

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Амурский государственный университет»**

Кафедра физики

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
« Технология конструкционных материалов»**

Основной образовательной программы по специальностям:

**260704.65 – Технология текстильных изделий**

**260901.65 – Технология швейных изделий**

**260902.65 – Конструирование швейных изделий**

Благовещенск 2012 г.

УМКД разработан старшим преподавателем Волковой Натальей Александровной.

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры.

Протокол заседания кафедры от «\_\_\_» 2012 года №\_\_\_

И.о. зав. кафедрой

И.А. Голубева

## **УТВЕРЖДЁН**

Протокол заседания УМСС **260704.65 – Технология текстильных изделий**  
**260901.65 – Технология швейных изделий**  
**260902.65 – Конструирование швейных изделий**

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г. №\_\_\_

Председатель УМСС \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| 1. Рабочая программа учебной дисциплины   | 4  |
| 2. Краткое изложение программного материала   | 12 |
| 3. Методические указания (рекомендации)   | 34 |
| 3.1 Методические указания для преподавателя   | 34 |
| 3.2 Методические указания для студентов   | 36 |
| 3.3 Методические указания к самостоятельной работе студента                                 | 37 |
| 4. Контроль знаний  | 40 |
| 4.1 Текущий контроль знаний   | 40 |
| 4.2 Итоговый контроль знаний  | 41 |
| 5. Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе | 42 |

### 1. Рабочая программа дисциплины

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. *Целью освоения дисциплины* «Технология конструкционных материалов» является познание природы и свойств металлических и неметаллических материалов для наиболее эффективного использования их в технике и изучение способов их обработки.

### 2. *Задачи дисциплины:*

ознакомление студентов с технологическими основами производства материалов, применяемых в машиностроении, основами порошковой металлургии, основными методами получения твердых тел, основами строения сплавов, их поведением при пластическом деформировании, свойствами и назначением промышленных сплавов, основами теории и практики формообразования заготовок (литейное производство, обработка давлением, сварочное производство, обработка резанием, пайка, склеивание)

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО:

Дисциплина «Технология конструкционных материалов» входит в цикл общепрофессиональных дисциплин (ОПД. Ф.03.02) Знания, получаемые в ходе изучения данной дисциплины, могут быть использованы при выполнении расчетов по дисциплинам «Детали машин», «Теория механизмов и машин», «Оборудование швейных предприятий», «Патентоведение», а также могут быть полезны при выполнении научно-исследовательских работ студентов.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

- 1) курс общей физики;
- 2) курс неорганической химии;
- 3) базовый курс математики.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**знать:** атомно-кристаллическое строение металлов; свойства металлов и сплавов на их основе; методы обработки металлов (деформация, резание, литейное производство, сварочное производство); новые металлические, неметаллические и композиционные материалы;

**уметь:** использовать оборудование лаборатории для качественного и количественного определения свойств металлов и сплавов (твердость, ударная вязкость, жаропрочность, пластичность и т.д.); пользоваться справочными данными по характеристикам материалов и способам их обработки.

**владеть:** основами расчетов технологической оснастки для получения различных заготовок и деталей, иметь некоторые навыки будущего конструктора в этом направлении.

## СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПО ГОС ВПО

Введение: теоретические и технологические основы производства материалов; материалы, применяемые в машиностроении и приборостроении; основные методы получения твердых тел; основы металлургического производства; основы порошковой металлургии; напыление материалов; теория и практика формообразования заготовок; классификация способов получения заготовок; производство заготовок способом литья; производство заготовок пластическим деформированием; производство неразъемных соединений; сварочное производство; физико-химические основы получения сварочного соединения; пайка материалов; получение неразъемных соединений склеиванием; изготовление полуфабрикатов и деталей из композиционных материалов; физико-технологические основы получения композиционных материалов; изготовление изделий из металлических композиционных материалов: особенности

получения деталей из композиционных порошковых материалов; изготовление полуфабрикатов и изделий из эвтектических композиционных материалов; изготовление деталей из полимерных композиционных материалов; изготовление резиновых деталей и полуфабрикатов; формообразование поверхностей деталей резанием, электрофизическими и электрохимическими способами обработки; кинематические и геометрические параметры процесса резания: физико-химические основы резания; обработка лезвийным инструментом; обработка поверхностей деталей абразивным инструментом; условие непрерывности и самозатачиваемости; электрофизические и электрохимические методы обработки поверхностей заготовок; выбор способа обработки.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Технология конструкционных материалов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 45 часов.

| № п/п | Тема дисциплины  | Виды учебной работы |                             |                          |            | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|--|---------------------|-----------------------------|--------------------------|------------|---|
|       |  | Лекции (час.)       | Практические занятия (час.) | Лабораторные раб. (час.) | СРС (час.) |   |
| 1     | Тема 1 «Введение. Теоретические и технологические основы производства материалов. Строение и основные свойства металлов и сплавов» |                     |                             | 2                        | 2          | Защита лабораторной работы  |
| 2     | Тема 2 «Материалы, применяемые в машиностроении и приборостроении»   |                     |                             | 2                        | 4          | Защита лабораторной работы  |
| 3     | Тема 3 «Производство заготовок пластическим деформированием. Способы обработки металлов давлением.»                                |                     |                             | 4                        | 2          | Защита лабораторных работ   |
| 4     | Тема 4 «Производство неразъемных соединений. Сварка, пайка, склеивание.»   |                     |                             | 4                        | 4          | Защита лабораторных работ   |
| 5     | Тема 5 «Производство заготовок способом литья».  |                     |                             | 2                        | 3          | Защита лабораторной работы  |
| 6     | Тема 6 «Изучение назначения металлообрабатывающих станков различных групп и основных видов обработки заготовок резанием»           |                     |                             | 4                        | 4          | Защита лабораторных работ   |
| 7     | Тема 7 «Электрофизические и электрохимические методы обработки поверхностей заготовок»   |                     |                             |                          | 3          | Отчет по теме   |
| 8     | Физико технологические основы получения композиционных, пластмассовых, резиновых изделий..   |                     |                             |                          | 5          | Отчет по теме.  |
| 9     | Подготовка к зачету  |                     |                             |                          |            |   |

#### 4 .СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Лабораторные работы

Предлагается список лабораторных работ. Преподаватель составляет график выполнения работ для каждой бригады (3 человека).

- 1 Строение и основные свойства металлов и сплавов Процесс кристаллизации. (2 часа)
- 2Изучение микроструктур сталей и чугунов в равновесном состоянии (2 часа)
- 3.Рассмотрение способов обработки металлов давлением. Проектирование технологического процесса изготовления поковки (2 часа)
- 4 Конструирование штампа и расчет исходной заготовки (2часа)
- 5 Изучение оборудования для электродуговой и газовой сварки (2часа)
- 6 Контроль и качество сварного шва металлографическим методом (2часа)
- 7 Литье в песчано-глинистые формы (2часа)
- 8 Изучение назначения металлообрабатывающих станков различных групп и основных видов обработки заготовок (4часа)

#### 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

| № п/п | № раздела (темы) дисциплины   | Форма (вид) самостоятельной работы  | Трудоемкость в часах |
|-------|---|---|----------------------|
| 1     | Тема 1 «Введение. Теоретические и технологические основы производства материалов Строение и основные свойства металлов и сплавов» | Подготовка отчета к выполнению лабораторной работы №1, конспект по теме, подготовка к защите работы.  | 2                    |
| 2     | Тема 2 «Материалы, применяемые в машиностроении и приборостроении»  | Подготовка к лабораторной работе №2, конспект по теме, подготовка к защите работы.                    | 2                    |
| 3     | Тема 3 «Производство заготовок пластическим деформированием. Способы обработки металлов давлением.»                               | Подготовка к лабораторным работам №3,4 конспект по теме, подготовка к защите работ.                   | 4                    |
| 4     | Тема 4 «Производство неразъемных соединений. Сварка, пайка, склеивание.»  | Подготовка к лабораторным работам №5,6 конспект по теме, подготовка к защите работ.                   | 4                    |
| 5     | Тема 5 «Производство заготовок способом литья».   | Подготовка к лабораторной работе №7 конспект по теме, подготовка к защите работы. Промежуточный тест. | 3                    |
| 6     | Тема 6 «Изучение назначения металлообрабатывающих   | Подготовка к лабораторным работам №8,9, конспект по теме, подготовка к защите работ.                  | 4                    |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   | станков различных групп и основных видов обработки заготовок резанием»   |  |   |
| 7 | Тема 7 «Электрофизические и электрохимические методы обработки поверхностей заготовок»   | Подготовка конспекта по теме, отчет по теме. | 3 |
| 8 | Тема 8 Физико-технологические основы получения композиционных материалов Металлические, порошковые, полимерные композиционные материалы. Резины. | Подготовка конспекта по теме, отчет по теме  | 5 |
| 9 | Подготовка к зачету  | Итоговый тест                                |   |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При выполнении лабораторных работ используются прием интерактивного обучения «Кейс-метод»: выдается задание студентам для подготовки к выполнению работы; с преподавателем обсуждается цель работы и ход её выполнения; цель анализируется с разных точек зрения, выдвигаются гипотезы, делаются выводы, анализируются полученные результаты.

В качестве инновационных методов контроля используются промежуточное и итоговое тестирование.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 7.1 Контролирующий тест

Промежуточный контролирующий тест проводится по темам 1-6. В каждом тестовом задании от 7 до 10 заданий. Итоговый контролирующий тест проводится по всем темам и выявляет теоретические знания, практические умения и аналитические способности студентов.

### 7.2 Подготовка конспектов по темам на самостоятельное изучение

**Тема 1 «Введение. Теоретические и технологические основы производства материалов Строение и основные свойства металлов и сплавов»**

Структура металлургического производства и его продукция. Материалы для производства металлов и сплавов. Производство чугуна. Выплавка сталей различными способами

**Тема 2 «Материалы, применяемые в машиностроении и приборостроении»**

. Влияние количества углерода и различных примесей на механические свойства сталей и чугунов. Классификация и маркировка. Цветные металлы и сплавы, их применение в машиностроении и приборостроении. Сплавы на основе меди, алюминия, титана, магния.

**Тема 3 «Производство заготовок пластическим деформированием. Способы обработки металлов давлением.»** Формообразование заготовок при помощи пластической деформации. . Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов и сплавов. Температурные интервалы обработки давлением. Процессы прессования. волочения. прокатки. штамповки. Особенности получения полых профилей обработкой давлением.

**Тема 4 «Производство неразъемных соединений. Сварка, пайка, склеивание».**Сварочное производство; физико-химические основы получения сварочного соединения. Термический, термомеханический, механический классы сварки. Получение соединений пайкой, склеиванием.

**Тема 5 «Производство заготовок способом литья».**Литейное производство. Литейные свойства различных сплавов. Влияние способа литья на точность изготовления отливки. Специальные способы литья.

**Тема 6 «Изучение назначения металлообрабатывающих станков различных групп и основных видов обработки заготовок резанием»** Классификация металлорежущих станков. Инструменты, применяемые для металлорежущих работ. Особенности обработки деталей абразивным инструментом. Условие непрерывности и самозатачиваемости.

**Тема 7 «Электрофизические и электрохимические методы обработки поверхностей заготовок»** Электроискровая, импульсная, высокочастотная виды обработки (ЭФ-обработка)Электрохимическое полирование, анодно-механическая и электроабразивная обработка (ЭХ-обработка).

**Тема 8 Физико-технологические основы получения композиционных материалов Металлические, порошковые, полимерные композиционные материалы. Резины.** Композиционные материалы с металлической матрицей. Волокниты, дисперсноупрочненные композиты. Композиционные материалы с неметаллической матрицей. Углепласты, борволокниты, органоволокниты. Особенности строения композиционных материалов. Полимеры и резиновые материалы, классификация, применение.

### 7.3 Зачетные вопросы

1. Строение и свойства металлов и сплавов.
2. Основные способы формообразования заготовок.
3. Конструкционные материалы, применяемые в машиностроении.
4. Углеродистые стали, их маркировка, применение.
5. Чугуны. Применение, методы получения, свойства, маркировка.
6. Цветные металлы и сплавы на их основе. Классификация металлорежущих станков. Инструменты, применяемые для металлорежущих работ.
7. Производство чугуна.
8. Производство стали различными способами.
9. Обработка металлов давлением. Влияние пластической деформации на свойства материалов.
10. Прокатное производство.
11. Процесс волочения.
12. Процесс прессования.
13. Горячая и объемная штамповка.
14. Получение заготовок методом литья.
15. Литье в песчано-глинистые формы.
16. Специальные способы литья.

