

ББК 30.3 я7  
Ю 89  
УДК 621.7 (075.8)

Рецензенти:

доктор техн. наук, проф. П. М. Учаєв  
доктор техн. наук, проф. А. С. Федосов

Рекомендовано до друку вченою радою Сумського державного  
університету Міністерства освіти та науки України

**Юскаєв В.Б.**

Ю 89      Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Частина 1. Технологія конструкційних матеріалів. Програма, методичні вказівки до контрольних робіт і приклади їх виконання: Навчальний посібник для студентів - заочників інженерних спеціальностей. – Суми: Видавництво СумДУ, 2000. – 145с. - Російською мовою.

ISBN 966-7668-46-0

ISBN 966-7668-50-9

У посібнику дані рекомендації із самостійного вивчення сучасних і перспективних технологічних процесів машинобудівного виробництва, приведені завдання до контрольних робіт студентів-заочників і розглянуті типові приклади їх виконання.

Посібник розрахований на студентів інженерних спеціальностей, які самостійно вивчають курс «Технологія конструкційних матеріалів».

ББК 30.3 я7

ISBN 966-7668-46-0

ISBN 966-7668-50-9

©Юскаєв В.Б., 2001

©Видавництво Сумського  
державного університету, 2001

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания.....	5
Рабочая программа и методические указания.....	7
Рекомендуемая литература.....	49
Лабораторные работы.....	50
Контрольные работы.....	51
Приложение А.....	118
Приложение Б.....	128
Приложение В.....	130
Приложение Г.....	133
Приложение Д.....	137
Приложение Ж.....	139
Приложение К.....	143

УК 17.29

Создавая конструкции машин или механизмов, инженер должен обеспечить их высокие эксплуатационные характеристики и экономическую эффективность производства. Для этого инженер должен обладать глубокими технологическими знаниями в области расчета, конструирования и производства машин.

Дисциплина "Технология конструкционных материалов" рассматривает применяемые в промышленности прогрессивные технологические методы формообразования заготовок и деталей машин литьем, обработкой давлением, сваркой, механической обработкой и другими методами.

Цель курса - дать студентам знания об основных технологических методах формообразования заготовок и деталей, ознакомить с возможностями современного машиностроения, а также с перспективами развития и совершенствования технологических методов обработки материалов. Изучение данного курса обеспечивает технологическую подготовку будущего специалиста и является предпосылкой для успешного усвоения ряда специальных дисциплин.

В задачи курса входит изучение:

- физической сущности технологических методов производства металлов и других конструкционных материалов;
- физической сущности технологических методов производства заготовок литьем, обработкой давлением, сваркой и их механической обработки резанием и другими методами;
- технологических возможностей методов, их назначения, достоинств и недостатков, областей применения;
- принципиальных схем работы технологического оборудования; принципиальных схем инструментов, приспособлений и оснастки, их назначения и применения;
- основных понятий о технологичности конструкций заготовок и деталей машин с учетом методов их получения и обработки.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В соответствии с учебным планом дисциплина "Технология конструкционных материалов" изучается студентами-заочниками путем самостоятельной работы над учебной литературой.

Рекомендуется следующая последовательность изучения дисциплины:

- ознакомьтесь с программой изучаемой темы и методическими указаниями к ней, которые приведены в разделе "Рабочая программа и методические указания". В методических указаниях приведены рекомендации о наиболее целесообразной последовательности изучения учебного материала и дополнительная информация по отдельным вопросам программы;

- рассмотрите материал лекции соответствующего раздела, прочитанной в период установочной сессии;

- ознакомьтесь с материалом темы по рекомендуемой литературе, список которой приведен в разделе "Рекомендуемая литература". При этом обратите внимание на свойства материалов, физико-химическую сущность процессов и области их применения, устройство и принцип работы оборудования. В процессе работы рекомендуется составлять конспект, в который вносят основные положения рассматриваемых тем, схемы, диаграммы и т.п. Так как изучаемый курс является практическим предметом, освоение материала совмещают с практическим изучением технологических процессов, устройства и работы оборудования на производственных предприятиях;

- после изучения темы следует ответить на вопросы самопроверки.

Для успешного изучения курса учебным планом (табл.1) предусмотрены аудиторные занятия.

Таблица 1 - Выписка из учебного плана

Курс	Семестр	Аудиторные занятия, часов			ИРС, часов	Зачет, семестр
		всего	лекции	лаб. раб.		
3	5	20	12	8	6	5

Лекционные и лабораторные занятия проводятся в период установочной сессии. Тематика лекций приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Тематический план лекций

Тема лекции	Затраты времени, час.
1. Metallургия чугуна и стали	2
2. Основы технологии литейного производства	2
3. Физико-механические основы обработки металлов давлением	2
4. Физические основы получения сварных соединений	2
5. Физические основы обработки металлов резанием	2
6. Производство деталей из композиционных материалов	2
Всего	12

Перечень лабораторных работ и литературы, необходимой для их выполнения, приведен в разделе "Лабораторные работы".

После изучения курса приступают к выполнению контрольных работ. Учебным планом предусмотрено выполнение двух контрольных работ. Номер варианта заданий к контрольным работам выдается в период установочной сессии преподавателем, ведущим дисциплину. Задания к контрольным работам, методические указания по их выполнению и примеры выполнения ряда заданий приведены в разделе "Контрольные работы". Необходимые консультации по их выполнению проводятся в межсессионный период на индивидуальных занятиях. Выполненные контрольные работы в установленном порядке сдаются на кафедру для рецензирования.

К сдаче зачета по курсу допускаются студенты, имеющие зачетные контрольные работы и выполнившие в полном объеме лабораторные работы.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## Раздел 1 Основные свойства конструкционных материалов

### Тема 1.1 Свойства и строение конструкционных материалов

Конструкционные материалы, их классификация и требования, предъявляемые к ним. Основные физические, механические, химические, технологические и эксплуатационные свойства материалов.

Атомно-кристаллическое строение металлов. Строение, составляющие и свойства составляющих сплавов. Полиморфизм металлов. Анизотропия. Кристаллизация сплавов.

#### *Методические указания*

Изучение темы начните с рассмотрения классификации конструкционных материалов (металлические, неметаллические и композиционные материалы), обратив внимание на содержание каждой из групп данной классификации. Изучая виды конструкционных материалов, необходимо рассмотреть основные свойства которыми они характеризуются (механические, физические, химические, технологические и эксплуатационные). Ряд показателей свойств конструкционных материалов (механические: предел прочности, предел текучести, ударная вязкость; физические: теплопроводность, электропроводность, температура плавления; химические: химическая активность, антикоррозионные свойства и другие) рассматривались в дисциплинах "Физика", "Химия," "Сопротивление материалов". Обратите особое внимание на технологические свойства, которые характеризуют способность материалов подвергаться различным методам горячей и холодной обработки

(свариваемость, литейные свойства, обрабатываемость резанием и другие).

Свойства металлов определяет их атомно-кристаллическое строение. При изучении атомно-кристаллического строения рассмотрите основные типы кристаллических решеток. При этом следует уяснить, что металлы - тела поликристаллические с большим количеством точечных, линейных и плоскостных несовершенств, которые значительно изменяют свойства реальных кристаллических тел в отличие от чистых кристаллов. Некоторые металлы с изменением температуры изменяют тип кристаллической решетки - это явление называют полиморфизмом, или аллотропией. Ознакомьтесь с явлением анизотропии и применением его в практике. Рассмотрите понятия "компонент", "фаза". При изучении процессов кристаллизации металлов необходимо разобраться в термодинамических основах фазовых превращений. Следует уяснить, что стремление к наименьшему количеству свободной энергии, которое обуславливает плавление и кристаллизацию, является частным случаем общего закона природы. Обратите внимание на типы образующихся при кристаллизации структур (механическая смесь, твердый раствор, химическое соединение) и их свойства.

**Литература:** [1, с.4-8]; [2, с.5-10]; [3, с.3-8, 12-14].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Назовите основные свойства материалов.
- 2 Приведите примеры технологических и эксплуатационных свойств материалов. В чем их отличие?
- 3 Определите координационное число для основных типов элементарных кристаллических ячеек.
- 4 Дайте определение понятия "компонент".
- 5 Дайте определение понятия "фаза".
- 6 В чем заключается отличие механической смеси от твердого раствора?
- 7 Какая связь существует между числом центров и скоростью кристаллизации в зависимости от степени переохлаждения?

8 Как влияет на структуру металла степень переохлаждения?

## **Тема 1.2 Маркировка машиностроительных материалов**

Классификация сталей по назначению, химическому составу и качеству. Зависимость механических свойств углеродистых сталей от содержания углерода и примесей. Маркировка сталей, чугунов и сплавов цветных металлов.

### **Методические указания**

При изучении данной темы необходимо рассмотреть признаки классификации сталей (по назначению, по качеству, степени легирования и раскисления), запомнить условные обозначения легирующих элементов в написании марок сталей, а также порядок определения примерного химического состава стали по ее марке. Так как сплавы на основе железа и углерода являются наиболее широко применяемыми в народном хозяйстве, рассмотрите влияние содержания углерода и примесей (сера, фосфор, кремний, марганец) на механические свойства стали. Используя аналогичный подход, рассмотрите принципы маркировки других машиностроительных материалов (чугунов, твердых сплавов, цветных металлов и их сплавов). При изучении принципов маркировки цветных сплавов, обратите внимание на несовпадение условных обозначений одинаковых легирующих элементов в цветных сплавах и сталях.

**Литература:** [1, с.17-24]; [2, с.14-19]; [3, с.14-19]; [4].

### **Вопросы для самопроверки**

1 Объясните влияние углерода и постоянных примесей стали на ее свойства.

2 Расшифруйте приведенные марки сталей: Б Ст. Зкп, Сталь 08, У13А, 9ХВГ, Р6М5, 30ХГС-Ш, 08Х18Н9Т.

3 Расшифруйте приведенные марки чугунов: СЧ21, КЧ36-6, ВЧ60-5, АЧВ-2, АЧС-1.



4 Расшифруйте приведенные марки твердых сплавов: ВК10, Т15К6, ТТ7К10.

5 Расшифруйте приведенные марки сплавов: АЛ2, Д16, МЛ5, Л90, БрАЖ9-4, ВТ22.

## **Раздел 2 Основы металлургического производства**

### **Тема 2.1 Структура металлургического производства**

Понятие об основных металлургических процессах производства металлов. Структура металлургического производства и его продукция.

#### ***Методические указания***

Металлургия – это наука о способах извлечения металлов из природных соединений и отрасль промышленности, производящая металлы и сплавы. Существует несколько основных способов извлечения металлов из руд: пирометаллургический, гидromеталлургический, электрометаллургический и химико-металлургический. Структура металлургического производства включает: шахты и карьеры по добыче руд и каменных углей, коксохимические комбинаты и энергетические предприятия, доменные цехи и заводы ферросплавов, сталеплавильные и прокатные цехи. При изучении темы обратите внимание на взаимосвязь элементов структуры металлургического производства, номенклатуру и объемы продукции черной и цветной металлургии.

***Литература:*** [1, с.25-27]; [2, с.20]; [3, с.23].

#### ***Вопросы для самопроверки***

1 Назовите основные элементы структуры металлургического производства.

2 Опишите назначение коксохимических и горнообогатительных комбинатов.

3 Назовите основные продукты, получаемые в доменных цехах.

4 Опишите назначение ферросплавов.

5 Приведите примеры производств, где используется пирометаллургический способ получения металлов.

6 Назовите номенклатуру продукции черной и цветной металлургии.

## **Тема 2.1 Производство чугуна**

Исходные материалы. Устройство доменной печи. Доменный процесс. Продукты и технико-экономические показатели доменного производства.

### ***Методические указания***

Рассмотрите основные исходные материалы, применяемые при производстве чугуна: железные руды, флюсы, топливо и огнеупорные материалы; при этом подробно изучите их назначение и подготовку к плавке. Обратите внимание, что применение флюсованного агломерата и окатышей значительно повышает эффективность процесса выплавки чугуна.

Чугун выплавляют в печах шахтного типа – домнах. Ознакомьтесь с устройством доменной печи и принципом ее работы, а также конструкцией воздухонагревателей и механизмов загрузки шихты.

Доменная печь работает по принципу противотока. При сгорании кокса в доменной печи выделяется теплота и образуется газовый поток, содержащий  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , и другие газы, которые, поднимаясь вверх, отдают теплоту шихтовым материалам. При этом в шихте, перемещающейся вниз, происходит ряд превращений. Рассматривая процессы доменной плавки, изучите реакции горения топлива, процессы восстановления окислов железа, кремния, марганца, фосфора и серы. Обратите внимание на периодичность выпуска чугуна и шлака из доменной печи.

Изучите продукты доменной плавки: чугуны, шлаки, доменный газ и ферросплавы. Рассмотрите области использования этих продуктов в народном хозяйстве, техни-

ко-экономические показатели доменного производства и пути их повышения.

**Литература:** [1, с.28-41]; [2, с.20-27]; [3, с.23-28].

### **Вопросы для самопроверки**

1 Приведите схему разреза доменной печи, укажите ее основные элементы.

2 Опишите сущность процессов агломерации и окатывания.

3 Приведите реакции восстановления окислов железа в доменной печи.

4 Назовите основные продукты доменного производства и дайте им характеристику.

5 Каким образом можно повысить эффективность работы доменной печи?

### **Тема 2.3 Производство стали**

Способы производства стали. Производство стали в кислородных конвертерах, мартеновских и электрических печах. Прямое восстановление железа из руд.

Способы повышения качества металлов. Вакуумная дегазация, обработка синтетическими шлаками, электрошлаковый переплав, электродуговой переплав.

### **Методические указания**

Существует два основных способа производства стали:

- передел чугуна;
- прямое восстановление железа из руд с последующей плавкой полученного продукта в электропечах.

Процесс передела чугуна в сталь основан на снижении содержания углерода и примесей в исходном материале за счет их избирательного окисления. Рассмотрите общую технологическую схему передела чугуна в сталь и основные этапы этого процесса: загрузку шихты, плавление, окисление углерода и примесей, раскисление, легирование и разливку стали. Для передела чугуна использу-

ются мартеновские печи, кислородные конвертеры и электрические печи. В мартеновских печах выплавляют углеродистые и легированные, конструкционные и инструментальные стали.

Ознакомьтесь с устройством мартеновских печей и принципом их работы. Рассмотрите процесс производства стали в основных мартеновских печах. Особое внимание уделите производству стали скрап-рудным процессом как наиболее экономичному.

Рассмотрите технико-экономические показатели мартеновских печей, пути их интенсификации. В связи с этим изучите устройство и принцип работы двухванной мартеновской печи.

Одним из прогрессивных способов производства стали является кислородно-конвертерный, которым выплавляют более 40% всей стали. В кислородных конвертерах выплавляют углеродистые и низколегированные стали. Изучите устройство кислородного конвертера и принцип его работы. Рассмотрите особенности технологии плавки в кислородных конвертерах. Сравните технико-экономические показатели мартеновских печей и кислородных конвертеров.

Высококачественные, инструментальные и высоколегированные стали производят в дуговых и индукционных электрических печах. Изучите устройство и принцип работы данных сталеплавильных агрегатов. Рассматривая процесс плавки в дуговой печи, обратите внимание на то, что в такой печи применяют две технологии плавки:

- переплавом шихты из легированных отходов;
- окислением примесей углеродистой шихты.

В индукционных печах сталь получают переплавом или сплавлением шихтовых материалов.

Рассматривая технологию производства стали прямым восстановлением железа из руды, обратите внимание на экономическую эффективность способа, связанную с тем, что сталь получают, минуя доменный процесс.

Сравните технико-экономические показатели различных способов производства стали.

После выплавки сталь разливают для получения слитков одним из следующих способов:

- в изложницы сверху;
- в изложницы снизу (сифонная разливка);
- на установках непрерывной разливки стали.

Изучая способы разливки стали, обратите внимание на качество получаемых слитков (наличие ликваций и других дефектов), их дальнейшее использование, выход годного металла при различных способах разливки. Рассмотрите кристаллическое строение слитков в зависимости от степени раскисления стали.

Для снижения содержания вредных примесей, газов и шлаковых включений применяют различные технологические процессы, повышающие качество стали: вакуумную дегазацию, обработку синтетическими шлаками, электрошлаковый переплав, вакуумно-дуговой переплав и другие способы. Рассмотрите схемы процессов, возможности каждого способа и области применения.

**Литература:** [1, с.42 –66]; [2, с.28-48]; [3, с.28-39].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Объясните сущность процессов передела чугуна в сталь.
- 2 Рассмотрите возможность выплавки низкоуглеродистых сталей в конвертерах.
- 3 Объясните различие в производительности выплавки стали в конвертерах и мартеновских печах.
- 4 В чем заключается преимущество непрерывной разливки стали по сравнению с другими способами?
- 5 Как снизить содержание кислорода в стали?

### **Тема 2.4 Производство цветных металлов**

Исходные материалы, оборудование, технологические процессы производства меди, алюминия, магния и титана.

#### **Методические указания**

Основной способ производства меди – пирометаллургический. Рассмотрите сущность этого способа, обра-

щая внимание на химические реакции восстановления меди при выплавке штейна и его конвертирование при получении черновой меди. Рассмотрите сущность огневого и электролитического рафинирования, при этом обратите внимание на возможность попутного извлечения примесей благородных металлов.

Основной способ производства алюминия и магния - электролитический.

Исходные материалы для производства алюминия – бокситы, нефелины, алуниты и каолины.

Из них получают щелочным методом глинозем. Рассмотрите сущность процессов получения глинозема и криолита. После этого рассмотрите процессы электролитического получения алюминия-сырца и его рафинирования.

Исходные материалы для производства магния – карналлит, магнезит и бишофит. Рассмотрите процессы подготовки исходных материалов и сущность электролитического получения магния, обратив внимание на разложение хлористого магния, за счет чего повышается концентрация других хлоридов. Изучите сущность процесса рафинирования, обратив внимание на чистоту первичного магния.

В качестве исходных материалов при производстве титана используют рутил, ильменит и другие руды, из которых магниетермическим способом получают титан. Изучая производство титана, рассмотрите процессы получения титанового концентрата и титанового шлака, который подвергают хлорированию. Рассматривая процесс восстановления титана, обратите внимание на роль магния в этом процессе. Затем изучите процесс вакуумной дистилляции титановой губки и процесс ее плавки на слитки в вакуумных дуговых печах.

**Литература:** [1, с.68-79]; [2, с.48-52]; [3, с.39-45].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Приведите упрощенную схему пиromеталлургического производства меди.
2. Опишите процесс обогащения медных руд.

- 3 Приведите упрощенную схему электролитического способа производства алюминия.
- 4 Опишите производство глинозема.
- 5 Опишите процесс рафинирования алюминия.
- 6 Опишите назначение йодной очистки титана.

## **Тема 2.5 Состояние и перспективы металлургического производства**

Состояние и перспективы развития металлургического производства в мире и Украине. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии в металлургическом производстве. Экологические последствия металлургического производства.

### ***Методические указания***

Рассмотрите статистические данные за последние годы об объемах и номенклатуре продукции металлургического производства в мире и Украине. При этом обратите внимание на долю отдельных металлургических процессов в мировом производстве литой стали и объясните с чем связано их широкое применение. Изучите расположение объектов черной и цветной металлургии в Украине, оцените загрязненность этих регионов.

***Литература:***[5]; [6].

### ***Вопросы для самопроверки***

- 1 Назовите примерные объемы производства стали различными способами.
- 2 Назовите примерные объемы производства продуктов черной и цветной металлургии в Украине.
- 3 Назовите основные объекты черной и цветной металлургии в Украине.
- 4 Оцените экологическое положение районов расположения объектов черной и цветной металлургии в Украине.

## Раздел 3 Технологические процессы производства заготовок

### Тема 3.1 Основы технологии литейного производства.

Понятие о машиностроительных заготовках. Классификация способов получения заготовок.

Физические основы процессов получения отливок. Дефекты в отливках и способы их предупреждения. Классификация и технологические свойства литейных сплавов.

Способы получения отливок и их технологические возможности.

Изготовление отливок в разовых литейных формах (схема технологического процесса, содержание основных этапов и их характеристика). Модельный комплект. Принципы конструирования деталей с учетом литейных свойств сплавов и способа литья. Литейная форма и ее элементы. Формовочные материалы.

Специальные способы литья. Изготовление отливок по выплавляемым и газифицируемым моделям, литьем в оболочковые формы. Изготовление отливок литьем в многократные формы: в кокиль, под давлением и центробежным способом.

Особенности производства отливок из различных сплавов.

#### **Методические указания**

Изучение темы начните с определения понятий – "деталь", "заготовка", "припуск на механическую обработку". Основные способы получения заготовок – литейное производство, обработка металлов давлением, порошковая металлургия и комбинированные способы.

Литейное производство – отрасль промышленности, производящая заготовки и детали методом заливки расплавленного металла в полость литейной формы, имеющей конфигурацию заготовки (детали). После затвердева-

6271/1/18



ния металл сохраняет конфигурацию полости формы. Получаемую заготовку (деталь) называют отливкой.

Рассматривая физические основы процессов получения отливок, изучите основные технологические (литейные) свойства сплавов: жидкотекучесть, усадку, склонность к трещинообразованию, склонность к газопоглощению и ликвации. Следует уяснить, к каким дефектам отливки приводят низкие литейные свойства сплавов и какие технологические меры принимаются для предупреждения дефектов. В связи с этим обратите внимание на сплавы, наиболее широко применяющиеся в качестве литейных, и оцените их литейные свойства.

Изучение способов получения отливок начните с рассмотрения последовательности их изготовления литьем в разовые песчаные формы. Изучите состав, назначение отдельных элементов модельного комплекта и принципы конструирования модельных комплектов. Разрабатывая модель и стержневой ящик, необходимо выбрать плоскость разъема, назначить припуски на механическую обработку, формовочные уклоны, галтели, стержневые знаки, а также учесть усадку сплава, из которого будет изготавливаться отливка. При этом следует уделить особое внимание технологичности конструкции отливки. Рассмотрите элементы литейной формы, изучите последовательность изготовления форм и стержней. Изучая процесс изготовления стержней, обратите внимание на технологические меры по обеспечению требований, предъявляемых к ним (применение каркасов, вентиляционных каналов и т. п.). Рассмотрите способы изготовления форм и стержней.

Литейные формы и стержни изготавливают на машинах и вручную. Машинные способы имеют ряд преимуществ по сравнению с ручными. Изучите схемы и принцип уплотнения форм на встряхивающих, прессовых, пескодувных машинах и пескометах, а также способы удаления моделей из форм.

Изучая формовочные материалы, следует помнить, что они в значительной степени определяют качество получаемых отливок и поэтому должны обладать определенными свойствами. В связи с этим рассмотрите требования, предъявляемые к формовочным материалам, их

состав и виды. Обратите внимание на последовательность приготовления формовочных материалов.

Важными технологическими этапами является плавка литейного сплава, а также сушка форм, их отделка, сборка и заливка. Изучите назначение и содержание этих этапов. Рассмотрите способы выбивки отливок из литейной формы, способы удаления элементов литниковой системы, способы очистки отливок от пригоревшей смеси и заусенцев.

Отливки часто имеют крупное строение зерен, ликвационные зоны, в которых неравномерно распределены неметаллические включения и легирующие элементы, термические напряжения и другие виды дефектов.

В связи с этим рассмотрите заключительные этапы технологических процессов производства отливок - термическую обработку и контроль качества отливок. Особое внимание уделите основным видам брака и способам его устранения.

Литье в разовые песчаные формы не всегда обеспечивает необходимые показатели производительности, экономии формовочных материалов и литейных сплавов, точности размеров и качества поверхности отливок. Это привело к созданию специальных способов литья в разовые и многократные формы. К таким способам относят литье:

- в оболочковые формы;
- по выплавляемым моделям;
- по газифицируемым моделям;
- в оболочковые формы;
- в кокиль;
- под давлением;
- центробежным способом.

Изучите эти способы литья, при этом обратите внимание на области их применения, используемые материалы и технологические возможности.

Сплавы, применяемые для получения отливок, имеют отличающиеся литейные свойства. Эта специфичность свойств сплавов учитывается при проектировании технологических процессов получения отливок. Рассмотрите особенности получения отливок из различных сплавов.

Уделите особое внимание особенностям получения отливок из высокопрочных и ковких чугунов.

**Литература:** [1, с.174-265]; [2, с.120-180]; [3, с.45-93].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Чем отличается заготовка от детали?
- 2 Дайте определение понятий "припуск" и "напуск"?
- 3 Назовите основные элементы литейной формы.
- 4 Назовите элементы литниковой системы.
- 5 Опишите назначение литейных уклонов и галтелей.
- 6 Каким образом производят учет усадочных процессов при проектировании модельного комплекта?
- 7 Что входит в состав модельного комплекта?
- 8 Что входит в состав формовочных материалов?
- 9 Опишите технологические возможности специальных способов литья.
- 10 Опишите структуру серых, ковких и высокопрочных чугунов.
- 11 Опишите особенности производства отливок из высокопрочных и ковких чугунов.

### **Тема 3.2 Основы технологии обработки металлов давлением**

Общая характеристика обработки металлов давлением (ОМД). Классификация способов.

Физические основы ОМД. Упругая и пластическая деформация. Понятие о холодной и горячей пластической деформации. Наклеп и рекристаллизация. Нагрев металлов при обработке давлением. Нагревательные печи и устройства.

Производство машиностроительных профилей. Понятие профиля и сортамента. Значение профилей в современном машиностроительном производстве.

Способы получения профилей (прокатка, прессование, волочение, производство гнутых профилей), их сущность, применяемое оборудование.

Способы получения заготовок, имеющих приближенные форму и размеры готовой детали, их сущность, основные схемы, применяемое оборудование и технологические возможности (ковка, объемная горячая и холодная штамповка, листовая штамповка, штамповка эластичной средой, взрывом, электрогидравлическим и электромагнитным методом).

### **Методические указания**

ОМД подвергают более 90% выплавляемой стали и 60% цветных металлов и сплавов. При этом получают изделия, различные по назначению, массе, сложности, в виде заготовок и готовых деталей с высокой точностью размеров и низкой шероховатостью поверхности.

Применение процессов ОМД позволяет производить формообразование с высокой производительностью и малыми отходами, а также с возможностью повышения механических свойств металла в результате пластического деформирования. Процессы обработки давлением по назначению подразделяют на два вида:

- получение заготовок постоянного поперечного сечения по длине (производство профилей);
- получение заготовок, имеющих приблизительно формы и размеры готовых деталей.

ОМД основана на способности металлов в определенных условиях получать пластическую деформацию под действием внешних сил. Потому вначале необходимо рассмотреть механизм пластической деформации монокристалла – скольжение и двойникование, а затем деформацию металла, имеющего поликристаллическое строение.

Пластическая деформация приводит к изменению физико-механических свойств. Если это изменение сохраняется после пластической деформации, то ее называют холодной, а явление - упрочнением или наклепом. При нагреве металла, получившего упрочнение, при определенной температуре происходит замена деформированных зерен на равноосные. Это явление называют рекристаллизацией, а деформацию, при которой рекристаллизация происходит во всем объеме металла, называют горячей.

Нагрев перед ОМД производится с целью повышения пластичности и снижения сопротивления металла деформированию. Любой металл должен обрабатываться давлением в определенном интервале температур. Рассмотрите методики определения длительности нагрева и температурного интервала ОМД. Обратите внимание на отрицательные явления, к которым приводит нарушение температурного режима. Изучите принцип работы и конструкции нагревательных устройств (камерные и методические печи, электронагревательные устройства), их технологические возможности, области применения, характеризующие типоразмером и величиной партии заготовок.

Основными технологическими свойствами деформируемого металла являются пластичность и сопротивление деформированию.

При разработке процессов ОМД считают, что объемы металла до деформации и после деформации равны (закон постоянства объема), а каждая точка деформируемого тела перемещается в направлении наименьшего сопротивления (закон наименьшего сопротивления). Перемещению металла противодействуют силы трения, возникающие на поверхности контакта деформирующего инструмента и металла.

Изучение способов производства машиностроительных профилей начните с определения понятий "профиль" и "сортамент". Наиболее применяемые способы получения профилей: прокатка, прессование, волочение, производство гнутых профилей. Обратите внимание на объем производства различных профилей и области их применения.

Прокатка – один из наиболее распространенных способов производства профилей. Исходной заготовкой прокатки являются слитки. При прокатке металл деформируется в горячем или холодном состоянии вращающимися валками, конфигурация и взаимное расположение которых различно.

Различают следующие схемы прокатки:

- продольную;
- поперечную;
- поперечно-винтовую.

