения себестоимости разовых отливок новаторы судостроительной верфи г. Николаева предложили делать модели не из дерева, а из пенополистирола, который газифицируется расплавленным металлом. В последние годы использование пенополистирола в качестве модельного материала получает всё большее распространение. Использование пенополистирола (пенопласта) обеспечивает возможность получения различных отливок в неразъёмных формах без извлечения модельных комплектов из форм, без формовочных уклонов и с минимальными припусками на механическую обработку (рис. 5).

Пенополистирол – материал легко формирующийся, а это значит, что из него можно изготовить модели сложной конфигурации.

При литье по газифицируемым моделям для изготовления моделей применяется бисерный пенополистирол в виде гранул, в замкнутых ячейках которых содержится порошкообразный наполнитель (легкоплавкий компонент).

При этом для газифицируемых моделей применяют пенополистирол с объёмной массой 0,015-0,025 г/см³. Пенополистирол с *большим* удельным весом не содержит количества воздуха, необходимого для его сжигания, такой пенополистирол лишь расплавляется, не сгорая, тем самым заполняет часть формы и приводит к браку при отливке детали. Пенополистирол с меньшим удельным весом при формовке деформируется, что приводит к искажению формы и размеров отливки.

Применение пенополистироловых моделей сокращает трудоёмкость формовочных работ на 80 %, объём обрубных и зачистных работ на 70 %. Достоинство пенополистироловых моделей – их способность не усыхать и не набухать от влаги. Это исключает коробление при транспортировке и, особенно, хранении. При отливке деталей сложной конфигурации внешних и внутренних обводов, модель может быть изготовлена частями, которые собираются во время формовки.

К недостаткам литья по газифицируемым моделям нужно отнести, прежде всего, большое выделение газа при сгорании модели, что при неправильном ведении заливки (заливка должна вестись с определённой скоростью) и при плохой газопроницаемости формовочной смеси ведёт к образованию газовых пор в отливках, уменьшающих их прочность.

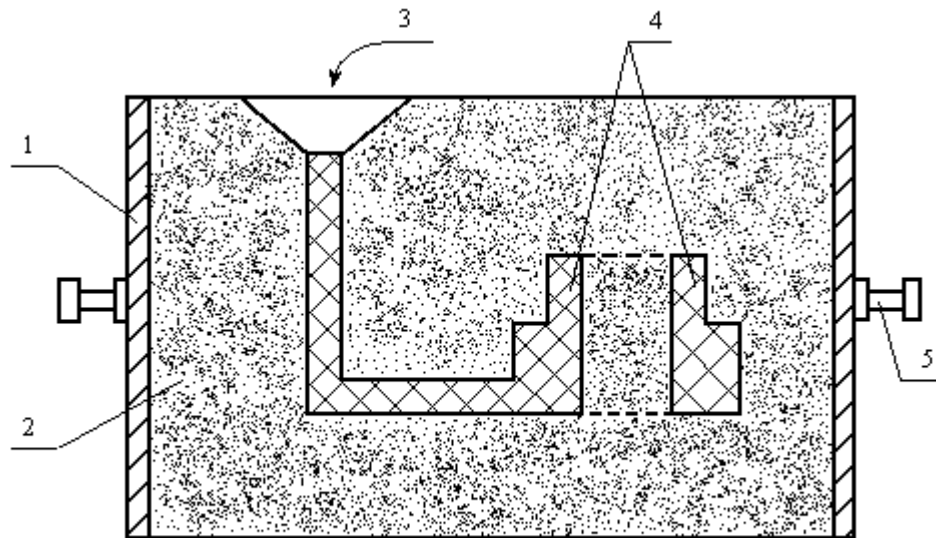


Рисунок 5 – Неразъёмная форма с пенополистироловой моделью:

- 1 – опока, 2 – формовочная смесь, 3 – расплавленный сплав,
4 – модель из пенополистирола (пенопласта), 5 – цапфы

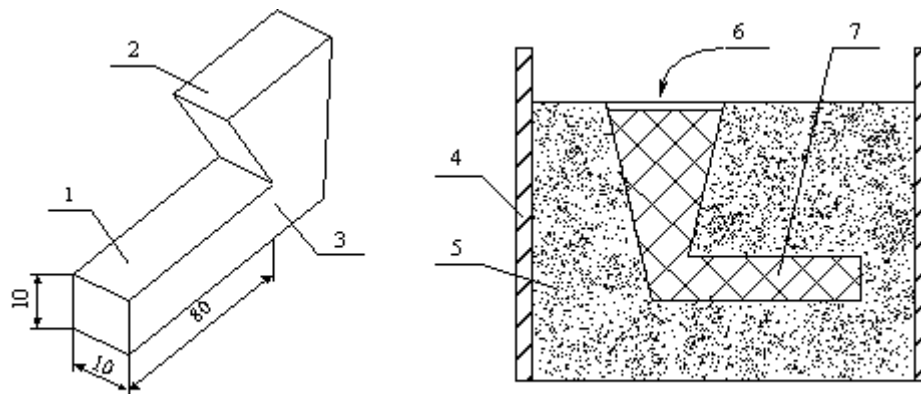


Рисунок 6. Пенополистироловая модель для изготовления испытуемого образца и её расположение в опоке:

- 1, 7 – пенополистироловая модель, 2 – литниковая система,
3 – линия отрезки литниковой системы от детали, 4 – опока,
5 – формовочная смесь, 6 – заливка расплавленного металла

Другим существенным недостатком пенопластовой модели является потеря точности при уплотнении формовочной смеси из-за податливости пенополистирола. Решить эту проблему можно с помощью электромагнитного

поля и замены формовочной смеси железными опилками. На дно опоки, вставленной внутрь соленоида, присоединённого к сети переменного тока, насыпают слой железного порошка, ставят на него пенопластовую модель с литниковой системой и засыпают её доверху тем же железным порошком (опилками), затем включают ток, превращающий железный порошок в монолит, и заливают расплавленный металл, мгновенно сжигающий пенопласт. Как только отливка чуть затвердеет, ток выключают, и форма вновь становится порошком.

На установке успешно отливались магниевые блоки для автомобильных двигателей, причём качество не уступало кокильному литью. Отсутствие дорогостоящих кокилей, простота и универсальность магнитных форм с использованием газифицируемых моделей позволили снизить себестоимость продукции ровно вдвое.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 2. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Задание и методические указания по выполнению работы

1. Подготовить кокиль под заливку. Для этого необходимо зачистить внутреннюю полость кокиля от пригаров, окалины и старой огнеупорной смазки, а затем смазать полость кокиля огнеупорной смазкой. Собрать половинки кокиля и прогреть до 100-300 °С.

2. Подготовить формовочную смесь для формовки. Для этого её необходимо разрыхлить, удалить металлические включения в виде капель и приливов. Формовочная смесь должна быть совершенно сухой.

3. Заформовать пенопластовые модели в формовочную смесь.

4. Проследить за заливкой металла, выполняемой мастером, и за остыванием отливок, засекая время по часам.

5. Отделённые от литниковой системы образцы подвергнуть испытанию на ударную вязкость с помощью маятникового копра и результаты свести в таблицу. Объясните причины различия результатов испытаний ударной вязкости.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Выполнить задание к работе.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется литьем по газифицируемым моделям?
2. Требования, предъявляемые к литью по газифицируемым моделям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 156 с. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-303-8; 621_K 43

Дополнительная литература:

1. Производство и механическая обработка заготовок. Литые заготовки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. С. И. Фоминых. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 88 с. — 978-5-7996-1815-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66585.html>

2. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 656 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-391-5; 621.7_A 94

3. Голдобина, В. Г. Технологии и оборудование заготовительных производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Голдобина. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 227 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80527.html>.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ ОБРАБОТКОЙ
ДАВЛЕНИЕМ.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ПОКОВКИ.

Цель работы: Ознакомиться с методикой определения массы поковки.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Модели поковок. Виды штамповки.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Выбирать способ штамповки, анализировать расположения плоскости разъема штампа.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

На основании чертежа штамповки рассчитывается уточненная ее масса:

$$G_{шт.} = V_{шт.} \cdot \gamma_{ст.} \quad (1)$$

где $V_{шт.}$ - объем штамповки, рассчитываемый по чертежу штамповки;

$\gamma_{ст} = 0,00785 \text{ кг/см}^3$ – плотность стали ст.3.

Объем штамповки рассчитаем, расчленив фигуру штамповки на составные части простой формы: два кольца и основание.

Кольцо Г: наружный диаметр $D_Г = 185 \text{ мм} = 18,5 \text{ см}$

отверстие $d_Г = 86 \text{ мм} = 8,6 \text{ см}$

толщина $h_Г = 30 \text{ мм} = 3,0 \text{ см}$

Кольцо Е: наружный диаметр $D_Е = 185 \text{ мм} = 18,5 \text{ см}$

отверстие $d_Е = 134 \text{ мм} = 13,4 \text{ см}$

толщина $h_E = 59 \text{ мм} = 5,9 \text{ см}$

Основание Ж, состоящее из 2-х одинаковых частей (до сопряжения с телом корпуса), приведенных к форме параллелепипеда:

Толщина $S_{Ж} = 40 \text{ мм} = 4 \text{ см}$

Ширина $T_{Ж} = 86 \text{ мм} = 8,6 \text{ см}$

Длина $L_{Ж} = 100 \text{ мм} = 10 \text{ см}$.

Тогда:

$$V_{шт.} = V_{Г} + V_{Е} + 2V_{Ж}. \quad (2)$$

$$\begin{aligned} V_{Г} &= \left(\frac{\pi D_{Г}^2}{4} - \frac{\pi d_{Г}^2}{4} \right) h_{Г} = \frac{\pi}{4} (D_{Г}^2 - d_{Г}^2) h_{Г} = \\ &= \frac{\pi}{4} (18,5^2 - 8,6^2) \cdot 3 = 631,82 \approx 632 \text{ см}^3 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} V_{Е} &= \left(\frac{\pi D_{Е}^2}{4} - \frac{\pi d_{Е}^2}{4} \right) h_{Е} = \frac{\pi}{4} (D_{Е}^2 - d_{Е}^2) h_{Е} = \\ &= \frac{\pi}{4} (18,5^2 - 13,4^2) \cdot 5,9 = 753,49 = 753,5 \text{ см}^3 \end{aligned} \quad (4)$$

$$V_{Ж} = S_{Ж} \cdot T_{Ж} \cdot L_{Ж} = 4 \cdot 8,6 \cdot 10 = 344 \text{ см}^3 \quad (5)$$

Отсюда:

$$V_{шт.} = 632 + 753,5 + 2 \cdot 344 = 2073,5 \text{ см}^3 \quad (6)$$

$$G_{шт.} = 2073,5 \cdot 0,00785 = 16,27 \text{ кг} \approx 16,3 \text{ кг}. \quad (7)$$

Последними пунктами в технические требования вносятся:

- материал штамповки – сталь ст.3;
- масса штамповки – 16,3 кг;
- масштаб 1:2.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 2. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Рассчитать массу поковки для заданной преподавателем детали.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные параметры поковки.
2. Что называется штампом?
3. Требования, предъявляемые к штампам..

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 156 с. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-303-8; 621_К 43

Дополнительная литература:

1. Производство и механическая обработка заготовок. Литые заготовки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. С. И. Фоминых. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 88 с. — 978-5-7996-1815-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66585.html>

2. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 656 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-391-5; 621.7_A 94

3. Голдобина, В. Г. Технологии и оборудование заготовительных производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Голдобина. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 227 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80527.html>.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КУЗНЕЧНОЙ КОВКИ. РУЧНАЯ КОВКА. ТИПЫ ПРОЦЕССОВ КОВКИ.

Цель работы: Ознакомиться с технологией кузнечнойковки.
Ознакомиться с типами процессовковки.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
Ручнаяковка, типы процессовковки.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
Выбор оборудования, назначение технологииковки изделий.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

РУЧНАЯ КОВКА

Основные положения

Кузнечной ковкой называют технологический процесс, при котором металл деформируется с помощью ударов кузнечного молота или нажатия прессы.

Ковку еще называют **свободной**, потому что заготовка свободно деформируется в горизонтальном направлении под действием вертикальных ударов молота. Это хорошо видно на примере операции протяжки. Ручнаяковка применяется для изготовления мелких поковок, главным образом, в ремонтных мастерских (см. рис. 1). При ручной ковке удары наносятся кувалдой (тяжелый молоток весом порядка десяти кг).

Среди преимуществковки следует отметить: возможность изготовления поковок различного веса, формы и размеров; отсутствие дорогостоящей оснастки; использование относительно простого и универсального инструмента.

К недостаткам метода относятся: сравнительно низкая производительность труда, невысокая точность получаемых поковок, большие

припуски на последующую механическую обработку, приводящие к потерям металла в стружку.

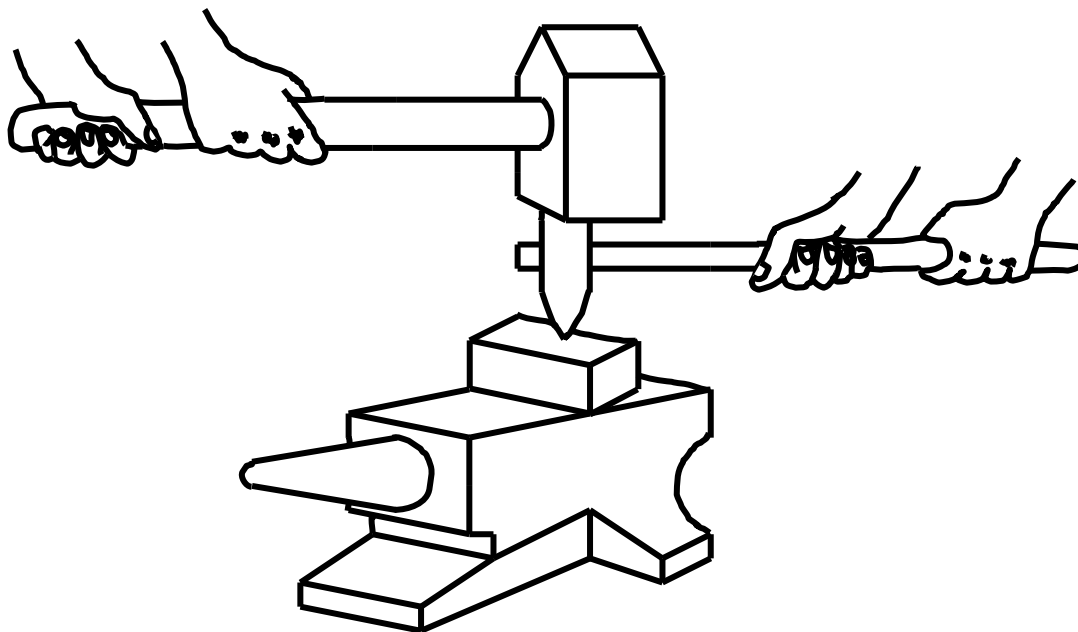


Рисунок 1 – Ручная ковка

Перед ковкой заготовки подвергаются нагреву с целью повышения пластичности металла и облегчения процессаковки.

Изменение прочности и пластичности при нагреве некоторых металлов и сплавов даны в табл. 1.

Таблица 1

Марка стали, сплава	Температура обработки, °С				
	200	600	800	1000	1200
Сталь Ст3	42/25	21/–	8/70	5/80	3/88
Сталь 45	64/16	32/25	12/48	5/53	3/64
Сталь У12	68/5	18/1	11/52	4/65	2/92
30ХГСА	64/12	18/–	6/–	3/30	1/60
40Х9С2	75/15	29/–	5/68	4/29	2/72
Медь МЧ	27/40	4/56	1/70	–/77	–

Латунь Л68	33/56	5/34	2/72	–	–
Титановый сплав ВТ3	80/16	60/20	8/100	4/100	–

Примечание: в числителе приведен предел прочности при растяжении в кг/мм², в знаменателе – относительное удлинение в %.

Температурный интервалковки определяется по табл. 2.

Таблица 2

Наименование металла и сплава	Температура, °С	
	началоковки	окончаниековки
Конструкционные углеродистые стали	1200–1300	800
Инструментальные углеродистые стали	1050–1100	820
Легированные стали:		
низколегированные	1100	820–850
среднелегированные	1100–1150	850–875
высоколегированные	1150–1200	875–900
Алюминий	500	310
Алюминиевые сплавы	470–490	350–400
Медь	900	650
Медные сплавы: бронза	850	700
латунь	750	600
Магниеые сплавы	370–430	300–350

Превышение температуры нагрева металлов при ковке ведет к образованию дефектов, называемых перегревом и пережогом. *Перегрев* – это рост зерна металла сверх допустимого, что ведет к снижению механических свойств. *Пережог* означает окисление границ зерен, такой металл разваливается при ковке.

Ковка при температуре ниже нижнего предела температурного интервала приводит к разрушению металла из-за недостаточной пластичности.

Оборудование и материалы

1. Пневматический молот с весом падающих частей 75 кг.
2. Нагревательная печь с термопарой и потенциометром.
3. Мерительный инструмент (штангенциркуль, линейка).
4. Углеродистая сталь.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 2. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Выполнить расчетное задание по указаниям преподавателя.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют кузнечной ковкой?
2. Определение ручнойковки.
3. Требования, предъявляемые к формовочной и стержневой смеси.
4. Устройство и принцип работы пневматического молота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г.

Схиртладзе. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 156 с. –
Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-303-8; 621_K 43

Дополнительная литература:

1. Производство и механическая обработка заготовок. Литые заготовки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. С. И. Фоминых. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 88 с. — 978-5-7996-1815-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66585.html>

2. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 656 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-391-5; 621.7_A 94

3. Голдобина, В. Г. Технологии и оборудование заготовительных производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Голдобина. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 227 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80527.html>.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КУЗНЕЧНОЙ КОВКИ.

ТИПЫ ПРОЦЕССОВ КОВКИ.

Цель работы: Ознакомиться с типами процессовковки.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:

Типы процессовковки.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:

Выбор оборудования, назначение технологииковки изделий.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ТИПЫ ПРОЦЕССОВ КОВКИ

Технологический процессковки представляет собой совокупность определенных операций, основными из которых являются:

1. **Осадка** – операцияувеличения площади поперечного сечения заготовки за счет уменьшения высоты (см. рис. 2).
2. **Высадка** представляет собой осадку части заготовки (см. рис. 3).
3. **Протяжка** – увеличение длины заготовки за счет уменьшения толщины (см. рис. 4).
4. **Рубка** – разделение заготовки на части (см. рис. 5).
5. **Прошивка** – операция получения отверстия в заготовке (см. рис. 6).
Различают глухую прошивку и сквозную (на рис. 6 показана сквозная прошивка).
6. **Раскатка** – увеличение диаметра кольцевой заготовки за счет уменьшения толщины кольца (см. рис. 7).
7. **Передача** – смещение одной части заготовки относительно другой (см. рис. 8).

На всех рисунках буквами обозначены: *а* – заготовка; *б* – поковка; *в* – схема операции. Существуют и другие операцииковки

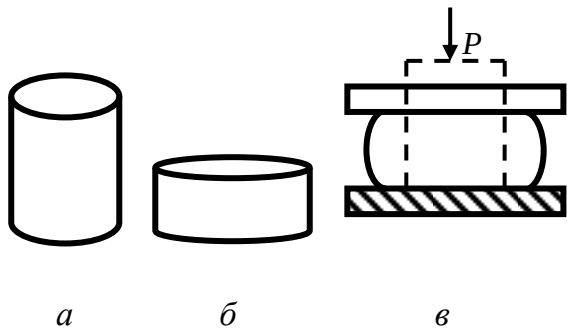


Рисунок 2 – Осадка

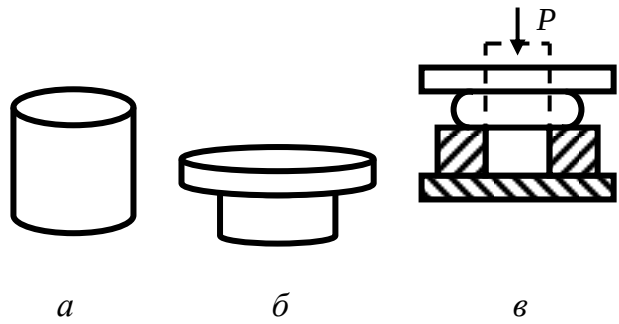


Рисунок 3 – Высадка

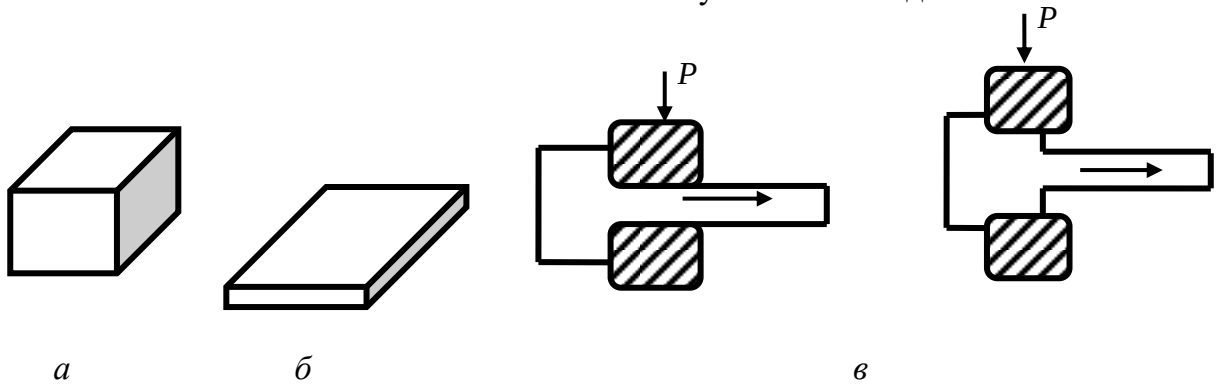


Рисунок 4 – Протяжка

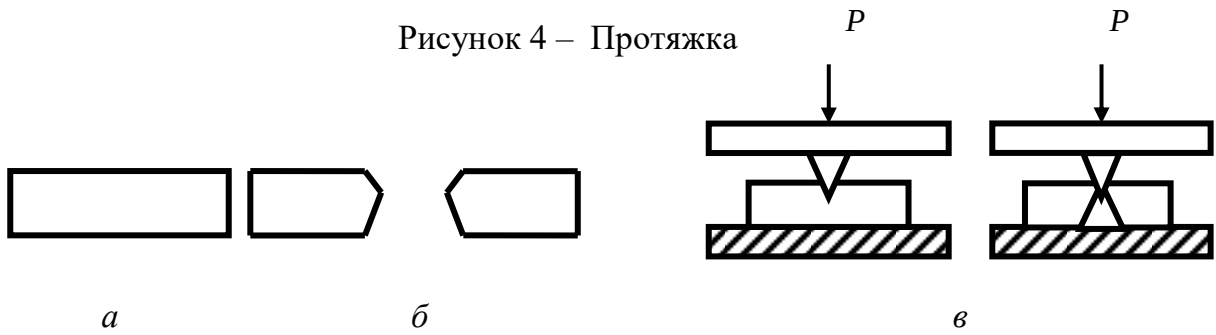


Рисунок 5 – Рубка

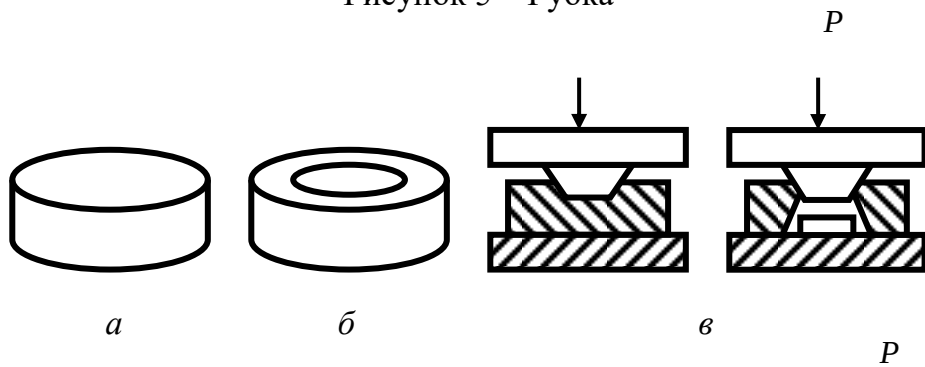


Рисунок 6 – Прошивка

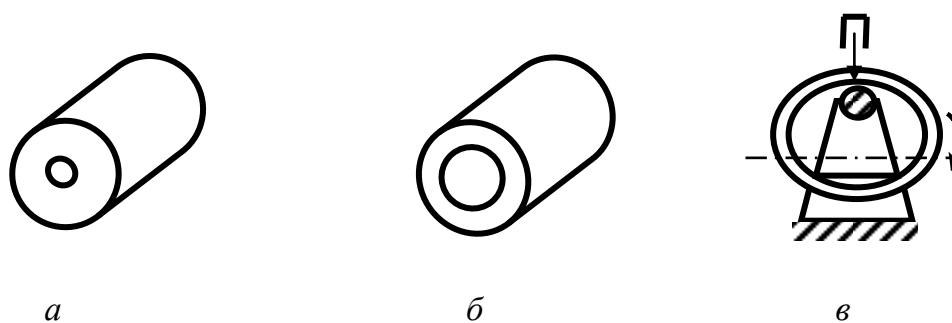


Рисунок 7 – Раскатка на оправке

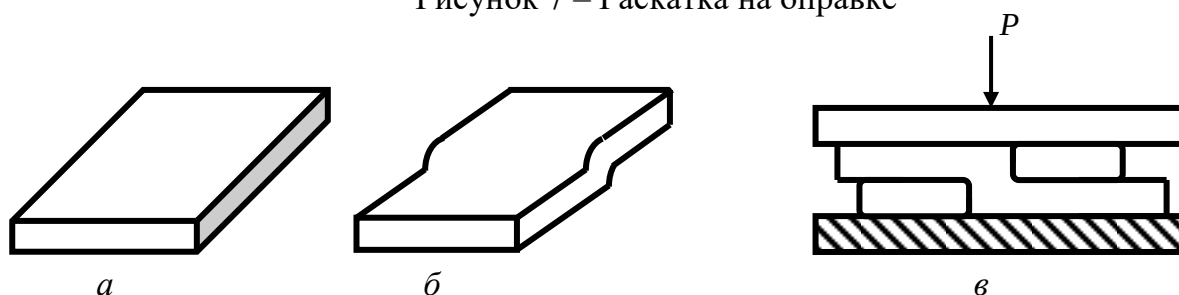


Рисунок 8 – Передача

Величина деформации при ковке характеризуется коэффициентом уковки K_y :

$$K_y = F_{max}/F_{min},$$

где F_{max} и F_{min} – максимальная и минимальная площадь поперечного сечения до и послековки.

При ковке заготовок из проката чаще всего коэффициент уковки бывает 1,3–1,5, а при ковке слитков $K_y = 3–10$. Чем больше коэффициент уковки слитков, тем лучше структура металла и выше его механические свойства.

Оборудованием дляковки являются ковочные молоты и прессы. **Молоты** – это машины ударного действия, а **прессы** – машины с медленным приложением нагрузки.

Мелкие поковки обычно куят на пневматических молотах, крупные – на паровоздушных ковочных молотах, а очень крупные и тяжелые поковки – на гидравлических прессах.

Схема пневматического молота представлена на рис. 9.

Пневматический молот имеет два цилиндра: компрессорный 1 и рабочий 2. Поршень 3 компрессорного цилиндра нагнетает воздух в рабочий цилиндр 2 и приводит в движение рабочий поршень 4, который выполнен за одно целое с массивным штоком 5 и называется бабой молота. Возвратно-поступательное движение поршня компрессорного цилиндра осуществляется кривошипно-шатунным механизмом 6, который получает движение от электромотора 7 через клиновидную ременную передачу 8 или с помощью зубчатых колес.

Оба цилиндра молота соединены воздушными каналами так, чтобы сжатый воздух поступал в рабочий цилиндр попеременно снизу и сверху, заставляя бабу молота двигаться вверх и вниз.

Управление молотом осуществляется воздушными кранами 9. Краны открываются и закрываются с помощью ножной педали 10. Крановое воздухораспределение обеспечивает работу молота единичными или несколькими ударами, автоматически следующими один за другим, либо позволяет прижимать поковку к нижнему бойку. А также позволяет удерживать бабу на весу в верхнем положении при работающем компрессоре.

Верхний боек 11 хвостовиком в форме ласточкиного хвоста и клином прикрепляется к бабе молота, а нижний боек 12 – к подушке 13, устанавливаемой на массивном металлическом основании – шаботе 14. Шабот не связан со станиной молота. Вес шабота должен быть в 15–20 раз больше *веса падающих частей* молота, который является характеристикой мощности молота. Это вес всех деталей молота, перемещающихся в его верхней части (рабочего поршня, бабы и верхнего бойка). Чем больше вес падающих частей, тем выше энергия удара верхнего бойка по заготовке.

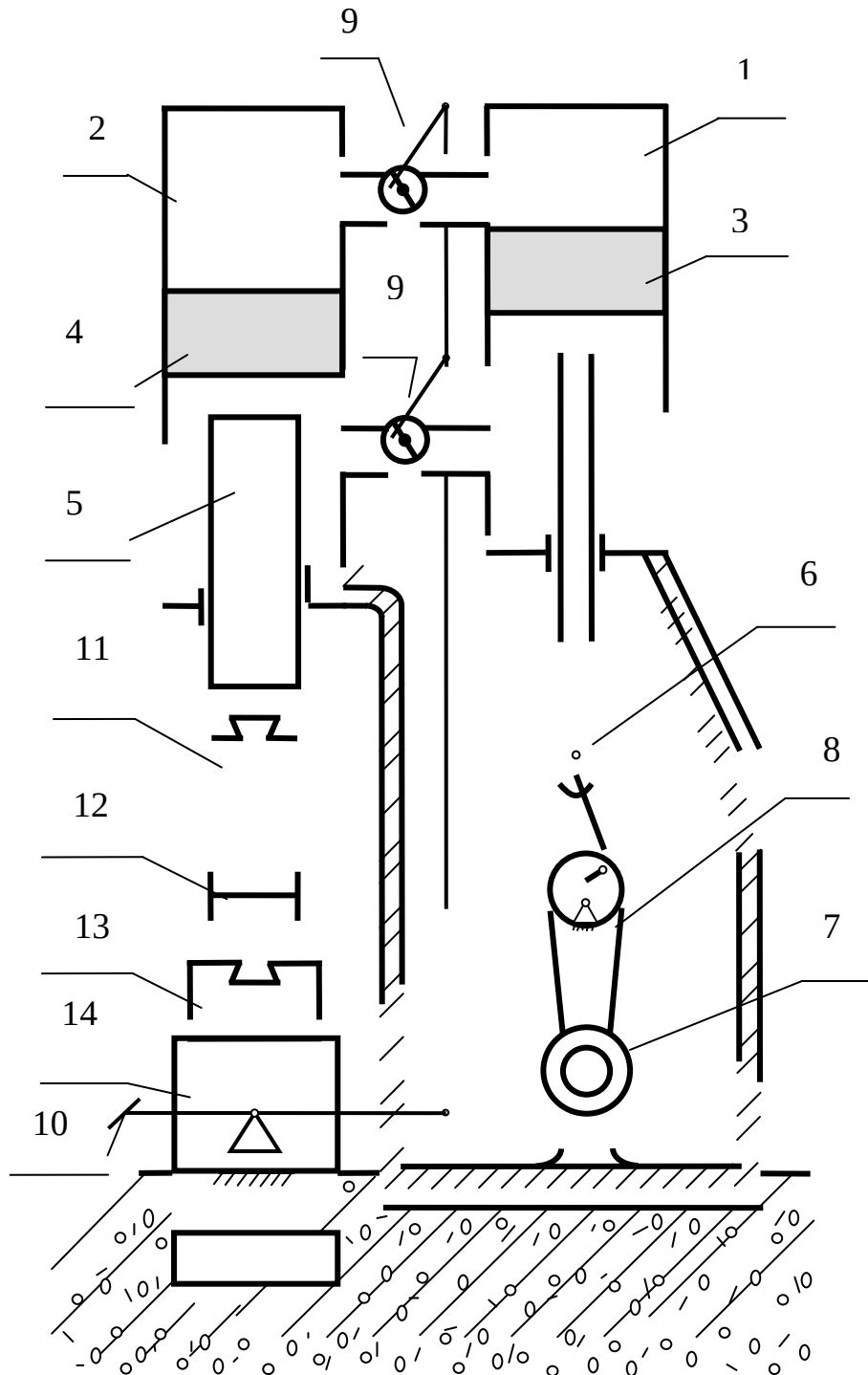


Рисунок 9 – Пневматический ковочный молот

Пневматические молоты изготавливаются с весом падающих частей от 50 кг до 1000 кг, а паровоздушные – от 1000 кг до 8000 кг. Поэтому паровоздушные молоты применяют дляковки более крупных, массивных поковок.

Гидравлические прессы используют дляковки очень крупных, тяжелых изделий. В этих машинах верхний боек, соединенный с другими подвижными частями прессы, приводится в движение давлением жидкости в главном рабочем цилиндре. В качестве такой жидкости обычно используется минеральное масло под давлением 20–50 МПа. Деформация металла на гидравлическом прессе происходит достаточно медленно (несколько секунд, иногда десятки секунд). Здесь нет ударов. В качестве характеристики мощности прессы берется усилие, развиваемое им и передаваемое заготовке. Дляковки используются гидравлические прессы с усилием от 300 т до 15000 т.

Для сравнения мощности молота и прессы можно принять, что 1 т веса падающих частей молота примерно эквивалента 100 т усилия прессы. На прессах можно ковать массивные, крупные слитки. Так, например, на прессе с усилием 1000 т можно ковать слитки весом до 8 т, на прессе с усилием 15000 т – слитки весом до 350 т.

На практике при выборе мощности оборудования для свободнойковки пользуются специальными справочниками, таблицами, формулами. Так, необходимая мощность молота может быть определена по формуле:

$$G = K \cdot F,$$

где G – вес падающих частей молота в кгс,

F – площадь поперечного сечения заготовки в см^2 ,

K – коэффициент, равный для углеродистой стали 5, для легированной стали 7, для цветных металлов 3,5.

Необходимое усилие прессы можно найти по формуле:

$$P = F \cdot \sigma_B, \text{ кгс},$$

где σ_B – предел прочности металла при температурековки, $\text{кгс}/\text{см}^2$,

F – площадь соприкосновения бойка с поковкой в см^2 .

При изготовлении поковок свободнойковкой размеры их делаются больше размеров детали по чертежу на величину припусков.

5. Пневматический молот с весом падающих частей 75 кг.
6. Нагревательная печь с термопарой и потенциометром.
7. Мерительный инструмент (штангенциркуль, линейка).
8. Углеродистая сталь.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 2. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

ЗАДАНИЕ

3. Изучить теоретическую часть работы.
4. Выполнить расчетное задание по указаниям преподавателя.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют кузнечной ковкой?
2. Определение ручнойковки.
3. Требования, предъявляемые к формовочной и стержневой смеси.
4. Устройство и принцип работы пневматического молота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 156 с. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-303-8; 621_K 43

Дополнительная литература:

1. Производство и механическая обработка заготовок. Литые заготовки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. С. И. Фоминых. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 88 с. — 978-5-7996-1815-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66585.html>

2. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 656 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-391-5; 621.7_A 94

3. Голдобина, В. Г. Технологии и оборудование заготовительных производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Голдобина. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 227 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80527.html>.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Цель работы: Ознакомиться с методикой обработки металлов резанием.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:

Параметры режима резания, устройство и назначение некоторых металлорежущих станков.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:

Освоение основных приемов работы на токарных, фрезерных и строгальных станках.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Режим резания

Движения, которые сообщаются инструменту и заготовке для срезания слоя металла, называют *движениями резания*. Они разделяются на *главное движение резания* D_r , которое определяет скорость деформирования и отделения стружки, и *движение подачи* D_s , которое обеспечивает непрерывность процесса резания. Главное движение всегда одно, движений подачи может быть несколько.

Скорость главного движения резания v (м/мин.) – это скорость перемещения точки режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности в направлении главного движения. Для вращательного главного движения скорость резания:

$$v = \pi \cdot D_{\text{заг.}} \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ м/мин.}$$

Скорость движения подачи v_s – это скорость рассматриваемой точки режущей кромки в направлении движения подачи. Предусматривается также понятие **подача** s (мм/об; мм/дв. ход) – это перемещение инструмента в

направлении движения подачи за один оборот, либо двойной ход заготовки или инструмента.

Глубина резания t (мм) – расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное перпендикулярно к последней, пройденное за один проход инструмента.

При обработке цилиндрической поверхности:

$$t = 0,5 \cdot (D_{\text{заг.}} - d), \text{ мм.}$$

Скорость главного движения резания v , подача s и глубина резания t характеризуют напряженность процесса обработки и являются **параметрами режима резания**.

2. Геометрия инструмента

При всем многообразии конструкций режущих инструментов они имеют много общего, поэтому подробное изучение токарного резца позволяет ограничиться рассмотрением лишь специфических особенностей конструкции других инструментов.

Токарный проходной резец состоит из стержня, при помощи которого он закрепляется на станке, и рабочей части. Элементы рабочей части резца показаны на рис. 1:

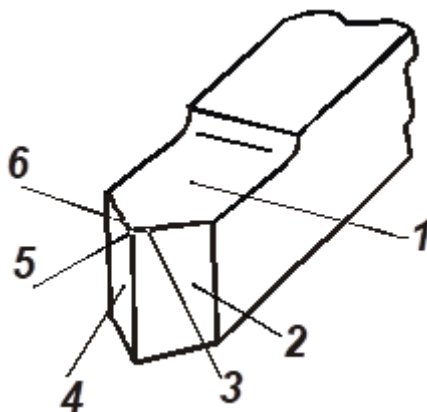


Рисунок 1

1 передняя поверхность, по которой сходит стружка;

поверхности, называемые *задними*, которые обращены: *главная задняя* 2 – к поверхности резания, *вспомогательная задняя* 4 – к обработанной поверхности; *главная* 3 и *вспомогательная* 6 *режущая кромка*; *вершина резца* 5.

Расположение поверхностей режущей части инструмента регламентируется углами, для определения которых вводят координатные плоскости. Плоскость, параллельная направлениям продольной и поперечной подач и проходящая через вершину резца, называется *основной*.

Плоскость резания проходит через главную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости.

Главные углы резца рассматриваются в *главной секущей плоскости* (рис. 2, б), которая проходит перпендикулярно к проекции главной режущей кромки на основную плоскость. *Передний угол* γ образуется передней поверхностью и нормалью к плоскости резания, а *главный задний угол* α – главной задней поверхностью и поверхностью резания. *Угол заострения* β заключен между передней и задней поверхностями.

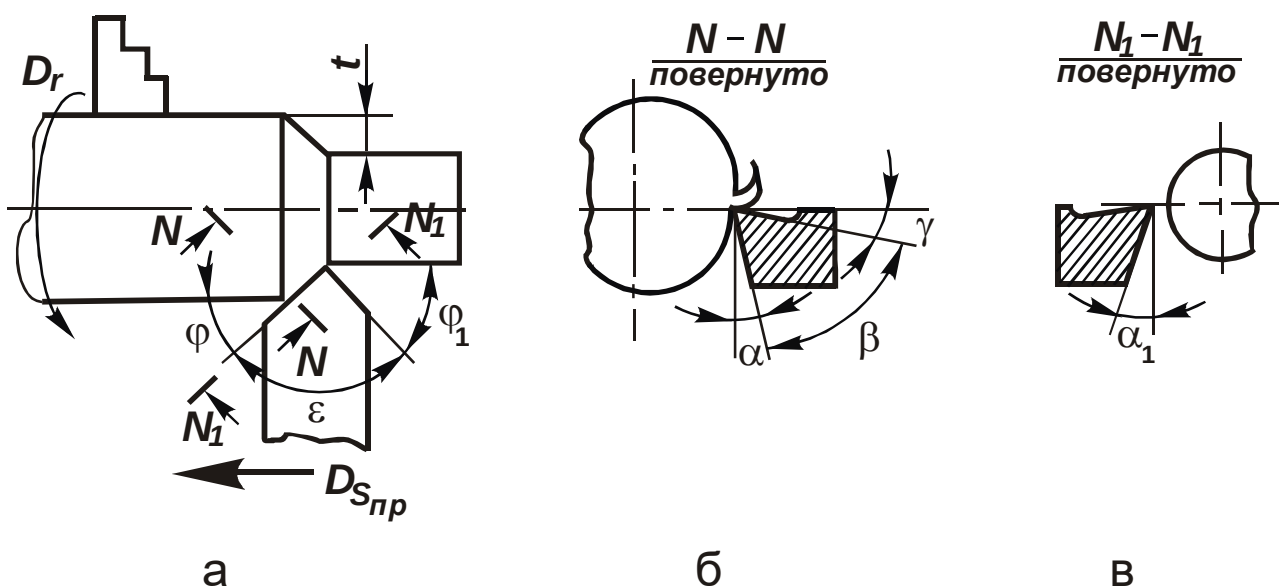


Рисунок 2

Вспомогательный задний угол α_1 измеряют во вспомогательной секущей плоскости (рис. 2, в), перпендикулярной проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость. **Главный угол в плане ϕ** образуется проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением движения подачи, а **вспомогательный угол в плане ϕ_1** – проекцией вспомогательной режущей кромки на эту плоскость и направлением, противоположным движению подачи. **Угол в плане при вершине** резца ϵ измеряют между проекциями режущих кромок на основную плоскость.

Углы инструмента определяют остроту режущего клина, форму сечения срезаемого слоя и существенно влияют на процесс резания и стружкообразования.

3. Обработка заготовок на токарных станках

На станках токарной группы обрабатываются заготовки, совершающие вращательное главное движение. Инструмент непрерывно перемещается параллельно оси вращения заготовки (продольная подача) либо перпендикулярно к ней (поперечная подача).

Общий вид **токарно-винторезного станка** приведен на рис. 3.

Станина 1 с направляющими закреплена на тумбах, передней 12 и задней 10. В передней бабке 4 смонтированы коробка скоростей и шпиндель. На шпинделе устанавливают приспособления для закрепления заготовок 5. Коробку подач 2 крепят к лицевой стороне станины. С левой стороны станины установлена коробка сменных зубчатых колес 3. Продольный суппорт 6 перемещается по направляющим станины, на нем смонтирована поперечная каретка с верхним суппортом 8, на котором располагается четырехпозиционный резцедержатель 7. К продольному суппорту крепят фартук 11, в котором смонтированы механизмы подачи. В пиноли задней бабки

9 устанавливают задний центр или инструмент для обработки отверстий (сверла, зенкеры, развертки).

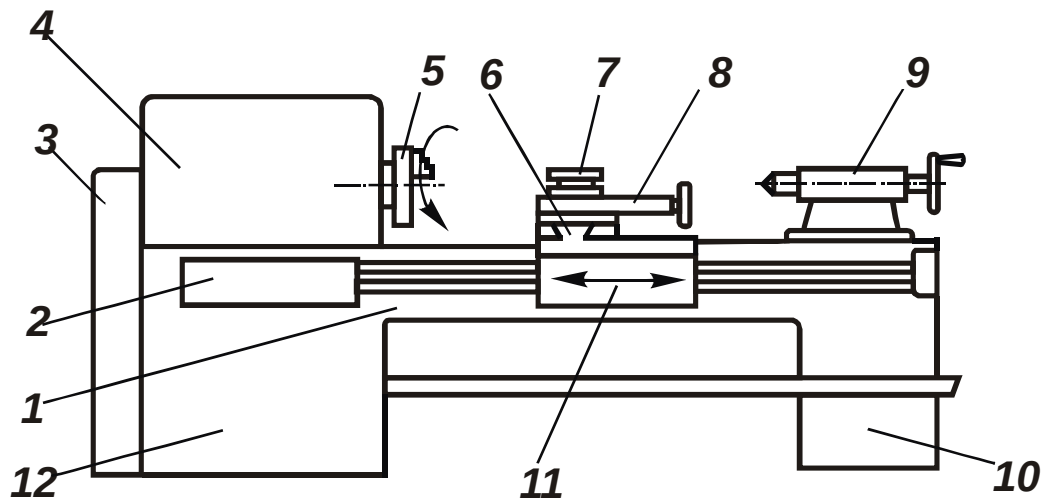


Рисунок 3

Для закрепления заготовок на токарных станках используют *трехлачковые самоцентрирующие патроны*. Длинные заготовки устанавливают в центрах, а для передачи на заготовки крутящего момента от шпинделя используют поводковые патроны и хомутики. Для установки заготовок типа втулок, колец и стаканов применяют конические, цанговые и другие оправки.

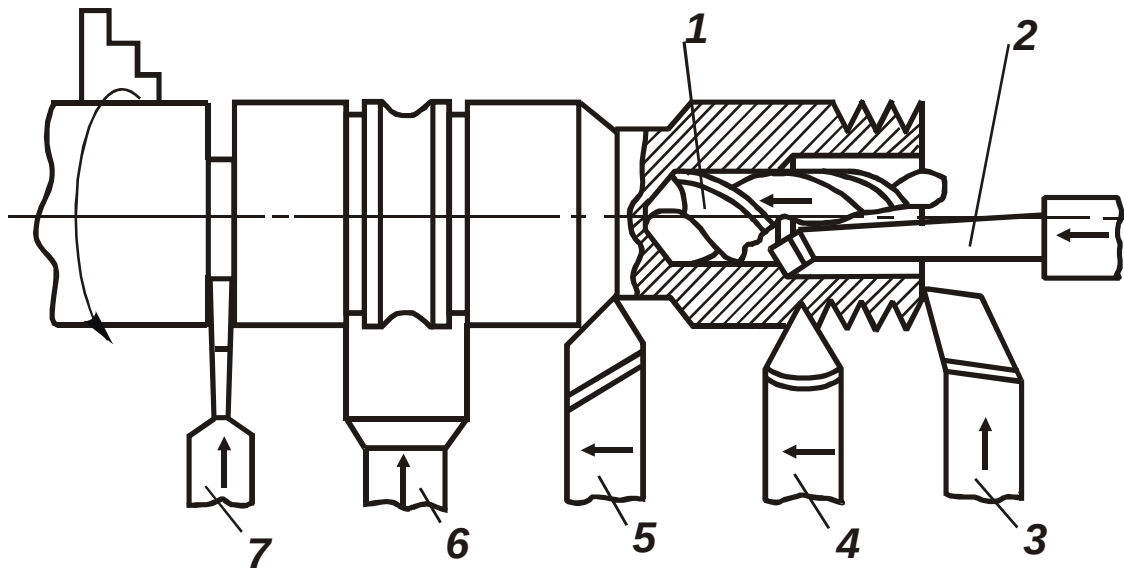


Рисунок 4

На токарных станках выполняют следующие основные виды работ (рис. 4). **Обтачивание** – обработка наружных цилиндрических поверхностей – выполняется *проходными резцами* 5. **Подрезание** торца выполняют *подрезными резцами* 3. **Отрезку** выполняют *отрезными резцами* 7. **Сверление, зенкерование и развертывание** отверстий производят соответствующими инструментами (например, *сверлом* 1). **Растачивание** внутренних цилиндрических поверхностей выполняют *расточными резцами* 2. Фасонные поверхности обрабатывают *фасонными резцами* 6. Обтачивание наружных конических поверхностей осуществляют широкими токарными резцами, поворотом каретки верхнего суппорта, смещением корпуса задней бабки в поперечном направлении и с помощью конусной линейки. **Нарезание резьбы** выполняют *резьбовыми резцами* 4, *плашками* и *метчиками*.

4. Обработка заготовок на фрезерных станках

Фрезерование – это способ формообразования деталей многолезвийным режущим инструментом – фрезой. Способ характеризуется вращательным

главным движением инструмента и поступательным движением подачи заготовки.

Наиболее распространены горизонтально-фрезерные и вертикально-фрезерные станки, которые подразделяются в зависимости от положения оси вращения шпинделя.

Горизонтально-фрезерные станки состоят из следующих основных узлов (рис. 5): в *станине* 1 размещена *коробка скоростей* 2. По вертикальным направляющим станины перемещается *консоль* 6. Заготовка, устанавливаемая на *столе* 4, получает подачу в трех направлениях: продольном, поперечном и вертикальном. *Коробка подач* 7 размещена в консоли. *Хобот* 3 служит для закрепления *подвески* 5, поддерживающей конец *фрезерной оправки* 8 с закрепленным на ней инструментом – *фрезой* 9.

Вертикально-фрезерные станки имеют поворотную шпиндельную головку, которая может поворачиваться в вертикальной плоскости для обработки наклонных плоскостей с поперечной подачей.

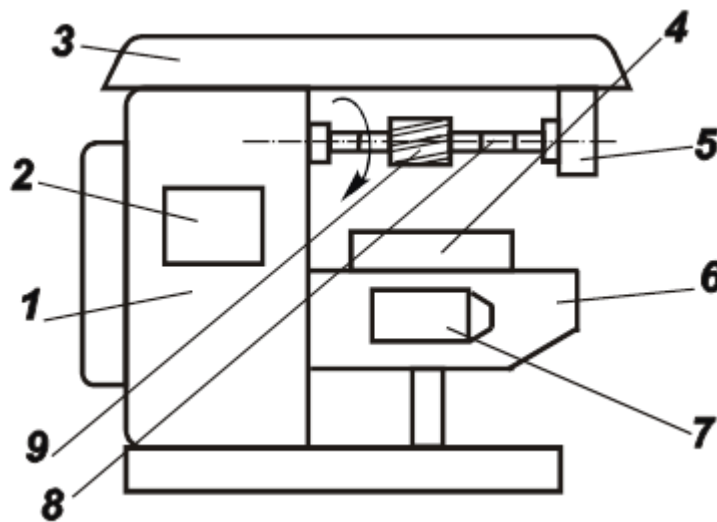


Рисунок 5

1. Для закрепления заготовок на фрезерных станках применяют машинные тиски, прихваты, угольники, призмы. Важной принадлежностью

фрезерных станков являются делительные головки, которые служат для периодического поворота заготовок на требуемый угол или для непрерывного их вращения при фрезеровании винтовых канавок.

На горизонтально-фрезерных станках выполняют следующие работы (см. рис. 6): горизонтальные плоскости фрезеруют *цилиндрическими фрезами* 2. Вертикальные плоскости обрабатывают *торцевыми фрезами* 1. Наклонные плоскости и скосы фрезеруют *одноугловыми фрезами* 3. Угловые и фасонные пазы выполняют *двухугловыми* 4 и *фасонными* 5 дисковыми фрезами. Уступы и прямоугольные пазы фрезеруют *дисковыми фрезами* 6 и 7. Фасонные поверхности с криволинейной образующей и прямолинейной направляющей обрабатывают *фасонными фрезами* 8.

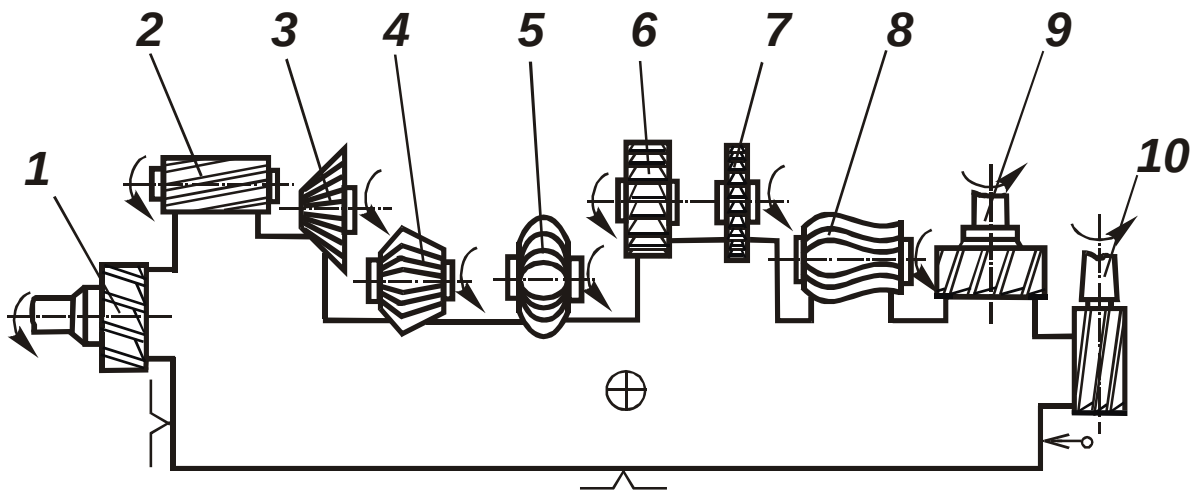


Рисунок 6

Аналогичные работы выполняют на вертикально-фрезерных станках *торцевыми* 9 и *концевыми* 10 фрезами различных конструкций.

