ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»

**Методические рекомендации по выполнению**

**практических занятий**

**по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **ОП.04**  (шифр) | **Материаловедение**  (наименование дисциплины) |

**для специальности**

**среднего профессионального**

**образования**

|  |  |
| --- | --- |
| **26.02.05**  (код специальности) | **Эксплуатация судовых энергетических установок** (наименование специальности) |

г. Ростов-на-Дону

2020-2024 г.

Методические рекомендации по выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины ОП.04 Материаловедение и предназначены для курсантов специальности 26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | |  |  | | --- | --- | |  | УТВЕРЖДАЮ | |  | Зам. директора по УР | |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.В. Федченко | |  | «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | |  | «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | |  | «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | |  | «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г | |   Одобрены цикловой комиссией |
|  | судомеханических дисциплин |
|  | Председатель ЦК А.И. Мельников |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | (подпись) |
|  | Протокол №\_\_\_\_\_\_ |
|  | «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_\_ г. |
|  | Председатель ЦК |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | (подпись) |
|  | Протокол №\_\_\_\_\_\_ |
|  | «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. |
|  | Председатель ЦК |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | (подпись) |
|  | Протокол №\_\_\_\_\_\_ |
|  | «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. |
|  | Председатель ЦК |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | (подпись) |
|  | Протокол №\_\_\_\_\_\_ |
|  | «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. |

Составитель: Е.В. Павлова, преподаватель

(ФИО, должность)

**Согласовано:**

Методист \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.Н. Воронцова

**Согласовано:**

Начальник методического отдела \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Ю. Дорохина

Номер регистрации \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Пояснительная записка**

Методические рекомендации по организации, выполнению практических занятий по учебной дисциплине ОП.04 Материаловедение, предназначены для обучающихся основной профессиональной образовательной программы 26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок.

Целью методических рекомендаций является определение содержания, формы и порядка проведения практических занятий по учебной дисциплине*,* а также требований к результатам работы.

Проведение практических занятий направлено на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление теоретических знаний, практических (профессиональных) умений, необходимых в последующей учебной и профессиональной деятельности.

Дисциплина «Материаловедение» является общепрофессиональной дисциплиной и при ее изучении отводится значительное место выполнению практических работ.

Обучающиеся, выполняя практические работы, реализуют следующие цели:

* обобщать, систематизировать, закреплять полученные теоретические знания по конкретным темам дисциплины;
* формировать умения применять полученные знания на практике, реализуя единство интеллектуальной и практической деятельности;
* развивать аналитические умения у будущих специалистов;
* демонстрировать при решении поставленных задач умения, направленные на формирование профессиональных компетенций, предусмотренных программой дисциплины «Материаловедение»;
* вырабатывать такие профессионально значимые качества, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива, необходимые при формировании общих компетенций.
* установить взаимосвязь между теорией и практикой;
* закрепить знания по теме.

**1. ПАСПОРТ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.04 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

* 1. **Область применения методических указаний**

Методические рекомендации по организации и выполнению практических занятий разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ОП.04 Материаловедение, входящей в состав образовательной программы среднего профессионального образования по специальности 26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок.

**1.2 Количество часов на проведение практических занятий.**

Выполнение **практических занятий** по дисциплине ОП.04 Материаловедение является обязательным для каждого обучающегося. Объём в часах определяется действующим рабочим учебным планом колледжа по данной специальности и составляет **26 часов**.

**2. РЕЗУЛЬТАТ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ОП.04 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

В результате проведения практических занятий обучающийся должен

**уметь:**

* анализировать структуру и свойства материалов;
* строить диаграммы состояния двойных сплавов;
* давать характеристику сплавам.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

**знать:**

* строение и свойства конструкционных и эксплуатационных материалов,

применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании;

* сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделия;
* современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств, сварочное производство, технологические процессы обработки.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать **общими компетенциями**, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ОК 10. Владеть письменной и устной коммуникацией на государственном и иностранном языке.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать **профессиональными компетенциями**, соответствующими видам деятельности:

* Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт судового энергетического оборудования:

ПК 1.1. Обеспечивать техническую эксплуатацию главных энергетических установок судна, вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления.