При наиболее распространенной продольной прокатке в очаге деформации происходит обжатие металла по высоте, уширение и вытяжка. При изучении темы рассмотрите условие захвата, которое ограничивает величину деформации металла за один пропуск между валками. Изучите инструмент и оборудование, применяемое для прокатки. При этом обратите внимание на то, что прокатные станы классифицируют по трем основным признакам:

- по их назначению;
- по числу и расположению валков в рабочих клетях;
- по числу и расположению рабочих клетей.

При изучении основных видов проката рассмотрите технологию их производства. Прокат используют в качестве заготовок в кузнечно-штамповочном производстве при изготовлении деталей механической обработкой и при создании сварных конструкций. Поэтому сортаменту основных видов проката следует уделить особое внимание.

Получение профилей прессованием, волочением и производство гнутых профилей рассмотрите в следующей последовательности: изучите схему и сущность процесса, применяемое оборудование и инструмент, сортамент получаемой продукции; сравните технологические возможности рассматриваемого способа с прокаткой.

Ковку и горячую объемную штамповку относят к способам получения заготовок, имеющих приближенные форму и размеры готовой детали.

Ковку применяют при производстве небольшого количества одинаковых заготовок. Это единственно возможный способ получения массивных поковок (до 250 т). Процесс осуществляется в горячем состоянии и состоит из чередования в определенной последовательности основных операцийковки. Прежде чем перейти к рассмотрению последовательности получения поковок, следует изучить операцииковки, их особенности и назначение.

Разработка процессаковки начинается с составления чертежаковки по чертежу готовой детали. Ковкой получают поковки относительно простой формы, требующие значительной обработки резанием. Припуски и допуски, а также напуски (упрощающие конфигурацию поковки) на-

значают на все размеры в соответствии с действующими стандартами. Последовательность операций ковки устанавливается в зависимости от конфигурации поковки и технических требований на нее, от вида заготовки. С кузнечным инструментом, применяемым при выполнении операций ковки, нужно ознакомиться при изучении этих операций.

Рассматривая принципиальное устройство машин для ковки (пневматического и паровоздушного молотов, гидравлического прессы), обратите внимание, что применение определенного типа оборудования обусловлено массой поковки.

Применение горячей объемной штамповки результативно лишь при достаточно больших партиях поковок. Это связано с использованием специального инструмента — штампа. Горячая объемная штамповка по сравнению с ковкой позволяет изготовить поковку, по конфигурации близкую к готовой детали, с большой точностью и высокой производительностью.

Штамповкой получают поковки массой до 100-200 кг, а в отдельных случаях до 3 т.

Разработка чертежа поковки включает назначение припусков, напусков, допусков, штамповочных уклонов, радиусов закруглений и размеров наметок под прошивку в соответствии с действующими стандартами.

Исходные заготовки для объемной штамповки, как правило, получают отрезкой сортового проката различного профиля. В большинстве случаев для того чтобы приблизить форму исходной заготовки к форме поковки, ее предварительно деформируют в заготовительных ручьях многоручьевых штампов.

Наличие большого количества форм и размеров поковок, сплавов, из которых они штампуются, привело к возникновению различных способов горячей объемной штамповки. При классификации этих способов в качестве основного признака принимают тип штампа. В связи с этим рассмотрите штамповку в закрытых и открытых штампах, оцените их преимущества, недостатки и области рационального использования.

Кроме различия по инструменту, штамповку различают по виду оборудования, на котором она проводится. Рассмотрев схемы машин объемной штамповки и принципы их действия, необходимо уяснить, для какого типа поковок можно рационально использовать то или иное оборудование с учетом его технологических возможностей.

После штамповки поковки подвергают отделочным операциям, которые являются завершающей частью технологического процесса и способствуют получению поковок с необходимыми механическими свойствами, точностью и шероховатостью.

Холодную штамповку делят на листовую и объемную.

При объемной штамповке (холодном выдавливании, высадке и формовке) заготовкой служит сортовой прокат. При этом получают изделия с высокой точностью и качеством поверхности. Однако из-за того, что усилия при холодной объемной штамповке значительно больше, чем при горячей, ее возможности ограничены.

К листовой штамповке относят процессы деформирования заготовок в виде листов, полос, лент и труб.

Выделяют две группы операций листовой штамповки:

- разделительные;
- формоизменяющие.

Изучая разделительные операции, обратите внимание, как влияют на качество получаемых изделий технологические параметры процесса (например, величина зазора между режущими кромками). Большое значение при разработке процесса вырубki изделий имеет оптимальное расположение вырубаемых деталей на листовой заготовке. В качестве основного показателя экономичности раскроя принимают коэффициент использования металла. Значение коэффициента равно отношению площади деталей к площади листа, полосы или ленты, из которых данные детали получают. Следует отметить, что вырубка деталей из рулонной ленты или полосы экономичнее.

Изучая формоизменяющие операции, обратите внимание на то, что при операциях гибки и вытяжки без утонения изменение толщины стенок заготовки практически не происходит.



Рассмотрите возникающие при гибке и вытяжке напряжения. При вытяжке полых деталей из плоской заготовки дно изделия, находящееся под пуансоном, практически не деформируется, а остальная часть заготовки (фланец) растягивается в радиальном направлении и сжимается в тангенциальном. При сжатии иногда происходит образование складок. Для предотвращения этого явления необходим прижим фланца к торцу матрицы.

Усилие, действующее со стороны пуансона на заготовку, увеличивается с ростом отношения диаметра заготовки к диаметру вытягиваемого изделия и может достигать величин, превышающей прочность стенки вытягиваемого изделия. При этом происходит отрыв дна. Для характеристики предельного формоизменения вводится коэффициент вытяжки. Значения коэффициента вытяжки приводятся в справочной литературе. Если необходимо получить изделие с коэффициентом вытяжки, меньше предельного, применяют вытяжку в несколько переходов.

Инструмент листовой штамповки – штампы. Рассмотрите классификацию штампов и элементы конструкции штампа.

Оборудование листовой штамповки – механические прессы. Рассмотрите схемы и принцип работы кривошипных прессов простого и двойного действия.

При изготовлении небольших партий изделий, когда изготовление сложных штампов неэкономично, применяют упрощенные способы обработки давлением листовых заготовок: штамповку эластичными средами, давальные работы и импульсную штамповку. Изучая принципиальные схемы этих видов штамповки, обратите внимание на их технологические возможности.

**Литература:** [1, с.80-173]; [2, с.53-119]; [3, с.94-136]; [7]; [8].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Как изменяются свойства металла после холодной пластической деформации?
- 2 Какие процессы происходят при рекристаллизации?

- 3 К каким отрицательным явлениям приводит нарушение температурного режима нагрева заготовок?
- 4 Сформулируйте условие захвата.
- 5 Какая схема прокатки используется при производстве бесшовных труб?
- 6 Опишите технологию производства сварных труб.
- 7 Как называют исходную заготовку для производства листового проката?
- 8 Опишите штамповку заготовок на горизонтально-ковочных машинах.
- 9 С какой целью в технологических расчетах процессов листовой штамповки используется коэффициент вытяжки?
- 10 Сравните характеристики прокатанных и гнутых профилей.

## **Раздел 4 Основы технологии сварочного производства**

### **Тема 4.1 Физические основы получения сварных соединений**

Сущность и классификация способов сварки. Оценка свариваемости по степени соответствия свойств сварного соединения и основного металла и образования бездефектных сварных соединений.

#### ***Методические указания***

Изучение раздела следует начинать с рассмотрения общих сведений о сварке как о технологическом процессе, в результате которого достигается неразъемное соединение вследствие образования межатомных связей между соединяемыми деталями. При этом следует обратить внимание на преимущества сварки по сравнению с другими видами соединения металлов.

Рассматривая физическую сущность процесса, необходимо изучить условия образования сварного соединения:

- освобождение свариваемых поверхностей от загрязнений, оксидов и адсорбированных на них инородных атомов;
- энергетическую активацию поверхностных атомов, облегчающую их взаимодействие друг с другом;
- сближение свариваемых поверхностей на расстояния, сопоставимые с межатомным расстоянием в свариваемых деталях.

Приступая к изучению классификации способов сварки, следует уяснить, что сближение атомов металла соединяемых деталей на расстояние порядка межатомных и их энергетическая активация достигаются путем пластического деформирования, нагрева или совместного действия того и другого. В зависимости от формы энергии, используемой для образования сварного соединения, все способы сварки делят на три класса: механический, термический и термомеханический.

Рассмотрите определение свариваемости.

При этом обратите внимание, что этот технологический показатель оценивается по степени соответствия свойств сварного соединения одноименным свойствам металла.

**Литература:** [1, с.266-269]; [2, с.182-183]; [3, с.136-137].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Опишите технологические возможности сварки.
- 2 Назовите условия образования сварных соединений.
- 3 Назовите способы сварки, относящиеся к термическому классу.

### **Тема 4.2 Термический класс сварки**

Дуговая сварка. Сущность процесса. Электрические свойства дуги. Основные металлургические процессы в сварочной ванне.

Сущность, схемы, применяемое оборудование и материалы, технологические возможности основных способов термического класса сварки (ручная дуговая сварка, механизированные и автоматические способы сварки под слоем флюса, дуговая сварка в среде защитных газов, плазменная сварка, газовая, электронно-лучевая и лазерная сварка, термическая резка).

### **Методические указания**

Рассмотрение темы следует начинать с изучения роли отечественных и зарубежных ученых в развитии сварочного производства.

Прежде чем приступить к изучению отдельных способов сварки, необходимо рассмотреть сущность и схемы дуговой сварки, электрические свойства дуги, источники питания дуги и их характеристики, основные металлургические процессы, происходящие в сварочной ванне. При изучении отдельных способов, относящихся к термическому классу сварки необходимо, ознакомиться с сущностью способа сварки, применяемым оборудованием, сварочными материалами, а также изучить технологические возможности и области применения способа.

При изучении газовой сварки рассмотрите получение и строение отдельных видов ацетиленокислородного пламени, способы получения и хранения ацетилена и кислорода, после этого приступите к изучению сущности способа, протекающих процессов, устройства и принципа работы оборудования; укажите технологические возможности и область применения способа.

**Литература:** [1, с.270-315]; [2, с.183-210]; [3, с.138-153, 159-165, 170-173]; [9].

### **Вопросы для самопроверки**

1 Приведите классификацию способов дуговой сварки.

2 Опишите влияние длины дуги на положение её статической вольт-амперной характеристики.

3 Назовите основные параметры режима ручной дуговой сварки.

4 Приведите сравнительную технико-экономическую характеристику источников питания сварочной дуги.

5 Опишите назначение основных составляющих электродных покрытий.

6 Опишите сущность и области применения одного из способов сварки термического класса.

### **Тема 4.3 Термомеханический и механический классы сварки**

**Термомеханический класс сварки.** Сущность, схемы, применяемое оборудование и материалы, технологические возможности основных способов термомеханического класса сварки (контактная сварка, сварка аккумулированной энергией, диффузионная сварка).

**Механический класс сварки.** Сущность, схемы, применяемое оборудование и материалы, технологические возможности основных способов механического класса сварки (ультразвуковая и холодная сварка, сварка взрывом).

#### ***Методические указания***

Изучение термомеханического и механического классов сварки начните с рассмотрения разновидностей контактной сварки: стыковой, точечной, рельефной и шовной. Следует изучить физическую сущность, принципиальные схемы, циклограммы процессов и технологические возможности каждого вида контактной сварки. Способы диффузионной, ультразвуковой, холодной сварки, сварку аккумулированной энергией рассмотрите, используя аналогичную схему.

***Литература:*** [1, с.316-340]; [2, с.211-227]; [3, с.154-158, 168-169, 171-172]; [9].

#### ***Вопросы для самопроверки***

1 Опишите сущность процесса контактной сварки.

2 Приведите схемы циклограмм способов контактной сварки.

3 Опишите принципиальное отличие способов стыковой сварки оплавлением и сопротивлением.

4 Опишите сущность и область применения одного из способов сварки термомеханического класса.

5 Опишите сущность и область применения одного из способов сварки механического класса.

#### **Тема 4.4 Нанесение покрытий**

Назначение и сущность процесса. Наплавка дуговая, электрошлаковая, токами высокой частоты, плазменная, лазером. Дуговая металлизация.

#### ***Методические указания***

Покрытие - слой материала, искусственно получаемый на поверхности детали. Покрытия используют для восстановления изношенных деталей, а также для защиты или упрочнения поверхности. Чаще всего для получения покрытий применяют процессы, широко используемые в сварочном производстве.

Способы нанесения покрытий наплавкой классифицируют по виду используемого источника нагрева. Указанные способы получения покрытий изучите в следующей последовательности: сущность процесса, применяемые материалы, технологические возможности способа.

***Литература:*** [1, с.342-345]; [2, с.227-229]; [3, с.181-182].

#### ***Вопросы для самопроверки***

1 С какой целью применяют технологические процессы нанесения покрытий?

2 Приведите примеры нанесения покрытий наплавкой.

3 Опишите сущность и область применения процесса электрошлаковой наплавки.

- 4 Приведите схему, опишите сущность процесса и технологические возможности металлизации.
- 5 Назовите материалы износостойких покрытий.

### **Тема 4.5 Пайка металлов и сплавов**

Сущность процесса. Типы и характеристики паяных соединений. Способы пайки и их технологические возможности. Пайка твердыми и мягкими припоями. Область применения.

#### **Методические указания**

Пайкой называют технологический процесс соединения металлических заготовок без их расплавления посредством введения между ними расплавленного промежуточного слоя металла-припоя. При пайке возможно соединение не только всех однородных металлов и сплавов, но и разнородных, нередко с резко различными свойствами. Поэтому при таком разнообразии соединяемых металлов и сплавов, применяемых припоев необходимо усвоить сущность процесса пайки, его принципиальное отличие от процесса сварки плавлением, а также классификацию припоев и основные технологические требования, которым они должны удовлетворять.

Следует изучить способы пайки и отметить их характерные особенности в зависимости от используемых источников нагрева и оборудования.

**Литература:** [1, с.358-364]; [2, с.238-242]; [3, с.167-168].

#### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Приведите классификацию методов пайки по технологическим особенностям процесса.
- 2 Опишите материалы, применяемые при пайке, их назначение и предъявляемые к ним требования.
- 3 Опишите сущность процесса капиллярной пайки.
- 4 Приведите классификацию способов сварки в зависимости от используемых источников нагрева.

- 5 Опишите сущность процесса индукционной пайки.
- 6 Приведите схемы основных типов паяных соединений.

#### **Тема 4.6 Основы технологии сварки металлов и сплавов**

Классификация металлов по свариваемости. Особенности кристаллизации сварного шва. Возникновение деформаций и напряжений.

Сварка конструкционных сталей: углеродистых, низколегированных и легированных. Понятие о сварке высоколегированных сталей, чугуна, меди, алюминия, титана и их сплавов.

#### **Методические указания**

Свариваемость металлов и сплавов различна. Она зависит от состава сплава и способа сварки. Следует понять принцип деления металлов по свариваемости.

Рассмотрите причины ограниченной свариваемости металлов и виды дефектов, возникающих при их сварке. Основной причиной являются напряжения и деформации, возникающие в металле при сварке из-за неравномерного охлаждения заготовок при кристаллизации сварного шва. В тех случаях, когда напряжения велики, а металл при сварке претерпел закалку, в сварном соединении образуются холодные трещины. Необходимо изучить основные способы борьбы с горячими и холодными трещинами. Кроме того, свариваемость может быть низкой из-за снижения прочностных или антикоррозионных свойств соединения в результате укрупнения зерна в зоне шва и околошовной зоне при высокотемпературном нагреве.

Рассмотрите дефекты сварных соединений, возникающие при сварке сталей различных классов, чугуна, сплавов меди, алюминия, титана, а также способы и условия получения качественных сварных соединений из них.

**Литература:** [1, с.346-357]; [2, с.229-237]; [3, с.174-181]; [9].



### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Приведите схему и опишите процесс возникновения сварочных напряжений.
- 2 Опишите процессы образования холодных и горячих трещин при сварке.
- 3 Опишите мероприятия, предупреждающие появление холодных трещин при сварке углеродистых и легированных конструкционных сталей.
- 4 Опишите особенности технологии сварки чугунов.
- 5 С какой целью при газовой сварке латуни применяют флюсы?
- 6 Опишите технологические сложности, возникающие при сварке алюминия. Какими способами производят сварку алюминия?

### **Тема 4.7 Контроль качества сварных и паяных соединений**

Дефекты сварных соединений. Способы контроля качества сварных и паяных соединений. Магнитный контроль. Рентгеновский контроль. Гамма-дефектоскопия. Ультразвуковой контроль. Механические испытания наплавленного металла.

#### **Методические указания**

Изучение темы начните с классификации дефектов. Дефекты сварных и паяных соединений выделяют в две группы:

- дефекты, возникающие в связи с особенностями металлургических и тепловых процессов (кристаллизационные трещины, поры, холодные трещины, неметаллические включения и другие);
- дефекты формирования шва, происхождение которых связано с нарушением режимов процесса, неправильной подготовкой кромок, неисправностью аппаратуры и другими причинами.

Дефекты могут быть наружные и внутренние. Изучите причины их появления и способы устранения. При этом необходимо знать, что для их обнаружения, кроме визуального осмотра, применяют контроль красками, люминофорами, магнитопорошковым методом. Для обнаружения внутренних дефектов применяют физические методы контроля: просвечивание проникающим излучением, ультразвуковую дефектоскопию, магнитный метод и другие.

Дефекты структуры шва сварного соединения и зоны термического влияния, внутренние и наружные трещины, шлаковые включения могут быть выявлены при металлографическом исследовании.

Механические испытания контрольных образцов соединений проводят при изготовлении ответственных конструкций.

Рассмотрите виды контроля качества сварных изделий, включающие:

- предварительный контроль качества материалов и заготовок;
- текущий контроль за процессом сварки;
- окончательный контроль готовых изделий.

**Литература:** [1, с.365-370]; [2, с.242-245]; [3, с.185-188]; [9].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Назовите виды контроля сварных соединений.
- 2 Опишите содержание текущего контроля за процессом сварки.
- 3 Опишите один из способов контроля внутренних дефектов сварных соединений.
- 4 Опишите один из способов контроля плотности сварных швов.

## **Раздел 5 Основы технологии обработки заготовок деталей машин**

### **Тема 5.1 Физические основы обработки металлов резанием**

Классификация технологических методов обработки заготовок. Основные задачи при обработке заготовок (форма поверхности, точность размеров, шероховатость поверхности, физико-механические свойства).

Терминология и общие понятия при обработке заготовок лезвийным инструментом. Кинематика процесса резания. Классификация движений рабочих органов станков. Элементы режимов резания. Выбор режимов резания. Геометрия срезаемого слоя. Основные геометрические параметры лезвийного инструмента.

Физические основы обработки конструкционных материалов резанием. Стружкообразование и явления, сопровождающие этот процесс. Теплообразование при резании. Наклеп и наростообразование при резании. Вибрации при резании. Силы сопротивления резанию. Применение смазочно-охлаждающих веществ. Износ и стойкость режущего инструмента. Обрабатываемость материалов.

Точность и качество обработанных поверхностей. Показатели качества. Взаимосвязь показателей качества с эксплуатационными характеристиками изделий. Производительность обработки.

Инструментальные материалы. Требования к инструментальным материалам. Современные инструментальные материалы.

#### ***Методические указания***

В разделе изучаются методы обработки заготовок резанием, пластическим деформированием без снятия стружки, а также электрофизическими и электрохимическими методами. Методы обработки определяют точность изготовления, шероховатость поверхности, физико-механические свойства поверхности детали. Ознакомьтесь с условной классификацией современных технологических

методов обработки, которые наиболее широко применяются в промышленности.

Для осуществления процесса резания режущему инструменту и заготовке необходимо сообщить относительные движения. Движения, принимающие непосредственное участие в срезании припуска, называют движениями резания. Движение, обеспечивающее деформирование металла и срезание припуска с заготовки, называют главным. Движение, обеспечивающее непрерывность врезания инструмента в материал заготовки, называют движением подачи.

Графическим изображением процесса формообразования поверхности является схема обработки. На схеме обработки условно показывают обрабатываемую заготовку, ее установку и закрепление на станке с указанием положения инструмента относительно заготовки и движений резания. Инструмент показывают в положении, соответствующем окончанию обработки поверхности заготовки, а обработанную поверхность выделяют утолщенной линией.

Движения, участвующие в формообразовании поверхности в процессе резания, рассмотрите на примере обработки наружной цилиндрической поверхности методом точения. Изучите элементы режима резания: скорость резания, подачу и глубину резания, их определения, обозначения и применяемые размерности. Обратите внимание на то, что их параметры назначаются в определенной последовательности.

На примере токарного резца рассмотрите элементы и геометрию режущего инструмента в статической системе координат. Для определения геометрических параметров резца необходимо рассмотреть поверхности заготовки и координатные плоскости статической системы координат.

Ознакомьтесь с физической сущностью процесса резания как процесса упругопластического деформирования материала заготовки, сопровождающегося ее разрушением с образованием стружки. Рассмотрите явления, сопровождающие процесс упругопластического деформирования срезаемого слоя: теплообразование, наклеп и наростособразование, вибрации. При одних условиях эти явле-

ния положительно влияют на качество поверхности, при других – отрицательно.

Рассмотрите силы сопротивления резания. Обратите внимание, что по составляющим равнодействующей сил резания ведут расчеты элементов станка, приспособления и инструмента. Изучите влияние составляющих сил резания на точность обработки и качество обработанной поверхности.

Применение смазочно-охлаждающих веществ оказывает положительное влияние на процесс резания и качество поверхности. Изучая износ инструмента, рассмотрите его характер, критерии и связь со стойкостью инструмента. Заметьте, что стойкость и соответствующая ей скорость резания должны устанавливаться с учетом высокой производительности, качества поверхности и наименьшей себестоимости обработки.

Обрабатываемость резанием – технологический показатель, характеризующий способность материала подвергаться обработке резанием. Обрабатываемость металлов резанием зависит от химического состава и структуры обрабатываемого материала, его механических свойств, способности к наклепу и физических свойств. Методы определения обрабатываемости основаны на определении стойкости режущего инструмента.

Ознакомьтесь с понятием качества обработанной поверхности, которое является совокупностью ряда характеристик: шероховатости, волнистости; структурного состояния (микротрещины, измельченная структура); упрочнения поверхностного слоя (глубины и степени); остаточных напряжений и других. Качество поверхности имеет чрезвычайно большое значение для достижения высоких эксплуатационных характеристик изделия.

Анализируя формулу определения основного технологического времени при обтачивании цилиндрической поверхности, обратите внимание, что поверхности заготовки следует обрабатывать на таких режимах резания, при которых заданное качество поверхности достигается при максимально возможной производительности.

Изучение инструментальных материалов начните с рассмотрения их классификации и требований, предъяв-

ляемых к ним. Для изготовления режущего инструмента применяют различные материалы: инструментальные стали, твердые сплавы, минералокерамику, абразивные материалы, алмазы; изучите их характеристики и область применения. При изучении характеристик инструментальных материалов обратите внимание на определенную связь между показателями красностойкости и допускаемой скорости резания.

**Литература:** [1, с.384-425]; [2, с.253-280]; [3, с.188-215]; [10]; [11].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Назовите методы механической обработки заготовок.
- 2 Назовите методы обработки заготовок резанием.
- 3 Опишите влияние геометрических параметров токарного резца на процесс резания.
- 4 В чем проявляется отрицательное влияние теплообразования на процесс резания?
- 5 В чем сказывается положительное влияние наростообразования на процесс резания?
- 6 В каких расчетах механизмов металлорежущих станков используется значение тангенциальной составляющей равнодействующей сил резания?
- 7 Дайте определение понятий – "стойкость" и "красностойкость" режущего инструмента.
- 8 Назовите основные показатели качества поверхности.
- 9 Сравните допускаемые скорости резания различных инструментальных материалов.

### **Тема 5.2 Сведения о металлорежущих станках**

Классификация металлорежущих станков и система их обозначений. Приводы и передачи, применяемые в станках. Механизмы станков и их условные обозначения. Кинематические схемы металлорежущих станков.

## **Методические указания**

По принятой в настоящее время классификации станки разделены на 10 групп, каждая из которых имеет 10 типов. Классификация металлорежущих станков положена в основу обозначения их моделей. Выясните, что обозначают цифры и буквы, входящие в обозначение модели (например, 16К20, 2Н135, 6Р80). Рассмотрите условные обозначения, принятые стандартами для кинематических схем, работу и назначение механизмов и передач станков. Используя кинематическую схему, определите частоту вращения шпинделя и величину подачи токарно-винторезного станка.

**Литература:** [1, с.426-445]; [2, с.280-293]; [3, с.215-223]; [10]; [11].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Назовите основные группы классификации металлорежущих станков.
- 2 Назовите типы шлифовальных станков.
- 3 Приведите классификации металлорежущих станков по степеням универсальности и точности.
- 4 Дайте определение понятия – "привод".
- 5 Покажите на кинематической схеме токарно-винторезного станка кинематическую цепь главного движения.
- 6 Покажите на кинематической схеме токарно-винторезного станка кинематическую цепь нарезания резьбы.
- 7 По кинематической схеме токарно-винторезного станка определите максимальную и минимальную частоту вращения шпинделя.

### **Тема 5.3 Обработка заготовок на металлорежущих станках**

Назначение, классификация и технологические возможности станков токарной группы. Основные схемы обработки, применяемый инструмент.

Назначение, классификация и технологические возможности станков сверлильно-расточной группы. Основные схемы обработки, применяемый инструмент (сверла, зенкеры, развертки).

Назначение, классификация и технологические возможности строгальных, долбежных и протяжных станков. Элементы режимов резания при строгании, долблении и протягивании. Эффективность применения строгания, долбления и протягивания в машиностроении.

Назначение, классификация и технологические возможности фрезерных станков. Элементы режимов при фрезеровании. Основные типы фрез, их геометрические параметры и область рационального использования.

Зубонарезание. Основные методы профилирования зубьев зубчатых колес. Классификация зубообрабатывающих станков. Инструмент для зубонарезания.

Обработка заготовок на шлифовальных станках. Назначение, классификация и технологические возможности станков шлифовальной группы. Схемы обработки и элементы режимов резания при шлифовании кругами. Характеристика абразивных инструментов.

### **Методические указания**

Изучение всех вопросов темы строится по единому методическому принципу. Вначале рассматривается характеристика технологического метода формообразования поверхностей. Затем изучаются схемы формообразования, применяемый режущий инструмент и его геометрические параметры, устройство станков данной группы, приспособления для закрепления заготовок и инструмента, характерные технологические схемы обработки различных поверхностей на станках данной группы. Изучение вопроса заканчивают анализом технологических требований к конструкциям деталей машин с учетом метода их обработки.

**Литература:** [1, с.446-562]; [2, с.280-371]; [3, с.223-309]; [10];[11].



### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Приведите схемы обработки поверхностей на токарно-винторезных станках.
- 2 Опишите режущий инструмент, применяемый при обработке отверстий на сверлильных станках.
- 3 Опишите геометрические параметры цилиндрической фрезы.
- 4 Приведите схемы обработки зубчатых колес на фрезерных станках.
- 5 Опишите назначение, устройство и принцип работы универсальной делительной головки.
- 6 Опишите технологические требования, предъявляемые к конструкциям деталей, обрабатываемых шлифованием.

### **Тема 5.4 Методы отделочной обработки**

Характеристика метода обработки. Физическая сущность и технологические возможности тонкого точения, хонингования, суперфиниширования, притирки, полирования и абразивно-жидкостной обработки. Методы отделки зубчатых колес.

#### **Методические указания**

Отделочные методы применяют для окончательной обработки. Они основаны на применении в качестве инструментального материала мелкозернистых абразивных паст и порошков. Ознакомьтесь со схемами отделочной обработки поверхностей. Особенностью кинематики процессов отделки является сложное относительное движение инструмента и заготовки, при котором траектория движения абразивных зерен не повторяется.

Рассматривая методы отделки зубьев зубчатых колес, обратите внимание, что они дают возможность повысить эксплуатационные качества зубчатых колес (плавность работы, усталостную прочность, бесшумность и т. д.).

**Литература:** [1, с.563-591]; [2, с.372-392]; [3, с.310-318]; [10]; [11].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Опишите область применения абразивно-жидкостной обработки.
- 2 Приведите схему обработки суперфинишированием.
- 3 Опишите способы отделочной обработки зубчатых колес.
- 4 Опишите технологические возможности притирки.

### **Тема 5.5 Методы обработки заготовок без снятия стружки**

Характеристика метода обработки. Формоизменяющие способы обработки: накатывание рифлений, резьб, зубчатых колес, шлицевых валов. Отделочные методы обработки: обкатывание, раскатывание, калибрование, зубообкатывание. Алмазное выглаживание. Упрочняющие способы обработки.