Для закрепления фрез и передачи крутящего момента от шпинделя станка на фрезу применяют фрезерные оправки. Цилиндрические и дисковые фрезы насаживают на длинную оправку и фиксируют установочными кольцами. Коническим хвостовиком оправку вставляют в отверстие шпинделя, другой конец оправки поддерживается подвеской. Торцевые насадные фрезы

закрепляют в коротких концевых оправках. Фрезы с хвостовиком закрепляют в коническом отверстии шпинделя непосредственно или через переходные втулки.

5. Обработка заготовок на строгальных станках

Строганием называют метод обработки заготовок при прямолинейном возвратно-поступательном движении инструмента или заготовки. Прерывистое движение подачи на каждый двойной ход имеет стол с заготовкой или резец.

1. Строгальные станки разделяют на поперечно-строгальные и продольно-строгальные. В **поперечно-строгальных станках** (см. рис. 7) главное возвратно-поступательное движение совершает *ползун* 3, который перемещается по направляющим *станины* 4.

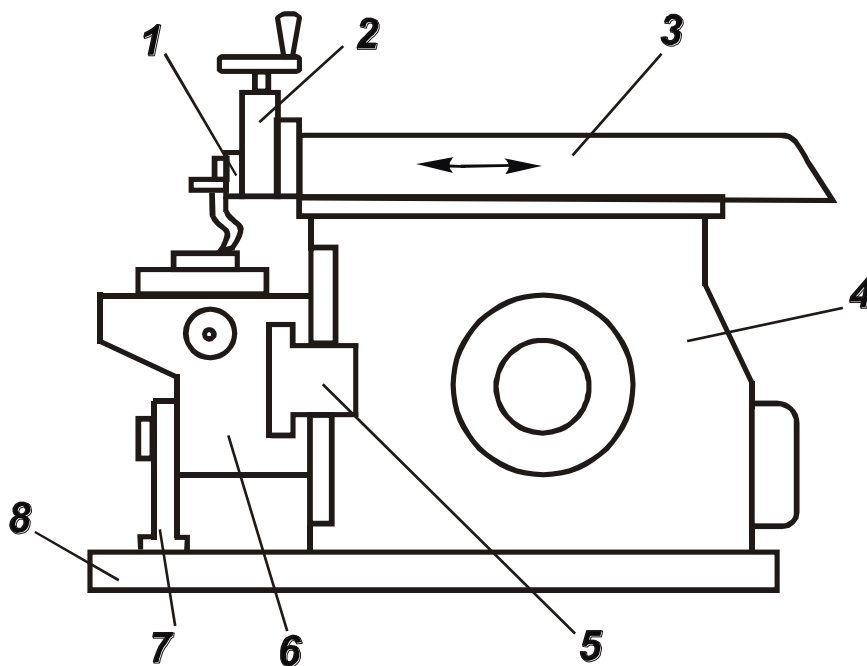


Рисунок 7

2. На левом торце ползуна установлен *суппорт* 2, который может вручную перемещаться в вертикальной плоскости. Резцедержатель крепится на

откидной планке 1, которая позволяет резцу отклоняться при обратном холостом ходе, что уменьшает его износ по задней поверхности. На вертикальных направляющих станины установлена *траверса 5*, по которой в горизонтальной плоскости перемещается *стол 6*, осуществляя движение подачи. Подача выполняется периодически в конце каждого холостого хода, когда резец выходит из контакта с заготовкой. Стол имеет Т-образные пазы, в которых устанавливаются поворотные тиски или другие устройства для закрепления заготовок. Для большей жесткости стол дополнительно укрепляют *стойкой 7*, опирающейся на *фундаментную плиту 8*.

3. Для продольно-строгальных станков характерно главное возвратно-поступательное прямолинейное движение стола. Как правило, станки имеют несколько суппортов, которые совершают прерывистое поперечное перемещение – подачу. Эти станки предназначены для обработки крупногабаритных деталей.

4. В качестве режущего инструмента при строгании применяют строгальные резцы. Чтобы уменьшить заклинивание резца при резании, стержень строгальных резцов рекомендуется делать изогнутым.

5. На строгальных станках выполняют следующие основные работы (см. рис. 8). Горизонтальные плоскости обрабатывают *проходными строгальными резцами 2*. Вертикальные плоскости строгают *подрезными строгальными резцами 1*. Прорезку пазов или отрезку выполняют *прорезными (отрезными) резцами 3*. Фасонные пазы и поверхности строгают *широкими (лопаточными) фасонными резцами 4*, либо используя многорезцовую державку, в которой закрепляют сразу несколько строгальных резцов. Скосы и наклонные плоскости обрабатывают широкими резцами *5* или подрезными строгальными резцами с поворотом суппорта на угол наклона плоскости.

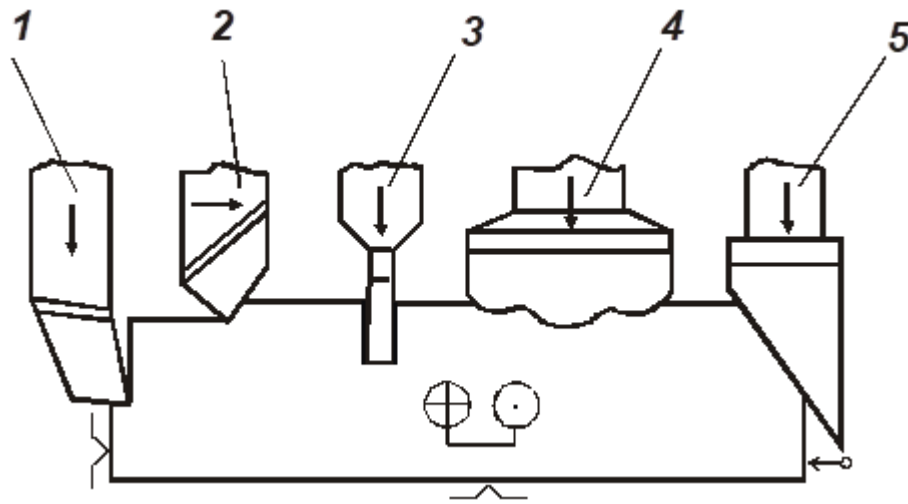


Рисунок 8

6. Технический контроль

1. Технический контроль предназначен для определения точности обработки деталей и качества обработанных поверхностей. Под **точностью обработки** понимают точность выполнения размеров, формы и взаиморасположения поверхностей. Размеры контролируют универсальными измерительными инструментами – штангенциркулями и штангенглубиномерами; и специальными инструментами – скобами, шаблонами и др. Показателем качества обработанной поверхности является **шероховатость**, т. е. совокупность неровностей, образующих рельеф поверхности. Широко распространенным методом определения шероховатости обработанной поверхности является метод сличения с эталонами, имеющими заданную шероховатость.

2. Технический контроль деталей после обработки резанием обычно заключается в их внешнем осмотре и контроле размеров.

3. Примечание: при выполнении пункта 3 использовать учебные технологические карты по обработке заготовок на металлорежущих станках, представленные в лаборатории обработки металлов резанием.

Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования», инструкция приведена в Приложении 2. Прохождение инструктажа фиксируется преподавателем в специальном журнале.

Указания по порядку выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Описать последовательность работ по изготовлению деталей на токарных, фрезерных и строгальных станках.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

Содержание отчета

1. Цель работы,
2. Краткое описание теории и оборудования.
3. Выводы

Контрольные вопросы

1. Описать процесс обтачивания наружных конических поверхностей широкими токарными резцами и смещением корпуса задней бабки.
2. Описать процесс обтачивания наружных конических поверхностей поворотом каретки верхнего суппорта.
3. Рассказать о силах резания.
4. Рассказать об износе и стойкости инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 156 с. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-303-8; 621_K 43

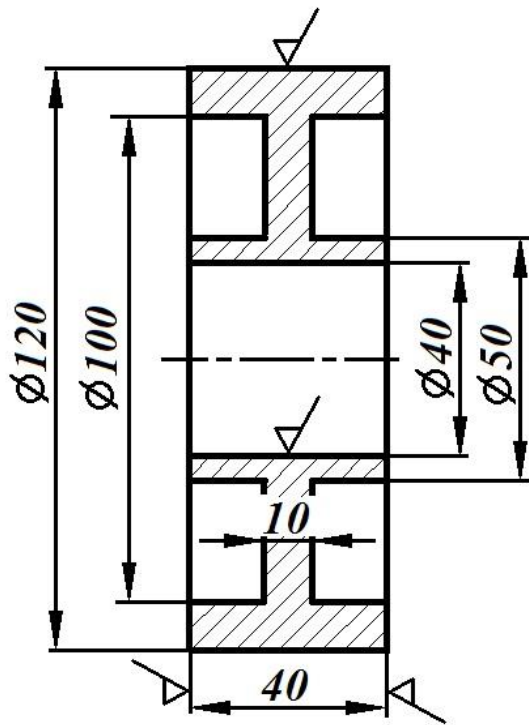
Дополнительная литература:

1. Производство и механическая обработка заготовок. Литые заготовки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. С. И. Фоминых. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 88 с. — 978-5-7996-1815-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66585.html>

2. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. – Старый Оскол : ТНТ, 2016. – 656 с. : ил. – Гриф: Доп. УМО. – ISBN 978-5-94178-391-5; 621.7_A 94

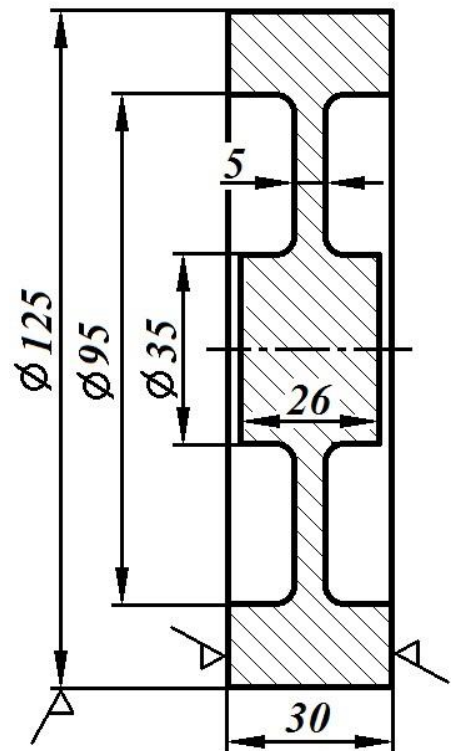
3. Голдобина, В. Г. Технологии и оборудование заготовительных производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Голдобина. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 227 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80527.html>.

ЗАДАНИЯ К РАБОТЕ



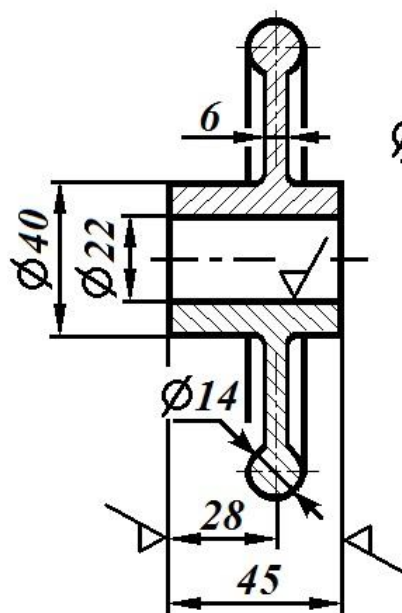
Вариант № 1
Наим.: Ступица

Материал:
сталь 35Л



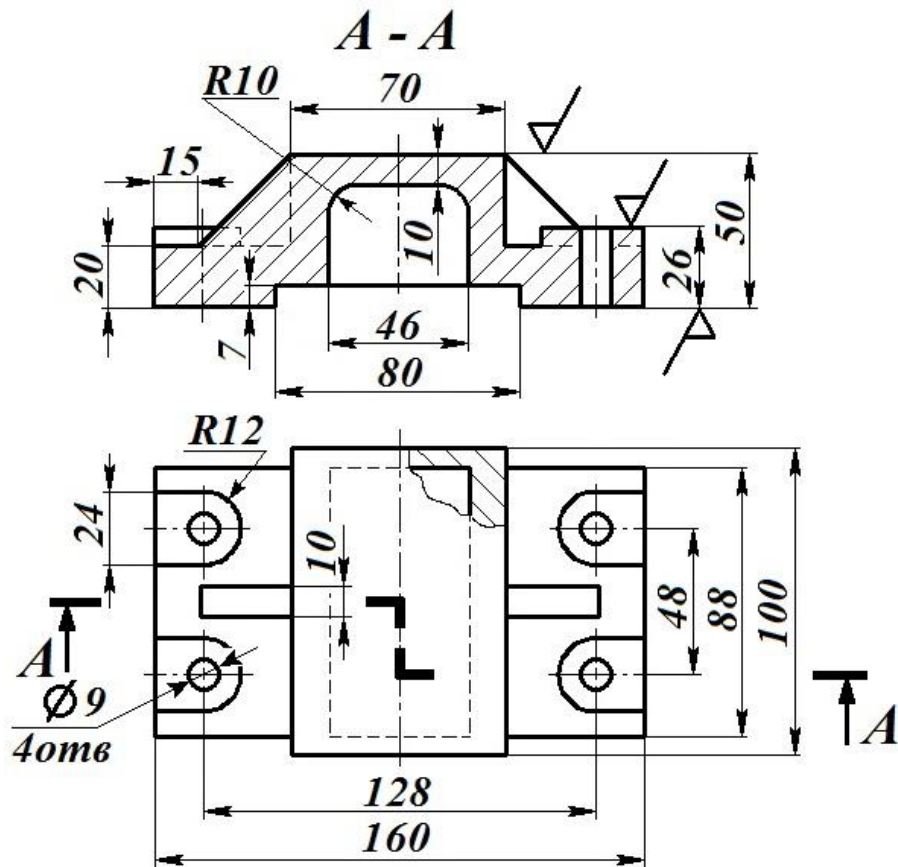
Вариант № 2
Наим.: Шкив

Материал:
Ал4



Вариант № 3

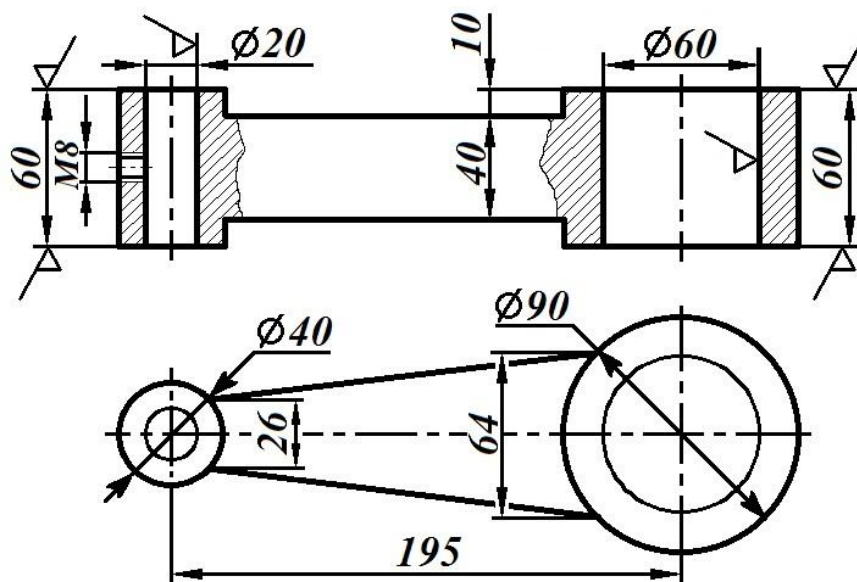
Наим.: Штурвал Материал: Ал9



Вариант № 4

Наим.: Корпус

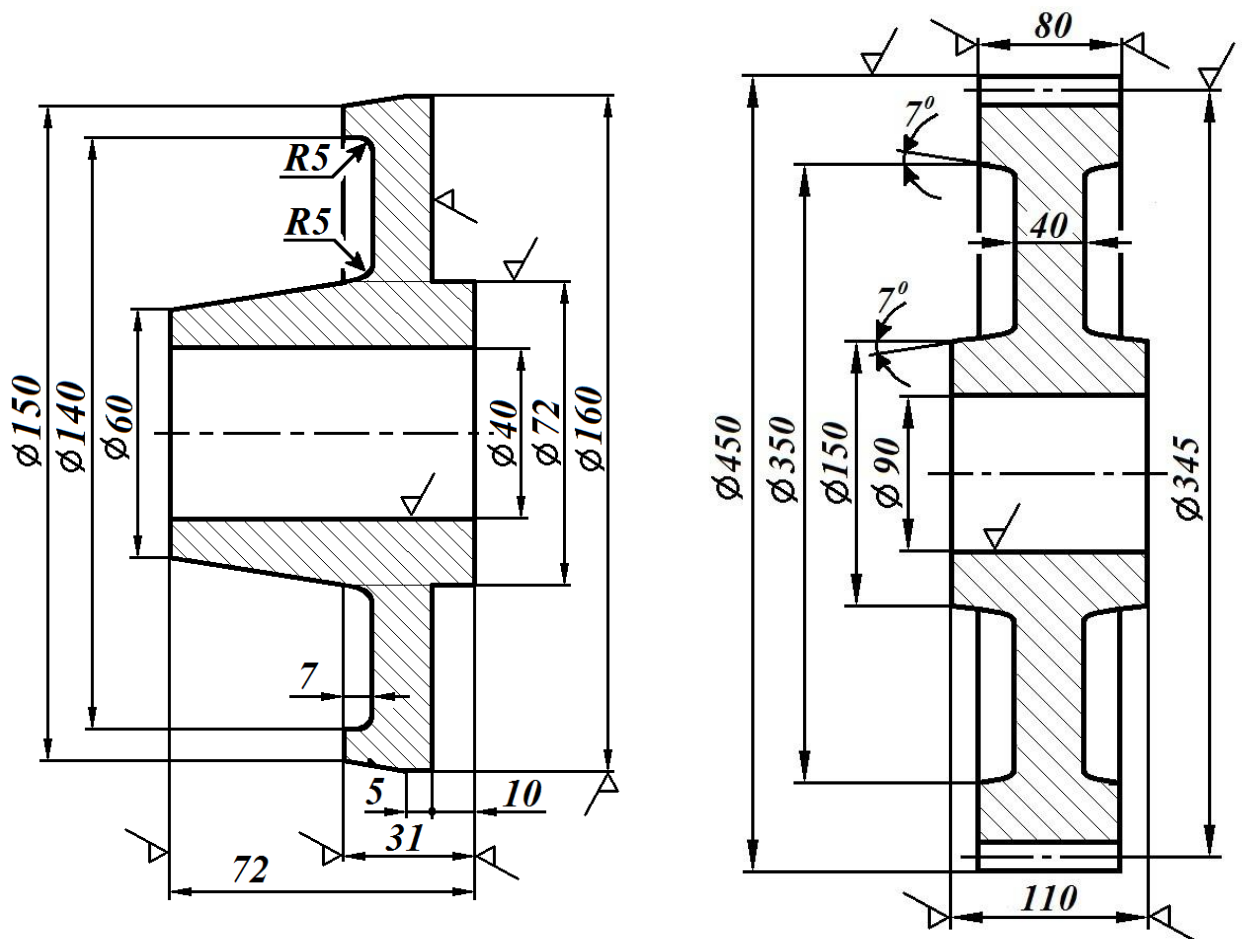
Материал: Ал9



Вариант № 5

Наим.: Серьга

Материал: сталь 30Л

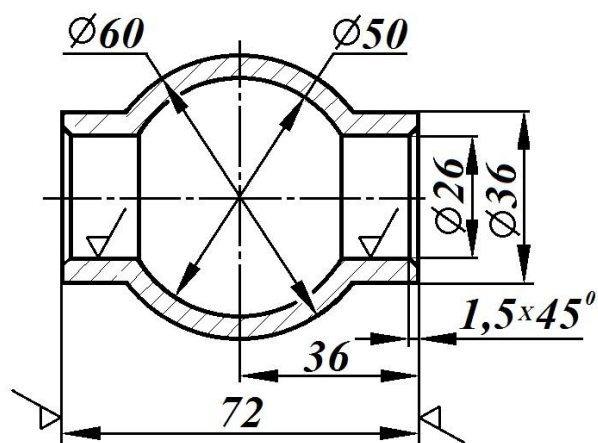


Вариант № 6
Наим.: Фланец

Материал: сталь 25Л

Вариант № 7
Наим.: Зубчатое
колесо

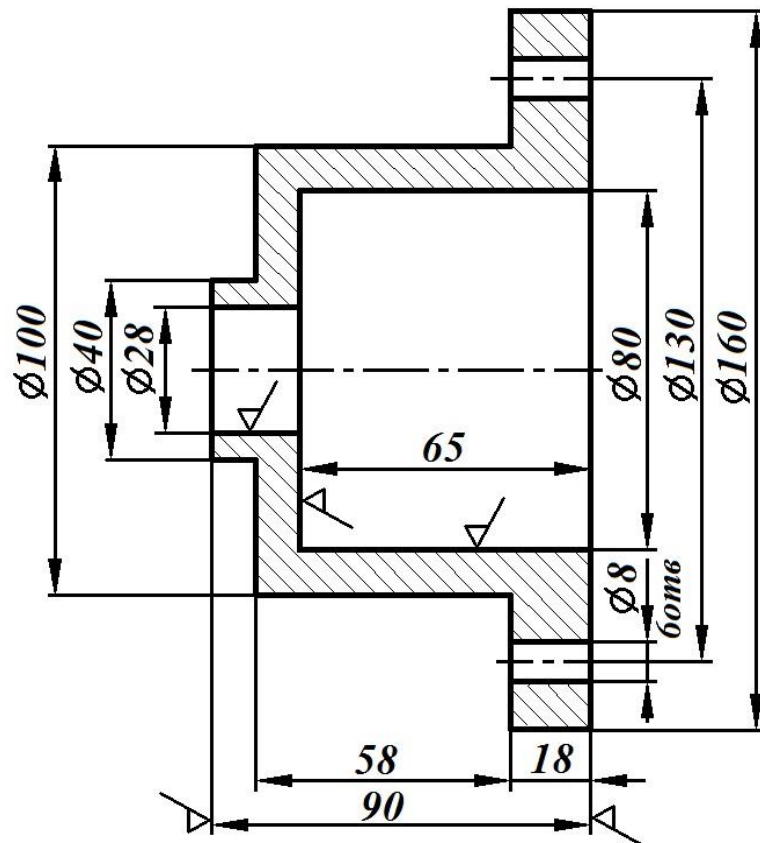
Материал:
сталь 35Л



Вариант № 8

Наим.: Корпус

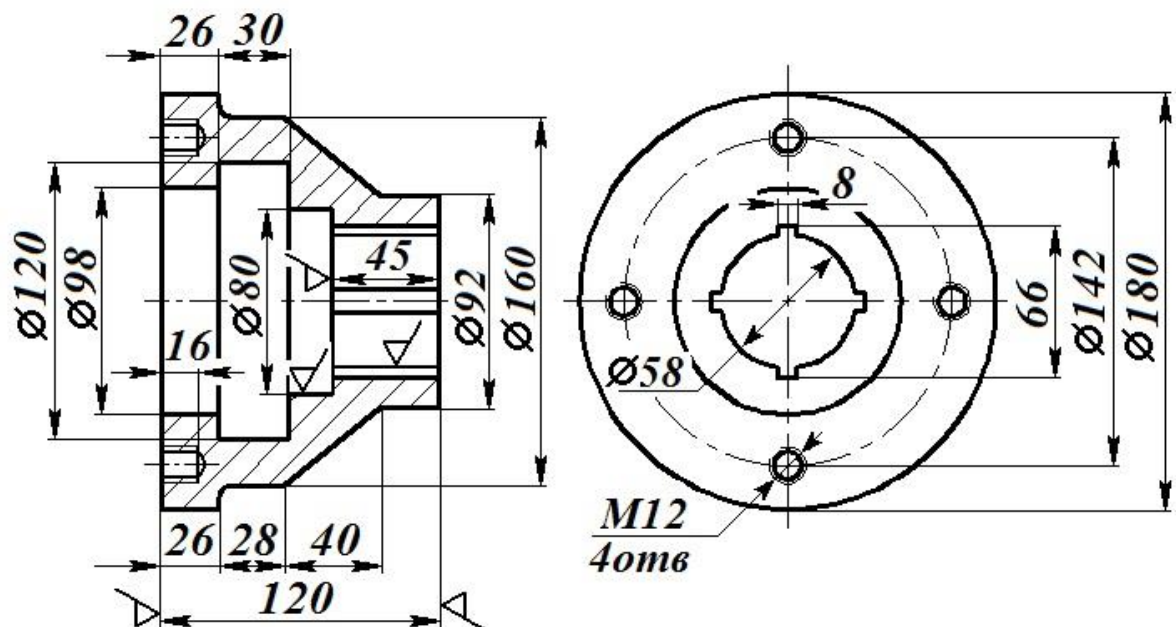
Материал: АЛ4



Вариант № 9

Наим.: Корпус подшипника

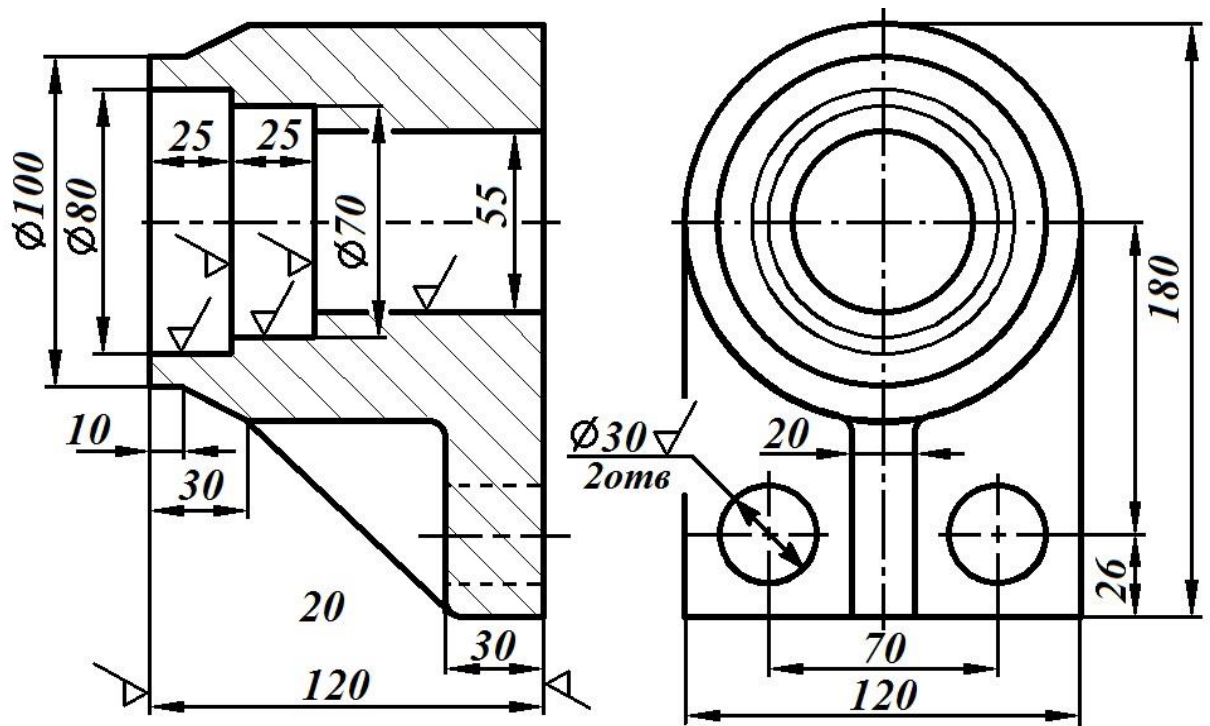
Материал: СЧ18



Вариант № 10

Наим.: Полумуфта

Материал: СЧ21

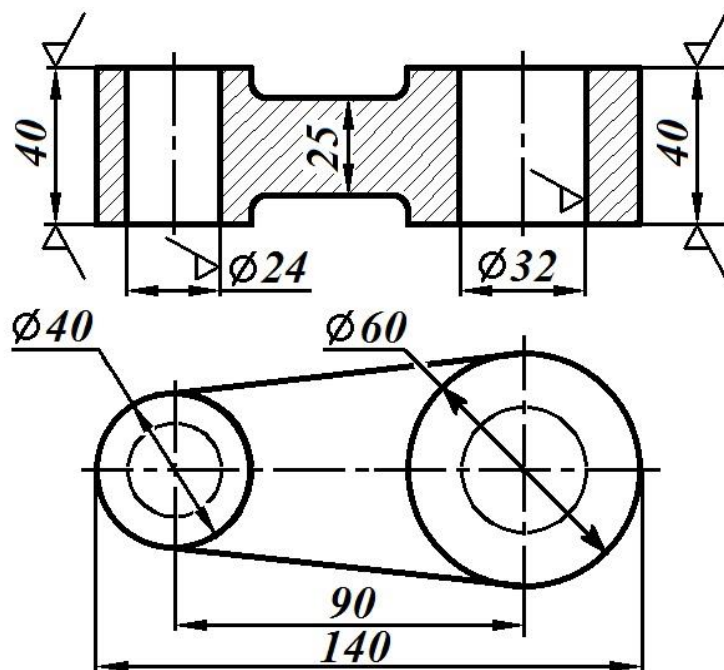


Вариант № 11

Наим.: Корпус подшипника

Материал:

СЧ18



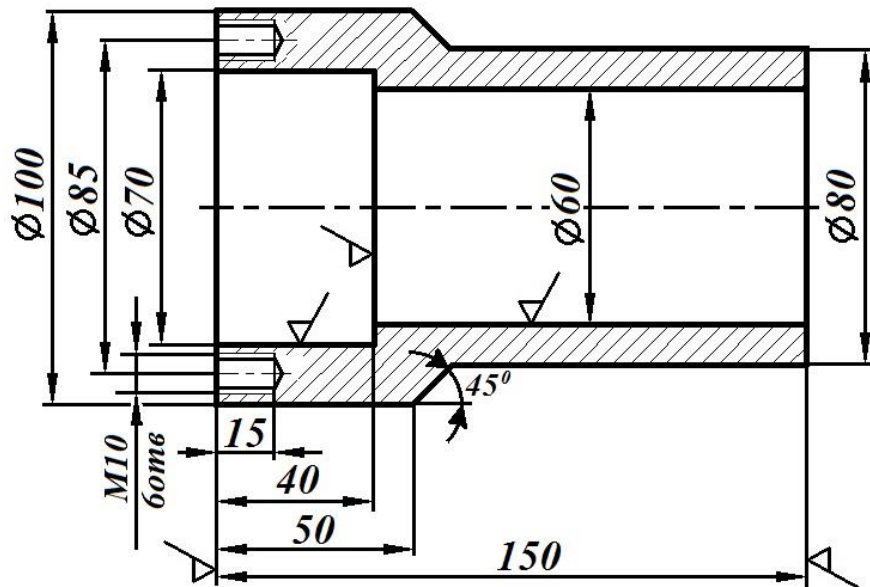
Вариант № 12

Наим.:

Материал:

Серьга

СЧ15



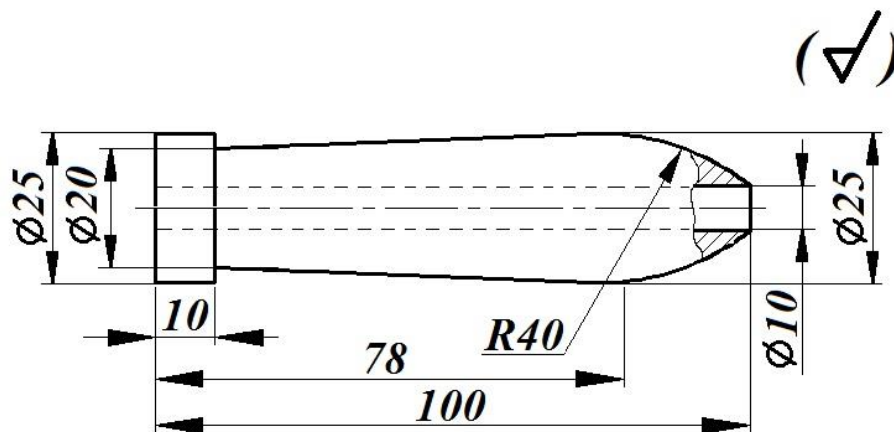
Вариант № 13

Наим.:

Материал:

Втулка

СЧ21



Вариант № 14

Наим.:

Материал:

Ручка

Ал4

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

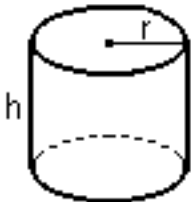
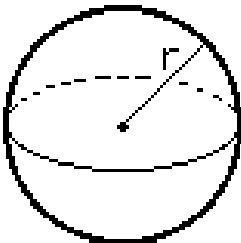
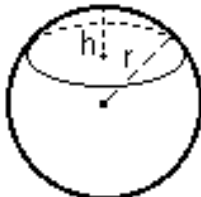
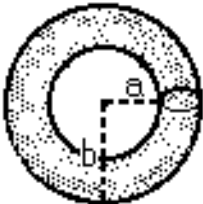
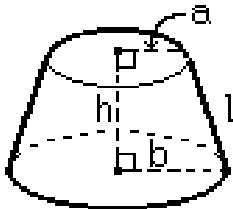
Таблица П1

Плотность литейных сплавов

Материал	сталь литейная			чугун серый			алюминиевый сплав			
	25Л	30Л	35Л	СЧ15	СЧ20	СЧ25	Ал2	Ал4	Ал7	Ал9
Плотность ρ , г/см ³	7,83	7,81	7,83	7,0	7,1	7,2	2,6 5	2,6 5	2,8 0	2,6 6

Таблица П2

Объемы геометрических фигур

<u>Цилиндр</u> 	Объем: $\pi \cdot r^2 \cdot h$	<u>Прямоугольный параллелепипед</u> 	Объем: $a \cdot b \cdot c$
<u>Сфера</u> 	Объем: $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$	<u>Сферический сегмент</u> 	Объем: $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h^2 \cdot (3 \cdot r - h)$
<u>Тор</u> 		<u>Усеченный конус</u> 	
Объем: $\frac{1}{4} \cdot \pi^2 \cdot (a + b) \cdot (b - a)^2$		Объем: $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (a^2 + a \cdot b + b^2)$	

**Инструкция
по технике безопасности
при проведении лабораторных работ
на установках и оборудовании в лабораториях «Технологии
машиностроения и технологического оборудования»**

Перед началом лабораторной работы

1. Изучить инструкцию по охране труда при работе студентов в технических лабораториях.
2. Пройти инструктаж на рабочем месте. Ознакомиться с безопасными методами выполнения лабораторной работы.
3. Изучить теоретические положения требований методики проведения лабораторной работы.
4. Получить допуск у преподавателя на выполнение лабораторной работы.
5. Ознакомиться с приборами тушения пожара и правилами обращения с огнетушителями ОУ-03, ОП-05, ОВЭ-6(з)-АВЕ-01.
6. Осмотреть оборудование, на котором выполняется лабораторная работа, проверить исправно ли действуют пусковые, регулировочные, остановочные устройства.

Требования безопасности во время работы

1. Приступать к выполнению лабораторной работы можно только после разрешения преподавателя и только на исправном оборудовании после того, как порядок выполнения работы будет полностью усвоен.
2. При выполнении работы быть предельно внимательным, не отвлекаться на посторонние дела и разговоры, не отвлекать других, следить за

показаниями контрольно-измерительных приборов и работой оборудования, бережно относиться к оборудованию, инструменту, приборам и мебели.

3. Запрещается самовольное включение электродвигателя, приборов и другого оборудования, а также открытие и закрытие вентилей, задвижек, снятие крышек, ограждений и перестановка оборудования, не имеющих отношения к выполнению данной лабораторной работы.

4. В ходе выполнения лабораторной работы следить за наличием и прочностью крепления ограждений (кожухов) на всех вращающихся и движущихся частях установки. Запрещается работа на оборудовании при снятых, неисправных или плохо закрепленных ограждениях. До полной остановки вращающихся деталей установок запрещается открывать крышки.

5. Категорически запрещается во время выполнения лабораторной работы становиться на оборудование или влезать на него, становиться на трубопроводы, электропроводку, а также вешать или класть на них посторонние предметы.

6. Запрещается во время работы оборудования касаться руками или другими частями тела вращающихся или движущихся частей установки.

7. При выполнении разборки оборудования снятые сборочные единицы и детали нужно складывать на заранее приготовленные места так, чтобы они не могли упасть. Крупные и тяжелые сборочные единицы укладывают на полу, располагая так, чтобы они не могли опрокинуться.

Не следует в одиночку снимать и устанавливать механизмы и агрегаты значительных габаритов и массы.

8. Запрещается пользоваться неисправным инструментом. Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек и головок болтов. Не разрешается: применять ключи со смятыми, изношенными или треснувшими губками; применять прокладки при зазоре между плоскостями губок и головок болтов или гаек; наращивать ключи трубами, другими ключами или иным способом. Необходимо следить за исправностью тисков, съемников и других приспособлений. Молотки должны быть надежно насажены на деревянные

ручки и закреплены металлическими клиньями. Отвертка должна выбираться по ширине рабочей части, зависящей от размера шлица в головке шурупа или винта.

9. При выполнении лабораторной работы студент должен быть максимально серьезным и не допускать шалостей и озорства.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

1. В случае травмирования или при обнаружении неисправности лабораторной установки необходимо прекратить выполнение работы, выключить электрооборудование и сообщить о поломке преподавателю.

2. При обнаружении случайного обрыва заземляющей шины необходимо выключить установку и сообщить преподавателю.

3. При обнаружении возгорания или пожара необходимо сообщить администрации, вызвать пожарную охрану по телефону 01, принять меры к эвакуации пострадавших, приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения в соответствии с инструкцией по пожарной безопасности (огнетушители, ящики с песком, расположенные в коридоре кафедры и на лестничной площадке возле аудитории 111).

4. При поражении электрическим током, пострадавшего быстро освободить от действия тока (выключить рубильник, перерубить провод оттянуть его от пострадавшего сухим шестом, рукояткой топора и т.д.), оказать ему срочную первую доврачебную помощь (искусственное дыхание, массаж сердца), вызвать врача. Помощь оказывать до прибытия врача

5. При травмах и мелких порезах пользоваться аптечкой, находящейся в мастерской. Для чего обработать рану, используя стерильный перевязочный материал (марля, салфетки, вата, бинт), а также дезинфицирующие средства (раствор йода, перекись водорода, раствор марганцовокислого кальция и др.).

Требования безопасности по окончании выполнения лабораторной работы.

1. Выключить все электродвигатели установки, обесточить электрошкаф, питающий их.
2. Обесточить линию, питающую установку от распределительного щита.
3. Выключить все приборы, закрыть вентили, задвижки и пр.
4. Привести в порядок рабочее место, убрать ненужные бумаги, инструмент, поставить на место столы, стулья, вымыть руки с мылом и с разрешения преподавателя покинуть лабораторию.
5. Невыполнение требований настоящей инструкции рассматривается как грубое нарушение дисциплины, виновные привлекаются к дисциплинарной ответственности, вплоть до исключения из университета.

Лабораторная работа № 8

Изготовление деталей из пластмасс методом прессования

2.1 Цель работы: изучить технологический процесс переработки термореактивных пластмасс; установить влияние технологических параметров прессования на свойства прессованных изделий.

2.2 Основные теоретические сведения

Прессование – это способ формования изделий из пластических масс при повышенной температуре и давлении в формах, устанавливаемых на прессах. Прессованием получают изделия из пресс-порошков, волокнитов или слоистых пластиков преимущественно на основе реактопластов.

При горячем прессовании (рисунок 2.1) холодный или подогретый прессматериал в виде порошка или таблеток загружается непосредственно в оформляющую полость нижней части прессформы (матрицы), нагретой до

температуры прессования.

Под воздействием тепла матрицы прессматериал размягчается, приобретая пластичность, а под давлением верхней (нагретой) оформляющей части прессформы (пуансона) он заполняет всю рабочую часть прессформы.

Оформованное изделие выдерживают в прессформе под давлением в течение определённого времени, необходимого для затвердевания термореактивного материала. Затем прессформу раскрывают и извлекают готовое изделие.

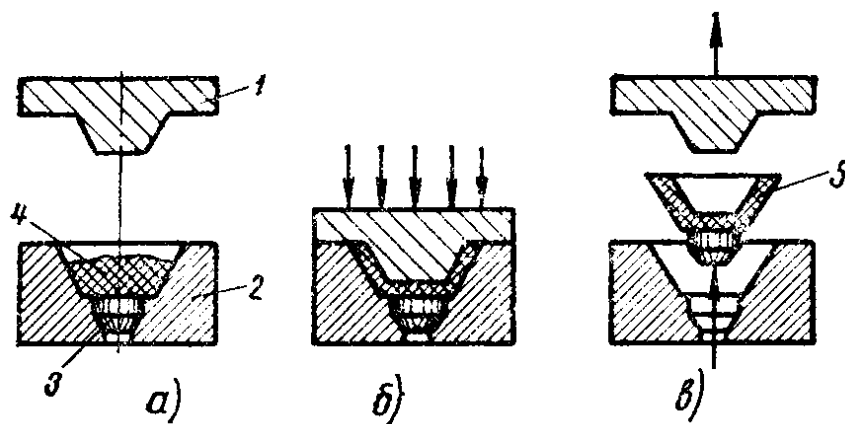


Рисунок 8.1 Схема изготовления изделий горячим прессованием

а – загрузка шихты в прессформу; б – прессование; в – извлечение изделия; 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – выталкиватель; 4 – прессматериал; 5 – готовое изделие

Основными *технологическими параметрами* процесса прессования термореактивных материалов являются температура, давление и продолжительность выдержки под давлением изделия в прессформе.

Температура прессования определяется в первую очередь свойствами применяемого материала. Например, пластмассы на основе фенолформальдегидных смол прессуют при 140 - 200°C.

При повышении температуры прессования ускоряется процесс формирования изделия вследствие повышения текучести материала и уменьшения продолжительности его отверждения. Однако при слишком

высоких температурах термореактивный материал быстро отверждается, теряет текучесть, начинает разлагаться и возникает опасность потери материалом пластичности раньше, чем заполнится оформляющая полость прессформы. Снижение температуры замедляет процесс отверждения, что увеличивает цикл прессования.

Фактическую температуру прессования в каждом конкретном случае выбирают опытным путём в зависимости от сложности изделия, скорости отверждения материала, содержания в материале влаги и других летучих продуктов. Прессование сложных изделий из пластмасс осуществляется при более низких температурах, чем прессование простых по форме изделий.

Давление прессования зависит от свойств прессматериала, формы изделия, конструкции прессформы и других факторов. Чем сложнее форма изделия, меньше текучесть материала, выше скорость его отверждения, тем больше должно быть давление прессования.

Пластмассы с волокнистыми и слоистыми наполнителями, обладающие меньшей текучестью, требуют большего давления.

Применяемые давления прессования для некоторых наиболее распространённых пресс-материалов приведены в таблице 2.1.

Таблица .8.1 Значения давления прессования для реактопластов

Пресс-материал	<u>Давление прессования, Мпа</u>	
	Без предварительного подогрева	С предварительным подогревом
Фенопласты		
пресс-порошки	25-35	15-30
волокнит	30-45	25-40
пропитанная ткань	40-60	-
Пресс-материал АГ-4	30-40	-
Аминопласты	30-40	20-35

Выдержка изделия под давлением в нагретой прессформе необходима

для уплотнения и полного отверждения его материала. Продолжительность выдержки определяется с момента замыкания прессформы до момента её раскрытия при извлечении изделия.

Продолжительность выдержки зависит главным образом от скорости отверждения материала, температуры прессования, содержания в материале влаги, удельного давления, конструкции прессформы и толщины стенок изделия.

При малом содержании влаги и летучих, высокой текучести материала и высоком удельном давлении длительность выдержки меньше.

Ориентировочно продолжительность выдержки для термореактивных пресспорошков без наполнителей и с порошкообразными наполнителями составляет 0,5 - 2,0 мин на 1 мм толщины изделия, а для прессматериалов с волокнистыми наполнителями – 2 - 5 мин на 1 мм толщины изделия.

Технологические приёмы предварительной подготовки прессматериала – таблетирование и предварительный подогрев позволяют значительно сократить продолжительность изготовления изделия и улучшить его свойства.

Таблетирование материала прессованием при комнатной температуре осуществляют на гидравлических таблеточных машинах высокой производительности (до 500 кг/ч при диаметре таблеток 10 - 250 мм). Таблетированный прессматериал содержит незначительное количество воздуха, более теплопроводен, отличается компактностью и точным весом.

Предварительный подогрев до 90 - 120 °С в течение 6 - 9 мин таблетированного материала, осуществляемый токами высокой частоты, способствует удалению влаги и летучих веществ, ускоряет процесс прогрева материала в прессформе до пластического состояния, уменьшает продолжительность выдержки и давление прессования, а также способствует улучшению физико-механических свойств изделия (повышает предел прочности, вязкость, твёрдость).

Изготовление изделий из термореактивных пластмасс осуществляют на гидравлических прессах, обеспечивающих постоянное давление в течение

всего процесса прессования. Полуавтоматические и автоматические прессы развивают усилие 20 - 4500 изделий кН.

Качество отпрессованных изделий при разных технологических режимах оценивается по внешнему их виду, усадке, изменению механических и электрических свойств.

При осмотре изделий могут быть отмечены следующие дефекты: недопрессовка, вздутия, трещины и коробление.

Недопрессовка проявляется в наличии на поверхности изделия рыхлых или пористых мест. Она может обусловлена недостаточным давлением прессования, малой навеской пресс-материала, низкой текучестью пресс-материала, слишком высокой или слишком низкой температурой прессования, очень медленным опусканием пуансона и преждевременным отверждением, чрезмерным вытеканием пресс-материала вследствие больших зазоров между пуансоном и матрицей, нехваткой материала в результате выброса его при быстром замыкании пресс-формы, засорением направляющих втулок, неисправностью пресс-формы, её перекосом и т.п.

Разновидностью недопрессовки является матовость, характеризующая отсутствием на изделии глянцевой плёнки. Матовость появляется при слишком низкой температуре оформляющей поверхности пресс-формы.

Вздутия- это мелкие или крупные пузыри и вспучивания на наружной поверхности изделия, иногда сопровождающиеся появлением трещин. Образование вздутий объясняется преимущественно тем, что оставшиеся в изделии газообразные продукты после снятия давления деформируют ещё не полностью отверждённую поверхность.

Вздутия могут появляться из-за низкой температуры пресс-формы, повышенной влажности пресс-материала или попадания воды, недостаточного предварительного подогрева пресс-материала и отсутствия подпрессовок, предусмотренных технологическим режимом, неравномерностью нагрева поверхности пресс-формы или повышения её температуры, наличия в пресс-материале большого количества воздуха и летучих веществ, удаление которых

при прессовании представляет большие трудности.

Коробление проявляется в искажении геометрической формы изделия и в большинстве случаев является следствием неравномерного прогрева оформляющей поверхности пресс-формы или недостаточной степени отверждения пресс-материала.

Изделия с явными поверхностными дефектами отбраковываются.

2.3 Оборудование, приборы и материалы

Пресс гидравлический с номинальным усилием 618 - 981 кН. Пресс-форма для стандартных образцов. Разрывная машина с приспособлением для изгиба и сжатия образца. Твердомер. Маятниковый копер. Весы технические. Инструментальный микроскоп или оптиметр для измерения линейных размеров с точностью 0,01 - 0,005мм.

Порошкообразные и волокнистые прессовочные материалы на основе фенолоальдегидных (фенопласты) и карбамидных (аминопласты) смол.

2.4 Указания по технике безопасности

- Соблюдать правила безопасности работы на гидравлическом прессе(остерегайтесь брызг горячего расплава!)
- Ознакомиться с правилами работы на разрывной машине перед механическими испытаниями полимерных образцов

3.5 Методика и порядок выполнения работы

- По справочным данным определить режим переработки пресс-порошка на основе фенолоформальдегидной смолы горячим прессованием (давление, температура, время).
- Переработать выбранный пресс-порошок в изделия методом горячего прессования, фиксируя режим переработки.
- Определить показатели качества отпрессованных изделий из реактопластов и занести полученные данные в таблицу 2.2.

- Провести анализ влияния технологических параметров горячего прессования на прочность и деформируемость литых деталей.

При определении усадки фиксируют уменьшение размеров изделия по сравнению с размерами полости формующего инструмента.

Прочностные показатели – разрушающее напряжение при статическом изгибе, при сжатии и модуль упругости, а также показатели ударной вязкости и твёрдости определяют на образцах, отпрессованных при различных режимах, по методике соответствующих ГОСТов(4648-91, 4651-98, 9550-91, 4670-97).

Таблица 8.2 Влияние технологических параметров прессования на деформируемость и прочность деталей

Показатели	Температура, °C	Давление, Па	Время выдержки, с	Время подогрева, с
Усадка, %				
Разрушающ. напряж. МПа				
при изгибе				
при сжатии				
Модуль упругости, МПа				
Ударная вязкость, Дж/м ²				
Твердость, МПа				

2.6 Содержание отчёта и его форма

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

- наименование работы и её цель;
- принципиальную схему горячего прессования с указанием технологических параметров прессования;
- результаты измерений и расчётов в виде таблиц;

- выводы по результатам работы;

Выводы должны объяснять, почему те или иные явления имели место, давать им оценку. Выводы должны отражать самое главное и быть краткими.

2.7 Вопросы для защиты работы

1. В чем состоит подготовка пресс-материалов к формованию?
2. Для чего применяют предварительный подогрев пресс-материала?
3. Какие факторы определяют оптимальность давления и температуры формования?
4. От чего зависит продолжительность выдержки изделия под давлением?

2.8 Список рекомендуемой литературы

1. Материаловедение и технология металлов/ Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др./ М., «Высшая школа». 2000. - 637С.
2. Салазкин К.А. Прессование, прессы. М., Химия, 1975. Ч. 1.
3. Практикум по технологии переработки пластических масс/Под ред. В.М. Виноградова и Г.С. Головкина. – М.: Химия, 1980. – 240 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению практических занятий по дисциплине

«Проектирование и производство заготовок»

для студентов направления подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств

направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Практическое занятие №1. Технология получения литой детали. Установление функционального назначения детали в сборочной единице. Анализ вариантов расположения плоскости разъема литейной формы...	7
Практическое занятие № 2. Технология получения литой детали. Расчет массы отливки	33
Практическое занятие № 3. Проектирование технологического процесса изготовления отливки. Общие требования. Оформление чертежа отливки	37
Практическое занятие № 4. Проектирование технологического процесса изготовления отливки. Определение толщины стенок отливки. Модельные плиты.....	48
Практическое занятие № 5. Проектирование технологического процесса изготовления отливки. Стержневые ящики и уклон стержней. Определение расположения прибылей и выпоров.....	55
Практическое занятие № 6. Проектирование отливок. Правило параллельных лучей. Принцип одновременного затвердевания.....	62
Практическое занятие № 7. Проектирование отливок. Припуск на механическую обработку.....	72
Практическое занятие № 8. Технология получения заготовки обработкой давлением. Выбор способа штамповки.....	79
Практическое занятие № 9. Технология получения заготовки обработкой давлением. Анализ вариантов расположения плоскости разъема штампа.	82
Практическое занятие № 10. Оборудование и технология кузнечнойковки. Определение припусков и допусков поковки.....	91
Практическое занятие № 11. Оборудование и технология ручной дуговой и контактной сварки. Основные положения ручной дуговой сварки и контактной сварки. Сварочные электроды.....	97

Практическое занятие № 12. Оборудование и технология ручной дуговой и контактной сварки. Сварочные электроды.....	106
Практическое занятие № 13. Оборудование и технология ручной дуговой и контактной сварки. Определение тепловой мощности дуги.....	113
Практическое занятие № 14. Оборудование и технология ручной дуговой и контактной сварки. Электроконтактная сварка.....	116
Практическое занятие № 15. Расчет коэффициента использования материала изделий из пластмасс.....	124
Практическое занятие № 16. Разработка маршрута механической обработки пластмассовых изделий.....	129

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по дисциплине «Проектирование и производство заготовок» содержит четырнадцать практических занятий. Основное внимание уделено изучению современных способов получения заготовок для деталей машин и механизмов, выбора наиболее рационального способа производства заготовок, обеспечивающего их высокое качество при минимальных затратах.