ПК 1.2. Осуществлять контроль выполнения национальных и международных требований по эксплуатации судна.

ПК 1.3. Выполнять техническое обслуживание и ремонт судового оборудования.

ПК 1.4. Осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов.

ПК1.5. Осуществлять эксплуатацию судовых технических средств в соответствии с установленными правилами и процедурами, обеспечивающими безопасность операций и отсутствие загрязнения окружающей среды.

* Обеспечение безопасности плавания.

ПК 2.1. Организовывать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности.

ПК 2.2. Применять средства по борьбе за живучесть судна.

ПК 2.3. Организовывать и обеспечивать действия подчиненных членов экипажа судна при организации учебных пожарных тревог, предупреждения возникновения пожара и при тушении пожара.

* Организация работы структурного подразделения.

ПК 3.1. Планировать работу структурного подразделения.

ПК 3.2. Руководить работой структурного подразделения.

ПК 3.3. Анализировать процесс и результаты деятельности структурного подразделения.

Дополнительно в соответствии с требованиями **Международной Конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978/95 (ПДМНВ-78/95)** с поправками (таблица A-III/1) техник-судомеханик должен отвечать минимальным требованиям к **компетентности**:

К 1.4 Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления;

К 1.5 Эксплуатация систем топливных, смазочных, балластных и других насосных систем и связанных с ними систем управления;

К 1.8 Надлежащее использование ручных инструментов, станков и измерительных инструментов для изготовления деталей и ремонта на судне;

К 1.9 Техническое обслуживание и ремонт судовых механизмов и оборудования.

Структура проведения практических занятий содержит: тему, цель работы, требования к порядку выполнения работы, формы и методы контроля, критерии оценивания по отдельным видам работ, требования к их оформлению.

**3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование тем дисциплины** | **Кол-во часов** | **Формы, методы контроля и оценки результатов обучения** | **Формируемые компетенции и компетентности** |
|  | **3 семестр** | | | |
|  | **РАЗДЕЛ 1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ** | | | |
|  | **Тема 1.1. Структура и свойства материалов** | | | |
| 1 | **Практическое занятие.** Структура и свойства материалов.  **Практическая работа №1.** Физические свойства металлов и методы их изучения. | **1** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
| 2 | **Практическое занятие.** Структура и свойства материалов.  **Практическая работа №2.** Механические свойства металлов и методы их изучения (твердость). | **1** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
| 3 | **Практическое занятие.** Структура и свойства материалов.  **Практическая работа №3.** Механические свойства металлов и методы их изучения (прочность, упругость). | **2** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **Тема 1.2. Диаграммы состояния металлов и сплавов** | | | |
| 4 | **Практическое занятие.** Диаграмма состояния железо-цементит.  **Практическая работа №4.** Анализ структуры сплавов по диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов. Выявление механических и технологических свойств. | **2** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **Тема 1.3. Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов** | | | |
| 5 | **Практическое занятие.** Термическая и химико-термическая обработка стали.  **Практическая работа №5.** Закалка и отпуск стали. | **2** | Отчет  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МАШИНО- И ПРИБОРОСТРОЕНИИ** | | | |
|  | **Тема 2.1. Конструкционные и эксплуатационные материалы** | | | |
| 6 | **Практическое занятие.** Конструкционные и эксплуатационные материалы: чугуны.  **Практическая работа №6.** Расшифровка марок чугунов. Классификация чугунов, применяемых в судостроении. | **2** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **Тема 2.2. Материалы для режущих и измерительных инструментов** | | | |
| 7 | **Практическое занятие.** Конструкционные и эксплуатационные материалы: стали.  **Практическая работа №7.** Расшифровка марок сталей. Классификация сталей, применяемых в судостроении | **2** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **РАЗДЕЛ 3. МАТЕРИАЛЫ С ОСОБЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ** | | | |
|  | **Тема 3.2. Материалы с малой плотностью** | | | |
| 8 | **Практическое занятие.** Цветные металлы.  **Практическая работа №8.** Определение основных свойств сплавов цветных металлов по их маркам | **2** | Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **Тема 3.3. Износостойкие материалы** | | | |
| 9 | **Практическое занятие.**  Износостойкие материалы.  **Практическая работа №9.** Классификация антифрикционных материалов, применяемых в судостроении. | **2** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **Тема 3.6. Материалы, устойчивые к воздействию температуры и рабочей среды** | | | |
| 10 | **Практическое занятие.** Защита от коррозии.  **Практическая работа №10.** Классификация способов обработки против коррозии. | **2** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **РАЗДЕЛ 4. ПОРОШКОВЫЕ, КОМПОЗИЦИОННЫЕ, НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | |
|  | **Тема 4.3. Неметаллические материалы** | | | |
| 11 | **Практическое занятие.** Горюче-смазочные материалы.  **Практическая работа №11.** Классификация судовых топлив и смазочных материалов. | **2** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **РАЗДЕЛ 5. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ** | | | |
|  | **Тема 5.2. Обработка металлов давлением** | | | |
| 12 | **Практическое занятие.** Обработка металлов давлением.  **Практическая работа №12.** Методы обработки металла давлением. | **2** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **Тема 5.3. Обработка металлов резанием** | | | |
| 13 | **Практическое занятие.** Обработка металлов резанием.  **Практическая работа №13.** Обработка металлов резанием. Устройство станков. Инструмент. Основные работы, выполняемые на станках. Технологические процессы обработки. | **2** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **Тема 5.4. Процессы формирования разъемных и неразъемных соединений** | | | |
| 14 | **Практическое занятие.** Процессы формирования разъемных и неразъемных соединений.  **Практическая работа №14.** Методы осуществления неразъемных соединений. Сварочное производство. | **2** | Отчет.  Ответы на контрольные вопросы | ОК 1-ОК 10  ПК 1.1-1.5, 2.1-2.3, 3.1-3.3  К 1.4, 1.5, 1.8, 1.9 |
|  | **Итого** | **26** |  |  |