### **Методические указания**

Ознакомьтесь с общими сведениями о методах обработки без снятия стружки. Обратите внимание, что обработка ведется в холодном состоянии под действием внешних сил, приложенных к инструменту, и основана на свойстве металлов пластически деформироваться.

Обработка пластическим деформированием обеспечивает снижение шероховатости поверхности, повышает твердость, износостойкость, усталостную прочность и долговечность обрабатываемой поверхности и детали в целом.

Высокие эксплуатационные свойства обрабатываемой поверхности достигаются путем алмазного выглаживания. При этом возможна обработка тонкостенных деталей и деталей сложной конфигурации.

Изучите способы упрочняющей обработки деталей машин, позволяющие значительно повысить их износостойкость.

**Литература:** [1, с.583-591]; [2, с.384-392]; [3, с.314-318].

### ***Вопросы для самопроверки***

1 Опишите технологические возможности одного из методов обработки без снятия стружки.

2 Приведите схему накатывания цилиндрических зубчатых колес.

3 Назовите методы упрочняющей обработки пластическим деформированием.

## **Тема 5.6 Электрофизические и электрохимические методы обработки**

Электрофизические и электрохимические методы обработки. Классификация, сущность и технологические возможности электроэрозионной, электрохимической, химической, лучевой, плазменной и ультразвуковой обработки.

### ***Методические указания***

Ознакомьтесь с характерными особенностями электрофизических и электрохимических методов обработки, которые применяют для обработки высокопрочных и весьма вязких материалов.

Электроэрозионные методы обработки основаны на явлении электрической эрозии – разрушении материала под действием непрерывных электрических разрядов. Обработке подвергаются только токопроводящие материалы, при этом инструмент – электроды изготавливают по форме обрабатываемых поверхностей.

Электрохимические методы обработки основаны на явлении анодного растворения металла заготовки при электролизе.

Сущность химической обработки – направленное

разрушение металлов и сплавов их травлением в растворах кислот и щелочей. Химическим травлением получают ребра жесткости, канавки, щели и другие поверхности в тонкостенных деталях.

Лучевые методы обработки заключаются в использовании нагрева сфокусированным пучком электронов (электронно-лучевая обработка) или фотонов (лазерная обработка).

Обработка плазмой основана на использовании высокой температуры плазмы, получаемой в плазматронах и направленной на обрабатываемую поверхность.

Формообразование поверхностей ультразвуковым методом заключается в обработке материала абразивными зернами, находящимися во взвешенном состоянии и получающими большие ускорения под действием магнито-стрикционного эффекта.

**Литература:** [1, с.592-609]; [2, с.400-416]; [3, с.318-328]; [12].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Назовите возможные способы получения фасонных отверстий в твердых сплавах и опишите их.
- 2 Назовите возможные способы получения отверстий диаметром до 30 мкм и опишите их.
- 3 Опишите область применения плазменной обработки.

## **Раздел 6 Изготовление деталей из композиционных материалов**

### **Тема 6.1 Изготовление деталей из порошковых материалов**

Классификация и характеристика порошковых материалов. Способы получения и технологические свойства порошков. Приготовление смесей, формообразование и окончательная обработка заготовок и деталей из порошков.

### **Методические указания**

Приступая к изучению технологии изготовления изделий методом порошковой металлургии, рассмотрите классификацию и характеристику порошковых материалов. Сравните преимущества этого метода получения заготовок и деталей с уже известными методами. Затем ознакомьтесь со схемой технологического процесса получения изделий из порошков. Рассмотрите состав, свойства исходных материалов и способы их приготовления. Особое внимание уделите изучению способов формообразования заготовок и деталей.

**Литература:** [1, с.618-625]; [2, с.418-426]; [3, с.348-351].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 Назовите один из способов получения металлического порошка и опишите его.
- 2 Приведите одну из схем формообразования изделий из металлических порошков.
- 3 Опишите виды окончательной обработки порошковых антифрикционных материалов.

## **Тема 6.2 Изготовление деталей из неметаллических материалов**

Классификация и технологические свойства пластмасс. Способы формообразования и обработки деталей из пластмасс. Получение деталей из композиционных пластиков.

### **Методические указания**

Приступая к изучению темы, вспомните основные физико-механические и технологические свойства пластмасс, с учетом которых применяют те или иные технологические методы изготовления пластмассовых изделий.

В зависимости от физического состояния полимерных материалов, их поведения под воздействием теплоты способы переработки пластмасс в изделия делят на такие группы:

- переработка в вязкотекучем состоянии;
- переработка в высокоэластичном состоянии;
- получение изделий из жидких полимеров;
- переработка в твердом состоянии;
- получение неразъемных соединений.

В соответствии с классификацией способов изучите их характерные особенности, область применения и вид перерабатываемых материалов. В заключение рассмотрите вопросы технологичности пластмассовых изделий в зависимости от метода их изготовления.

**Литература:** [1, с.626-651]; [2, с.426-435]; [3, с.335-346].

### **Вопросы для самопроверки**

- 1 На какие группы делят пластмассы в зависимости от поведения при повышенных температурах?
- 2 Приведите пример способа переработки пластмасс в высокоэластичном состоянии и опишите его.
- 3 Опишите особенности обработки пластмасс резанием.

## **Тема 6.3 Изготовление резиновых технических деталей**

Состав, свойства и область применения резиновых деталей. Способы формообразования резиновых деталей.

### **Методические указания**

Изучая тему, рассмотрите состав, свойства и область применения резин. Ознакомьтесь с классификацией резинотехнических изделий (уплотнительные, вибро- и звукоизоляционные, опоры скольжения, силовые, трубопроводы для транспортировки жидкости и газа, противоизносные, фрикционные).

Подробно изучите физико-химические явления, происходящие при формообразовании сырых резиновых смесей, при вулканизации и в процессе изготовления.

Рассмотрите технологии изготовления изделий из резиновой смеси каландрированием, непрерывным выдавливанием, прессованием, литьем под давлением.

**Литература:** [1, с.652-654]; [2, с.435-438]; [3, с.346-351].

### ***Вопросы для самопроверки***

- 1 Назовите компоненты резин и опишите их назначение.
- 2 Опишите один из процессов формообразования резиновых технических изделий.
- 3 Опишите назначение процесса вулканизации.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. - М.: Машиностроение, 1977.
2. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. - М.: Машиностроение, 1985.

### *Дополнительная*

3. Прейс Г.А. и др. Технология конструкционных материалов. - К.: Высшая школа, 1984.
4. Практика маркировки и расшифровки машиностроительных материалов. - Сумы: СумГУ, 1995.
5. Ласкорин Б.Н. Безотходное производство в металлургии. - М.: Металлургия, 1988.
6. Ансеров Ю.М. Машиностроение и охрана окружающей среды. - Ленинград.: Машиностроение, 1979.
7. Брюханов А.М. Ковка и объемная штамповка. - М.: Машиностроение, 1960.
8. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. - М.: Машиностроение, 1965.
9. Денисов Ю.А. и др. Справочник сварщика. - М.: Машиностроение, 1983.
10. Горбунов В.И. Обработка материалов резанием, металлорежущий инструмент и станки. Учебное пособие для студентов. - М.: Машиностроение, 1980.
11. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986.
12. Григорьянц А.Г., Сафронов А.М. Методы поверхностной лазерной обработки. - М.: Высшая школа, 1967.



## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

### Тема 3.1 Основы технологии литейного производства

*Лабораторная работа 1 "Изучение процесса изготовления разовой литейной формы".*

*Объем аудиторных занятий по работе: 2 часа.*

*Литература: Изучение процесса изготовления разовой литейной формы. – Сумы: СумГУ, 1990.*

### Тема 3.2 Основы технологии обработки металлов давлением

*Лабораторная работа 2 "Определение основных величин деформации при продольной прокатке".*

*Объем аудиторных занятий по работе: 2 часа.*

*Литература: Определение основных величин деформации при продольной прокатке. – Сумы: СумГУ, 1989.*

### Тема 4.2 Термический класс сварки

*Лабораторная работа 3 "Изучение ручной дуговой сварки".*

*Объем аудиторных занятий по работе: 2 часа.*

*Литература: Изучение ручной дуговой сварки. – Сумы: СумГУ, 1985.*

### Тема 5.3 Обработка заготовок на металлорежущих станках

*Лабораторная работа 4 "Устройство токарно-винторезного станка. Определение основных параметров и геометрических параметров токарного резца".*

*Объем аудиторных занятий по работе: 2 часа.*

*Литература:*

1 *Определение основных размеров и геометрических параметров токарного резца. – Сумы: СумГУ, 1994.*

2 *Устройство токарно-винторезного станка. – Сумы: СумГУ, 1994г.*

## КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

### Общие методические указания

По дисциплине "Технология конструкционных материалов" предусмотрено выполнение двух контрольных работ.

Контрольная работа 1 содержит задания 1 и 2 по разделам "Строение и свойства конструкционных материалов", "Основы металлургического производства" и "Технологические процессы производства заготовок".

Контрольная работа 2 содержит задания 3 и 4 по разделам "Основы технологии сварочного производства", "Основы технологии обработки заготовок деталей машин" и "Изготовление деталей из композиционных материалов".

Каждое контрольное задание приведено в 40 вариантах. Номер варианта выдается преподавателем. Текстовая часть заданий 1-4 для контрольных работ соответствующих вариантов приведена в разделе "Задания к контрольным работам". Эскизы деталей к заданиям 2 и 4 приведены в приложениях А-В.

Задания 1 и 3 носят описательный характер. Для выполнения этих заданий в основном достаточно сведений, приведенных в литературных источниках списка раздела "Рекомендуемая литература".

Задания 2 и 4 носят практический характер и связаны с расчетом отдельных элементов технологических процессов. Примеры выполнения этих заданий приведены в разделе "Примеры выполнения заданий 2 и 4", необходимые справочные данные – в приложениях Г-К.

Каждая контрольная работа выполняется в отдельной тетради объемом 10-12 листов. Задания следует выполнять в порядке поставленных вопросов варианта. В начале работы приводится выделенный текст вопроса задания. Далее - текст ответа и поясняющие рисунки. Ответы должны быть краткими, точными и не повторять текст из учебника или учебного пособия. Выполняя расчеты, вначале следует привести буквенное выражение с указанием смыслового значения входящих в него параметров, а затем сделать подстановку числовых значений и выполнить

расчет с точностью до одного–двух знаков после запятой.

Графическую часть заданий следует выполнять карандашом с использованием чертежных инструментов, соблюдая требования ЕСКД. Прилагать к выполненным заданиям копии из учебной литературы не разрешается.

На страницах текста ответов необходимо оставить поля для замечаний рецензента. Страницы и рисунки следует пронумеровать. В конце выполненной контрольной работы приводится список использованной литературы, дата и подпись студента.

После рецензирования контрольной работы необходимо изучить замечания рецензента и дать на них письменные ответы в конце тетради. Исправления в тексте контрольной работы после рецензии не допускаются. Если контрольная работа не зачтена, то после ответа на замечания она сдается на повторное рецензирование.

## **Задания к контрольным работам**

### ***Контрольная работа 1***

#### ***Задание 1***

##### ***Вариант 1***

1 История развития науки о промышленных способах получения металлов и металлических сплавов. Приведите исторически сложившуюся классификацию металлов и сплавов.

2 Приведите технологическую схему производства отливок и опишите ее основные этапы.

3 Приведите классификацию видов обработки металлов давлением, дайте им краткую характеристику

##### ***Вариант 2***

1 Приведите схему структуры современного металлургического производства и опишите ее основные элементы.

2 Приведите схему литейной формы и опишите основные элементы литейной формы.

3 Опишите влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства металла.

#### *Вариант 3*

1 Назовите основные металлургические процессы промышленного производства металлов и сплавов, дайте им характеристику, опишите области применения.

2 Опишите основные литейные свойства сплавов.

3 Опишите явления, происходящие при нагреве пластически деформированного металла. Как при этом изменяются механические свойства металла?

#### *Вариант 4*

1 Назовите основные исходные материалы, применяющиеся для производства металлов и сплавов, опишите их назначение и виды.

2 Опишите состав и назначение основных элементов модельного комплекта.

3 Назовите виды деформации в зависимости от температурно-скоростных условий. Как температурно-скоростные условия деформации влияют на структуру и свойства металла?

#### *Вариант 5*

1 Приведите схему доменной печи, опишите ее устройство и принцип работы. Назовите процессы, протекающие в доменной печи, напишите формулы химических реакций этих процессов.

2 Опишите состав, назначение и основные виды формовочных материалов.

3 Опишите особенности выбора температурного интервала обработки давлением и его влияние на свойства металла.

#### *Вариант 6*

1 Приведите схемы профиля доменной печи и устройства воздухонагревателей, укажите температуры в различных частях профиля доменной печи. Опишите физико-химическую сущность доменного процесса.

2 Опишите основные способы машинной формовки и особенности их применения.

3 Назовите нагревательные устройства, применяемые для нагрева заготовок перед обработкой давлением, приведите схему одного из них, опишите принцип работы и особенности применения.

#### *Вариант 7*

1 Назовите продукты доменного производства, дайте им подробную характеристику, укажите область применения каждого из них.

2 Опишите основные технологические операции, механизмируемые при машинной формовке.

3 Охарактеризуйте особенности определения длительности нагрева заготовок перед горячей обработкой давлением.

#### *Вариант 8*

1 Опишите назначение топлива, применяющегося в доменном производстве, назовите его основные виды, дайте им характеристику.

2 Опишите основные способы ручной формовки и особенности их применения.

4 Приведите схемы и опишите основные виды прокатки.

#### *Вариант 9*

1 Опишите назначение железной руды, применяющейся для производства чугуна, назовите ее основные виды, дайте им характеристику. Опишите требования, предъявляемые к железным рудам.

2 Опишите особенности изготовления литейных форм в стержнях.

3 Приведите условие захвата металла валками при продольной прокатке. Как влияют температурно-скоростные условия прокатки на величину угла захвата?

#### *Вариант 10*

1 Назовите основные методы и опишите сущность процессов подготовки руды к плавке. Как влияет качество

подготовки руды на технико-экономические показатели доменного процесса?

2 Опишите особенности изготовления литейных форм в кессонах.

3 Опишите основные виды продукции прокатного производства и область ее применения.

### *Вариант 11*

1 Назовите основные технико-экономические показатели работы доменной печи, дайте им характеристику. Опишите основные направления повышения технико-экономических показателей.

2 Опишите особенности безопочной формовки.

3 Приведите схему устройства и опишите принцип работы прокатного стана.

### *Вариант 12*

1 Опишите сущность процессов производства стали, назовите их разновидности, дайте им краткую характеристику. На примерах поясните принципы маркировки углеродистых сталей обыкновенного качества.

2 Опишите особенности изготовления литейных форм в трех опоках.

3 Опишите классификацию прокатных станов, приведите их основные схемы.

### *Вариант 13*

1 Опишите устройство кислородного конвертера и последовательность технологических операций при выплавке сталей в конвертерах. На примерах поясните принципы маркировки качественных углеродистых сталей.

2 Опишите особенности процесса изготовления литейных форм по шаблонам.

3 Изложите сущность технологических процессов производства листового и сортового проката.

### *Вариант 14*

1 Раскройте физико-химическую сущность процессов производства стали в конвертерах, приведите формулы основных химических реакций, протекающих при произ-

водстве стали в кислородных конвертерах. На примерах поясните принципы маркировки углеродистых инструментальных сталей.

2 Опишите способы изготовления стержней.

3 Изложите сущность технологических процессов производства бесшовных труб.

#### *Вариант 15*

1 Назовите стали, выплавляемые кислородно-конвертерным способом, опишите перспективы развития этого способа производства стали в Украине и мире. На примерах поясните принципы маркировки конструкционных легированных сталей.

2 Опишите способы и средства механизации и автоматизации литейного производства.

3 Изложите сущность технологических процессов производства сварных труб.

#### *Вариант 16*

1 Опишите устройство мартеновской печи и принцип ее работы. Приведите технико-экономические показатели работы мартеновских печей и опишите способы их повышения. На примерах поясните принципы маркировки инструментальных легированных сталей.

2 Охарактеризуйте принципы маркировки и особенности получения отливок из серого чугуна.

3 Приведите описание одного из технологических процессов производства специальных видов проката.

#### *Вариант 17*

1 Назовите разновидности мартеновского способа производства стали в зависимости от рода футеровки печей, состава шихты и опишите их сущность. Приведите химические реакции, протекающие в печи при производстве стали скрап-рудным методом.

2 Охарактеризуйте принципы маркировки и особенности получения отливок из ковкого чугуна.

3 Опишите особенности примененияковки в качестве технологического процесса производства заготовок и ее технологические возможности.

### *Вариант 18*

1 Назовите электрические плавильные агрегаты, используемые для производства стали, приведите их технико-экономические характеристики. Опишите достоинства и недостатки производства стали в электропечах по сравнению с другими способами.

2 Изложите принципы маркировки и особенности получения отливок из высокопрочного чугуна.

3 Опишите основные формообразующие операцииковки и приведите их схемы.

### *Вариант 19*

1 Приведите схему, опишите принцип работы электродуговой печи и ее технико-экономические показатели. Назовите основные направления повышения эффективности работы электродуговых печей.

2 Опишите особенности получения стальных отливок.

3 Назовите оборудование, применяемое при ковке, и опишите условия его применения.

### *Вариант 20*

1 Опишите технологию производства сталей в электродуговых печах. Возможна ли выплавка низкоуглеродистых сталей в дуговых электропечах?

2 Опишите принципы маркировки и особенности получения отливок из алюминиевых сплавов.

3 Укажите назначение, приведите схему и описание устройства паровоздушного молота.

### *Вариант 21*

1 Приведите схему, опишите принцип работы индукционной электропечи и ее технико-экономические показатели. Опишите достоинства индукционных электропечей по сравнению с дуговыми.

2 Опишите принципы маркировки и особенности получения отливок из медных сплавов.

3 Укажите назначение, приведите схему и описание устройства пневматического молота.



### *Вариант 22*

1 Назовите основные внедоменные способы производства стали (железа), дайте им краткую характеристику и поясните экономическую эффективность применения. Подробно опишите один из способов.

2 Опишите принципы маркировки и особенности получения отливок из магниевых сплавов.

3 Укажите назначение, приведите схему и описание устройства гидравлического пресса.

### *Вариант 23*

1 Назовите основные способы разливки стали, дайте им сравнительную характеристику. Приведите примеры дальнейшего использования получаемых слитков.

2 Опишите дефекты отливок и причины их возникновения.

3 Опишите технологические требования к деталям, получаемым из кованных заготовок.

### *Вариант 24*

1 Приведите схемы и опишите сущность способов разливки стали в изложницы. Приведите характеристики получаемых слитков, назовите недостатки способов разливки стали в изложницы.

2 Опишите методы дефектоскопии и исправления дефектов отливок.

3 Опишите технологические особенности производства поковок из высоколегированных сталей и цветных металлов.

### *Вариант 25*

1 Приведите схему установки непрерывной разливки стали, опишите принцип ее работы. Приведите характеристики получаемых слитков и назовите преимущества способа непрерывной разливки стали по сравнению с другими.

2 Опишите оборудование, применяемое для плавки металла в литейных цехах, и особенности заливки металлом литейных форм.

3 Укажите операции, механизмуемые при ковке, и опишите применяемые при этом средства механизации.

#### *Вариант 26*

1 Приведите классификацию сталей по степени раскисления. Дайте качественную оценку содержания кислорода в сталях с различной степенью раскисления и опишите его влияние на свойства стали. Изложите сущность процесса раскисления стали и применяемые материалы.

2 Опишите особенности процессов выбивки, очистки и обрубки отливок, а также применяемые при этом средства механизации.

3 Приведите описание процесса производства машиностроительных профилей волочением и его технологические возможности.

#### *Вариант 27*

1 Опишите процесс кристаллизации слитка спокойной стали и приведите схему его строения. Назовите дефекты слитков спокойной стали, покажите их на схеме.

2 Опишите особенности и назначение термической обработки отливок.

3 Приведите описание процесса производства машиностроительных профилей прессованием и его технологические возможности.

#### *Вариант 28*

1 Опишите процесс кристаллизации слитка кипящей стали и приведите схему его строения. Назовите дефекты слитков кипящей стали, покажите их на схеме.

2 Опишите особенности конструирования литых деталей.

3 Приведите описание процесса производства гнутых профилей и его технологические возможности.

#### *Вариант 29*

1 Дайте характеристику слитков, получаемых различными способами разлива стали, оцените выход годного металла.

2 Опишите сущность процесса и технологические возможности литья по выплавляемым моделям.

3 Изложите сущность процесса горячей объемной штамповки, опишите его разновидности и технологические возможности.

### *Вариант 30*

1 Приведите классификацию сталей по качеству. Опишите факторы, определяющие качество сталей, и сущность процессов его повышения.

2 Опишите сущность процесса и технологические возможности литья в оболочковые формы.

3 Опишите особенности проектирования поковок, получаемых горячей объемной штамповкой.

### *Вариант 31*

1 Каким образом можно повысить качество сталей? Приведите классификацию способов повышения качества сталей в зависимости от агрегатного состояния обрабатываемой стали.

2 Опишите сущность процесса и технологические возможности литья в кокиль.

3 Приведите описание инструмента и оборудования, применяемого при горячей объемной штамповке.

### *Вариант 32*

1 Приведите схему, опишите сущность и назначение обработки стали синтетическим шлаком.

2 Опишите сущность процесса и технологические возможности литья под давлением.

3 Опишите один из специализированных способов получения заготовок.

### *Вариант 33*

1 Приведите схему, опишите сущность и назначение вакуумной дегазации стали.

2 Опишите сущность процесса и технологические возможности литья под низким давлением.

3 Изложите сущность процесса штамповки в горизонтально-ковочных машинах.

### *Вариант 34*

1 Приведите схему, опишите сущность и назначение электрошлакового переплава стали.

2 Опишите сущность процесса, основные схемы и технологические возможности центробежного литья.

3 Приведите описание отделочных операций горячей объемной штамповки.

### *Вариант 35*

1 Приведите схему, опишите сущность и назначение вакуумно-дугового переплава стали.

2 Опишите сущность процесса и технологические возможности литья вакуумным всасыванием.

3 Изложите сущность и технологические возможности холодного выдавливания.

### *Вариант 36*

1 Опишите классификацию цветных металлов, область их применения и принципы маркировки.

2 Опишите сущность процесса и технологические возможности литья выжиманием.

3 Изложите сущность и технологические возможности холодной высадки и холодной штамповки в открытых штампах.

### *Вариант 37*

1 Опишите свойства меди, назовите основные сплавы на ее основе, область их применения и принципы маркировки. Укажите исходные материалы для производства меди, опишите пирометаллургический способ ее производства.

2 Опишите сущность процесса и технологические возможности непрерывного литья.

3 Изложите сущность процессов и технологические возможности формообразования при листовой штамповке.

### *Вариант 38*

1 Опишите свойства алюминия, назовите основные сплавы на его основе, область их применения и принципы

маркировки. Укажите исходные материалы для производства алюминия, опишите электролитический способ его производства.

2 Раскройте сущность процесса и технологические возможности жидкой штамповки.

3 Опишите основные разделительные и формообразующие операции листовой штамповки.

#### *Вариант 39*

1 Опишите свойства магния, назовите основные сплавы на его основе, область их применения и принцип маркировки. Укажите исходные материалы для производства магния, опишите электролитический способ его производства.

2 Изложите сущность процесса и технологические возможности литья по газифицируемым моделям.

3 Опишите инструмент и оборудование, применяемое при листовой штамповке.

#### *Вариант 40*

1 Опишите свойства титана, назовите основные сплавы на его основе и область их применения. Укажите исходные материалы для производства титана, опишите магниитермический способ его производства. На примерах поясните принципы маркировки титана и его сплавов.

2 Опишите сущность процесса и технологические возможности литья по растворяемым моделям.

3 Приведите описание упрощенных способов обработки листового металла и высокоскоростных методов листовой штамповки.

### **Задание 2**

*Варианты: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39.*

Для детали (приложение А согласно номера варианта) необходимо получить заготовку методом литья в разовую песчано-глинистую форму. Разработайте технологический процесс получения отливки данным методом.

При выполнении задания разработайте чертежи:  
а) литейно-модельных указаний;

- б) модели;
- в) стержня;
- г) стержневого ящика.

*Варианты: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40.*

Для детали (приложение Б согласно номера варианта) необходимо получить заготовку методом свободной ковки на молоте. Разработайте технологический процесс получения поковки данным методом.

При выполнении задания следует:

- а) разработать чертеж поковки;
- б) определить массу, размеры и вид исходной заготовки;
- в) определить технико-экономические показатели разработанной поковки;
- г) определить температурный режим ковки и тип нагревательного устройства;
- д) выбрать оборудование для формообразования разработанной поковки;
- е) разработать технологическую схему формообразования поковки.

## **Контрольная работа 2**

### **Задание 3**

#### **Вариант 1**

1 Приведите общую характеристику сварочного производства и исторические сведения о развитии технологических процессов сварки.

2 Опишите элементы режимов резания и геометрию срезаемого слоя. Как влияют значения главного и вспомогательного углов в плане на шероховатость обработанной поверхности?

3 Опишите способы получения и технологические свойства порошков.

### *Вариант 2*

1 Дайте определение технологического процесса сварки и опишите условия образования сварного соединения.

2 Приведите классификацию технологических методов обработки заготовок и опишите методы формообразования деталей машин.

3 Назовите основные этапы получения изделий из порошковых материалов и опишите их содержание.

### *Вариант 3*

1 Приведите и опишите классификацию способов в зависимости от формы энергии, используемой для образования сварного соединения.

2 Опишите классификацию движений рабочих органов металлорежущих станков. Приведите схемы обработки заготовок точением, сверлением и фрезерованием.

3 Назовите виды композиционных порошковых материалов и опишите их область применения.

### *Вариант 4*

1 Опишите классификации способов дуговой сварки в зависимости от материала и числа электродов, способа включения электродов и заготовки в электрическую цепь, полярности, способа защиты дуги и расплавленного металла, степени механизации процесса.

2 Дайте определение основного (технологического) времени. Каким образом оно рассчитывается? Укажите пути его уменьшения.

3 Опишите основные преимущества, получаемые при использовании композиционных порошковых материалов.

### *Вариант 5*

1 Опишите процесс зажигания электрической дуги и ее свойства, приведите значения температур в основных ее зонах. Как влияют на коэффициент полезного действия дуги применяемый способ сварки, вид и состав сварочных материалов?

2 Приведите схему упругонапряженного состояния металла при обработке резанием и опишите процесс стружкообразования.

3 Опишите процессы приготовления смеси для изделий из порошковых материалов.

#### *Вариант 6*

1 Опишите статическую вольт-амперную характеристику дуги и область применения ее участков. Как влияют длина дуги и диаметр электродов на размеры и положение статической вольт-амперной характеристики?

2 Назовите виды стружек, образующихся при резании металлов. Как влияют физико-механические свойства обрабатываемого металла на вид образующейся стружки? Какой вид стружки наиболее целесообразен с точки зрения ее удаления из зоны резания и транспортировки?

3 Опишите процесс холодного прессования заготовок из порошковых материалов.

#### *Вариант 7*

1 Назовите основные виды источников сварочного тока, опишите их устройство и принцип работы.

2 Укажите причины, обуславливающие возникновение сил сопротивления резанию. Каким образом они определяются и в каких расчетах используются?

3 Опишите процесс горячего прессования заготовок из порошковых материалов.

#### *Вариант 8*

1 Дайте определение внешней вольт-амперной характеристике источника сварочного тока, приведите на схеме ее основные типы и опишите процесс взаимодействия статической характеристики дуги и внешней источника сварочного тока.

2 Опишите наростообразование при резании металлов, оцените его положительное и отрицательное влияние на процесс обработки. В каком диапазоне скоростей резания происходит образование нароста?

3 Опишите процесс гидростатического прессования заготовок из порошковых материалов.



*Вариант 9*

1 Опишите способы и устройства регулирования силы тока в сварочной цепи.

2 Опишите процесс упрочнения при резании металлов, оцените его положительное и отрицательное влияние на процесс обработки.

3 Опишите процесс выдавливания заготовок из порошковых материалов.

*Вариант 10*

1 Приведите схему поста ручной дуговой сварки и опишите назначение его основных элементов.

2 Опишите тепловые явления при резании металлов, оцените их положительное и отрицательное влияние на процесс обработки.

3 Опишите основные виды продукции прокатного производства и область ее применения.