Целесообразность и экономическая эффективность того или иного вида заготовки зависит от многих факторов и в первую очередь от серийности производства. Особенно важно правильно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия на её изготовление в условиях автоматизированного производства, когда размеры детали при механической обработке получаются автоматически на предварительно настроенных станках. Здесь недостаточные припуски так же вредны, как и излишни, а неравномерная твердость материала или большие уклоны на заготовке могут вызвать большие колебания в допусках размеров готовой детали вследствие законов копирования.

Основными технологическими процессами получения заготовок являются литьё, обработка давлением и сварка.

Подробно рассмотрен порядок выполнения каждого занятия, для закрепления материала приводятся контрольные вопросы. Полученные студентами знания и навыки в дальнейшем позволят принимать более эффективные решения при инструментальном обеспечении механосборочного производства.

Выполнение практических занятий необходимо для освоения профессиональных компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2. Способен обеспечивать технологическую подготовку и обеспечение производства деталей машиностроения средней сложности	ИД-1 _{ПК-2} Анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности.	Анализировать технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности.
	ИД-2 _{ПК-2} Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства	Выбирать и проектировать заготовки для машиностроительного производства
ПК-3. Способен обеспечивать качество изделий средней сложности в механосборочном производстве.	ИД-1 _{ПК-3} Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности.	Понимать причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТОЙ ДЕТАЛИ.

УСТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЕТАЛИ В СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЕ. АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЛОСКОСТИ РАЗЪЕМА ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ

Цель работы: Ознакомиться с технологией получения литой детали.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:

Анализ литейной формы, выбор вида литья.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:

Проектирование отливки, анализ литниковой системы.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

Актуальность темы. При проектировании процесса изготовления отливки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

УСТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЕТАЛИ В СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЕ

Функциональное назначение корпуса подшипника

Корпус подшипника своим отверстием $\varnothing 140 + 0,04$ обеспечивает опору (конструкторскую базу) для подшипника качения одного из концов вала заслонки, а сам, базируясь своим основанием на конструкторской базе (на раме), должен обеспечивать соосность и параллельность оси своего отверстия оси отверстия под подшипник во втором корпусе. Поэтому в чертеже корпуса предусмотрен допуск 0,016 на непараллельность отвер-

ствия $\varnothing 140 + 0,04$ относительно основания пов. «А» в вертикальной плоскости.

Для обеспечения соосности этих отверстий обоих корпусов в горизонтальной плоскости предусмотрено самоустановление корпусов подшипниками и валом за счет продолговатых крепежных отверстий в основании корпуса с большими зазорами между ними и крепежными болтами.

Для обеспечения соосности подшипников в вертикальной плоскости при сборке предусматривается установка регулировочных прокладок между основанием корпуса и рамой клапана.

Для подачи консистентной смазки в подшипник в корпусе предусмотрено отверстие М10х1-7Н под прессмасленку.

Для предохранения подшипника от пыли, учитывая очень малую периодическую скорость вращения вала, в корпусе предусмотрено два простых лабиринтных уплотнения: радиусные пылесборные канавки, и торцевые канавки, создающие лабиринтное уплотнение в сопряжении корпуса с пылезащитной шайбой.

Фиксация вала с подшипником вдоль оси обеспечивается торцем корпуса и торцем крышки, прикрепляемой шестью винтами к корпусу.

Для исключения недопустимой для болтовых соединений эксцентричной нагрузки опорные для гаек поверхности нельзя оставлять с уклонами, с облоем, с местными неровностями, т.е. они должны быть механически обработаны с обеспечением их параллельности основанию корпуса.

Для уменьшения влияния неплоскостности сварной рамы клапана, на которую устанавливается корпус подшипника, в его основании предусмотрены две выемки с сохранением опорной средней части основания для исключения деформации корпуса подшипника от радиальных сил со стороны вала заслонки.

Эти же выемки являются элементами технологичности корпуса, уменьшающими величину обрабатываемых механически поверхностей.

Установление свободных поверхностей

Исходя из функционального назначения корпуса, сопрягаемыми его поверхностями, качество которых необходимо обеспечить мехобработкой, являются: основание корпуса, опорные поверхности под гайки, отверстие под подшипник и его торец под крышку, упорный для подшипника торец внутри корпуса, отверстие для выхода вала, крепежные отверстия М10-7Н, отверстие М10х1-7Н и его торец под масленку. Остальные несопрягаемые поверхности свободные, в т.ч. продолговатые крепежные отверстия в основании.

Выбор способа литья.

Исходя из назначения клапана дроссельного, устанавливаемого на газоходах металлургического грязного, малолюдного производства, к шероховатости литых поверхностей, которые остаются в корпусе подшипника после мехобработки, не предъявляются требования по эстетике и эргономике. Тогда влияющими на выбор способа литья остаются: тип производства – серийный и экономичность получения заготовки – отливки. Значит целесообразным будет стальное литье в песчано-глинистую форму, когда требуется в качестве спецоснастки модель и стержневой ящик, а все остальные элементы технологии литья универсальные в отличие от других более точных способов, применяемых в крупно-серийном и массовом производстве, которые кроме более сложной спецоснастки (форм) требуют специального оборудования и более дорогих вспомогательных материалов.

Отработка чертежа корпуса подшипника на технологичность.

Учитывая возможности литья и требований по его технологичности целесообразно изменить многогранную форму тела корпуса на округлую, более равностенную, с меньшим количеством термических узлов, с радиусными сопряжениями тела корпуса с его основанием, с радиусными скруглениями кромок (кроме кромок по разьему литейной формы и в местах сопряжения знаков стержней с формой, где будут образовываться заливывы – облой).

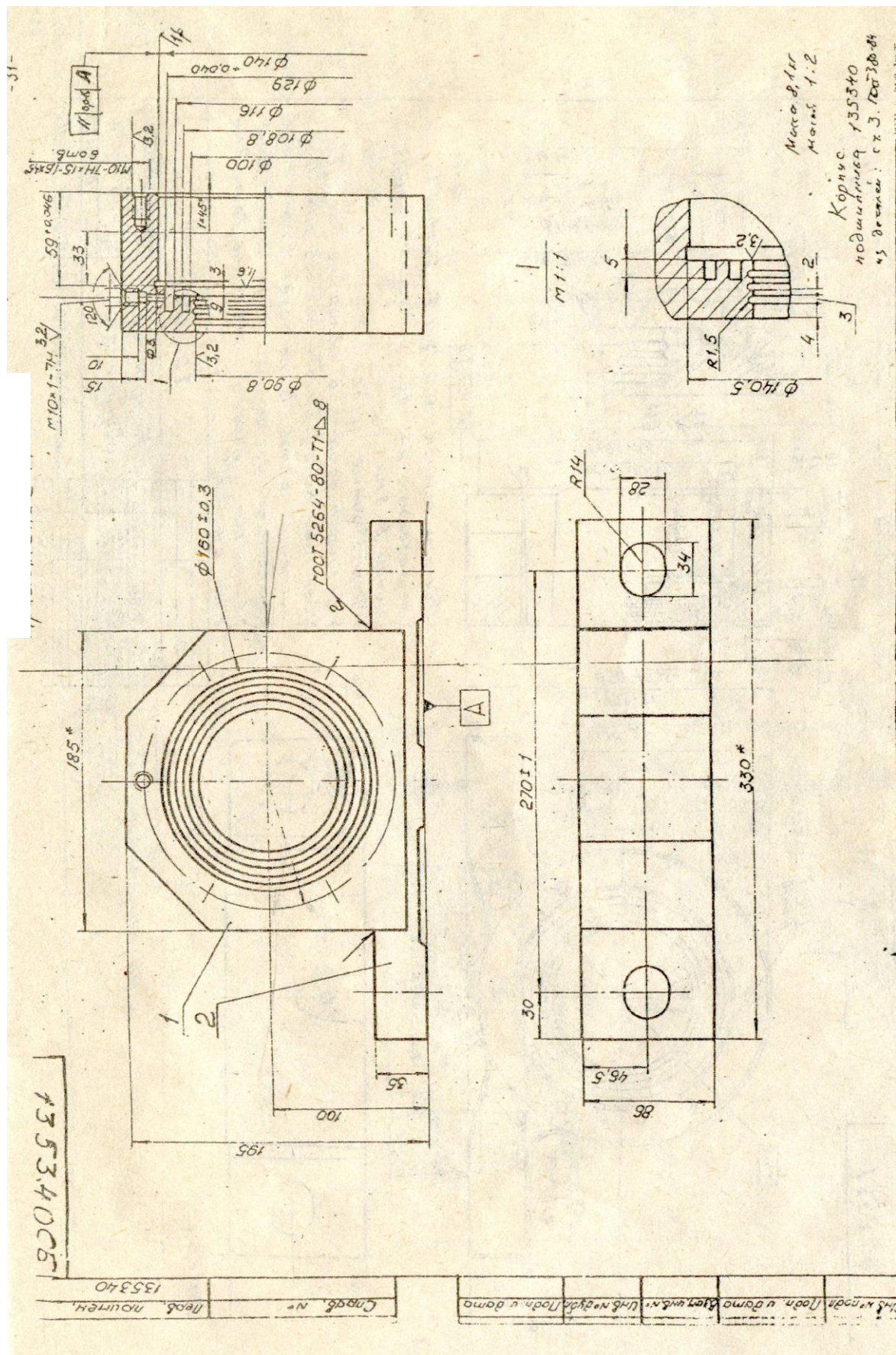
Размеры продолговатых крепежных отверстий позволяют их получить литьем без последующей мехобработки.

Для сокращения объема мехобработки целесообразно предусмотреть выступание торца отверстия $\varnothing 140 + 0,04$ за боковую поверхность его основания не менее, чем на 1 мм.

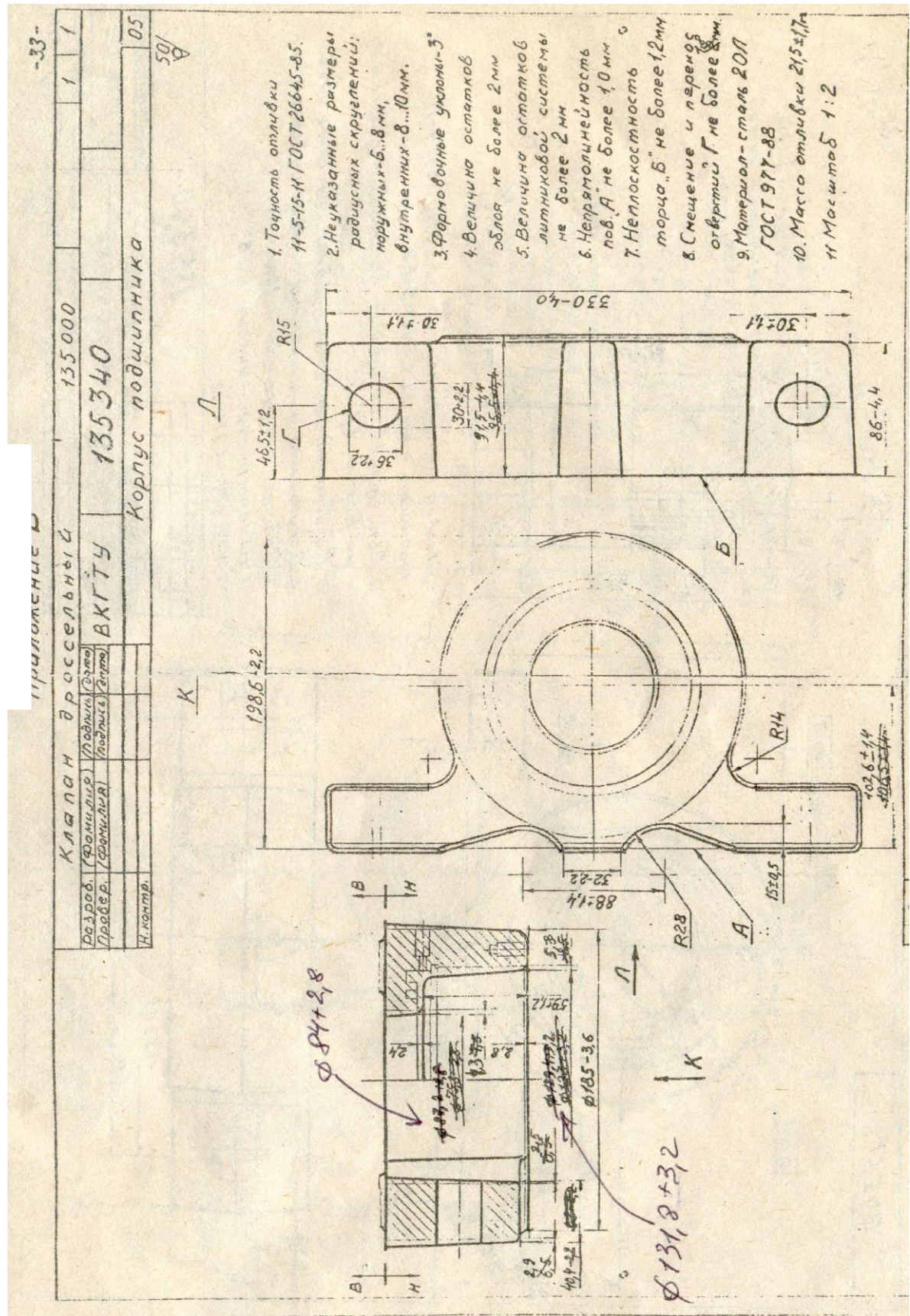
Исходя из назначения клапана дроссельного и корпуса подшипника, целесообразно на его свободных поверхностях допустить остатки облоя, остатки литниковой системы величиной до 2 мм, допустить наличие формовочных уклонов.

По свободной поверхности торца со стороны отверстия $\varnothing 90,8$ мм от усадочных утяжин в зоне термических узлов целесообразно допустить неплоскостность в зависимости от степени коробления отливки.

Допуски на размеры по свободным литым поверхностям требуется оставить литейные, в т.ч. по размерам, образованным одной литой и другой механически обработанной поверхностью, но только устанавливаются на 2 класса точнее.

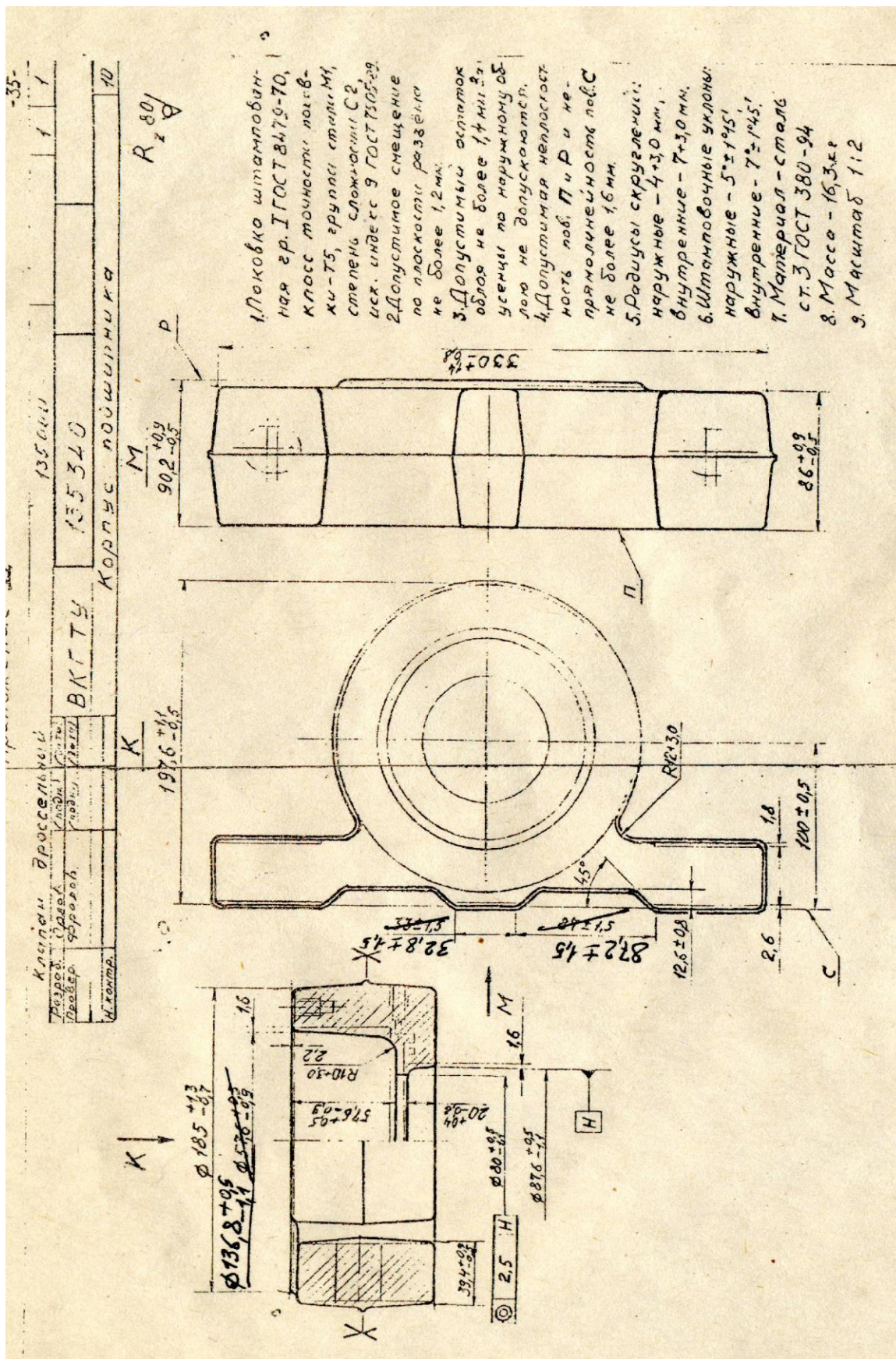


Вариант 1



Вариант 4

Вариант 5



АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЛОСКОСТИ РАЗЪЕМА ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ

Рассмотрим предложенные детали. Достоинства:

а) Форма отливки более приближается к форме готовой детали и с меньшей ее массой по сравнению со сварным вариантом.

б) Литниковая система и облой по разъему литейной формы, а также облой по овальным крепежным отверстиям располагаются по обрабатываемым поверхностям детали, что не требует их зачистки заподлицо с поверхностью отливки.

Недостатки:

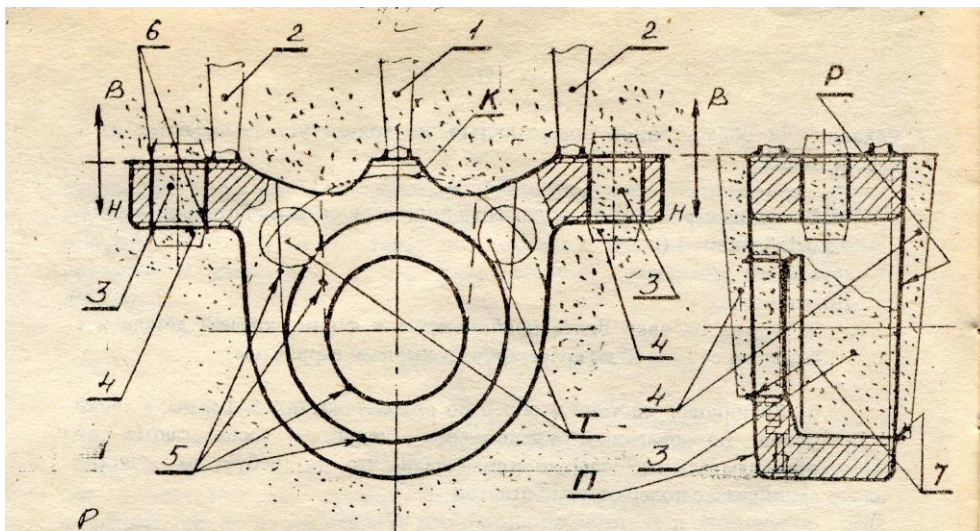
в) Нарушено требование по выбору самой малой (из трех габаритных размеров) высоты отливки, которая обеспечивает минимальный путь для выхода воздуха и газов из формы при заливке и максимальную площадь для выхода того же воздуха и газов через форму. По этому варианту есть риск получения газовых и шлаковых раковин (от обрушения формы) в основании корпуса.

г) Нарушено требование о равенности стенок отливки, значит есть риск получения усадочных раковин (рыхлот) и утяжин в двух термических узлах «Т». Это же приводит к увеличению массы детали.

д) Нарушено требование обходиться без стержней, которых по этому варианту 3 штуки. В связи с наличием стержней обязательно будет перекос отверстий и их смещение из-за зазоров в сопряжении знаков стержней и знаковых полостей полуформ, что потребует увеличения припусков на мехобработку. Кроме этого по периметру сопряжения знаков стержней с полуформами из-за тех же зазоров обязательно будет облой (залиты) по линиям «5», «6» и «7», который по необрабатываемому торцу «П» требу-

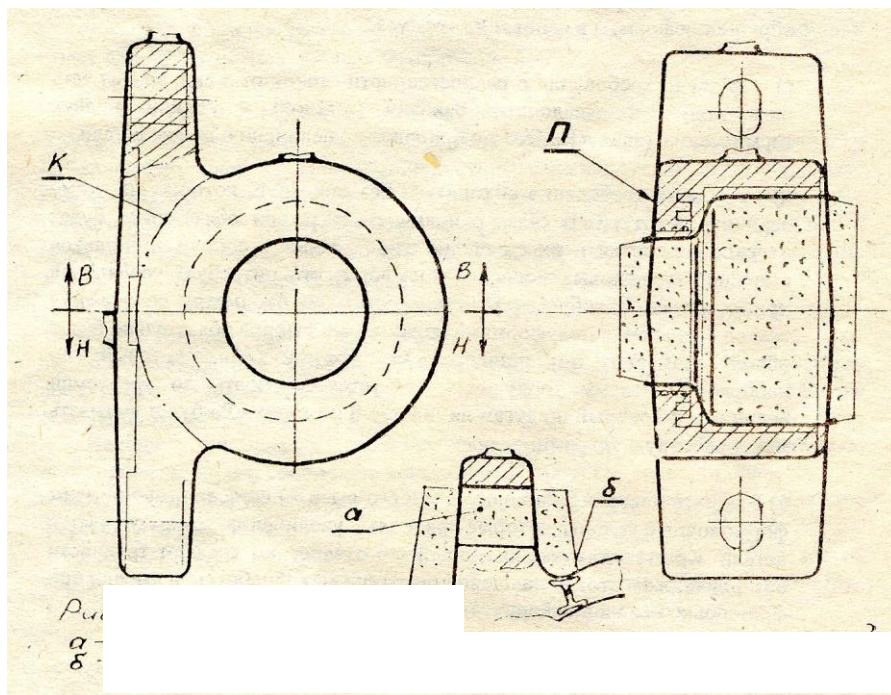
ется зачищать до требуемой величины и который по дугам линий «5» и по торцу «Р» будет вызывать мехобработку с ударами.

е) Боковые поверхности корпуса (по его высоте) со всех сторон имеют формовочные уклоны, которые приводят к увеличению массы отливки и детали. Кроме этого уклоны, облой по отверстиям создают трудности базирования заготовки на первой операции мехобработки, а именно при фрезеровке основания корпуса.



1 – стойка; 2 – выпоры; 3 – стержни; 4 – знаковые части стержней; 5, 6 и 7 – линии разъемов стержней с формой.

Рисунок 1 – Вариант 1 расположения разъема.



а – стержень для варианта выполнения отверстий; б – жеребейка.

Рисунок 2 – Вариант 2.

ж) По этому варианту при мехобработке торца отверстия $\varnothing 140 + 0,04$ необходимо будет в конце хода резца подрезать часть основания по линии «К», что будет вызывать работу с ударами, снижающими режимы резания.

Вариант 2 (рисунок 2).

Достоинства в сравнении с 1 вариантом:

а) Конфигурация стержня для центрального отверстия более простой формы, создающая облой только по окружности торцев отверстий.

б) По обоим торцам центрального отверстия имеется облой только по обоим краям отверстия.

Недостатк: Требуется зачистка до допустимой величины остатков литниковой системы и облоя по разьему формы по необрабатываемому торцу «П» центрального отверстия.

г) Требуется мехобработка продолговатых крепежных отверстий, которые литьем выполнить очень рискованно из-за ненадежной опоры стержня «а», зависающий знак которого опирается на жеребейку «б», установленную на наклонную поверхность формы.

д) Увеличивается трудоемкость мехобработки основания, когда вместо одного прохода «насквозь» требуется еще 2 прохода для получения двух выемок в основании.

Вариант 3 (рисунок 3).

Достоинства в сравнении с 1 вариантом:

а) Конфигурация отливки наиболее приближается к форме готовой детали, более равностенная, а готовая деталь будет с меньшей массой;

б) Для получения отливки требуется только одна модель, которая литейной полуформой обеспечивает получение центрального отверстия без стержня, т.е. без перекоса и смещения относительно наружного контура отливки;

в) Так как отливка получается нижней полуформой и с минимальной высотой, то она будет иметь минимальные литейные дефекты;

г) Боковые поверхности корпуса (самые протяженные) не имеют уклонов и облоя, что создает благоприятные условия для базирования заготовки на первой операции мехобработки (фрезеровки основания);

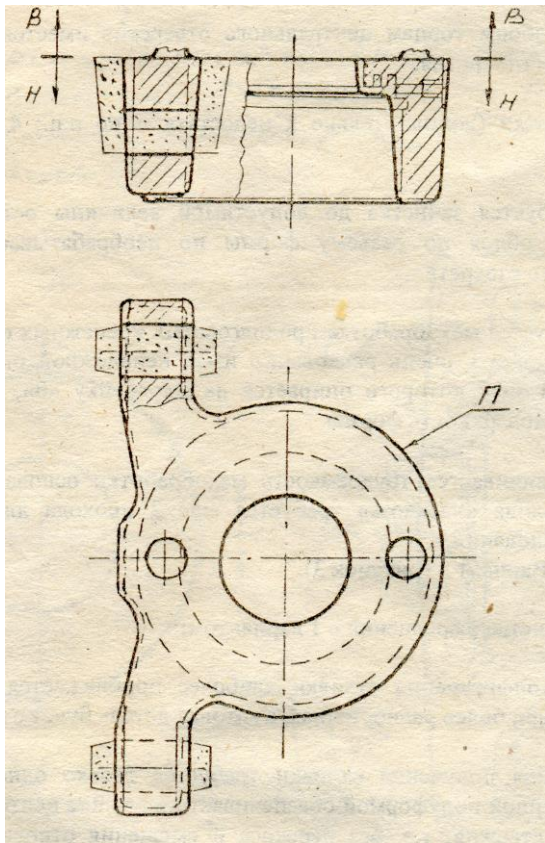


Рисунок 3 – Вариант 3 расположения разъема литейной формы.

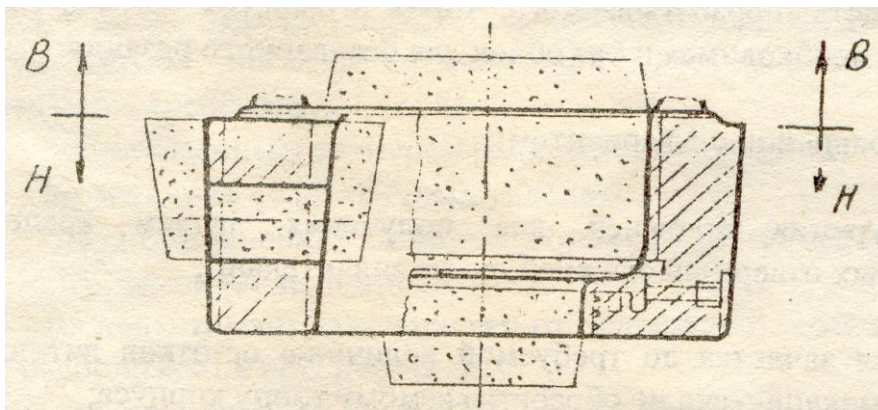


Рисунок 4 – Вариант 4 расположения разъема литейной формы.

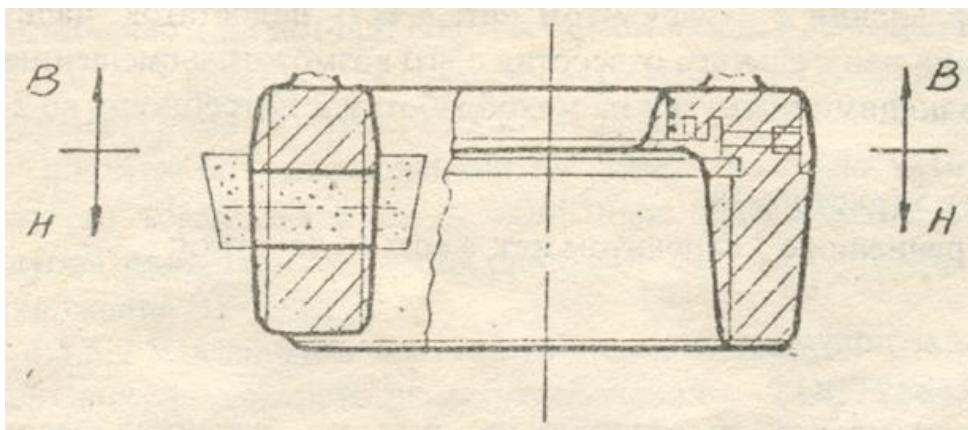
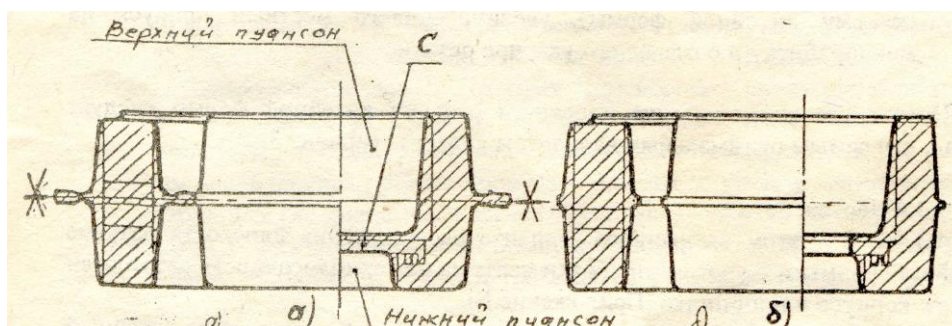


Рисунок 5 – Вариант 5 расположения разъема литейной формы.



а) объемная горячая штамповка; б) обрубка облоя и просечка перемычки «С».

Рисунок 6 – Технология штамповки корпуса подшипника.

) Поверхность обрабатываемого торца отверстия $\varnothing 140 + 0,04$ минимально необходимая и без облоя для безударного резания.

Недостатки в сравнении с 1 вариантом:

е) Конфигурация стержней для получения литьем крепежных продолговатых отверстий сложнее, но не значительно;

ж) Требуется зачистка до требуемой величины остатков литниковой системы по механически не обрабатываемому торцу корпуса;

з) Требуется зачистка до требуемой величины облоя по разъему литейной формы по необрабатываемой части периметра «П» протяженностью чуть больше облоя от знака стержня поз.4 по 1 варианту (рисунок 1)

Достоинств в сравнении с 3 вариантом нет, а есть недостаток: наличие стержня для получения центрального отверстия с его возможным смещением и перекосом, увеличивающими припуски на мехобработку и потребность во 2-ой полумодели.

Достоинства в сравнении с 3 вариантом нет, а есть недостатки:

а) Требуется две полумодели.

б) Наличие смещения в отливке по разъему литейной формы, увеличивающего припуски на мехобработку.

в) Наличие облоя внутри центрального ступенчатого отверстия (по разъему литейной формы), увеличивающего местный припуск на мехобработку и создающего ударное резание.

Из анализа расположения плоскости разъема литейной формы следует вывод, что самым оптимальным вариантом является вариант 3.

Чертеж детали.

1 С учетом выбранного варианта расположения плоскости разъема литейной формы и с учетом отработки чертежа на технологичность разработан чертеж корпуса подшипника (Приложение Б).

Вместо стали ст.3 деталей сварного корпуса принимается литейный материал – сталь 20Л, имеющий мехсвойства не хуже стали ст.3, а рядом указывается определяющий качество литого металла ГОСТ 977-88 – Отливки стальные. Общие технические условия.

Шероховатость Ra50 оставшихся после мехобработки литых поверхностей корпуса переносится из чертежа отливки.

В ТТ чертежа детали первым пунктом вводится требование по точности отливки (по всем показателям точности), а в следующих пунктах оговариваются требования:

- по неуказанным размерам радиусных скруглений;

- по величине формовочных уклонов;
- по недопущению остатков облоя и литниковой системы либо по допустимой их величине;
- по допустимым отклонениям от правильной геометрической формы и расположения поверхностей.

Эти требования также переносятся из чертежа заготовки-отливки. При этом переносятся только те требования, которые остаются в детали после мехобработки.

Чертежи отливки.

Параллельно в соответствии с разрабатываемым чертежом детали вычерчивается чертеж отливки с учетом припусков на мехобработку в масштабе чертежа детали. Чертеж оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1125-88 Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок (кроме его пункта 3.1).

При этом по мелким элементам детали: по 6 отв. М10-7Н, по отв. М10х1-7Н и его торцу, по всем лабиринтным канавкам, по канавке Ø 140,5 мм предусматривается литейный напуск, т.е. они литьем не оформляются. (Приложение В).

Указанные в чертеже точность отливки 11–5-15-11 и шероховатость поверхностей соответствуют требованиям ГОСТ26645-85* Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

Они имеют следующие обоснования:

а) Первая цифра 11 - размерная точность отливки корпуса подшипника 11 класса установлена по таблице 9 Приложения 1 для нетермообрабатываемых отливок из черных сплавов, отлитых в песчано-глинистую форму прочностью 60 ...120 кПа (средняя прочность) для диапазона

наибольших габаритных размеров 250 ... 630 мм (наибольший габарит корпуса – 330 мм) с учетом примечания 1 к таблице 9 (из диапазона классов точности 9т-13). Но согласно п. 2.2 в связи с формированием отливки, кроме размеров 86 и 88, только в одной полуформе точность остальных размеров принимается на 2 класса точнее, т.е. по 10 классу.

б) Вторая цифра - степень коробления – 5-я элементов отливки установлена по таблице 10 приложения 2 для нетермообрабатываемого литья в разовую форму для отношения наименьшего размера отливки – 86 мм, к наибольшему – 330 мм, равному: $86/330 = 0,26$ из диапазона 3 – 6 с учетом примечания 1 к таблице для нашего корпуса с тонкими концами его основания.

в) Третья цифра - степень точности – 15я поверхностей отливки установлена по таблице

г) Четвертая цифра - класс точности 11-й по массе отливки установлен по таблице 13 приложения 5 аналогично

д) После степени точности предусматривается указание о величине смещения по разъему формы, но для нашей детали в связи с тем, что отливка получается в одной нижней полуформе без применения стержня для отверстий Ø 140 и Ø 90,8 мм требований по допустимому смещению по плоскости разъема, по смещению и перекосу указанных отверстий устанавливать не требуется.

е) Шероховатость Ra50 поверхностей отливки установлена по таблице 12 приложения 4 для 15-й степени точности поверхностей. Шероховатость указывается в правом верхнем углу КЭ под номером операции.

Неуказанные размеры радиусов скруглений зависят от размеров элементов отливки и приняты 6 ... 8 мм в соответствии с рекомендацией справочника [1, стр.105].

Формовочные уклоны зависят от высоты (литейной) элементов отливки и для высоты ≈ 90 мм приняты 3^0 в соответствии с рекомендацией справочника [1, стр.79].

В соответствии с функциональным назначением корпуса подшипника и с учетом места установки клапана дроссельного конструктивно принимается допустимая величина остатков облоя и литниковой системы не более 2 мм.

Учитывая конфигурацию отливки в зоне термических узлов из-за термической усадки появится «утяжина» - неплоскостность величиной не более 1,2 мм согласно таблицы 3 [6] для 15 степени точности поверхности. Исходя из назначения корпуса подшипника такую неплоскостность по несопрягаемому торцу – пов. «В» (Приложение Б) можно допустить, поэтому это требование вносится в оба чертежа (детали и отливки).

Согласно п. 2.5 и таблицы 2 [6] устанавливаем допуски на отклонения от правильной геометрической формы и расположения поверхностей отливки для 5-й степени корабления:

а) Неперпендикулярность пов. А по ее ширине 86 мм относительно торца поверхности $\varnothing 185$ мм для 5 степени корабления допускается до 0,32 мм. Эта неперпендикулярность должна быть скомпенсирована дополнительным припуском по пов. А при фрезеровке размера 195 мм в детали с базированием детали по торцу $\varnothing 185$. Но в чертеж это требование не вводится, т.к. по поверхности А имеется формовочный уклон.

б) Непрямолинейность поверхности А по ее длине 330 мм таблицей 2 допускается до 1 мм. Эта прямолинейность должна быть скомпенсирована дополнительным припуском по пов. А при фрезеровке размера 195 мм в детали.

в) Непараллельность торца поверхности Ø 185 мм относительно необрабатываемого торца не требует дополнительного припуска по нему, т.к. он будет обработан от чистой базы пов.А. Но непараллельность допускаемая согласно таблицы 2 [6] до 0,5 мм будет влиять на размер 88. В связи с тем, что эта непараллельность меньше устанавливаемого допуска на размер 88, она будет входить в его пределы и оговаривать ее в ТТ не требуется..

г) Из-за несимметричности конфигурации отливки отверстия отливки под размеры Ø 140 и Ø 90,8 будут некруглыми, но согласно п. 2.6 [6] эта некруглость учитывается в величине допуска на их размеры.

Согласно п.2.8 и таблицы 1[6] смещение и перекос продолговатых отверстий шириной 28 мм, формируемых стержнями, для самой тонкой стенки 15 мм $(30 \pm 1) - R15 = 15$) для 10 класса точности (принят на два класса точнее от установленной в п. 4.3.5.2.а точности 11 класса) равен 1,8 мм.

Учитывая, что на каждую сторону между крепежными болтами М24х120 и стенками продолговатых отверстий предусмотрен зазор также по 2 мм, то, не вызывая значительного уменьшения прочности основания в опасном сечении, необходимо увеличить длину и ширину отверстий на 2 мм, т.е. до 30 мм и 36 мм.

Размеры отливки рассчитываются с учетом общего припуска, устанавливаемого таблицей 6 [6] на каждую сторону обрабатываемого размера (для среднего уровня точности обработки).

Общий припуск устанавливается в зависимости от вида окончательной мехобработки (черновая, получистовая, тонкая), от ряда припуска – 8, выбранного по таблице 14 и от общего (условного) допуска, который является геометрической суммой допуска на размер отливки и допусков на отклонение от правильной геометрической формы и на неправильное расположение.

Таблица 1 – Допуски, припуски и размеры отливки.

Разме- ры де- тали	Точ- ность разме- ра де- тали	До- пуск разме- ра де- тали $T_{дет.}$	База от- ливки для по- лучения размера детали	Допуск разме- ра от- ливки $T_{отл.}$	Соот- но- шение $T_{дет.}/T_{отл.}$	Вид оконча- тельной ме- хобра- ботки (табл.7)	Допуск формы и распо- лож.	Общий (услов- ный) допуск разме- ра от- ливки (табл.1 6)	Общий припуск на сторону для ряда припус- ка – 8 (табл.6)	Расчет номи- нально- го размера отливки	Размер в чертеже отливки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
330	10кл.ли т.*1	$T_{отл.}$	-	-4,0	-	-	-	-	-	-	330-4,0
40 *2 МОР вместо р-ра 100	10кл.ли т.*3	-2,2	Поверх- ность проти- вопо- лож. пов.А и	-2,2	1,0	черно- вая	Непря- мол. 1,0 Неперп. -0,32	3,2	2,9	35+2,9= 37,9	37,9-2,2

			торец Ø185								
86	11кл.ли т.	T _{отл.}	-	-4,4	-	-	-	-	-	-	86-4,4
35	h14	-0,62	Пов.А	-2,2	0,28	черно- вая	непрямол. 0,2 *4	2,4	2,5	37,9+2,5 =40,4	40,4-2,2
Ø185	10кл.ли т.	T _{отл.}	-	-3,6	-	-	-	-	-	-	185-3,6
59	H8	+0,04 6	Торец Ø 140	±1,2 ^{1*}	-	-	-	-	-	-	Припуск равен при- пуску по размеру 88, тогда размер в отл. 59±1,2
Ø90,8	H12	+0,35	Пов.А	+2,8	0,125	полу- чист.	Смещ. 1,4 ^{*5}	2,4 ^{*6}	3,4	90,8- 2x3,4= = 84	84+2,8
Ø140	H7	+0,04	Пов.А	+3,2	0,013	тонкая	Смещ.	2,4 ^{*6}	4,1	140-	131,8+3,2

							1,4 ^{*5}			2x4,1= =131,8	
30 (отв.)	10кл.ли т.	T _{отл.}	-	+2,2	-	-	-	-	-	-	30+2,2
36(отв.)	10кл.ли т.	T _{отл.}	-	+2,2	-	-	-	-	-	-	36+2,2
46,5	10кл.ли т.	T _{отл.}	-	±1,2	-	-	-	-	-	-	46,5±1,2
30	10кл.ли т.	T _{отл.}	-	±1,1	-	-	-	-	-	-	30±1,1
88	10кл.ли т.*3	-2,8	Торец Ø 140	-4,4	0,64	черно- вая	-	4,4	3,5	88+3,5= 91,5	91,5-4,4

Примечания:

***1** – Согласно п.4.4.4.5.2 а); ***2** – Ориентировочный размер, получаемый при фрезеровке пов.А с учетом наличия припуска для последующей фрезеровки в размер 35; ***3** – Согласно п.4.4.2; ***4** – От коробления пов.А длиной 330 мм до непрямолинейности в 1 мм на длине 64 мм при фрезеровке размера 35 непрямолинейность в отливке составит: 1:330x64=0,2; ***5** – Допуск ±1,4 по размеру 100 является допуском расположения для отверстий; ***6** – Общий допуск установлен по таблице 16 приложения 8 [6] для половины допуска на диаметр (согласно п.4.2.1 [6]) и с учетом допуска на смещение.

обрабатываемой поверхности относительно литой технологической базы. Эта геометрическая сумма устанавливается таблицей 16 приложения 8 [6].

Вид окончательной механической обработки устанавливается таблицей 7 [6] в зависимости от допуска на размер отливки и от его соотношения с допуском на размер детали.

Значения параметров для расчета размеров отливки и сам расчет сведены в таблицу 1.

Предусмотренные в отливке толщины стенок сравниваются с минимально допустимой толщиной 12 мм для стального литья [1, стр. 84].

Радиусное сопряжение основания с телом корпуса устанавливается величиной 14 мм в зависимости от толщины сопрягаемых стенок [1, стр. 93].

В последних пунктах ТТ вносятся пункты:

п.8 – материал отливки – сталь 20Л ГОСТ 977-88.

п.9 – масса отливки.

п.10 – масштаб 1:2.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Спроектировать отливки для заданной преподавателем детали.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Функциональное назначение корпуса подшипника?
2. Что представляет собой литье в песчано-глинистую форму?
3. Для чего нужны формовочные уклоны?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Солнцев, Ю.П. Технология конструкционных материалов Электронный ресурс : учебник / В.Ю. Пирайнен / Б.С. Ермаков / Ю.П. Солнцев ; ред. Ю.П. Солнцев. - Технология конструкционных материалов, 2020-07-26. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 504 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-93808-298-4, экземпляров неограничено

2. Воронов, Д. Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства Электронный ресурс / Воронов Д. Ю., Боровков В. М., Кузьмич И. В. : электронное учебно-методическое пособие. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 203 с. - ISBN 978-5-8259-1254-7, экземпляров неограничено

3. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 156 с. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-303-8, экземпляров 35

Дополнительная литература:

[illegible]

2. Перевертов, В. П.
 &Ч. 3: Технология обработки материалов давлением / Перевертов В. П. : конспект лекций в трех частях, Ч. 3
// Технологии конструкционных материалов / Перевертов В. П. -
Самара : СамГУПС, 2013., экземпляров неограничено

3. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общ. ред. В. М. Плескача. - К. : Вища школа, 1991. - 247 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 242-243. - ISBN 5-11-001909-6, экземпляров 35

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТОЙ ДЕТАЛИ.

РАСЧЕТ МАССЫ ОТЛИВКИ

Цель работы: Ознакомиться с расчетом массы отливки.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:

Анализ литейной формы, выбор виды литья.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:

Проектирование отливки, анализ литниковой системы.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

Актуальность темы. При проектировании процесса изготовления отливки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки. т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

РАСЧЕТ МАССЫ ОТЛИВКИ

Масса отливки рассчитывается по формуле

$$m_{отл.} = V_{отл.} \cdot \gamma_{стали},$$

где $V_{отл.}$ - объем отливки, рассчитываемый по чертежу отливки в $см^3$;

$\gamma_{стали} = 0,00785 \text{ кг/см}^3$ — плотность стали 20Л.

Для расчета объема отливки ее конфигурацию расчленим на простые геометрические фигуры: два кольца и основание (с учетом допусков, увеличивающих объем отливки).

Кольцо А: наружный максимальный диаметр $D_A = 185 \text{ мм} = 18,5 \text{ см}$

минимальное отверстие $d_A = 75,8 \text{ мм} = 7,58 \text{ см}$

максимальная толщина $h_A = 95,5 - 57,8 = 37,7 \text{ мм} = 3,77 \text{ см}$.

Кольцо Б: Наружный диаметр $D_B = 185 \text{ мм} = 18,5 \text{ см}$

минимальное отверстие $d_B = 123 \text{ мм} = 12,3 \text{ см}$

максимальная толщина $h_B = 60,2 = 6,02 \text{ см}$.

Основание В, состоящее из 2-х одинаковых частей (до сопряжения с телом корпуса с учетом наличия продолговатых отверстий):

Максимальная толщина $S_B = 48 \text{ мм} = 4,8 \text{ см}$

ширина $T_B = 86 \text{ мм} = 8,6 \text{ см}$

длина $L_B = 120 \text{ мм} = 12 \text{ см}$,

где длина определена замером по чертежу (с учетом его масштаба) с условным приведением фасонной формы к параллелепипеду.

$$V_{отл.} = V_A + V_B + 2V_{B..} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} V_A &= \left(\frac{\pi D_A^2}{4} - \frac{\pi d_A^2}{4} \right) \cdot h_A = \frac{\pi}{4} (D_A^2 - d_A^2) \cdot h_A = \\ &= \frac{\pi}{4} (18,5^2 - 7,58^2) \cdot 3,77 = 842,97 \text{ см}^3 \approx 843 \text{ см}^3 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} V_B &= \left(\frac{\pi D_B^2}{4} - \frac{\pi^2}{4} \right) \cdot h_B = \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_{отг.}^2) \cdot h_B = \\ &= \frac{\pi}{4} (18,5^2 - 12,3^2) \cdot 6,02 = 902,42 \text{ см}^3 \approx 902,4 \text{ см}^3 \end{aligned} \quad (4)$$

$$V_B = S_B \cdot T_B \cdot L_B = 4,8 \cdot 8,6 \cdot 12 = 495,36 \text{ см}^3 \approx 495,4 \text{ см}^3 \quad (5)$$

$$\text{Отсюда } V_{отл.} = 843 + 902,4 + 2 \cdot 495,4 = 2736,2 \text{ см}^3$$

$$m_{oml.} = 2736,2 \times 0,00785 = 21,479 \approx 21,5 \text{ kg}$$

По таблице 4 [6] для нашего 11 класса точности по массе поле допуска составляет 16% от номинальной массы отливки, тогда допуск по массе T_m :

$$T_m = 0,16 \cdot 21,5 = 3,44 \text{ K} \quad (6)$$

В ТТ чертежа отливки с учетом симметричного расположения поля допуска указывается масса отливки.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Спроектировать стержни для заданной преподавателем детали.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется отливкой?
2. Что называется литниковой системой?
3. Требования, предъявляемые к формовочной и стержневой смеси.
4. Что называется знаковой частью модели и стержня?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

- [illegible]

методическое пособие. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 203 с. - ISBN 978-5-8259-1254-7, экземпляров неограничено

3. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 156 с. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-303-8, экземпляров 35

Дополнительная литература:

1. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 656 с. : ил. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-391-5, экземпляров 50

2. Перевертов, В. П.
материалов давлением / Перевертов В. П. : конспект лекций в трех частях, Ч. 3
// Технологии конструкционных материалов / Перевертов В. П. -
Самара : СамГУПС, 2013., экземпляров неограничено

3. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общ. ред. В. М. Плескача. - К. : Вища школа, 1991. - 247 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 242-243. - ISBN 5-11-001909-6, экземпляров 35

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ОТЛИВКИ.

Цель работы: Ознакомиться с методикой проектирования технологического процесса отливки и общими требованиями. Ознакомиться с оформлением чертежей отливок.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Модели отливок, проектирование технологического процесса отливки.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Оформлением чертежей отливок.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3.

Актуальность темы. При проектировании процесса изготовления отливки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Технологический процесс изготовления отливок актуален для получения изделий в любых отраслях промышленности.

При проектировании литейной технологии необходимо обеспечивать хорошие эксплуатационные качества литых деталей ([рис. 2.1](#) и [рис. 2.3, а](#)), высокие технико-экономические показатели на всех этапах технологического процесса.

При оценке технологического процесса нужно учитывать затраты на получение отливок в литейном цехе, снижая себестоимость механической

обработки. При этом следует уменьшать припуски, упрощать процесс формовки, максимально использовать технологическое оборудование.

При разработке технологического процесса изготовления литейной формы необходимо:

выбрать способ формовки (ручная, машинная); определить положение отливки в форме при заливке;

установить поверхности разъемов литейной формы и модели отливки; наметить конструкцию литниковой системы;

разработать чертежи элементов литейной формы (рис. 2.1 и рис. 2.3, в) или отливки (рис. 2.2), модели (рис. 2.5, а и рис. 2.7) и литейной формы (рис. 2.5, б и рис. 2)

Чертеж детали (рис. 2.1 и рис. 2.3, а) является основой для проектирования технологического процесса изготовления отливки.

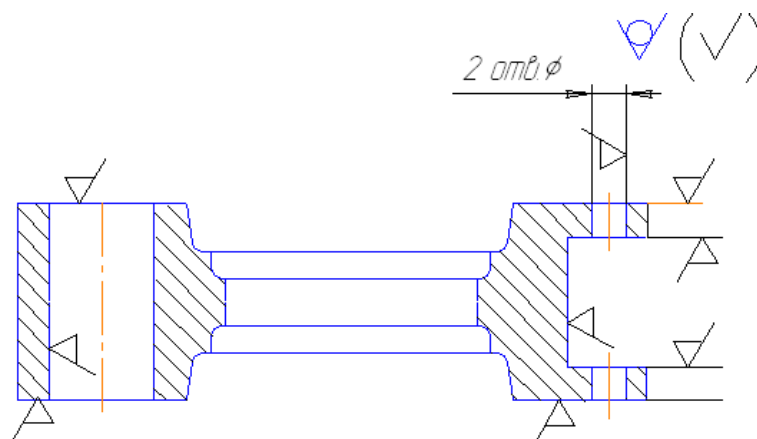
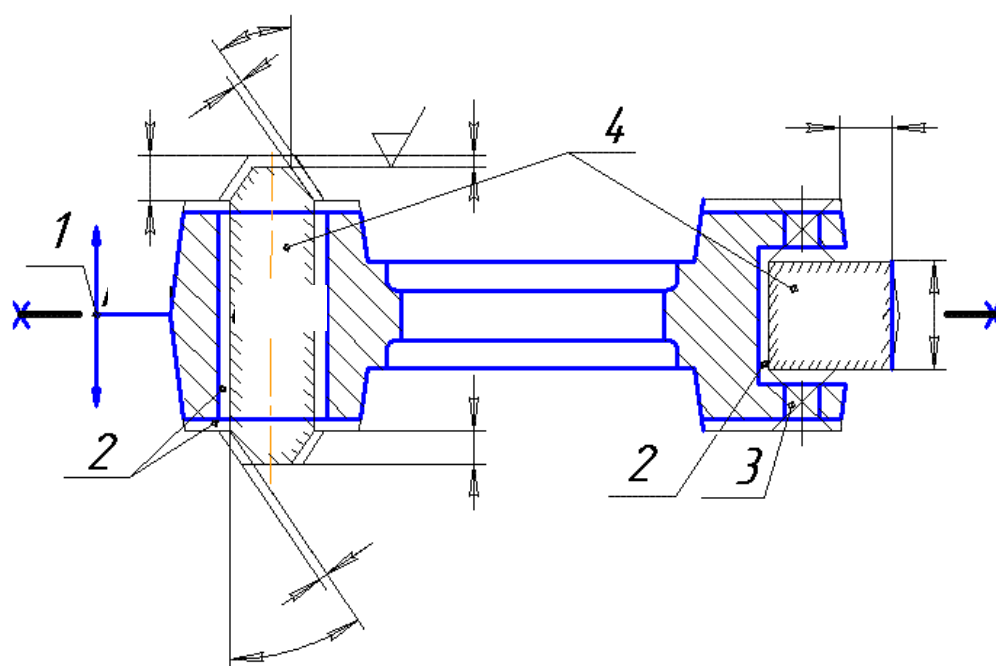


Рисунок 2.1 – Чертеж детали (рычага)



Рисунки 2.2 – Чертеж «Элементы литейной формы»

В мелкосерийном и единичном производстве на копию чертежа детали в соответствии с ГОСТ 3.1125–88 наносят технологические указания, необходимые для изготовления модельного комплекта, формы, стержня, и получают чертеж элементов литейной формы (рис. 2.2 и рис. 2.3, в). На этом чертеже указывается поверхность разъема модели и формы, положение отливки при заливке, уклоны (Табл. 2), припуски на обработку

резанием ([табл. 2.2](#)), положение стержней, их знаки, размеры и другие технологические указания, необходимые для изготовления модельного комплекта, формы и стержней.