17. Сварочное производство.
18. Термический класс сварки, применяемое оборудование.
19. Термомеханический класс сварки.
20. Механический класс сварки.
21. Обработка металлов резанием.
22. Классификация металлорежущих станков.
23. Режущий инструмент.
24. Композиционные материалы.
25. Полимеры
26. Резины

#### **7.4 Критерии оценки при сдаче зачета**

1. К сдаче зачета допускаются студенты:

- посетившие все лабораторные занятия данного курса;
- защитившие лабораторные работы;
- успешно сдавшие промежуточный и итоговый тесты.

При наличии пропусков темы пропущенных занятий должны быть отработаны. Программные вопросы к зачету доводятся до сведения студентов за месяц до зачета.

2. Критерии оценки:

Итоговая оценка знаний студентов должна устанавливать активность и текущую успеваемость студентов в течение семестра по данному предмету.

Оценка «зачтено» - ставится при 65 % правильных ответов на зачете и наличии всех защищенных лабораторных работ.

#### **8.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Технология конструкционных материалов»**

а) **основная литература:**

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб.: рек. УМО / под ред. В. Б. Арзамасова, А. А. Черепашина. - М. : Академия, 2007. - 448 с
2. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб.: доп. Мин. обр. РФ / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. :Высш. шк., 2008. - 536 с.

б) **дополнительная литература:**

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. : в 2 т / под ред. В. С. Чередниченко. - Новосибирск : Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та, 2004 - . - (Учебники НГТУ) Т. 1 : Элементы теоретических основ материаловедения и технологии получения материалов. - 2004
2. Материаловедение и технология металлов [Текст] : учеб.: рек. Мин. обр РФ / под ред. Г. П. Фетисова. - 4-е изд., испр. . - М. : Высш. шк., 2006. - 863 с.
3. Технология конструкционных материалов: учеб.-метод. комплекс для спец. 260704, 260901, 260902/ АмГУ, ИФФ; сост. Н.А. Волкова. – Благовещенск: Изд-во Амур.гос. ун-та, 2007. – 146 с.
4. Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Текст] : учеб.пособие: доп. УМО / под ред. В. С. Чередниченко. - 2-е изд., перераб. - М. : Омега-Л, 2006. - 752 с. : ил., табл. - (Высшее техническое образование).

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

| <b>№</b> | <b>Наименование ресурса</b>                               | <b>Краткая характеристика</b>   |
|----------|---|---|
| 1        | <a href="http://www.iqlib.ru">http://www.iqlib.ru</a>     | Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. |
| 2        | <a href="http://www.amursu.ru/">http://www.amursu.ru/</a> | Электронная библиотека АмГУ   |

**г) периодические издания:**

1. Вопросы материаловедения
- 2.Материаловедение
3. Перспективные материалы
4. Пластические массы.
5. Технология полимерных материалов. Выпуск сводного тома.
6. Упрочняющие технологии и покрытия

**9.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Технология конструкционных материалов»**

| <b>№ п/п</b> | <b>Наименование лабораторий, ауд.</b> | <b>Основное оборудование</b>                 |
|--------------|---------------------------------------|--|
| 1            | 2                                     | 3  |
| 1            | Механические мастерские<br><br>108    | Станочный парк металлорежущего оборудования. |
| 2            |                                       |  |

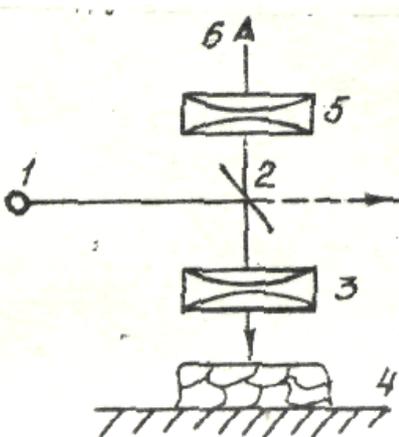
## 2. Краткое изложение программного курса Лабораторные работы

### Лабораторная работа №1. Изучение процесса кристаллизации

Цель работы: ознакомиться с устройством и освоить методику работы на металлографическом микроскопе, изучить процесс кристаллизации.

Металлографический микроскоп позволяет наблюдать структуру в отраженном свете. Принципиальная оптическая схема учебного металлографического микроскопа /ММУ/ приведена на рисунке

Низковольтным источником I направляется параллельный пучок света в направлении прозрачной стеклянной пластинки 2, установленной под углом  $45^\circ$  к пучку света.



Принципиальная схема учебного металлографического микроскопа.

Часть лучей пройдет прозрачную пластинку и будет потеряна, а часть отразится вниз, пройдет через объектив микроскопа 3 и достигнет поверхности микрошлифа 4. Часть светового потока, достигшего поверхности микрошлифа, будет потеряна /рассеяна или поглощена/, а часть отразится вверх, достигнет поверхности стеклянной пластинки 2, где еще раз произойдет разделение светового потока на две составляющие. Часть его, отраженная влево, теряется бесполезно, часть же, прошедшая через пластинку вверх, после прохождения через окуляр 5 попадает в глаз наблюдателя 6.

Важнейшими характеристиками микроскопа являются:

- 1/ разрешающая способность, под которой понимается наименьшее расстояние между двумя элементами структуры, воспринимаемое объективом отдельно;
- 2/ полезное увеличение, т.е. предел увеличения, обеспечивающий приемлемое качество изображения;
- 3/ общее увеличение, которое может быть определено как произведение увеличений объектива и окуляра.

### Наблюдение процессов кристаллизации

В основе кристаллического строения лежит элементарная кристаллическая решетка /ячейка/. При рассмотрении структуры металлов под микроскопом обнаруживаются колонии сросшихся кристаллических образований, называемых зернами. Внутренняя часть этих образований имеет правильную кристаллическую форму, внешняя же часть - форму неправильных многоугольников, обусловленную условиями их роста.

Проследить процессы зарождения и роста кристаллов можно на прозрачных легкоплавких веществах. Обычно для этих целей используют перенасыщенные водные растворы хлористого аммония или хромпика.

Капля подогретого раствора стеклянной палочкой наносится на покровное стекло биологического микроскопа, где сразу наблюдаются происходящие в ней превращения. Эти превращения подчиняются общим законам кристаллизации. Температура подогретого раствора выше температуры покровного стекла, и следовательно, при охлаждении из перенасыщенного раствора начнут выкристаллизовываться кристаллики вещества.

Нанесенная на покровное стекло капля раствора имеет форму плоско-выпуклой линзы и, следовательно, скорость ее охлаждения в различных зонах будет различной. У тонких краев охлаждение будет наиболее интенсивным. Из теории известно, что с увеличением скорости охлаждения измельчаются растущие кристаллы. Это явление наблюдается не только своим конечным результатом, но и в непрерывной последовательности.

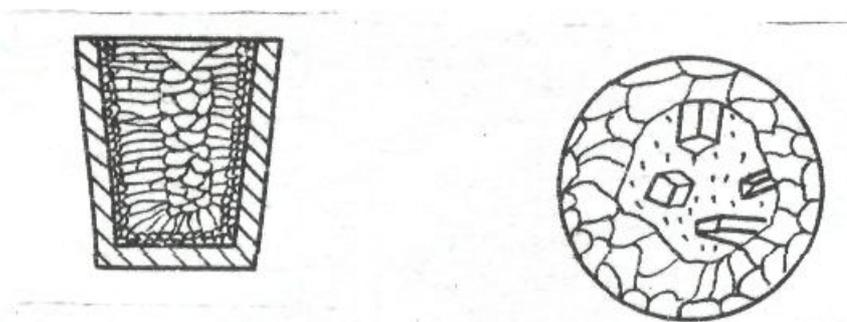


Схема строения  
слитка

Схема кристал-  
лизации хромпика

На рисунках приведены схемы строения слитка и кристаллизации хромпика, наблюдаемые под микроскопом. Из сопоставления рисунков отчетливо видна общая закономерность их строения. В периферийной части - мелкие неориентированные кристаллы, за которыми следует зона транскристаллизации, а затем зона равноосных кристаллов. Отчетливо видна усадочная раковина в верхней части слитка, а на схеме кристаллизации хромпика соответствующая ей свободная от кристаллов зона, образовавшаяся в результате обеднения раствора.

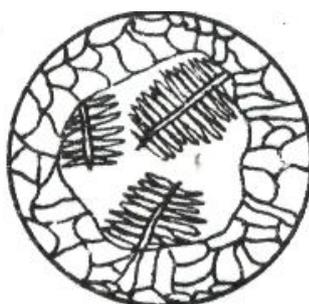


Схема кристаллизации хлористого аммония

Кристаллизация хлористого аммония протекает по тем же законам, однако вид растущих кристаллов в свободной зоне имеет ярко выраженный дендритный характер.

#### ■ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:

1. Металлографический микроскоп.
2. Растворы солей.
3. Покровные стекла.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Уяснить сущность и назначение структурных методов исследования металлов и сплавов. Изучить теорию кристаллизации.
2. Ознакомиться с принципиальной схемой металлографического микроскопа, освоить его настройку на визуальное наблюдение структуры.
3. Провести наблюдение за характером кристаллизации из перенасыщенного раствора соли.
4. Рассмотреть микроструктуру, привести рисунок структуры наиболее удачно затвердевших капель соли.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. В чем особенность конструкции металлографического микроскопа?
2. Какова принципиальная схема металлографического микроскопа?
3. Что понимается под разрешающей способностью микроскопа?
4. Что понимается под полезным увеличением металлографического микроскопа?
5. Что понимается под общим увеличением микроскопа?
6. Почему периферийные кристаллы хлористого аммония и хромпика значительно мельче центральных?
7. Для чего производится подогрев растворов хромпика и хлористого аммония перед нанесением их на покровное стекло?

### Лабораторная работа №2.

#### Изучение микроструктур сталей и чугунов в равновесном состоянии

Цель работы: ознакомление с микроструктурами сталей, содержащих различное количество углерода, определение содержания углерода по микроструктуре.

#### Изучение микроструктур чугунов

Равновесными называются структуры, в которых полностью завершились диффузионные процессы. Практически это структуры, сформировавшиеся в условиях медленного охлаждения сплавов. Известно, что в таких условиях строятся диаграммы состояния. Применительно к железоуглеродистым сплавам равновесными будут структуры, соответствующие диаграмме состояния железо-углерод.

Углеродистые стали, в зависимости от их структур, определяемых содержанием углерода, делятся на доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные. На рис. 3.1. представлен нижний стальной угол диаграммы состояния системы железо-углерод. Вертикальными линиями отмечены сплавы, приблизительно соответствующие сплавам, содержащимся в коллекции.

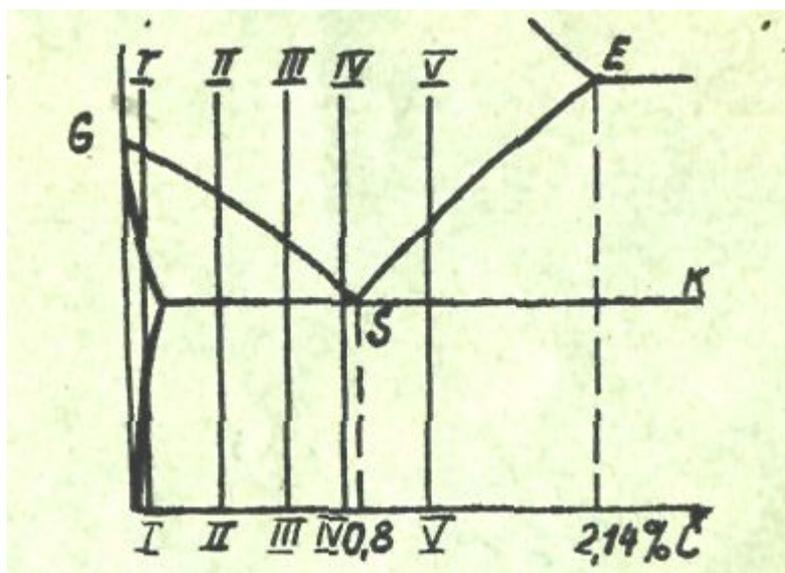
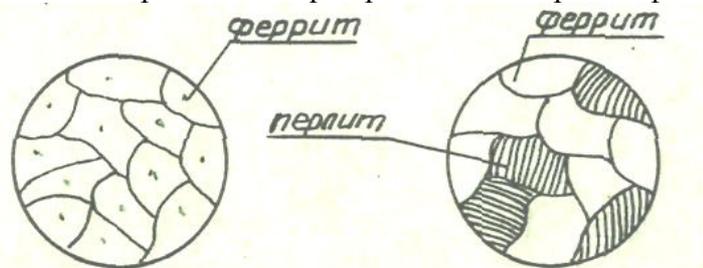


Диаграмма Fe-Fe<sub>3</sub>C (область сталей)

При выполнении работы необходимо, прежде всего, определить микрошлифы, составить их опись и предъявить ее преподавателю. Убедившись в правильности своего решения, приступить к зарисовке структур.