*Вариант 11*

1 Назовите основные параметры режимов ручной дуговой сварки. От чего они зависят и каким образом определяются?

2 Опишите процессы трения и износа режущего инструмента. Дайте определение критерия износа и стойкости режущего инструмента. Как влияет скорость резания на стойкость режущего инструмента?

3 Охарактеризуйте процесс прокатки заготовок из порошковых материалов.

*Вариант 12*

1 Опишите классификацию электродов для ручной дуговой сварки по назначению. Каким образом маркируются сварочные электроды в зависимости от назначения?

2 Опишите назначение и виды смазочно-охлаждающих веществ, применяемых при обработке металлов. Какие способы подачи смазочно-охлаждающих жидкостей применяют при обработке металлов?

3 Назовите основные процессы формообразования заготовок, опишите их область применения, преимущества и недостатки.

### *Вариант 13*

1 Назовите основные составляющие электродных покрытий и опишите их назначение. Какие электродные покрытия различают по химическому составу?

2 Опишите виды вибраций, возникающих при резании металлов; оцените их положительное и отрицательное влияние на процесс обработки. Опишите основные мероприятия по снижению вибраций.

3 Опишите процессы и условия спекания заготовок из порошковых материалов.

### *Вариант 14*

1 Опишите классификацию сварных соединений по возможным пространственным положениям при ручной дуговой сварке. Каким образом влияют пространственное положение сварного соединения и химический состав электродного покрытия на силу сварочного тока?

2 Приведите последовательность определения параметров режимов резания.

3 Опишите назначение и процессы окончательной обработки заготовок из порошковых материалов.

### *Вариант 15*

1 Приведите пример обозначения электродов для ручной дуговой сварки и расшифруйте его.

2 Опишите требования, предъявляемые к инструментальным материалам, назовите их основные группы, приведите примеры, для каждой группы укажите допустимую скорость резания и показатель красностойкости.

3 Опишите классификацию и технологические свойства пластмасс.

### *Вариант 16*

1 Назовите, приведите схемы основных видов сварных соединений и опишите особенности их использования.

2 Опишите область применения инструментальных сталей, укажите их марки, расшифруйте и дайте сравнительную характеристику.

3 Назовите и опишите назначение основных компонентов пластмасс.

*Вариант 17*

1 Приведите схему способа автоматической сварки под слоем флюса, опишите его сущность, преимущества и недостатки.

2 Опишите область применения твердых сплавов и минералокерамики, приведите их марки, расшифруйте и дайте сравнительную характеристику.

3 Назовите принципиальные отличия свойств термопластов и реактопластов.

*Вариант 18*

1 Приведите схему поста полуавтоматической сварки под слоем флюса и опишите назначение его основных элементов. Объясните ограниченность применения этого способа.

2 Опишите область применения абразивных материалов, приведите их марки и дайте сравнительную характеристику.

3 Назовите способы формообразования пластмасс в вязкотекучем состоянии, опишите область применения, преимущества и недостатки.

*Вариант 19*

1 Опишите назначение и виды материалов (сварочная проволока и флюсы), применяемых при сварке под слоем флюса.

2 Приведите и опишите классификацию металлорежущих станков. Приведите примеры индексов моделей станков и расшифруйте их.

3 Опишите процесс прямого (компрессионного) пресования деталей из пластмасс.

*Вариант 20*

1 Назовите и опишите оборудование, применяемое для автоматической сварки. Какие процессы оно позволяет механизировать?

2 Опишите технологические возможности токарно-винторезных станков. Какие работы на них выполняют (приведите схемы)?

3 Опишите процесс литьевого прессования деталей из пластмасс.

### *Вариант 21*

1 Какие сварочные автоматы различают по способу регулирования режима горения дуги? Опишите их принцип работы.

2 Опишите технологические возможности токарно-револьверных станков. Какие работы на них выполняют (приведите схемы)?

3 Опишите процесс литья под давлением деталей из пластмасс.

### *Вариант 22*

1 Опишите сущность сварки в среде защитных газов и приведите схемы способов. Объясните назначение и свойства защитных газов. Какие преимущества дает их применение?

2 Опишите технологические возможности токарно-карусельных станков. Какие работы на них выполняют (приведите схемы)?

3 Охарактеризуйте процесс центробежного литья деталей из пластмасс.

### *Вариант 23*

1 Опишите сущность, особенности, преимущества и недостатки аргонодуговой сварки. Для сварки каких металлов и сплавов используется этот способ?

2 Приведите схемы обработки заготовок строганием, изложите сущность процесса, применяемое оборудование и инструмент, его технологические возможности.

3 Опишите процесс выдавливания (экструзии) деталей из пластмасс.

### *Вариант 24*

1 Опишите сущность, особенности, преимущества и недостатки сварки в среде углекислого газа. Для сварки каких металлов и сплавов используется этот способ?

2 Приведите схемы обработки заготовок на сверлильных станках, опишите сущность процесса, применяе-

мое оборудование и инструмент, его технологические возможности.

3 Назовите основные процессы получения деталей из композиционных пластиков, область применения, преимущества и недостатки.

### *Вариант 25*

1 Опишите сущность, особенности, преимущества, недостатки сварки и обработки материалов плазменной струей. Для сварки и обработки каких металлов и сплавов используется этот способ?

2 Приведите схемы обработки заготовок на расточных станках, опишите сущность процесса, применяемое оборудование и инструмент, его технологические возможности.

3 Опишите способ получения деталей из композиционных пластиков методом контактной формовки.

### *Вариант 26*

1 Опишите сущность, особенности и технологические возможности электрошлаковой сварки.

2 Приведите схемы обработки заготовок на фрезерных станках, опишите сущность процесса, применяемое оборудование и инструмент, его технологические возможности.

3 Опишите способ получения деталей из композиционных пластиков методом вихревого напыления.

### *Вариант 27*

1 Опишите сущность, особенности и технологические возможности сварки электронным лучом в вакууме.

2 Назовите технологические методы нарезания зубчатых колес, приведите их схемы, опишите применяемое оборудование и инструмент.

3 Опишите способ получения деталей из композиционных пластиков методом центробежной формовки.

### *Вариант 28*

1 Приведите схему поста для газовой сварки, опишите сущность этого способа сварки и назначение основных элементов схемы.

2 Приведите схемы обработки заготовок на протяжных станках, опишите сущность процесса, применяемое оборудование и инструмент, его технологические возможности.

3 Опишите особенности разделительной штамповки пластмасс.

### *Вариант 29*

1 Опишите сущность процесса и способы термохимической резки. При наличии каких условий может быть реализована термохимическая резка?

2 Приведите основные схемы обработки заготовок на шлифовальных станках, опишите сущность процесса, применяемое оборудование и инструмент, его технологические возможности.

3 Опишите особенности обработки пластмасс резанием.

### *Вариант 30*

1 Приведите классификацию и опишите сущность процесса контактной сварки. Назовите параметры режимов контактной сварки, приведите циклограммы различных способов контактной сварки.

2 Опишите сущность процессов обработки заготовок полированием и притиркой, применяемое оборудование и инструмент, технологические возможности процессов.

3 Опишите основные способы получения неразъемных соединений из пластмассовых деталей.

### *Вариант 31*

1 Опишите сущность, способы и технологические возможности точечной сварки.

2 Изложите сущность процесса абразивно-жидкостной обработки заготовок, его технологические возможности.

3 Опишите технологические требования, предъявляемые к конструкциям пластмассовых деталей.

### *Вариант 32*

1 Опишите сущность, способы и технологические возможности стыковой сварки.

2 Опишите сущность процесса обработки заготовок хонингованием, применяемое оборудование и инструмент, технологические возможности процесса.

3 Укажите состав, свойства и область применения резин.

### *Вариант 33*

1 Опишите сущность, способы и технологические возможности роликовой (шовной) сварки.

2 Опишите сущность процесса обработки заготовок суперфинишированием, применяемое оборудование и инструмент, его технологические возможности.

3 Назовите основные этапы получения резиновых технических изделий и опишите их содержание.

### *Вариант 34*

1 Опишите сущность, способы и технологические возможности сварки аккумулированной энергией.

2 Приведите схемы и опишите сущность основных процессов отделочной обработки зубчатых колес.

3 Опишите сущность процессов подготовки резиновой смеси.

### *Вариант 35*

1 К какому классу способов относят сварку взрывом и холодную сварку? Опишите сущность способов и их технологические возможности.

2 Приведите схемы, опишите назначение и технологические возможности основных методов обработки заготовок без снятия стружки.

3 Опишите процесс формообразования резиновых технических изделий каландрированием.

### *Вариант 36*

1 К какому классу способов относят сварку трением и ультразвуковую сварку? Опишите сущность способов и их технологические возможности.

2 Приведите основные схемы, опишите сущность процессов и технологические возможности электроэрозионных методов обработки.

3 Опишите процесс формообразования резиновых технических изделий выдавливанием.

### *Вариант 37*

1 Опишите назначение и способы нанесения покрытий. Какие материалы применяются для нанесения покрытий?

2 Приведите основные схемы, опишите сущность процессов и технологические возможности химических и электрохимических методов обработки.

3 Опишите процесс формообразования резиновых технических изделий прессованием.

### *Вариант 38*

1 Опишите сущность и способы получения паяных соединений. Какие материалы применяются для получения паяных соединений?

2 Приведите основные схемы, опишите сущность процессов и технологические возможности анодно-механического метода обработки.

3 Опишите процесс формообразования резиновых технических изделий литьем под давлением.

### *Вариант 39*

1 Дайте определение свариваемости и опишите особенности технологии сварки наиболее распространенных в машиностроении металлов и сплавов.

2 Приведите схему, опишите сущность процесса и технологические возможности ультразвукового метода обработки.

3 Назовите основные компоненты резин, укажите их примерное содержание. Какое влияние они оказывают на свойства резин?



**Вариант 40**

1 Назовите основные дефекты сварных соединений, опишите виды и методы контроля качества сварных соединений.

2 Приведите основные схемы, опишите сущность процессов и технологические возможности лучевых методов обработки.

3 Изложите сущность процессов вулканизации технических резиновых изделий. Как влияет содержание серы на свойства резин?

**Задание 4**

*Варианты: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39.*

На рисунке (приложение А согласно номера варианта) приведен рабочий чертеж детали. При выполнении задания 2 Вами разработан технологический процесс получения заготовки (отливки) данной детали. Рассмотрите технологические методы, применяемые для обработки указанных на рабочем чертеже поверхностей. При выполнении задания следует:

а) назвать технологические методы обработки поверхностей 1, 2, 3, привести название оборудования, режущего инструмента и приспособлений для закрепления заготовок, применяемых при обработке этих поверхностей;

б) привести схему обработки поверхности 1;

в) рассчитать режимы резания для обработки поверхности 2;

г) привести эскиз режущего инструмента, применяемого при обработке поверхности 3.

Задание выполнить из условия только черновой обработки заготовки, разработанной при выполнении задания 2.

*Варианты: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40.*

На эскизе (приложение В согласно номера варианта) приведены данные о конструктивных элементах соединения и шва сварной конструкции, изготавливаемой методом ручной дуговой сварки покрытыми электродами. Разработайте технологический процесс сварки данного соединения. При выполнении задания определить:

- а) тип и марку электродов;
- б) расчетный тип шва;
- в) параметры режимов сварки;
- г) тип источника сварочного тока;
- д) технико-экономические показатели разработанного технологического процесса.

## Примеры выполнения заданий 2 и 4

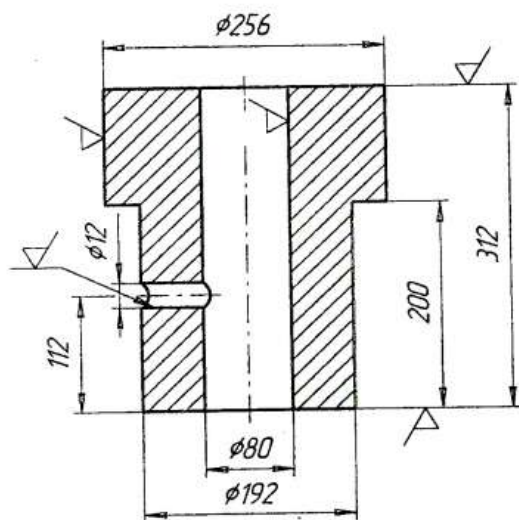
### Пример 1

**Задание.** Для детали (приложение А согласно номера варианта) необходимо получить заготовку методом литья в разовую песчано-глинистую форму. Разработайте технологический процесс получения отливки данным методом.

При выполнении задания разработайте чертежи:

- а) модельно-литейных указаний;
- б) модели;
- в) стержня;
- г) стержневого ящика.

**Исходные данные.** В данном разделе приводятся чертеж детали согласно заданному варианту (рис. 1), полная расшифровка материала, применяемого для изготовления детали, класс точности и номер ряда припуска получаемой отливки, тип производства (Е – единичное, С – серийное).



В рассматриваемом примере для изготовления втулки используется серый чугун марки СЧ21 с пределом прочности  $\sigma_B = 210$  МПа, класс точности получаемой отливки - 9, номер ряда припуска - 7, производство - единичное.

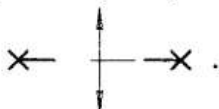
Рисунок 1 - Втулка

**Разработка чертежа модельно-литейных указаний**  
 Разработка модельно-литейных указаний заключается в нанесении на чертеж детали плоскости разъема модели и формы, припусков на механическую обработку, напусков,

литейных уклонов и других элементов конструкции модели и литейной формы, которые необходимы для изготовления отливки. В результате получают размеченный чертеж модельно-литейных указаний. Размеченный чертеж является основным технологическим документом, определяющим все особенности изготовления литой заготовки.

При разработке чертежа модельно-литейных указаний на чертеж детали условно наносят следующие элементы.

1 Плоскость разъема модели и формы, ее обозначают **РМФ** (разъем модели, формы) и двумя стрелками с обозначениями **В** (верх) и **Н** (низ):



Положение плоскости разъема должно обеспечивать удобство формовки, а также сборки литейной формы и зависит от положения отливки в форме. При выборе положения отливки в форме необходимо дать возможность направленного и равномерного затвердевания металла в направлении прибылей (выпоров). От положения отливки в форме зависит качество ее поверхностей. Поверхности, которые располагаются в верхней части отливки, часто поражаются газовыми раковинами и шлаковыми включениями. Поэтому обрабатываемые поверхности по возможности размещают вертикально или в нижней части отливки. Количество разъемов должно быть минимальным, а поверхности разъема по возможности плоскими. При выборе плоскости разъема необходимо обеспечить извлекаемость модели из литейной формы при формовке и рациональное размещение элементов литниковой системы. Необходимо учесть, что наличие разъема может приводить к смещению частей отливки относительно друг друга. В связи с этим желательно всю отливку или ее большую часть располагать в одной части формы, лучше в нижней.

Для рассматриваемого примера предпочтительно вертикальное положение отливки с размещением в нижней части формы (рис. 2). Вариант горизонтального расположения с плоскостью разъема по оси отливки представлен на рисунке 3. В последующих разделах данного примера этот вариант рассматривается только в учебных целях.

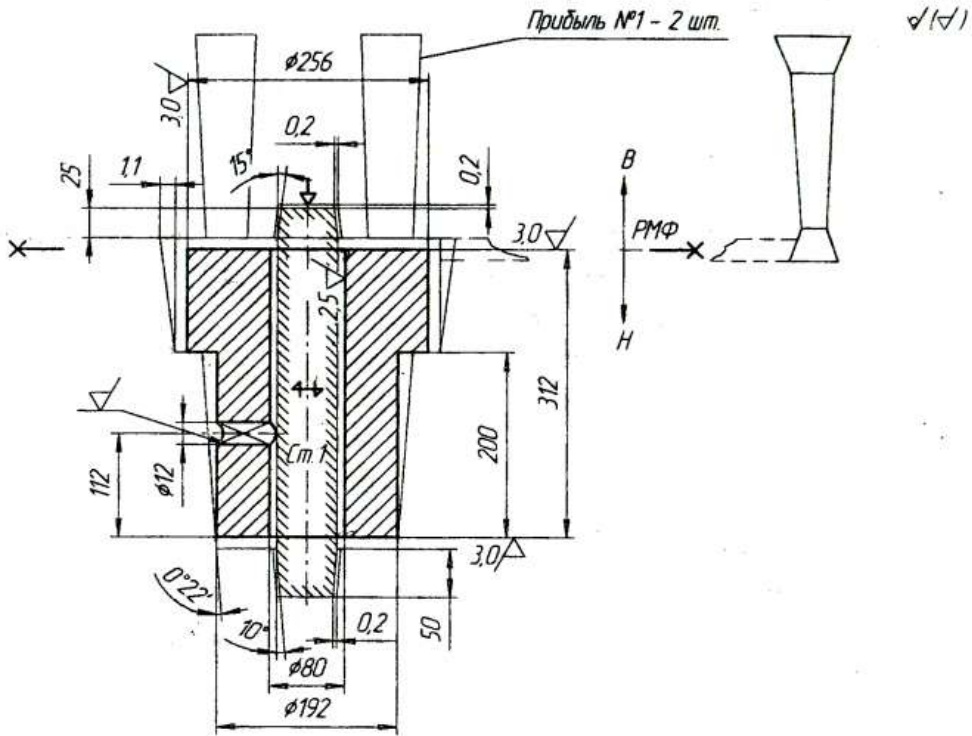


Рисунок 2 – Втулка. Модельно-литейные указания.  
Вертикальное исполнение

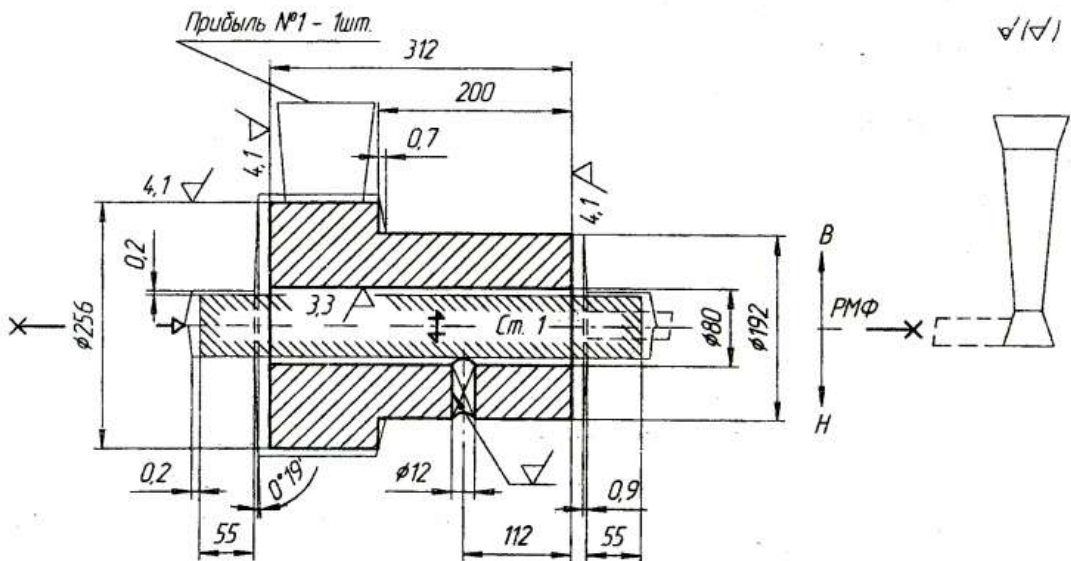


Рисунок 3 – Втулка. Модельно-литейные указания.  
Горизонтальное исполнение

2 Припуски на механическую обработку – слои металла, удаляемые в процессе механической обработки отливки с ее обрабатываемых поверхностей для обеспечения заданной геометрической точности и качества поверхности. Припуски обозначают тонкими линиями, не выдерживая масштаб, у поверхностей, где указан знак шероховатости  $\sqrt{\quad}$ . Остальные поверхности обработке не подлежат, на что указывает знак  $\sqrt{(\sqrt{\quad})}$  в правом углу эскиза (рис. 1). Величину припуска на механическую обработку указывают числом перед знаком шероховатости или линейным размером.

Значения припусков на механическую обработку назначают в зависимости от класса точности номинальных размеров отливки и номера ряда припусков в соответствии с ГОСТ 26645-85. В задании в учебных целях используется упрощенная методика назначения припусков, которая осуществляется в следующей последовательности:

- по чертежу (рис. 1) определяют номинальные размеры обрабатываемых элементов детали;
- по номинальным размерам обрабатываемых элементов и классу точности отливки назначают допуски (см. табл. Г.1). Допуски размеров отливки, образованные одной полуформой, устанавливают на 1-2 класса точнее заданного. Так как при вертикальном расположении отливки размеры образованы одной полуформой (рис. 2), на все размеры назначается 8-й класс точности. При горизонтальном расположении (рис.3) все размеры отливки образуются двумя полуформами, при этом класс точности не изменяется и для всех размеров равен 9;
- по назначенному допуску и номеру ряда припуска устанавливают значение припуска (см. табл. Г.2).

Отверстия небольшого диаметра, шпоночные пазы, фаски усложняют технологический процесс получения отливки. На такие элементы для повышения технологичности отливки припуски не назначают, а полностью получают механической обработкой. На чертеже модельно-литейных указаний на эти элементы назначают напуски, которые обозначают, перечеркивая элемент тонкой сплошной линией. В данном примере напуск назначен на отверстие диаметром 12 мм.

По полученным значениям припусков и номинальных размеров детали определяют размеры отливки.

Размеры отливки определяют по формуле

$$L_o = L_d \pm Z,$$

где  $L_o$  – номинальный размер отливки, мм;

$L_d$  – номинальный размер детали, мм;

$Z$  – припуск на механическую обработку, мм.

При определении размера отливки  $L_o$  необходимо учесть, что припуск  $Z$  назначен на сторону, и его значение удваивается ( $2 \cdot Z$ ) для диаметральных размеров. При этом значение припуска берется со знаком «плюс» ( $+2 \cdot Z$ ) для наружных размеров, знаком «минус» ( $-2 \cdot Z$ ) – для внутренних.

Обратите внимание на расчет размеров отливки, имеющих общую базовую поверхность (в примере размеры 200 и 312 мм). В данном случае устанавливается общий припуск на механическую обработку поверхности, величина которого равна припуску большего по значению размера (312 мм).

Значения припусков и размеров отливки рассматриваемого примера приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Припуски на механическую обработку и размеры отливки. Вертикальное исполнение

Номинальный размер детали $L_d$ , мм	Класс точности	Допуск, мм	Номер ряда припуска	Припуск на сторону $Z$ , мм	Размер отливки $L_o$ , мм
Ø256	8	2,0	7	3,0	Ø262,0
Ø192	8	1,8	Необрабатываемая поверхность		Ø192,0
Ø80	8	1,4	7	2,5	Ø75,0
Ø12	Напуск				
112	Напуск				
312	8	2,0	7	3,0	318,0
200	8	1,8	7	2,8 3,0	- 203,0

Таблица 4 – Припуски на механическую обработку и размеры отливки. Горизонтальное исполнение

Номинальный размер детали $L_d$ , мм	Класс точности	Допуск, мм	Номер ряда припуска	Припуск на сторону Z, мм	Размер отливки $L_o$ , мм
Ø256	9	3,2	7	4,1	Ø264,2
Ø192	9	2,8	Необрабатываемая поверхность		Ø192,0
Ø80	9	2,2	7	3,3	Ø73,4
Ø12	Напуск				
112	Напуск				
312	9	3,2	7	4,1	320,2
200	9	2,8	7	3,8 4,1	- 204,1

3 Формовочные уклоны облегчают извлечение модели из формы. Уклоны придаются вертикальным поверхностям моделей, не имеющих конструктивных уклонов в направлении извлечения их из формы. Значения уклонов регламентированы стандартами (см. табл.Г.3) и зависят от материала модели и высоты формообразующей поверхности. На чертеже модельно-литейных указаний уклоны обозначаются тонкой сплошной линией, а их значения могут указываться в угловых или линейных величинах.

Значения формовочных уклонов деревянной и металлической моделей рассматриваемого примера приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Формовочные уклоны. Вертикальное исполнение

Высота формообразующей поверхности, мм	Формовочный уклон, мм	
312-200=112	0°32'	1,1
200	0°22'	1,6



Таблица 6 – Формовочные уклоны. Горизонтальное исполнение

Высота формообразующей поверхности, мм	Формовочный уклон, мм	
$256/2=128$	$0^{\circ}19'$	1,0
$192/2=96$	$0^{\circ}26'$	0,9
$(256-192)/2=32$	$0^{\circ}48'$	0,7

4 Контурные стержня со стержневыми знаками обозначают тонкими линиями и штриховкой у контура, а также буквами «Ст.» с указанием порядкового номера. На изображении стержня указывают разъем стержневого ящика знаком  $\leftrightarrow$  и направление его набивки стержневой смесью  $\rightarrow$ . Обратите внимание на различие в конструкции стержневых знаков: конусные знаки – у вертикального стержня (рис. 2) и цилиндрические знаки – у горизонтального (рис. 3). Между литейной формой и стержневыми знаками предусматривают технологические зазоры (рис. 2 и 3). Величина зазоров при выполнении задания принимается равной 0,2 мм.

Длина стержневого знака определяется исходя из диаметра и длины стержня (см. табл. Г.4) и при горизонтальном расположении литейной формы равна 55 мм. При вертикальном расположении литейной формы сначала определяют высоту нижнего знака (см. табл. Г.5). Высота нижнего знака для рассматриваемого примера (рис.2) равна 50 мм. Высоту верхнего знака принимают равной половине нижнего – 25 мм. Уклоны знаковых частей для вертикального стержня принимают равными для нижнего стержня  $10^{\circ}$ , для верхнего -  $15^{\circ}$ .

5 Элементы литниковой системы (литниковую чашу, стояк, шлакоуловитель, питатель и выпоры) изображают сплошными тонкими линиями.

При нанесении на чертеж модельно-литейных указаний элементов литниковой системы обратите внимание на правильность установки выпоров. Выпоры служат для выхода вытесняемого из формы воздуха, контроля заполне-

ния литейной формы и питания отливки жидким металлом в процессе ее усадки. Выпоры, не сообщающиеся с атмосферой, называют прибылями. Прибыли устанавливают на наиболее массивных частях отливки и на чертеже обозначают словом «Прибыль» с указанием порядкового номера. При наличии нескольких одинаковых прибылей им присваивают один и тот же номер, указывая в обозначении общее количество (например, прибыль № 1; 2 шт.). Расчет размеров элементов литниковой системы в задании не предусмотрен.

Данный раздел выполненного задания должен содержать чертеж модельно-литейных указаний (рис. 2 или 3), таблицы значений припусков, размеров отливки (табл. 3 или 4) и формовочных уклонов (табл. 5 или 6).

*Разработка чертежа модели, стержня и стержневого ящика.* При разработке чертежей модели, стержня и стержневого ящика обратите внимание на роль отдельных частей этих элементов в формировании конфигурации и размеров отливки.

Модель имеет конфигурацию внешней поверхности отливки; ее изготавливают из древесины или металла. Внутренняя поверхность отливки образуется с помощью стержня, который изготавливают из стержневой смеси. Конфигурация внешней и внутренней поверхностей отливки определяется чертежом модельно-литейных указаний и включает припуски, напуски, формовочные уклоны и литейные радиусы. Так как процесс охлаждения металла в литейной форме сопровождается линейной усадкой, то при расчете размеров модели и стержня необходимо учесть величину усадки. Величина линейной усадки для стальных отливок в среднем составляет 2 %, чугуновых – 1 %. Расчет размеров модели и стержня производят по формуле

$$L_{MC} = L_0 + Y,$$

где  $L_{MC}$  – номинальный размер модели или стержня, мм;  
 $Y$  – величина усадки, мм.

Модели и стержни изготавливают со стержневыми знаками. Форма знаковых частей модели и стержня определена чертежом модельно-литейных указаний. Знаки на

модели образуют в литейной форме полости, в которые помещают знаковые части стержня. Таким образом, знаковые части модели и стержня не определяют конфигурацию отливки, а используются для фиксации стержня в литейной форме. Поэтому при расчете размеров знаковых частей модели и стержня величину линейной усадки не учитывают. Для получения технологических зазоров между литейной формой и знаковыми частями стержня соответствующие размеры знаковых частей модели увеличивают на величину зазора (0,2 мм).

При изготовлении моделей и стержневых ящиков имеют место отклонения размеров, которые регламентированы стандартами. Значения предельных отклонений на размеры моделей и стержневых ящиков определяют по данным, приведенным в таблице Г.6.

Размеры модели, стержневого ящика и стержня рассматриваемого примера при вертикальном расположении отливки приведены в таблицах 7-9, горизонтальном – в таблицах 10-12. При расчете размеров модельного комплекта для горизонтального расположения отливки в учебных целях принято, что материалом отливки является сталь.