В массовом и крупносерийном производстве разрабатывают специальный чертеж *отливки* ([рис. 2.3, б](#)), при этом на копию чертежа детали наносят необходимые указания.

Выбор варианта расположения отливки в литейной форме ([рис. 2.5, б](#) и [рис. 2.9](#)) – первоочередная задача разработки технологического процесса изготовления отливки.

Поверхность, по которой при сборке литейной формы соединяются ее части, называется *поверхностью разъема*. Правильные разъемы формы и обеспечивают удобство изготовления формы, ее сборки и качество отливки.

Разъем модели и формы показывают отрезком или штрихпунктирной линией, заканчивающейся знаком X— —X. Над ней указывают буквенное обозначение разъема (МФ) на чертежах элементов литейной формы ([рис. 2.2](#) и [рис. 2.3, в](#)).

Положение отливки в форме при заливке обозначают буквами В (верх) и Н (низ), которые проставляют у стрелок, показывающих направление разъема. Направление разъема обозначается сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной линии разъема.

При определении поверхности разъема формы следует руководствоваться следующими положениями:

всю отливку, если позволяет ее конструкция, нужно располагать в нижней части формы: при этом исключается перекося отливки ([рис. 2.5, б](#));

поверхность разъема при заливке желательно иметь горизонтальной; поверхность разъема формы должна обеспечивать свободное извлечение модели из формы и удобную установку стержней;

форма должна иметь минимальное число стержней по возможности простой конфигурации или иметь не стержни, а песчаные болваны.

Отливка является заготовкой детали и отличается от детали размерами и формой. Размеры отливки изменяются в тех местах, где на поверхности детали указан знак механической обработки ([рис. 2.2](#) и [рис. 2.3, а](#)). Наружные размеры увеличиваются, а внутренние уменьшаются на величину *припуска на механическую обработку*. Это слой металла (на сторону), удаляемый в процессе механической обработки отливки с ее поверхностей для получения заданной геометрической точности и качества поверхности детали.

Припуск на обработку металла резанием зависит: от способа изготовления отливки;

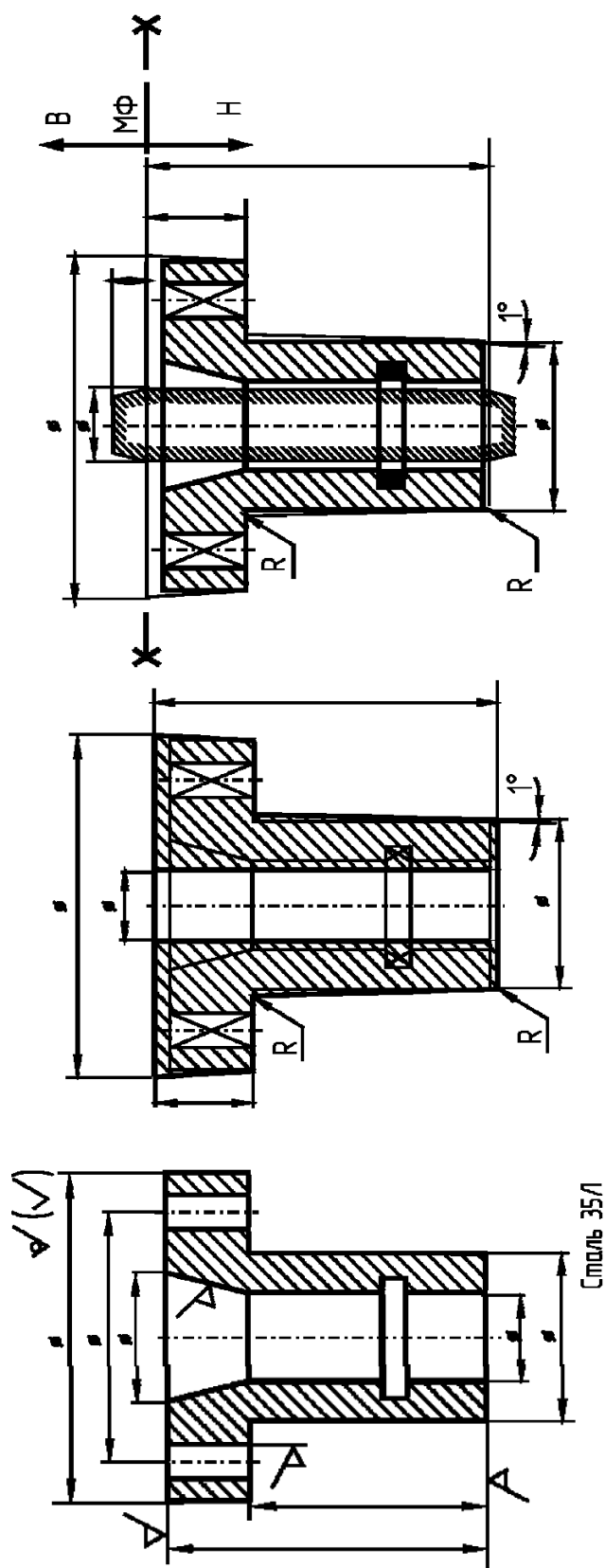
расположения отливки в форме; класса точности отливки;

наибольшего габаритного размера литой детали; материала отливки ([табл. 2.2](#)).

ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ОТЛИВКИ

Припуски на обработку резанием наносят на копии чертежа детали сплошными тонкими линиями у поверхностей, где указан знак обработки, при построении чертежа «Элементы литейной формы» ([рис. 2.2](#) и [рис. 2.3, в](#)).

При построении чертежа отливки припуск на обработку резанием наносят на копию чертежа детали сплошной толстой линией и штрихуют в плоскости разреза ([рис. 2.3, б](#)).



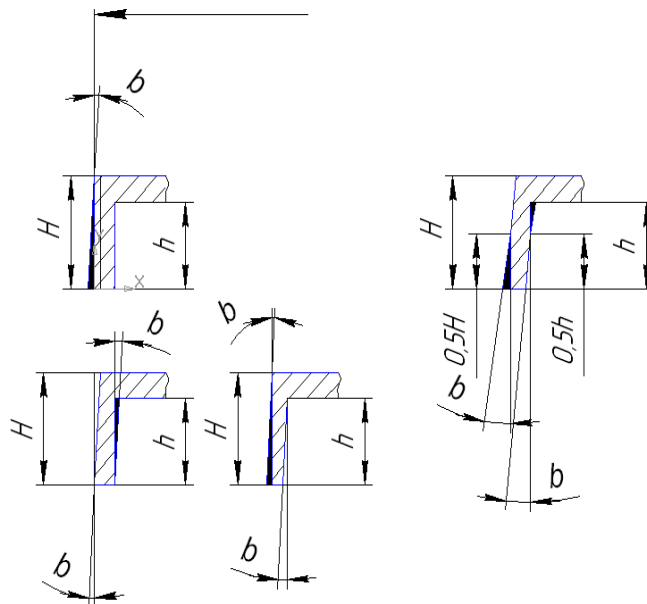


Рис. 2.4. Формовочные уклоны

Для верхней части отливки дают припуски больше, чем для нижней и боковой, потому что в верхней части скапливаются шлаковые включения и появляются газовые раковины ([табл. 2](#)).

При массовом производстве отливок с помощью стержней получают отверстия диаметром более 20 мм, при серийном производстве – более 30 мм, при единичном – более 50 мм.

По форме отливка отличается от детали также наличием *напусков*, которые облегчают процесс ее изготовления. К ним относятся литейные уклоны, галтели, приливы, отверстия и впадины, не выполняемые литьем.

Наличие уклонов на моделях является главной причиной значительных отклонений размеров отливок от номинальных.

У отливки, полученной в песчано-глинистой форме, на обрабатываемых поверхностях сверх припуска на механическую обработку следует выполнять формовочные уклоны. Допускается выполнение уклонов за счет уменьшения припуска, но не более 30 % его значения.

Формовочные уклоны следует выполнять на необрабатываемых поверхностях отливки, не сопрягаемых по контуру с другими деталями за счет увеличения ([рис. 2.4](#)) или уменьшения размеров отливки.

Формовочные уклоны выполняются на необрабатываемых поверхностях отливки, сопрягаемых по контуру с другими деталями за счет уменьшения или увеличения размеров отливки, в зависимости от поверхностей сопряжения.

Значения формовочных уклонов в модельных комплектах для песчано-глинистых смесей указаны в [табл. 2.1](#). Чем больше высота поверхности, тем абсолютная величина уклона меньше. На деревянных моделях уклоны делают больше, чем на металлических моделях при равных габаритных размерах.

Таблица 2.1

Величины формовочных уклонов для отливок, получаемых в песчано-глинистых формах

Высота модели, мм	Формовочные уклоны			
	Деревянная модель		Металлическая	
	град	мм	град	мм
До 20	0,5	1,0	1,30	0,5–1,0
20–50	1,30	1,0–2,0	1,0	0,8–1,2
50–100	1,0	1,5–2,5	0,45	1,2–1,5
100–200	0,45	2,0–3,0	0,30	1,5–2,0
200–300	0,30	2,5–4,0	0,30	2,0–3,0

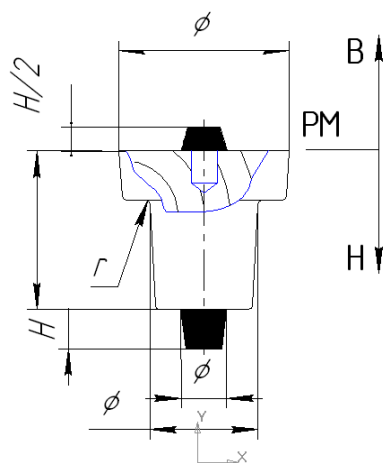
Таблица 2.2

Припуски (мм) на обработку отливок резанием

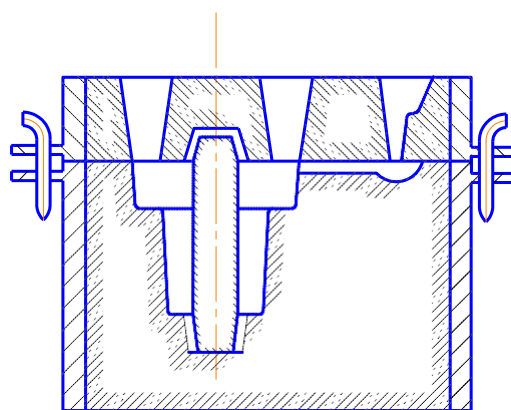
Габаритный размер, мм	Положение поверхности	Для серого чугуна	Для стали	Для цветных сплавов (бронза,
120	Верх	3,5	4,5	—
	Низ, бок	2,5	4,0	
121–260	Верх	4,0	5,0	3
	Низ, бок	3,0	4,0	—
261–500	Верх	4,5	6,0	4
	Низ, бок	3,5	5,0	5
501–800	Верх	5,0	7,0	
801–1250	Верх	6,0	8,0	—
	Низ, бок	4,0	6,0	6
1251–2000	Верх	7,0	9,0	—
	Низ, бок	4,5	7,0	7

Отливка должна иметь по возможности равномерную толщину стенки, так как в местах утолщения стенок могут образовываться дефекты усадочно- го характера (пористость, усадочные раковины, трещины).

Отливка не должна иметь острых углов и резких переходов от толстых стенок к тонким. Сопряжения стенок должны выполняться плавными переходами-галтелями.



a



б

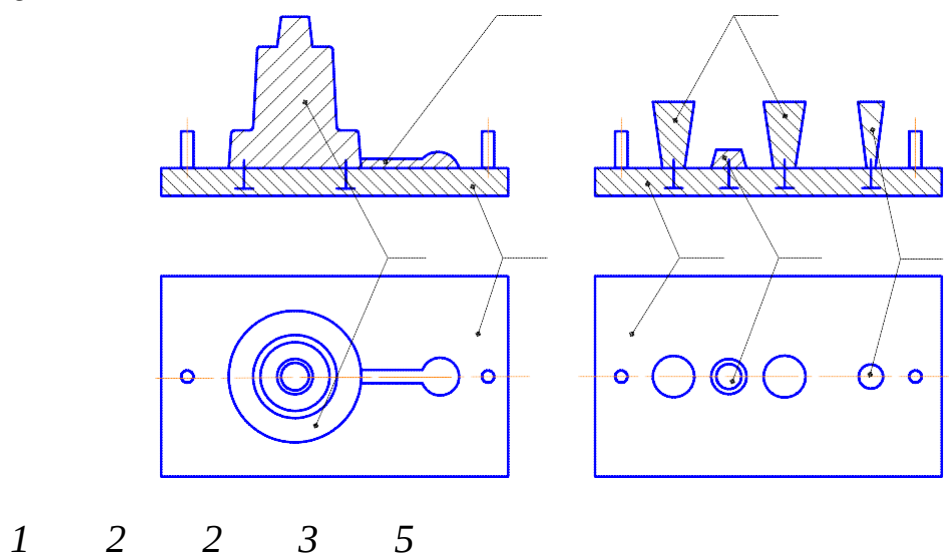
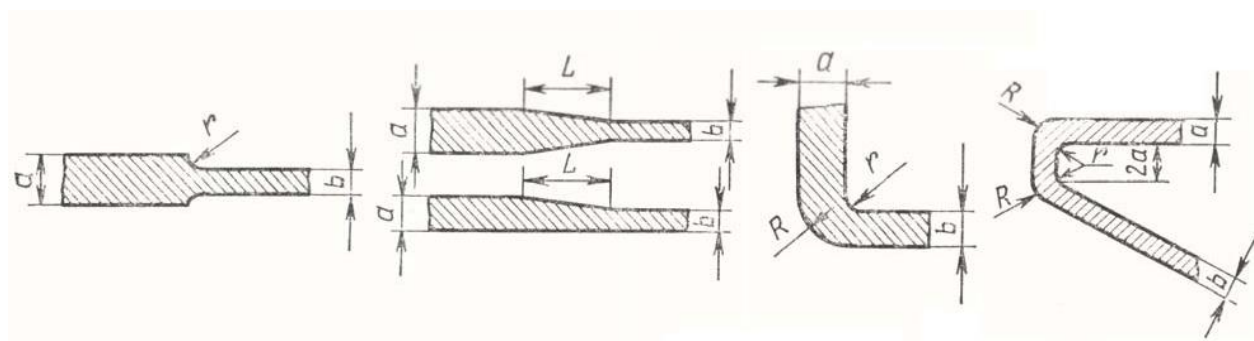


Рис. 2.5. Модели (а) и модельные плиты (в)
для изготовления литейной формы (б)



а б в г

Рис. 2.6. Примеры сопряжения стенок отливки

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Спроектировать технологический процесс получения отливки.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется отливкой?
2. Что называется литниковой системой?
3. Требования, предъявляемые к формовочной и стержневой смеси.
4. Что называется знаковой частью модели и стержня?

3. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общ. ред. В. М.

Плескача. - К. : Вища школа, 1991. - 247 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 242-243. - ISBN 5-11-001909-6, экземпляров 35

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ СТЕ- НОК ОТЛИВКИ. МОДЕЛЬНЫЕ ПЛИТЫ

Цель работы: Ознакомиться с методикой определения толщины стенок отливки. Изучить модельные плиты.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Модели отливок, модельные плиты.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Определение толщины стенок отливок.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

Актуальность темы. При проектировании процесса изготовления отливки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ СТЕНОК ОТЛИВКИ

Если толщины стенок отличаются меньше чем вдвое, то при сопряжении рекомендуется применять галтели (радиусы внутренних углов) от $1/6$ до $1/3$ среднего арифметического толщин сопрягаемых стенок. Величина радиуса определяется по формуле $r = (1/6 - 1/3)[(a + b)] / 2$ ([рис. 2.6, а](#)). При различии толщин сопрягаемых стенок вдвое и более рекомендует-

ся клиновое сопряжение ([рис. 2.6, б](#)). Длина этого сопряжения L для чугуна и цветных сплавов принимается равной $L = 4(a - b)$, для стали $L = 5(a - b)$.

При угловых сопряжениях стенок разной толщины ([рис. 2.6, в](#)) галтель делается радиусом r , определенным по приведенной выше формуле. Внешний радиус закругления R равен толщине большей стенки.

Технологические напуски – отверстия, впадины и т. п., не выполняемые в отливке, зачеркивают тонкими линиями ([рис. 2.3, б, в](#)).

Контурные стержней ([рис. 2.2](#) и [рис. 2.3, б, в](#)) со знаками, попадающими в разрез, обозначают сплошными тонкими линиями с короткой штриховкой по контуру. Номера стержней обозначают Ст1, Ст2 и т. д.

Модель – это приспособление для получения в песчаной форме отпечатка, обычно соответствующего наружной конфигурации отливки со стержневым знаком. У отливок простой конфигурации модели могут быть без знаковых частей.

На [рис. 2.7](#) приведен чертеж деревянной модели для получения отливки рычага в форму, изготовленную вручную. Основным документом для разработки чертежа модели является чертеж «Элементы литейной формы» ([рис. 2.2](#)). Конструкция модели должна обеспечивать возможность уплотнения формовочной смеси и удаления модели из формы. Поэтому модель чаще всего делается разъемной, причем в ее нижней части имеются отверстия, а в верхней – шипы 4 ([рис. 2.7](#)), при помощи которых обе части модели фиксируются.

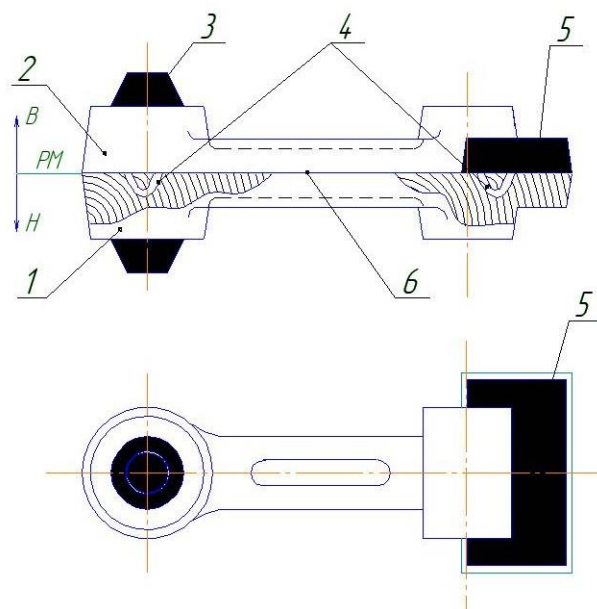


Рис. 2.7. Модель отливки рычага

Таблица 2.3

Припуски на усадку металлов

Металл отливки	Виды отливки	Припуск на усадку,
Серый чугун	Мелкие, средние	0,8□1,2
Медные сплавы	Мелкие, средние	1,4
Алюминиевые	Мелкие, средние	0,8□1,2
Сталь	Мелкие, средние	1,5

Формовочные уклоны выполняются на плоскостях модели, перпендикулярных разъему формы, чтобы модель легко вынималась из формы, не повреждая ее ([табл. 2.1](#)). У стенок модели острые углы делают скругленными.

Размеры модели отливки в массовом и крупносерийном производстве указываются на ее чертеже ([рис. 2.5, а](#)) с учетом литейной усадки сплава ([табл. 2.3](#)). В мелкосерийном и единичном производстве при разработке чертежа «Элементы литейной формы» указывается усадка сплава в процентах.

Модели изготавливаются обычно из дерева или металла, реже – из пластмасс и других материалов. Поверхности деревянных моделей механически обрабатывают и окрашивают для увеличения срока службы. Зна-

ки 3 и 5 на моделях могут быть окрашены в черный цвет ([рис. 2.5, а](#) и [рис. 2.7](#)).

МОДЕЛЬНЫЕ ПЛИТЫ

Модельные плиты ([рис. 2.5, в](#)) представляют собой металлические плиты, на которых монтируются модели отливок и элементы литниковой системы. На [рис. 2.5, в](#) показаны нижняя и верхняя модельные плиты для изготовления формы ([рис. 2.5, б](#)) стальной отливки ([рис. 2.8, б](#)). На нижней плите 2 кроме модели 1 установлена модель питателя 6. На верхней плите 2 установлены модели стояка 5 верхнего стержневого знака 3 и прибылей 4. Модельные плиты, как правило, применяют при машинной формовке для изготовления отливок в массовом и крупносерийном производствах. По односторонним металлическим плитам при формовке на машинах получают литейную форму в парных опоках ([рис. 2.5, б](#)).

Модельные комплекты и опочная оснастка. Чугунная отливка рычага с литниковой системой представлена на [рис. 2.8, а](#). Наружная конфигурация отливки образуется формой ([рис. 2.9](#)), а внутренняя (цилиндрическое отверстие и сквозной паз) выполняется цилиндрическим стержнем Ст1 и плоским стержнем Ст2 ([рис. 2.10](#)). Каждый стержень с помощью знаков устанавливается и фиксируется в форме. Конструкция знаков должна обеспечивать устойчивое положение стержней в форме.

Для изготовления песчаной формы используют модельные комплекты и опочную оснастку. В модельный комплект входят: модели или модельные плиты ([рис. 2.5, а, в](#)), стержневые ящики ([рис. 2.10](#)), модели литниковой системы, выпоров и прибылей.

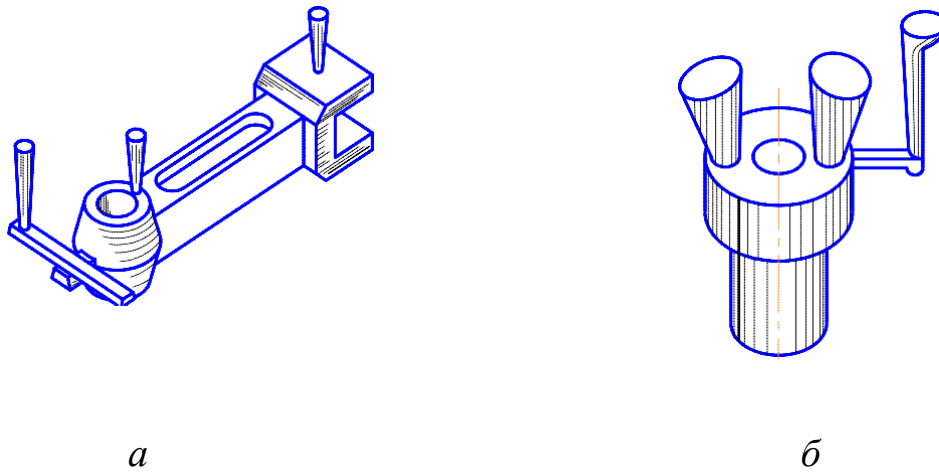


Рис. 2.8. Отливки с литниковой системой:

а – чугунная отливка рычага; *б* – отливка стальной втулки

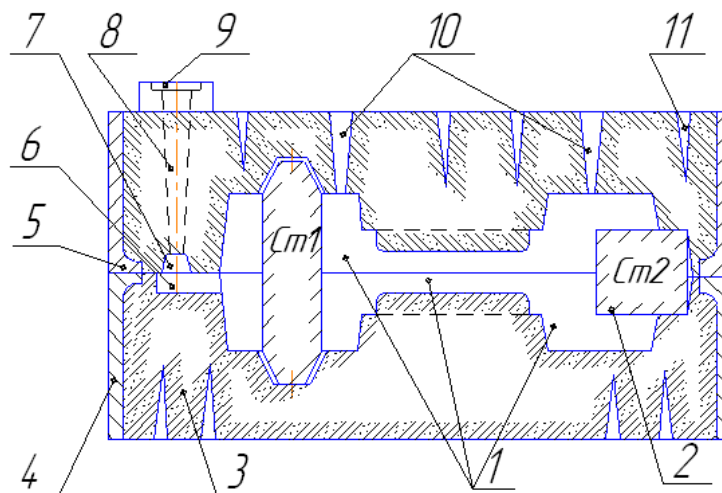


Рис. 2.9. Литейная форма для получения отливки рычага: 1 – полость формы; 2 – стержни; 3 – формовочная смесь; 4 – нижняя опока; 5 – верхняя опока; 6–9 – литниковая система; 10 – выпоры; 11 – газоканалы

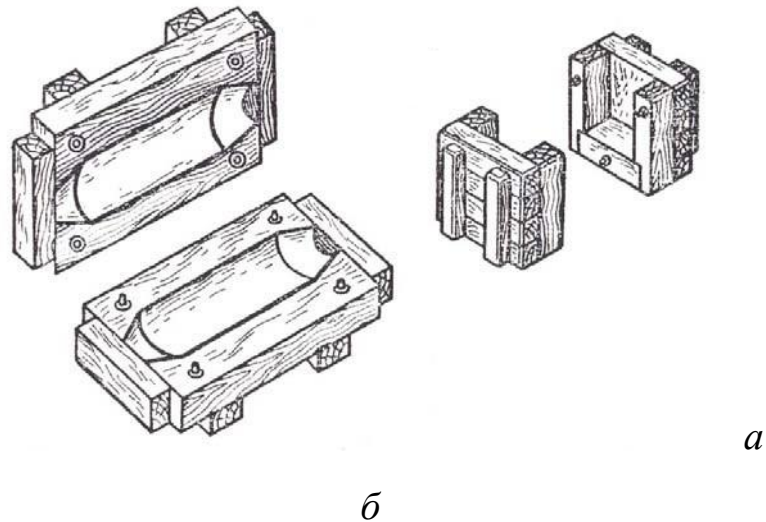


Рис. 2.10. Деревянные стержневые ящики: *а* – для цилиндрического стержня литейной формы чугуна; *б* – для стержня сквозного паза

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Определить толщину стенок отливки для заданной преподавателем детали.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется отливкой?
2. Что называется литниковой системой?
3. Требования, предъявляемые к толщине стенок отливок.
4. Что называется модельной плитой?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Солнцев, Ю.П. Технология конструкционных материалов Электронный ресурс : учебник / В.Ю. Пирайнен / Б.С. Ермаков

/ Ю.П. Солнцев ; ред. Ю.П. Солнцев. - Технология конструкционных материалов

2020-07-26. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 504 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-93808-298-4, экземпляров неограничено

2. Воронов, Д. Ю. Проектное производство заготовок изделий машиностроительного производства Электронный ресурс / Воронов Д. Ю., Боровков В. М., Кузьмич И. В. : электронное учебно-методическое пособие. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 203 с. - ISBN 978-5-8259-1254-7, экземпляров неограничено

3. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 156 с. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-303-8, экземпляров 35

Дополнительная литература:

1. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 656 с. : ил. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-391-5, экземпляров 50

2. Перевертов, В. П. Ч. 3: Технология обработки материалов давлением / Перевертов В. П. : конспект лекций в трех частях, Ч. 3 // Технологии конструкционных материалов / Перевертов В. П. - Самара : СамГУПС, 2013., экземпляров неограничено

3. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общ. ред. В. М. Плескача. - К. : Вища школа, 1991. - 247 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 242-243. - ISBN 5-11-001909-6, экземпляров 35

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ. СТЕРЖНЕВЫЕ ЯЩИКИ И УКЛОН СТЕРЖНЕЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРИБЫЛЕЙ И ВЫПОРОВ.

Цель работы: Ознакомиться со стержневыми ящиками и уклонами стержней. Определить расположение прибылей и выпоров.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Модели отливок, стержневые ящики.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Определение расположения прибылей и выпоров.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3

Актуальность темы. При проектировании процесса изготовления отливки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

СТЕРЖНЕВЫЕ ЯЩИКИ И УКЛОН СТЕРЖНЕЙ

С т е р ж н е в о й я щ и к – это приспособление, в котором из стержневой смеси изготавливают стержни. Стержни служат для выполнения в отливке внутренних отверстий, полостей, пазов. Стержневые ящики, как и модели, изготавливаются из дерева, металла, пластмассы. На [рис. 2.10](#) приведены деревянные стержневые ящики для изготовления стержней отливки рычага. В большинстве случаев стержни устанавливаются и укрепляются в форме на знаках 2 ([рис. 2.9](#)). Конструкция знака за-

висит от конфигурации и габаритов стержня. Жидкий металл, заполняя форму, оказывает давление на стержни снизу, стремясь их вытолкнуть.

Таблица 2.4

Высота h (мм) нижних вертикальных знаков стержней для сырых форм

Размеры стержня ($a + b$)/2 или D , мм	Высота h знака, не более, при длине L стержня, мм							
	до 50	50–80	80–120	120–180	180–250	250–315	315–400	400–500
До 30	20	30	30	–	–	–	–	–
30–50	20	35	35	35	50	60	60	70
50–80	25	35	35	35	40	50	60	70
80–120	25	35	35	35	40	50	60	70
120–180	30	35	35	35	35	40	50	60
180–250	30	35	35	35	35	40	50	60
250–315	35	35	35	35	35	40	50	60
315–400	40	40	40	40	40	40	40	50

Таблица 2.5

Длина l (мм) горизонтальных знаков стержней

Размеры стержня ($a + b$)/2	Длина l знака, не более, при длине L стержня, мм							
		5	8	1	1	2	3	4
До 30		2	3	3	–	–	–	–
30–50		2	3	3	4	5	–	–
50–80		2	3	4	5	5	6	7
80–120		2	3	4	5	6	7	8

Таблица 2.6

Формовочные уклоны на знаковых частях стержня

h или $h1$, мм	$\square$, град	$\square$, град	$\square 1$, град
До 30	10	15	4
30–50	7	10	3
50–80	6	8	2
80–120	6	8	2
120–180	5	6	1
180–250	5	6	0

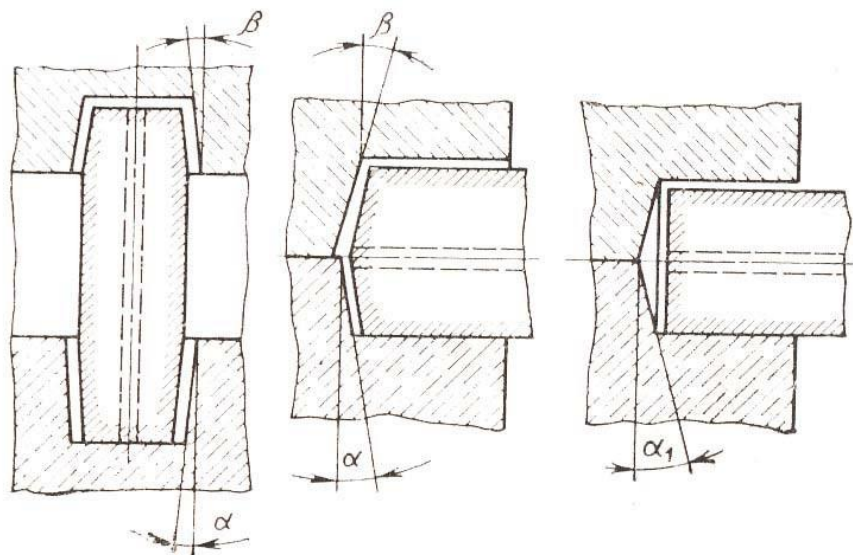


Рис. 2.11. Уклоны знаков стержней

Размеры стержневых знаков должны обеспечить устойчивое положение стержня, но не быть чрезмерно большими, чтобы не вызвать увеличение размеров опок и стоимость формы. Длина горизонтальных знаков l и высота вертикальных знаков h указаны в [табл. 2.4](#) и [табл. 2.5](#). Необходимы формовочные уклоны на стержневых знаках ([рис. 2.11](#)), их значения представлены в [табл. 2.6](#).

Нижние знаки вертикальных стержней являются опорными, поэтому их высота h может быть больше высоты h_1 верхних знаков ([рис. 2.5, а](#)).

Знаковые части стержней на моделях делают больших размеров, чем в стержневых ящиках, для того чтобы при сборке формы между ее поверхностью и знаком стержня образовался зазор ([рис. 2.3](#)). Отсутствие зазоров приведет к тому, что форму нельзя будет собрать.

М о д е л и л и т н и к о в о й с и с т е м ы служат для образования в форме совокупности каналов, по которым металл из ковша поступает в полость литейной формы. Литниковая система состоит из литниковой чаши (воронки), стояка, шлакоуловителя и питателей ([рис. 2.5, в](#)).

Литниковая чаша служит для приема металла из заливочного ковша. Во время заливки металла чаша должна быть полной, чтобы шлак, плавающий на поверхности металла, не попадал в стояк. Для задержания шлака используют перегородки и фильтровальные сетки. Стояк-канал передает металл из чаши к другим элементам литниковой системы. Обычно используют вертикальные стояки с круглым сечением.

Шлакоуловитель – горизонтальный канал, имеющий обычно сечение в виде трапеции, задерживает шлак и передает металл к питателям. Шлакоуловитель чаще всего располагают в верхней полуформе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРИБЫЛЕЙ И ВЫПОРОВ

Прибыли и выпоры. В зависимости от свойств литейного сплава для получения ответственных отливок применяют прибыли. Модель прибыли образует в форме дополнительную емкость ([рис. 2.5, б](#)) для жидкого металла, которым питается отливка при затвердевании. Конструкции прибылей бывают различные. Для ответственных отливок применяются откры-

тые прибыли ([рис. 2.8, б](#)), которые можно доливать сверху горячим металлом. Чтобы металл в прибыли дольше оставался жидким, сверху засыпают древесный уголь, сухой песок или вещества, выделяющие тепло в результате химических реакций.

Модели выпоров образуют каналы 10 ([рис. 2.9](#) и [рис. 2.5, б](#)), соединяющие полость формы с атмосферой. По ним вытесняются воздух и газы из формы. Выпоры при формовке обычно устанавливают на самых высоких частях модели или в местах предполагаемого скопления газов.

О п о ч н а я о с н а с т к а. Для изготовления форм кроме модельных комплектов используются опоки, центрирующие штыри и другие приспособления. Форма изготавливается в опоках 4 ([рис. 2.9](#)). Они предохраняют ее от разрушения во время сборки, транспортировки и заливки.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Определить расположение прибылей и выпоров для заданной преподавателем детали.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется отливкой?
2. Что называется литниковой системой?
3. Требования, предъявляемые к стержневым ящикам и уклону стержней.
4. Что называется знаковой частью модели и стержня?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Солнцев, Ю.П. Технология конструкционных материалов Электронный ресурс : учебник / В.Ю. Пирайнен / Б.С. Ермаков / Ю.П. Солнцев ; ред. Ю.П. Солнцев. - Технология конструкционных материалов, 2020-07-26. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 504 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-93808-298-4, экземпляров неограничено

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВОК.
ПРАВИЛО ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛУЧЕЙ. ПРИНЦИП ОДНО-
ВРЕМЕННОГО ЗАТВЕРДЕВАНИЯ

Цель работы: Ознакомиться с основными приёмами проектирования литых деталей. Разработать на основе чертежа детали конструкцию отливки и необходимую технологическую оснастку для изготовления песчано-глинистой формы в двух опоках.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Приемы проектирования литых деталей.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Разработка конструкции отливки на основе чертежа детали.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3.

Актуальность темы. При проектировании процесса изготовления отливки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
ПРАВИЛО ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛУЧЕЙ

Основные положения

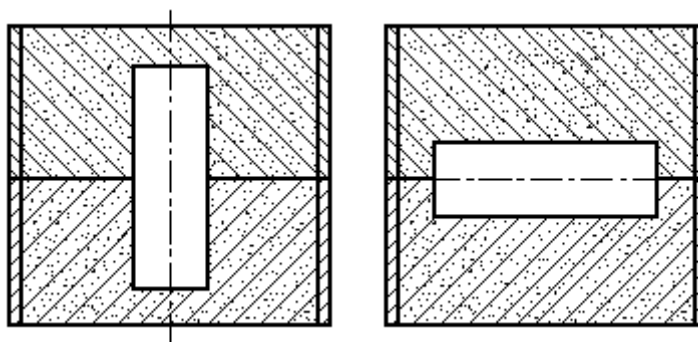
В настоящее время основными технологическими процессами получения заготовок деталей машин из металлов и сплавов являются различные способы

литься. Наиболее часто применяется метод *литья в песчано-глинистые разовые формы*. Литейная форма изготавливается обычно в двух опоках. При проектировании формы необходимо соблюдать **основные правила**:

1. Правило расположения отливки в форме с наименьшей высотой;
2. Правило параллельных лучей;
3. Правило вписанных окружностей;
4. Правило назначения галтелей;
5. Правило минимума стержней;
6. Правило необходимости уклонов;
7. Рекомендации по выбору плоскости разъёма.

Когда отливка имеет значительную длину и малое поперечное сечение, то целесообразно располагать её **с наименьшей высотой полости формы** (рис. 1). Малая высота формы (рис. 1, б) экономит формовочный материал. Кроме того, происходит выравнивание механических свойств по сечению отливки из-за малого влияния ликвации по удельному весу.

Ликвация – расслоение компонентов сплава по удельному весу в период остывания расплава. Легкие фракции стремятся вверх, тяжёлые – вниз; поэтому



а)

б)

Рис. 1. Варианты литейной формы:

а – с вертикальным, б – с горизонтальным расположением оси отливки

при расположении, показанном на рис. 1, *а*, возникает разность механических свойств верхней и нижней частей отливки.

Поэтому детали, у которых один габаритный размер гораздо больше других, выгодно располагать так, чтобы максимальный размер лежал в горизонтальной плоскости, как показано на рис. 2, *а*. Детали с примерно одинаковыми габаритными размерами можно располагать как вертикально (рис. 2, *б*), так и горизонтально (рис. 2, *в*).

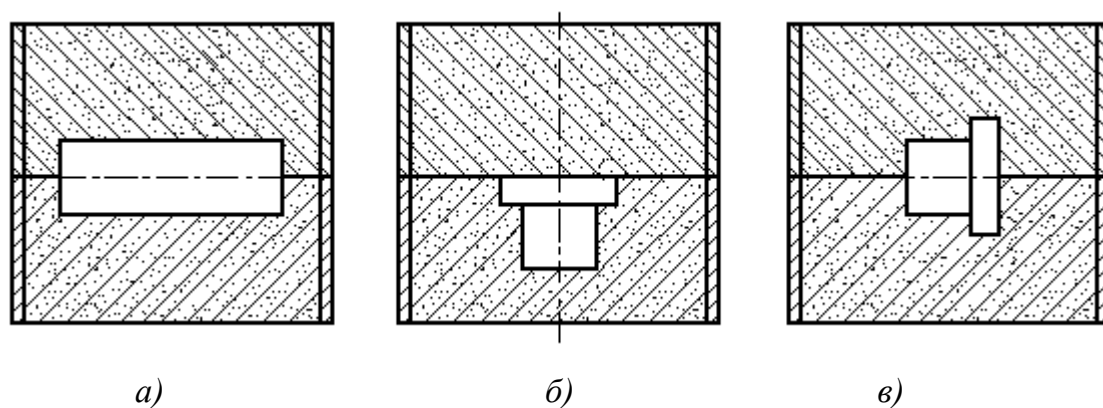


Рис. 2. Варианты расположения отливки в литейной форме

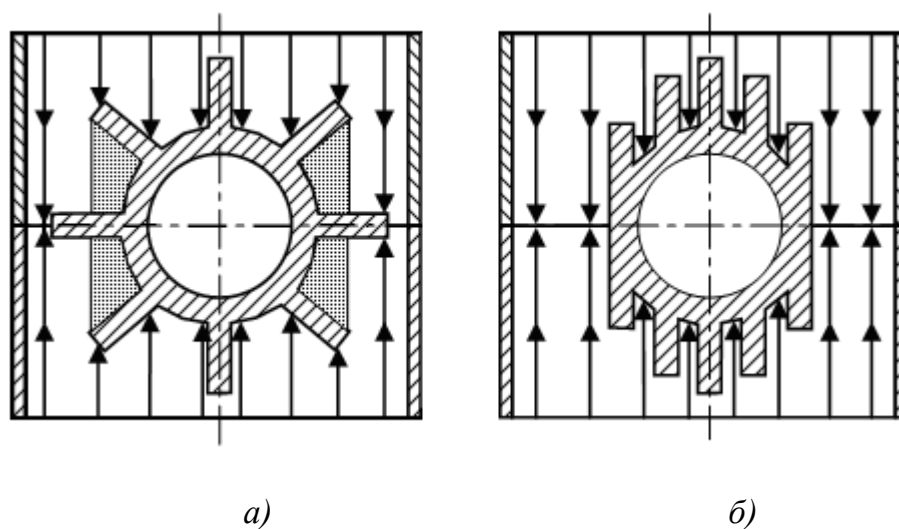


Рис. 3. Использование правила параллельных лучей

От расположения отливки будет зависеть конфигурация внешних обводов. Если необходимо отлить длинный корпус электродвигателя, имеющий рё-

бра охлаждения (рис. 3), то для лёгкого извлечения модели из формы по **правилу параллельных лучей** части отливки не должны давать затенённых участков при направлении на форму параллельных лучей снизу и сверху. Это правило также называют методом теневого рельефа. Мы видим, что на рис. 3, *а* это правило не соблюдается, значит, необходимо или изменить конфигурацию рёбер – сделать их параллельными лучам (рис. 3, *б*), или поменять расположение отливки на вертикальное.

Вертикальное расположение оси пустотелой отливки в форме выгодно ещё и тем, что стержень, формирующий полость или отверстие в отливке, может иметь 2 и более опоры (рис. 4, *б*), т. е. занимает более устойчивое положение в форме, чем при горизонтальном расположении оси (рис. 4, *а*).

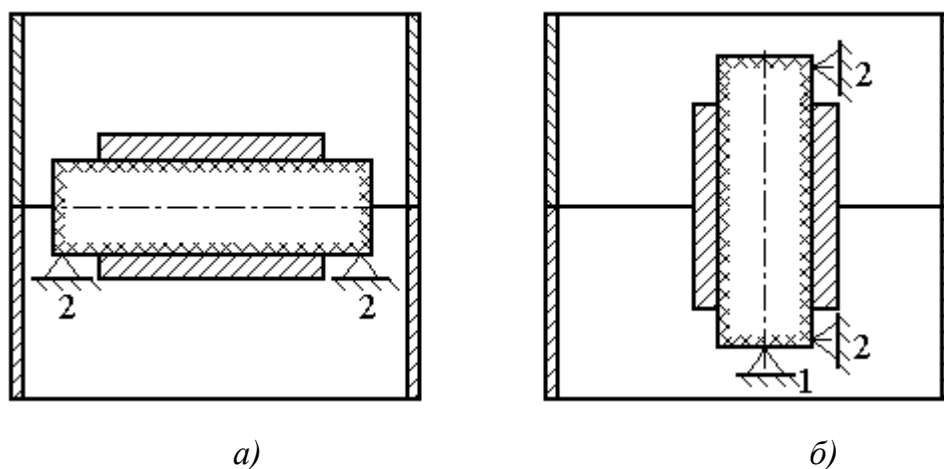


Рис. 4. Варианты расположения пустотелой отливки

В основу конструкции литой детали в зависимости от требований должны быть положены принципы направленного или одновременного затвердевания при охлаждении. Направленное затвердевание обеспечивает получение отливок плотных, без усадочных раковин и пористости. Однако это приводит к усложнению формовки. При **направленном затвердевании** кристаллизация металла происходит снизу вверх, начиная от тонких сечений отливки в нижней части формы к более массивным сечениям в верхней части формы. Каждая распо-

женная выше часть отливки питает жидким металлом нижние части, являясь для них как бы прибылью. Правильность конструкции в этом случае проверяют **методом вписанных окружностей**. При этом окружность, вписанная в любое сечение отливки, должна свободно проходить по любым вышележащим сечениям в направлении кристаллизации (рис. 5, а).

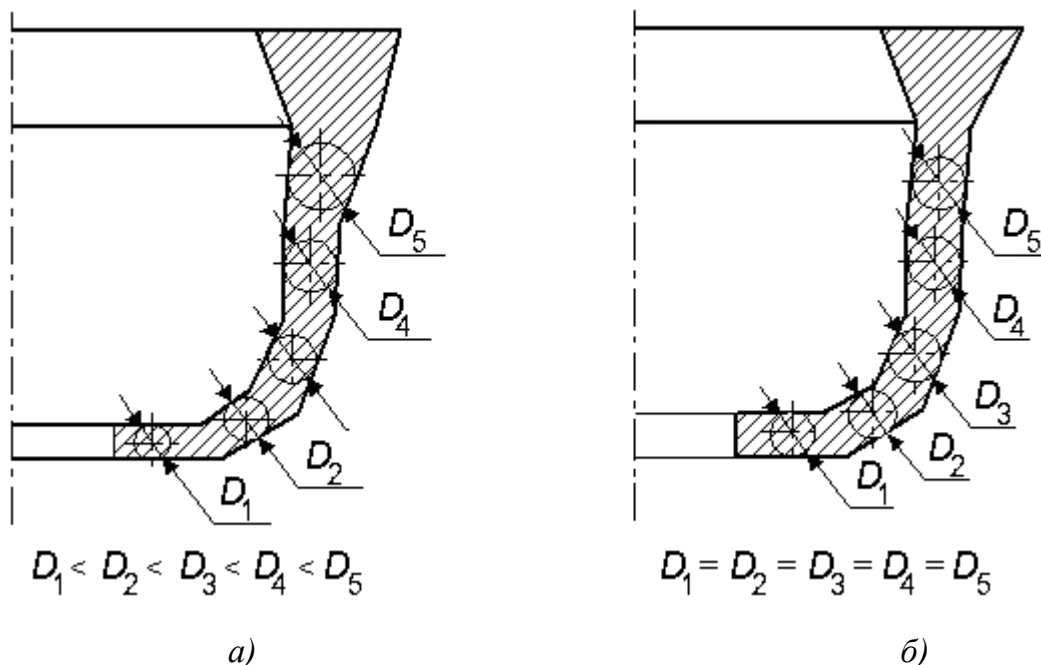


Рис. 5. Применение метода вписанных окружностей

ПРИНЦИП ОДНОВРЕМЕННОГО ЗАТВЕРДЕВАНИЯ.

Конструирование в соответствии с принципом одновременного затвердевания при охлаждении применяют для мелких и средних тонкостенных отливок, когда к литой детали не предъявляют высоких требований по плотности. Наличие центральной пористости допускается. Отливки, сконструированные с учётом принципа одновременного затвердевания, имеют одинаковую толщину, начиная с нижней и кончая верхней частью детали (рис. 5, б).

Толщина стенок литых деталей назначается, исходя из требуемой расчётной прочности с учётом жидкотекучести металла. При сопряжении стенок применяют *галтели* (радиусы внутренних закруглений), рис. 6.

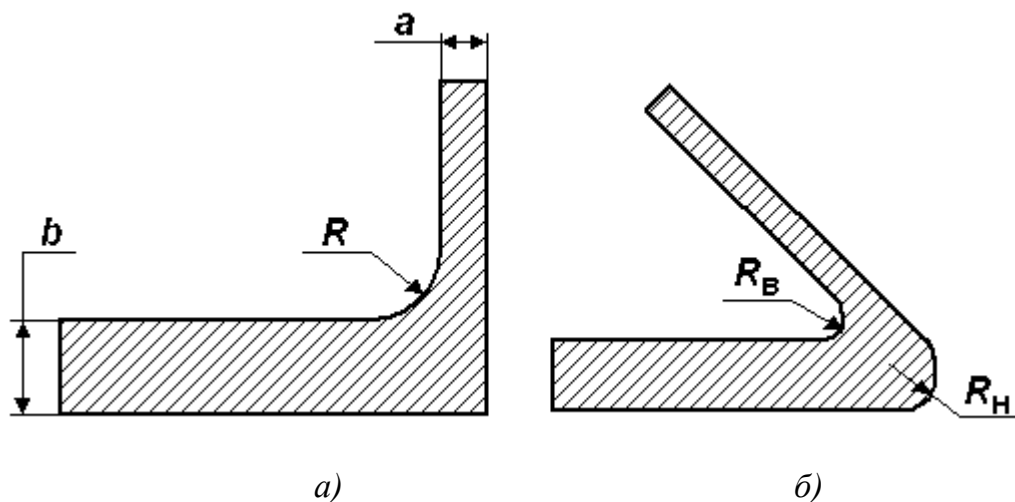


Рис. 6. Галтели при сопряжении стенок разной толщины

Галтели применяются для предупреждения образования трещин в углах сопряжения стенок. Радиус галтели (рис. 6, а) рассчитывается по формуле

$$R = (a + b)/2. (1)$$

Соотношение толщин сопрягаемых стенок отливки не должно превышать двух.

$$b/a \leq 2. (2)$$

При угловых сопряжениях стенок для получения плавного перехода делают скругление с внешним радиусом (рис. 6, б), рассчитанным по формуле

$$R_н = a + b. (3)$$

Внутренние полости и отверстия изготавливают с помощью стержней и «болванов». Внешняя конфигурация стержней повторяет внутренние обводы полости отливки. Стержни изготавливаются в стержневых ящиках.

Для образования полостей сложной конфигурации применяют сборные стержни, состоящие из нескольких простых частей (рис. 7, а). Однако в форме должно быть **как можно меньше стержней**. Если вместо двух стержней 1 и 2 (рис. 7, а) использовать один стержень 3 (рис. 7, б), то у него будет три фиксированные точки опоры, в то время как в первом варианте – две и одна точка опоры. Кроме того, увеличение количества стержней усложняет и удорожает

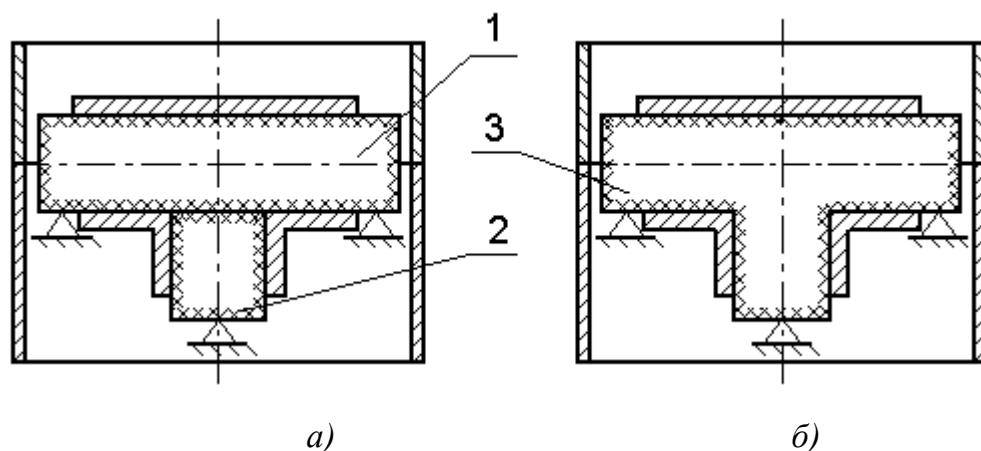


Рис. 7. Применение правила минимума стержней

технологический процесс изготовления литейной формы и снижает точность отливки.