Один из микрошлифов /I-I/ представляет сталь с незначительным содержанием углерода, называемую обычно техническим железом /рис.

При внимательном рассмотрении микрошлифа технического железа отчетливо просматриваются зерна, отличающиеся друг от друга интенсивностью светло-серой окраски, хотя все зерна имеют одинаковый химический состав. Различие в их цвете объясняется анизотропностью свойств кристаллов. Анизотропность проявляется в том, что будучи срезанным плоскостью микрошлифа, различно ориентированные кристаллиты по разному протравливаются реактивом при травлении микрошлифа.



Структура  
технического железа

Структура  
доэвтектоидной стали

На рисунке приведена схема структуры доэвтектоидной стали, где светлыми зернами обозначен феррит, а темными /пластинчатыми/ перлит. Принимая во внимание, что при комнатной температуре в феррите содержится не более 0,01% углерода, можно утверждать, что практически весь углерод содержится в перлите.

С учетом того, что в перлите содержится 0,8% углерода и оценив визуально соотношение площадей, занятых перлитом и ферритом в видимой под микроскопом части микрошлифа, мы можем определить общее содержание углерода в стали, из которой изготовлен рассматриваемый микрошлиф.

Пусть перлит занимает 50% площади микрошлифа. Требуется определить содержание углерода в представленной этим микрошлифом стали.

Составляем пропорцию:

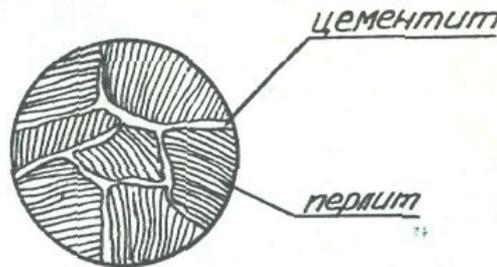
В 100% перлита углерода содержится 0,8%

В 50% перлите углерода содержится  $X\%$

$$\text{Отсюда } X = \frac{0,8 \cdot 50}{100} = 0,4\%$$

Аналогичным образом определяется содержание углерода во всех трех микрошлифах доэвтектоидной стали.

В соответствии с диаграммой состояния, в структуре углеродистой заэвтектоидной стали содержатся перлит и вторичный цементит. Структура отжига /или структура медленно охлажденной из жидкого состояния стали/ имеет сетчатое строение, в которой перлитные зерна окружены тонкой сеткой вторичного цементита.



Структуре заэвтектоидной стали

Пластинчатый перлит представляется темными зернами, цементитная сетка представляется тонкой светлой линией.

Чугунами называют железоуглеродистые сплавы, содержащие более 2,14% углерода. По признакам структуры к чугунам относят высокоуглеродистые сплавы, содержащие эвтектику-ледебурит.

На рис. 4.1. приведена чугунная часть диаграммы железо-углерод.

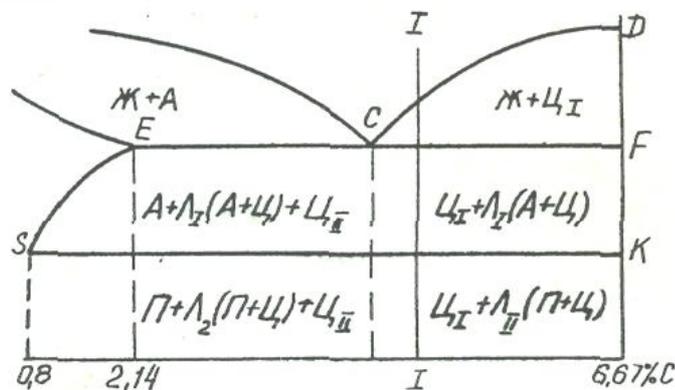


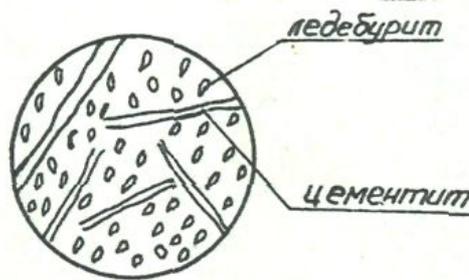
Диаграмма железо-цементит /область чугунов/

В соответствии с диаграммой чугуны разделяются на доэвтектические, эвтектические и заэвтектические. Структурные составляющие каждого из видов чугунов приведена на диаграмме, которая характеризует белые или передельные чугуны.

В машиностроении белые чугуны применяются редко, так как они хрупки, плохо поддаются обработке, литейные свойства у них чрезвычайно низкие /большая усадка, плохая жидкотекучесть/.

Представление о структуре белых чугунов дает диаграмма железо-цементит. По содержанию углерода он соответствует заэвтектическому, так как не содержит структурного свободного перлита, а только ледебурит и небольшое количество цементита. Из последнего обстоятельства следует, что состав приведенного чугуна близок к эвтектическому и примерно соответствует сечению I-I

Остальные микрошлифы коллекции чугунов являются разновидностями серых чугунов.



Структура белого чугуна

Серыми называются чугуны, углерод которых полностью или частично находится в свободном состоянии в виде графита. Геометрическая форма графитовых включений может быть различной. У обычных серых чугунов она чешуйчатая, у ковких - хлопьевидная, у высокопрочных - сфероидизированная.

Условия образования различных видов графитовых включений, следовательно, и различных видов чугунов различны.

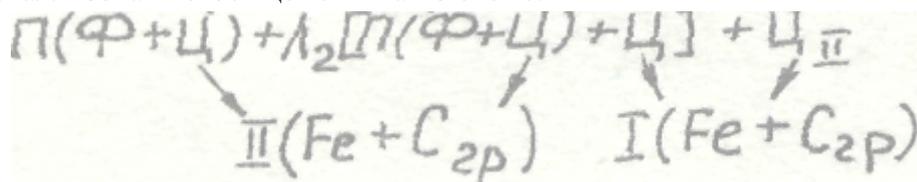
Для образования чешуйчатой формы графитовых включений необходимо обеспечить оптимальные скорость охлаждения отливок и химический состав чугуна.

При рассмотрении диаграммы состояния системы железо-углерод мы исходили из предположения, что система двухкомпонентна, т.е. без примесей. В результате таких условий образуется белый чугун. Это дает основание утверждать, что при наличии только железа и углерода всегда образуется белый чугун.

В реальных технических чугунах таких "идеальных" условий нет, так как они содержат некоторое количество примесей. Примесями могут служить твердые частицы, принимавшие на себя роль центров, около которых начинается рост графитовых включений или элементы-графитизаторы, сильнейшим из которых является кремний, действие которого тем ощутимее, чем в большем количестве он содержится и чем медленнее остывает отливка.

Таким образом вид чугуна определяется его химическим составом и скоростью охлаждения отливки. Легко подобрать такой состав чугуна, когда при медленном охлаждении отливки образуется серый чугун, а при ускоренном - белый. Можно на одной и той же отливке получить зоны белого и серого чугунов.

Для объяснения закономерностей образования свободного углерода можно исходить из различных положений. Самым простым, является положение о распаде закристаллизовавшегося цементита по схеме:



Этот распад определяется условиями, о которых говорилось выше, степень же распада определяет характер металлической основы серых чугунов. По структуре самым сложным из белых чугунов является доэвтектический чугун.

Если представить себе условно распад цементита состоящим из двух стадий, как это показано на схеме, то в результате завершения первой стадии металлическая основа будет перлитной, в результате завершения второй стадии - ферритной. Если же вторая стадия проходит не до конца, то металлическая основа будет перлитно-ферритной.

Из сказанного следует, что во всех трех случаях металлическая основа чугунов будет сталь /эвтектоидная или доэвтектоидная/. То, что металлическая основа изрезана графитовыми включениями не имеющими механической прочности и, следовательно разобщена и определяет повышенную хрупкость серых чугунов. Не

взирая на это, серые чугуны в машиностроении распространены достаточно широко. Этому обстоятельству способствует ряд факторов.

1. Экономические соображения. Получать отливки сложной конфигурации из чугуна можно на простом оборудовании.
2. Хорошие литейные свойства серого чугуна /малая литейная усадка и достаточная жидкотекучесть при сравнительно невысокой температуре плавления/.
3. Детали из серого чугуна, именно в силу их изрезанности графитовыми включениями, обладают способностью поглощать вибрации.
4. Серый чугун является антифрикционным материалом, в силу чего из него изготавливают подвижные сопряжения.

Антифрикционность серого чугуна объясняется включениями графита, выполняющими роль смазки и хорошо удерживающими масло, вводимое в сопряжение. В коллекции имеются микрошлифы серых чугунов с чешуйчатым графитом. Металлическая основа одного из них -перлитная, другого - ферритная. Микрошлифы отличаются очень мелкими чешуйками графита. Такой чугун называется модифицированным. Он отличается повышенными механическими свойствами. Получают его введением в ковш с расплавленным чугуном, перед его разливкой, порошка ферросилия.

Ковкие чугуны - одна из разновидностей серых чугунов, его нельзя получить отливкой. В этом отношении он является искусственным чугуном. Сначала получают отливки из белого чугуна специального состава, а затем подвергают их графитизирующему отжигу. Химический состав отливок обычно следующий: 2,4-2,8% углерода, 0,8-1,4% кремния, не более 1,0% марганца. Содержание примесей серы и фосфора не должно превышать соответственно 0,1 и 0,2%. При выборе состава исходят из того, что большее содержание углерода и кремния вызвало бы образование в процессе отжига очень крупных скоплений хлопьевидного графита, резко снизив механические свойства. Содержание марганца, как карбидообразующего элемента, ограничивается 1,0%, что практически соответствует содержанию этого элемента в углеродистой стали. Чугун такого состава не удается получить в вагранках и его получают в специальных печах, что существенно повышает его стоимость. Однако, наибольший удельный вес стоимости ковких чугунов приходится на долю графитизирующего отжига.

Применительно к ковкому не имеет смысла говорить о чугуне вообще, а только об определенных деталях из ковкого чугуна. Такое ограничение вызвано тем, что однородная структура ковких чугунов возможна только на тонкостенных отливках /до 20 мм/. Название "ковкий" нельзя понимать буквально. Ни один из видов чугунов не куется.

Из ковкого чугуна изготавливают многие детали в машиностроении, строительстве и сантехнике. Например, кожухи дифференциалов и чулки заднего моста автомобилей, направляющие аппараты режущих механизмов комбайнов, тройники и соединительные муфты труб парового отопления и многие другие детали.

Металлическая основа ковких чугунов такая же как у серых чугунов /перлитная, ферритная и перлитно-ферритная/. Определяется она условиями и режимом отжига.