Конструкции моделей и стержневых ящиков определяются чертежом модельно-литейных указаний. Они могут быть неразъемными и разъемными. Части разъемных моделей и стержневых ящиков центрируются относительно друг друга при помощи деревянных шипов или металлических штифтов. Модели и стержневые ящики изготавливают из различных материалов. Дерево (ель, сосна, береза) используется в единичном и мелкосерийном производстве для моделей любых размеров и любой сложности, металл (алюминиевые сплавы, бронза, латунь, чугун) – в серийном и массовом производстве. В связи с этим при выполнении чертежа модели и стержневого ящика укажите способ центрирования разъемных моделей и стержневых ящиков, а также штриховку в соответствии с выбранным материалом.

Чертежи модели, стержневого ящика и стержня рассматриваемого примера при вертикальном расположении отливки приведены на рисунках 4-6, горизонтальном – рисунках 7-9. При разработке чертежей модели и стержнево-

го ящика для горизонтального расположения отливки в методических целях принято, что производство - серийное.

Данный раздел выполненного задания должен содержать таблицы размеров и чертежи модели, стержня и стержневого ящика (табл. 7-9 или 10-12, рис. 4-6 или 7-9).

Таблица 7 – Размеры модели. Вертикальное исполнение

Размер отливки $L_0$ , мм	Усадка, %	Усадка $Y$ , мм	Размер модели $L_{MC}$ , мм
$\varnothing 262,0$	1,0	2,6	$\varnothing 264,6 \pm 1,4$
$\varnothing 192,0$	1,0	1,9	$\varnothing 193,9 \pm 1,2$
318,0	1,0	3,0	$321,0 \pm 1,4$
203,0	1,0	2,0	$205,0 \pm 1,2$

Таблица 8 – Размеры стержня и стержневого ящика.  
Вертикальное исполнение

Размер отливки $L_0$ , мм	Усадка, %	Усадка $Y$ , мм	Размер стержня $L_{MC}$ , мм	Размер знака, мм	Размер ящика $L_{MC}$ , мм
$\varnothing 75,0$	1,0	0,8	321,0	$\varnothing 75,8$	$\varnothing 75,8 \pm 1,0$
318,0	1,0	3,0		Высота: "верх" – 25,0	$396,0 \pm 1,4$ $25,0 \pm 0,7$
-	-	-		"низ" – 50,0	$50,0 \pm 0,7$

Таблица 9 – Размеры знаковых частей модели.  
Вертикальное исполнение

Размер знака на стержне, мм	Зазор, мм	Размер знака на модели, мм
$\varnothing 75,8$	$2 \times 0,2$	$\varnothing 76,2 \pm 1,0$
50,0	-	$50,0 \pm 0,7$
25,0	0,2	$25,2 \pm 0,7$

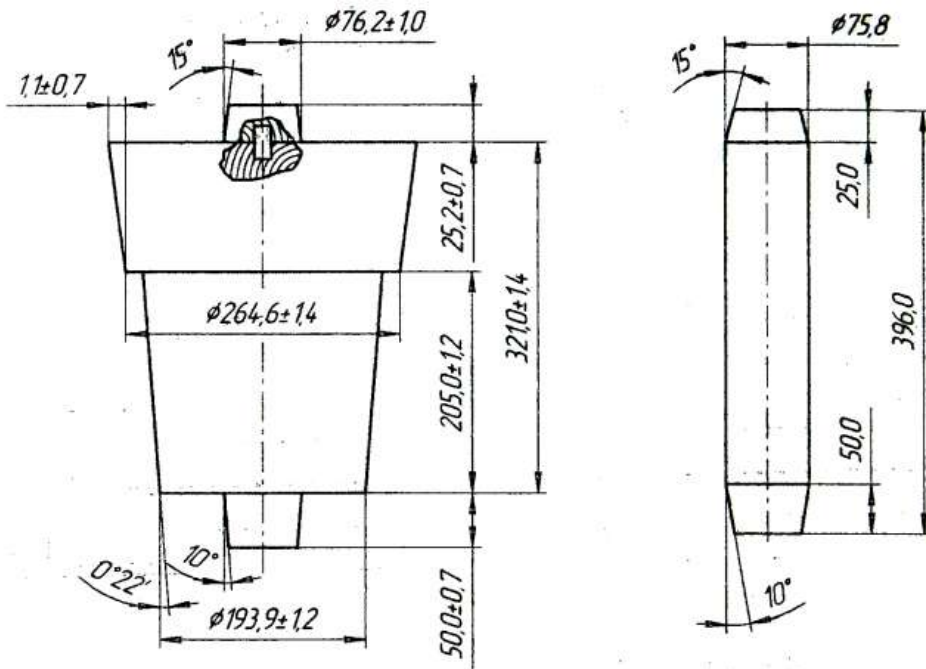


Рисунок 4—Втулка. Модель      Рисунок 5—Втулка. Стержень

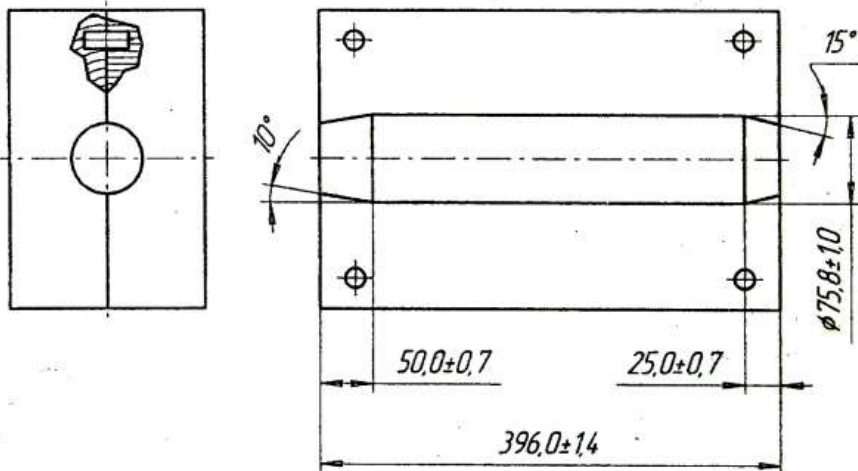


Рисунок 6 – Втулка. Стержневой ящик

Таблица 10–Размеры модели. Горизонтальное исполнение

Размер отливки $L_o$ , мм	Усадка, %	Усадка $Y$ , мм	Размер модели $L_{MC}$ , мм
$\varnothing 264,2$	2,0	5,3	$\varnothing 269,5 \pm 1,4$
$\varnothing 192,0$	2,0	3,8	$\varnothing 195,8 \pm 1,2$
320,2	2,0	6,4	$326,6 \pm 1,4$
204,1	2,0	4,1	$208,2 \pm 1,2$

Таблица 11–Размеры стержня и стержневого ящика.  
Горизонтальное исполнение

Размер отливки $L_o$ , мм	Усадка, %	Усадка $Y$ , мм	Размер стержня $L_{MC}$ , мм	Размер знака, мм	Размер ящика $L_{MC}$ , мм
$\varnothing 73,4$	2,0	1,5	326,6	$\varnothing 74,9$	$\varnothing 74,9 \pm 1,0$
320,2	2,0	6,4		длина: 2x50,0	$426,6 \pm 1,4$
-	-	-			

Таблица 12–Размеры знаковых частей модели.  
Горизонтальное исполнение

Размер знака на стержне, мм	Зазор, мм	Размер знака на модели, мм
$\varnothing 74,9$	0,2	$\varnothing 75,1 \pm 1,0$
55,0	0,2	$55,2 \pm 1,0$

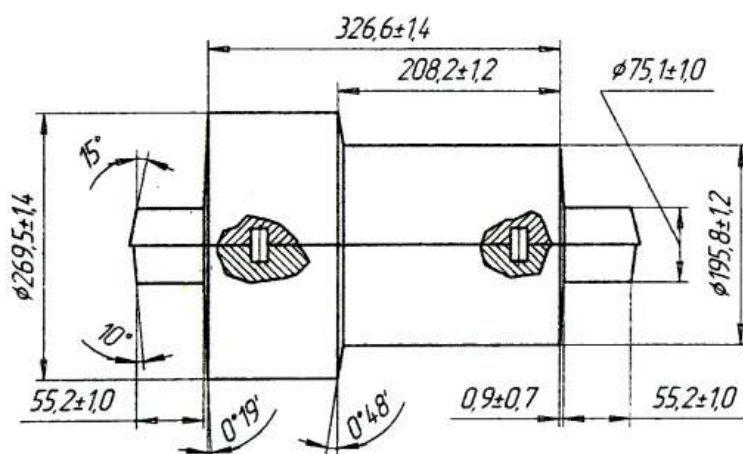


Рисунок 7– Втулка. Модель

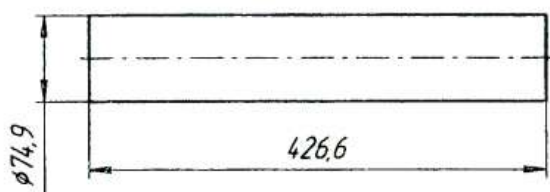


Рисунок 8—Втулка. Стержень

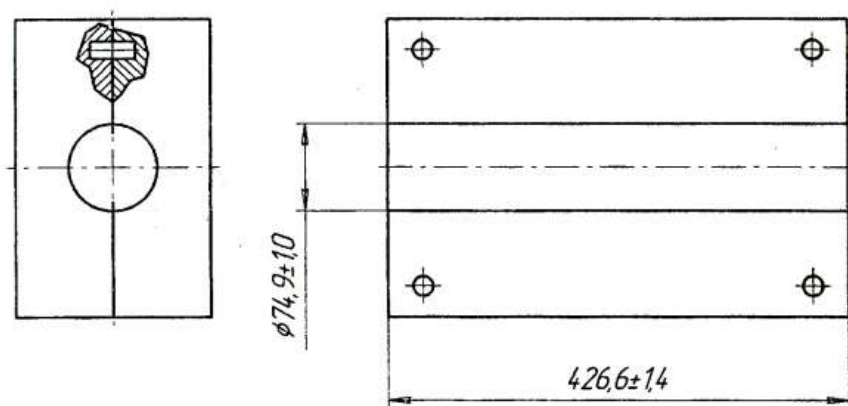


Рисунок 9 – Втулка. Стержневой ящик

### Пример 2

**Задание.** Для детали необходимо получить заготовку методом свободной ковки на молоте. Разработайте технологический процесс получения поковки данным методом. При выполнении задания следует:

- а) разработать чертеж поковки;
- б) определить массу, размеры и вид исходной заготовки;
- в) определить технико-экономические показатели разработанной поковки;
- г) определить температурный режим ковки и тип нагревательного устройства;

- д) выбрать оборудование для формообразования разработанной поковки;  
 е) разработать технологическую схему формообразования поковки.

*Исходные данные.* В данном разделе приводятся чертеж детали согласно заданному варианту (см. рис.10) и полная расшифровка материала, применяемого для изготовления детали.

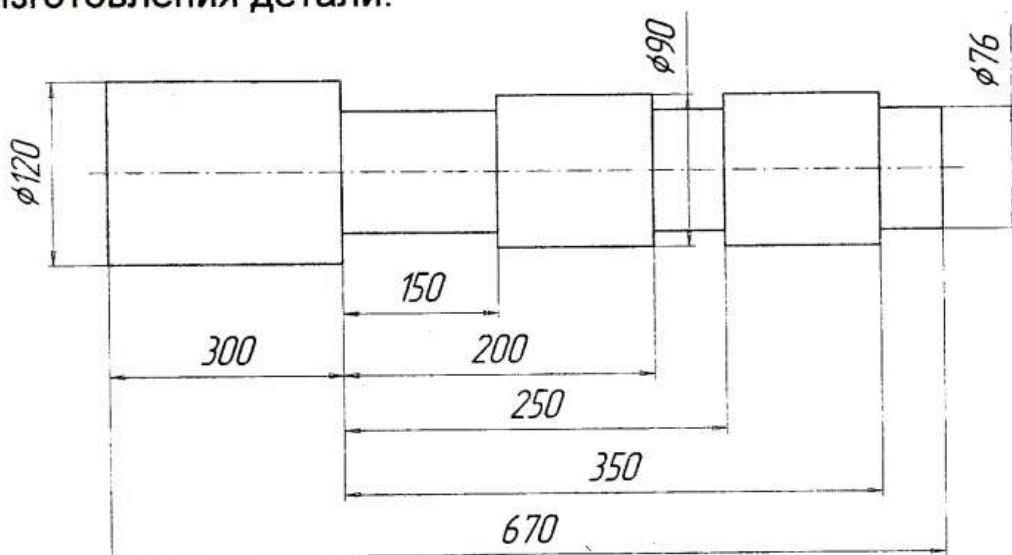


Рисунок 10 – Вал

В рассматриваемом примере для изготовления вала используется сталь 35 – конструкционная, углеродистая, качественная с содержанием углерода 0,35%.

*Определение припусков и разработка чертежа поковки.* От обработанной детали поковка отличается размерами, увеличенными на величину припусков на механическую обработку; менее жесткими допусками на размеры, а также упрощенной формой, более удобной дляковки. Припуски на механическую обработку чаще всего назначаются на все размеры детали, что связано с наличием дефектного поверхностного слоя, значительных геометрических погрешностей формы и размеров поковки.

Большое практическое значение имеют напуски при



проектировании поковок валов с уступами, выступами и выемками.

Уступ – это любой участок поковки, диаметр которого больше хотя бы одного из прилегающих участков.

Выемка – участок поковки, диаметр которого меньше диаметров обоих прилегающих участков.

Выступ – участок поковки, диаметр которого больше диаметра обоих прилегающих участков.

Ковка коротких уступов и уступов с малой высотой экономически нецелесообразна. В таких случаях форму поковки упрощают, назначая напуски.

Основные припуски  $\delta$  и предельные отклонения  $\pm\Delta/2$  для поковок, получаемых ковкой на молотах по ГОСТ 7829-70, следует назначать в соответствии с рисунком 11 и следующими требованиями:

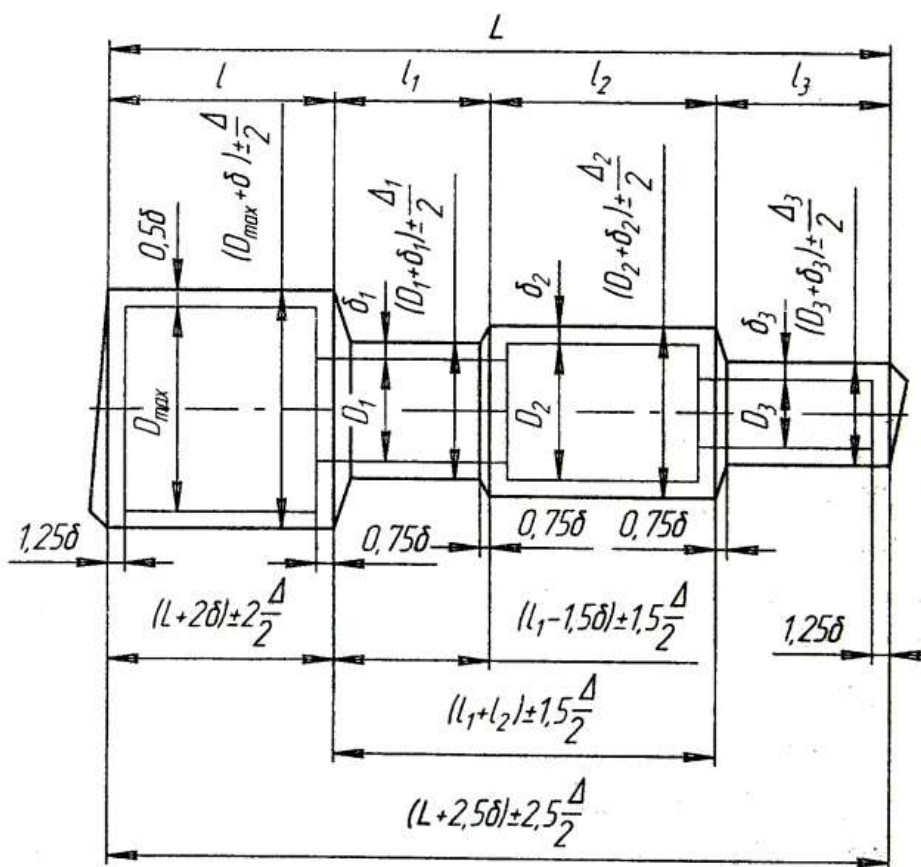


Рисунок 11 – Схема назначения припусков и допусков

– припуски  $\delta$  и предельные отклонения  $\pm\Delta/2$  на диаметральные размеры назначают в зависимости от общей длины детали  $L$  (см. табл. Д.1);

– припуск  $\delta$  на общую длину детали принимают равным 2,5 припускам на диаметр наибольшего сечения;

– предельные отклонения  $\pm\Delta/2$  на общую длину детали принимают равным 2,5 отклонениям на диаметр наибольшего сечения;

– припуски на длину уступов и выступов принимают кратными припуску на диаметр наибольшего сечения согласно рисунку 11. При этом длину уступов и выемок на чертеже поковки указывают от единой базовой поверхности;

– за базовую поверхность принимают торец выступа наибольшего сечения поковки, не являющийся торцом поковки;

– предельные отклонения  $\pm\Delta/2$  на длину уступов и выступов принимают равными 1,5 отклонениям диаметра наибольшего сечения согласно рисунку 11.

Назначив припуски и предельные отклонения, определив размеры поковки, проверяют выполнимость ее элементов: уступов и выемок. В данном задании в учебных целях принята упрощенная схема проверки. Уступ поковки считается невыполнимым, если выполняется одно из следующих условий:

- значение высоты уступа менее 4 мм;
- значение длины уступа менее 40 мм.

Выемка считается невыполнимой, если выполняется следующее условие: значение длины выемки менее 100 мм.

Если элемент поковки определен как невыполнимый, то его доводят до выполнимого размера за счет напуска со стороны любого из торцов из условия, чтобы объем напуска был минимальным. В таблице 13 приведены значения припусков, предельных отклонений и диаметральных размеров поковки для рассматриваемого примера (см.рис.10). Припуски  $\delta$  и предельные отклонения  $\pm \Delta/2$  диаметров  $D$  назначены для диапазона длины детали  $L$  свыше 500 до 800 мм, а диаметральные размеры поковки определены согласно рисунку 11.

Таблица 13 – Определение диаметральных размеров поковки

Диаметр детали D, мм	Припуски и предельные отклонения ( $\delta \pm \Delta/2$ ), мм	Размеры поковки, мм
Ø120	$10 \pm 3$	Ø130 ± 3
Ø90	$9 \pm 3$	Ø99 ± 3
Ø76	$9 \pm 3$	Ø85 ± 3

Для назначения припусков, предельных отклонений, расчета линейных размеров поковки определяют диаметр наибольшего сечения. В данном примере диаметр 120 мм. Припуски  $\delta$  и предельные отклонения  $\pm \Delta/2$  линейных размеров детали принимают кратными согласно рисунку 2 припуску и предельным отклонениям  $\delta \pm \Delta/2$  диаметра 120 мм, т.е.  $(10 \pm 3)$  мм.

Линейные размеры поковки вала приведены в таблице 14. При расчете линейных размеров поковки необходимо учесть направление назначаемого припуска. Если назначаемый припуск приводит к увеличению номинального размера детали, то при расчете размера поковки он берется со знаком "плюс", если к уменьшению – со знаком "минус".

Таблица 14 – Определение линейных размеров поковки

Номинальные размеры детали, мм	Припуски и предельные отклонения ( $\delta \pm \Delta/2$ ), мм	Размеры поковки, мм
670	$(1,25 \cdot 10 + 1,25 \cdot 10) \pm (2,5 \cdot 3)$	$695 \pm 7,5$
350	$(-0,75 \cdot 10 + 0,75 \cdot 10) \pm (1,5 \cdot 3)$	$350 \pm 4,5$
300	$(1,25 \cdot 10 + 0,75 \cdot 10) \pm (2,0 \cdot 3)$	$320 \pm 6,0$
250	$(-0,75 \cdot 10 - 0,75 \cdot 10) \pm (1,5 \cdot 3)$	$235 \pm 4,5$
200	$(-0,75 \cdot 10 + 0,75 \cdot 10) \pm (1,5 \cdot 3)$	$200 \pm 4,5$
150	$(-0,75 \cdot 10 - 0,75 \cdot 10) \pm (1,5 \cdot 3)$	$135 \pm 4,5$

После назначения припусков и определения размеров поковки проводят проверку выполнимости уступов, выемок в соответствии с условиями, указанными выше. Рассматриваемая поковка содержит:

- выемку длиной 135 мм;

- выемку длиной 35 (235-200) мм;
- концевой уступ высотой 7  $((99-85)/2)$  мм и длиной 25  $(695-(320+350))$  мм.

Выемка длиной 135 мм выполняема, так как ее длина превышает 100 мм.

Выемка длиной 35 мм не выполняема, так как ее длина менее 100 мм. В этом случае ее не выполняют, назначая напуск, увеличением диаметра выемки до диаметра соседнего выступа 99 мм.

Концевой уступ высотой 7 мм и длиной 25 мм не выполним, так как его длина менее 40 мм. Уступ не выполняют, назначая напуск, увеличением меньшего диаметра уступа до диаметра соседнего выступа 99 мм.

Окончательные размеры поковки вала с назначенными припусками и напусками приведены на рисунке 12.

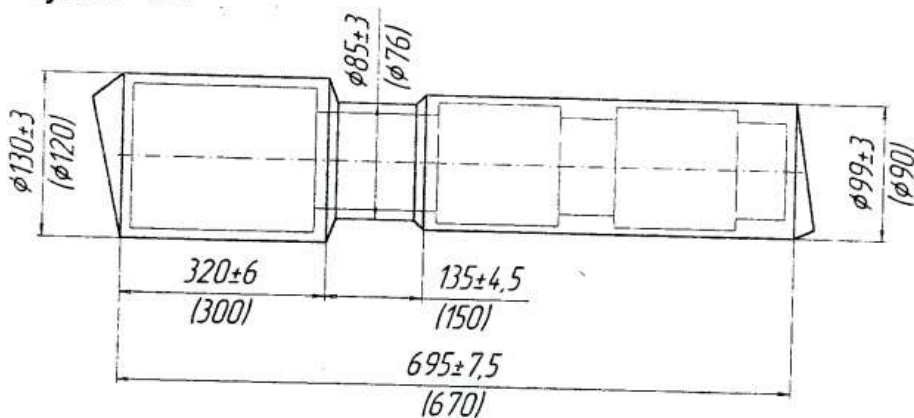


Рисунок 12 – Вал. Поковка

*Определение массы, размеров и вида исходной заготовки.* Массу исходной заготовки определяют как сумму масс поковки и технологических отходов. Виды технологических отходов зависят от применяемого технологического процесса и используемой заготовки. В общем случае технологические отходы включают: отходы на угар, образующиеся в результате образования окалины при нагреве исходной заготовки; отходы прибыльной и донной части при ковке заготовки из слитка; отходы на выдру при ковке пустотелых заготовок; концевые отходы.

Определяющими факторами при выборе вида

исходной заготовки служат масса поковки и марка материала. Если масса поковки не превышает 200 кг, то в качестве исходной заготовки применяют прокат. При массе поковки от 200 кг до 800 кг возможно применение проката и слитков. При массе поковки более 800 кг применяют слитки.

Исходные данные выполняемого задания рассчитаны на применение в качестве исходной заготовки проката, технологические отходы которого включают отходы на угар и концевые отходы. Поэтому далее описывается определение массы и размеров заготовки из проката анализируемого примера (рис. 10).

Расчет массы поковки начинают с определения ее объема. Для подсчета объема  $V_{пок}, см^3$ , поковку разбивают на элементарные части и определяют объем по формуле

$$\begin{aligned} V_{пок} &= V_1 + V_2 + V_3 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot l_1 + \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot l_2 + \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot l_3 = \\ &= \frac{3,14 \cdot 13,0^2}{4} \cdot 32,0 + \frac{3,14 \cdot 8,5^2}{4} \cdot 13,5 + \\ &+ \frac{3,14 \cdot 9,9^2}{4} \cdot (69,5 - (32,0 + 13,5)) = 6856,6 \quad , \end{aligned}$$

где  $V_1, V_2, V_3$  – объемы выступов и выемки поковки (рис. 12),  $см^3$ ;

$D_1, D_2, D_3$  – диаметры выступов и выемки поковки (рис. 12),  $см$ ;

$l_1, l_2, l_3$  – длины выступов и выемки поковки (рис. 12),  $см$ .

Определение объема поковки производят по ее номинальным размерам без учета предельных отклонений.

Массу  $G_{пок}, кг$ , поковки подсчитывают по формуле

$$G_{пок} = 10^{-3} \cdot V_{пок} \cdot \rho = 10^{-3} \cdot 6856,6 \cdot 7,85 = 53,8 \quad ,$$

где  $\rho$  – плотность материала, равная для стали  $7,85 г/см^3$ .

Концевые отходы при ковке назначаются с целью удаления дефектного слоя на торцах поковки и формирования окончательной длины поковки на заключительной операции.

Длина левого концевого отхода  $L_1$ , см,

$$L_1 = 0,35 \cdot D_1 + 1,5 = 0,35 \cdot 13,0 + 1,5 = 6,1 \quad ,$$

где  $D_1$  – диаметр левого выступа поковки, см.

Длина правого концевого отхода  $L_3$ , см,

$$L_3 = 0,35 \cdot D_3 + 1,5 = 0,35 \cdot 9,9 + 1,5 = 5,0 \quad ,$$

где  $D_3$  – диаметр правого выступа поковки, см.

Масса концевых отходов  $G_{отх}$ , кг,

$$\begin{aligned} G_{отх} &= 10^{-3} \cdot \rho \cdot \left( \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot L_1 + \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot L_3 \right) = \\ &= 10^{-3} \cdot 7,85 \cdot \left( \frac{3,14 \cdot 13,0^2}{4} \cdot 6,1 + \frac{3,14 \cdot 9,9^2}{4} \cdot 5,0 \right) = 9,4 \quad . \end{aligned}$$

Определение массы  $G_{заг}$ , кг, исходной заготовки производят с учетом отходов на угар из расчета, что потери составляют 6,0% массы нагреваемого металла:

$$G_{заг} = \frac{G_{пок} + G_{отх}}{0,94} = \frac{53,8 + 9,4}{0,94} = 67,2 \quad .$$

Основной формообразующей операцией при получении повокот рассматриваемого класса является протяжка. Протяжка заключается в уменьшении площади поперечного сечения заготовки при увеличении ее длины. Протяжку осуществляют последовательными ударами бойка молота на отдельные участки заготовки, примыкающие один к другому, с подачей заготовки вдоль оси и поворотами ее на  $90^\circ$  вдоль этой оси.

Для расчета размеров исходной заготовки под поковку, получаемую протяжкой, определяют

максимальное поперечное сечение поковки  $F_{max}$ ,  $см^2$ ,

$$F_{max} = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 13,0^2}{4} = 132,7 \quad ,$$

где  $D_1$  – диаметр поковки на участке максимального поперечного сечения (рис. 12),  $см$ .

Площадь поперечного сечения  $F'_{заг}$ ,  $см^2$ , исходной заготовки определяют по формуле

$$F'_{заг} = y \cdot F_{max} = 1,3 \cdot 132,7 = 172,5 \quad ,$$

где  $y$  – степень уковки ( $y = 1,3-1,5$  при получении поковки из проката).

Степень уковки является технологическим показателем процессаковки. Очевидно, чем выше значение степени уковки, тем лучше прокован металл, тем выше его механические свойства.

Полученное значение площади поперечного сечения исходной заготовки  $F'_{заг}$  уточняют, выбирая по ГОСТ380-88 "Сталь горячекатаная круглая" (см. табл. Д.2) ближайшее большее из стандартных значений площади поперечного сечения проката  $F_{заг}$ . Для рассматриваемого примера уточненное значение площади поперечного сечения исходной заготовки  $F_{заг} = 176,7 \text{ см}^2$  при диаметре 150 мм.

Для расчета длины исходной заготовки определяют объем  $V_{заг}$ ,  $см^3$ , исходной заготовки

$$V_{заг} = \frac{10^3 \cdot G_{заг}}{\rho} = \frac{10^3 \cdot 67,2}{7,85} = 8560,5 \quad .$$

Длину исходной заготовки  $L_{заг}$ ,  $см$ , рассчитывают по формуле

$$L_{заг} = \frac{V_{заг}}{F_{заг}} = \frac{8560,5}{176,7} = 48,5 \quad .$$

В результате проведенного расчета в качестве исходной заготовки для поковки вала выбран прокат круглого сечения из стали 35 диаметром 150 мм, длиной

485 мм, площадью поперечного сечения  $176,7 \text{ см}^2$ .