Стержни, применяемые при изготовлении глухих полостей отливки, имеют всего одну опору, и поэтому могут потерять устойчивость. При сборке они могут упасть в полость формы, что приведёт к засорению расплава и нарушению конфигурации формы. Для устойчивости одноопорных стержней изготавливается искусственная опора 2 (жеребейка), которая устанавливается между стержнем 1 и стенками формы (рис. 8).

Жеребейка – металлический стержень, имеющий химический состав, близкий по составу к сплаву, из которого отливается деталь. Применение жеребеек крайне нежелательно, так как они являются источниками образования дефектов в отливках (газовые раковины, несвариваемость).

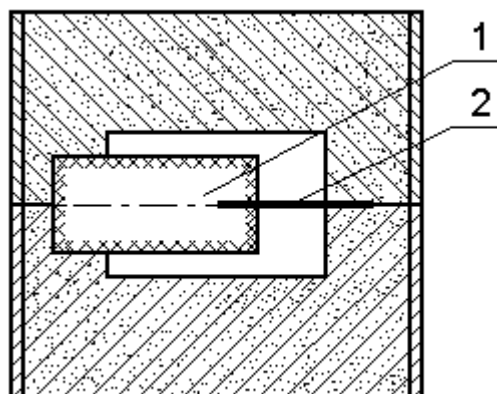


Рис. 8. Применение жеребейки в литейной форме

Иногда для получения глухих (несквозных) отверстий вместо стержней применяют «болваны». Они дают возможность изготавливать форму без стержней, выполняя их функции. *Болван* – часть формы, не выступающая за плоскость разъёма. Высота внутренней полости, выполняемой «болваном» в нижней части формы не должна превышать ширину или диаметр её сечения $H \leq B$ (рис. 9). Если же внутренняя полость выполняется «болваном» в верхней части формы, то $h \leq 0,3 \cdot b$.

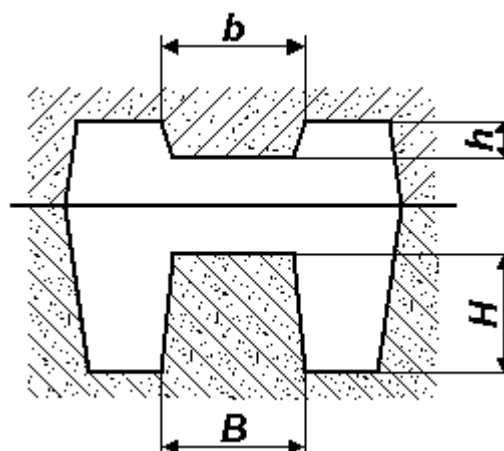


Рис. 9. Применение «болванов» для выполнения полостей отливки

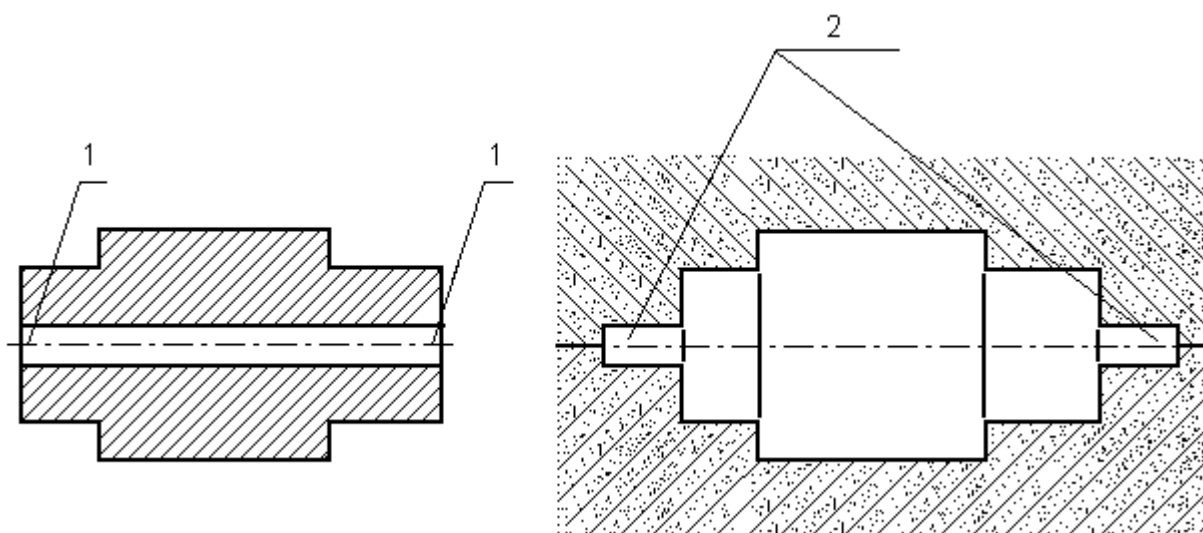


Рис. 10. Деталь и литейная форма для её получения

Положение стержня должно быть строго зафиксировано в полости формы. Для этого предусматриваются стержневые (литейные) знаки, как продолжения отверстий. В местах отверстий у детали модель имеет выступающие части (рис. 10, 1) для получения в форме так называемых литейных знаков (рис. 10, 2).

Для лучшего извлечения моделей из формы их вертикальным поверхностям задаются *формовочные уклоны* (рис. 11). Величина уклонов может составлять до 3° в зависимости от высоты модели. Формовочные уклоны задаются также моделям «болванов» и знаковым частям стержней (до 15°).

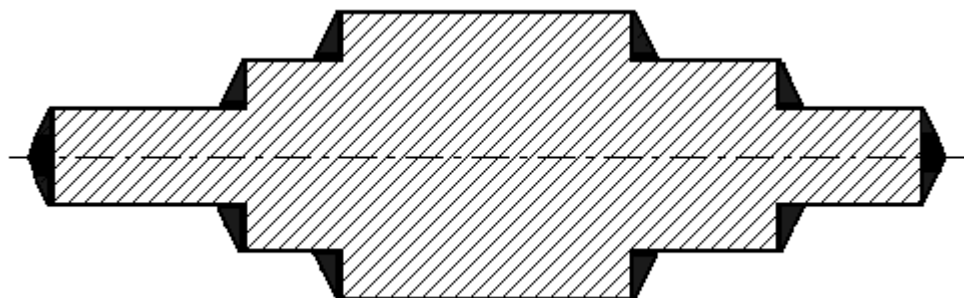


Рис. 11. Применение формовочных уклонов

Модель отливки выполняется в соответствии со всеми этими правилами; кроме того, учитываются припуски на механическую обработку и усадку (рис. 12, область 1).

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Разработать конструкцию отливки для заданной преподавателем детали.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется отливкой?
2. Что называется литниковой системой?
3. В чем заключается правило параллельных лучей?
4. Суть принципа одновременного затвердевания?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

- [illegible]

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Проектировать отливки с учетом припусков на механическую обработку.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3.

Актуальность темы. При проектировании процесса изготовления отливки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Припуск на механическую обработку – слой металла, предусмотренный для снятия в процессе механической обработки с целью получения необходимой точности размеров и шероховатости поверхностей. Он зависит от материала отливки, способа литья, объёма производства, положения обрабатываемой поверхности в форме.

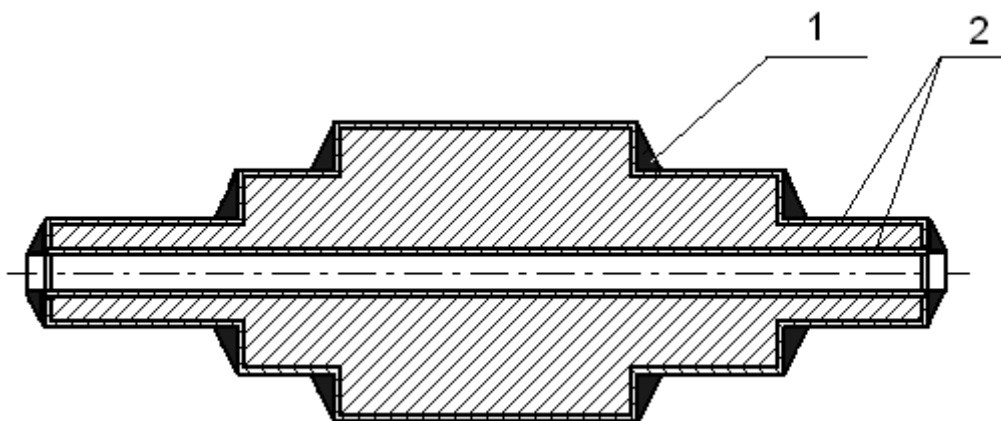


Рис. 12. Припуски на механическую обработку и усадку

Припуск на усадку – слой металла компенсирующий уменьшение объема отливки во время кристаллизации и остывания. Он зависит от величины усадки применяемого сплава.

Для облегчения формовки внутренней полости модель делится плоскостями разъёма, чаще всего на две части. **Плоскость разъёма обычно совпадает с одной из осей симметрии отливки.** Этим достигается выполнение правила параллельных лучей и экономия литейных материалов за счёт меньших затрат металла на изготовление уклонов.

Литниковая система к отливке подводится в плоскости разъёма формы. Определение размеров элементов литниковых систем для отливок из различных сплавов производится с помощью соответствующих диаграмм и эмпирических формул. С учётом массы расплавленного металла и скорости заливки определяется площадь поперечных сечений питателей, шлакоуловителя и стояка.

Иногда, для исключения образования при кристаллизации усадочных раковин в сложных отливках, в форме выполняется дополнительная ёмкость, в которой находится жидкий металл. Эта ёмкость называется *прибылью* (рис. 13, 1). Она соединена с полостью формы и питает отливку жидким расплавом по мере усадки металла в форме. Прибыль устанавливается в том месте формы, где расположен наибольший объём жидкого металла. При необходимости использования прибылей по эмпирическим формулам (в зависимости от размеров питаемого узла) определяется длина и ширина основания прибыли и её высота.

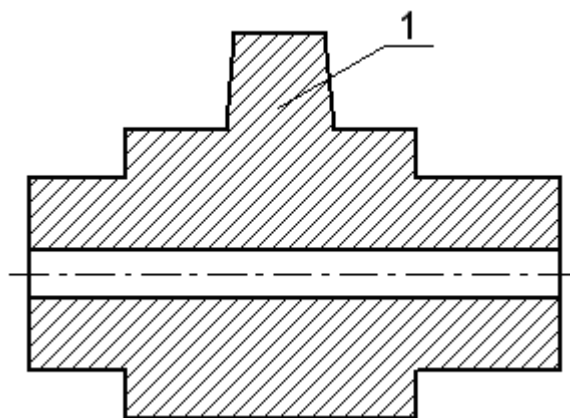


Рис. 13. Прибыль и место её расположения в форме

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с общими положениями конструирования отливок.
2. В соответствии с полученным заданием изобразить эскиз готовой детали (рис. 14, *а*).
3. Выбрать положение отливки в форме при заливке, определить конфигурацию модели и стержня (стержней), задать поверхность разъёма модели и формы с использованием правила параллельных лучей.
4. Изобразить эскиз отливки с учётом припуска на механическую обработку (припуск назначать только на поверхности, связанные размерами), формовочных уклонов и закруглений (рис. 14, *б*).
5. Изобразить эскиз модели, указать поверхность разъёма (РМФ), выделить стержневые знаки (рис. 14, *в*).
6. Изобразить эскиз стержня (стержней), с учётом уклонов стержневых знаков (рис. 14, *г*), продумать конструкцию стержневого ящика.
7. Изобразить вертикальный разрез литейной формы с указанием рабочей полости и литниковой системы (рис. 14, *д*).

Пример выполнения задания приведён на рис. 14.

Примечания:

1. Формовка должна выполняться в двух опоках.

2. Не допускается применение напусков, т. е. назначение дополнительных объёмов металла для упрощения конфигурации деталей.

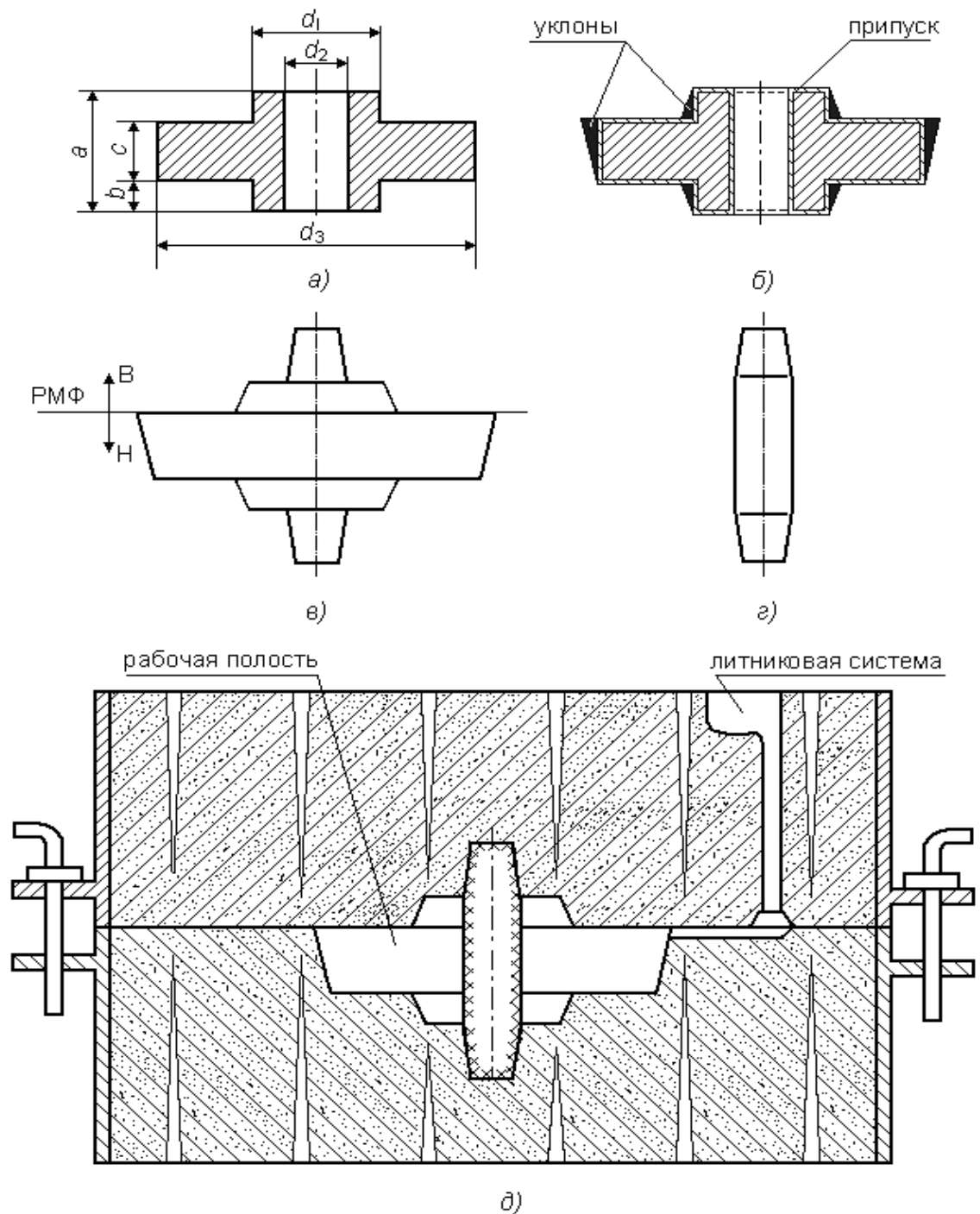


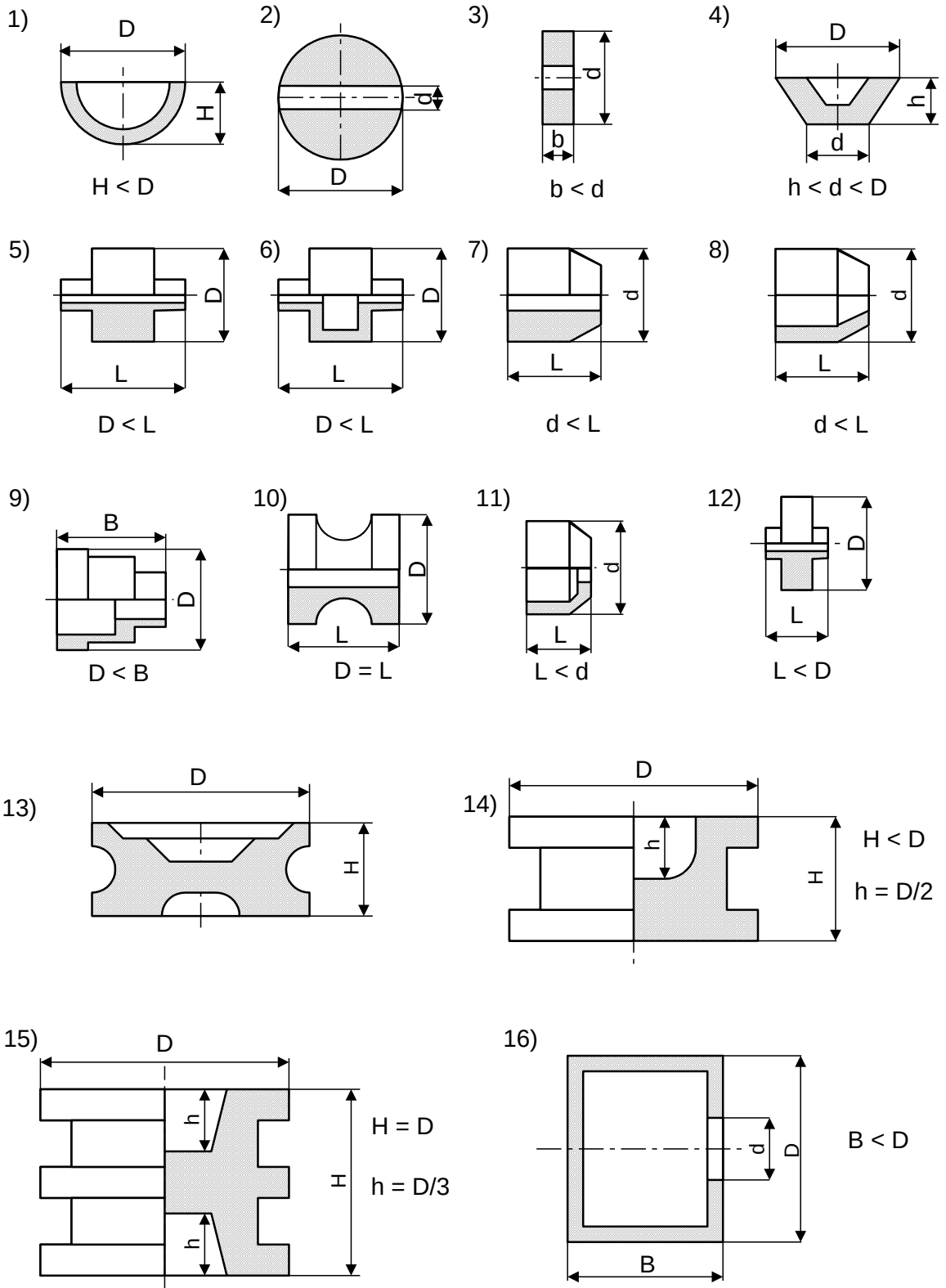
Рис. 14. Пример выполнения задания:

- а) эскиз детали; б) эскиз отливки; в) эскиз модели;
 г) эскиз стержня; д) вертикальный разрез литейной формы

Приложение 1

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

II уровень



ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Рассчитать припуски на механическую обработку для заданной преподавателем детали.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется ликвидацией?
2. Что называется галтулью?
3. Что такое усадка?
4. С какой целью применяется прибыль?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Солнцев, Ю.П.
Технология конструкционных материалов Электронный ресурс : учебник / В.Ю. Пирайнен / Б.С. Ермаков / Ю.П. Солнцев ; ред. Ю.П. Солнцев. - Технология конструкционных материалов, 2020-07-26. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 504 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-93808-298-4, экземпляров неограничено
2. Воронов, Д. Ю.
Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства Электронный ресурс / Воронов Д. Ю., Боровков В. М., Кузьмич И. В. : электронное учебно-методическое пособие. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 203 с. - ISBN 978-5-8259-1254-7, экземпляров неограничено
3. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. - 3-

е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 156 с. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-303-8, экземпляров 35

Дополнительная литература:

[illegible]

2. Перевертов, В. П.
Ч. 3: Технология обработки материалов давлением / Перевертов В. П. : конспект лекций в трех частях, Ч. 3
// Технологии конструкционных материалов / Перевертов В. П. -
Самара : СамГУПС, 2013., экземпляров неограничено

3. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общ. ред. В. М. Плескача. - К. : Вища школа, 1991. - 247 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 242-243. - ISBN 5-11-001909-6, экземпляров 35

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ ОБРАБОТКОЙ ДАВ-
ЛЕНИЕМ. ВЫБОР СПОСОБА ШТАМПОВКИ.

Цель работы: Ознакомиться с технологией получения заготовки обработкой давлением.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Модели поковок. Виды штамповки.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Выбирать способ штамповки, анализировать расположения плоскости разъема штампа.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3.

Актуальность темы. При проектировании процесса изготовления поковки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ВЫБОР СПОСОБА ШТАМПОВКИ

Исходя из заданного массового типа производства, из конфигурации, размеров, материала корпуса подшипника выбираем способ штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП), т.е. способ, который производительней штамповки на молоте, на фрикционном винтовом прессе и тем более на тихоходном гидропрессе. Кроме этого штамповка на КГШП, имеющим механизм выталкивания, более точная по размерам и с меньшими штамповочными уклонами, чем на молоте и фрикционном прессе.

Конфигурация корпуса исключает штамповку на горизонтально-ковочной машине (ГКМ), на которой целесообразно штамповать стержневые заготовки с высаженными элементами по длине стержня.

Исходной заготовкой для штамповки на КГШП целесообразна заготовка из круглого горячекатанного проката, а еще лучше из квадратного из стали ст.3.

Отработка чертежа корпуса подшипника на технологичность.

Учитывая возможности штамповки и требования по ее технологичности, так же как и для литья, многогранную форму тела корпуса целесообразно

изменить на округлую с меньшей массой, с радиусными сопряжениями и скруглениями кромок.

1. Солнцев, Ю.П. Технология конструкционных материалов Электронный ресурс : учебник / В.Ю. Пирайнен / Б.С. Ермаков / Ю.П. Солнцев ; ред. Ю.П. Солнцев. - Технология конструкционных материалов, 2020-07-26. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 504 с. - Книга нахо-

дится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-93808-298-4, экземпляров неограничено

2. Воронов, Д. Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства Электронный ресурс / Воронов Д. Ю., Боровков В. М., Кузьмич И. В. : электронное учебно-методическое пособие. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 203 с. - ISBN 978-5-8259-1254-7, экземпляров неограничено

3. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 156 с. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-303-8, экземпляров 35

Дополнительная литература:

1. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 656 с. : ил. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-391-5, экземпляров 50

2. Перевертов, В. П. Ч. 3: Технология обработки материалов давлением / Перевертов В. П. : конспект лекций в трех частях, Ч. 3 // Технологии конструкционных материалов / Перевертов В. П. - Самара : СамГУПС, 2013., экземпляров неограничено

3. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общ. ред. В. М. Плескача. - К. : Вища школа, 1991. - 247 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 242-243. - ISBN 5-11-001909-6, экземпляров 35

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ ОБРАБОТКОЙ ДАВЛЕНИЕМ. АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЛОСКОСТИ РАЗЪЕМА ШТАМПА.

Цель работы: Ознакомиться с технологией получения заготовки обработкой давлением.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Модели поковок. Виды штамповки.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Выбирать способ штамповки, анализировать расположения плоскости разъема штампа.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3.

Актуальность темы. При проектировании процесса изготовления поковки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЛОСКОСТИ РАЗЪЕМА ШТАМПА

Рассматривая варианты расположения плоскости разъема штампа аналогично I и II вариантам для литья (рисунок 1 и рисунок 2), отмечаем, что они не приемлемы из-за размера исходной заготовки с малой стороной квадрата (менее 86 мм, чтобы она вошла в полость штампа) и с большой ее длиной (для обеспе-

чения требуемой массы металла), которая недопустима из-за продольного изгиба исходной заготовки во время штамповки (допустимая высота исходной заготовки $H_{\text{исх.}}$. Должна быть $H_{\text{исх.}} \leq 2,5 D_{\text{исх.заг.}}$, где $D_{\text{исх.}}$ – диаметр или сторона квадрата).

Кроме этого при таких положениях разъема штампа по главному отверстию корпуса будет напуск.

Из оставшихся вариантов, аналогичных III, IV и V для литья (в соответствии с рисунками 3, 4 и 5), можно штамповать по любому из них.

Но целесообразней принять схему расположения плоскости разъема штампа по середине высоты штамповки и с расположением его пуансонов для образования главного отверстия (в соответствии с рисунком 6). Такая схема обеспечивает равномерную для каждого полуштампа деформацию заготовки и меньшее усилие штамповки, а значит равномерный и меньший износ полуштампов по сравнению с несимметричным по высоте разъемом; обеспечивает, хотя и незначительно, меньшую массу исходной заготовки из-за двусторонних штамповочных уклонов вместо односторонних; обеспечивает гарантированное центрирование заготовки из предыдущего ручья штампа в окончательном ручье в связи с утопанием (а не выступанием) пуансона нижнего полуштампа.

Чертеж детали.

Исходя из концепции по технологичности штамповки и принятой схемы расположения разъема штампа разработан чертеж детали (Приложение Г). При этом, исходя из назначения корпуса и клапана дроссельного, а также из

возможностей штамповки, устанавливаем шероховатость штампованных поверхностей $Rz80$ и вводим в технические требования чертежа корпуса допустимые для него дефекты (по скруглениям, уклонам, облою, смещению), остающиеся после мехобработки.

В графе «Материал» основной надписи чертежа указывается марка материала ст.3 ГОСТ8479-70, определяющий качество кованного металла.

Чертеж штамповки.

Проекция корпуса подшипника на главном виде вычерчивается в положении, в котором он штампуются (Приложение Д).

В соответствии с возможностями штамповки по мелким элементам детали: 6 отв.М10-7Н, отв.М10х1-7Н, по всем лабиринтным канавкам, по канавке Ø140,5 мм для выхода инструмента, а также по обоим продолговатым крепежным отверстиям предусматривается кузнечный напуск.

В правом верхнем углу карты эскиза под основной ее подписью указывается шероховатость штампованных поверхностей Rz80.

Указанные ТТ чертежа штамповки, установлены в соответствии с требованиями ГОСТ7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

Они имеют следующие обоснования:

а) По таблице 19 Приложения 1 для открытой штамповки на КГШП рекомендуются классы точности штамповки Т4 и Т5. Исходя из назначения корпуса подшипника на клапане дроссельном, принимаем класс точности – Т5.

По таблице 1 для стали ст.3 с массовой долей углерода до 0,35% устанавливаем группу стали – М1.

По п.2 Приложения 2 определяется степень сложности штамповки по отношению ее ориентировочной массы - G_n к массе простой геометрической фигуры - G_ϕ , в которую вписывается фигура штамповки

$$C = G_n / G_\phi, \quad (7)$$

где $G_n = m_{дет.} \cdot K_p$

$m_{дет.} = 10,2$ кг – масса детали из штамповки;

$K_p = 1,5$ – расчетный коэффициент для определения ориентировочной массы поковки, устанавливаемый по таблице 20, Приложения 3.

Тогда $G_n = 10,2 \cdot 1,8 = 18,36$ кг.

Фигура штамповки корпуса подшипника вписывается в параллелепипед с ориентировочными размерами (с учетом припусков): 330x197,5x89 (мм).

Тогда с учетом плотности стали $0,00785 \times 4 \text{ см}^3$:

$$G_{\phi} = 33 \times 19,75 \times 8,9 \times 0,00785 = 45,55 \text{ кг.} \quad (8)$$

$$C = \frac{18,6}{45,55} = 0,403 \quad (9)$$

В соответствии с указанием в п.4 Приложения 2 устанавливается степень сложности С2.

Для определения припусков и допусков по таблице 2 для штамповки массой 18,36 кг, с группой стали М1, степени сложности С2 и классу точности Т5 устанавливается исходный индекс – 9, что и вносится в п.1 ТТ чертежа штамповки.

б) Допустимое смещение по плоской поверхности разъема штампа равное 1, 2 мм устанавливается по таблице 9 (п.2 ТТ чертежа).

в) Допустимая величина остаточного облоя равная 1,4 мм устанавливается по таблице 10 (п.3 ТТ чертежа). Для исключения травм рук рабочих, а также для товарного внешнего вида наружные заусенцы после обрезки облоя недопускаются.

г) Неконцентричность пробиваемого после объемной штамповки отверстия равная 2,5 мм устанавливается по таблице 12 (графика чертежа).

д) Допускаемая неплоскостность боковых поверхностей корпуса и изогнутость (непрямолинейность) основания корпуса равные по 1,6 мм устанавливаются по таблице 13 (п.4 ТТ чертежа).

е) Штамповочные уклоны: наружные – $5^0 \pm 1^0 15'$, внутренние – $7^0 \pm 1^0 45'$ устанавливаются по таблице 18 и п.5.24.

ж) Учитывая минимальную величину радиуса скругления наружных углов при глубине полости ручья штампа порядка 45 мм равную 4 мм (таблица 7)

и допуска 3 мм на радиусы скругления (таблица 17), а также указание п.6.4 вносится п.5 ТТ чертежа. При этом учитывается, что чем больше радиус внутренних углов штамповки, тем больше стойкость штампа.

4.4.5.5 Размеры штамповки рассчитываются с учетом основных припусков, назначаемых по таблице 3 [4] на одну сторону в зависимости от исходного индекса 9, размера по толщине штамповки ≈ 90 мм (высотного ее размера,

получаемого обоими полуштампами), иных размеров (длины, ширины, диаметра, глубины уступов) и шероховатости поверхности после мехобработки.

Для компенсации смещения по разъему штампа по таблице 4 по размеру 195 назначается дополнительный припуск 0,5 мм по основанию корпуса, а по отв. $\varnothing 90,8$ – припуск на диаметр: $0,5 \times 2 = 1$ мм.

Для компенсации неплоскостности по торцу $\varnothing 140 + 0,04$ и непрямолинейности основания корпуса по таблице 5 назначаются дополнительные припуски по 0,8 мм.

Допуски на размеры назначаются по таблице 8 [4] с учетом п.5.2.

Результаты расчета размеров штамповки сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Припуски, допуски и размеры штамповки.

Размер по чертежу детали	Требуем. шерохов.	Основной припуск на сторону	Дополн. припуск на сторону	Допуск на разм. штамповки	Расчет размера штамповки	Исполнит. размер в черт. штамповки
1	2	3	4	5	6	7
330 T5	Rz80	-	-	+1,4;-0,8	-	$330^{+1,4}_{-0,8}$
195h15	Ra12,5	1,3	0,5+0,8	+1,1;-0,5	$195+1,3+0,5+0,8=197,6$	$197,6^{+1,1}_{-0,5}$
$\varnothing 185T5$	Rz80	-	-	+1,3;-0,7	-	$185^{+1,3}_{-0,7}$

Ø140H7	Ra1,6	1,6	-	+0,5;-1,1	140-2x1,6=136,8	$136,8^{+0,5}_{-1,1}$
Ø90,8H12	Ra6,3	1,1	0,5	+0,5;-1,1	90,8-2x1,1-2x0,5=87,6	$87,6^{+0,5}_{-1,1}$
88h15	Ra6,3	1,4	0,8	+0,9;-0,5	88+1,4+0,8=90,2	$90,2^{+0,9}_{-0,5}$
59H8	Ra3,2	1,4	-	+0,5;-0,9	59-1,4=57,6	$57,6^{+0,5}_{-0,9}$
35h14	Ra12,5	1,0	0,8	+0,9;-0,5	35+1,3+1,3+1,0+0,8= =39,4(1*)	$39,4^{+0,9}_{-0,5}$
$100 \pm \frac{JT14}{2}$	-	-	-	±0,5 (2*)	-	$100 \pm 0,5$
20T5	-	-	-	+0,4;-0,8	-	$20^{+0,4}_{-0,8}$
38±JT17/2	-	-	-	±1,5 (3*)	38-2(1,3+0,5+0,8)=32,8 (4*)	$32,8 \pm 1,5$
82±JT17/2	-	-	-	±1,5	82+2(1,3+0,5+0,8)=87,2	$87,2 \pm 1,5$

1	2	3	4	5	6	7
$10 \pm \frac{JT17}{2}$	-	-	-	±0,8	10+1,3+0,5+0,8=12,6 (4*)	$12,6 \pm 0,8$
86T5	-	-	-	+0,9;-0,5	-	$86^{+0,9}_{-0,5}$

1* - В расчете учтены припуски с двух сторон с учетом припуска по размеру 195.

2* - Допуск установлен по таблице 14 [4] как на межцентровое расстояние.

3* - На размеры детали: 38h17, 82h17; $10 \pm IT17/2$ и на соответствующие размеры штамповки установлены нестандартные допуски в связи с тем, что эти размеры не сопрягаемые, а их отклонения будут зависеть от отклонений по размеру 195h15 (197T5) с учетом влияния скосов под углом 45^0 .

4* - В расчетах размеров штамповки по размерам детали: 38h17; 82h17; $10 \pm IT17/2$ учтены величины припусков по размеру 197T5 с учетом двухсторонних скосов под углом 45^0 .

Размер $20_{-0,8}^{+0,4}$ до вырубаемой перемычки в отверстии взят конструктивно для получения толщины перемычки порядка 10 мм, чтобы при ее вырубке не было деформации (коробления) штамповки от большого усилия вырубки.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Требования, предъявляемые к расположению плоскости разъема штампа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Солнцев, Ю.П. Технология конструкционных материалов Электронный ресурс : учебник / В.Ю. Пирайнен / Б.С. Ермаков / Ю.П. Солнцев ; ред. Ю.П. Солнцев. - Технология конструкционных материалов, 2020-07-26. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 504 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-93808-298-4, экземпляров неограничено

2. Воронов, Д. Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства Электронный ресурс / Воронов Д. Ю., Боровков В. М., Кузьмич И. В. : электронное учебно-методическое пособие. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 203 с. - ISBN 978-5-8259-1254-7, экземпляров неограничено

3. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 156 с. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-303-8, экземпляров 35

Дополнительная литература:

1. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 656 с. : ил. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-391-5, экземпляров 50

2. Перевертов, В. П. Ч. 3: Технология обработки материалов давлением / Перевертов В. П. : конспект лекций в трех частях, Ч. 3 // Технологии конструкционных материалов / Перевертов В. П. - Самара : СамГУПС, 2013., экземпляров неограничено

3. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общ. ред. В. М. Плескача. - К. : Вища школа, 1991. - 247 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 242-243. - ISBN 5-11-001909-6, экземпляров 35

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 10

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КУЗНЕЧНОЙ КОВКИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИПУСКОВ И ДОПУСКОВ ПОКОВКИ

Цель работы: Ознакомиться с последовательностью определения припусков и допусков поковки при кузнечной ковке.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Модели поковки. Допуски и припуски поковки.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Определять припуски и допуски поковки.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3.

Актуальность темы. При проектировании процессаковки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки. т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Припуск Z – это увеличение размеров детали для последующей механической обработки на металлорежущих станках с целью получения необходимой точности размеров и качества поверхности детали.

Допуск Δ – это допустимое отклонение от размера поковки, т. е. точность, с которой должна быть изготовлена поковка.

Пояснения припусков и допусков даны на рис 10:

А – размер детали по чертежу;

Б – наименьший допустимый размер поковки: $B = B - \Delta/2$;

B – номинальный (расчетный) размер поковки: $B = A + Z$;

Γ – наибольший допустимый размер поковки: $\Gamma = B + \Delta/2$.

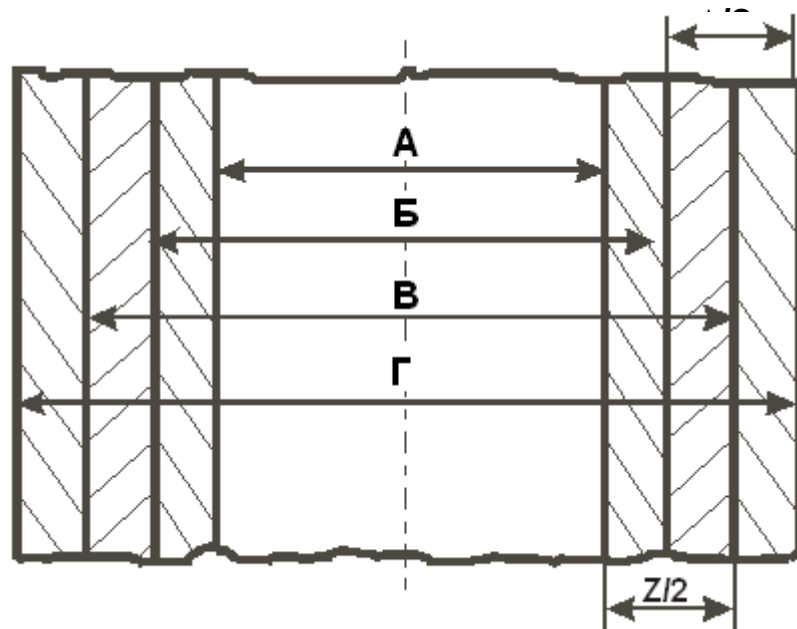


Рис. 10. Припуски и допуски на размер поковки

Величина припусков и допусков зависит от многих факторов. Приблизленно припуски (в мм) на механическую обработку могут быть определены по следующим формулам.

1. При ковке на молоте:

а) припуск на диаметр или толщину поковки D

$$Z_1 = 0,06 \cdot D + 0,0017 \cdot L + 2,8;$$

б) припуск на длину поковки L

$$Z_2 = 0,08 \cdot D + 0,002 \cdot L + 10.$$

1. При изготовлении поковок на прессе:

а) припуск на диаметр или толщину поковки D

$$Z_1 = 0,06 \cdot D + 0,002 \cdot L + 2,3;$$

б) припуск на длину поковки L

$$Z_2 = 0,05 \cdot D + 0,05 \cdot L + 26.$$

2. Допуски (в мм) на размеры поковок можно приближенно определить из выражений:

а) на диаметр или толщину поковки D

$$\Delta_1 = 0,028 \cdot D + 0,0004 \cdot L + 0,5;$$

б) на длину поковки L

$$\Delta_2 = 0,03 \cdot D + 0,003 \cdot L + 1,2.$$

Тогда номинальный диаметр или толщина поковки (D_{Π}) определяется как

$$D_{\Pi} = D + Z_1,$$

а допустимые наибольший и наименьший диаметры выражаются как

$$D_{\Pi \max} = D_{\Pi} + \Delta_1/2;$$

$$D_{\Pi \min} = D_{\Pi} - \Delta_1/2.$$

Номинальная длина поковки составит: $L_{\Pi} = L + Z_2$, а допустимые наибольшая и наименьшая длина выразятся как

$$L_{\Pi \max} = L_{\Pi} + \Delta_2/2;$$

$$L_{\Pi \min} = L_{\Pi} - \Delta_2/2.$$

Допуски устанавливаются на все размеры поковки, в том числе и на те, которые не подвергаются последующей механической обработке.

Задания для индивидуальной работы

1. Определить виды выполненных мастером операцийковки. Произвести необходимые измерения и определить коэффициент уковки при каждой из них.

2. Определить необходимую мощность молота или прессы и виды операций дляковки следующих изделий:

а) из медной заготовки диаметром 100 мм и длиной 120 мм нужно получить поковку квадратного сечения (60×60 мм);

б) слиток из стали У12 сечением 100×100 мм и длиной 1300 мм нужно проковать и получить вал диаметром 80 мм;

в) из заготовки из стали марки Ст3 диаметром 150 мм и высотой 120 мм нужно получить кольцо с наружным диаметром 200 мм и внутренним 80 мм;

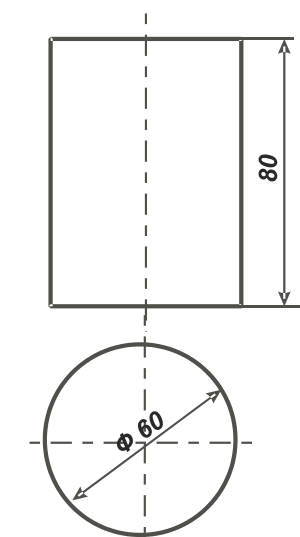
г) латунную заготовку диаметром 30 мм необходимо проковать на шестигранник;

д) заготовку из стали 45 сечением 800×800 мм и длиной 1100 мм нужно проковать и получить вал диаметром 600 мм;

е) слиток из стали 30ХГСА сечением 1200×1200 мм и длиной 2600 мм нужно проковать и получить трехступенчатый вал с диаметрами ступеней 1000, 850 и 680 мм;

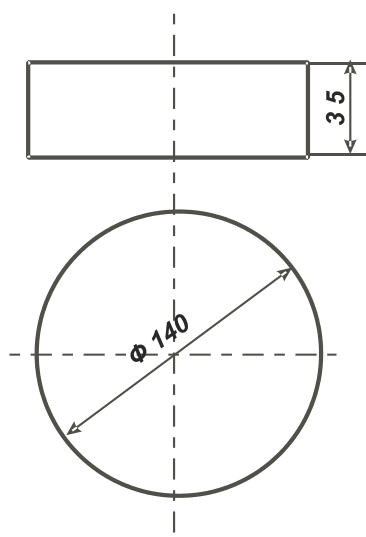
ж) из стали 40Х9С2 получить поковку в виде диска диаметром 82 мм и толщиной 36 мм.

3. Определить припуски и допуски на поковки следующих изделий:



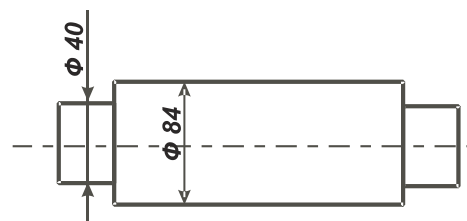
Ковка на молоте

a



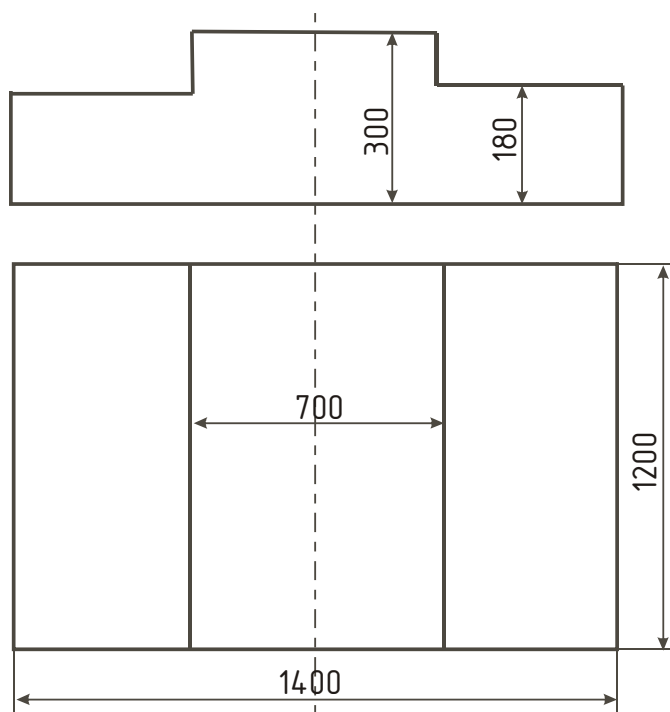
Ковка на прессе

б



Ковка на молоте

в



4. Поступил заказ на изготовление изделий (поковок) диаметром 100 мм, высотой 100 мм. На складе прутков такого диаметра не оказалось, в наличии были прутки диаметром 80 мм.

Определите, какой длины заготовку нужно отрезать от прутка, чтобы получить поковку диаметром 100 мм и длиной 100 мм.

Известно, что объем заготовки при обработке давлением остается постоянным:

$$V_{\text{заготовки}} = V_{\text{поковки}}.$$

Объем цилиндра $V = \pi R^2 \cdot h$.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Выполнить расчетное задание по указаниям преподавателя.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой технологический процесс называется кузнечной ковкой?
2. В чем преимущества и недостатки свободнойковки?
3. Для чего металл перед ковкой нагревают?
4. Как определяется мощность молота и прессы?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

- [illegible]

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Параметры режима ручной дуговой сварки. Разновидности оборудования электрической контактной сварки.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Освоение элементов практических навыков сварки.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3.

Актуальность темы. При проектировании технологии ручной дуговой и контактной сварки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ И КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

1. Ручная дуговая сварка покрытым плавящимся электродом

Сварка – это процесс получения неразъемных соединений путем установления межатомных связей между поверхностями свариваемых заготовок за счет их плавления и пластической деформации.

В производстве сварных металлоконструкций чаще других способов используется ручная дуговая сварка, что обусловлено следующими ее преимуществами: высокими прочностными свойствами сварных соединений, возможностью применения в труднодоступных местах, простотой и надежностью оборудования, широким выбором типов сварочных электродов и, следовательно, большим диапазоном технологических возможностей.

При ручной сварке дуга горит между заготовкой и электродом, закрепленном в электрододержателе, который держит в руке сварщик. Все операции по зажиганию дуги, перемещению дуги относительно изделия и подаче электрода в зону дуги выполняются вручную.

Сварка основана на использовании тепловой энергии электрической дуги, в столбе которой развивается температура 6000–8000 °С. **Сварочная дуга** представляет собой мощный стабильный разряд электричества в ионизированной атмосфере газов и паров металла. Ионизация дугового промежутка начинается в момент зажигания дуги и непрерывно поддерживается в процессе ее горения. Процесс зажигания дуги обычно включает три этапа:

- 1) короткое замыкание электрода на заготовку, при этом в точках касания происходит разогрев металла;
- 2) отвод электрода на расстояние 3–6 мм. На этом этапе под действием электрического поля начинается эмиссия электронов с поверхности разогретых пятен. Столкновение быстро движущихся электронов с молекулами газов и паров металла приводит к ионизации воздушного зазора, дуговой промежуток становится электропроводным;
- 3) возникновение устойчивого дугового разряда.

2. Оборудование для ручной дуговой сварки

Источник питания сварочной дуги – это устройство, которое позволяет получать необходимый по роду и силе ток. Источники сварочного тока должны иметь специальную *внешнюю характеристику*, т. е. зависимость напряжения на его выходных клеммах от тока в электрической це-

пи, которая может быть крутопадающей, пологопадающей, жесткой и возрастающей.

Работу любого источника характеризуют три основных его состояния: *режим холостого хода* (сварочная цепь разомкнута, дуга не горит), *режим короткого замыкания* (в сварочной цепи течет ток короткого замыкания) и *режим нагрузки* (дуга горит устойчиво при заданном рабочем токе). Этим состояниям соответствуют определенные точки его внешней характеристики.

Для ручной дуговой сварки используются источники с крутопадающей характеристикой. Для получения такой характеристики используются трансформаторы с повышенным индуктивным сопротивлением X_m , (для обычного силового $X_m \approx 0$). Тогда напряжение на выходе трансформатора (напряжение сварочной дуги U_d) будет определяться формулой

$$U_d = \sqrt{U_{xx}^2 - Y_d^2 \times X_m^2},$$

где U_{xx} – напряжение холостого хода трансформатора (В)

Y_d – ток дуги (сила сварочного тока, А)

X_m – индуктивное сопротивление сварочного трансформатора (Ом).

Увеличение сварочного тока (при уменьшении длины дуги) вызывает снижение напряжения на дуге и наоборот, т. е. электрическая мощность дуги почти не изменяется, и этим обеспечивается стабильное горение сварочной дуги. Максимальная сила тока, соответствующая режиму короткого замыкания на первом этапе зажигания дуги, также ограничена, что предупреждает перегрев проводов и самих источников тока и определяется величиной индуктивного сопротивления трансформатора X_m :

$$Y_{кз} = \frac{U_{xx}}{X_m}.$$

Таким образом, регулирование тока короткого замыкания и сварочного тока в различных конструкциях сварочных трансформаторов выполняется за счет изменения величины его индуктивного сопротивления X_m .

Источник тока должен быть электробезопасным для сварщика (вторичное напряжение источника на холостом ходу ограничено величиной 60–80 В). Следует помнить, что абсолютно безопасным является напряжение 36 В для сухих помещений и 12 В – для сырых. Однако при напряжении ниже 60 В возникают трудности при возбуждении дуги, таким образом, сварочное напряжение не является абсолютно безопасным и при определенных условиях (болезненное состояние, алкогольное опьянение, сырое помещение и т. д.) может привести к смертельному исходу.

Для ручной дуговой сварки в зависимости от рода тока в сварочной цепи используют источники переменного тока – *сварочные трансформаторы* и источники постоянного тока – *сварочные выпрямители* и *генераторы*.

Источники переменного тока более распространены, так как обладают рядом технико-экономических преимуществ: сварочные трансформаторы проще в эксплуатации, значительно долговечнее и обладают более высоким КПД, чем выпрямители и генераторы.

Существуют сварочные трансформаторы двух групп:

1. Трансформаторы с нормальным магнитным рассеиванием. Эти трансформаторы могут быть двух типов. В первом случае дроссель может выполняться отдельно от трансформатора. Во втором – в однокорпусном исполнении.

2. Трансформаторы с повышенным магнитным рассеянием также разделяются на два типа: с подвижным шунтом или с подвижной обмоткой.

Наиболее широко используются трансформаторы с повышенным магнитным рассеянием и подвижной первичной обмоткой. Трансформатор (рис. 1) состоит из замкнутого магнитопровода 1, который собирается из пластин электротехнической стали, и двух обмоток. Вторичная обмотка 3 крепится на магнитопроводе неподвижно. Первичная обмотка 4, подключаемая к промышленной сети, может свободно перемещаться вдоль стержней магнитопровода с помощью винтового механизма 2. Первичная и вторичная обмотки разнесены друг относительно друга, что обуславливает повышенное индуктивное сопротивление трансформатора вследствие появления магнитных потоков рассеяния. При работе трансформатора основной магнитный поток Φ_o , создаваемый первичной и вторичной обмотками, замыкается через магнитопровод. Часть магнитного потока замыкается вокруг обмоток через воздушное пространство, образуя потоки рассеяния Φ_{s1} и Φ_{s2} . С увеличением расстояния между обмотками увеличиваются потоки рассеяния и, следовательно, возрастает индуктивное сопротивление трансформатора.

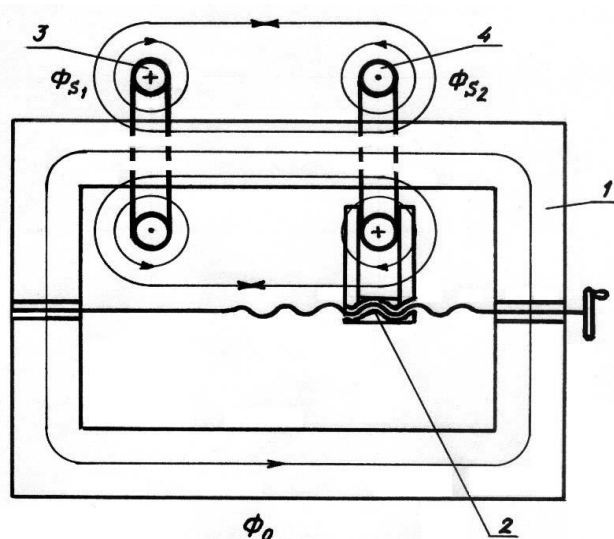


Рис. 1. Схема сварочного трансформатора

Для регулирования сварочного тока изменяют расстояние между обмотками трансформатора. Минимальный сварочный ток соответствует наибольшему расстоянию между обмотками и максимальным потокам рассеяния.

Кроме традиционных источников питания дуги для ручной дуговой сварки все более широко применяются *инверторные источники переменного тока*. При достаточно большой мощности они имеют малые габариты и массу.