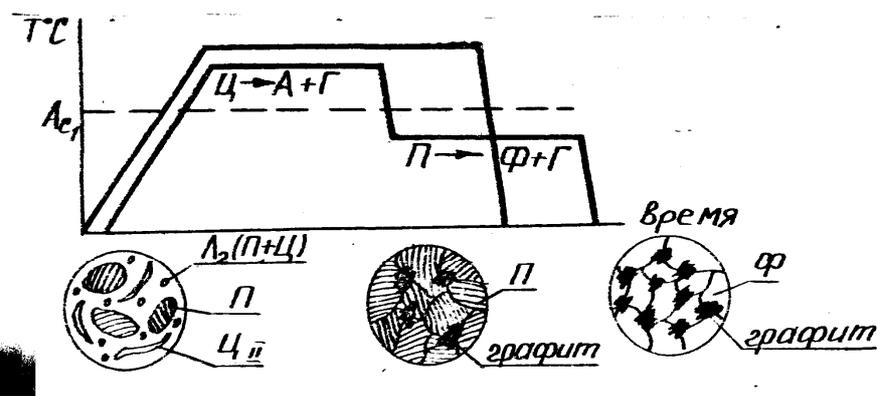


Схема отжига ковких чугунов

В соответствии со схемой процесс отжига может иметь один или два варианта. По первому варианту в результате выдержки при температуре 930-970° происходит графитизация структурно-свободного цементита /вторичного/. Если после оптимальной выдержки при этой температуре произвести ускоренное охлаждение отливки, то наряду с образовавшимися хлопьями графита, в результате аустенитно-перлитного превращения, на линии  $A_{c1}$  в структуре будет содержаться перлит, т.е. образуется ковкий чугун на перлитной основе. Если же осуществить и вторую стадию графитизации, т.е. дать выдержку при температуре, лежащей несколько ниже линии  $A_{c1}$  то графитизируется и цементит перлита. В результате металлическая основа ковкого чугуна будет ферритной. Если же вторая стадия графитизации проходит не до конца и часть перлита сохраняется, то металлическая основа ковкого чугуна будет перлитно-ферритной.

Графитизирующий отжиг - операция очень длительная. Она продолжается около 70-80 часов. Разработаны ускоренные и сверхускоренные способы отжига, их продолжительность 10-15 часов. Достигается это подбором состава чугуна, предназначенного для отливок, подлежащих графитизирующему отжигу и режимов термической обработки. Заключается он в том, что перед графитизирующим отжигом производят закалку деталей. В результате закалки образуется множество концентраторов напряжений, около которых, при последующем отжиге образуются колонии хлопьевидного графита. Существенным недостатком этого способа, впервые осуществленного на Московском заводе малолитражных автомобилей, является значительный процент брака из-за закалочных трещин фасонных отливок.

Структура ковкого чугуна, полученного сверхускоренным отжигом, отличается мелкозернистостью, как металлической основы, так и хлопьев графита. Естественным следствием этого будут более высокими механические свойства.

### ЗАДАНИЕ

1. Закрепить знания о диаграмме состояния системы железо-углерод, имея четкое понятие о превращении структуры чугуна любого состава от температуры плавления до комнатной.
2. Просмотреть коллекцию микрошлифов и составить ее опись.
3. Зарисовать в лабораторных тетрадах схемы структур коллекции чугунов с обозначением структурных составляющих.

#### ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:

1. Металлографический микроскоп.
2. Коллекция микрошлифов:

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Вычертить область сталей диаграммы железо-цементит, расшифровать строение сплавов в заданных областях диаграммы.
2. Изучить микроструктуры предложенных областей сталей и обозначить структурные составляющие сплавов.
3. Определить содержание углерода в доэвтектоидных сталях. Обозначить положение этих сплавов на диаграмме вертикальными линиями.
4. Изучить микроструктуры чугунов
5. Зарисовать структуры сталей и чугунов

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. Что называется сталью?
2. На какие виды, в зависимости от содержания углерода, разделяются стали и какова их структура?
3. Каково содержание углерода в перлите?
4. Как определить содержание углерода в доэвтектоидной стали по ее структуре?
5. Что такое феррит, перлит, цементит, аустенит?
6. Чем отличается цементит первичный от вторичного /по условиям образования/?
7. Как можно по структуре равновесной доэвтектоидной стали определить количество содержащегося в ней углерода?
  1. Какие чугуны называются белыми и каковы их разновидности?
  2. Почему белые чугуны называются передельными?
  3. Какая из структурных составляющих белых чугунов присутствует в белых чугунах любого состава?
  4. Каковы структуры доэвтектических, эвтектических и заэвтектических чугунов?
  5. Что такое ледебурит и чем отличается ледебурит первый от ледебурита второго?
  6. Какие чугуны называются серыми?
  7. От каких факторов зависит вид образующихся при кристаллизации чугунов?
  8. Что понимается под металлической основой серых чугунов и каковы ее разновидности?
  9. Что называется модифицированным серым чугуном, как его получают и каковы его основные разновидности?
  10. Какой чугун называется ковким, почему он так называется и каковы его основные разновидности?
  11. Почему ковкий чугун, в отличие от обычного серого, обладает способностью к пластической деформации?
  12. Какой из серых чугунов, кроме ковкого, обладает способностью к пластической деформации и какова его характеристика?

### Лабораторная работа №3.

Механические свойства металлов и методы их определения

Цель работы: изучить влияние различных видов термической обработки на изменение механических свойств сталей, а также ознакомиться с наиболее распространенными методами механических испытаний металлов.

Значение механических свойств при проектировании позволяет обоснованно выбрать материал, который обеспечит надежность и долговечность изделий в эксплуатации.

Для определения механических характеристик материалы подвергают статическим и динамическим испытаниям. Статическими называют испытания, при которых прилагаемая к образцу нагрузка возрастает медленно и плавно. К таким испытаниям относят испытания на растяжение, сжатие, кручение, изгиб и определение твердости. Динамические испытания на ударный изгиб выявляют склонность металла к хрупкому разрушению.

В инженерной практике выбор материалов для изготовления деталей машин определяется характером действующих нагрузок, рабочей средой и механическими свойствами материалов, к которым относят твердость, прочность, пластичность, вязкость и др. Характеристики металлических свойств материалов определяются путем испытания предварительно изготовленных образцов на специальных испытательных машинах.

В процессе лабораторной работы необходимо определить механические свойства у пяти пар образцов, изготовленных из углеродистой стали, предварительно подвергнутых различным видам термической обработки. При этом производятся статистические и динамические испытания образцов для определения предела прочности, относительного удлинения, относительного сужения, твердости и ударной вязкости.

Испытание на растяжение. Этот вид испытания позволяет установить сразу несколько важных механических характеристик металла или сплава. Для этого используют стандартные образцы по ГОСТ 1497-73. Машины для испытаний снабжены диаграммным аппаратом, который записывает диаграмму растяжения. При выполнении лабораторной работы во время испытания на разрывной машине необходимо для каждого образца зафиксировать  $P_B$  - максимальное усилие, выдержанное образцом /его показывает стрелка, перемещающаяся по шкале разрывной машины/.

Предел прочности определяется по формуле:

$$\sigma_B = \frac{P_B}{F_0},$$

Где  $\sigma_B$  - предел прочности,  $F_0$  - площадь поперечного сечения образца / первоначальная/,  $F_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}$ ,  $d_0$  -- диаметр образца до испытания.

Относительное удлинение /%/ определяют по формуле:

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

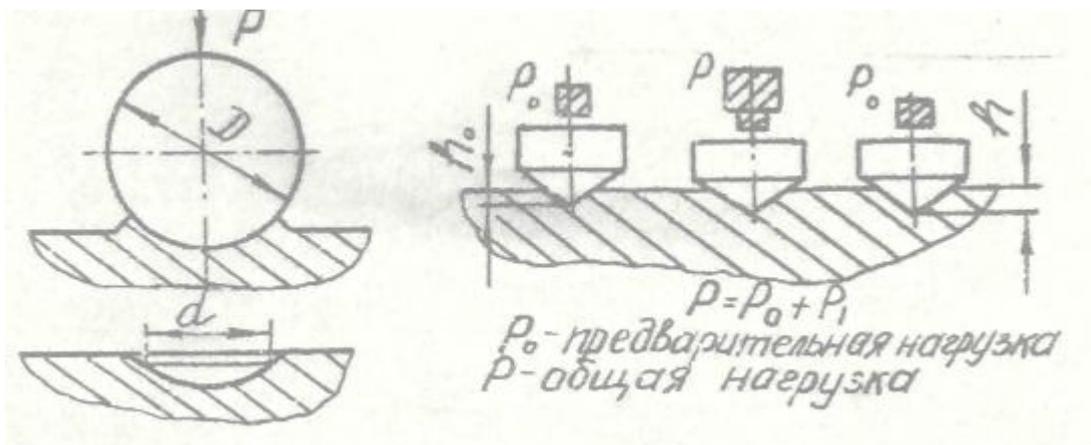
Где  $l_1$  - длина образца после разрыва /разорванный образец плотно складывают и измеряют/,  $l_0$  - начальная длина образца.

Относительное сужение  $\psi$  /%/ определяют по формуле:

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100\%$$

Где  $F_1$  - площадь образца после испытания.

Определение твердости. Под твердостью материала понимают сопротивление проникновению в него более твердого тела. Существует несколько методов определения твердости. Наиболее распространенными являются методы Бринелля и Роквелла. По методу Бринелля в испытуемое тело под воздействием силы  $P$  внедряется шарик диаметром  $D$ . Число твердости НВ есть нагрузка  $P$  деленная на сферическую поверхность отпечатка /с диаметром  $d$ / . При методе Роквелла индентором служит алмазный конус или маленький стальной шарик.



Определение твердости по методу Бринелля

Определение твердости по методу Роквелла

Числом твердости называется величина, обратная глубине вдавливания.

Определение ударной вязкости. Метод основан на разрушении образца с концентратором посередине одним ударом маятникового копра

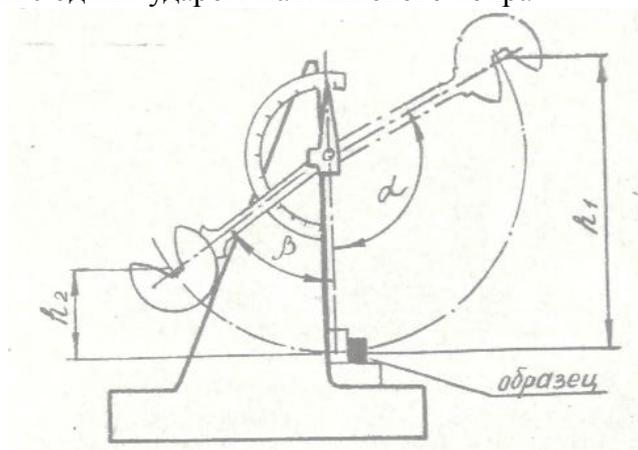


Схема маятникового копра

Для этого предварительно вычисляют площадь поперечного сечения образца:

$S_0 = a \cdot b$ , где  $a$  и  $b$  - стороны прямоугольного сечения.

Образец кладут на опоры копра так, чтобы нож маятника при падении ударил по образцу со стороны, противоположной надрезу.

Работу  $K$ , затраченную на излом образца, определяют по таблице в зависимости от углов  $\alpha$  /угол, на который поднимают маятник для удара/ и  $\beta$  /угол вылета маятника после удара/.

Ударную вязкость считают по формуле:

$$K_C = \frac{K}{S_0}$$

#### ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:

1. Машина для испытания металлов На растяжение.
2. Приборы Бринелля, Роквелла и Виккерса для испытания на твердость.
3. Маятниковый копер для испытания на ударную вязкость.
4. Измерительный инструмент - штангенциркуль, линейка.
5. Комплект образцов для определения механических свойств. Пять цилиндрических образцов для испытания на растяжение и пять прямоугольных - для испытания на ударную вязкость.
6. Кернер, чертилка, молоток, подставка для образцов.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Взять пять цилиндрических образцов /предварительно подвергнутых различным видам термической обработки/. Измерить диаметр и наметить расчетную длину  $l_0 = 10 \cdot d_0$  на каждом образце.
2. Испытать образец на разрывной машине.
3. Определить предел прочности.
4. Определить относительное удлинение  $\delta$  %.
5. Определить относительное сужение образца  $\psi$ , % /в месте образования шейки/.
6. Определить ударную вязкость на маятниковом копре.
7. Измерить твердость прямоугольных образцов по Бринеллю /для мягкой стали/, по Роквеллу /для твердой стали/. Предварительно поверхность образца должна быть зачищена наждачной бумагой от окалины /в месте испытания твердости/.
8. Результаты всех видов испытаний вписывать в таблицу.
9. Построить графики, показывающие влияние термической обработки на изменение механических свойств стали.
10. Проанализировать влияние термической обработки на изменение механических свойств стали.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. Назовите основные механические характеристики материалов.
2. Назовите основные виды механических испытаний.
3. Что такое прочность и пластичность материалов?
4. Какие основные методы определения прочности вы знаете?
5. Как определить твердость мягкой стали /например отожженной/?
6. Как определить твердость твердой стали /например закаленной/?
7. Что такое ударная вязкость стали?
8. На каком приборе можно произвести испытание на ударную вязкость?