*Определение технико-экономических показателей разработанной поковки.* Показателями процессаковки, характеризующими его эффективность, являются коэффициент использования металла и коэффициент весовой точности. Для определения этих показателей рассчитывают массу  $G_{\text{дет}}$ , кг, детали (рис. 1), применяя подход, использовавшийся при расчете массы поковки:

$$\begin{aligned}
 G_{\text{дет}} &= 10^{-3} \cdot \rho \cdot \left( \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot l_1' + \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot l_2' + \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot l_3' + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{\pi \cdot d_4^2}{4} \cdot l_4' + \frac{\pi \cdot d_5^2}{4} \cdot l_5' + \frac{\pi \cdot d_6^2}{4} \cdot l_6' \right) = \\
 &= 10^{-3} \cdot 7,85 \cdot \left( \frac{3,14 \cdot 12,0^2}{4} \cdot 30,0 + \frac{3,14 \cdot 7,6^2}{4} \cdot 15,0 + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{3,14 \cdot 8,5^2}{4} \cdot (20,0 - 15,0) + \frac{3,14 \cdot 7,6^2}{4} \cdot (25,0 - 20,0) + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{3,14 \cdot 8,5^2}{4} \cdot (35,0 - 25,0) + \frac{3,14 \cdot 7,6^2}{4} \cdot (67,0 - (35,0 + 30,0)) \right) = 41,1 \text{ ,}
 \end{aligned}$$

где  $d_1', d_2', d_3', d_4', d_5', d_6'$  - диаметры элементов детали, см;  
 $l_1', l_2', l_3', l_4', l_5', l_6'$  - длины элементов детали, см.

Коэффициент использования металла определяют как отношение массы детали к массе заготовки:

$$K_{\text{ум}} = \frac{G_{\text{дет}}}{G_{\text{заг}}} = \frac{41,1}{67,2} = 0,61 \text{ ,}$$

где  $K_{\text{ум}}$  - коэффициент использования металла.



Коэффициент весовой точности определяют как отношение массы детали к массе поковки:

$$K_{\text{вт}} = \frac{G_{\text{дет}}}{G_{\text{пок}}} = \frac{41,1}{53,8} = 0,76 ,$$

где  $K_{\text{вт}}$  – коэффициент весовой точности.

Коэффициенты использования металла и весовой точности могут быть использованы для сравнения эффективности альтернативных технологических процессов получения заготовки. Чем выше значения этих показателей, тем выше экономическая эффективность разработанного технологического процесса получения заготовки.

*Определение температурного режима ковки и типа нагревательного устройства.* Температурный режим ковки включает два основных показателя – интервал температур, в котором производят ковку, и длительность нагрева исходной заготовки.

Длительность нагрева  $T$ , ч, ориентировочно определяют с помощью формулы Н. М. Доброхотова

$$T = \alpha \cdot \beta \cdot D_{\text{заг}} \sqrt{D_{\text{заг}}} = 1,0 \cdot 10,0 \cdot 0,15 \cdot \sqrt{0,15} = 0,6 ,$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий способ укладки заготовок в печи (при нагреве одной заготовки  $\alpha=1,0$ );

$\beta$  – коэффициент, учитывающий химический состав стали (для низкоуглеродистых и низколегированных сталей  $\beta=10,0$ );

$D_{\text{заг}}$  – диаметр исходной заготовки, м.

Температурный интервал ковки – диапазон температур металла исходной заготовки, в пределах которого металл наиболее пластичен и обладает минимальным сопротивлением деформированию. Интервалы между максимальной и минимальной температурами для углеродистых сталей устанавливают по диаграмме состояния железо-углерод (рис. 13).

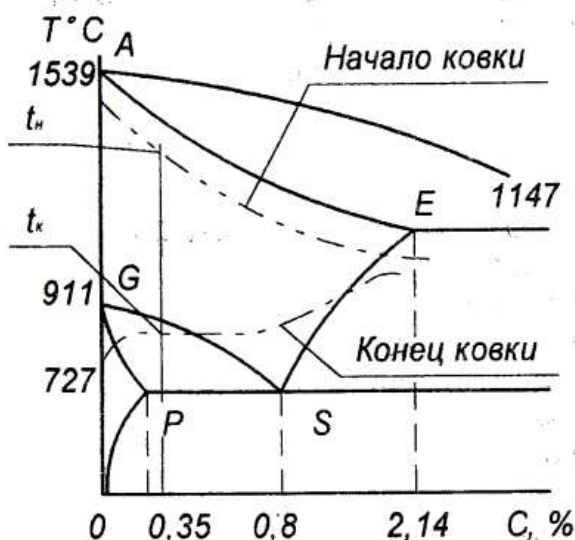


Рисунок 13 – Температурный интервалковки углеродистых сталей

В соответствии с приведенной диаграммой (рис. 13) для рассматриваемого примера определены температура началаковки  $t_n = 1250^\circ\text{C}$  и температура концаковки  $t_k = 800^\circ\text{C}$  по известному содержанию углерода в стали.

Для того чтобы знать, каким временем можно располагать для выполнения ковочных операций, при определении температурного режимаковки производят учет скорости охлаждения нагретой заготовки. Если охлаждение заготовки происходит с высокой скоростью, а времени охлаждения недостаточно для выполнения ковочных операций, то производят дополнительный подогрев заготовки. В рассматриваемом задании при определении отходов на угар произведен учет отходов с применением дополнительного подогрева заготовки.

Нагревательные устройства, которые применяют для нагрева заготовок, подразделяют на нагревательные печи и электронагревательные устройства.

К нагревательным печам относят камерные, методические и электрические печи сопротивления. Камерные печи периодического действия применяют на производстве, где часто меняется типоразмер нагреваемых заготовок. Методические печи являются

печами непрерывного нагрева, их применяют для нагрева заготовок в прокатных и кузнечно-штамповочных цехах. Печи сопротивления чаще всего используют для нагрева цветных сплавов.

К электронагревательным устройствам относят индукционные устройства и устройства электроконтактного нагрева. Индукционные устройства используют для нагрева заготовок диаметром до 200 мм, устройства электроконтактного нагрева – 75 мм. Применяют электронагревательные устройства только при нагреве достаточно большого количества одинаковых по размерам заготовок.

При выполнении задания необходимо выбрать тип нагревательного устройства применительно к условиям мелкосерийного производства.

Выполненный раздел данного задания должен включать схему определения температурного интервалаковки (рис. 13), температуры начала и концаковки, тип выбранного нагревательного устройства.

*Выбор оборудования для формообразования поковки*  
 Машинную ковку производят на ковочных молотах и ковочных гидравлических прессах. В исходных данных разбираемого примера предусмотрено получение поковки методомковки на молоте.

Молот - машина динамического ударного действия.

Основными типами молотов дляковки являются приводные – пневматические и паровоздушные. Пневматические молоты применяют дляковки заготовок массой до 20 кг, паровоздушные – 20-350 кг.

В данном разделе, используя ранее полученные данные о массе поковки, назовите один из типов молотов для получения разработанной поковки.

*Разработка технологической схемы формообразования поковки.* Процессковки состоит из чередования в определенной последовательности основных и вспомогательных операций.

Каждая основная кузнечная операция определяется характером деформирования и применяемым инструментом.

В качестве основной формообразующей операции в

выполняемом задании используется протяжка. Протяжка осуществляется плоскими и вырезными бойками. При протяжке на плоских бойках в центре изделия могут возникать (особенно при протяжке круглого сечения) значительные растягивающие напряжения, которые приводят к образованию осевых трещин. При протяжке круглого сечения на круглое в вырезных бойках силы, направленные с четырех сторон к осевой линии заготовки, способствуют более равномерному течению металла и устраняют возможность образования осевых трещин.

Протягивание поковки в рассматриваемом задании осуществляют в несколько переходов (табл.13). При этом формообразование осуществляют поэтапно: от элемента с максимальной площадью поперечного сечения к элементу с минимальной площадью поперечного сечения. В разбираемом примере вначале получают выступ диаметром  $(130 \pm 3)$  мм, затем - выступ диаметром  $(99 \pm 3)$  мм и выемку диаметром  $(85 \pm 3)$  мм.

В качестве вспомогательной операции используют операцию разметки линейных размеров элементов, получаемых протяжкой.

При расчете промежуточных размеров необходимо учесть концевые отходы, длина которых определялась ранее. Например, размер 381 мм включает длину  $(320 \pm 6)$  мм выступа диаметром  $(130 \pm 3)$  мм и длину концевого отхода  $L_1 = 61$  мм.

При расчете длины участка под выемку используют принцип постоянства объемов. Длину участка  $l_p$ , мм, определяют по формуле

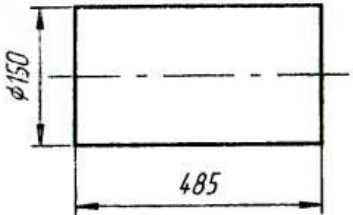
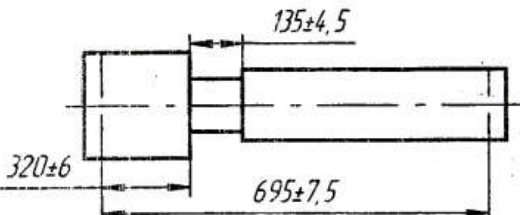
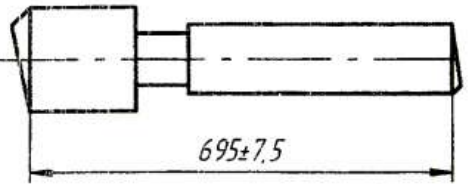
$$l_p = \frac{D_e}{D_p} \cdot l_e = \frac{85,0}{99,0} \cdot 135,0 = 116,0 \quad ,$$

где  $l_e$ ,  $D_e$  – длина и диаметр получаемой выемки, мм;

$l_p$ ,  $D_p$  – длина и диаметр участка, размечаемого под выемку, мм.

Данный раздел выполненного задания должен включать схему формообразования (табл. 15), расчеты разметочных размеров и пояснения к ним.

Таблица 15 – Схема формообразования поковки вала

Эскиз	Содержание перехода
	<p>Исходная заготовка: сталь 35, горячекатанная, круглая ГОСТ 380-88</p>
	<p>Протянуть исходную заготовку на диаметр <math>(130 \pm 3)</math> мм. Наметить под уступ длину 381 мм</p>
	<p>Протянуть исходную заготовку на диаметр <math>(99 \pm 3)</math> мм. Наметить под выемку длину 116 мм</p>
	<p>Отковать выемку: диаметр <math>(85 \pm 3)</math> мм, длина <math>(135 \pm 4,5)</math>. Наметить общую длину поковки под обрубку на размер <math>(695 \pm 7,5)</math> мм</p>
	<p>Обрубить поковку на размер <math>(695 \pm 7,5)</math> мм</p>

### Пример 3

**Задание.** На эскизах (приложение В согласно номера варианта) приведены данные о конструктивных элементах соединения и шва сварной конструкции, изготавливаемой методом ручной дуговой сварки покрытыми электродами. Разработайте технологический процесс сварки данного соединения. При выполнении задания определите:

- тип и марку электродов;
- расчетный тип шва и способ его выполнения;
- параметры режимов сварки;
- тип источника сварочного тока;
- технично-экономические показатели разработанного технологического процесса.

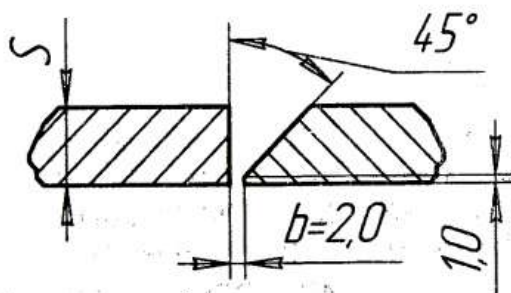


Рисунок 14 – Конструктивные элементы соединения

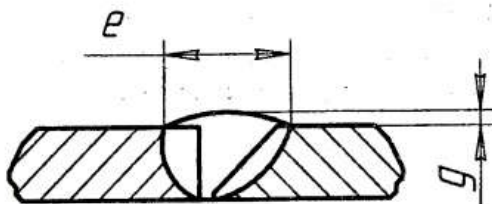


Рисунок 15 – Конструктивные элементы сварного шва

**Исходные данные.** В данном разделе приведите данные согласно заданному варианту, не указанные на рисунках 14 и 15 (см. приложение В):

- толщину свариваемых заготовок  $S = 12,0$  мм;
- ширину валика сварного шва  $e = 20,0$  мм;
- выпуклость валика сварного шва  $g = 2,0$  мм;

- длину сварного шва  $L = 0,5 \text{ м}$ ;
- материал свариваемых заготовок – *сталь 25*;
- положение шва в пространстве – *потолочное (П)*.

Ручная дуговая сварка производится во всех пространственных положениях сварного шва, но наиболее оптимальным является нижнее. Это положение по возможности обеспечивают соответствующей ориентацией в пространстве свариваемого изделия при разработке технологии. В рассматриваемом примере положение сварного шва в пространстве задано в учебных целях.

#### *Механические свойства свариваемого металла.*

Механические свойства свариваемого материала определите по стандартам: ГОСТ 380-88; ГОСТ 1050-88; ГОСТ 5520-79; ГОСТ 5521-86; (см. приложение Ж, табл. Ж.1). Материалом данного изделия является сталь 25, которая имеет следующие механические свойства:

- временное сопротивление разрыву  $\sigma_v = 451 \text{ МПа}$ ;
- предел текучести  $\sigma_m = 275 \text{ МПа}$ ;
- относительное удлинение  $\delta_5 = 23 \%$ .

*Выбор типа и марки электродов.* Тип и марку электродов выбирают с учетом обеспечения равнопрочности соединения основному металлу, т.е. механические свойства наплавленного металла должны быть не хуже одноименных свойств металла свариваемого изделия. При выборе типа и марки электрода следует учесть сварочно-технологические свойства их покрытий.

Кислые покрытия позволяют вести сварку во всех пространственных положениях на переменном и постоянном токе. Возможна сварка металла с ржавыми кромками и окалиной. Их применяют для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Наплавленный металл по составу соответствует кипящей стали. Кислые покрытия токсичны, поэтому их применение сокращается.

Рутиловые покрытия обладают высокими сварочно-технологическими свойствами. Их применяют для сварки ответственных конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Наплавленный металл по составу соответствует полуспокойной стали.

Основные покрытия имеют ограниченные сварочно-технологические свойства. Сварку с их использованием выполняют, как правило, на постоянном токе обратной полярности, металл шва склонен к образованию пор.

Поэтому перед сваркой необходимо удаление ржавчины со свариваемых кромок и высокотемпературная прокатка электродов. Наплавленный металл по составу соответствует спокойной стали. Электроды с основным покрытием применяются для сварки ответственных конструкций из сталей всех классов.

Целлюлозные покрытия особенно пригодны при монтаже сварных конструкций в любых пространственных положениях на переменном и постоянном токе. Их применяют для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Наплавленный металл по составу соответствует полуспокойной или спокойной стали.

Тип и марку электрода, тип покрытия определите по приложению Ж (см. табл. Ж.2 и Ж.3), используя ранее установленные одноименные показатели механических свойств.

Для рассматриваемого примера, одним из вариантов решения этой задачи могут быть электроды с рутиловым покрытием типа Э46, марки АНО-4, которые имеют следующие показатели механических свойств наплавленного металла и сварочно-технологических характеристик:

- временное сопротивление разрыву  $\sigma_B = 480 \text{ МПа}$ ;
- предел текучести  $\sigma_m = 370 \text{ МПа}$ ;
- относительное удлинение  $\delta_5 = 25 \%$ ;
- коэффициент наплавления  $\alpha_H = 8,9 \text{ г / А} \cdot \text{ч}$ ;
- род тока – постоянный или переменный;
- напряжение дуги  $U_d = 22-28 \text{ В}$ ;
- коэффициент расхода электродов  $K_p = 1,7$ .

*Определение расчетного типа шва и способа его выполнения.* В данном разделе определяют расчетный тип сварного шва, который для всех типов сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой, может быть стыковым или угловым.



При назначении способа выполнения выясняют, каким будет сварной шов: односторонним или двухсторонним. Далее устанавливают количество проходов, необходимых для провара свариваемых заготовок по всему сечению. При определении количества проходов необходимо учесть, что предельная толщина металла, при которой возможна сварка односторонних расчетных, стыковых швов за один проход составляет 6,0 мм, двухсторонних – 8,0 мм. Предельный катет расчетного углового шва, который сваривают за один проход, не должен превышать 8,0 мм.

Расчетный тип сварного шва и способ его выполнения определяют по взаимному расположению свариваемых элементов и сварного шва, параметрам конструктивных элементов соединения и шва (см. рис. 14 и 15). Для рассматриваемого сварного шва (см. рис. 15):

- расчетный тип шва – *стыковой*;
- способ выполнения – *односторонний*;
- количество проходов – 2.

*Определение параметров режима сварки.* К основным параметрам режима ручной дуговой сварки относят диаметр электрода и силу сварочного тока.

Диаметр электрода  $d_э$ , мм, определяют по формуле

$$d_э = \frac{S}{2} + 1 = \frac{6,0}{2} + 1 = 4,0 ,$$

где  $S$  – толщина свариваемого металла, мм.

При сварке многопроходных швов за толщину свариваемого металла для расчетных стыковых швов принимают предельную толщину металла, свариваемого за один проход, для расчетных угловых швов – предельный катет, свариваемый за один проход. При сварке первого прохода стыковых и угловых швов диаметр электрода выбирают не более 4 мм, чтобы обеспечить его доступ в глубину разделки кромок. Чтобы ограничить вытекание металла из сварочной ванны при сварке вертикальных стыковых и угловых швов диаметр электрода назначают не более 5 мм, потолочных – не более 4 мм. При определении диаметра следует учесть,

что промышленность производит электроды диаметром 1,6-12,0 мм с интервалом значений 0,5 мм, однако предпочтительно применение электродов диаметром 3, 4 и 5 мм.

Расчетное значение силы сварочного тока  $I_{св}$ , А, определяют по формуле

$$I_{св} = (20 + k \cdot d_э) \cdot d_э = (20 + 5,0 \cdot 4,0) \cdot 4,0 = 160 ,$$

где  $d_э$  – диаметр электрода, мм;

$k$  – коэффициент, зависящий от типа покрытия и положения шва в пространстве.

Значение коэффициента  $k$  определите, используя приложение Ж (см. табл. Ж.4). Для рассматриваемого примера при потолочном расположении сварного шва и рутиловом покрытии электрода коэффициент  $k = 5,0$ .

Одним из вспомогательных параметров режима ручной дуговой сварки является скорость сварки. Скорость в процессе сварки контролируется косвенно и выбирается по оптимальным условиям формирования шва. Для приближенной оценки скорости сварки за суммарное количество проходов предварительно определяют общую площадь поперечного сечения наплавленного металла.

На рисунке 16 приведена схема определения площади поперечного сечения наплавленного металла для рассматриваемого примера.

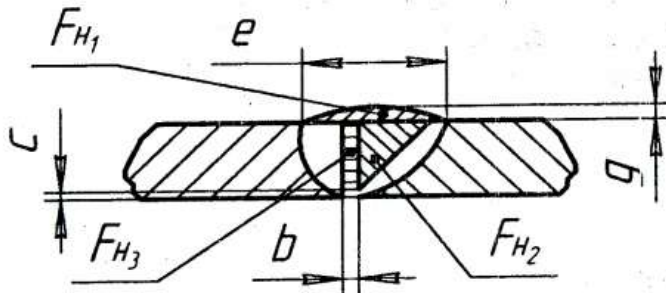


Рисунок 16 – Схема определения площади поперечного сечения наплавленного металла

Площадь поперечного сечения наплавленного металла  $F_{но}$ ,  $см^2$ , рассчитывают как сумму площадей элементарных геометрических фигур:

$$\begin{aligned} F_{но} &= F_{н1} + F_{н2} + F_{н3} = 0,75 \cdot e \cdot g + 0,5 \cdot (S - c)^2 + b \cdot S = \\ &= 0,75 \cdot 20,0 \cdot 2,0 + 0,5 \cdot (12,0 - 1,0)^2 + 2,0 \cdot 12,0 = \\ &= 114,5 мм^2 \approx 1,1, \end{aligned}$$

где  $F_{н1}$ ,  $F_{н2}$ ,  $F_{н3}$  - площади элементарных фигур,  $см^2$ .  
Скорость сварки  $V_{св}$ , м/ч, за суммарное количество проходов определяют по формуле

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot l_{св}}{g \cdot F_{но} \cdot 100} = \frac{8,9 \cdot 160,0}{7,8 \cdot 1,1 \cdot 100} = 1,7,$$

где  $\alpha_n$  - коэффициент наплавления, г/А·ч;  
 $g$  - плотность металла (для стали  $g = 7,8$  г/см<sup>3</sup>).

**Выбор источника питания.** Источник питания сварочной дуги выбирают по ранее определенным характеристикам, которые отражают условия сварки:

- род тока;
- расчетное значение силы сварочного тока;
- напряжение дуги.

Выбранный источник питания должен обеспечивать необходимый род тока, а номинальные значения напряжения и тока должны быть не ниже расчетных значений силы сварочного тока и напряжения дуги. Характеристики источников питания приведены в приложении Ж (см. табл. Ж.5). Для рассматриваемого примера одним из вариантов источников питания может быть выпрямитель ВСУ-300, который имеет следующие характеристики:

- номинальный ток  $I_n = 240$  А;
- номинальное напряжение  $U_n = 30$  В;
- мощность холостого хода  $P_{хх} = 0,4$  кВт;
- коэффициент полезного действия  $\eta = 0,68$ .

### Технико-экономические показатели сварки

К основным технико-экономическим показателям сварки относят расход электродов, основное время сварки и общий расход электроэнергии на длину шва.

Исходными данными для расчета расхода электродов являются общая площадь поперечного сечения наплавленного металла  $F_{но}$ , длина шва  $L_{ш}$  и коэффициент расхода электродов  $k_p$  данной марки.

Расход электродов  $M_э$ , кг, при сварке определяют по формуле

$$M_э = 10^{-3} \cdot C_n \cdot k_p \cdot F_{но} \cdot L_{ш} \cdot g = 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1,1 \cdot 50,0 \cdot 7,8 \approx 0,9,$$

где  $k_p$  - коэффициент расхода электродов;

$L_{ш}$  - длина шва, см.

$C_n$  - коэффициент, учитывающий положение шва в пространстве.

При сварке в нижнем положении  $C_n = 1,0$ , вертикальном -  $C_n = 1,1$ , потолочном -  $C_n = 1,2$ .

Основное время сварки  $T_o$ , ч,

$$T_o = \frac{L_{ш}}{V_{св}} = \frac{0,5}{1,7} = 0,3.$$

Общий расход электроэнергии  $W_э$ , кВт·ч, на получение сварного шва заданной длины определяют по формуле

$$\begin{aligned} W_э &= W_c + W_x = \frac{U_d \cdot F_{но} \cdot L_{ш} \cdot g}{10^3 \cdot \eta \cdot a_n} + P_x \cdot T_o \cdot k_x = \\ &= \frac{28,0 \cdot 1,1 \cdot 50,0 \cdot 7,8}{10^3 \cdot 0,68 \cdot 8,9} + 0,4 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \approx 2,1, \end{aligned}$$

где  $W_c$  - расход электроэнергии во время сварки, кВт·ч;

$W_x$  - расход электроэнергии во время холостой работы источника питания, кВт·ч;

$U_d$  - напряжение дуги, В;

$\eta$  - коэффициент полезного действия источника питания;

$P_{xx}$  - мощность холостого хода источника питания;

$k_x$  - коэффициент холостой работы источника питания.

Коэффициент холостой работы зависит от характера производства. При выполнении задания его значение принять как для условий мелкосерийного производства  $k_x=0,5$ .

#### **Пример 4**

На рисунке (приложение А согласно номера варианта) приведен рабочий чертеж детали. При выполнении задания 2 Вами разработан технологический процесс получения заготовки (отливки) данной детали. Рассмотрите технологические методы, применяемые для обработки указанных на рабочем чертеже поверхностей. При выполнении задания следует:

- а) назвать технологические методы обработки поверхностей 1, 2, 3; привести название оборудования, режущего инструмента и приспособлений для закрепления заготовок, применяемых при обработке этих поверхностей;
- б) привести схему обработки поверхности 1;
- в) рассчитать режимы резания для обработки поверхности 2;
- г) привести эскиз режущего инструмента, применяемого при обработке поверхности 3.

Задание выполнить из условия только черновой обработки заготовки, разработанной при выполнении задания 2.

*Исходные данные.* В качестве исходных данных при выполнении задания используют рабочий чертеж детали с указанием заданных поверхностей, подлежащих обработке резанием (рис. 17), а также полученные в результате выполнения задания 2 размеры отливки (см. табл. 3).

*Технологические методы обработки поверхностей 1, 2, 3, применяемое оборудование, режущий инструмент и приспособления для закрепления заготовок.* Выполнение раздела начните с выбора методов обработки, указанных в задании поверхностей 1, 2, 3.

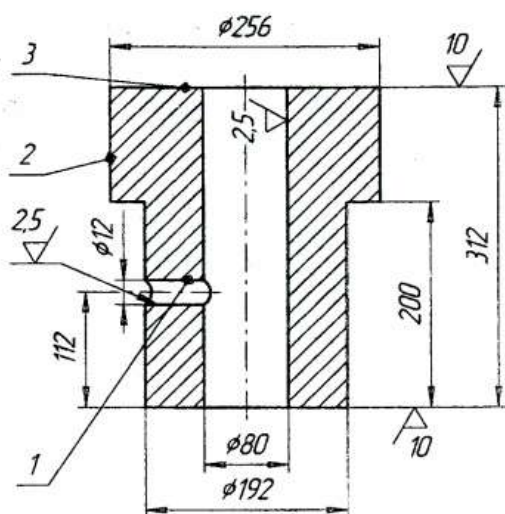


Рисунок 17 - Втулка

Технологические методы обработки, применяемые для обработки детали, определяются ее конструктивными формами и размерами. Так, детали типа тел вращения обрабатывают на станках токарной группы, детали с плоскими поверхностями – на фрезерных и строгальных станках. Изучите эти методы по учебнику и убедитесь в правильности выбора. Назначив метод обработки для каждой поверхности, выберите металлорежущий станок, инструмент и приспособление для закрепления заготовки на станке.

Для обрабатываемых поверхностей рассматриваемого примера выбраны следующие методы обработки, станки, инструменты и приспособления:

– поверхность 1 – сверлильная, вертикально-сверлильный станок, сверло спиральное, призма и струбцины;

– поверхность 2 – токарная (точение), токарно-винторезный станок, резец проходной (прямой, правый), трехкулачковый патрон;

– поверхность 3 – токарная (подрезание), токарно-винторезный станок, резец подрезной (правый), трехкулачковый патрон.

Схема обработки поверхности 1. Под схемой обработки понимают условное изображение обрабатываемой заготовки, ее установки и закрепления на станке с указанием положения режущего инструмента относительно заготовки и движений резания. Участвующие в формообразовании движения на схеме обработки обозначают стрелками и указывают их размерность. Инструмент показывают в положении, соответствующем окончанию обработки поверхности заготовки. Обработанную поверхность на схеме выделяют утолщенной линией и приводят значение получаемого размера.

Пример изображения схемы обработки для заданной поверхности 1 приведен на рисунке 18.

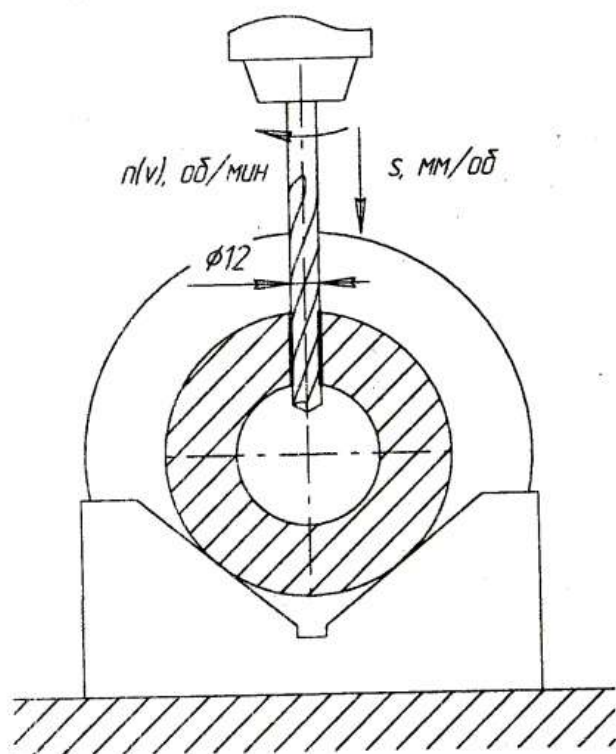


Рисунок 18 – Схема обработки поверхности 1

*Расчет режимов резания для обработки поверхности 2.* Элементами процесса резания являются глубина резания  $t$ , подача  $s$  и скорость резания  $v$ . Совокупность этих величин называют режимом резания.