Рабочее место сварщика (*сварочный пост*) при небольших габаритах изделий организуют в сварочных кабинах размерами 2,0×2,5×2,0 м. Обязательна вытяжная вентиляция. В кабине устанавливают сварочный трансформатор, предусматривают наличие рубильников, кабелей, электрододержателя, заземления источника питания, корпусов рубильников, сварочных столов. На посту должен находиться комплект приспособлений: зубило, молоток и металлическая щетка для удаления шлака, элект-

трошкаф для прокалки электродов, мерительный инструмент, щитки и маски для предохранения сварщика от брызг металла, частиц шлака искр и излучения. Щиток удерживается в руке, а маска надевается на голову и освобождает руку сварщика. Щиток и маска имеют смотровое окно со светофильтром, который поглощает опасные излучения дуги. Различают ослабляющие светофильтры постоянной плотности (черные стекла), которые имеют оптическую плотность (число, показывающее, во сколько раз снижается яркость свечения дуги) от 3 до 13 в зависимости от марки, а также светофильтры с изменяющейся оптической плотностью. Последние без дуги прозрачны, а при ее зажигании за время менее 0,01 с оптическая плотность фильтров автоматически возрастает до номинальной. Действие таких светофильтров основано на способности жидких кристаллов менять свою оптическую плотность под влиянием внешних воздействий.

Спецодежду для сварщика изготавливают из плотного брезента или сукна, на ней не должно быть открытых карманов. Обувь должна иметь глухой верх, брюки навывпуск. Рукавицы изготавливают из плотного брезента, кожи или асбестовой ткани.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Выполнить экспериментальную часть в соответствии с методическими указаниями.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется ручной дуговой сваркой?
2. Что называется контактной сваркой?

3. Требования, предъявляемые к процессу ручной дуговой сварки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Солнцев, Ю.П. Технология конструкционных материалов Электронный ресурс : учебник / В.Ю. Пирайнен / Б.С. Ермаков / Ю.П. Солнцев ; ред. Ю.П. Солнцев. - Технология конструкционных материалов, 2020-07-26. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 504 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-93808-298-4, экземпляров неограничено

2. Воронов, Д. Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства Электронный ресурс / Воронов Д. Ю., Боровков В. М., Кузьмич И. В. : электронное учебно-методическое пособие. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 203 с. - ISBN 978-5-8259-1254-7, экземпляров неограничено

3. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 156 с. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-303-8, экземпляров 35

Дополнительная литература:

- [illegible]

2. Перевертов, В. П. Ч. 3: Технология обработки материалов давлением / Перевертов В. П. : конспект лекций в трех частях, Ч. 3 // Технологии конструкционных материалов / Перевертов В. П. - Самара : СамГУПС, 2013., экземпляров неограничено

3. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общ. ред. В. М. Плескача. - К. : Вища школа, 1991. - 247 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 242-243. - ISBN 5-11-001909-6, экземпляров 35

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 12

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ

РУЧНОЙ ДУГОВОЙ И КОНТАКТНОЙ СВАРКИ. СВАРОЧ-

НЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ.

Цель работы: Ознакомиться с оборудованием и технологией ручной дуговой и контактной сварки.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Параметры режима ручной дуговой сварки. Разновидности оборудования электрической контактной сварки.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Освоение элементов практических навыков сварки.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3.

Актуальность темы. При проектировании технологии ручной дуговой и контактной сварки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ

Электрод для ручной дуговой сварки (см. рис. 2) представляет собой металлический стержень 1 длиной 300–450 мм, на поверхность которого нанесено покрытие 2. В процессе сварки дуга 6 горит между стержнем электрода и основным металлом. Стержень электрода плавится и вместе с металлом расплавленных кромок свариваемых заготовок образует металлическую ванну 4. Плавится также и покрытие электрода, образуя защитную шлаковую ванну на поверхности расплавленного металла, что предохраняет его от вредного воздействия атмосферы. Совокупность металлической и шлаковой ванн называют *сварочной ванной*. По мере движения дуги металлическая ванна затвердевает, и формируется сварной шов 5. Жидкий шлак после остывания образует твердую шлаковую корку 3.

Стержни электродов изготовлены из сварочной проволоки. Стандартом предусмотрено 77 марок стальной проволоки диаметром 0,2–12 мм, которые делятся на три группы: низкоуглеродистую (Св-08А и др.), легированную (Св-10Х5М и др.) и высоколегированную (Св-06Х19Н10МЗТ и др.). В марках проволоки «Св» означает «сварочная», первые две цифры – содержание углерода в сотых долях процента, последующие буквы и цифры – содержание легирующих элементов в соответствии с маркировкой легированных сталей; последняя буква «А» – пониженное содержание серы и фосфора.

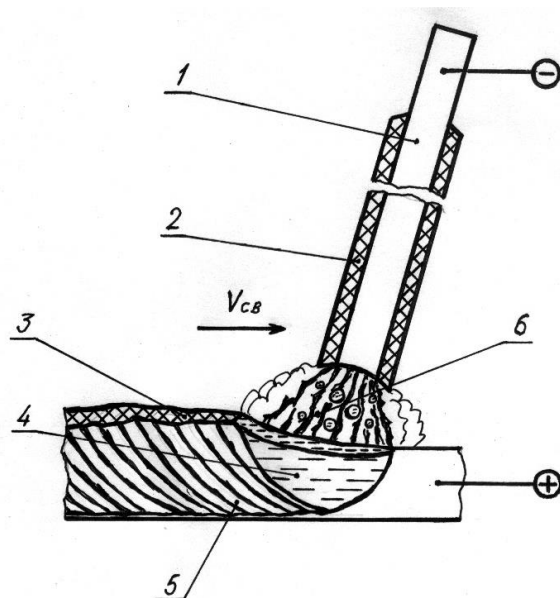


Рис. 2. Схема процесса сварки

Покрyтия электродов предназначены для обеспечения стабильного горения дyги, защиты расплавленного металла от воздействия атмосферы и формирования металла шва с заданным составом и свойствами. Равномерное горение дyги достигается за счет введения в покрытие стабилизирующих компонентов – легкоионизирующихся веществ (соединений натрия, калия, кальция в виде мела, мрамора и т. п.). Газовая защита сварочной ванны выполняется введением в покрытия газообразующих веществ: целлюлозы, крахмала и др. Для обеспечения шлаковой защиты в покрытия вводят шлакообразующие элементы – рутиловый концентрат, полевой шпат, марганцевую руду. Для удаления кислорода из сварочной ванны в покрытия вводят раскисляющие компоненты – сплавы железа с активными металлами, например, ферромарганец. Входящий в его состав марганец реагирует с растворенным в ванне кислородом, а также с кислородом оксидов и восстанавливает чистое железо, сам марганец при этом окисляется и уходит в шлак. После застывания шлак образует на поверхности шва твердую стекловидную корку. При удалении шлаковой корки

ударами молота следует беречь глаза от разлетающихся стекловидных частичек шлака, закрываясь щитком или маской. В покрытия также вводят легирующие элементы для легирования металла шва. Кроме того, в покрытия добавляют пластификаторы и связующие, придающие покрытию прочность и хорошее сцепление со стержнем.

Различают следующие виды покрытий:

1) **кислые** (основные компоненты – MnO и SiO_2), обладают хорошими технологическими свойствами, но при сварке выделяют токсичные соединения марганца, поэтому их применение сокращается;

2) **рутиловые** (основной компонент – TiO_2), обладают высокими сварочно-технологическими свойствами;

3) **основные** (содержат $CaCO_3$ и $MgCO_3$), технологические свойства ограничены;

4) **целлюлозные** (основные компоненты – целлюлоза и другие органические вещества), создают хорошую газовую защиту и образуют малое количество шлака, например электроды ОМА2.

Стандартное условное обозначение электродов содержит основную информацию о сварочных электродах.

4. Режим сварки

Основными параметрами режима ручной дуговой сварки являются диаметр электрода и сила сварочного тока.

Диаметр электрода d выбирается в зависимости от толщины листов свариваемого металла S с помощью табл. 1.

Таблица 1

S , мм	1–2	3–5	6–10	11–15	16–20	21 и бо- лее
d , мм	2–3	3–4	4–5	5	5–6	6–8

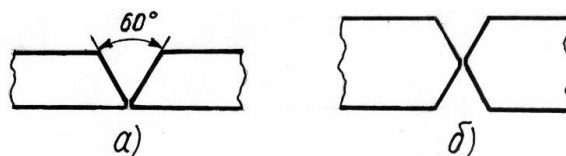
Сила сварочного тока I определяется по формуле:

$$I = (20 + 6d) \cdot d, \text{ А.}$$

При сварке высоколегированных сталей для уменьшения перегрева металла расчетное значение силы тока уменьшают на 20–30 %.

В производственных условиях для определения силы сварочного тока ориентируются на паспортные данные электродов.

Листы толщиной до 6 мм свариваются встык с одной стороны, а до 12 мм – с двух сторон без разделки кромок. При односторонней сварке листов толщиной более 6 мм выполняется обычно V-образная разделка кромок под углом 60° (рис. 3, а). Если шов можно выполнять с двух сто-



рон, то для толщин свыше 12 мм делают X-образную разделку (рис. 3, б). Существуют и другие виды разделки кромок.

Рис. 3. V-образная (а) и X-образная (б) разделка кромок

При толщине свариваемых листов более 6 мм производится многопроходная сварка, так при стыковой сварке листов толщиной 20 мм выполняется 6–7 проходов.

Ручная сварка удобна при выполнении коротких и криволинейных швов в любых пространственных положениях – нижнем, вертикальном, горизонтальном, потолочном (рис. 4), при наложении швов в труднодо-

ступных местах, а также при монтажных работах и сборке конструкций сложной формы.

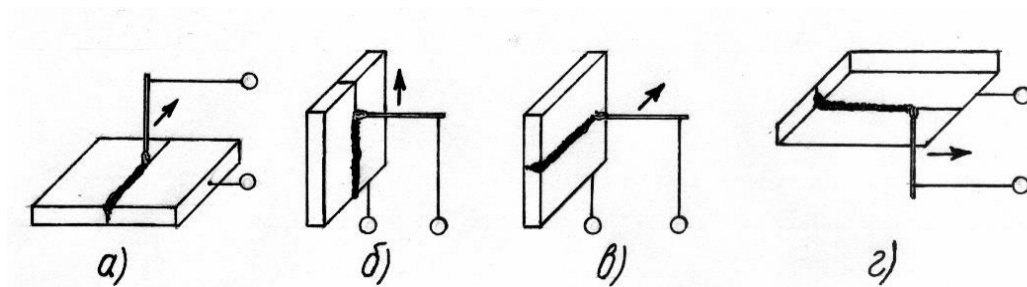


Рис. 4. Возможные пространственные положения при сварке:

а – нижнее; б – вертикальное; в – горизонтальное; г – потолочное

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Выполнить экспериментальную часть в соответствии с методическими указаниями.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется сварочным электродом?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Солнцев, Ю.П. Технология конструкционных материалов Электронный ресурс : учебник / В.Ю. Пирайнен / Б.С. Ермаков / Ю.П. Солнцев ; ред. Ю.П. Солнцев. - Технология конструкционных материалов, 2020-07-26. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 504 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-93808-298-4, экземпляров неограничено

2. Воронов, Д. Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства Электронный ресурс / Воронов Д. Ю., Боровков В. М., Кузьмич И. В. : электронное учебно-методическое пособие. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 203 с. - ISBN 978-5-8259-1254-7, экземпляров неограничено

3. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 156 с. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-303-8, экземпляров 35

Дополнительная литература:

1. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 656 с. : ил. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-391-5, экземпляров 50

2. Перевертов, В. П. Ч. 3: Технология обработки материалов давлением / Перевертов В. П. : конспект лекций в трех частях, Ч. 3 // Технологии конструкционных материалов / Перевертов В. П. - Самара : СамГУПС, 2013., экземпляров неограничено

3. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общ. ред. В. М. Плескача. - К. : Вища школа, 1991. - 247 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 242-243. - ISBN 5-11-001909-6, экземпляров 35

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 13

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ

РУЧНОЙ ДУГОВОЙ И КОНТАКТНОЙ СВАРКИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ ДУГИ.

Цель работы: Ознакомиться с методикой определения тепловой мощности дуги.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Определение тепловой мощности дуги.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Расчет тепловой мощности дуги.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3.

Актуальность темы. При проектировании технологии ручной дуговой и контактной сварки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ ДУГИ

Подводимая к свариваемому изделию теплота характеризуется тепловой мощностью дуги. *Полная тепловая мощность* сварочной дуги

$$Q = K \cdot I \cdot U, \text{ Вт},$$

где I – сила сварочного тока, А,

U – напряжение на дуге, В,

K – коэффициент несинусоидальности напряжения и тока (для переменного тока $K \approx 0,84$).

Часть мощности дуги рассеивается, а то количество теплоты, которое вводится в свариваемое изделие, называется *эффективной тепловой мощностью* сварочной дуги:

$$G = r \cdot Q, \text{ Вт},$$

где r – КПД дуги (для ручной дуговой сварки $r \approx 0,81$).

Основными *дефектами* сварных соединений являются непровары и несплавления, трещины, раковины и поры.

Качество полученных соединений определяется различными средствами технического контроля: внешним осмотром, неразрушающими и разрушающими методами и др.

Методические указания по выполнению работы

1. Под руководством учебного мастера зажечь дугу и выполнить ручную дуговую сварку образцов.
2. Определить значения напряжения и силы тока в сварочной цепи при работе трансформатора в режиме холостого хода, при устойчивом горении дуги и при коротком замыкании, результаты внести в табл. 2.

Таблица 2

Режим работы трансформатора	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$
1. Холостой ход		
2. Устойчивое горение дуги		

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: Расчет тепловой мощности дуги.

Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3.

Актуальность темы. При проектировании технологии ручной дуговой и контактной сварки важным вопросом является выбор наиболее рациональной модельной оснастки. От выбора заготовки, т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЭЛЕКТРОКОНТАКТНАЯ СВАРКА

Контактная сварка – это процесс образования неразъемного соединения за счет нагрева металла проходящим через пятно контакта электрическим током и пластической деформации сварного шва сжимающим усилием. Максимальное количество тепла выделяется в месте сварочного контакта из-за незначительной площади вершин микровыступов и наличия пленок загрязнений и оксидов на поверхности. При непрерывном сдавливании заготовок нагретый металл в местах контакта деформируется, поверхностные оксидные пленки разрушаются и удаляются из зоны контакта. Нагрев продолжается до необходимого пластичного состояния или оплавления материала заготовок.

Параметрами режима контактной сварки являются величина сжимающего усилия P (Н), плотность тока j (А/мм²) и время протекания тока τ (с).

Основными способами контактной сварки являются стыковая, точечная и шовная сварка.

Стыковая сварка

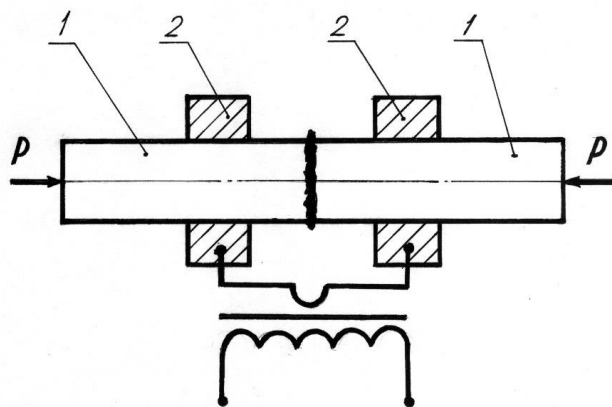


Рис. 5. Схема стыковой контактной сварки:
1 – заготовка; 2 – зажим

При **стыковой сварке** изделия свариваются по всей поверхности соприкосновения. Способ применяется, в основном, для соединения заготовок из сортового проката и труб. Свариваемые заготовки закрепляют в зажимах сварочной машины, сдавливают силой P и включают ток (рис. 5). По окончании нагрева ток отключают и одновременно увеличивают сжимающее усилие P , – производят осадку (проковку).

Стыковую сварку с разогревом стыка до пластического состояния называют *сваркой сопротивлением*, а при разогреве до оплавления – *сваркой оплавлением*.

Циклограммой сварки называют совместное графическое изображение силы тока и величины давления в процессе сварки. Циклограммы различных способов сварки похожи, время прохождения сварочного тока обычно существенно меньше времени приложения сжимающего усилия P (рис. 6).

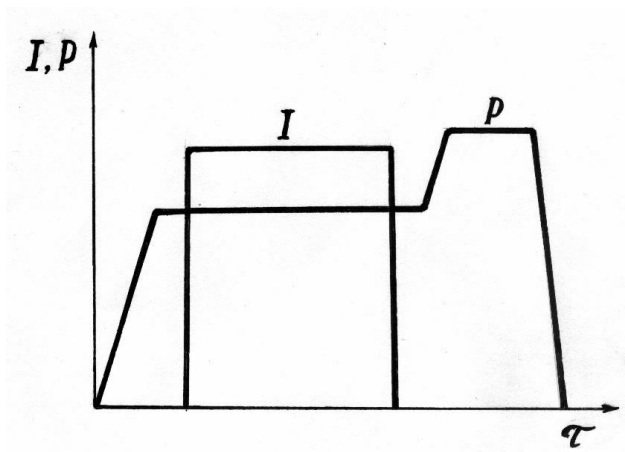


Рис. 6. Циклограмма контактной стыковой сварки сопротивлением

Перед стыковой сваркой сопротивлением заготовки очищают различными методами, и торцы их плотно подгоняют друг к другу. Сварка оплавлением не требует особой подготовки места соединения, так как в процессе оплавления выравниваются все неровности стыка, а загрязнения удаляются. Стыковой сваркой соединяют заготовки из сталей, медных, алюминиевых и других сплавов при изготовлении концевых режущего инструмента, железобетонной арматуры, длинномерных трубчатых изделий, железнодорожных путей и т. д.

Точечная сварка

Точечной сваркой называется способ контактной сварки, при котором заготовки соединяются на отдельных ограниченных участках соприкосновения — точках. Листовые заготовки толщиной 0,2–6 мм сжимают между электродами сварочной машины (см. рис. 7) и включают ток. Нагрев продолжают до расплавления внутренних контактирующих слоев.

После этого ток выключают, давление несколько увеличивают, а затем снимают. В результате образуется литая сварная точка. Кристаллизация

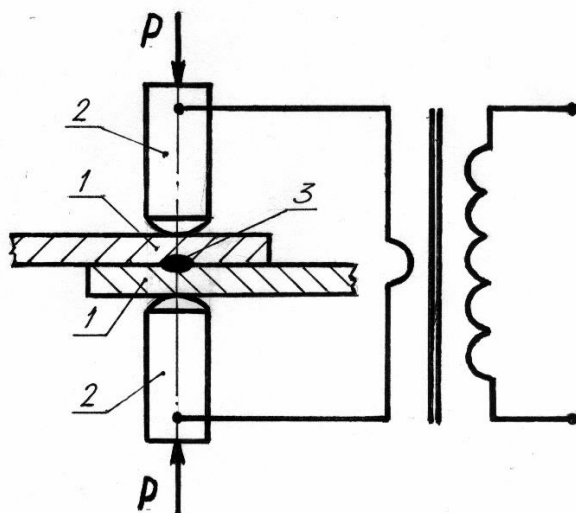


Рис. 7. Схема контактной точечной сварки:
1 – заготовка; 2 – электрод; 3 – сварная точка

точки протекает под давлением, это позволяет избежать образования усадочных раковин. Перед сваркой место соединения очищают от загрязнений и оксидных пленок. Параметры режима сварки (силу тока, время и давление) подбирают по справочным таблицам, а затем корректируют опытным путем. Точечную сварку применяют для изготовления изделий из сталей, алюминиевых сплавов в различных отраслях промышленности. Незаменима точечная сварка в автомобилестроении при изготовлении кузовов, кабин, дверей.

Шовная сварка

Шовной сваркой называется разновидность контактной сварки, при которой подвод тока от источника питания к свариваемым заготовкам осуществляется при помощи двух вращающихся дисковых электродов – роликов (рис. 8).

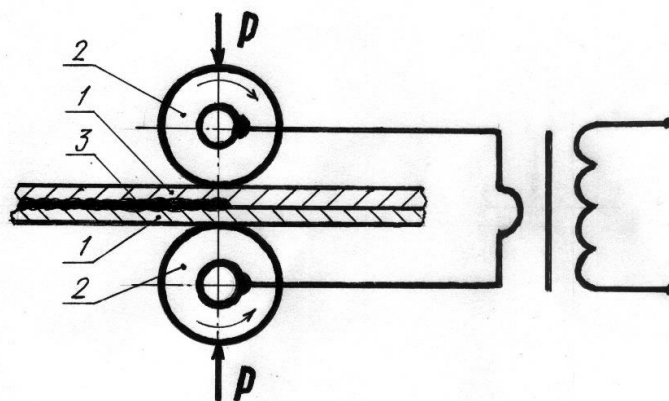


Рис. 8. Схема контактной точечной сварки:
1 – заготовка; 2 – электрод-ролик; 3 – сварной шов

Листовые заготовки собирают внахлест, зажимают между электродами и пропускают ток. При движении роликов по заготовкам образуются перекрывающиеся друг друга сварные точки, в результате чего получается сплошной герметичный шов. Шовная контактная сварка – высокопроизводительный процесс, ее скорость может достигать 10 м/мин, она широко применяется для соединения сталей, алюминиевых, магниевых и титановых сплавов; толщина листов – от 0,3 до 4,0 мм. Особенно эффективно применение шовной сварки в массовом производстве при изготовлении емкостей для жидкостей и газов. Широко применяется шовно-стыковая сварка труб с прямым продольным сварным швом.

Сварка аккумулированной энергией

Недостатком контактной сварки является кратковременное импульсное потребление значительной мощности в момент сварки, что создает существенную нагрузку для питающей электрической сети. Сварка пред-

варительно накопленной энергией позволяет создать более благоприятные условия нагружения для сети.

Существует четыре разновидности *сварки аккумулированной энергией*:

- 1) *конденсаторная* – энергия накапливается в батарее конденсаторов;
- 2) *электромагнитная* – энергия запасается в магнитном поле специального сварочного трансформатора;
- 3) *инерционная* – энергия запасается во вращающихся частях генератора;
- 4) *аккумуляторная* – энергия накапливается в аккумуляторной батарее.

Наиболее широко применяется конденсаторная сварка, она используется в производстве электроизмерительных и авиационных приборов, часовых механизмов, фотоаппаратов, элементов полупроводников и электронных схем.

Основными *дефектами* соединений при стыковой сварке являются непровары, а также чрезмерный рост зерна и обезуглероживание сталей из-за перегрева. Основным показателем качества точечной и шовной сварки – размеры ядра сварной точки и литой зоны шва.

Качество контактной сварки контролируют внешним осмотром, методами неразрушающего контроля, а непровар – разрушением образцов в тисках молотком и зубилом.

Методические указания по выполнению работы

1. Под наблюдением учебного мастера произвести точечную сварку пластин и стыковую сварку прутков. Определить качество сварки внешним осмотром.
2. Сделать выводы по работе.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. Выполнить расчет параметров ручной дуговой сварки.
3. Оформить отчет, ответив в отчете на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое циклограмма контактной сварки?
2. Какую дугу называют сварочной?
3. Каковы основные дефекты контактной сварки?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Солнцев, Ю.П.
Технология конструкционных материалов Электронный ресурс : учебник / В.Ю. Пирайнен / Б.С. Ермаков / Ю.П. Солнцев ; ред. Ю.П. Солнцев. - Технология конструкционных материалов, 2020-07-26. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 504 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-93808-298-4, экземпляров неограничено
2. Воронов, Д. Ю.
Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства Электронный ресурс / Воронов Д. Ю., Боровков В. М., Кузьмич И. В. : электронное учебно-методическое пособие. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 203 с. - ISBN 978-5-8259-1254-7, экземпляров неограничено

3. Кириллов, Е. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учеб. пособие / Е. С. Кириллов, В. П. Меринов, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 156 с. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-303-8, экземпляров 35

Дополнительная литература:

[illegible]

2. Перевертов, В. П.
Ч. 3: Технология обработки материалов давлением / Перевертов В. П. : конспект лекций в трех частях, Ч. 3
// Технологии конструкционных материалов / Перевертов В. П. -
Самара : СамГУПС, 2013., экземпляров неограничено

3. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общ. ред. В. М. Плескача. - К. : Вища школа, 1991. - 247 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 242-243. - ISBN 5-11-001909-6, экземпляров 35

Практическое занятие 15.

Расчет коэффициента использования материала изделий из пласт-масс

Способ получения исходной заготовки в значительной степени определяется размерами программного задания и техническими возможностями заготовительных цехов предприятия или возможностями получения прогрессивных и исходных заготовок от специализированных предприятий. Применение прогрессивных способов получения заготовки, для которых характерен высокий коэффициент использования материала, снижает трудоемкость и себестоимость технического процесса, однако, дополнительные затраты на основание загото-

вительных цехов окупается только при больших размерах программного задания.

1 Теоретическая часть

Коэффициент использования материала k_m характеризуется материалоемкостью и трудоемкостью технологического процесса и определяется отношением:

$$k_m = \frac{m_o}{m_{zag} + m_m + m_n}, \quad (15.1)$$

где m_o – масса и объем детали;

m_{zag} – масса и объем заготовки;

m_m – масса технологических потерь;

m_n – масса производственных потерь.

Для машиностроения затраты, необходимые на изготовление детали, делятся на 4 основные группы:

1. Затраты, связанные с производством заготовки.
2. Затраты на заработную плату.
3. Затраты, связанные с амортизацией.
4. Прочие затраты.

На 1-ю статью расходов приходится около 60–80 % затрат, на 2-ю – 10–20 %, на 3-ю – 3–4%, остальные расходы на 4-ю.

Применение прогрессивного способа получения заготовки увеличивает затраты связанные с производством заготовки. Однако уменьшаются затраты по 2, 3, 4 статьям расходов. При большом программном задании возможно применение специального оборудования, приспособлений, инструмента, что дает возможность использовать малоквалифицированный труд, а, следовательно, снизить затраты по заработной плате.

На рисунке 15.1 приведены две возможные зависимости себестоимости от программного задания для двух технических процессов. За счет дополни-

тельных расходов на получение заготовки вариант 2 при небольшом программном задании имеет большую себестоимость. Однако с увеличением программного задания за счет уменьшения трудоемкости себестоимость варианта 2 падает и при определенном программном задании равна себестоимости варианта 1. При последующем увеличении программного задания экономически эффективней становится вариант 2.

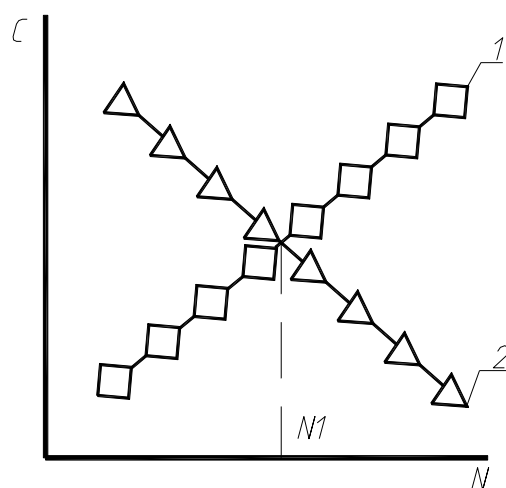


Рисунок 1.1 – Зависимость себестоимости от программного задания

Пример: определить коэффициент использования материала при исходных данных: деталь— втулка, наружный диаметр— 54 миллиметра, внутренний диаметр втулки— 28 миллиметров, длина— 82 миллиметра, материал— ПЭВД.

Масса детали определяется по формуле:

$$m_d = \rho \cdot \pi \cdot (R^2 - r^2) \cdot L \cdot 10^{-9}, \quad (15.2)$$

где ρ — плотность материала детали;

R — наружный радиус детали, мм.;

r — внутренний радиус детали, мм.;

L — длина детали, мм.

$$m_d = 7800 \cdot 3,14 \cdot (27^2 - 14^2) \cdot 82 \cdot 10^{-9} = 1,07 \text{ кг.}$$

Наружный и внутренний диаметр заготовки, полученной литьем:

$$D_{заг} = D_{\partial} + \delta_1, \quad d_{заг} = d_{\partial} - \delta_2, \quad (15.3)$$

где δ_1 и δ_2 — соответственно припуски на наружный и внутренний диаметры заготовки (таблица 3.1).

$$D_{заг} = 54 + 3,5 = 57,5 \text{ мм}, \quad d_{заг} = 28 - 3 = 25 \text{ мм}.$$

Масса заготовки определяется по формуле:

$$m_{заг} = \rho \cdot \pi \cdot (R_{заг}^2 - r_{заг}^2) \cdot L \cdot 10^{-9}, \quad (15.4)$$

$$m_{заг} = 7800 \cdot 3,14 \cdot (28,75^2 - 12,5^2) \cdot 82 \cdot 10^{-9} = 1,35 \text{ кг}.$$

Масса технологических потерь при литье:

$$m_{м.л.} = 0,05 \cdot m_{\partial}, \quad (15.5)$$

$$m_{м.л.} = 0,05 \cdot 1,07 = 0,0535 \text{ кг}.$$

Масса производственных потерь:

$$m_{п.п.} = 0,03 \cdot 1,07 = 0,0321 \text{ кг}.$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м.} = \frac{1,07}{1,35 + 0,0535 + 0,0321} = 0,75.$$

2 Задачи

При выборе заготовок (отливка, поковка, прокат) учитывают конфигурацию, размеры и вес детали, материал заготовки, программное задание, точность выполнения заготовки.

Таблица 15.1 – Исходные данные

Вариант	Деталь	Материал	Твёрдость, НВ	Годовая программа, шт	Размеры, мм			Фаски, мм	
					d_1	d_2	l	a	b

01	втулка	ПЭВД	140...160	860.000	20	8	48	1,0	0,5
02	— // —	ПЭНД	140...160	1.100.000	22	8	32	1,0	0,5
03	— // —	Полипро- пилен	160...180	720.000	24	10	56	1,0	0,5
04	— // —	Полисти- рол	180...200	340.000	26	10	42	1,0	0,5
05	— // —	Фторо- пласт-4	200...220	680.000	28	10	52	1,0	0,5
06	— // —	Полиме- тилметак- рилат	210...230	920.000	30	10	46	1,0	0,5
07	— // —	Плекси- глас	220...240	710.000	32	10	50	1,0	0,5
08	— // —	Полиамид	230...250	620.000	34	12	44	1,0	0,5
09	— // —	Капрон	240...260	580.000	36	12	58	1,0	0,5
10	— // —	Поливи- нилхлорид	200...220	110.000	38	14	55	1,0	0,5
11	— // —	Пластикат	200...220	215.000	40	14	60	1,0	0,5
12	— // —	Асбово- локнит	220...240	420.000	42	16	58	1,5	0,5
13	— // —	Волокнит	230...250	540.000	44	18	72	1,5	0,5
14	— // —	Текстолит	240...260	780.000	46	20	74	1,5	0,5
15	— // —	Плекси- глас	260...280	810.000	48	22	78	1,5	1,0
16	— // —	Полиамид	230...250	920.000	50	24	71	1,5	1,0
17	— // —	Капрон	240...260	245.000	52	26	70	1,5	1,0

Перечень основной литературы:

1. Технология конструкционных материалов. Производство заготовок : учебник / А. Г. Алексеев, Ю. М. Барон, М. Т. Коротких [и др.]. — Во-логда : Инфра-Инженерия, 2023. — 516 с. — ISBN 978-5-9729-1210-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/346979>

2. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольников [и др.]. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 616 с. — ISBN 978-5-507-47607-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/397271> (дата обращения: 16.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень дополнительной литературы:

1. Ямников, А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А. С. Ямников, Е. Ю. Кузнецов, М. Н. Бобков ; под редакцией А. С. Ямникова. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 328 с. — ISBN 978-5-9729-0424-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148337>
2. Зубарев, Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-44101-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215714>

Практическое занятие 16

Разработка маршрута механической обработки пластмассовых изделий

Разработка маршрута механической обработки начинается с выбора способа получения заготовки. Необходимо стремиться к максимальному приближению формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали.

Современные способы механической обработки и большое разнообразие станков, а также новые методы обработки материалов, получения заготовок методами точного литья, точной штамповки, порошковой металлургии – все это позволяет создавать различные варианты технологии, обеспечивающие изготовление изделий, полностью отвечающих всем требованиям чертежа.

Теоретическая часть

Намечая технологический маршрут обработки детали, следует придерживаться следующих правил:

- с целью экономии труда и времени технологической подготовки производства использовать типовые процессы обработки деталей и типовых поверхностей деталей;

- не проектировать обработку на уникальных станках. Применение уникальных и дорогостоящих станков должно быть технологически и экономически оправдано;

- использовать по возможности только стандартный режущий и мерительный инструмент. Применение специального инструмента должно быть оправдано с экономической точки зрения;

- стремиться применять наиболее совершенные формы организации производства: непрерывные и групповые поточные линии, групповые технологические процессы и групповые наладки на отдельные станки;

- обрабатывать наибольшее количество поверхностей за одну установку.

Для того чтобы решить вопрос о целесообразности составленного технологического маршрута, нужно составить не менее двух его вариантов.

Разработка маршрута обработки деталей базируется на исходных и рассчитанных данных: точность, шероховатость поверхностей, габаритные размеры и материал детали, припуск на обработку, тип производства. Основные этапы разработки технологического маршрута следующие:

- выбор метода обработки поверхностей (точение, сверление, фрезерование и т.д.);

- выбор режущего и мерительного инструмента;

- выбор обрабатывающего оборудования.

Рассмотрим разработку маршрута механической обработки на примере исходных данных: деталь— втулка, наружный диаметр— 54 миллиметра, внутренний диаметр— 28 миллиметров, длина— 82 миллиметра, материал— ПЭВД.

Маршрут механической обработки в первом случае (заготовка— пруток диаметром 58 миллиметров, длина— 82 миллиметра).

- 005 Токарная
Точить с $\phi 58$ до $\phi 54,8$ по $L = 82$
- 010 Токарная
Точить с $\phi 54,8$ до $\phi 54,2$ по $L = 82$
- 015 Токарная
Точить с $\phi 54,2$ до $\phi 54$ по $L = 82$
- 020 Сверлильная
Сверлить до $\phi 25,5$ по $L = 82$
- 025 Сверлильная
Зенкеровать с $\phi 25,5$ до $\phi 27,75$ по $L = 82$
- 030 Сверлильная
Развертывать с $\phi 27,75$ до $\phi 27,93$ по $L = 82$
- 035 Сверлильная
Развертывать с $\phi 27,93$ до $\phi 28$ по $L = 82$

Маршрут механической обработки во втором случае (заготовка— отливка, наружный диаметр— 57,5 миллиметров, внутренний диаметр— 25 миллиметров, длина— 82 миллиметра).

- 005 Токарная
Точить с $\phi 57,5$ до $\phi 54,7$ по $L = 82$
- 010 Токарная
Точить с $\phi 54,7$ до $\phi 54,175$ по $L = 82$
- 015 Токарная
Точить с $\phi 54,175$ до $\phi 54$ по $L = 82$
- 020 Протяжная
Протягивать с $\phi 25$ до $\phi 28$ по $L = 82$

Вывод о целесообразности составленного технологического маршрута производится на основании расчетов, которые рассматриваются в последующих практических занятиях.

2 Задачи

Варианты заданий берутся из таблицы 1.1.

3 Вопросы к практическому занятию

1. Использование типовых процессов обработки деталей и типовых поверхностей деталей.
2. В каких случаях применяются уникальные и дорогостоящие станки?
3. Правила выбора режущего и мерительного инструмента.
4. Выбор универсальных и специальных приспособлений.

Перечень основной литературы:

1. Технология конструкционных материалов. Производство заготовок : учебник / А. Г. Алексеев, Ю. М. Барон, М. Т. Коротких [и др.]. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 516 с. — ISBN 978-5-9729-1210-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/346979>
2. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев [и др.]. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 616 с. — ISBN 978-5-507-47607-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/397271> (дата обращения: 16.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень дополнительной литературы:

1. Ямников, А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А. С. Ямников, Е. Ю. Кузнецов, М. Н. Бобков ; под редакцией А. С. Ямникова. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 328 с. — ISBN 978-5-9729-0424-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148337>
2. Зубарев, Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-44101-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215714>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине
«Проектирование и производство заготовок»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

ПРЕДИСЛОВИЕ

В представленных методических указаниях основное внимание уделено самостоятельному изучению материалов о производстве заготовок.

Целью изучения дисциплины является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Общая характеристика самостоятельной работы	6
2. План-график выполнения самостоятельной работы	11
3. Промежуточная аттестация	13
Вопросы к собеседованию	15
Вопросы к экзамену	17
Оценочные средства для расчетно-графической работы	21
Задания для решения проблемных задач	23
Задания на мастер-класс	25
Тесты	28

ВВЕДЕНИЕ

В современном машиностроении детали (заготовки) делают из металлов и сплавов, а также из неметаллических (пластмасс, резины, древесины, керамики) и порошковых материалов.

К заготовкам, независимо от метода и способа их получения, предъявляются следующие требования:

- поверхности, используемые как базовые на первой операции обработки должны быть чистыми без заусенцев и других дефектов, чтобы избежать значительных погрешностей установки при дальнейшей обработке или сборке;
- механические и физические свойства материала заготовки, его химический состав, структура и зернистость должны быть стабильными по всему объему;
- все поверхности заготовки не должны иметь механических повреждений, в противном случае возможен выпуск некачественных деталей;
- геометрические размеры заготовок должны приближаться к геометрическим размерам готовой детали;
- коэффициент использования материала должен быть максимальным, а трудоемкость дальнейшей обработки - минимальной, но при этом должно быть обеспечено получение качественной детали (по размерам и шероховатости поверхности) в соответствии с чертежом после механической обработки на металлорежущих станках;
- все внутренние напряжения должны быть сняты за счет применения термообработки.

Каждый из указанных методов или способов представляет самостоятельную отрасль машиностроения и описан в специальной литературе.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Цель освоения дисциплины – изучение современных способов получения заготовок для деталей машин и механизмов, а также принципов выбора наиболее рационального способа производства заготовок, обеспечивающего их высокое качество при минимальных затратах.

Задачи дисциплины:

- подготовка студентов к решению вопросов выбора вида и способа получения заготовок для последующей механической обработки деталей в курсовом и дипломном проектировании, а также в практической инженерной деятельности;
- получение навыков проведения технико-экономического обоснования выбора вида заготовок;
- приобретение навыков по проектированию чертежей заготовок, получаемых различными способами.

Цели и задачи самостоятельной работы: Самостоятельная работа направлена на решения ряда задач, к которым относятся:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов:
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Актуальность: Обоснована необходимостью изучения наиболее современных способов получения заготовок для деталей машин и механизмов. Знания, полученные в рамках изучения дисциплины необходимы на

протяжении всей профессиональной деятельности.

Виды самостоятельной работы

Рабочей программой по дисциплине предусмотрено самостоятельное изучение материалов по темам практических работ. Для успешного выполнения данного вида работ, необходимо самостоятельно детально изучить материалы по представленным темам по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Подготовка к лабораторным работам	1, 2,3	1, 2,3	1, 2, 3, 5	1, 2, 3
2	Самостоятельное изучение литературы	1, 2,3	1, 2,3	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3
3	Подготовка к лекциям	1, 2,3	1, 2,3	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3
4	Выполнение расчетно-графической работы	1, 2,3	1, 2,3	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3
4	Подготовка к практическим работам	1, 2,3	1, 2,3	1, 2, 3,5	1, 2, 3
6	Подготовка к экзамену	1, 2,3	1, 2,3	1, 2, 3, 5	1, 2, 3

1. Перечень основной литературы

1. Ямников, А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А. С. Ямников, Е. Ю. Кузнецов, М. Н. Бобков ; под редакцией А. С. Ямникова. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 328 с. — ISBN 978-5-9729-0424-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148337>

2. Технология конструкционных материалов. Производство заготовок : учебник / А. Г. Алексеев, Ю. М. Барон, М. Т. Коротких [и др.]. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 516 с. — ISBN 978-5-9729-1210-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/346979>

3. Зубарев, Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-44101-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215714>

2. Перечень дополнительной литературы

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / И. А. Зверев, Г. С. Тарадин, О. А. Михайлов, А. В. Андронов ; под редакцией Г. С. Тарадина. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2022 — Часть 2 : технология конструкционных материалов — 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-9239-1336-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/308672>

2. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / И. А. Зверев, Г. С. Тарадин, О. А. Михайлов, А. В. Андронов ; под редакцией Г. С. Тарадина. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2022 — Часть 1 : материаловедение — 2022. — 162 с. — ISBN 978-5-9239-1335-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/308669>

3. Воробьев, А. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / А. А. Воробьев, А. М. Будюкин, В. Г. Кондратенко. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022. — 87 с. — ISBN 978-5-7641-1696-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/224504>

3. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Проектирование и производство заготовок» для студентов направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (рукопись) – Ставрополь, СКФУ, 2026.

2. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Проектирование и производство заготовок» для студентов направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (рукопись) – Ставрополь, СКФУ, 2026.

3. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Проектирование и производство заготовок» для студентов направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (рукопись) – Ставрополь, СКФУ, 2026.

4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине «Проектирование и производство заготовок» для студентов направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (рукопись) – Ставрополь, СКФУ, 2026.

5. Конспект лекций по дисциплине «Проектирование и производство заготовок» для студентов направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-

технологическое обеспечение машиностроительных производств (рукопись) – Ставрополь, СКФУ, 2026.

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. [http:// biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/) Университетская библиотека онлайн.

2. <http://www.rsl.ru> – Российская государственная библиотека.

3. <http://uisrussia.msu.ru> Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ).

При изучении материалов по каждой теме необходимо составить краткий конспект наиболее важной информации.

Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе студентов относится подготовка к практическим и лабораторным занятиям по результатам которой студент представляет отчет преподавателю и проходит собеседование.

При самостоятельной подготовке к практическому и лабораторному занятию студент:

- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических и лабораторных работ;
- изучает информационные материалы;
- подготавливает и оформляет материалы практических и лабораторных работ в соответствии с требованиями.

В результате выполнения указанных видов самостоятельной работы происходит формирование профессиональных компетенций представленных ниже:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2. Способен обеспечивать технологическую подготовку и обеспечение производства деталей машиностроения средней сложности	ИД-1 _{ПК-2} Анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности.	Анализировать технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности.
	ИД-2 _{ПК-2} Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства	Выбирать и проектировать заготовки для машиностроительного производства
ПК-3. Способен обеспечивать качество изделий средней сложности в	ИД-1 _{ПК-3} Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности.	Понимать причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности.

механосборочном производстве.		
-------------------------------	--	--

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Наименование оценочного средства
4 семестр					
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	Тема 1-14	Собеседование	текущий	устный	вопросы для собеседования
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	Тема 1-14	Собеседование	промежуточный, экзамен	устный	Вопросы к экзамену
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	Тема 3	Творческое задание	текущий	устный	Задания для решения проблемных задач
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	Тема 3	Творческое задание	текущий	устный	Задания для решения проблемных задач
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	Тема 4	Творческое задание	текущий	устный	Задания для решения проблемных задач
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	Тема 3	Творческое задание	текущий	устный	Задания на мастер-класс
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	Тема 5	Творческое задание	текущий	устный	Задания на мастер-класс
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	Тема 1-14	Расчетно-графическая работа	текущий	письменный	Комплект заданий на расчетно-графическую работу
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	Тема 1-14	Тестирование	текущий	письменный	комплект тестовых заданий

2. План-график выполнения самостоятельной работы

Правильная организация самостоятельной работы и ее систематичность, позволяет развивать умения и навыки; проводить систематизацию полученных знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

При самостоятельном изучении материалов по представленным темам следует придерживаться приведенного ниже графика:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
1	Тема 1. Экономические показатели конкурентоспособности прогрессивных заготовок. Проектирование заготовок.	1 неделя
2	Тема 2. Литье под давлением.	2 неделя
3	Тема 6. Штамповка жидкого металла. Электрошлаковое литье.	6 неделя
4	Тема 7. Разновидности объемной штамповки. Классификация поковок. Конструирование заготовок, получаемых объемной штамповкой.	7 неделя
5	Тема 9. Производство заготовок холодной объемной штамповкой. Производство заготовок листовой штамповкой.	9 неделя
6	Тема 10. Порошковые материалы. Области применения деталей порошковой металлургии.	10 неделя
7	Тема 11. Технологичность сварных соединений.	11 неделя
8	Тема 13. Основные факторы, влияющие на выбор способа получения заготовки.	13 неделя
9	Тема 14. Элементы структурно-факторного анализа технологического процесса при выборе способа получения заготовки	14 неделя
10	Выполнение расчетно-графической работы	1-14 неделя

Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

Коды реализуемых компетенций, индикаторов	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства технологии оценки	Объём часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
4 семестр						
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ,	Подготовка к	Конспект лекций	Собеседование	2,5	0,3	2,8

ИД-1ПК-3	лекционным занятиям					
ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-3	Подготовка к практическим занятиям	Отчет по практическим занятиям	Собеседование	5,0	0,6	5,6
ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-3	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчет по лабораторным работам	Собеседование	3,8	0,4	4,2
ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-3	Самостоятельное изучение литературы	конспект	Собеседование	74,2	8,2	82,4
ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-3	Выполнение расчетно-графической работы	Отчет о выполнении расчетно-графической работе	Собеседование	13,5	1,5	15
ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-	Подготовка к экзамену	Экзамен	Собеседование	34,5	1,5	36
Итого за 4 семестр				133,5	12,5	146
Итого				133,5	12,5	146

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры.

Учебным планом предусмотрены практические и лабораторные занятия. Допуск к практическим занятиям и лабораторным работам происходит при наличии у студентов оформленного варианта отчета. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответствует установленным требованиям государственных стандартов и ЕСКД, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижения оценки являются:

- Бессистемность и разрозненность теоретических знаний;
- Решение типовых задач с ошибками;
- Отступление от требований государственных стандартов и единой системы конструкторской документации

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- Допущения при выполнении работы ошибок.
- Имеются грубые нарушения требований государственных стандартов и единой системы конструкторской документации к текстовым или графическим документам

При подготовке к защите отчета по практическим занятиям студенту предоставляется право использования любых источников информации.

Критерии оценивания компетенций указаны после каждого вида самостоятельной работы.

**Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие
этапы формирования компетенций**

Вопросы к собеседованию

Базовый уровень

1. Перечислите резервы экономии металлов за счет использования прогрессивных технологий в литейном, кузнечно-штамповом, сварочном производствах, порошковой металлургии.
2. Перечислите основные методики выбора и проектирования заготовок и технологии их изготовления.
3. Перечислите основные факторы, влияющие на выбор способа получения заготовок.
4. Перечислите рекомендации по анализу технологичности конструкции детали применительно к обеспечению отсутствия литейных дефектов усадочного характера.
5. Перечислите основные виды контроля качества в литейном производстве.
6. Перечислите общую классификацию материалов, используемых в литейном производстве.
7. Перечислите основные характеристики основных, технологических и потребительских свойств.
8. Перечислите основные принципы проектирования литой заготовки, полученной литьем в разовые песчано-глинистые формы.
9. Перечислите рекомендации по методике выбора основных технологических решений.
10. Перечислите рекомендации по правилам оформления чертежа отливки.
11. Перечислите основные методы изготовления литых заготовок.
12. Перечислите основные технологические особенности получения отливок из чугуна.
13. Перечислите основные технологические особенности получения стальных отливок.
14. Перечислите основные технологические особенности получения отливок из цветных металлов и сплавов.
15. Перечислите дефекты, возникающие в отливках из высокоуглеродистых сталей.
16. Перечислите основные технологические особенности изготовления отливок из меди и ее сплавов.
17. Перечислите основные технологические особенности изготовления отливок из алюминия и его сплавов.
18. Какие способы литья применяют для изготовления заготовок с толщиной стенки 0,5-1,0 мм?

19. Перечислите основные технологические особенности изготовления отливок из магниевых сплавов.
20. Перечислите области применения деталей из магниевых сплавов.
21. Перечислите основные способы обработки металлов давлением.
22. Перечислите основные характеристики деформации. Условие пластичности.
23. Горячая и холодная обработка металлов давлением.
24. Перечислите рекомендации по разработке технологичных поковок.
25. Перечислите основные виды горячей объёмной штамповки.
26. Перечислите основные виды штамповочного оборудования и способы выбора для различных типов производства.
27. Как выбирается поверхность разъёма в открытых и закрытых штампах?
28. Дайте определение кузнечного перехода и операции.
29. Перечислите основные технологические переходы горячей объёмной штамповки.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности безошибочно, выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства безошибочно, понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности безошибочно.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности с неточностями. Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства с неточностями. Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности с несущественными неточностями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности с ошибками. Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства с ошибками. Не корректно понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; студент не анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности, выбирает, но не проектирует заготовки для машиностроительного производства. Не понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3}. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую

литературу

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность и четкость ответов;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Вопросы к экзамену

1. Оценка деталей на технологичность конструкции.
2. Что понимают под производственными и технологическими процессами? Какие существуют формы организации технологических процессов?
3. Что понимают под технологическим оборудованием и оснасткой?
4. Дайте определение ЕСТПП и охарактеризуйте её назначение.
5. Каковы назначение и тенденции заготовительного производства?
6. Какие заготовки используют в машиностроении?
7. Что такое заготовка? Как классифицируют заготовки?
8. Что такое напуск и припуск, в каких случаях они назначаются и как определяются?
9. Как влияет материал детали на выбор способа получения заготовки? Приведите примеры.
10. Какие типы показателей характеризуют качество заготовки?
11. Что представляет собой достижимая и экономическая точность заготовки? Как влияет заданная точность на себестоимость заготовки и готовой детали?
12. Что подразумевается под качеством поверхностного слоя заготовки и какие факторы на него влияют?
13. Что понимают под технологичностью заготовки и какими показателями она оценивается?
14. Как обеспечивается технологичность заготовок на стадии проектирования?
15. Определите технологические возможности основных способов получения заготовок.
16. Перечислите основные способы получения отливок.
17. Охарактеризуйте сущность, достоинства, недостатки и область применения литья в песчаные формы.
18. Какие конструкционные материалы применяют для изготовления отливок?

19. Каковы литейные свойства сплавов, которые необходимо учитывать при выборе материала отливки. Дайте их определения.

20. Перечислите факторы, влияющие на прочность отливки, и укажите пути управления этими факторами.

21. Какова последовательность разработки чертежа литой заготовки?

22. От чего зависят и как назначаются припуски на механическую обработку, формовочные уклоны, радиусы закруглений для литых заготовок?

23. Как выбирается положение отливки в форме?

24. Какие поверхности отливки следует выбирать в качестве черновых баз?

25. Перечислите основные правила оформления чертежа отливки. Каковы особенности простановки размеров на чертеже отливки?

26. В чем заключаются особенности проектирования заготовок, изготавливаемых специальными способами литья?

27. Каковы основные требования технологичности к конструкции отливок?

28. Объясните назначение и опишите виды термической обработки отливок из чугуна, стали, цветных металлов.

29. Перечислите дефекты отливок и причины их возникновения.

30. Как осуществляется контроль качества на различных стадиях производства литых заготовок?

31. В чем состоит различие между ковкой и объемной штамповкой? Охарактеризуйте особенности заготовок, получаемых этими методами.

32. Какие виды заготовок можно получать волочением и прессованием?

33. Как влияет холодная пластическая деформация на структуру и свойства металла?

34. Какие факторы влияют на припуски и допуски на кованые и штампованные поковки?

35. Для чего необходимы штамповочные уклоны и какова их величина на внутренних и наружных поверхностях штампованных поковок?

36. Каковы преимущества штамповки на кривошипных горячештампованных прессах (КГШП) по сравнению со штамповкой на молотах?

37. Каким способом обработки давлением можно получить круглые заготовки с переменными по длине диаметром (ступенчатые валы)?

38. Назовите преимущества и недостатки процессов изготовления заготовок ковкой?

39. Что нужно учитывать при выборе положения поверхности разъема штампа?

40. В каких случаях при проектировании поковок назначаются напуски?

41. Как составляют и оформляют чертеж поковки и определяют её массу? Охарактеризуйте особенности проектирования поковок, получаемых на КГШП, ГKM, гидравлических прессах?

42. Какие существуют рекомендации по обеспечению технологичности штампованных поковок?