### Лабораторная работа №4

Влияние холодной пластической деформации и температуры рекристаллизации на структуру и свойства малоуглеродистой стали

Цель работы:. 1. Изучить влияние пластической деформации на структуру и свойства /твердость/ малоуглеродистой стали.

2. Изучить влияние температуры рекристаллизации на структуру и свойства /твердость/ холоднодеформированной малоуглеродистой стали.

Основными механическими свойствами являются прочность, пластичность, упругость, вязкость, твердость. Зная механические свойства, конструктор при проектировании обоснованно выбирает соответствующий материал, обеспечивающий надежность и долговечность машин и конструкций при их минимальной массе.

Очень важное значение имеет пластичность, определяющая возможность изготовления изделий различными способами обработки давлением, основанным на пластическом деформировании металла. Материалы с повышенной пластичностью менее чувствительны к концентраторам напряжений и другим факторам охрупчивания.

Деформацией называется изменение формы, размеров тела под действием напряжений. Напряжения и вызываемые ими деформации могут возникать при действии на тело внешних сил растяжения, сжатия и т.д., а также в результате

фазовых /структурных/ превращений, усадки и других процессов, протекающих в металле, связанных с изменением объема.

Процесс пластической деформации является основой обработки металлов. Пластическая деформация, каким бы способом она не производилась /растяжением, сжатием, изгибом, прокаткой, волочением и т.д./ вызывает искажение кристаллической решетки, изменяет форму зерен и, образуя структуру, приводит к изменению всех свойств металлов и сплавов.

Характеристики прочности /твердость, предел прочности с увеличением степени пластической деформации растут; характеристики пластичности и вязкости /относительное удлинение, относительное сужение, ударная вязкость/ падает.

В процессе пластической деформации изменяются многие физические свойства: уменьшается удельный вес, сопротивляемость коррозии, магнитная проницаемость и т.д.

Упрочнение металлов и сплавов, полученное в процессе пластической деформации, называется нагартовкой или наклепом.

Пластически деформированный металл по сравнению с недеформированным будет находиться в равновесном, термодинамически неустойчивом состоянии. Поэтому даже при комнатных температурах в нагартованном материале протекают самопроизвольные процессы, приводящие деформированный металл в более устойчивое состояние, например, процессы старения.

При повышенных температурах эти процессы протекают быстрее. При незначительном нагревании исчезают упругие искажения кристаллической решетки, что вызывает некоторое снижение прочности и повышение пластичности нагартованного материала. Структура при этом не изменяется.

Частичное восстановление механических свойств /на 20-30%/ за счет снятия упругих искажений кристаллической решетки без заметного изменения структуры называется отдыхом или возвратом.

При более высоких температурах, определенных для каждого материала, начинается процесс образования новых зерен, взамен волокнистой структуры. При этом происходит полное разупрочнение деформированного материала. Механические и физические свойства приобретают прежние значения. Этот процесс называется рекристаллизацией.

Температура рекристаллизации зависит от природы основного металла, наличия и количества легирующих элементов, степени предшествующей деформации. Чем больше степень деформации, тем сильнее измельчается структура, тем меньше ее устойчивость, тем больше ее стремление принять устойчивое состояние. Следовательно, большая степень деформации облегчает процесс рекристаллизации. При большей степени деформации для чистых металлов минимальная температура рекристаллизации  $T_{рек} = 0,4T_{пл}$ . Для сплавов  $T_{рек} = /0,6 - 0,8/T_{пл}$ , где  $T_{пл}$  - абсолютная температура плавления.

Процессы рекристаллизации подчиняются общим законам кристаллизации, т.е. протекают путем возникновения новых зародышей /центров кристаллизации/ и последующего их роста.

Процесс рекристаллизации связан с большой подвижностью атомов и требует для своего развития перемещения атомов от одного зерна к другому.

Та стадия рекристаллизации, при которой все деформированные зерна заменяются новыми стабильными, называется рекристаллизацией обработки. При более высоких температурах начинается собирательная рекристаллизация, которая заключается в росте крупных зерен за счет поглощения мелких, термодинамически менее устойчивых зерен. Температура рекристаллизации имеет огромное практическое значение.

Чтобы пластическая деформация создавала в материале упрочнение /наклеп/, она должна осуществляться при температурах ниже температуры рекристаллизации. Такая обработка называется холодной.

Если же обработка давлением осуществляется при температурах выше температуры рекристаллизации, то возникающее при деформации упрочнение будет сниматься процессом рекристаллизации и материал разупрочняется. Такая обработка давлением называется горячей.

В результате горячей обработки давлением наклепа не возникает. Температуру горячей обработки давлением выбирают значительно выше температуры рекристаллизации, т.к. при практически применяемых скоростях деформации процесс рекристаллизации при низких температурах за короткое время не успевает устранять упрочнение, полученное в процессе обработки плавлением.

Величина зерна после рекристаллизации зависит от температуры рекристаллизационного отжига и степени предшествующей пластической деформации.

Чем выше температура рекристаллизационного отжига, тем больше величина зерна. При определенной степени деформации, после рекристаллизационного отжига, можно получить крупное зерно. Степень деформации, при которой получают крупное зерно после процесса рекристаллизации называется критической степенью деформации. Для большинства металлов и сплавов она составляет от 3 до 15%.

Критической степени деформации следует избегать, т.к. она после рекристаллизационного отжига, применяемого для снятия наклепа, дает крупнозернистую структуру, обладающую пониженной ударной вязкостью.

#### ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:

1. Электрические муфельные печи.
2. Образцы из малоуглеродистой стали.
3. Микрошлифы, изготовленные из той же стали, что и образцы до пластической деформации, после холодной пластической деформации на степень 50-70% и после рекристаллизационного отжига при 500 и 700°C в течение 45 мин.
4. Твердомер ТК-2.
5. Твердомер ТШ-2.
6. Микроскоп металлографический.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Произвести холодную пластическую деформацию на приборе Бринелля путем вдавливания стального закаленного шарика диаметром 10 мм с нагрузкой 187, 250, 500, 1000 и 2000 кг на одном образце и с нагрузкой 2000 кг на четырех образцах стали 10.
2. Измерить твердость пластически деформированного на различную степень образца и исходной структуры. Замер твердости производить с нагрузкой 100 кг на приборе Роквелла в центре каждого сферического отпечатка и на недеформированной поверхности.
3. После пластической деформации с нагрузкой 2000 кг произвести отжиг образцов. Для этого заложить по одному образцу в печи, предварительно нагретые до 400, 550, 650, 750°C на 45 мин. После выдержки замерить твердость в центре сферического отпечатка на приборе Роквелла.
4. Результаты замера твердости образцов после пластической деформации и после проведения отжига записать в таблицу.

5. По данным таблицы построить график влияния холодной деформации на твердость малоуглеродистой стали и график влияния температуры нагрева на твердость пластически деформированной малоуглеродистой стали.
6. Зарисовать структуру стали 10 до пластической деформации, после холодной пластической деформации и после рекристаллизационного отжига.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

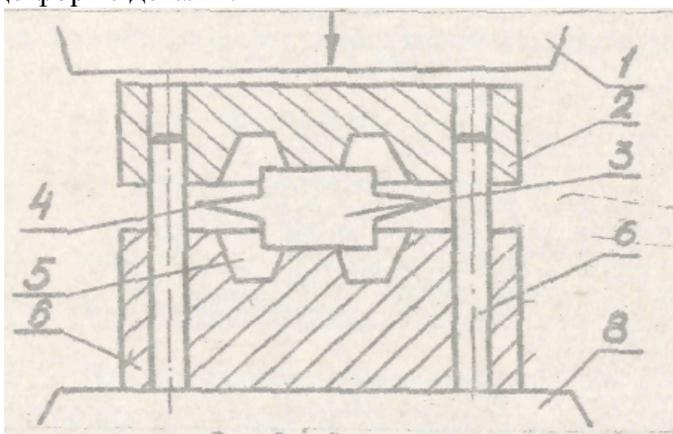
1. Что называется пластической деформацией?
2. Как изменяются характеристики прочности с изменением степени пластической деформации?
3. Что называется наклепом, возвратом, отдыхом, рекристаллизацией?
4. Как влияет температура отжига на процесс рекристаллизации?

### Лабораторная работа №5.

#### Конструирование штампа и расчет исходной заготовки

Цель работы: Ознакомить студента с методикой расчета штампа для штамповки несложной конфигурации деталей.

Штампы состоят из двух частей - верхней и нижней половин, в которых имеются полости, соответствующие форме детали.



Штамп для объемной штамповки

1-падающая часть молота, 2- верхняя половина штампа, 3-заготовка, 4-заусенец, 5-полость штампа (ручей). 6-направляющая штампа, 7-нижняя половина штампа. 8-шабот молота.

Открытые штампы характеризуются тем, что они имеют так называемый заусенец. Заусенец служит для вытекания излишнего металла при штамповке. Ввиду того, что зазор между ручьем и заусенцем очень мал, заполнение заусенца металлом происходит только после заполнения ручья, благодаря чему ручей заполняется полностью.

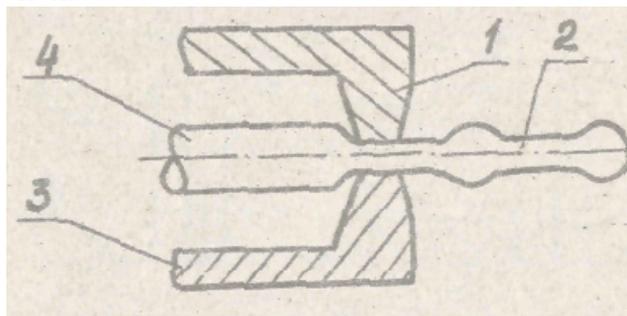
При штамповке простейших поковок используют одноручьевые штампы. При штамповке поковок сложной конфигурации необходимо подготовить исходную заготовку в целях приближения ее формы к конфигурации готовой поковки. Эти подготовительные операции осуществляют при помощи заготовительных ручьев в многоручьевом штампе или в отдельных штампах.

Исходным материалом для получения поковок длиной меньше 300 мм и весом менее 2500 г. обычно является пруток, от которого на отрезном штампе отрезают поковку.

Для поковок размером до 400 мм и весом до 3000 г используют парковую заготовку, а более крупные - штампуют из штучной заготовки.

В зависимости от конфигурации поковки применяют следующие виды ручьев:

## I. Ручей отрезной - нож.



Отрезной ручей

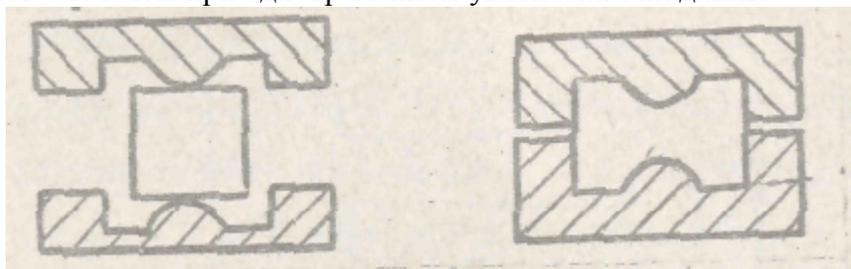
1-верхняя половина штампа, 2-поковка, 3-нижняя половина штампа, 4-заготовка

Отрезной ручей служит для отделения готовой поковки от прутка.

2. Ручьи заготовительные:

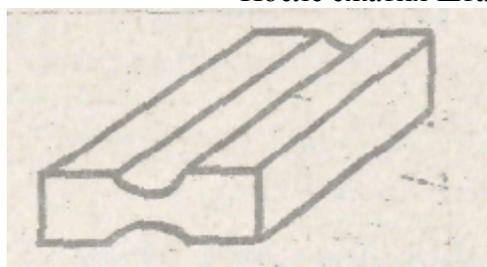
а) Формовочный ручей служит для придания заготовке формы, соответствующей форме поковки в плоскости разреза.

б) Протяжной ручей служит для уменьшения площадей поперечного сечения отдельных участков заготовки при одновременном увеличении их длины.