В данном разделе приводится расчет режима резания для обработки поверхности 2. В качестве исходных данных рассматриваемого примера используются результаты выполненного задания 2 для случая вертикального расположения отливки в форме.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке указанном ниже.

1 Назначают глубину резания  $t$ . При черновом точении и отсутствии ограничений по мощности оборудования глубину резания (рис. 19) принимают равной припуску на механическую обработку (см. табл. 3).

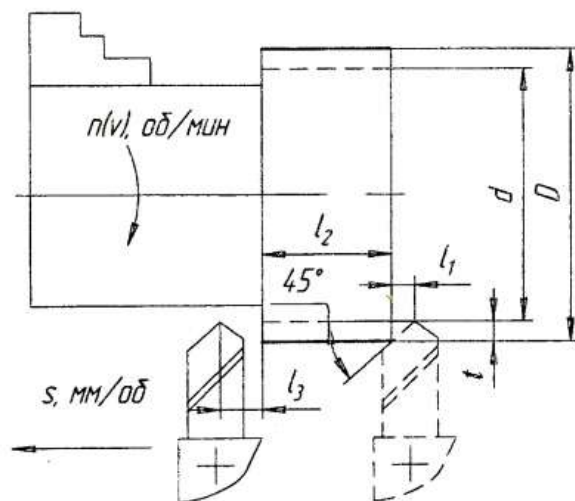


Рисунок 19 – Схема обработки поверхности 2  
Расчет режимов резания

Глубину резания  $t$ , мм, определяют по формуле

$$t = z = \frac{D - d}{2} = \frac{262 - 256}{2} = 3,0 ,$$

где  $z$  – припуск на механическую обработку, равный 3,0 мм (см. табл.3);



$D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, равный 262 мм (см. табл.3);

$d$  – диаметр обработанной поверхности, равный 256 мм (см. табл.3).

2 Назначают подачу  $s$ . Величина подачи оказывает влияние на шероховатость обработанной поверхности. С уменьшением величины подачи значение шероховатости обработанной поверхности уменьшается. Так как условием задания определена черновая обработка, то выбирают максимально допустимую величину подачи (см. табл. К.1). Для рассматриваемого примера  $s = 1,5$  мм/об.

3 Определяют скорость резания  $V$ . Скорость резания  $V$ , м/мин, рассчитывают по формуле

$$V = \frac{C_v}{f^{x_v} \cdot s^{y_v} \cdot T^m} = \frac{240,0}{3,0^{0,15} \cdot 1,5^{0,30} \cdot 120^{0,20}} = 69,$$

где  $C_v$  – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала, равный для чугуна 240,0 (см. табл.К.2);

$x_v, y_v$  – показатели степеней, учитывающие условия и равные соответственно 0,15 и 0,30 (см. табл. К.2);

$T$  – стойкость режущего инструмента, равная для инструмента с пластиной из твердого сплава 120 мин при  $B \times H = 25 \times 40$  (см. табл. К.3);

$m$  – показатель относительной стойкости, равный для инструмента с пластиной из твердого сплава ВК 0,2 (см. табл. К.4).

Обратите внимание, что при определении показателя стойкости режущего инструмента  $T$  выбирают материал режущей части резца. Для изготовления режущего инструмента применяют различные инструментальные материалы: быстрорежущие стали, твердые сплавы и минералокерамику. Быстрорежущие стали используют при обработке сталей, чугунов и сплавов цветных металлов. Вольфрамомолибденовые быстрорежущие стали (Р9М4, Р6М3) используют для инструментов, работающих в условиях черновой обработки. Твердые сплавы группы ВК используют для

обработки чугунов и цветных металлов. Сплав ВК6 используют для черновой обработки, а сплавы ВК2 и ВК3 - для чистовой обработки. Твердые сплавы группы ТК применяют преимущественно при обработке стальных заготовок (Т15К6).

4 Определяют частоту  $n$ , об/мин, вращения шпинделя, соответствующую полученной скорости резания

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 69}{3,14 \cdot 262,0} = 83,9 .$$

5 По известным величинам глубины резания, подачи и скорости резания определяют эффективную мощность резания и мощность электродвигателя станка. Для этого рассчитывают тангенциальную  $P_z$  и осевую  $P_x$  составляющие сил резания. Значение тангенциальной составляющей  $P_z$ , Н, определяют по формуле

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot s^{y_p} = 10 \cdot 107,0 \cdot 3,0^{1,0} \cdot 1,5^{0,73} = 4301,4 ,$$

где  $C_p$  – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала и равный для чугуна 107,0 (см. табл. К.5, К.6, К.7);

$x_p, y_p$  - показатели степеней, учитывающие условия обработки и равные соответственно 0,10 и 0,73 (см. табл. К.7);

Между тангенциальной и осевой составляющими  $P_x, H$ , существует примерно следующее соотношение:

$$P_x = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 4301,4 = 1720,6 .$$

Эффективную мощность  $N_e$ , кВт, затрачиваемую на процесс резания при продольном точении, определяют, используя формулу

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} + \frac{P_x \cdot s \cdot n}{1020 \cdot 60} =$$

$$= \frac{4301,4 \cdot 69,0}{1020 \cdot 60} + \frac{1720,6 \cdot 1,5 \cdot 83,9}{1020 \cdot 60} = 8,39 \text{ .}$$

6 Определяют мощность электродвигателя станка  $N'_{эд}$ , кВт, используя значение эффективной мощности резания  $N_e$ :

$$N'_{эд} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{8,39}{0,8} = 10,5 \text{ ,}$$

где  $\eta$  - коэффициент полезного действия механизмов станка, равный 0,75-0,80.

7 Определяют основное (машинное) технологическое время  $T_o$ . Основным технологическим временем называют время, затрачиваемое в процессе обработки детали непосредственно на изменение формы и размеров заготовки. Для определения основного технологического времени  $T_o$  вычисляют расчетную длину обработанной поверхности  $L$ , мм, по формуле

$$L = l + l_1 + l_2 = 112,0 + 3,0 + 3,0 = 118,0 \text{ ,}$$

где  $l$  - длина обработанной поверхности, равная для рассматриваемого примера (рис. 17) 112,0 мм;

$l_1$  - длина врезания резца, мм. Длину врезания определяют из соотношения  $l_1 = t \cdot \text{ctg } \varphi = 3,0 \cdot 1,0 = 3,0$  мм при  $\varphi = 45^\circ$ ;

$l_2$  - длина перебега, принимаемая равной 1...3,0 мм.

Основное (машинное) технологическое время  $T_o$ , мин, определяют, используя выражение

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i = \frac{118,0}{1,5 \cdot 83,9} \cdot 1 = 0,94 \text{ ,}$$

где  $i$  - число проходов резца, равное 1.

Эскиз режущего инструмента, применяемого при обработке поверхности 3. Эскизы режущего инструмента приведены в [11]. Для обработки поверхности 3 применяют резец подрезной правый, который показан на рисунке 20.

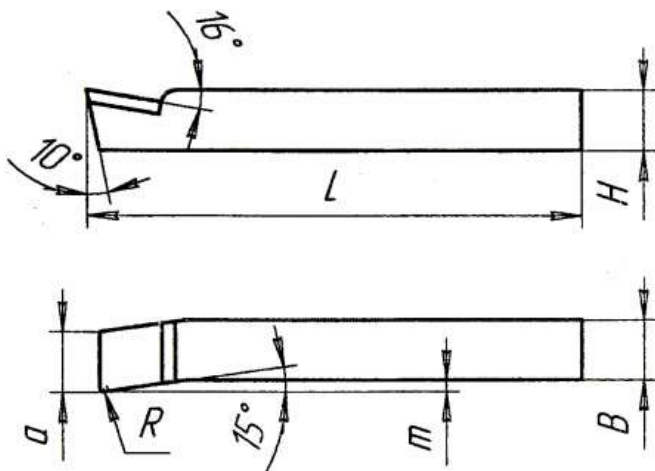


Рисунок 20 – Резец подрезной правый

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Задание 2. Варианты: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39.

Таблица А.1 – Исходные данные к заданию 2

Вариант	Исходные данные					
	материал	класс точности	ряд припусков	тип производства	А, мм	Б, мм
1	20Л	8	7	Е	54	140
21	СЧ25	9	8	С	60	144

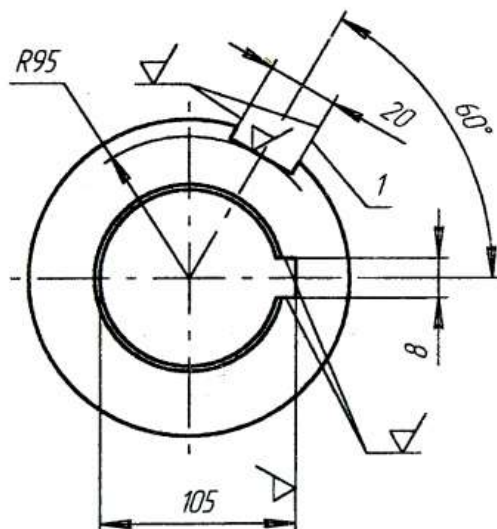
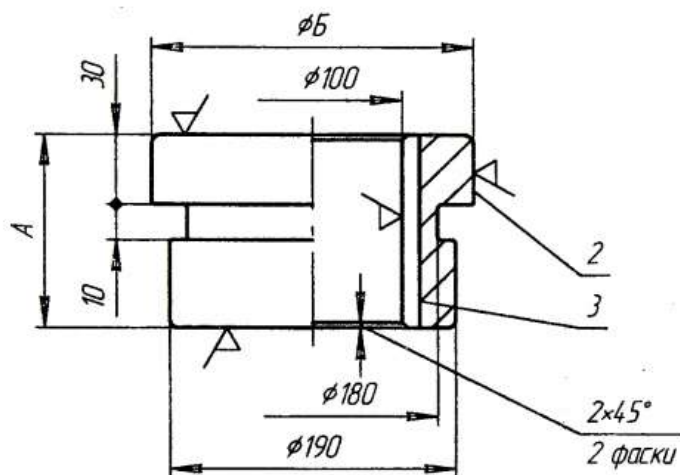
**Поршень**

1/1

## Продолжение таблицы А.1

Вариант	Исходные данные					
	материал	класс точности	ряд припусков	тип производства	А, мм	Б, мм
3	40ХЛ	8	7	Е	140	230
23	СЧ30	9	8	С	160	210

## Втулка

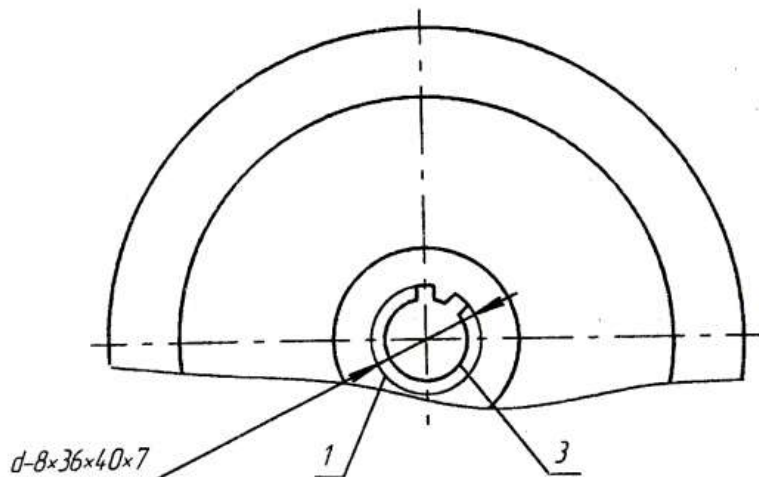
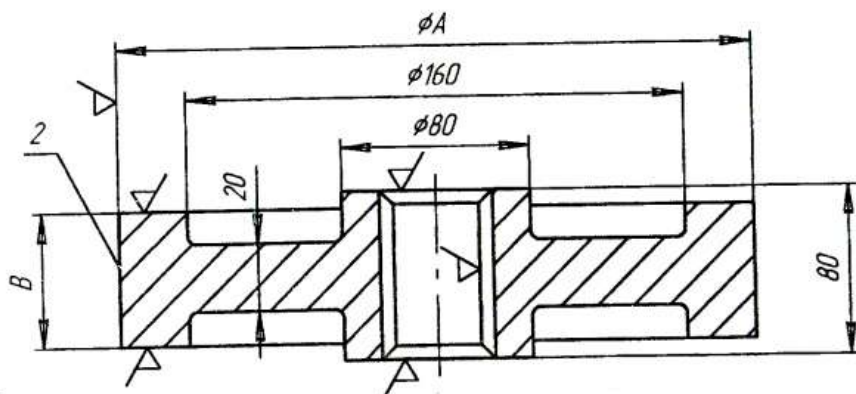


Неуказанные литейные радиусы 2,0 мм

## Продолжение таблицы А.1

Вариант	Исходные данные					
	материал	класс точности	ряд припусков	тип производства	А, мм	Б, мм
5	30ГСЛ	8	7	Е	180	60
25	СЧ20	9	8	С	190	50

## Шкив

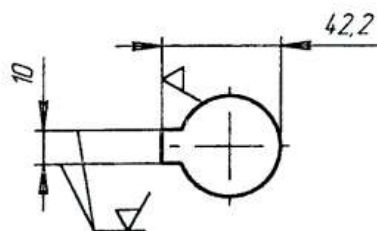
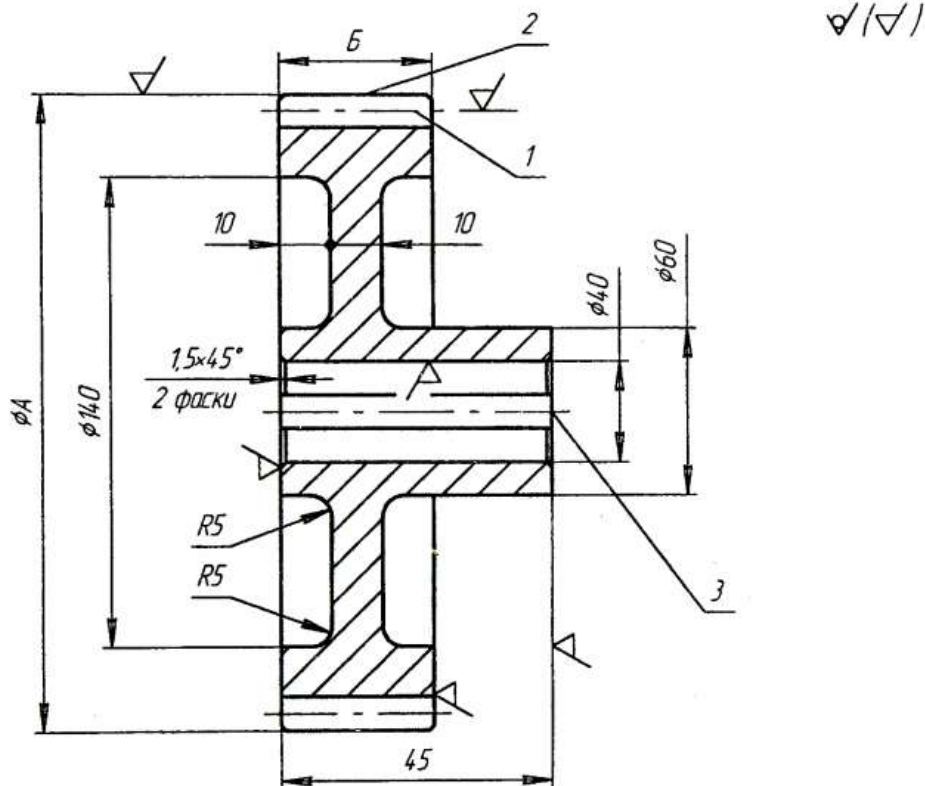


Неуказанные литейные радиусы 2,0 мм

## Продолжение таблицы А.1

Вариант	Исходные данные					
	материал	класс точности	ряд припусков	тип производства	А, мм	Б, мм
7	СЧ35	8	7	Е	160	30
27	45ФЛ	9	8	С	150	34

## Колесо цилиндрическое



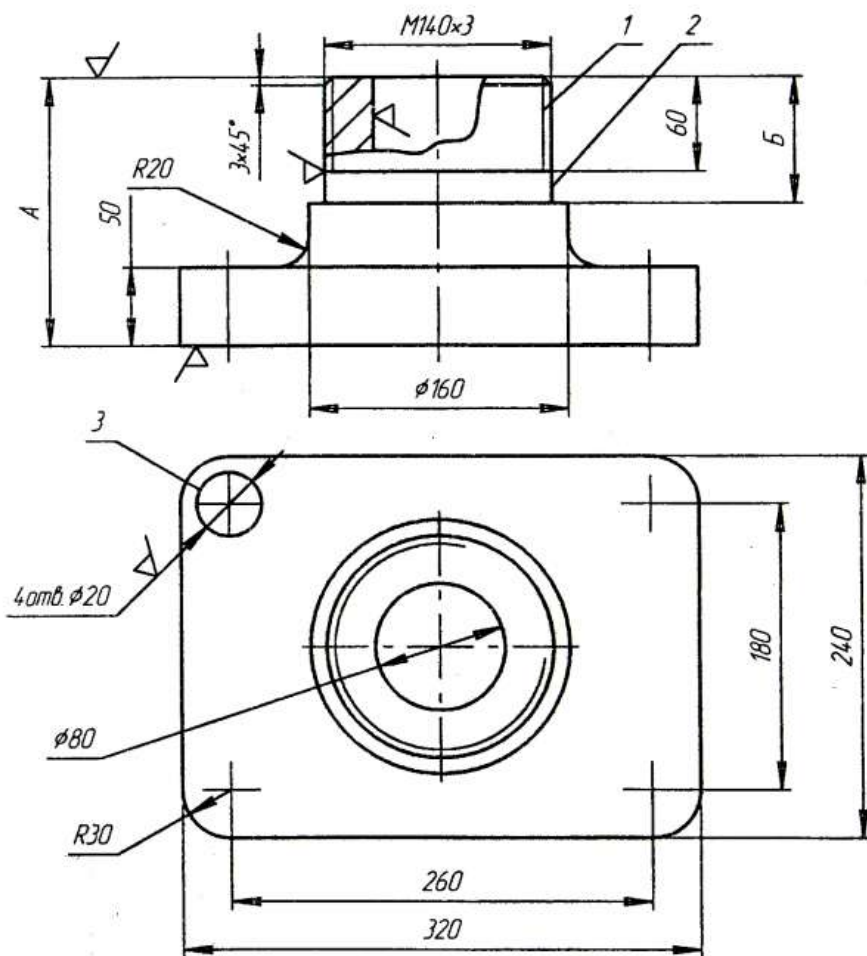
Неуказанные литейные радиусы 2,0 мм



## Продолжение таблицы А.1

Вариант	Исходные данные					
	материал	класс точности	ряд припусков	тип производства	А, мм	Б, мм
9	55Л	8	7	Е	150	80
29	СЧ25	9	8	С	160	90

## Опора



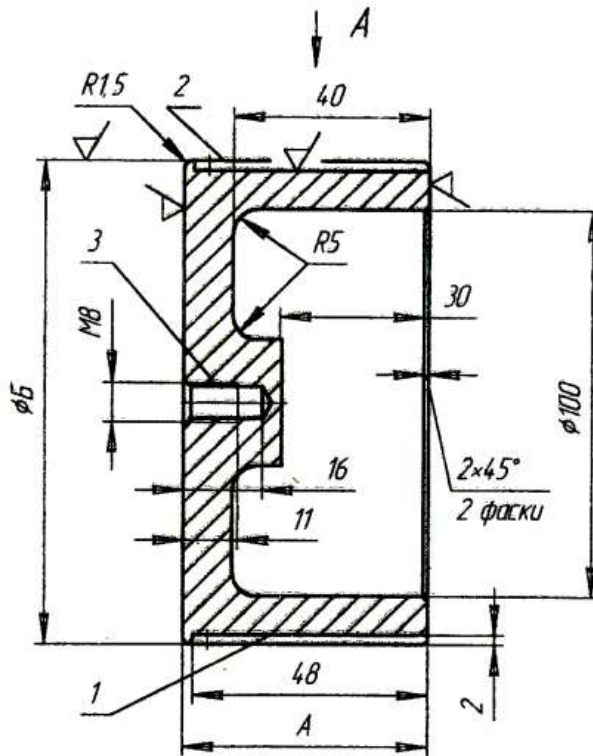
Неуказанные литейные радиусы 3,0 мм

Продолжение таблицы А.1

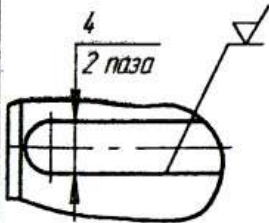
Вариант	Исходные данные					
	материал	класс точности	ряд припусков	тип производства	А, мм	Б, мм
11	СЧ15	9г	8	С	58	148
31	40Л	10	9	Е	64	152

## Поршень

✓(✓)



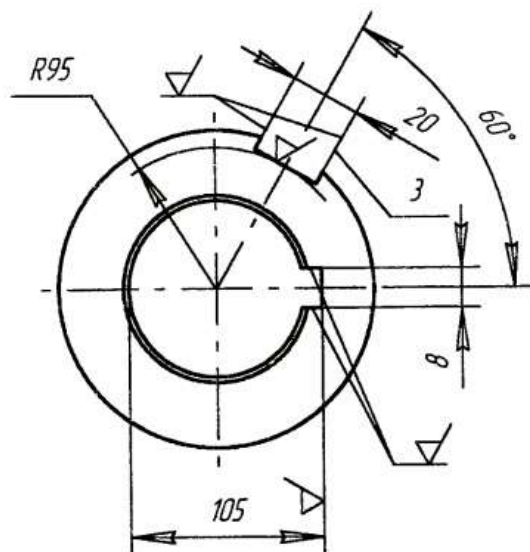
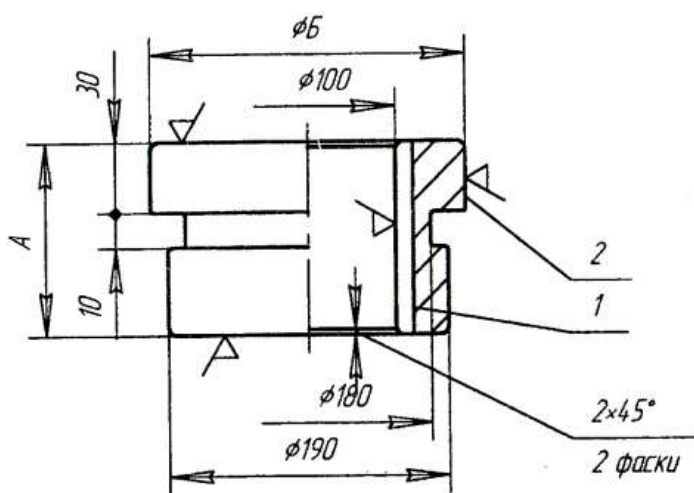
Вид А



## Продолжение таблицы А.1

Вариант	Исходные данные					
	материал	класс точности	ряд припусков	тип производства	А, мм	Б, мм
13	СЧ21	9г	8	С	170	250
33	45ФЛ	10	9	Е	190	240

## Втулка

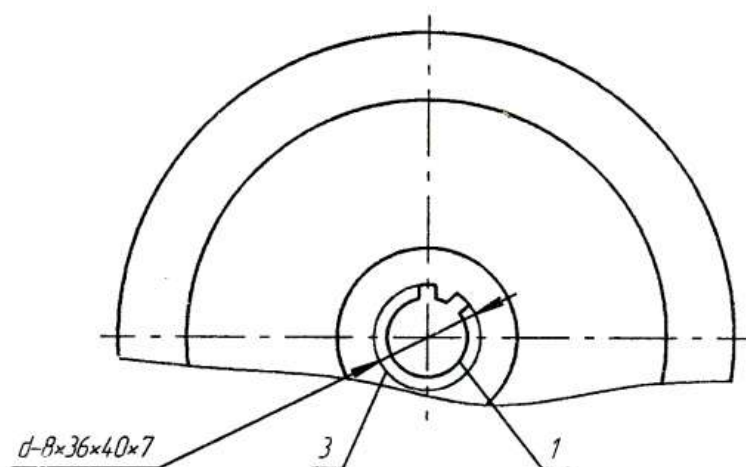
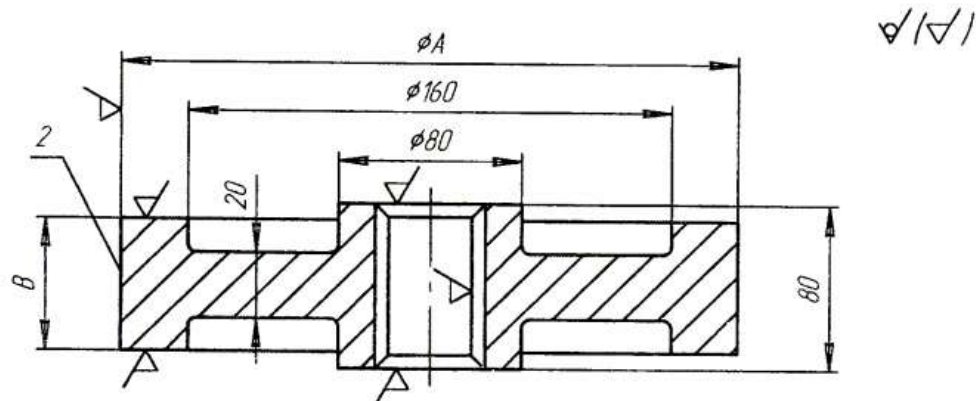


Неуказанные литейные радиусы 2,0 мм

## Продолжение таблицы А.1

Вариант	Исходные данные					
	материал	класс точности	ряд припусков	тип производства	А, мм	Б, мм
15	СЧ35	9т	8	С	200	80
35	35ГЛ	10	9	Е	210	90

## Шкив

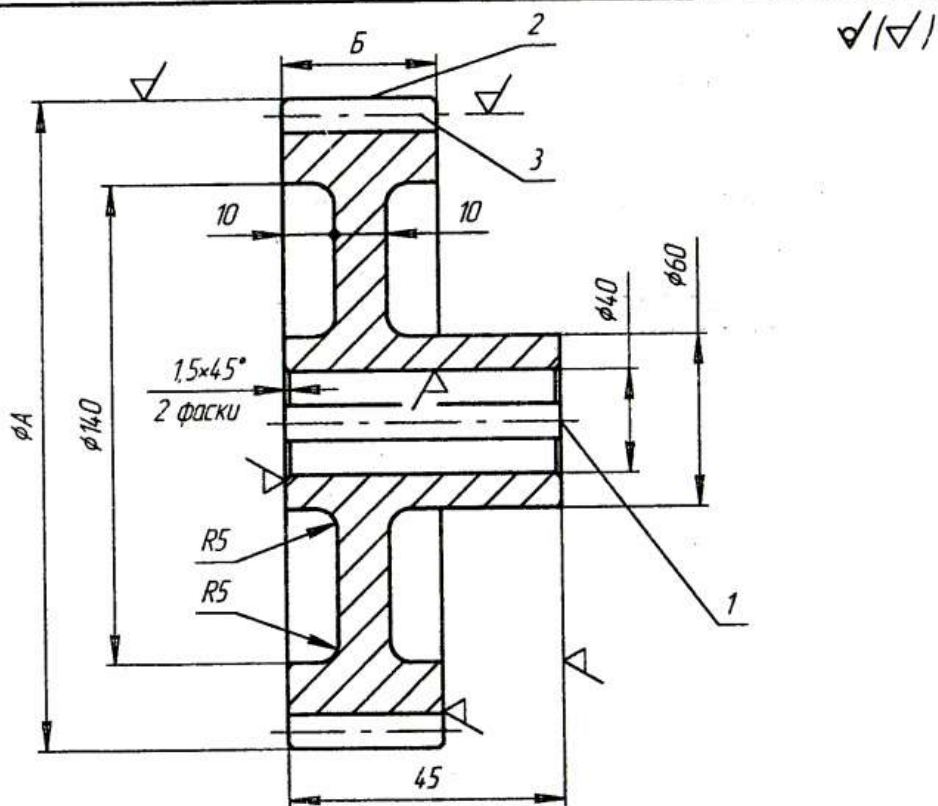


Неуказанные литейные радиусы 2,0 мм

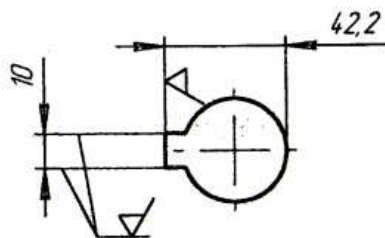
## Продолжение таблицы А.1

Вариант	Исходные данные					
	Материал	Класс точности	Ряд припусков	Тип производства	А, мм	Б, мм
17	25ГСЛ	9г	8	С	180	36
37	СЧ24	10	9	Е	170	40