43. Для чего применяют и каковы особенности объемной и плоскостной калибровки поковок?
44. Как формируется отверстие в штампованной поковке?
45. Приведите примеры типичных деталей, штампуемых на ГКМ.
46. Как производится выбор технологического оборудования дляковки и штамповки?
47. Какие существуют разновидности холодной штамповки? Укажите на её достоинства и область применения.
48. Каковы особенности и технологические возможности основных способов сварки?
49. Каков порядок проектирования сварных заготовок?
50. Какие факторы учитывают при проектировании сварных заготовок?
51. От чего зависит свариваемость металлов и сплавов?
52. Перечислите рекомендации по обеспечению технологичности конструкций сварных заготовок.
53. Какие факторы определяют целесообразность применения комбинированных заготовок?
54. Какими преимуществами обладает производство заготовок методами порошковой металлургии?
55. На какие виды подразделяют порошковые конструкционные материалы в зависимости от условий эксплуатации?
56. Какие требования необходимо выдержать при конструировании заготовок из порошковых материалов?
57. Какие факторы влияют на точность заготовок и деталей, получаемых методами порошковой металлургии?
58. Какие факторы определяют целесообразность применения заготовок из порошковых конструкционных материалов?
59. Перечислите достоинства, недостатки и область применения пластмасс.
60. Дайте характеристику реактопластов и термопластов. В чем их принципиальное отличие?
61. Какие требования предъявляются к конструктивному оформлению поверхностей стенок, радиусов закруглений, отверстий, резьб пластмассовых заготовок и чем обусловлены эти требования?
62. Назовите факторы, влияющие на размерную точность и шероховатость поверхностей заготовок из пластмасс.
63. В каких случаях и в каких пределах назначают припуски на механическую обработку заготовок из пластмасс?
64. Какие цели преследует выбор способа получения заготовки?
65. Сформулируйте последовательность выбора способа изготовления заготовок.
66. Какие требования предъявляются к заготовке с точки зрения последующей механической обработки?

67. Каковы способы уменьшения массы технологического и заготовительного отходов?

68. Как изменяются затраты на получение заготовки и на механическую обработку с повышением точности её формы и размеров (с уменьшением полей допусков)?

69. В чем состоит технико-экономическое обоснование выбора способа производства заготовок?

70. Какие показатели используются для технико-экономической оценки сравниваемых вариантов технологических процессов?

71. В каких случаях используется упрощенный метод расчета себестоимости и в чем он состоит?

72. Какие способы литья используются для изготовления заготовок корпусных деталей и станин в единичном и серийном производствах?

73. Какие заготовки валов (осей, шпинделей) используются в массовом, серийном и единичном производствах?

74. Перечислите способы получения заготовок зубчатых колес в различных типах производства.

75. Назовите основные способы производства заготовок шкивов и маховиков.

1. Критерии оценивания компетенций*

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности безошибочно, выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства безошибочно, понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности безошибочно. Компетенции ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3} освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности с неточностями. Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства с неточностями. Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности с несущественными неточностями. Компетенции ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3} освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности с ошибками. Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства с ошибками. Не корректно понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Компетенции ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3} частично освоены.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; студент не анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности, выбирает, но не проектирует заготовки для машиностроительного производства. Не понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Компетенции ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3} не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед экзаменом студент должен выполнить и защитить практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3} компетенции и индикаторы. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу и выполнить практические работы по темам дисциплины.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- правильность и четкость ответов;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	последовательность и рациональность изложения	
	степень усвоения программного материала	
	знание материала, рекомендованного по теме;	
	соответствие содержания теме	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Проектирование и производство заготовок»

Структура работы:

1. Получение заготовок литьем.
2. Проектирование ковальной и штампованной заготовки.
3. Назначение общих припусков на механическую обработку, допусков и размеров заготовки.

Уровень обученности	Формулировка задания	Контролируемые компетенции или их части
---------------------	----------------------	---

Уровень обученности	Формулировка задания	Контролируемые компетенции или их части
Знать	Методику определения выбора вида и способа получения заготовок для последующей механической обработки деталей	ИД-1 _{ПК-2} , ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}
Уметь	Выбирать и проектировать заготовки для машиностроительного производства.	ИД-1 _{ПК-2} , ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}
Владеть	Методикой обозначения на чертежах общих припусков на механическую обработку, допусков и размеров заготовки.	ИД-1 _{ПК-2} , ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}

Графическая часть выполняется в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации, ГОСТ 2.001 – 2013; ГОСТ 2.123 – 93 и выполняется в одной из систем автоматизированного проектирования.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности безошибочно, выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства безошибочно, понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности безошибочно. Компетенции ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3} освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности с неточностями. Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства с неточностями. Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности с несущественными неточностями. Компетенции ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3} освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности с ошибками. Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства с ошибками. Не корректно понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Компетенции ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3} частично освоены.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; студент не анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности, выбирает, но не проектирует заготовки для машиностроительного производства. Не понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Компетенции ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3} не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контрольная работа оформляется в соответствии с требованиями ГОСТов, ЕСКД и других стандартов и нормативных документов к текстовым документам и должно состоять из титульного листа, содержания, введения, последующих листов пояснительной записки и заканчиваться списком литературы, использованной студентом при выполнении работы. Все таблицы, схемы, рисунки, формулы и эскизы должны иметь наименование и нумерацию. При использовании справочной литературы необходима ссылка на нее.

Студент допускается к защите, если контрольная работа выполнена, верно и

оформлена согласно требованиям ГОСТов. Защита проходит в форме собеседования по теме контрольной работы. Принимает ведущий преподаватель.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-2} , ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Задания для решения проблемных задач для проведения практического занятия по теме: «Проектирование технологического процесса изготовления отливки. Общие требования. Оформление чертежа отливки»

Базовый уровень.

1. Выбрать способ формовки (ручная, машинная).
2. Определить положение отливки в форме при заливке.
3. Установить поверхности разъемов литейной формы и модели отливки.
4. Наметить конструкцию литниковой системы.
5. Разработать чертежи элементов литейной формы или отливки, модели и литейной формы.

Задания для решения проблемных задач для проведения практического занятия по теме: «Проектирование отливок. Припуск на механическую обработку»

Базовый уровень.

1. Изобразить эскиз готовой детали по заданию.
2. Выбрать положение отливки в форме при заливке, определить конфигурацию модели и стержня (стержней), задать поверхность разъёма модели и формы с использованием правила параллельных лучей.
3. Изобразить эскиз отливки с учётом припуска на механическую обработку (припуск назначать только на поверхности, связанные размерами), формовочных уклонов и закруглений.
4. Изобразить эскиз модели, указать поверхность разъёма (РМФ), выделить стержневые знаки.
5. Изобразить эскиз стержня (стержней), с учётом уклонов стержневых знаков, продумать конструкцию стержневого ящика.
6. Изобразить вертикальный разрез литейной формы с указанием рабочей полости и литниковой системы.

Задания для решения проблемных задач для проведения практического занятия по теме: «Технология получения заготовки обработкой давлением. Выбор способа штамповки»

Базовый уровень.

1. Выбрать заготовку.
2. Установить метод её получения, формы.
3. Проанализировать расположение плоскости разъема штампа.
4. Выбрать величины припусков и напусков.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности безошибочно, выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства безошибочно, понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности безошибочно. Компетенции ИД-1ПК-2, ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-3 освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности с неточностями. Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства с неточностями. Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности с несущественными неточностями. Компетенции ИД-1ПК-2, ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-3 освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; студент анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности с ошибками. Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства с ошибками. Не корректно понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Компетенции ИД-1ПК-2, ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-3 частично освоены.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; студент не анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности, выбирает, но не проектирует заготовки для машиностроительного производства. Не понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Компетенции ИД-1ПК-2, ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-3 не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
Предлагаемые студенту задания позволяют проверить индикаторы компетенций: ИД-1ПК-2, ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-3.

Для выполнения задания по дисциплине необходимо использовать практикум по дисциплине «Проектирование и производство заготовок» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль подготовки – Технология машиностроения).

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения;
- точность расчетов;
- умение использовать методическую и техническую литературу;
- аккуратность оформления.

При защите работы оцениваются:

- четкость и выразительность изложения доклада;
- умение применять теоретические знания основной и дополнительной литературы;
- правильность ответов на вопросы;
- связь проекта с производственным опытом;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-2} , ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	последовательность и рациональность выполнения	
	точность расчетов	
	умение использовать методическую и техническую литературу	
	аккуратность оформления	
	четкость и выразительность изложения доклада	
	умение применять теоретические знания основной и дополнительной литературы	
	правильность ответов на вопросы	
	связь проекта с производственным опытом	
	инициативность в поиске информации	

Задание на мастер-класс
для проведения лабораторной работы по теме: «Специальные виды литья.
Литье в кокиль»

Цель работы: ознакомиться с литьем в кокиль.

1. Подготовка занятия. За несколько дней до занятия выбрать группу инициативных студентов (2 человека) и назначить их контролерами ОТК. Студентам в процессе подготовки к занятиям следует изучить понятие о специальных видах литья.

2. Информация, позволяющая правильно понять развитие событий. В процессе подготовки к мастер-классу студенты знакомятся с определениями литья в кокиль и выбором способа литья. В процессе занятия студенты учатся пользоваться справочной литературой.

Вступление. Начало занятий.

Контролерам сделать доклады по подготовленному материалу, в результате чего остальные студенты получают основные сведения о специальных видах литья..

Основная часть.

Выдать студентам детали для контроля.

Контролерам следить за правильностью выполнения работы обучающимися.

Преподаватель должен оценить действия каждого студента при проведении занятия, проверить отчеты.

3. Задания для проведения мастер-класса

Базовый уровень

1. Подготовить кокиль под заливку. Для этого необходимо зачистить внутреннюю полость кокиля от пригаров, окалины и старой огнеупорной смазки, а затем смазать полость кокиля огнеупорной смазкой. Собрать половинки кокиля и прогреть до 100-300 °С.

2. Подготовить формовочную смесь для формовки. Для этого её необходимо разрыхлить, удалить металлические включения в виде капель и приливов. Формовочная смесь должна быть совершенно сухой.

3. Заформовать пенопластовые модели в формовочную смесь.

4. Проследить за заливкой металла, выполняемой мастером, и за остыванием отливок, засекая время по часам.

5. Отделённые от литниковой системы образцы подвергнуть испытанию на ударную вязкость с помощью маятникового копра и результаты свести в таблицу. Объясните причины различия результатов испытаний ударной вязкости.

Повышенный уровень

6. Ответить на вопросы

1. Что называется литьем в кокиль?
2. Что называется литьем по газифицируемым моделям?
3. Требования, предъявляемые к литью в кокиль.
4. Требования, предъявляемые к литью по газифицируемым моделям.

4. Ожидаемые результаты. Ознакомление студентами с методикой литья в кокиль.

Задание на мастер-класс

для проведения лабораторной работы по теме: «Оборудование и технология кузнечнойковки. Ручнаяковка. Типы процессовковки»

Цель работы: Ознакомиться с технологией кузнечнойковки. Ознакомиться с типами процессовковки.

1. Подготовка занятия. За несколько дней до занятия выбрать группу инициативных студентов (2 человека) и назначить их контролерами ОТК. Студентам в процессе подготовки к занятиям следует изучить оборудование и технологию кузнечнойковки.

2. Информация, позволяющая правильно понять развитие событий. В процессе подготовки к мастер-классу студенты знакомятся с типами процессовковки. В процессе занятия студенты учатся пользоваться справочной литературой, чертить схемы распределения параметров.

Вступление. Начало занятий.

Контролерам сделать доклады по подготовленному материалу, в результате чего остальные студенты получают основные сведения об оборудовании кузнечнойковки.

Основная часть.

Выдать студентам детали для контроля.

Контролерам следить за правильностью выполнения работы обучающимися.

Преподаватель должен оценить действия каждого студента при проведении занятия, проверить отчеты.

3. Задания для проведения мастер-класса

Базовый уровень

1. Выбрать оборудование для ручнойковки.
2. Назначить технологиюковки изделий.
3. Выполнить расчетное задание.

Повышенный уровень

4. Ответить на вопросы
1. Что называют кузнечнойковкой?
2. Определение ручнойковки.
3. Требования, предъявляемые к формовочной и стержневой смеси.
4. Устройство и принцип работы пневматического молота.

4. Ожидаемые результаты. Изучение студентами оборудования и технологии кузнечнойковки, типов процессовковки.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляются студенту, если он безошибочно анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности. Безошибочно выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства. Безошибочно понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Индикаторы компетенций: ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-3} освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляются студенту, если он с анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности с неточностями. Выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства с неточностями. Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности с несущественными неточностями. Индикаторы компетенций: ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-3} освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляются студенту, если он с ошибками анализирует технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности. С ошибками выбирает и проектирует заготовки для машиностроительного производства. Не корректно понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Индикаторы компетенций: ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-3} частично освоены на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляются студенту, если он не умеет анализировать технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности. Выбирает, но не умеет проектировать заготовки для машиностроительного производства. Не понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Индикаторы компетенций: ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-3} не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить индикаторы компетенций: ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-3}.

Для выполнения задания по дисциплине необходимо использовать лабораторный практикум по дисциплине «**Проектирование и производство заготовок**» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль подготовки – Технология машиностроения).

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения;
- точность расчетов;
- умение использовать методическую и техническую литературу;
- правильность выполнения графической части;
- аккуратность оформления.

При защите работы оцениваются:

- четкость и выразительность изложения доклада;
- умение применять теоретические знания основной и дополнительной литературы;
- правильность ответов на вопросы;
- связь проекта с производственным опытом;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-2} , ИД-2 _{ПК-2} , ИД-1 _{ПК-3}	последовательность и рациональность выполнения	
	точность расчетов	
	умение использовать методическую и техническую литературу	
	правильность выполнения графической части	

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
	аккуратность оформления	
	четкость и выразительность изложения доклада	
	умение применять теоретические знания основной и дополнительной литературы	
	правильность ответов на вопросы	
	связь проекта с производственным опытом	
	инициативность в поиске информации	

Тесты

Паспорт фонда тестовых заданий

№ п/п	Проверяемые темы дисциплины	Проверяемые компетенции	Тип теста*			
			зф ¹	оф ²	ус ³	пп ⁴
1	Общие сведения о заготовках	ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	11	-	-	-
2	Получение заготовок литьем	ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	22	-	1	1
3	Требования, предъявляемые к конструкциям отливок	ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	24	-	1	-
4	Специальные способы литья	ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	20	-	-	1
5	Получение заготовок пластическим деформированием	ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	32	1	-	-
6	Заготовки из сортового и специального проката	ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	19	-	-	-
7	Ковка. Штамповка	ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	41	-	-	-
8	Производство заготовок из порошковых материалов	ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	22	-	1	-
9	Производство сварных заготовок	ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	20	-	-	-
10	Производство заготовок из пластических масс	ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	15	-	-	-
	Всего		226	1	3	2

* отметить тип теста «+»

¹ задания закрытой формы (с выбором одного или нескольких правильных ответов из предложенного набора вариантов);

² задания открытой формы (ответ формулируется самостоятельно);

³ задания на установление соответствия (с установлением правильного соответствия между элементами двух представленных множеств);

⁴ задания на установление правильной последовательности (с указанием правильного порядка перечисленного набора элементов).

Тема 1. Общие сведения о заготовках

I:

S: Готовое изделие, идущее непосредственно на сборку это

-: заготовка

+: деталь

-: форма

-: машина

I:

S: ### в машиностроении это предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхностей и (или) материала изготавливают деталь

+: Заготовка

+: заготовка

I:

S: Слой металла на поверхности заготовки, предназначенный для удаления при последующей механической обработке это

-: напуск

+: припуск

-: допуск

-: заусенец

I:

S: Операционным припуском называется слой металла, предназначенный для снятия при выполнении

-: всех технологических операций

+: одной технологической операции

-: операции гибочной

-: операции закалки

I:

S: Существуют три способа определения припуска:

-: графический

+: табличный

+: расчетно-аналитический

+: размерный анализ технологических процессов

I:

S: Дополнительный объем металла, упрощающий конфигурацию заготовки (заполненные отверстия, местные углубления, переходы и уступы), связанный с технологическими особенностями ее изготовления это

- + : напуск
- : припуск
- : допуск
- : фаска

I:

S: Литьем получают заготовки

- : только крупные
- + : практически любых размеров
- : только мелкие
- : не получают заготовки

I:

S: Не является способом получения заготовок

- : ковка
- : штамповка
- : прокат
- + : забивка

Тема 2. Получение заготовок литьем

I:

S: ### представляет собой заготовку, получаемую заливкой расплавленного металла, пластмассы, керамических материалов и др. в литейную форму

- + : Отливка
- + : отливка

I:

S: По сравнению с поковками для отливок характерны

- + : пониженная прочность
- : повышенная прочность
- + : различные механические свойства в разных участках
- : одинаковые механические свойства в разных участках

I:

S: Расположите операции технологического процесса получения отливки в правильной последовательности:

- 1: изготовление литейной формы
- 2: плавка металла
- 3: заливка металла в форму
- 4: затвердевание металла и охлаждение отливки
- 5: термическая обработка отливки

6: контроль качества отливки

7: сдача отливки на механическую обработку

I:

S: Литейная #### представляет собой устройство, предназначенное для заливки металла и образования отливки

+: форма

I:

S: Для выполнения отверстий в отливке при сборке формы в ней устанавливают соответствующие керамические или металлические элементы, называемые

-: питателями

-: дросселями

-: стояками

+: стержнями

I:

S: Способность сплава воспроизводить рельеф литейной формы это

-: ликвация

+: жидкотекучесть

-: объемная усадка

-: рельефотекучесть

I:

S: Склонность сплава к образованию усадочной раковины это

-: ликвация

-: жидкотекучесть

+: объемная усадка

-: литейная усадка

I:

S: Склонность сплава образовывать неодинаковые по химическому составу соединения в разных частях отливки это

+: ликвация

-: жидкотекучесть

-: объемная усадка

-: литейная усадка

I:

S: Литье в песчано-#### формы (ПФ) является наиболее простым и распространенным способом получения литых заготовок

+: глинистые

I:

S: Недостатками литья в песчано-глинистые формы являются:

- + : низкая точность размеров и чистоты поверхности
- : минимальная себестоимость
- + : невысокая производительность
- + : плохие санитарно-гигиенические условия труда

I:

S: Самый сложный, длительный и трудоемкий способ литья

- : в песчано-глинистые формы
- : в оболочковые формы
- + : по выплавляемым моделям
- : литье в кокиль

I:

S: Литье ### - способ получения отливок в металлических формах - кокилях

- + : в кокиль

I:

S: ### - литье в быстровращающиеся металлические формы, при котором расплавленный металл, подвергаясь действию центробежных сил, отбрасывается к стенкам формы и затвердевает, образуя отливку

- + : Центробежное
- + : центробежное
- + : Центробежное литье

I:

S: На схеме цифры соответствуют названиям

L1: 1

L2: 2

L3: 3

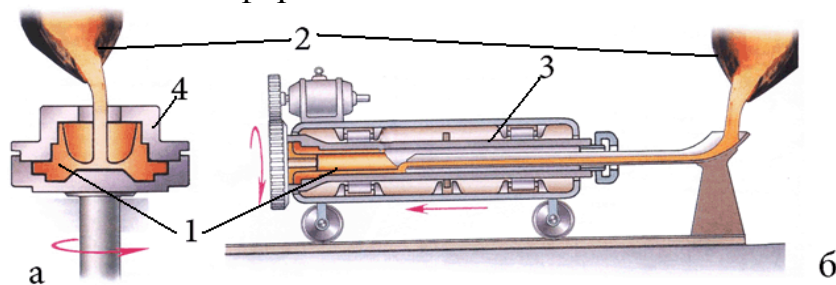
L4: 4

R1: заготовка

R 2: разливочный ковш

R 3: изложница

R 4: литейная форма



I:

S: Литье под ### - способ получения отливок из сплавов цветных металлов и сталей некоторых марок, когда жидкий расплав вводится в замкнутую

металлическую пресс-форму под значительным давлением и кристаллизуется, оставаясь под давлением

+: давлением

I:

S: Литье под ### является самым высококачественным, точным, чистым и производительным видом литья

+: давлением

I:

S: Сплав на основе железа, содержащий более 2,14 % углерода это

-: сталь

-: бронза

+: чугун

-: свинец

I:

S: Сплав с содержанием углерода до 2,14% это

+: сталь

-: бронза

-: чугун

-: свинец

Тема 3. Требования, предъявляемые к конструкциям отливок

I:

S: В песчано-глинистых формах можно готовить отливки практически любых размеров и массы из любых сплавов кроме

+: титановых

-: олова

-: меди

-: высокопрочного чугуна

I:

S: Толщина стенки отливки назначается конструктором из соображений

+: прочности

-: пластичности

-: твердости

-: безопасности

I:

S: Плавность перехода от тонких к толстым сечениям, правильное сопряжение и достаточная величина радиусов обеспечивают

-: большие концентрации напряжений

-: получение пластичных отливок

- +: получение отливок без литейных дефектов
- : экологичность производства

I:

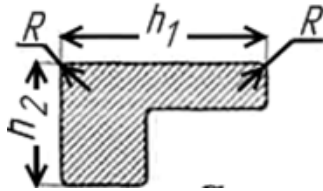
S: Литейный радиус предусматривается

- : при переходе от тонких к толстым сечениям
- +: в углах стенок отливки
- : при сопряжении стенок отливки
- : не предусматривается вообще

I:

S: На рисунке показан

- : радиус перехода
- : радиус сопряжений
- +: литейный радиус
- : шероховатость поверхности



I:

S: На величину литейного уклона влияют следующие факторы:

- +: материал и чистота поверхности модели (стержневого ящика)
- +: вид поверхности (внутренняя или внешняя)
- +: наличие антифрикционных смазок
- : квалификация литейщика
- +: технологические свойства формовочных смесей

I:

S: Под минимальным диаметром литого отверстия понимается отверстие, которое может быть выполнено

- : без применения стержня
- +: с применением стержня
- : сверлением отливки
- : протягиванием минимального отверстия в отливке

I:

S: Изделие, которое является простым и экономичным по показателям: изготовление модельно-стержневой оснастки и изготовление литейной формы, а также по очистным и зачистным операциям считается

- : нетехнологичным
- +: технологичным
- : качественным

-: некачественным

I:

S: На схеме показан радиус отливки

-: сопряжения

+: перехода

-: литейный

-: плавающий



I:

S: Формовочные (литейные) уклоны предусматриваются на моделях для

-: надежной фиксации модели в форме

+: обеспечения извлечения модели из формы

-: экономичности процесса литья

-: уменьшения вредных выбросов

I:

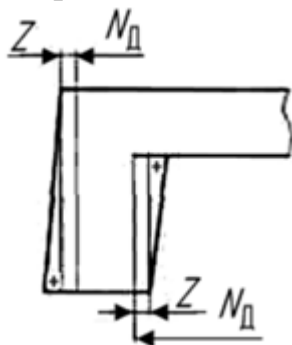
S: На схеме показан литейный

-: изгиб

+: уклон

-: наклон

-: поворот



I:

S: Минимальный диаметр литого отверстия определяется

+: толщиной стенки отливки

+: глубиной (высотой) отверстия

-: квалификацией рабочего

-: температурой нагрева металла

I:

S: Выбирая литье в песок технолог, должен понимать, что качество готовых деталей будет

+: довольно низким

-: очень высоким

-: неопределяемым

-: прецизионным

I:

S: Отличительной чертой песчаной оснастки является то, что её можно использовать только

+: один раз

-: два раза

-: многократно

-: нельзя использовать без разрешения

I:

S: Последовательность производства литейной формы из песка

1: установка модели в опоку

2: уплотнение песчаной смеси

3: изъятие модели из опоки

I:

S: Способность смеси сохранять заданные параметры во время выполнения литейной операции и транспортировки опоки внутри производственного помещения это

+: прочность

-: термическая стабильность

-: способность к просадке

-: транспортабельность

I:

S: ### смесь - это многокомпонентная смесь формовочных материалов, соответствующая условиям технологического процесса изготовления литейных форм

+: Формовочная

+: формовочная

I:

S: Для плавного подвода жидкого сплава в полость литейной формы и питания отливок в процессе кристаллизации служит

-: ковш

+: литниковая система

-: долитейная форма

-: опока

I:

S: Вертикальный канал, передающий металл из воронки к другим элементам литниковой системы

-: выпор

+: стояк

-: питатель

-: шлакоулавнитель

I:

S: Процесс удаления затвердевших и охлажденных до определенной температуры отливок из литейной формы это

-: обрубка отливок

+: выбивка отливок

-: очистка отливок

-: забивка отливок

Тема 4. Специальные способы литья

I:

S: Литье по выплавляемым ### – это промышленный процесс, который также называется литьем по восковым моделям или литьем в разрушаемую форму

+: моделям

I:

S: ### литье по выплавляемым моделям (ТЛВМ) позволяет получать сложные по конфигурации отливки с высокой точностью, с минимальной толщиной стенок и шероховатостью поверхности

+: Точное

+: точное

I:

S: Модели, как правило, изготавливают из материалов, представляющих собой многокомпонентные композиции, комбинации

-: пластмасс

-: чугунов

-: графита

+: восков

I:

S: Последовательность изготовления моделей

1: подготовка пресс-формы

2: введение в полости пресс-формы модельного состава

- 3: выдержка модели до затвердевания
- 4: разборка формы и извлечения модели
- 5: охлаждение модели до комнатной температуры

I:

S: Сущность ЛВМ заключается в том, что силиконовая или восковая модель выплавляется из заготовки путем нагревания, а освободившееся пространство

- +: заполняют металлом (сплавом)
- : заполняют воском
- : не используют
- : механически обрабатывают

I:

S: Преимущества литья по выплавляемым моделям:

- +: универсальность, можно использовать любые металлы и сплавы для литья изделий
- +: получение конфигураций любой сложности
- : высокая стоимость формовочного материала
- +: высокая чистота поверхностей и точность изготовления

I:

S: Пресс-форма должна быть чуть больше итоговой детали, так как

- +: металл после остывания сожмется
- : потребуется механическая обработка
- : металл после остывания расширится
- : не должна быть больше

I:

S: Точность исполнения металлической отливки проверяется

- +: оптическим компаратором
- : штангенциркулем
- : визуально двумя контролерами
- : линейкой

I:

S: Литье в #### – это технологический процесс изготовления отливок путем заливания металлического расплава в многооборотные формы, выполненные из металла (сталь, чугун и пр.). Эту форму называют ####

- +: кокиль

I:

S: В состав огнеупорной облицовки кокиля могут входить следующие материалы:

- + : кварц
- + : глина
- + : жидкое стекло
- : воск

I:

S: Внутренние напряжения в отлитых деталях устраняют с помощью

- + : термообработки
- : очистки
- : химической обработки
- : охлаждения

I:

S: При литье под давлением заполнение формы происходит очень быстро (0,1...0,2 с). Поэтому в отливках часто образуются

- : разноскоростные потоки
- + : мелкие включения газа
- : крупные газовые пузыри
- : сопротивления движению металла

I:

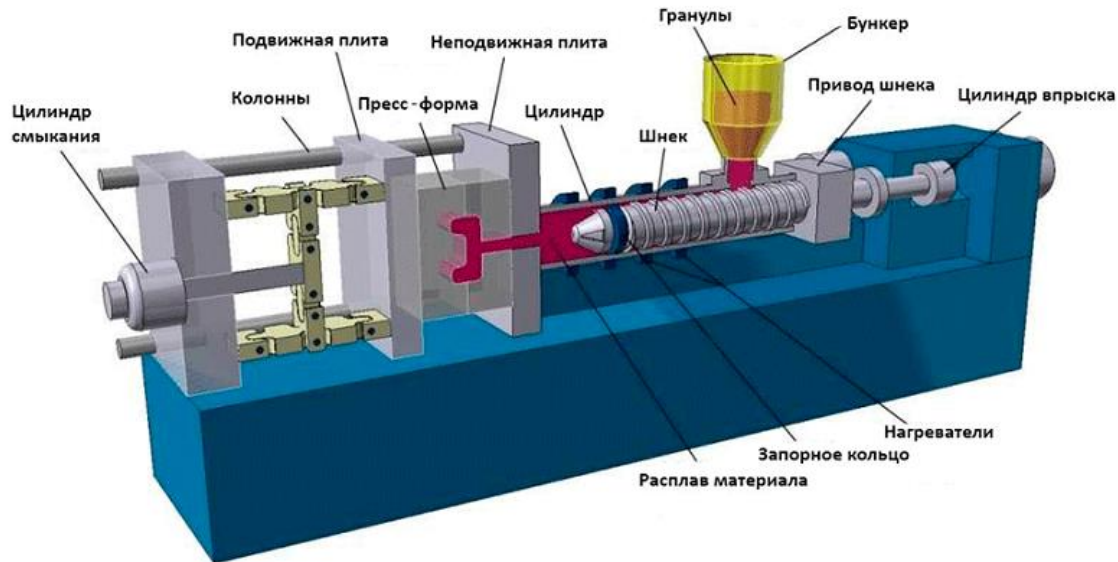
S: Принцип литья ### основан на принудительном заполнении рабочей полости металлической пресс-формы расплавом и формировании отливки под действием давления пресс-поршня

- + : под давлением

I:

S: На рисунке машина для литья

- : в кокиль
- : центробежного
- + : под давлением
- : в песчано-глинистые формы



I:

S: ### литье основано на электрошлаковом процессе плавления расходуемого электрода, изготовленного из металла обычного производства

+: Электрошлаковое

+: электрошлаковое

Тема 5. Получение заготовок пластическим деформированием

I:

S: Обработка металлов давлением основана на способности металлической заготовки:

-: упруго деформироваться

+: пластически деформироваться

-: восстанавливать форму и размеры

+: изменять форму и размеры

I:

S: При холодной деформации в металле происходит процесс упрочнения с образованием волокнистой структуры,

+: повышением прочности

+: снижением пластичности

-: снижением прочности

-: повышением пластичности

I:

S: Не является основным видом горячей обработки металлов давлением

-: прокатка

-: прессование

+: закалка

-: волочение

-: ковка

I:

S: Преимущества ОМД по сравнению с обработкой резанием:

-: увеличение отходов металла для переплавки

+: повышение производительности

+: получение деталей с наилучшими технологическими свойствами

+: увеличение диапазона деталей по массе и размерам

+: повышение точности размеров полуфабрикатов

I:

S: С уменьшением пластичности материала:

+: возрастает сложность технологического процесса

+: возрастает себестоимость детали

-: повышается производительность

-: повышается стойкость инструмента

I:

S: Металл для ### штамповки выпускают в виде лент, полос и листов, сортамент которых указан в соответствующих стандартах

+: листовой

I:

S: Из цветных металлов, применяемых для листовой штамповки, наибольшее распространение получили:

+: алюминий

+: титан

+: никель

-: свинец

I:

S: Обжатие заготовки между вращающимися валками это

+: прокатка

-: прессование

-: волочение

-: ковка

I:

S: Продавливание заготовки, находящейся в замкнутой форме, через отверстие матрицы это

-: прокатка

+: прессование

-: волочение

-: ковка

I:

S: Штамповкой изменяют форму и размеры заготовки с помощью специализированного инструмента – ###

+: штампа

+: штамп

I:

S: При обработке труднодеформируемых, малопластичных металлов и сплавов, а также заготовок из литого металла (слитков) целесообразно применять

-: холодную деформацию

-: листовую штамповку

+: горячую деформацию

-: малопластичную штамповку

I:

S: Устройства, в которых нагревают металл перед обработкой давлением, можно подразделить на:

+: нагревательные печи

-: доменные печи

+: электронагревательные устройства.

-: промышленные грелки

I:

S: Преимущества электронагрева:

+: высокая скорость нагрева

-: присутствие окалины

+: автоматизация

-: снижение пластичности

I:

S: Обработка давлением представляет собой группу технологических процессов, в результате которых происходит формоизменение заготовок

+: без нарушения их сплошности

-: с нарушением их сплошности

-: не происходит формоизменение

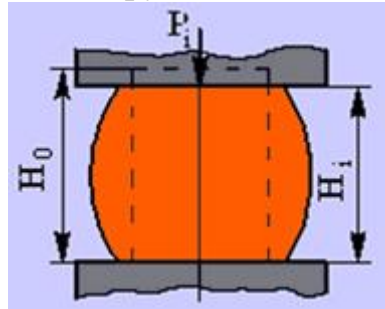
-: со снятием слоя металла

I:

S: На схеме показано

-: ротационное обжатие заготовки вращающимся инструментом

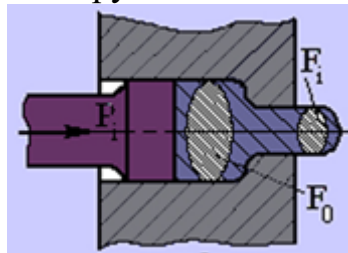
- : затекание заготовки в полость инструмента
- : выдавливание заготовки из полости инструмента
- +: сжатие между плоскостями инструмента



I:

S: На схеме показано

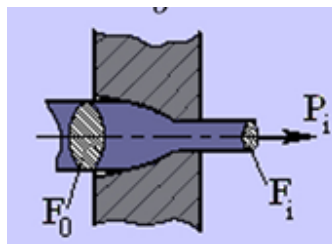
- : ротационное обжатие заготовки вращающимся инструментом
- : затекание заготовки в полость инструмента
- +: выдавливание заготовки из полости инструмента
- : сжатие между плоскостями инструмента



I:

S: На схеме показано

- : ротационное обжатие заготовки вращающимся инструментом
- : затекание заготовки в полость инструмента
- : выдавливание заготовки из полости инструмента
- +: волочение



I:

S: В качестве исходной заготовки при холодной объемной штамповке применяют металлы, обладающие при нормальных условиях

- +: пределом прочности $\sigma_b < 600$ МПа
- : пределом прочности $\sigma_b > 600$ МПа
- : максимальным относительным удлинением $< 12\%$
- : максимальным относительным удлинением $< 3\%$

I:

S: Объемная штамповка по сравнению с ковкой имеет следующие преимущества:

- + : возможность изготовления поковок более сложной формы с высоким качеством поверхности
- + : меньше допуски на размеры и снижение припусков на механическую обработку
- + : повышение производительности труда
- : более высокие силы деформирования

I:

S: Группы стали поковок

L1: M1

L2: M 2

L3: M3

R1: Сталь с массовой долей углерода до 0,35% или с суммарной долей легирующих элементов до 2,0%

R 2: Сталь с массовой долей углерода от 0,35 до 0,65% или с суммарной долей легирующих элементов от 2,0 до 5,0%

R 3: Сталь с массовой долей углерода свыше 0,65% или с суммарной долей легирующих элементов свыше 5,0%

Тема 6. Заготовки из сортового и специального проката

I:

S: На машиностроительных заводах все виды прокатки можно разделить на две группы

- + : прокатка полуфабрикатов общего назначения: листов, плит, лент, труб, профилей различных сечений и др.
- : прокатка подготовительная
- : прокатка чистовая
- + : прокатка заготовок под штамповку или прокатка непосредственно деталей машин

I:

S: Холоднотянутый волоченный ### в виде прутков круглого, квадратного и шестигранного сечения широко применяется в машиностроении

- + : прокат

I:

S: Специальная прокатка, например,

- + : штамповка в ковочных вальцах
- + : периодическая прокатка
- + : накатка шестерен
- : листовой прокат

I:

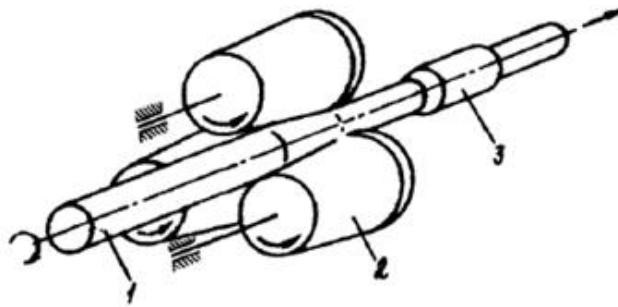
S: Наиболее целесообразным способом получения заготовок для круглых изделий с переменным по длине диаметром является

- : прокат профилей
- +: поперечно-винтовая прокатка
- : листовая прокатка
- : прокатка прутков

I:

S: На рисунке схема

- : волочения
- +: поперечно-винтовой прокатки
- : обкатывания роликами при упрочнении
- : предварительной прокатки



I:

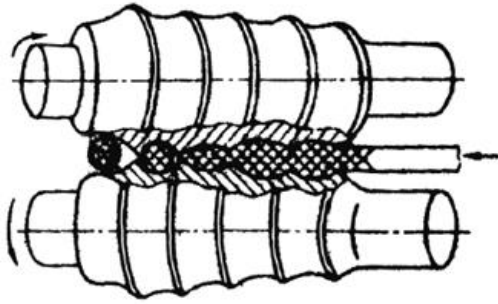
S: Поперечно-винтовая прокатка профилей переменного сечения имеет следующие преимущества:

- +: экономия металла до 15...30%
- : невозможность полной механизации и автоматизации
- +: простота переналадки на другой типоразмер деталей
- +: низкая стоимость и малый расход инструмента

I:

S: Для таких изделий, как шары, втулки, кольца, ребристые трубы, ролики и другие изделия, имеющие форму тел вращения, все шире применяется

- : гладкая прокатка
- : шнековая прокатка
- : продольная периодическая прокатка
- +: поперечно-винтовая прокатка в винтовых калибрах



I:

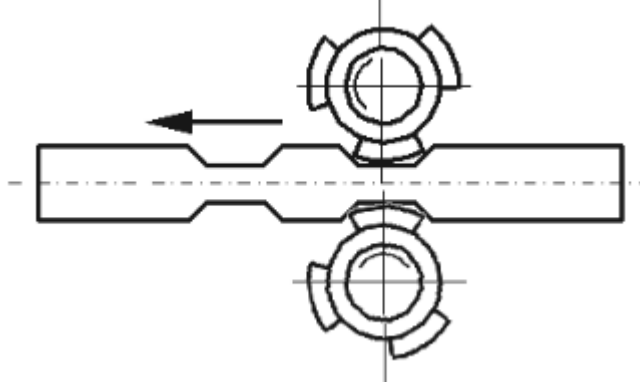
S: На рисунке схема

-: волочения

-: поперечно-винтовой прокатки

-: обкатывания роликами при упрочнении

+: продольной периодической прокатки



I:

S: Оборудование для прокатки – прокатный ###

+: стан

I:

S: Заготовки для различных видов производств, имеющие элементарную форму поперечного сечения это

-: специальный прокат

+: сортовой прокат

-: цеховой прокат

-: общий прокат

I:

S: На рисунке прокат

+: стальные круги

+: стальной квадрат

-: стальная полоса

-: двутавр



I:

S: На рисунке прокат

+: рельс

-: арматура

-: уголок

-: двутавр



I:

S: Для изготовления элементов кузовов легкого, грузового транспорта, спецтехники, при изготовлении корпусов производственного оборудования используют

-: арматуру

+: стальной лист

-: швеллер

-: не используют прокат

Тема 7. Ковка. Штамповка

I:

S: Ковка является рациональным и экономически выгодным процессом получения качественных заготовок в условиях производства

-: крупносерийного и массового

-: среднесерийного и крупносерийного

-: поточного

+: мелкосерийного и единичного

I:

S: Ковку от других видов обработки давлением отличает то, что применяемый при ковке инструмент при деформировании металла

- : создает значительное сопротивление течению металла
- +: не создает значительного сопротивления течению металла
- : не деформирует металл вообще
- : охлаждает металл до температуры 0 градусов

I:

S: Применениековки для получения заготовок объясняется рядом преимуществ:

- +: возможность изготовления крупногабаритных поковок
- +: универсальность оборудования и оснастки позволяет получать поковки широкого ассортимента
- : в процессековки незначительно ухудшаются механические свойства металла

I:

S: Ковку осуществляют на

- : прокатных станах
- +: молотах
- : разрывных машинах
- +: прессах

I:

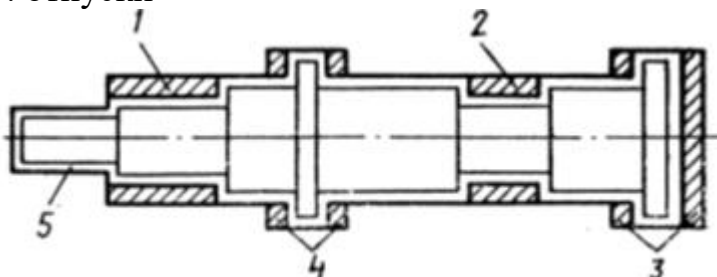
S: Проектирование чертежа поковки выполняют на основании

- +: чертежа детали
- : чертежа инструмента
- : сборочного чертежа
- : фотографии детали хорошего качества

I:

S: Если размеры или выемки малы, на эти участки поковки назначаются

- : припуски
- : запуски
- +: напуски
- : отпуски



I:

S: Производство заготовок объемной горячей штамповкой наиболее эффективно при производстве

- +: массовом

- +: крупносерийном и серийном
- : мелкосерийном
- : единичном

I:

S: По сравнению с ковкой горячая объемная штамповка имеет ряд преимуществ:

- +: поковки, изготавливаемые штамповкой, имеют более сложную форму
- +: лучшее качество поверхности
- : припуски увеличиваются в 2...3 раза
- +: значительно повышается производительность труда

I:

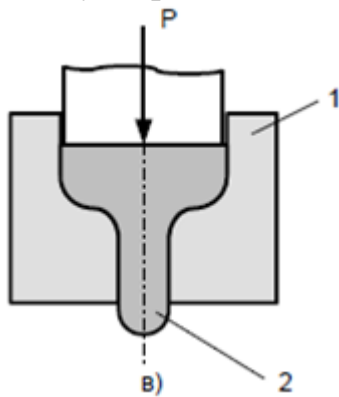
S: Процесс штамповки заключается в принудительном перераспределении металла заготовки, соответствующем форме полости инструмента, называемого

- ###
- +: штампом
- +: штамп

I:

S: На рисунке схема штамповки в штампах

- : открытых
- : закрытых
- +: для выдавливания
- : полуоткрытых



I:

S: Исключается расход металла в облой, качество поковок повышается при штамповке в штампах

- : открытых
- +: закрытых
- : выдавливанием
- : полуоткрытых

I:

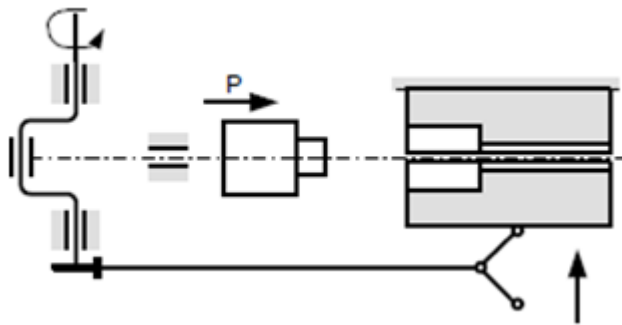
S: Фрикционные прессы относятся к группе молотов, у которых деформация осуществляется за счет энергии

- + : падающих масс
- : трения
- : сжатого воздуха
- : вибрации

I:

S: На рисунке схема работы

- : кривошипного прессы
- : фрикционного прессы
- + : горизонтально-ковочной машины
- : гидравлического прессы



I:

S: Разъем штампов следует осуществлять

- : по диагонали детали
- : в плоскости двух наименьших габаритных размеров детали
- : по вертикали детали
- + : в плоскости двух наибольших габаритных размеров детали

I:

S: Желательно, разъем штампов проводить по поверхности

- + : плоской
- : ломаной
- : криволинейной
- : по основанию детали

I:

S: Для обрезки облоя и пробивки отверстий применяют штампы, рабочими деталями которых являются матрица и ###

- + : пуансон

I:

S: В обрезном штампе режущим инструментом является ### , а пуансон выполняет роль толкателя

+: матрица

I:

S: Поковки загружают во вращающийся барабан вместе с металлическими звездочками и абразивным боем при

-: виброабразивной обработке

-: дробеметной очистке

+: галтовке

-: травлении

I:

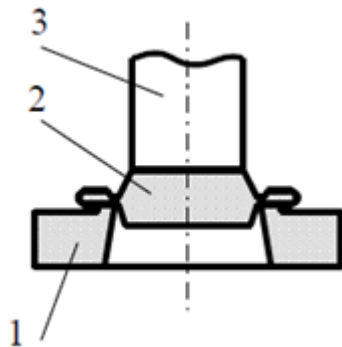
S: На рисунке схема

-: пробивки отверстия

-: гибки

+: обрезки облоя

-: выдавливания



I:

S: Калибровку поковок применяют для

-: устранения искривлений (коробления)

+: повышения точности формы и размеров

+: снижения шероховатости поверхности

-: удаления облоя

I:

S: Применяют два способа холодной объемной штамповки: одно- и многопозиционная штамповка

+: на прессах

-: на копрах

-: на прокатных станах

+: на автоматах

I:

S: Наиболее распространенным способом изготовления многих видов металлических деталей таких, как винты, болты, гвозди, заклепки и т.п. является

- : редуцирование
- : выдавливание
- +: высадка на автоматах
- : прошивка

I:

S: Сущность холодного #### заключается в выдавливании пуансоном металла из замкнутой полости контейнера через канал матрицы, форма и размеры которого определяют сечение получаемой поковки

- +: выдавливания

I:

S: К преимуществам холодного выдавливания можно отнести следующее:

- +: возможность получения значительных степеней деформации заготовки
- +: повышение надежности и долговечности детали
- +: повышение коэффициента использования металла
- : ограниченная номенклатура используемых материалов

I:

S: Поверхность заготовок для выдавливания должна обеспечивать

- : отсутствие смазки в очаге деформации
- +: наличие смазки в очаге деформации
- : высокий коэффициент трения в очаге деформации
- : нет требований

I:

S: Листовая #### обеспечивает низкую трудоемкость и стоимость продукции, достаточно высокую точность и стабильность размеров и рациональное использование материала

- +: штамповка

I:

S: Разделительные процессы холодной листовой штамповки

- +: резка
- : отбортовка
- +: вырубка
- +: пробивка

I:

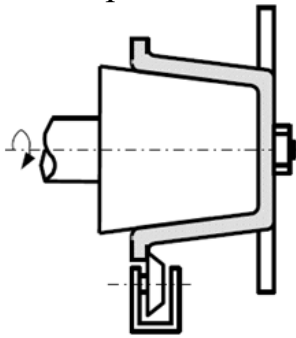
S: На рисунке деталь, полученная

- : ковкой
- : прокаткой

- : горячей штамповкой
- +: холодной штамповкой



- I:
- S: На рисунке схема
- +: ротационного выдавливания
- : пробивки
- : гибки
- : отбортовки



Тема 8. Производство заготовок из порошковых материалов

- I:
- S: К достоинствам порошковой металлургии относят:
- +: возможность изготовления деталей из тугоплавких материалов, пористых материалов
- +: экономия материалов
- +: возможность получения изделий из материалов высокой чистоты
- : требует высокой квалификации обслуживающего персонала
- : не поддается автоматизации

- I:
- S: К недостаткам порошковой металлургии можно отнести
- +: ограниченность размеров получаемых заготовок
- +: относительную простоту формы получаемых заготовок
- : большой расход материалов
- : не требует высокой квалификации обслуживающего персонала

I:

S: Типовые детали, изготавливаемые методами порошковой металлургии:

- + : шестерни
- : корпусные детали
- : пружины
- + : звездочки

I:

S: Деформирование порошков осуществляют по следующей технологической схеме:

- 1: предварительно прессуют из порошка заготовку простой формы
- 2: спекают заготовку в защитной среде
- 3: штампуют из заготовки деталь сложной формы
- 4: отштампованную деталь подвергает термообработке

I:

S: С увеличением давления прессования прочность заготовки из порошка

- : уменьшается
- + : возрастает
- : не изменяется
- : давление изменять нельзя

I:

S: Для формообразования заготовок из порошка сложной формы применяют

- : полустороннее прессование
- : одностороннее прессование
- + : двустороннее прессование
- : трехстороннее прессование

I:

S: При горячем прессовании технологически совмещаются

- : прессование и охлаждение заготовки
- : волочение и спекание заготовки
- + : прессование и спекание заготовки
- : прессование и отпуск заготовки

I:

S: Прессование, реализуемое с помощью газа или жидкости, находящихся под высоким давлением и равномерно сжимающих заготовку вдоль всей ее поверхности это

- : газовое прессование
- : жидкостное прессование
- : барометрическое прессование
- + : изостатическое прессование

I:

S: Методами ### металлургии получают металлические, металлокерамические и минералокерамические материалы

+: порошковой

I:

S: Материал, полученный путем спекания порошков исходных веществ или материалов на их основе при температурах существенно ниже температуры их плавления это

-: нитрид

-: оксид

+: керамика

-: титан

I:

S: Пористыми называют порошковые материалы, в которых после окончательной обработки сохраняется остаточной пористости

-: 70-90%

+: 10–40%

-: 3–5%

-: 100%

I:

S: Антифрикционные свойства железографитовых материалов определяются их

+: самосмазываемостью

+: хорошей прирабатываемостью

+: износостойкостью

-: пластичностью

I:

S: Масса порошка при свободном заполнении им объема это

-: текучесть

+: насыпная плотность

-: прессуемость

-: формуемость

I:

S: Свойство порошка сохранять заданную форму, полученную после уплотнения при минимальном давлении это

-: текучесть

-: насыпная плотность

-: прессуемость

+: формуемость

I:

S: Отличие композитов от сплавов состоит в возможности получать прочные соединения разнородных

-: графитовых компонентов

-: металлических компонентов

+: металлических и неметаллических компонентов

-: чугунов

I:

S: Прочность и однородность структуры порошков уступает деталям, изготовленным методами

+: объемной штамповки

+: горячейковки

+: волочения

-: литья в кокиль

Тема 9. Производство сварных заготовок

I:

S: Сварные комбинированные детали экономически выгодны при производстве

+: любом характере производства

-: массовом

-: единичном

-: поточном

I:

S: Способы сварки подразделяют на способы сварки

-: холодом

+: давлением

+: плавлением

-: испарением

I:

S: Условно сварные комбинированные заготовки разделяет на четыре группы:

+: листосварные детали

+: сварно-литые детали

+: штампованосварные детали

-: порошково-сварные детали

+: сварно-комбинированные детали

I:

S: Для соединения элементов в сварно-литые и штамповсварные детали применяют следующие способы сварки:

+: ручная электродуговая

-: точечная

+: полуавтоматическая или автоматическая

+ : электрошлаковая

I:

S: Вырезы и отверстия в деталях нужно выполнять

+ : после сварки

- : перед сваркой

- : во время сварки

- : не выполнять в сварных заготовках

I:

S: По форме сопряжения сварные швы бывают:

+ : стыковые

+ : нахлесточные

+ : угловые

+ : тавровые

- : профильные

I:

S: Восстановление первоначальных свойств металла околошовных зон достигается

- : охлаждением швов

+ : отжигом

+ : нормализацией

+ : закалкой с отпуском

I:

S: ### - получение неразъемных соединений из металлов, сплавов и других однородных или разнородных материалов в результате образования атомно-молекулярных связей между частицами соединяемых заготовок

+ : Сварка

+ : сварка

Тема 10. Производство заготовок из пластических масс

I:

S: ### это материалы на основе природных или искусственных высокомолекулярных соединений с необходимыми добавками для изменения свойств полимера в нужном направлении

+ : Пластические массы

+ : Пластмассы

+ : пластические массы

+ : пластмассы

I:

S: Пластмассы, которые под влиянием повышенных температур и давления могут только размягчаться, это

+: термопласты

-: реактопласты

-: ферропласты

-: мягкопласты

I:

S: Пластмассы, которые под влиянием повышенных температур и давления могут переходить со временем в неплавкое состояние, это

-: термопласты

+: реактопласты

-: ферропласты

-: твердопласты

I:

S: Используя многообразие методов переработки полимерных материалов, можно получить детали

-: только простой конфигурации

-: только маленькие

-: только крупные

+: практически любой конфигурации

I:

S: Наиболее распространенным способом получения деталей из пластических масс является способ

-: холодного прессования

+: горячего прессования

-: щадящего прессования

-: плавного прессования

I:

S: Один из основных способов получения деталей из реактопластов это

-: обратное прессование

+: прямое прессование

-: щадящее прессование

-: низкотемпературное прессование

I:

S: Пресс-#### являются основным видом оснастки в производстве изделий из пластических масс

+: формы

I:

S: Литьем под ### можно изготавливать из термопластов различные детали со сложными резьбами и профилями, тонкостенные детали

+: давлением

I:

S: ### – оборудование для пластикации материалов и придания им формы путем продавливания через профилирующий инструмент, сечение которого соответствует конфигурации изделия

+: Экструдер

+: экструдер

I:

S: ### пластики – это полимерные материалы, армированные параллельно расположенными слоями наполнителя

+: слоистые

+: Слоистые

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед тестированием по теме студент должен выполнить и защитить практические и лабораторные работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить индикаторы компетенций ИД-1ПК-2, ИД-2ПК-2, ИД-1ПК-3. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу. При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность ответов;

- способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность ответов	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	
	степень усвоения программного материала	

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине
«Проектирование и производство заготовок»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Содержание

Введение	4
1. Цель, задачи и реализуемые компетенции	5
2. Формулировка задания и ее объем	6
3. Общие требования к написанию и оформлению работы	6
4. Рекомендации по выполнению задания	6
5. План-график выполнения работы	19
6. Критерии оценивания работы	19
7. Порядок защиты работы	19
8. Список рекомендуемой литературы	19

Введение

Излагается методика проектирования литой и штампованной заготовок, а также экономическое обоснование выбора метода получения заготовки. Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения и могут использоваться при выполнении расчетно-графической работы, контрольной работы, курсового и дипломного проектирования.