До начала штамповки

После сжатия штампа



Полученная поковка  
Формовочный ручей



Протяжкой ручей

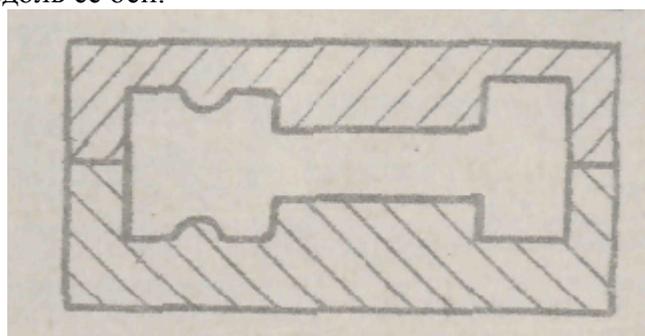
в) Подкатный ручей служит для значительного увеличения одних поперечных сечений заготовки за счет уменьшения других.



Подкатной ручей

Полученная поковка

г) Пережимной ручей служит для уширения заготовки поперек оси, если при этом не требуется больших изменений величина площади поперечных сечений заготовки с перемещением металла вдоль ее оси.



Пережимной ручей

д) Гибочный ручей служит для изгиба заготовки и придания ей формы, соответствующей форме поковки в плоскости разъема.



Гибочный ручей

### 3. Ручьи штамповочные:

а) Предварительный (черновой) ручей служит для получения поковки близкой по форме с заданной. Применяют в тех случаях, когда штампуемое изделие имеет очень сложную форму.

б) Окончательный ручей служит для получения готовой поковки (с заусенцем) и представляет собой точное отображение последней, но размерами, большими на величину усадки металла при остывании (1.5%).

Окончательный ручей имеет по плоскости разъема канавку для заусенца, остальные ручьи ее не имеют.

Выбор того или иного вида ручья зависит от сложности формы поковки, ее размеров. При конструировании поковки необходимо соблюдать следующие условия:

1. Геометрическая форма штампуемой детали должна обеспечивать возможность ее выема из штампа.

2. Разъем детали должен быть таким, чтобы контуры верхней и нижней половин штампа совпадали.

3. Разъем детали должен проходить по простому, а не сложному контуру.

4. Разъем детали должен так проходить, чтобы деталь имела наименьшую глубину и наибольшую ширину.

5. Для лучшего заполнения ручья и последующего выема заготовки боковые поверхности должны иметь штамповочные уклоны. Их берут от 5 до 15°. Уклоны внутренних поверхностей изготавливают несколько большими, чем наружные.

6. Переходы от одной поверхности к другой осуществляются по закруглениям. Радиусы закруглений берут от 1,5 до 12 мм, причем наружные радиусы в 3-4 раза делают меньше внутренних.

В соответствии с эскизом детали вычерчивается эскиз поковки, на котором указывается плоскость разъема, штамповочные уклоны и закругления.

Необходимо набрать ручьи и дать их эскизы. На основании эскиза поковки производится расчет веса исходного материала, необходимого для получения поковки по формуле:

$$G_{исх} = G_n + G_з + G_{уг}$$

где  $G_{исх}$  - вес исходного материала, г;

$G_n$  - вес поковки, г;

$G_з$  - вес отхода в заусенец, г;

$G_{уг}$  - вес угара при нагреве, г;

Вес поковки можно определить по размерам эскиза, разбив фигуру поковки на элементарные объемы и просуммировав их.

$$G_n = \gamma \cdot \Sigma \cdot \Delta V$$

где  $\gamma$  - удельный вес металла, г/см<sup>3</sup>;

$\Delta V$  - элементарный объем поковки, см<sup>3</sup>.

Вес отхода в заусенец определяется из выражения

$$G_з = (0,5 \div 0,8) \cdot \gamma \cdot f_з \cdot S$$

где  $\gamma$  - уд.вес металла. Сталь 7,8 г/см<sup>3</sup>, медь 8,9 г/см<sup>3</sup>, алюминий 2,7 г/см<sup>3</sup>;

$S$  - периметр поковки по линии разъема, см;

$f_з$  - площадь сечения канавки заусенца, см<sup>2</sup>.

Таблица Площадь сечения канавки заусенца

|                                |   |     |   |              |   |              |
|--------------------------------|---|-----|---|--------------|---|--------------|
| Вес поковки, г                 | ! | 500 | ! | 5000 + 12000 | ! | 40000-100000 |
| Значения $f_з$ см <sup>2</sup> | ! | 1,1 | ! | 3,2          | ! | 11,2         |

Вес угара принимает 3+4% от веса поковки  $G_n$ . Значение коэффициента (0,5÷0,8) следует выбирать, исходя из сложности конфигурации поковки. Большее значение коэффициента принимают для деталей сложной конфигурации.

По найденному значению веса поковки определяем объем исходной заготовки

$$V_{исх} = \frac{G_{исх}}{\gamma}$$

и находим размеры исходной заготовки.

$$F_{исх} = \frac{(1,05 \div 1,3) \cdot V_{исх}}{l_n}$$

Где  $l_n$  - длина поковки (значением длины поковки задаемся)

Для фигурных поковок, площади поперечных сечений которых резко отличается по длине, размеры исходной заготовки определяют, задаваясь поперечным сечением.

$$l_n = \frac{(1,05 \div 1,3) \cdot V_{\text{исх}}}{(0,6 \div 1,0) \cdot F_{\text{max}}}$$

Где  $F_{\text{max}}$  - максимальное поперечное сечение поковки, включая сечение заусенца.

Размеры и поперечное сечение для поковок, изготовляемых осадкой заготовки в торец, устанавливают из вычисленного объема так, чтобы соблюсти соотношение

$$1,25 < \frac{l}{d} < 2,5$$

В соответствии с полученными значениями длины и поперечного сечения дать эскиз исходной заготовки.

Вес падавших частей молота, а следовательно марку молота ориентировочно определяют по табл.7, исходя из веса исходной заготовки.

Таблица

Вес падавших частей молота в зависимости от веса заготовки

|                             |    |   |      |   |          |
|-----------------------------|----|---|------|---|----------|
| Вес исходной заготовки      | кг | ! | 0,5+ | ! | 40 - 100 |
| Вес падавших частей молота, | т! |   | 1    | ! | 7 - 10   |

Порядок выполнения задания:

1. Внимательно изучить методические указания.
2. Произвести необходимые измерения детали.
3. Вычертить эскиз детали, дать краткую запись расчетов.
4. Вычертить эскиз поковки и эскиз исходной заготовки.

Отчет должен содержать эскизы деталей, поковки и исходной заготовки. Необходимо показать эскизами последовательность формообразования (ручья). Отчет должен содержать все расчеты. Эскизы выполняются в соответствии с требованиями ГОСТа.

Вопросы для самоконтроля.

1. В чем заключается процесс объемной штамповки?
2. Какой инструмент применяют для объемной штамповки?
3. Какими могут быть штампа в зависимости от сложности поковки?
4. Какие различает ручки и каково их назначение?
5. Как определить размеры исходной заготовки для объемной штамповки?

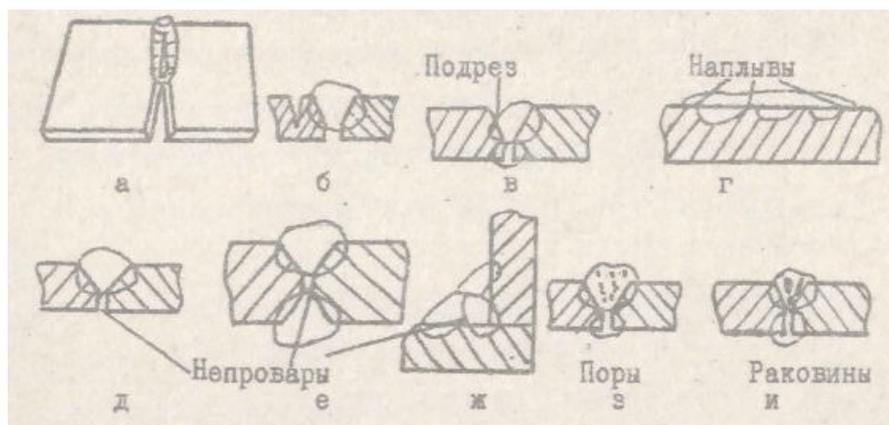
Лабораторная работа №6.

Контроль качества сварного шва металлографическим методом

Цель работы: Изучить наружные и внутренние дефекты сварных швов и ознакомиться с методами их выявления.

По расположению в шве дефекты подразделяется на наружные и внутренние. К наружным дефектам относят продольные и поперечные трещины, подрезы, кратеры, остатки шлака, неровную поверхность шва, наплывы и др.

Трещины чаще всего образуются из-за внутренних напряжений, возникающих вследствие неравномерного нагрева и охлаждения металла, изменения его структуры при сварке и наличия, в нем повышенного содержания серы, фосфора, водорода, кислорода и др.



Дефекты сварочных швов.

Подрез (рис.в) характеризуется наличием канавки у края шва. Подрезы получают при сварке током большой силы или горелкой большой мощности.

Наплывы (рис.г) образуются при слишком быстром плавлении электрода или присадочной проволоки и при недостаточной прогретости свариваемого металла.

Кратеры (незаплавленные углубления), остатки шлака и неровная поверхность шва появляется при низкой квалификации или небрежности сварщика.

К внутренним дефектам относят внутренние трещины, непровар корня шва или его кромки, поры, шлаковые включения, раковины, пережог металла шва и др. Внутренние трещины обычно возникают по тем же причинам, что и наружные.

Непровар корня шва или его кромки (рис. д,е,ж,) характеризуется плохим сплавлением или даже отсутствием сцепления направленного металла с основным металлом. Этот дефект возникает из-за плохого прогрева свариваемого металла, некачественной разделки кромок (малый угол среза), недостаточного зазора между свариваемыми деталями, малого тока или малой мощности горелки, из-за слишком большой скорости сварки.

Поры (рис. в) чаще заполнены газом (водородом, окисью углерода и др.) и образуется преимущественно из-за влажности электродного покрытия или неправильной регулировки газовой горелки, плохой очистки свариваемой поверхности от грязи, масла, ржавчины и окалины.

Шлаковые включения - раковины (рис.и) наблюдаются при сварке длинной дугой или окислительным пламенем. При такой сварке из-за недостаточного прогрева жидкого металла он недостаточно интенсивно перемешивается, быстро затвердевает и из него плохо удаляется шлак.

Пережог представляет собой окисленный крупнозернистый металл шва, который возникает вследствие применения тока большой силы или горелки большой мощности, сильноокислительной среды, медленного перемещения электрода или горелки.

Наружные дефекты швов обычно контролируют визуально или через лупу при небольшом увеличении (в 10..20 раз). Иногда, например, для выявления трещин прибегают к травлению шва 10%--ным раствором азотной кислоты.

Для обнаружения внутренних дефектов сварных швов применяют просвечивание шва рентгеновскими или гамма-лучами (трещины, непровары, поры, шлаковые включения), ультразвуковой метод ( трещины, поры), магнитный метод ( трещины, непровары), металлографический метод и др.

Плотность швов, т.е. их непроницаемость, проверяют гидравлическим или пневматическим нагружением сварных изделий (баков) или керосиновой пробой. При первых двух методах контроля дефектные места устанавливают по течи воды или выделению пузырьков воздуха через сварной шов. При последнем методе сварной шов покрывает меловой обмазкой, а противоположную сторону сварного соединения смачивают керосином. Если шов неплотный, на меловой обмазке выступит керосин.

В настоящей работе использован металлографический метод, при котором изделие разрезают вдоль и поперек шва или вырезают из него образцы. Затем это изделие или образцы шлифуют, полируют, травят и выполняют макро- и микроанализ.

Макроанализ внутренних дефектов шва по разрезу детали или вырезанным образцам проводят визуально или через линзу при небольшом увеличении, что позволяет обнаружить трещины, поры, раковины, шлаковые включения, непровары, границу раздела шва и основного металла, дендритность шва - направленность и величину столбчатых кристаллов. Вдоль самих столбчатых кристаллов и в местах окончания их кристаллизации нередко получается трещины.

При микроанализе, который выполняют на микроскопе при увеличении в 100..1000 раз, в структуре шва можно обнаружить микротрещины, перегрев или пережог металла, границу раздела шва и основного металла.