## Колесо цилиндрическое



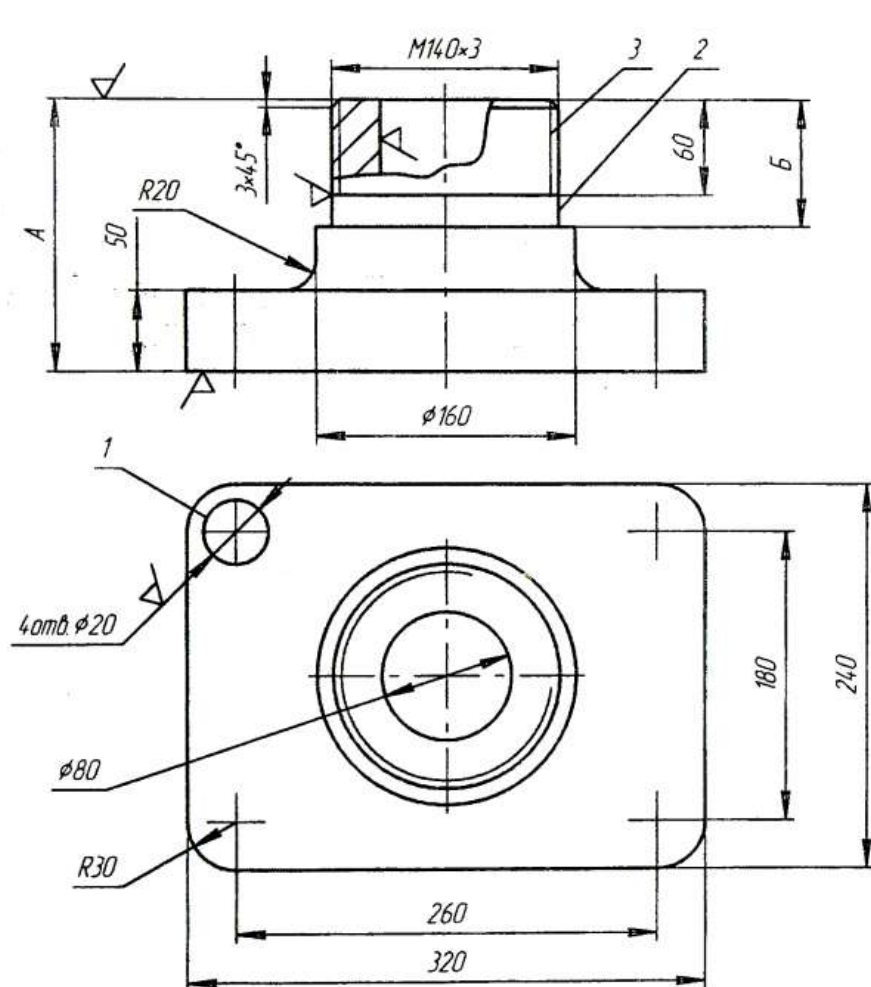
Неуказанные литейные радиусы 2,0 мм



## Продолжение таблицы А.1

Вариант	Исходные данные					
	материал	класс точности	ряд припусков	тип производства	А, мм	Б, мм
19	СЧ20	9г	8	С	170	100
39	35ГЛ	10	9	Е	180	110

## Опора



Неуказанные литейные радиусы 3,0 мм

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

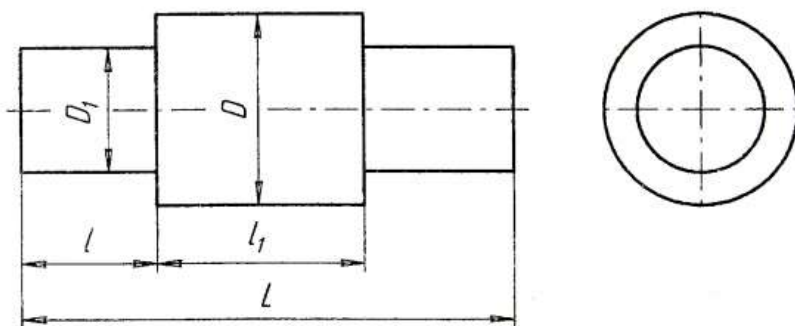
(обязательное)

Задание 2. Варианты: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40.

Таблица Б.1 – Исходные данные к заданию 2

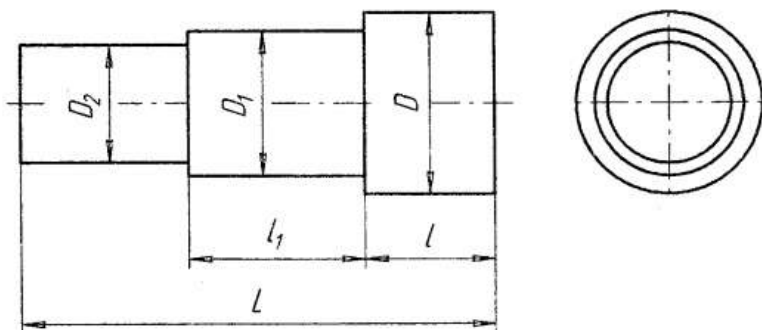
Размеры в миллиметрах

Вариант	Исходные данные					
	материал	$D$	$D_1$	$L$	$l$	$l_1$
2	Сталь 20	60	40	240	35	55
4	Сталь 25	80	60	400	55	300
6	Сталь 30	80	60	600	160	400
8	Сталь 35	130	100	840	200	440
10	Сталь 40	150	130	1000	500	35
12	Сталь 45	60	48	440	40	30
14	Сталь 20	82	62	620	200	100
16	Сталь 25	146	96	700	220	200
18	Сталь 30	150	140	840	200	410
20	Сталь 35	164	150	1200	200	600

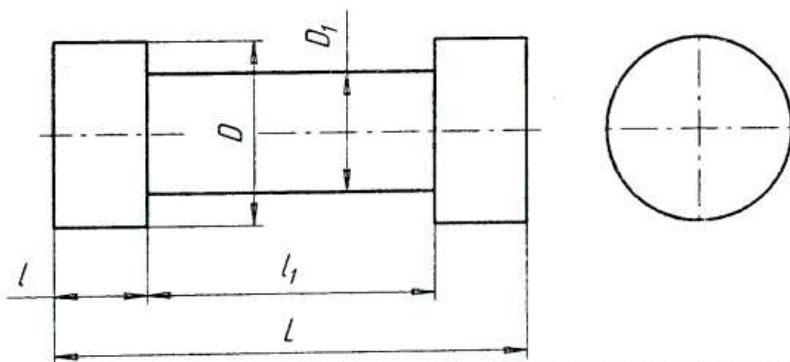


## Продолжение таблицы Б.1

Вариант	Исходные данные						
	материал	$D$	$D_1$	$D_2$	$L$	$l$	$l_1$
22	Сталь 20	60	40	30	250	50	50
24	Сталь 25	90	80	60	410	30	120
26	Сталь 30	90	82	60	610	200	200
28	Сталь 35	130	100	80	850	400	30
30	Сталь 40	150	130	140	980	400	200



Вариант	Исходные данные					
	материал	$D$	$D_1$	$L$	$l$	$l_1$
32	Сталь 45	52	40	240	50	120
34	Сталь 20	84	64	400	100	160
36	Сталь 25	148	110	900	200	300
38	Сталь 30	162	140	1000	200	180
40	Сталь 35	158	118	1100	100	800





## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### (обязательное)

Задание 4. Варианты: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40.

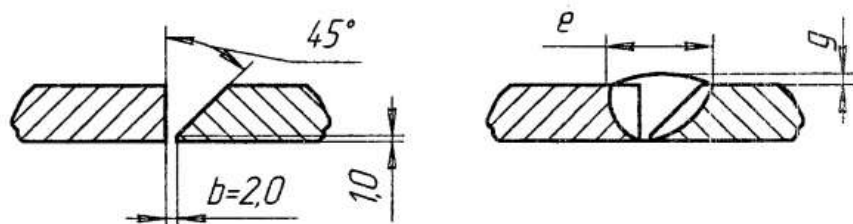
Таблица В.1 – Исходные данные к заданию 4

Вариант	Исходные данные					
	материал сварного соединения	положение шва в пространстве	длина шва $L_{ш}$ , м	$S$ , мм	$g$ , мм	$e$ , мм
2	В Ст 3сп	Н	1,5	4,0	2,0	8,0
4	Сталь 12К	В	2,5	4,0	1,0	6,0
6	Ст 3кп	П	0,5	6,0	2,0	8,0
Конструктивные элементы свариваемых кромок и шва						
						
Вариант	Исходные данные					
	материал сварного соединения	положение шва в пространстве	длина шва $L_{ш}$ , м	$S$ , мм	$g$ , мм	$e$ , мм
8	Сталь 09С	Н	0,9	4,0	0,5	10,0
10	Сталь 20	Г	1,2	8,0	1,0	8,0
12	Сталь 18К	П	0,6	4,0	1,0	10,0
Конструктивные элементы свариваемых кромок и шва						
						

Продолжение таблицы В.1

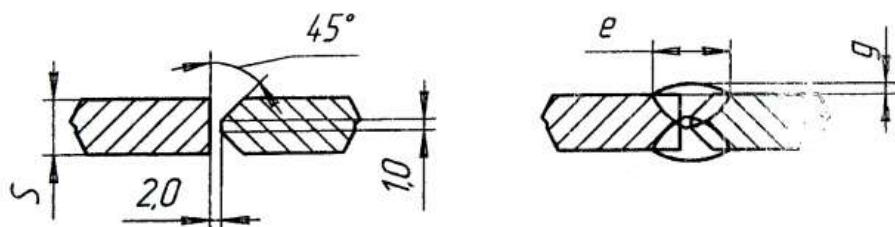
Вариант	Исходные данные					
	материал сварного соединения	положение шва в пространстве	длина шва $L_{ш}$ , м	$S$ , мм	$g$ , мм	$e$ , мм
14	Ст 3кп	Н	1,1	18,0	0,5	28,0
16	Сталь 25	П	0,4	12,0	2,0	20,0
18	09Г2С	В	0,7	18,0	2,0	20,0

Конструктивные элементы свариваемых кромок и шва



Вариант	Исходные данные					
	материал сварного соединения	положение шва в пространстве	длина шва $L_{ш}$ , м	$S$ , мм	$g$ , мм	$e$ , мм
20	09Г2С	В	0,7	16,0	2,0	14,0
22	Сталь 15К	Н	1,3	32,0	1,0	22,0
24	Сталь 25	Г	0,9	16,0	1,0	16,0

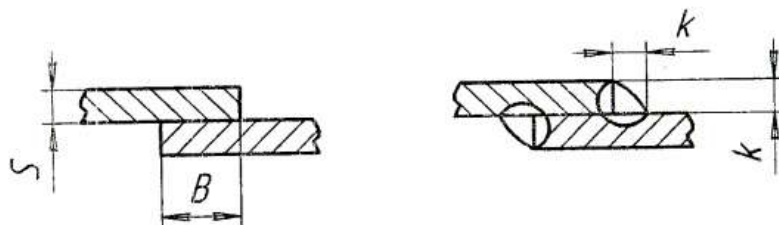
Конструктивные элементы свариваемых кромок и шва



## Продолжение таблицы В.1

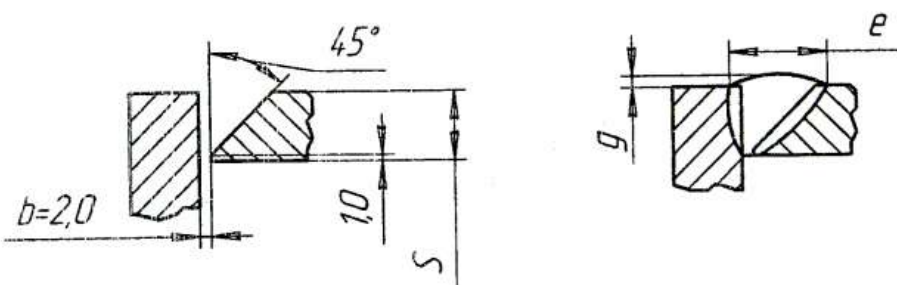
Вариант	Исходные данные					
	материал сварного соединения	положение шва в пространстве	длина шва $L_{ш}$ , м	$S$ , мм	$g$ , мм	$e$ , мм
26	10ХСНД	В	1,7	8,0	-	-
28	12ГС	П	0,3	24,0	-	-
30	Сталь 18К	Г	1,0	16,0	-	-
32	Ст 2сп	Н	1,2	4,0	-	-

Конструктивные элементы свариваемых кромок и шва



Вариант	Исходные данные					
	материал сварного соединения	положение шва в пространстве	длина шва $L_{ш}$ , м	$S$ , мм	$g$ , мм	$e$ , мм
34	12ГС	В	0,9	12,0	1,0	20,0
36	Сталь 16К	Н	1,6	24,0	0,5	32,0
38	В Ст 3сп	Г	1,2	12,0	2,0	18,0
40	Сталь 25	П	0,4	18,0	2,0	24,0

Конструктивные элементы свариваемых кромок и шва



## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Справочные материалы к заданию 2. Варианты: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39.

Таблица Г.1 - Допуски линейных размеров отливок по ГОСТ 26645-85

Интервал номинальных размеров, мм	Допуски размеров отливок, мм, не более, для классов точности				
	7	8	9т	9	10
Св. 25 до 40 вкл.	0,90	1,10	1,40	1,80	2,20
- 40 - 63 -	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40
- 63 - 100 -	1,10	1,40	1,80	2,20	2,80
- 100 - 160 -	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20
- 160 - 250 -	1,40	1,80	2,20	2,80	3,60
- 250 - 400 -	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00

Таблица Г.2 - Общий припуск для интервалов допусков, соответствующий чистовой обработке по ГОСТ 26645-85

Общий допуск элемента поверхности, мм	Общий припуск на сторону, мм, не более, для ряда припуска отливки		
	7	8	9
Св. 0,80 до 0,90 вкл.	1,9	2,2	2,4
- 0,90 - 1,00 -	2,0	2,3	2,5
- 1,00 - 1,10 -	2,1	2,4	2,6
- 1,10 - 1,20 -	2,2	2,5	2,7
- 1,20 - 1,40 -	2,5	2,8	3,0
- 1,40 - 1,60 -	2,6	3,0	3,1
- 1,60 - 1,80 -	2,8	3,1	3,3
- 1,80 - 2,00 -	3,0	3,4	3,6

Продолжение таблицы Г.2

Общий допуск элемента поверхности, мм	Общий припуск на сторону, мм, не более, для ряда припуска отливки		
	7	8	9
Св. 2,00 до 2,20 вкл.	3,3	3,6	3,8
- 2,20 - 2,40 -	3,5	3,8	3,9
- 2,40 - 2,80 -	3,8	4,0	4,3
- 2,80 - 3,20 -	4,1	4,5	4,6
- 3,20 - 3,60 -	4,6	4,9	5,2
- 3,60 - 4,00 -	4,9	5,3	5,5

Таблица Г.3 - Величины формовочных уклонов основных формообразующих поверхностей модельного комплекта по ГОСТ3212-80

Высота основной формообразующей поверхности, мм	Формовочный уклон модельного комплекта, мм			
	металлического, пластмассового		деревянного	
До 10 вкл.	2°17'	0,4	2°54'	0,5
Св. 10 - 18 -	1°36'	0,5	1°54'	0,6
- 18 - 30 -	1°09'	0,6	1°31'	0,8
- 30 - 50 -	0°48'	0,7	1°02'	0,9
- 50 - 80 -	0°34'	0,8	0°43'	1,0
- 80 - 120 -	0°26'	0,9	0°32'	1,1
- 120 - 180 -	0°19'	1,0	0°23'	1,2
- 180 - 250 -	0°19'	1,4	0°22'	1,6
- 250 - 315 -	0°19'	1,7	0°22'	2,0
- 315 - 400 -	0°18'	2,1	0°21'	2,5

Таблица Г.4 - Длина горизонтальных знаков литейных форм по ГОСТ 3606-80

Диаметр стержня D, мм	Длина стержневого знака l мм, не более, при длине стержня L мм					
	до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315
До 30 вкл.	20	25	30	35	-	
Св. 30 до 50 вкл.					45	50
Св. 50 до 80 вкл.			40	50	55	
Св. 80 до 120 вкл.			35	45	55	60

Таблица Г.5 - Высота нижних вертикальных знаков литейных форм по ГОСТ 3606-80

Диаметр стержня D, мм	Высота стержневого знака h мм, не более, при длине стержня L мм					
	до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315
До 30 вкл.	20	30			-	
Св. 30 до 50 вкл.		50	60			
Св. 50 до 80 вкл.	25	35			40	50
Св. 80 до 120 вкл.	30				35	40

Таблица Г.6 - Предельные отклонения размеров моделей и стержневых ящиков по ГОСТ 11961-87

Интервалы номинальных размеров, мм	Предельные отклонения, мм
До 50 вкл.	$\pm 0,7$
Св. 50 - 120 -	$\pm 1,0$
- 120 - 260 -	$\pm 1,2$
- 260 - 500 -	$\pm 1,4$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

Справочные материалы к заданию 2. Варианты: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40.

Таблица Д.1 - Основные припуски и предельные отклонения поковок при ковке на молотах по ГОСТ 7829-70

Длина детали L, мм	Диаметр детали D, мм					
	до 50	св. 50 до 70	св. 70 до 90	св. 90 до 120	св. 120 до 160	св. 160 до 200
	припуски ( $\delta, \delta_1, \delta_2, \delta_3$ ) и предельные отклонения ( $\pm \Delta/2, \pm \Delta_1/2, \pm \Delta_2/2, \pm \Delta_3/2$ ), мм					
До 250 вкл.	5±2	6±2	7±2	8±2	9±3	10±3
Св. 250 до 500 вкл.	6±2	7±2	8±2	9±3	10±3	11±3
Св. 500 до 800 вкл.	7±2	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3
Св. 800 До 1200 вкл.	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4

Таблица Д.2 - Сталь горячекатанная круглая по ГОСТ2590-88

Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup>	Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup>
82	52,81	160	201,06
85	56,74	170	226,98



Продолжение таблицы Д.2

Диаметр, мм	Площадь попе- речного сече- ния, см <sup>2</sup>	Диаметр, мм	Площадь попе- речного сечения, см <sup>2</sup>
90	63,62	180	254,47
95	70,88	190	283,53
100	78,54	200	314,16
115	103,87	210	346,36
120	113,10	220	380,13
125	122,72	230	413,48
130	132,73	240	452,39
135	143,14	250	490,88
140	153,94	260	530,66
150	176,72	270	572,26

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**  
(обязательное)

Справочные материалы к заданию 3. Варианты: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40.

Таблица Ж.1 - Механические свойства конструкционных сталей

Марка стали	Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа	Предел текучести $\sigma_T$ , МПа	Относительное удлинение $\delta_5$ , %
Углеродистые стали обыкновенного качества по ГОСТ 380-88			
Ст 3 кп	370 - 470	200 - 240	24 - 27
Ст 2 сп	340 - 440	200 - 230	29 - 32
В Ст 3 сп	380 - 490	210 - 250	23 - 26
Углеродистые качественные стали по ГОСТ 1050-88			
20	412	245	25
25	451	275	23
Котельные стали по ГОСТ 5520-79			
12 К	360 - 450	210 - 230	24
15 К	380 - 490	210 - 230	25 - 27
16 К	410 - 500	240 - 260	22
18 К	440 - 530	260 - 280	20
Низколегированные конструкционные стали по ГОСТ 5521-86			
09С	410 - 450	240	24
12ГС	470	320	26
09Г2С	460	300	21
10ХСНД	540 - 700	400	19

Таблица Ж.2 - Свойства электродов для ручной дуговой сварки

Тип электрода по ГОСТ 9467-75	Марка электрода	Механические свойства наплавленного металла		
		$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta$ , %
Кислое покрытие				
Э 42	ОСС - 5	480	370	22
Э 42	ЦМ - 7	480	360	22
Э 42	КПЗ - 32Р	470	380	22
Э 42	СМ - 5	460	320	25
Рутиловое покрытие				
Э 42	АНО - 5	470	350	25
Э 42	АНО - 1	460	380	28
Э 42	АНО - 6	450	330	26
Э 46	ОЗС - 3	490	400	25
Э 46	ОЗС - 6	480	390	24
Э 46	АНО - 4	480	370	25
Э 46	РБУ - 5	480	380	21
Целлюлозное покрытие				
Э 50	ВСЦ - 3	510	410	21
Э 46	РБУ - 4	490	390	26
Э 46	АНО - 4	480	370	25
Э 46	ВСЦ - 1	470	390	25
Э 46	ВСЦ - 2	470	370	28
Основное покрытие				
Э 60	УОНИ 13/65	620	470	21
Э 55	УОНИ 13/55 у	570	480	22
Э 50 А	УП - 1/55	540	400	25
Э 50 А	УОНИ 13/55	520	420	24
Э 46 А	Э - 138/54 Н	470	350	22

Таблица Ж.3 - Свойства электродов для ручной дуговой сварки

Марка электрода	Коэффициент наплавления $\alpha_n$ , г/Ач	Род тока	Напряжение дуги $U_d$ , В	Коэффициент расхода электродов $K_p$
Кислое покрытие				
ОСС - 5	7,2	=	20 - 25	1,8
ЦМ - 7	10,6	=, ~	22 - 25	1,8
КПЗ - 32Р	8,0	=, ~	22 - 25	1,6
СМ - 5	7,2	=, ~	22 - 25	1,8
Рутиловое покрытие				
АНО - 5	11,0	=, ~	22 - 28	1,6
АНО - 1	15,0	=, ~	22 - 28	1,5
АНО - 6	8,5	=, ~	22 - 28	1,7
ОЗС - 3	15,0	=, ~	22 - 28	1,6
ОЗС - 6	10,5	=, ~	22 - 28	1,6
АНО - 4	8,9	=, ~	22 - 28	1,7
РБУ - 5	9,0	=, ~	22 - 28	1,5
Целлюлозное покрытие				
ВСЦ - 3	13,0	=	20 - 26	1,4
РБУ - 4	7,8	=, ~	22 - 28	1,6
АНО - 4	8,9	=, ~	22 - 28	1,7
ВСЦ - 1	10,0	=, ~	22 - 26	1,6
ВСЦ - 2	10,5	=, ~	22 - 26	1,8
Основное покрытие				
УОНИ 13/65	9,0	=	22	1,7
УОНИ 13/55 у	9,5	=	22	1,6
УП - 1/55	10,0	=, ~	22 - 27	1,6
УОНИ 13/55	9,0	=	22 - 26	1,7
Э - 138/54 Н	8,5	=	22	1,7

Таблица Ж.4 - Значения коэффициента  $k$ , учитывающего тип покрытия и положение шва в пространстве

Тип покрытия	Положение шва в пространстве			
	нижнее (Н)	вертикальное (В)	горизонтальное (Г)	потолочное (П)
Кислое	5,7	3,3	4,7	4,7
Рутиловое	6,0	3,7	5,0	5,0
Основное	3,6	2,2	2,4	2,4
Целлюлозное	3,3	2,5	2,5	2,5

Таблица Ж.5 - Технические характеристики источников питания сварочной дуги

Тип источника питания	Ток номинальный $I_n, A$	Напряжение номинальное $U_n, B$	Мощность холостого хода $P_{xx}, кВт$	Коэффициент полезного действия $\eta$
<b>Сварочные выпрямители</b>				
ВСС - 120	120	26	0,4	0,58
ВД - 101	125	25	0,4	0,60
ВСУ - 300	240	30	0,4	0,68
ВКС - 300	300	30	0,4	0,68
ВСУ - 500	350	30	0,4	0,60
ВДУ - 500	500	24 - 45	0,4	0,82
<b>Сварочные трансформаторы</b>				
ТД - 101	50	22	0,2	0,80
ТПД - 1	160	25	0,2	0,75
СТШ - 200	200	25	0,2	0,80
ТСП - 250	250	25	0,2	0,69
ТД - 300	300	30	0,2	0,86
ТСМ - 500	500	40	0,2	0,80

## ПРИЛОЖЕНИЕ К

### (обязательное)

Справочные материалы к заданию 2. Варианты: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39.

Таблица К.1 - Подачи  $S$  при наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали

Диаметр детали, мм	Размер державки резца В×Н, мм	Обрабатываемый материал					
		сталь			чугун		
		Подача $S$ , мм/об при глубине резания $t$ , мм					
		до 3	св. 3 до 5	св. 5 до 8	до 3	св. 3 до 5	св. 5 до 8
Св. 100 до 400	От 16×25 до 25×40	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1,0	1,0-1,5	0,8-1,3	0,8-1,1
Св. 400 до 500	От 16×25 до 25×40	1,1-1,4	1,0-1,3	0,7-1,2	1,3-1,6	1,2-1,5	1,0-1,2
Св. 500 до 600	От 20×30 до 40×60	1,2-1,5	1,0-1,4	0,8-1,3	1,5-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4

Таблица К.2 – Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $X_v$ ,  $Y_v$

Обрабатываемый материал	$C_v$	$X_v$	$Y_v$
Сталь	420	0,18	0,27
Чугун	240	0,15	0,30

Таблица К.3 – Стойкость  $T$  резцов с пластинами из быстрорежущих сталей и твердых сплавов

Материал резца	Размер державки резца $B \times H$ , мм			
	16 × 25	20 × 30	25 × 40	40 × 60
	Стойкость резца $T$ , мин			
Быстрорежущая сталь	60	60	90	120
Твердый сплав	90	90	120	150

Таблица К.4 – Значения показателя степени  $m$

Обрабатываемый материал	Охлаждение	Значение $m$		
		быстрорежущая сталь	твердый сплав ТК	твердый сплав ВК
Сталь	есть	0,125	0,125	0,150
	нет	0,100	0,125	0,150
Чугун	нет	0,100	0,125	0,200

Таблица К.5 - Предел прочности  $\sigma_b$  литейных сталей после нормализации и отпуска по ГОСТ 977-75

Марка стали	Предел прочности $\sigma_b$ , МПа
20Л, 25Л, 30Л, 25ГСЛ, 08ГДНФЛ,	390 - 480
40Л, 50Л, 55Л, 35ГЛ, 30ХГСЛ	530 - 600
40ХЛ, 45ФЛ, 35ХМФЛ, 35ХНЛ,	620 - 710

Таблица К.6 - Твердость по Бринелю НВ серых чугунов по ГОСТ 1412-79

Марка чугуна	Твердость (минимальное значение) НВ
СЧ 15, СЧ 20, СЧ 21, СЧ 24	163 - 170
СЧ25, СЧ 30, СЧ 35	180 - 197

Таблица К.7 – Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней  $X_p$ ,  $Y_p$  при наружном точении резцом с  $\varphi = 45^\circ$  и  $\gamma = 15^\circ$

Обрабатываемый материал	Предел прочности $\sigma_b$ , МПа	Твердость НВ	$C_p$	$X_p$	$Y_p$
Сталь	450		155	1,0	0,78
	550		165		
	650		180		
Чугун		170	107	1,0	0,73
		190	115		



Навчальне видання

**Юскаєв Володимир Борисович**

**ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ  
МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО**

**ЧАСТИНА 1. ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ  
МАТЕРІАЛІВ. ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА  
ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**

Навчальний посібник  
для студентів-заочників інженерних спеціальностей

(Російською мовою)

Відповідальний редактор М.Я.Сагун  
Редактор Мироненко Т.Г.

Підп. до друку 21.05.2001. Формат 60×84/16.

Умовн. друк. арк. 8,48.

Наклад 300 прим.

Ум. фарбовідбит. 9,12.

Вид. №69.

Облік.-вид. арк. 7,73.

Замовлення № 821

Видавництво СумДУ, Р.с. №34 від 11.04.2000 р.

40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова,2

«Ризоцентр» СумДУ, 40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова,2

SUMY STATE UNIVERSITY