Цель: изучение современных способов получения заготовок для деталей машин и механизмов, а также принципов выбора наиболее рационального способа производства заготовок, обеспечивающего их высокое качество при минимальных затратах.

Задачи: подготовка студентов к решению вопросов выбора вида и способа получения заготовок для последующей механической обработки деталей в курсовом и дипломном проектировании, а также в практической инженерной деятельности; получение навыков проведения технико-экономического обоснования выбора вида заготовок; приобретение навыков по проектированию чертежей заготовок, получаемых различными способами

Компетенции: ПК-2 (способен обеспечивать технологическую подготовку и обеспечение производства деталей машиностроения средней сложности.); ПК-3 (способен обеспечивать качество изделий средней сложности в механосборочном производстве).

1. Формулировка задания и ее объем

Студентам выдаются исходные данные для решения РГР в виде:

- 1.1. Чертежи деталей для проектирования литой и штампованной заготовки (берутся на предприятии или выдаются преподавателем).
- 1.2. Тип производства или программа выпуска изделий (узнается на предприятии или задается преподавателем).
- 1.3. Справочные и нормативные материалы.

Результатом выполнения задания должны быть представлены в виде пояснительной записке объемом не более 20 страниц и чертежа заготовки детали.

2. Общие требования к написанию и оформлению работы

1. Пояснительная записка должна быть представлена в печатном виде с использованием программного продукта Microsoft Word и оформлена по требованиям ЕСКД.
2. Чертеж заготовки выполнен с использованием любого графического программного обеспечения (Компас, AutoCad и т.п.) и оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к чертежу.
3. Расчетная работа должна быть выполнена полностью и без ошибок представлена к защите в распечатанном виде.

3. Рекомендации по выполнению задания

1. ВЫБОР ВИДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

При выборе вида получения заготовки необходимо учитывать два критерия: эксплуатационную нагруженность детали в СЕ; вид и марку материала детали. Следует определить характер нагрузок испытывающих деталь. При литье структура металла, а, следовательно, и механические свойства деталей ниже, чем при обработке металлов давлением. Литые заготовки предназначены чаще всего для деталей испытывающих статические, вибрационные, небольшие ударные нагрузки, работающих чаще всего в узлах трения и т.д.

Особо ответственные детали, к которым предъявляются высокие требования по размеру зерна, направлению волокон, уровню механических свойств, испытывающие при эксплуатации переменные нагрузки и т.д. необходимо изготавливать методом пластического деформирования, в том числе ковкой и объемной горячей штамповкой.

При выборе вида получения заготовки необходимо также ориентироваться на вид и марку материала. Если материал детали чугун, сталь с индексом «Л», алюминиевые сплавы марок «АЛ», медные сплавы, то заготовку следует получать литьем.

2. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ

Для примера рассмотрим деталь Корпус подшипника (Приложение 1 настоящих методических указаний).

Корпус подшипника является корпусной деталью и поэтому испытывает статические нагрузки. Следовательно, эксплуатационные параметры детали не лимитируют вид получения заготовки. Однако, вид и марка материала – серый чугун СЧ20 ГОСТ 1412-85 позволяет изготавливать заготовку только одним методом – литьем.

2.1 Выбор способа получения литой заготовки.

При выборе способа получения заготовки следует учитывать: тип производства; достигаемые параметры качества заготовок (точность размеров и шероховатость поверхности); конструктивные особенности детали (масса, габаритные размеры, конфигурацию, минимальный диаметр отверстия, минимальную толщину стенки, наличие полостей и поднутрений).

В единичном и мелкосерийном производстве характерно применение одноразовой, не высокой точности оснастки, в крупносерийном и массовом – точной многократной литейной

оснастки. Чем точнее способ литья, тем ближе формы и размеры заготовки к детали, тем менее припуски на механическую обработку.

Каждый способ литья обладает определенными технологическими возможностями. Это необходимо учитывать при выборе способа. Ориентировочно способ изготовления отливки можно выбрать из следующей таблицы:

Способ изготовления отливки	Материал	Масса отливки, кг	Тип производства, объем рентабельной партии	Область применения
Литье в песчано-глинистые формы	Черные металлы	0,05÷200000	Все типы производства	Станины, корпуса, рамы, цилиндры, зубчатые колеса, крышки, кронштейны и т.д.
	Цветные сплавы	0,05÷1000		
Литье в оболочковые формы	Черные металлы, алюминиевые сплавы	0,03÷250	Все серийные типы производства, массовое производство	Рычаги, крышки, муфты, диски, втулки, кронштейны, рукоятки и т.д.
Литье в кокиль	Чугун	до 100	Все серийные типы производства, массовое производство	Кривошипы, кронштейны, втулки, крышки, корпуса, рычаги, шкивы и т.д.
	Сталь	до 50		
	Цветные металлы	до 500		
Литье по выплавляемым моделям	Черные металлы, цветные сплавы	0,07÷300	Все типы производства	Отливки повышенной точности, тонкостенные
Литье под давлением	Цветные металлы и сплавы	0,05÷100	Массовое и крупносерийное производство	Отливки с малой толщиной стенок повышенного качества
Центробежное литье	Черные металлы, цветные сплавы	0,05÷1000	Все типы производства	Тела вращения: трубы, гильзы, шкивы, маховики, муфты и т.д.

Способ литья можно выбрать, используя метод весовых коэффициентов.

Суть метода в следующем. Заготовка характеризуется рядом критериев, отражающих её форму, массу, габаритные размеры, сложность и параметры качества. Каждый критерий выбора имеет несколько уровней значений. Каждому уровню критерия выбора и типу производства соответствует ряд весовых коэффициентов, значение которых зависит от способа изготовления заготовки. В табл. 1 приведены значения весовых коэффициентов для различных способов получения литых заготовок.

Таблица 1. Весовые коэффициенты критериев выбора способа изготовления отливки

Номер и наименование критерия выбора	Уровень, градация и значение критерия выбора	Способ изготовления литой заготовки						
		ЛПФ		ЛОФ	ЛВМ	ЛК	ЛПД	ЦЛ
		РФ	МФ					
1. Тип производства	1. Единичное, мелкосерийное	2	0	0	0	0	0	0
	2. Среднесерийное	1	1	1	1	1	1	1
	3. Крупносерийное, массовое	0	2	2	2	1	2	1
2. Материал детали	1. Сталь	1	1	0	1	1	0	0
	2. Чугун	1	1	1	0	1	0	1
	3. Цветные сплавы	1	1	1	1	1	1	1
3. Масса детали, кг	1. до 60 кг	1	1	1	1	1	1	1
	2. 60 ... 120	1	1	1	1	1	0	1
	3. 120 ... 320	1	1	1	0	1	0	0
	4. 320 ... 600	1	1	1	0	0	0	0
4. Группа сложности отливки	1. 1	1	1	0	0	1	0	1
	2. 2	1	1	0	0	1	1	2
	3. 3	1	1	1	1	0	1	0
	4. 4	1	1	1	1	0	1	0
	5. 5	1	1	0	0	0	0	0
5. Параметр R _a самой чистой поверхности детали, мкм	1. 0,63 ... 1	0	0	0	0	0	2	0
	2. 1,6 ... 3,2	0	0	0	2	0	1	0
	3. 6,3 ... 12	0	1	2	1	2	0	1
	4. 12,5 ... 20	2	2	1	0	1	0	1
6. Форма детали	1. Тела вращения	1	1	1	1	1	1	1
	2. Корпусные	1	1	1	0	1	1	0
	3. Рычаги	1	1	1	1	1	1	0
	4. Фасонные	1	1	1	1	0	1	1
7. Максимальные габаритные размеры, мм	1. До 25	0	0	0	1	0	1	1
	2. 25 ... 50	0	1	1	1	0	1	1
	3. 50 ... 120	1	1	1	1	1	1	1
	4. 120 ... 400	1	1	1	0	1	1	1
	5. 400 ... 1600	1	1	0	0	0	0	0
8. Качество точности размеров необрабатываемых поверхностей или наибольший процент точности размеров детали	1. 11 ... 13	0	0	0	1	0	1	0
	2. 13 ... 15	0	0	1	1	1	1	0
	3. 15 ... 17	0	1	1	0	1	0	1
	4. 17 ... 20	1	1	0	0	0	0	1
Примечание. ЛПФ – литьё в песчаные формы; РФ – ручная формовка; МФ – машинная формовка; ЛОФ – литьё в оболочковые формы; ЛВМ – литьё по выплавляемым моделям; ЛК – литьё в кокиль; ЛПД – литьё под давлением; ЦЛ – центробежное литьё.								

Наилучшим считается способ с наибольшим весовым коэффициентом.

Если конкурирующие способы набирают одинаковую сумму, то выбирается тот из них, который обеспечивает минимум затрат на изготовление заготовки и её механическую обработку.

Для рассматриваемого случая: тип производства среднесерийный; шероховатость самой чистой поверхности $Ra = 1,6$ мкм; точность необрабатываемых размеров по 16 качеству точности; масса 1,09 кг; габаритные размеры 145×45×84 мм (наибольший – 145 мм); наименьшая толщина стенки 8 мм; минимальный диаметр отверстия 9 мм. Анализируя перечисленные параметры, выбираем способ – литье в песчано-глинистые формы (ПГФ), как наиболее экономичный. Все перечисленные параметры позволяют их выполнить, за исключением минимально допустимого отверстия, но это отверстие можно в отливке не выполнять, а получить его при механической обработке.

Итак, выбираем литье в ПГФ в сухие формы с использованием машинной формовки смеси и неметаллической модели. Для выполнения центрального отверстия необходимо предусмотреть одноразовый песчаный стержень.

2.2 Назначение общих припусков на механическую обработку, определение допусков размеров и массы заготовки.

Припуски на механическую обработку назначают только на те поверхности, шероховатость и точность размеров которых невозможно получить литьем.

Назначение припусков на механическую обработку производится в соответствии с ГОСТ Р 53464-2009 в следующей последовательности:

А) Выбирают «Класс размерной точности отливки» по Приложению А, таблице А1 по способу литья, наибольшему габаритному размеру и типу сплава. Для литья в песчано-глинистые сухие формы, наибольшего габаритного размера 145 мм и термообрабатываемого чугунного сплава класс размерной точности отливки находится в пределах 9т-13. С учетом примечания 1 к таблице А1 принимаем класс размерной точности 11.

Б) Аналогично выбирают степень точности поверхностей отливок по табл. В1 приложения В. Степень точности поверхностей рассматриваемой отливки находится в пределах 13-19. С учетом примечания к таблице назначаем – 16.

В) Класс точности массы отливки выбирают по таблице Д1 приложения Д.

Для этого определяют приближенную наименьшую массу отливки из соотношения:

$$m_{отл.} = (1,3 - 1,8) \cdot m_{дет.}$$

$$m_{отл.} = 1,3 \cdot 1,09 = 1,417 \text{ кг}$$

Для интервала номинальных масс отливок «свыше 1,0 до 10 кг», термообрабатываемого чугунного сплава класс точности массы отливки находится в пределах 7-15. С учетом примечания к таблице Д1 назначаем 11.

Г) Ряд припусков выбирают по таблице Е1 приложения Е по степени точности поверхности отливки. Для 16 степени точности ряд припусков находится в пределах 7-10. С учетом примечания к таблице назначаем 8.

Д) Для наглядности определения припусков поверхности детали, подвергаемые механической обработке, нумеруют и расчеты сводят в таблицу 2. В первую колонку заносят размер детали с допуском (данные берут из чертежа детали), во вторую колонку допуск размера детали, в третью – допуск размера заготовки, который определяют по таблице 1 ГОСТ Р 53464-2009 с учетом п.5.2. . Значение колонки 4 определяется как результат отношения колонки 2 к колонке 3. Значение пятой колонки определяется по таблице 7 ГОСТ Р 53464-2009. В шестую колонку заносятся номера поверхностей, образующих соответствующий размер (для цилиндрических поверхностей 1 номер, для плоских – 2 номера). В седьмую колонку заносится припуск на сторону, который определяется по таблице 6 ГОСТ Р 53464-2009 с учетом п.7.2. и п.7.6., в которых сказано, что припуски на сторону назначают дифференциально на каждую поверхность отливки. Так, общие припуски назначают по полным значениям общих допусков во всех случаях, кроме тех, когда поверхности являются телами вращения; противоположными поверхностями, используемыми в качестве взаимных баз при обработке и при индивидуальной обработке отливок с установкой их с выверкой обрабатываемой поверхности относительно

номинальной поверхности. В этих случаях общие припуски назначают по половинным значениям общих допусков.

Это говорит о том, что для рассматриваемого случая общие припуски на сторону будем назначать по полным значениям допусков для поверхностей № 3;4;5;8 и по половинным значениям допусков для поверхностей № 1;2;6;7.

Колонка № 8 заполняется следующим образом. Припуски на размеры цилиндрических поверхностей определяются удвоением припуска на сторону и прибавляются для валов или вычитаются для отверстий к размерам деталей. Припуски на линейные размеры определяются состоянием поверхностей, которыми эти размеры связаны. При назначении величины припуска на поверхность, положение которой определяется двумя и более размерами отливки, устанавливается наибольшее значение припуска для данной поверхности. Так, на поверхность № 3 устанавливаются одновременно два припуска (2,2мм и 2,5мм) на два размера. Поэтому принимаем большее значение, т.е. 2,5 мм. Припуск на линейный размер определяется разностью припусков на его стороны (для размеров 23 и 41), либо суммой припусков на каждую сторону (для размера 45).

Таблица 2.

Расчет припусков и размеров отливки.

Чертежный размер детали, мм	Допуск размера детали, мм	Допуск размера заготовки, мм	Соотношение колонки №2 к колонке №3	Вид окончательной механической обработки	№ поверхности, образующей размер	Припуск на сторону, мм	Припуск на размер, мм	Размер заготовки, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\varnothing 62H7^{+0,03}$	0,030	2,4	0,0125	Тонкая	1	2,7	$2,7 \cdot 2 = 5,4$	$\varnothing 56 \pm 1,2$
$\varnothing 42H9^{+0,062}$	0,062	2,4	0,0258	Чистовая	2	2,5	$2,5 \cdot 2 = 5,0$	$\varnothing 37 \pm 1,2$
$23 \pm 0,26$	0,520	2,0	0,260	Черновая	3 8	2,2 2,2	$2,5 - 2,2 = 0,3$	$23,3 \pm 1,0$
$41H14^{+0,62}$	0,620	2,4	0,258	Черновая	3 4	2,5 2,5	$2,5 - 2,5 = 0$	$41 \pm 1,2$
$45 \pm 0,5$	1,00	2,4	0,416	Черновая	5 9	2,5 0	$2,5 + 0 = 2,5$	$47,5 \pm 1,2$
$\varnothing 9H13^{+0,22}$	0,220	1,6	0,1375	Получистовая	6	2,0	$2,0 \cdot 2 = 4,0$	$\varnothing 5 \pm 0,8$
$\varnothing 13H12^{+0,18}$	0,180	1,8	0,10	Получистовая	7	2,1	$2,1 \cdot 2 = 4,2$	$\varnothing 8,8 \pm 0,9$

Е) Шероховатость поверхностей отливки определяется по таблице Г1 приложения Г по степени точности поверхностей отливки.

В рассматриваемом примере $Ra = 63$ мкм.

2.3 Проверка возможностей выбранного способа литья на получение необходимых размеров отверстий, полостей, толщины стенки детали.

Толщина стенок отливки должна быть меньше минимальной, определяемой материалом, габаритными размерами отливки и теплофизическими характеристиками литейной формы. В противном случае возможно возникновение недолива.

Габаритный размер отливки N определяется по формулам:

– для прямоугольных в плане отливок

$$N = \frac{2l + b + h}{3},$$

– для круглых в плане отливок

$$N = \frac{3d + h}{3},$$

где l , b , h , d – длина, ширина, высота и диаметр отливки соответственно, мм.

Условно принимают, что при $N < 200$ мм отливка является мелкой, при $200 < N < 1000$ мм – средней, при $N > 1000$ мм – крупной. Минимальные толщины стенок отливки приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Минимальные толщины стенок отливок, мм						
Сплав	Размер отливки	Способ литья				
		ЛПГФ	ЛОФ	ЛК	ЛВМ	ЛД
Чугун	мелкий	4÷5	2,5÷4,0	4÷6	-	-
	средний	6÷10	4÷8	8÷10	-	-
	крупный	12÷20	10÷15	-	-	-
Сталь	мелкий	5÷6	3,0÷4,5	8÷10	2÷4	-
	средний	8÷12	5÷10	12÷15	4÷6	-
	крупный	15÷30	12÷18	20÷30	-	-
Сплавы меди	мелкий	3÷4	2,5÷4,0	4÷6	-	1,5÷2,5
	средний	5÷8	3÷8	8÷10	-	-
	крупный	10÷15	8÷12	-	-	-
Сплавы алюминия	мелкий	2,5÷4,0	2,5÷4,0	2,5÷4,0	-	1,0÷1,6
	средний	5÷8	4÷7	3÷5	-	2÷3
	крупный	10÷15	8÷10	6÷10	-	-

Отверстия, выполняемые в литье, должны иметь диаметр больший, чем минимально допустимый для данного способа литья и материала $d_{\min}$ (табл. 4).

Таблица 4.

Минимальные диаметры отливаемых отверстий				
Способ литья	Материал	$d_{\min}$, мм	При глубине отверстия	
			глухого	сквозного
ЛПГФ	Чугун	10	$l \leq 3 \cdot d$	$l \leq 6 \cdot d$
	Сталь	15÷20		
ЛОФ	Чугун, сталь	8÷10	$l \leq 5 \cdot d$	$l \leq 10 \cdot d$
ЛК	Чугун	10	$l \leq 2 \cdot d$	$l \leq 3 \cdot d$
	Сталь	12		
ЛВМ	Сталь	6	$l \leq 2 \cdot d$	$l \leq 3 \cdot d$
ЛД	Алюминиевый сплав	2÷3	$l \leq 4 \cdot d$	$l \leq 8 \cdot d$
ЦЛ	Чугун, сталь	100	-	$l \leq 2 \cdot d$

При принятии решения о выполнении или невыполнении отверстия в отливке следует принимать во внимание, что наличие отверстия способствует выравниванию толщины стенок отливок и это благоприятно сказывается на свойствах отливки. Однако получение отверстия связано с дополнительными затратами. Для ЛПГФ это затраты на изготовление модельной оснастки, сборку, контроль литейной формы, выбивку стержней и т.д.

Расчетные размеры заготовки, рассмотренной в примере, необходимо сравнить с минимально допустимыми для выбранного способа литья. Так, при литье в ПГФ минимально допустимый диаметр отверстия для чугуна 10 мм минимально допустимая толщина стенки 6–10 мм. В приведенном примере расчетные значения диаметров отверстий ($\varnothing 5 \pm 0,8$; $\varnothing 8,8 \pm 0,9$) меньше допустимого, следовательно, эти отверстия в отливке выполняться не будут, а будут

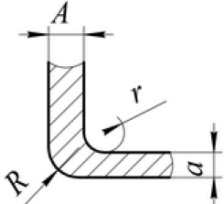
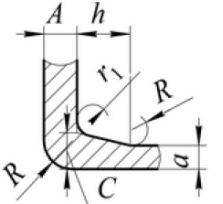
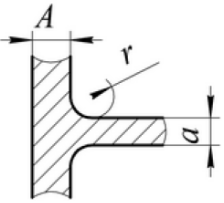
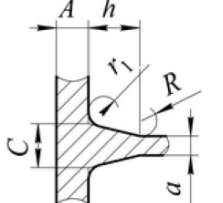
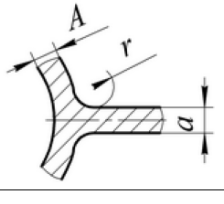
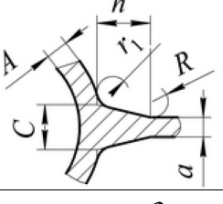
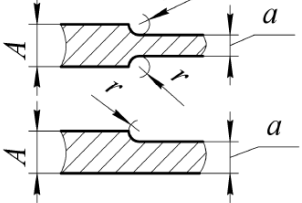
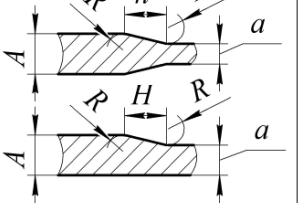
получаться при механической обработке. Минимальная расчетная толщина стенки $\delta_{\min \text{ расч.}} = (73 - 56,6)/2 = 8,2 \text{ мм}$ позволяет ее выполнить в отливке.

2.4 Назначение литейных уклонов, радиусов, закруглений, сопряжений по ГОСТ 3212-92, РТМ 12-60, ОСТ 3-1284-72.

Переходы между стенками отливки должны выполняться закругленными, причем радиус сопряжения зависит от типа соединения, материала отливки и толщин сопрягаемых элементов. Минимальные радиусы скругления для ЛПГФ, ЛОФ и ЛВМ – 5 мм, ЛК – 3 мм, ЛД – 0,5 мм. Значения геометрических параметров сопряжений элементов для отливок из чугуна и алюминиевых сплавов приведены в табл. 5, а для отливок из стали и медных сплавов эти значения увеличивают на 15-20 %. Определенные значения по табл. 5 округляют до ближайшего значения из нормального ряда чисел: 1, 2, 3, 5, 8, 10, 16, 20, 25 и т.д.

Таблица 5.

Геометрические параметры сопряжений элементов отливки

Соотношение толщин сопрягаемых элементов		Значения геометрических параметров
$A/a \leq 1,75$	$A/a > 1,75$	
		$C \approx 0,6 \cdot A$ $h \geq 6 \cdot (C - a)$ $r \approx (A + a) / 4$ $r_1 \approx (A + a) / 5$ $R \approx (A + a) / 2$
		$C \approx 0,6 \cdot A$ $h \geq 4 \cdot (C - a)$ $r \approx (A + a) / 4$ $r_1 \approx (A + a) / 4$ $R \approx (A + a) / 2$
		$C \approx 0,6 \cdot A$ $h \geq 4 \cdot (C - a)$ $r \approx (A + a) / 4$ $r_1 \approx (A + a) / 5$ $R \approx (A + a) / 2$
		$h \geq 4 \cdot (0,6 \cdot A - a)$ $H \geq 6 \cdot (0,6 \cdot A - a)$ $r \approx (A + a) / 4$ $R \approx (A + a) / 2$

Назначаем для рассматриваемой отливки формовочные уклоны $0^\circ 35'$ и радиусы закругления поверхностей 3 мм.

2.5 Выбор поверхности разъема формы.

При выборе поверхности разъема формы необходимо руководствоваться следующим:

- поверхность разъема должна обеспечивать наименьшие трудности изготовления ее формы и простоту стержней;
- модель должна свободно извлекаться из формы, согласно правилу световых теней;
- для обеспечения направленной кристаллизации наиболее массивные части отливки располагаются вверху или сбоку по разъему;

- ответственные части отливки следует располагать внизу или наклонно по отношению к плоскости разъема формы;
- линия разъема не должна находиться на черновой технологической базе (ЧТБ);
- при проектировании ступенчатых размеров заготовок необходимо учитывать, что если разность размеров двух соседних ступеней меньше допуска одного из них, то две ступени выполняются в одну.

Анализ различных вариантов расположения поверхности разъема формы показал, что для данной детали ее необходимо предусмотреть по фронтальной поверхности. Эта поверхность разъема обеспечивает наименьшую трудоемкость изготовления формы и возможность использования простой конструкции стержня, удовлетворяет правилу световых теней, наиболее ответственная часть отливки Ø62Н7 располагается в нижней части, не приходится на ЧТБ. Так как первой операцией механической обработки будет фрезерование плоскости основания, то заготовка будет устанавливаться на оправку, т.е. базирование будет происходить по внутренней цилиндрической поверхности.

Сравнение соседних размеров Ø55 и Ø56,6±1,2 показывает, что их разность (56,6-55) = 1,6 меньше допуска 2,4, следовательно, эти два размера надо выполнять одного диаметра Ø55±1,2.

2.6 Назначение технологических требований на отливку по ГОСТ Р 53464-2009.

Степень коробления элементов отливки определяется по таблице Б1 приложения Б по величине отношения наименьшего размера отливки к наибольшему (толщины или высоты к длине). Для нашего случая это отношение толщины лапок корпуса 14±0,9 к их длине 145 равно 0,0965, тогда степень коробления 5-8. Принимаем 8.

Допуск смещения отливки по плоскости разъема в диаметральном выражении устанавливают по таблице 1 ГОСТ Р 53464-2009 на уровне класса размерной точности отливки по номинальному размеру наиболее тонкой из стенок отливки, выходящей на разъем или пересекающей его. Наиболее тонкой стенкой, выходящей на линию разъема, является 8,2 мм, следовательно, допуск смещения СМ = 2,4 мм.

2.7 Оформление чертежа отливки (приложение 2 методических указаний).

Чертеж отливки выполняется по ГОСТ 3.1125-88. Разъем модели и формы показывают отрезком или ломаной штрих-пунктирной линией, заканчивающейся знаком , над которой указывается $\overline{\chi}$ $\overline{\chi}$ буквенное обозначение разъема формы – МФ, для неразъемных моделей Ф, направление разъема, показывается сплошной линией, перпендикулярной к линии разъема ↑.

Припуски на механическую обработку изображают сплошной тонкой линией. Допускается выполнять линию припуска красным цветом. Величину припуска на механическую обработку указывают цифрой перед знаком шероховатости поверхности детали. Допускается при несложных отливках припуски на механическую обработку не изображать, а указывать только величину припуска цифрой. Технологический припуск указывают цифрой со знаком (+) или минус (-) и буквой «Т» и проставляют на продолжении размерной линии или на поле линии-выноски, если нельзя размесить надпись и цифру на продолжении размерной линии.

Отверстия, впадины и т.п., не выполняемые при отливке детали, зачеркивают сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять красным цветом.

Графическое изображение отливок должно быть выполнено на карте эскизов в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Допускается графический документ на отливку изображать на учетной копии чертежа, при этом элементы отливки следует выполнять красным цветом.

При вычерчивании отливки следует учитывать все припуски с указанием их величины.

Внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых в литье, изображают сплошной тонкой линией. Допускается при несложных отливках перечисленные элементы не изображать.

Стержни, их знаки и фиксаторы, разделительные дифраграммы и знаки модели изображают в масштабе чертежа сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять синим цветом. Стержни в разрезе следует штриховать только у контурных линий.

На чертеже отливки указывают технические требования, которые включают:

- пределы твердости материала отливки;
- сведения о материале-заменителе;
- обозначение точности отливки по ГОСТ Р 534640-2009. Приводятся в следующем порядке: класс размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, класс точности массы и допуск смещения. (например, точность отливки 11-8-16-11СМ2,4 ГОСТ Р 534640-2009.).
- допуск неровностей поверхностей отливки;
- указания об отделке необрабатываемых поверхностей;
- сведения о виде, количестве, размерах и местах расположения допускаемых литейных дефектов (раковины, трещины и т.п.) и возможных способах их устранения;
- формовочные уклоны (ГОСТ 3212–92), радиусы закруглений и т.п.;
- указание о маркировании;
- ссылки на другие документы, содержащие технические требования, (на отливки из стали ГОСТ 977–88, на отливки из чугуна – ГОСТ Р 534640-2009).

2. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ШТАМПОВАННОЙ ЗАГОТОВКИ.

Для примера рассмотрим детали червяк. Червяк является деталью червячного редуктора и испытывает знакопеременные изгибающие и скручивающие нагрузки. Для обеспечения повышенных механических свойств червяка необходимо, чтобы структура металла имела волокнистое строение вдоль оси детали. Такое качество металл, как правило, приобретает после объемной пластической деформации. В свою очередь, вид и марка материала (сталь 45) позволяют это осуществить. Итак, для червяка принимаем вид получения заготовки – объемное пластическое деформирование, с учетом повышенных требований к механическим свойствам детали.

3.1 Выбор способа получения штампованной заготовки.

Выбор способа получения заготовки зависит от следующих факторов:

- типа производства;
- достигаемых параметров качества заготовок (шероховатости поверхности, точности размеров);
- конструктивных особенностей детали;
- типа применяемого оборудования;
- вида оснастки (открытый, закрытый, штамп выдавливания, количество ручьев штампа);
- вида нагрева заготовки перед штамповкой (газопламенная, индукционная печь и т.д.);
- количества переходов штамповки детали.

Ковку применяют в единичном и мелкосерийном производстве при изготовлении поковок массой 5 кг до 300 т. Ковка обуславливает большие припуски, значительный объем последующей механической обработки и повышение трудоемкости.

Горячая объёмная штамповка наиболее эффективна в крупносерийном и массовом производстве поковок массой от нескольких граммов до 3 т, но чаще оказывается целесообразным изготовление поковок и штамповок массой 50-200 кг. Способ обеспечивает высокую точность заготовок, позволяет значительно сократить припуски и снизить трудоемкость изготовления детали.

Предпочтение должно быть отдано тем способам, которые обеспечивают максимальное приближение формы и размеров заготовки к форме и размерам детали.

Окончательно способ изготовления заготовки устанавливается после сравнительного технико-экономического расчета нескольких вариантов получения поковок.

Исходными заготовками для ковки и объёмной штамповки служат слитки и сортовой прокат.

Слиток является заготовкой для крупных поковок.

Сортовой прокат используют для большинства штампованных и мелких кованных поковок. Длина прутков составляет 2-6 м. Горячекатаный прокат имеет квадратное или круглое поперечное сечение, размеры (диаметр, сторона квадрата) устанавливаются стандартами.

На рис. 1 и 2 приведены классификации поковок, штампуемых на горизонтально-ковочных машинах (рис. 1) и на молотах и горячештамповочных прессах (рис. 2).

Для рассматриваемого случая со среднесерийным типом производства, конфигурацией детали – «тело вращения», небольшими габаритными размерами ($\varnothing 32 \times 140$) и массой (0,368 кг), шероховатостью необрабатываемых поверхностей $Ra = 6,3$ мкм наиболее целесообразно для изготовления заготовки примять штамповку на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП) с использованием открытого штампа и предварительным нагревом заготовки в газопламенной печи.

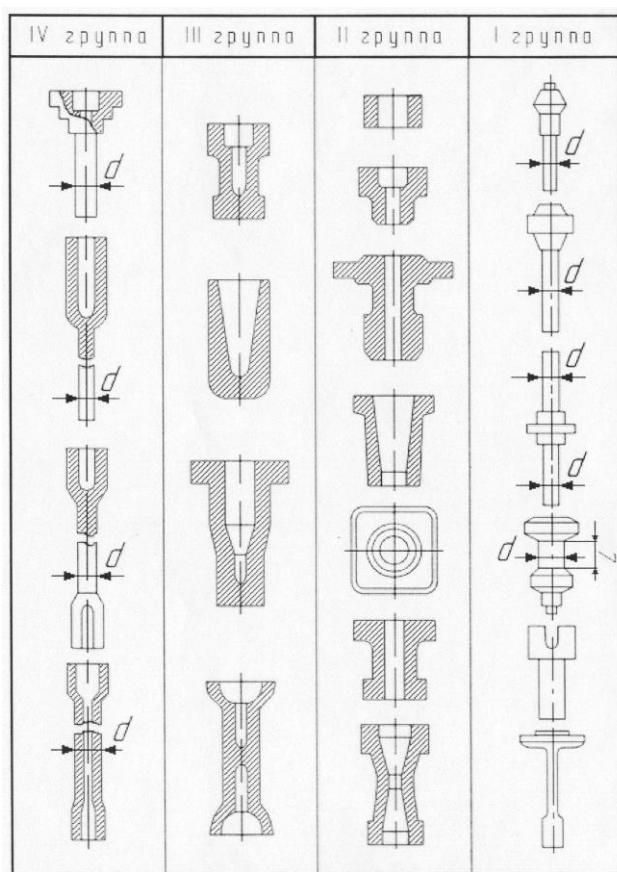


Рис. 1. Классификация поковок, штампуемых на горизонтально-ковочных машинах

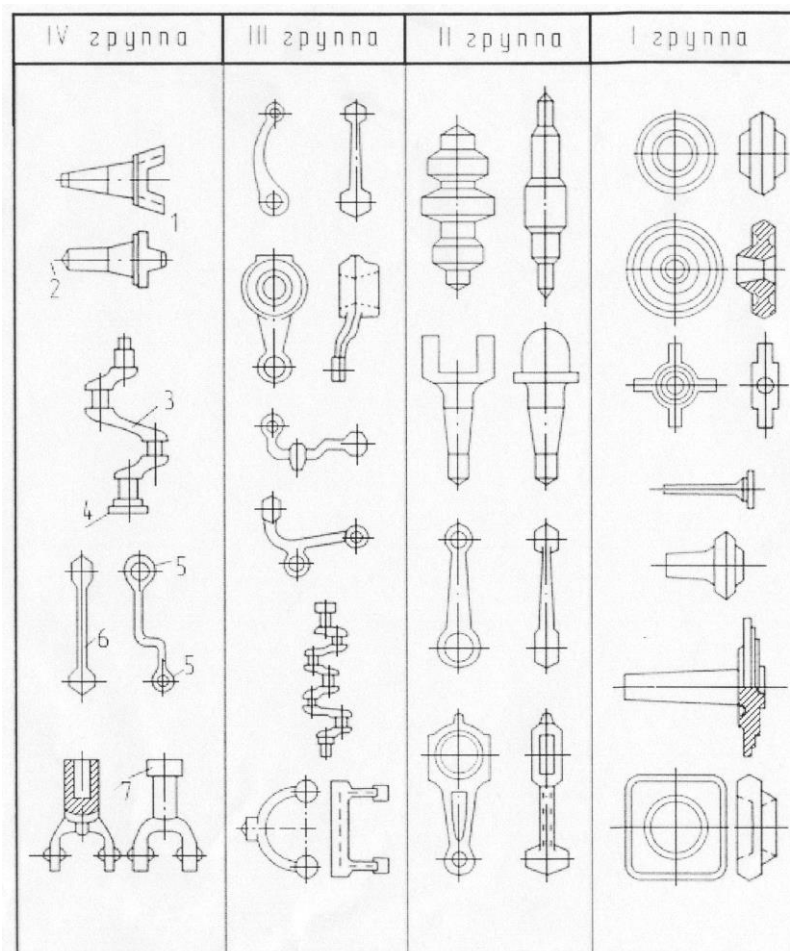


Рис.2. Классификация поковок, штампуемых на молотах и кривошипных горячештамповочных прессах

3.2 Назначение припусков на механическую обработку.

Назначение припусков производится по ГОСТ 7505-89.

А) Допуски, припуски и кузнечные напуски устанавливают в зависимости от конструктивных характеристик поковки и определяют исходя из шероховатости обработанной поверхности детали, а также в зависимости от величины размеров и следующие характеристики (табл.1);

Класс точности определяют по приложению 1, табл. 19. Для КГШП и закрытой штамповки класс точности поковки – Т2.

Группу стали определяют по табл.1. Сталь 45 относится к группе стали М2.

Степень сложности поковки определяют по Приложению 2 ГОСТ 7505-89 путем вычисления отношения массы (объема) поковки к массе (объема) геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки:

$$C = \frac{m_{\text{пок.}}}{m_{\text{опис.ф.}}}$$

Ориентировочная расчетная масса поковки ($m_{\text{пок.}}$) определяется по формуле:

$$m_{\text{пок.}} = m_0 \cdot K_p,$$

где m_0 – масса детали;

K_p – расчетный коэффициент, устанавливаемый в соответствии с приложением 3 (табл.20).

Для удлиненной формы детали с прямой осью $K_p = 1,3-1,6$. Принимаем $K_p = 1,3$.

$$m_{\text{пок.}} = 0,368 \cdot 1,3 = 0,478 \text{ кг}$$

Определим массу описанной фигуры (цилиндра):

$$m_{\text{опис.ф.}} = 3,14 \cdot R^2 \cdot H \cdot \gamma,$$

где R – радиус описанной фигуры;
H – высота описанной фигуры;
 γ - плотность материала заготовки.

$$m_{\text{опис.ф.}} = 3,14 \cdot (0,016)^2 \cdot 0,14 \cdot 7700 = 0,866 \text{ кг}$$

$$C = \frac{0,478}{0,866} = 0,551$$

Расчетное значение C сравним с табличным. Расчетное значение попадает в предел 0,32-0,63, следовательно, степень сложности C2.

Конфигурация поверхности разъема штампа для изготовления поковки червяка – плоская (П).

Б) Определение исходного индекса

Исходный индекс для последующего назначения основных припусков, допусков и допускаемых отклонений определяется в зависимости от массы, марки стали, степени сложности и класса точности поковки по формуле

$$\text{ИН} = \text{НИ} + (\text{MS} - 1) + (\text{ST} - 1) + (\text{КТ} - 1)$$

где НИ – номер интервала, в который попадает масса поковки

Таблица 6

Номер интервала	Масса в кг.									
	До 0.5	Св. 0.5 до 1	Св. 1 до 1.8	Св. 1.8 до 3.2	Св. 3.2 до 5.6	Св. 5.6 до 10	Св. 10 до 20	Св. 20 до 50	Св. 50 до 125	Св. 125 до 250
НИ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

MS - группа стали (MS=1 для группы стали M1, MS=2 для группы стали M2, MS=3 для группы стали M3);

ST – степень сложности поковки (ST=1 для C1, ST=2 для C2, ST=3 для C3, ST=4 для C4);

КТ – класс точности (КТ=1 для Т1, КТ=2 для Т2, КТ=3 для Т3, КТ=4 для Т4).

Для рассматриваемого червяка ИН=5.

В) Определение припусков на механическую обработку.

Основные припуски на механическую обработку поковок в зависимости от исходного индекса, линейных размеров и шероховатости поверхности устанавливают по табл. 3 ГОСТ 7505-89, для наглядности определения припусков все поверхности детали нумеруют и расчеты сводят в таблицу 7.

Таблица 7. Определение припусков и размеров поковки.

Размер детали, мм	№ поверхности	Шероховатость поверхности, Ra, мкм	Припуск на сторону, мм	Припуск на размер, мм	Размер заготовки, мм
$\varnothing 15 \pm 0,006$	1	0,8	0,9	$0,9 \cdot 2 = 1,8$	$\varnothing 16,8^{+0,5}_{-0,2}$
$\varnothing 32_{-0,025}$	2	1,6	0,8	$0,8 \cdot 2 = 1,6$	$\varnothing 33,6^{+0,5}_{-0,2}$
$\varnothing 15 \pm 0,006$	3	1,6	0,8	$0,8 \cdot 2 = 1,6$	$\varnothing 16,6^{+0,5}_{-0,2}$
$\varnothing 14_{-0,011}$	4	0,8	0,9	$0,9 \cdot 2 = 1,8$	$\varnothing 15,8^{+0,5}_{-0,2}$
$60 \pm 0,02$	5	0,8	1,0	$1,0 + 1,0 = 2,0$	$62^{+0,5}_{-0,3}$
	6	0,8	1,0		

Допуски и предельные отклонения размеров устанавливаются по табл. 8. Две ступени $\varnothing 16,6$ и $\varnothing 15,8$ следует выполнять в одну – большего диаметра.

Г) Определение минимальной величины радиусов закругления наружных узлов поковки в зависимости от глубины полости ручья штампа выполняется по табл. 7. Для данной детали глубина полости ручья штампа будет равна половине максимального диаметра поковки, т.е. 16,8 мм. Тогда величина радиусов закруглений наружных углов поковки равна 1,6 мм.

Д) Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа определяется по табл. 9 и равна 0,2 мм.

Е) Допускаемая величина высоты заусенца на поковке по контуру обрезки облоя определяется в п.5.10 и для данной поковки не должна превышать 2 мм.

Ж) Кузнечные напуски выполняются согласно п.6.. Кузнечные напуски могут быть образованы на поковке штамповочными уклонами, радиусами закругления внутренних углов, непробиваемой перемычкой в отверстиях и невыполнимыми в штамповочных операциях поднутрениями и полостями.

3) Штамповочные уклоны не должны превышать величины, установленной в таблице 18. Для нашего случая наружные штамповочные уклоны не должны превышать 5°. На поверхностях отверстий в поковках, изготовленных на ГKM, штамповочный уклон не должен превышать 3°. У изготовленных на штамповочных молотах и прессах без выталкивателей поковок, имеющих элементы в виде ребра, выступа, реборды с отношением их высоты к ширине более 2,5, допускается штамповочный уклон до 10° на внешней поверхности и до 12° на внутренней поверхности.

Впадины и углубления в поковке, когда их оси параллельны направлению движения одной из подвижных частей штампа, а диаметр или наименьший поперечный размер не менее 30 мм, выполняют глубиной до 0,8 их диаметра или наименьшего поперечного размера – при изготовлении на молотах и прессах и до трех диаметров – при изготовлении на горизонтально-ковочных машинах.

В поковке выполняют сквозные отверстия при двухстороннем углублении, если при ее изготовлении их оси параллельны направлению движения одной из подвижных частей штампа диаметр сквозного отверстия не менее 30 мм, а толщина поковки в месте пробивки – не более диаметра пробиваемого отверстия.

3.3 Установленные линии разъема штампа

При штамповке на молотах и КГШП штамп состоит из верхней и нижней части. Поверхность раздела этих частей называется поверхностью разъема штампа, которая назначается с учетом:

- возможности свободного извлечения поковки из штампа;
- расположения более глубоких труднозаполняемых полостей в верхней части молотового штампа, т.к. при штамповке под молотом металл лучше течет вверх;
- упрощения конструкции молотового и обрезающего штампов;
- снижения отходов в облой за счет уменьшения его периметра соответствующим расположением поковки в ручье;
- удобством обрезки облоя;
- уравнивания сдвигающих усилий;
- требуемой направленности волокон в поковке;
- недопустимостью совпадения с черновой технологической базой.

Целесообразно, чтобы плоскость разъема совпадала с плоскостью двух наибольших габаритных размеров детали.

Примеры выбора плоскости разъема штампа приведены в таблице

Неправильно	Правильно
Не на одной высоте	На одной высоте
Менее 4φ	До 3φ (допустимо 4φ)
Более 4φ	Более 4φ
Менее 3φ	До 2φ (допустимо 3φ)
Более 3φ	Более 3φ

Принимаем решение о том, чтобы плоскость разъема штампа проходила через ось червяка.

3.4 Оформление чертежа поковки по ГОСТ 3.1126-88 (приложение 4 настоящих методических указаний).

На чертеже поковки допускается наносить контур детали, выполняя его тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками, при этом допускается не изображать отдельные элементы детали. Чертеж поковки должен содержать все данные, необходимые для ее изготовления, контроля и приемки. Допускается наносить под размерами поковки размеры детали в круглых скобках. Расположение плоскости разъема формообразующих поверхностей штампа следует изображать тонкой штрихпунктирной линией, обозначенной на концах знаком

Допуски формы и расположения поверхностей поковки выполняются согласно ГОСТ 2.308-79.

В технических требованиях указывают: группу по видам испытаний (ГОСТ 8479-70); класс точности поковки, группа стали, степень сложности; исходный индекс (ГОСТ 7505-89); вид термообработки; неуказанные предельные отклонения размеров, радиусов закруглений, штамповочных уклонов; допускаемые отклонения расположения по ГОСТ 2.308-68; допускаемую величину заусенца; допускаемые смещения по поверхности разъема штампа; виды и величины внешних дефектов; состояние поверхности и способ ее очистки; место маркировки (шифр детали, клеймо ОТК), ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данные изделия, но не приведенные на чертеже (ГОСТ 8479-70).

6. План-график выполнения задания

1. Задание для выполнения студенты получают на второй недели обучения в семестре.
2. Анализ конструкции и химического состава материала детали – третья неделя обучения в семестре.
3. Выбор и обоснование метода получения заготовки – пятая неделя семестра.
4. Назначение припусков на поверхности – девятая неделя семестра.
5. Назначение фановочных уклонов, радиусов скруглений поверхностей и места разъема формы – одиннадцатая неделя семестра.
6. Выбор оборудования, технологической и модельной оснастки – тринадцатая неделя семестра.
7. Разработка чертежа заготовки – пятнадцатая неделя семестра.
8. Защита работы – восемнадцатая неделя семестра.

7. Критерии оценивания работы.

Максимальное количество баллов по контрольной точке, т.е. за расчетно-графическую работу студент получает, если задание выполнено по всем правилам в соответствии с ГОСТом, основанием для уменьшения баллов являются: несвоевременное представление работы; небрежное оформление расчетно-графической работы; наличие ошибок

Расчетно-графическая работа может быть отправлен на доработку в следующих случаях: ошибки в анализе задания; неспособность защиты работы; не согласие студента с оценкой

8. Порядок защиты работы

Проверенная и подписанная преподавателем работа должна быть защищена студентом в форме собеседования.

После защиты расчетно-графической работы студенту выставляется контрольная точка.

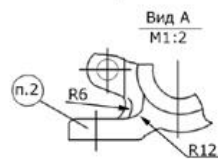
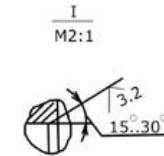
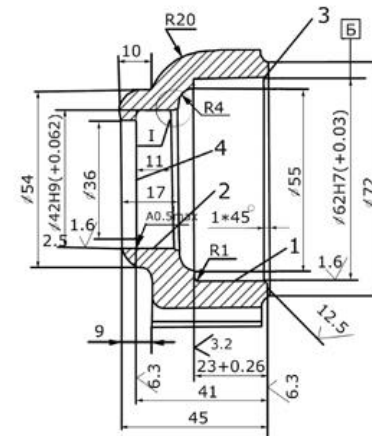
9. Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. 1. Технология конструкционных материалов. Производство заготовок : учебник / А. Г. Алексеев, Ю. М. Барон, М. Т. Коротких [и др.]. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 516 с. — ISBN 978-5-9729-1210-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/346979>
2. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев [и др.]. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 616 с. — ISBN 978-5-507-47607-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/397271> (дата обращения: 16.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень дополнительной литературы

1. Ямников, А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А. С. Ямников, Е. Ю. Кузнецов, М. Н. Бобков ; под редакцией А. С. Ямникова. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 328 с. — ISBN 978-5-9729-0424-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148337>
2. Зубарев, Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-507-44101-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215714>
3. ГОСТ Р 53464-2009 «Отливки из металлов и сплавов».
4. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные».



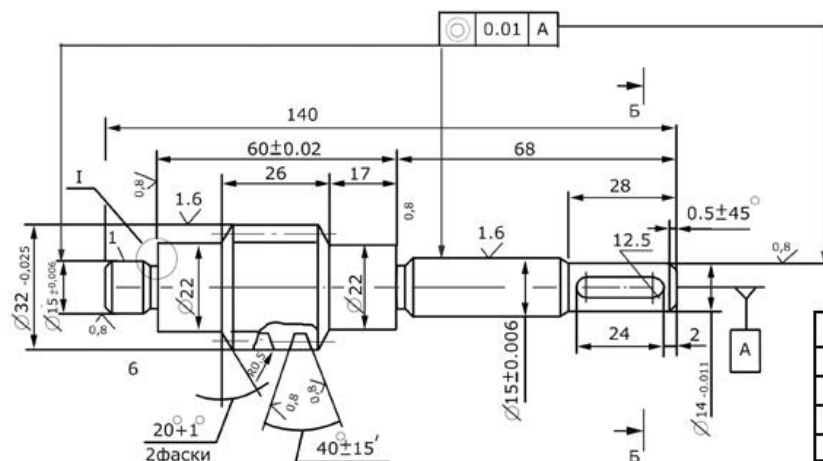
Код ОКП	Обозначение	Материал	Масса, кг
479 188 4039	H.026.056	сч20 ГОСТ 1412-85 1	1.09
479 188 4736	-01	Отливка 35Л-I ГОСТ 977-75	1.20
479 188 4737	-02	Отливка КЧ 35-10-Ф ГОСТ 1215-79	1.12

1. Неуказанные литейные радиусы 3мм, формовочные уклоны $0^{\circ}35'$
2. Маркировать обозначение, товарный знак завода-изготовителя
Шрифт ПО-8 ГОСТ 2930-62
3. Остальные технические требования по ОСТ 23.2.425-82
4. Допускается применение материала СЧ 18 по ГОСТ 1412-85
5. Точность отливки 11-8-16-11 СМ 2,4 ГОСТ 26645-85

					Н.026.056			
Изн	Разр	№ докум	Подп	Дата	Корпус подшипника ОСТ 23.2.417-82	Лит.	Масса	Масшт
Разраб							1.09	1:1
Пров								
Н. контр					СЧ 20 ГОСТ 1412-85	Лист		Листов 1
Утв								



6.3

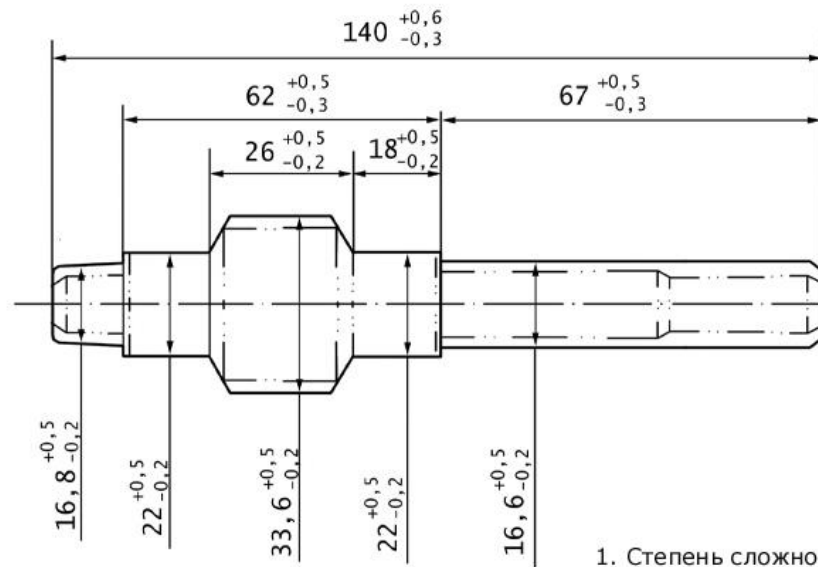


Модуль осевой	m5	2
Число заходов	z1	2
Тип червяка	-	zA
Угол подъема витка	λ	8'8'
Направление витка	-	правое
Ход винтовой линии	tb	12.57
Параметры профиля	Угол поворота	α 20°
дителей	Высота витка	h 4.4
Степень точности по ГОСТ 3575-55	-	Ст 8-х
Толщина витка	Sn1	3.14 $\begin{smallmatrix} -0.12 \\ -0.19 \end{smallmatrix}$
Делительный диаметр	d1	28
Обозначение чертежа сопряженного класса	ЗР 160.05.021	

1. HRCэ 37...41
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: диаметров -h12, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$

ЗР 160.05.021					
Изм	Разр	№ докум	Подп	Дата	Червяк
Разраб					
Пров					
					Лист 1
Н. контр					Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Утв					

6.3
✓



1. Степень сложности поковки С2
2. Группа стали М2
3. Класс точности поковки Т2
4. Неуказанные радиусы закруглений 1,6 мм
5. Неуказанные штамповочные уклоны 5
6. Допускаемая величина высоты заусенца по периметру среза 2 мм
7. Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа 0,2 мм
8. Остальные технические требования по ГОСТ 8479-70

						ЗР 160.05.021				
						Червяк (поковка)	Лит.	Масса	Масшт	
Изм	Разр	№ докум	Подп	Дата						
Разраб								0,478	1:1	
Пров										
							Лист	Листов 1		
Н. контр						Сталь 45 ГОСТ 1050-88				
Утв										