Порядок выполнения работы. 1. Осмотреть дефектные и бездефектные образцы сварных соединений, заполненных различными способами сварки (ручная и автоматическая дуговая и газовая).

2. Получить для исследования комплект макро- и микрошлифов сварных швов с различными наружными и внутренними дефектами (трещины, подрезы, кратеры, шлаковые включения, наплывы, поры, непровары, пережог и дендритность) и бездефектов с указанием химического состава металла шва и основного металла, лупу и металлографический микроскоп.

3. Изучить и зарисовать наружные дефекты сварных швов.

4. Изучить и зарисовать макро- и микроструктуру внутренних дефектов сварных швов.

5. Изучить и зарисовать макро- и микроструктуру качественного сварного шва.

6. При исследовании отметить вид дефекта, указать его размер, место расположения и причину возникновения, определить границу раздела шва и основного металла (по макро- и микроструктуре) и дать оценку дефектной и качественной структуры сварного шва.

7. Результаты исследований внести в протокол отчета.

Содержание отчета. В отчет необходим включить: описание основных дефектов сварных соединений и причины их образования; рисунки наружных дефектов, макро-, микроструктуру внутренних дефектов и качественного шва и их описание. В выводах по работе дать сравнительную оценку изученным сварным швам, указать какие дефекты наиболее опасны и какой должна быть макро- и микроструктура качественного шва.

Вопросы для самоконтроля.

1. Основные виды сварных соединений.
2. Классификация сварных швов на положение в пространстве.
3. Основные дефекты сварных соединений.
4. Как влияют дефекты на прочность сварных соединений?
5. Что такое зона термического влияния?
6. Чем определяются размеры зоны термического влияния?
7. Какие участки сварного шва обладают наибольшей хрупкостью или повышенными механическими свойствами?
8. Что является причиной образования трещин в сварных соединениях?

#### Лабораторная работа №7.

##### Литье в металлические формы /кокили/и конструкция кокилей

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ;** Ознакомиться со способом литья в металлические формы с технологической оснасткой. Изучить технологический процесс изготовления отливки.

Литье в металлические формы является одним из прогрессивных способов получения отливок. Сущность процесса состоит в многократном применении

металлической формы, имеющей гораздо более высокую стойкость, чем обычная глинистая форма. Высокая прочность материала металлической формы позволяет выполнять рабочие полости формы с более точными, стабильными размерами и соответственно получать отливки размерами до 3-го класса точности. Минимальное физико-химическое взаимодействие металла и формы способствует повышению качества поверхности и полностью устраняет пригар. Шероховатость поверхности отливки может достигать  $R_z 40$ ,  $R_z 10$ . Благодаря высокой теплопроводности материала формы тепло быстро отводится от отливки, что повышает скорость ее затвердевания и положительно сказывается на ее механических свойствах. Отличительные особенности формирования отливки в металлической форме по сравнению с обычной песчано-глинистой формой следующие:

1. Процессы заполнения формы и затвердевания отливки протекают при высокой интенсивности теплового взаимодействия между отливкой и формой, жидкий металл и затвердевающая отливка охлаждаются быстрее, чем в песчано-глинистой форме. Повышенная скорость охлаждения в одних случаях способствует улучшению качества отливки, а в других, например, при литье чугуна, вызывает образование отбела на поверхности отливки, что затрудняет механическую обработку или требует термообработки.

2. Металлическая форма практически не обладает газопроницаемостью, поэтому расположение отливки в форме, способ подвода металла и конструкция формы должны обеспечивать удаление воздуха и газов при ее заливке.

3. Металлическая форма неподатлива, т.е. оказывает значительное сопротивление усадке отливки, что затрудняет извлечение ее из формы, а также может вызвать появление внутренних напряжений, коробление и трещины в отливке.

Металлические формы можно разделить на несколько типов по их конструктивным особенностям. Металлические формы бывают:

- а/ неразъемные или вытряхные
- б/ с вертикальной плоскостью разъема
- в/ с горизонтальной плоскостью разъема
- г/ со сложной поверхностью разъема.

Неразъемные или вытряхные формы, применяются в тех случаях, когда конструкция отливки позволит удалить ее после заливки в месте с литниками из плоскости формы без ее разъема. Обычно эти отливки имеют простую конфигурацию. Формы с вертикальной плоскостью разъема состоят из полуформ, отливка может располагаться целиком в одной из полуформ, двух полуформах. Формы с горизонтальной плоскостью разъема применяют преимущественно для простых по конфигурации и крупногабаритных отливок и в отдельных случаях для отливки весьма сложной конфигурации. В формах со сложной поверхностью разъема изготавливают отливки сложной конфигурации, при этом применяют различные способы разъема формы для извлечения отливки.

Металлические формы могут разделяться на формы:

- 1. Без стержней
- 2. с металлическими стержнями
- 3. с песчаными стержнями
- 4. с металлическими и песчаными стержнями

По сравнению с литьем в песчаные формы литье в металлические формы имеет следующие преимущества:

- 1. многократное использование формы
- 2. повышение точности размеров отливок, уменьшение шероховатости отливки, что позволяет снизить припуск на механическую обработку в 2-3 раза, а иногда и полностью устранить ее. Это увеличивает выход годности до 75—90%.

3. Повышение плотности отливки, улучшение ее структуры, на 15-30% возрастают механические свойства.

4. Сокращение, а во многих случаях полное исключение расхода формовочных и стержневых смесей.

5. Исключение трудоемких операций формовки, сборки и выборки форм. Это создает условия для полной механизации и автоматизации процесса, роста производительности труда.

Наряду с этим литье в металлические формы имеет недостатки:

1. Высокая стоимость кокиля, сложность и длительность его изготовления.

2. Плохая заполняемость форм при изготовлении тонкостенных /2,5 - 3 мм/ протяженных отливок вследствие высокой теплопроводности формы.

3. Высокая, сравнительно с песчанкой формой, скорость охлаждения может привести к неравномерным по сечению стенки отливки свойствам, а в чугуновых отливках к отбелу.

4. Трудность получения отливок с поднутрениями, для выполнения которых необходимо применять стержни и вставки.

Литье в кокиль применяется только в серийном и массовом производстве.

Оборудование, материалы, инструменты:

1. Кокили различных конструкций.

2. Отливки, полученные в данных кокилях.

3. Расплавленный парафин, цветной сплав.

**ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ;**

1. Изучить теоретическую часть работы /кратко описать сущность процесса.

2. Собрать кокиль и залить их парафином.

3. После охлаждения отливок, извлечь их из кокилей.

4. По указанию преподавателя зарисовать конструкции 2-х кокилей и полученные в них отливки.

Вопросы для самоконтроля.

1. Как классифицируются кокили по конструктивным признакам?

2. Перечислите преимущества отливок, полученных литьем в металлические формы.

3. Перечислите недостатки отливок, полученных литьем в металлические формы.

4. Почему при литье в кокили снижается жидкотекучесть?

5. Почему металлическая форма препятствует образованию в отливке усадки?

6. Почему структура отливки, полученной литьем в металлические формы, имеет мелкозернистое строение?

### **3 Методические указания (рекомендации)**

#### **3.1 Методические указания для преподавателей**

Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» относится к циклу общепрофессиональных дисциплин, региональная компонента. Для изучения дисциплины предусмотрена аудиторная и самостоятельная формы работы.

В пунктах 4 и 6 рабочей программы приведены формы текущего, итогового контроля и форма самостоятельной работы. К аудиторным видам работы относятся лекции и лабораторные занятия.

На лекциях излагается основной материал по темам дисциплины. Подготовка лекции непосредственно начинается с разработки структуры рабочего лекционного курса по конкретной дисциплине. Количество лекций определяется с учетом общего количества часов, отведенных для лекционной работы.

Структура лекционного курса обычно включает в себя вступительную, основную и заключительную части. После определения структуры лекционного курса по темам можно приступить к подготовке той или иной конкретной лекции.

Методика работы над лекцией предполагает примерно следующие этапы:

- выяснение того, что и в каком объёме было изучено студентами ранее по родственным дисциплинам;
- определение места изучаемой дисциплины в учебном процессе подготовки специалиста;
- отбор материала для лекции;
- определение объема и содержания лекции;
- выбор последовательности и логики изложения, составление плана лекции;
- подбор иллюстративного материала;
- выработка манеры чтения лекции.

Отбор материала для лекции определяется ее темой. Следует тщательно ознакомиться с содержанием темы в базовой учебной литературе, которой пользуются студенты. Выяснить, какие аспекты изучаемой проблемы хорошо изложены, какие данные устарели и требуют корректировки. Следует определить вопросы, выносимые на лекцию, обдумать обобщения, которые необходимо сделать, выделить спорные взгляды и четко сформулировать свою точку зрения на них.

Определение объема и содержания лекции – ещё один важный этап подготовки лекции, определяющий темп изложения материала. Это обусловлено ограниченностью временных рамок, определяющих учебные часы на каждую дисциплину. Не рекомендуется идти по пути планирования чтения на лекциях всего предусмотренного программой материала в ущерб полноте изложения основных вопросов. Лекция должна содержать столько информации, сколько может быть усвоено аудиторией в отведенное время. Лекцию нужно разгружать от части материала, переносить его на самостоятельное изучение. Самостоятельно изученный студентами материал, наряду с лекционным, выносится на экзамен. Если лекция будет прекрасно подготовлена, но перегружена фактическим (статистическим, и т.п.) материалом, то она будет малоэффективной и не достигнет поставленной цели.

Кроме того, при выборе объема лекции необходимо учитывать возможность «среднего» студента записать ту информацию, которую он должен обязательно усвоить. Приступая к решению вопроса об объеме и содержании лекции, следует учитывать ряд особенных, специфических черт этого вида занятия, в том числе и дидактическую характеристику лекции. Лекция входит органичной частью в систему учебных занятий и должна быть содержательно увязана с их комплексом, с характером учебной дисциплины, а также с образовательными возможностями других форм обучения.

Содержание лекции должно отвечать ряду дидактических принципов. Основными из них являются: целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность.

После определения объёма и содержания лекции, необходимо с современных позиций проанализировать состояние проблемы, изложенной в учебных материалах, и составить расширенный план лекции.

Основные этапы планирования и подготовки занятий:

- Разработка системы занятий по теме или разделу.
- Определение задач и целей занятия.
- Определение оптимального объема учебного материала, расчленение на ряд законченных в смысловом отношении блоков, частей.
- Разработка структуры занятия, определение его типа и методов обучения.
- Нахождение связей данного материала с другими дисциплинами и использование этих связей при изучении нового материала.
- Подбор дидактических средств (фильмов, карточек, плакатов, схем, вспомогательной литературы).
- Определение форм и методов контроля знаний студентов.
- Определение самостоятельной работы по данной теме.

В учебном плане по каждой дисциплине имеется графа «Самостоятельная работа» с указанием количества часов, отведенных на эту работу. В рабочей программе дисциплины предусмотрен раздел «Самостоятельная работа», в котором должны быть изложены:

1. Количество часов, выделенных в учебном плане на самостоятельную работу.
2. Число заданий на самостоятельную работу, которое студент должен выполнить в процессе изучения дисциплины.
3. Краткое содержание каждого задания.
4. Сроки и формы промежуточного контроля по выполненным заданиям.

Все виды самостоятельной работы, предусмотренные в рабочей программе по каждой дисциплине, должны быть обеспечены методическими указаниями, являющимися неотъемлемой частью методического обеспечения читаемой дисциплины.

В ходе самостоятельной работы студент осваивает теоретический материал по дисциплине (освоение лекционного курса, а также освоение отдельных тем), закрепляет знание теоретического материала подготовка и выполнение работ по физическому практикуму и выполнение расчетно-графических работ.

К видам самостоятельной работы в пределах данной дисциплины относятся:

- 1) написание конспектов по темам,
- 2) подготовка к контролирующему тесту по модулю,
- 3) подготовка к лабораторным работам,
- 4) подготовка к зачёту по дисциплине.

Перед выдачей заданий на самостоятельную работу преподаватель читает вводную лекцию, в которой излагаются:

1. Тема задания, алгоритм его выполнения.
2. Перечень литературы, необходимой для выполнения задания.
3. Комплекс задач, которые студент обязан решить.
4. Порядок текущего контроля за выполнением самостоятельной работы.
5. Краткое содержание методических указаний по выполнению самостоятельной работы и место, где можно получить эти методические указания.
6. Форма представления выполненного варианта задания.
7. Методика контроля по выполненному заданию .

Критериями оценки результатов работы студентов в течение студента являются: уровень освоения студентом учебного материала, умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач, обосновать четкость изложения ответов. По окончании курса студенты обязаны сдать зачет. Сроки проведения итогового контроля устанавливается графиком учебного процесса. При проведении итогового контроля по дисциплине преподаватель должен оценить уровень сформированности у студентов умений и навыков при освоении программы дисциплины.

### **3.2 Методические указания для студентов**

В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать не только опорные конспекты, но и учебники и учебные пособия. Перед каждой лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции.

Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам.

1. Лабораторные работы выполняются бригадой, состоящей из 3 студентов.
2. Подготовка к лабораторным работам требует достаточное количество времени, поэтому целесообразно планировать ее заранее!

3. Каждому занятию предшествует предварительная подготовка студента, которая включает в себя: а) ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическим указаниям к ней; б) проработку теоретической части по учебникам, рекомендованным в методических указаниях; в) подготовка отчета по лабораторной работе.

Отчет должен содержать:

- 1) название лабораторной работы;
- 2) цель;
- 3) приборы и принадлежности;
- 4) таблицу для занесения результатов (при необходимости);
- 5) теоретическую часть (основные понятия и законы);
- 6) описание опыта и установки.

Теоретическая часть должна быть краткой, занимать не более листа. Она должна содержать основные положения, законы, лежащие в основе изучаемого материала. Студент должен помнить, что методические указания к лабораторным работам являются только основой для их выполнения. Теоретическую подготовку к каждой лабораторной работе необходимо осуществлять с помощью учебной литературы.

4. Оформление результатов работы производится в **личном лабораторном журнале** студента. Утерянный лабораторный журнал подлежит восстановлению.

5. Перед выполнением эксперимента студент должен получить допуск к работе. Для получения допуска студент должен пройти собеседование с преподавателем и ответить на следующие вопросы:

- какова цель экспериментальной задачи? Каковы основы теории изучаемого материала, основные понятия и определения.
- каков принцип работы экспериментальной установки?
- каковы основные этапы эксперимента.

5. Получив допуск, выполнить эксперимент с соблюдением его методики и правил техники безопасности. Занести данные измерений в таблицы отчета.

После выполнения эксперимента студент должен получить отметку преподавателя о выполнении работы. Без **подписи** преподавателя работа не считается выполненной.

6. Зарисовать структуры и заполнить таблицы. Отчет должен быть оформлен аккуратно: рисунки и таблицы следует выполнять **по линейке**.

7. Для получения зачета по работе необходимо представить преподавателю оформленный отчет со всеми необходимыми расчетами, таблицами и рисунками и защитить его в ходе последующего собеседования. Для получения зачета студент представляет преподавателю оформленный отчет.

8. Если студент не выполнил лабораторную работу, то на следующем занятии он выполняет с л е д у ю щ у ю по графику работу. Пропущенную работу можно выполнить в течение семестра, предварительно получив допуск у преподавателя.

9. Следует своевременно сдавать выполненные работы: не д о п у с к а е т с я выполнение следующей работы при наличии двух выполненных, но не зачтенных работ.

### **3.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов.

Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется государственным образовательным стандартом, действующим учебным планом, рабочей программой дисциплины, средствами обеспечения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа – это важнейшая часть любого образования. Для студента она начинается с первых дней учебы в высшем учебном заведении. Это работа, которую за него никто не в состоянии выполнить и обязанность преподавателя – научить студента самостоятельно трудиться, самостоятельно пополнять запас знаний.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

### Самостоятельная работа студента при подготовке и изучению лекционного материала.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. Внимательное слушание требует умственного напряжения, волевых усилий. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Из сказанного следует, что для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать.

Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектировать необходимо только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы, то есть то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Необходимо отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Более подробно записывать основную информацию и кратко – дополнительную. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. По возможности записи вести своими словами, своими формулировками. Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Поскольку в этом случае студент не учится мыслить и анализировать услышанное, и лекция превращается в механический процесс.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи и рисунки, схемы и графики, цитаты и биографии выдающихся ученых и т.д. Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись.

Рабочей программой дисциплины предусматривается самостоятельное изучение определенных тем, приведенных в пункте 9.2, и их конспектирование. При составлении конспектов можно пользоваться теми же принципами, что при написании лектора. Не нужно полнотекстовое копирование, научитесь в процессе конспектирования разбивать текст на смысловые части и заменять их содержание короткими фразами и формулировками.

### Самостоятельная работа при выполнении лабораторных работ.

Главные задачи лабораторных работ таковы:

- 1) освоение методики изучения структур;
- 2) изучение устройства и принципов работы приборов;
- 3) приобретение навыков работы на лабораторном оборудовании.

Прежде, чем приступить к выполнению лабораторной работы, необходимо внимательно ознакомиться с её методическим описанием. Методические описания содержат:

- 1) название работы, ее цель;
- 2) перечень приборов и принадлежностей;
- 3) общую теоретическую часть ;
- 4) методику проведения работы;
- 5) контрольные вопросы.

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на самостоятельную подготовку: описание работы в индивидуальном лабораторном журнале, подготовка к допуску работы, самостоятельная обработка полученных результатов их анализ, формулировка выводов по проделанной работе, подготовка к защите теоретической части работы.

Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время. Если студент приступает к работе без чёткого представления о теории изучаемого вопроса, он не может «узнать в лицо» явление, не сумеет отделить изучаемый эффект от случайных помех, а также окажется не в состоянии судить об исправности и неисправности установки. Поэтому этапу выполнения работы предшествует «допуск к работе». Этот этап необходим и по той причине, что в лабораторном практикуме часто изучаются темы еще не прочитанные на лекциях и даже не включенные в лекционный курс. Для облегчения подготовки к сдаче теоретического материала полезно ответить на контрольные вопросы, сформулированные в методическом описании.

Для успешного выполнения лабораторной работы студенту необходимо разобраться в устройстве прибора. Если в лабораторной работе исследуется зависимость одной величины от другой, эту зависимость следует представить графически. Число точек на различных участках кривой и масштабы выбираются с таким расчетом, чтобы наглядно были видны места изгибов, экстремумов и скачков.

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета.

#### Самостоятельная работа студента при подготовке к контролирующим тестам, зачету.

В высшей школе студент должен прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей.

К формам учета знаний по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» кроме зачета, рабочей программой предусмотрены также контролирующие тесты по модулям.

Согласно рабочей программе по дисциплине контролирующий тест проводится по темам соответствующих модулей. В каждом тестовом задании от 7 до 10 заданий. Цель тестирования - способствовать повышению эффективности обучения учащихся, выявить уровень усвоенных теоретических знаний, выявить практические умения и аналитические способности студентов. Тест позволяет определить, какой уровень усвоения знаний у того или иного учащегося, т.е. определить пробелы в обучении. А на основе этого идет коррекция процесса обучения и планируются последующие этапы учебного процесса. При подготовке к контролируемому тесту необходимо повторить теоретический материал по определенным темам.

Зачет – форма итоговой проверки и оценки полноты и прочности знаний студентов, а также сформированности умений и навыков; проводится в виде собеседования по важнейшим вопросам каждого раздела изученного курса или по курсу в целом в индивидуальном порядке. Может проводиться с применением тестирования.

Основная цель подготовки к зачету — достичь понимания материала, а не только механически заучить материал. Но все же довольно много вещей придется просто выучить. При этом следует учитывать индивидуальные особенности. К примеру, если у студента зрительный тип памяти, тогда следует уделить особое внимание внешней форме краткого конспекта — недопустим небрежный, неразборчивый, мелкий почерк. Формулы должны быть отделены от текста некоторым пространством, чтобы «бросаться в глаза»

сразу. Конечно, аккуратный конспект потребует несколько большего времени, но в итоге время на заучивание сократится, что позволит эффективнее подготовиться к зачету. Если у студента слуховой тип памяти, следует проговаривать наиболее важную часть материала, возможно даже использовать магнитофон для подготовки. Если же преобладающим является моторный тип памяти, то конспект нужно переписать несколько раз, причем каждый раз надо вычеркивать то, что уже выучено достаточно хорошо, оставляя для переписывания только самое необходимое для запоминания.

#### **4. Контроль знаний.**

Контроль знаний, умений и навыков студентов при изучении дисциплины осуществляется на уровне текущего и итогового контроля.

##### **4.1 Текущий контроль знаний**

Текущий контроль успеваемости проводится с целью повышения качества и прочности знаний, проверки процесса и результатов усвоения учебного материала. Текущий контроль успеваемости проводится в течение семестра и предполагает вставление каждому студенту отметок, оценивающих выполнение им всех видов работ, предусмотренных учебной программой дисциплины.

Текущий контроль осуществляется при работе, на лабораторных работах, при выполнении заданий для самостоятельной работы, тестировании. Образцы различных видов оценочных средств текущего контроля по дисциплине представлены ниже.

#### **Примерный вариант промежуточного контролирующего теста**

Инструкция: все задания имеют одну и ту же форму - с выбором одного правильного ответа из четырех

##### **Вариант №1**

1. Проходные резцы предназначены для:

- 1) обтачивания наружных цилиндрических и конических поверхностей;
- 2) протачивания канавок;
- 3) обработки внутренних поверхностей;
- 4) обтачивания плоских торцовых поверхностей

2. Полости в верхней и нижней частях штампа называют:

- 1) ручьями;
- 2) калибрами;
- 3) профилями;
- 4) матрицами

3. Газовая сварка является разновидностью сварки:

- 1) термической;
- 2) термомеханической;
- 3) механической;
- 4) физико-химической

4. Оболочковые формы изготавливают из:

- 1)песчано-глинистых смесей с термореактивным связующим;
- 2)песчано-глинистых смесей;
- 3)гипса;
- 4)конструкционных углеродистых или легированных сталей

5..Процес зарождения и роста новых, чаще всего равноосных, зерен с меньшим количеством дефектов в процессе нагрева деформированного металла называется:

- 1)рекристаллизацией;
- 2)наклепом;
- 3)возвратом
- 4)полигонизацией

6.Операция ковки, целью которой является уменьшение высоты заготовки при увеличении площади её поперечного сечения называется:

- 1)осадкой;
- 2)высадкой;
- 3)протяжкой;
- 4)прошивкой

7..Неплавящиеся электроды, используемые при дуговой сварке, чаще всего изготавливают из:

- 1)вольфрама;
- 2)меди;
- 3)низкоуглеродистой стали;
- 4)титана

8..Процесс получения металлических заготовок путем заливки расплавленного металла в заранее подготовленную разовую или многократно используемую форму называется:

- 1)литьём;
- 2)плавлением;
- 3)прессованием;
- 4)порошковой металлургией

9. Каким методом определяется твердость тонких слоев?

- 1) методом Бринелля;
- 2) методом Роквелла;
- 3) методом Курнакова;
- 4) методом Виккерса.

#### **4.2 Итоговый контроль знаний**

Итоговым контролем знаний является зачёт, который по желанию студента проводится в установленном порядке по зачётным вопросам или в виде теста

## **5. Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе.**

При преподавании дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» используется технология модульного обучения. Дисциплина разделена на 2 модуля, которые, в свою очередь, включают в себя несколько разделов, исходя из того, что оптимальный объем каждого раздела логически соответствует завершению раздела учебной дисциплины. При этом в соответствии с целевым назначением модули являются смешанными, т.е. соединяют в себе познавательные и операционные функции. В модуле излагается принципиально важное содержание учебной информации, дается разъяснение к этой информации, определяются условия погружения в информацию (с помощью средств ТСО, конкретных литературных источников, методов добывания информации), приводятся теоретические задания и рекомендации к ним, указаны практические задания.

Каждый модуль заканчивается контрольной проверкой знаний (проведение контролирующего теста).

При чтении лекций по данной дисциплине используется такой неимитационный метод активного обучения, как «Проблемная лекция», а при определенных темах «Лекция-визуализация».

При выполнении работ используются следующий прием интерактивного обучения «Кейс-метод»: задание студентам для подготовки к выполнению лабораторной работы имитирующей реальное событие; обсуждение с преподавателем цели работы и хода ее выполнения; обсуждение и анализ полученных результатов; обсуждение теоретических положений, справедливость которых была установлена в процессе выполнения лабораторной работы.