**4. СОДЕРЖАНИЕ И УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**Методические указания к выполнению и оформлению.**

Вариант практической работы определяется по номеру фамилии студента в журнале.

При выполнении практической работы необходимо соблюдать следующие требования:

1. Практическую работу выполнять строго в соответствии с вариантом студента. В противном случае она не засчитывается и возвращается студенту.
2. Работы выполнять на листах в клетку.
3. Задания выполнять чернилами, чётко и аккуратно. Каждое задание начинать с новой страницы.
4. Тексты условий переписывать обязательно.
5. Выполнение заданий пояснить аккуратно выполненными схемами (эскизами), подзаголовками (с указанием, что определяется, что рассматривается и т.д.).
6. Выполненные практические работы необходимо сдавать преподавателю своевременно.
7. После получения работы студент должен внимательно изучить замечания преподавателя, обратить внимание на допущенные ошибки, доработать материал. Не зачтенную работу студент или выполняет заново, или переделывает частично по указанию преподавателя.

**РАЗДЕЛ 1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ**

**Тема 1.1. Структура и свойства материалов**

**Практическое занятие. Структура и свойства материалов.**

**Практическая работа №1. Физические свойства металлов и методы их изучения.**

**Цель:** изучить физические свойства металлов, методы их определения.

**Задание.** Перечислите основные физические свойства металлов (с определениями). Зафиксируйте таблицы 1-5. Сделайте выводы по таблицам. Заполните таблицу: «Основные методы исследования в материаловедении».

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература**: Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №1, необходимо изучить тему 1.1. «Структура и свойства материалов».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Ход работы:**

1.Ознакомьтесь с теоретическими положениями.

2.Выполните задание преподавателя.

3.Составьте отчет в соответствии с заданием.

**Теоретическая часть.**

К физическим свойствам относятся: плотность, плавление (температура плавления), теплопроводность, тепловое расширение.

*Плотность* — количество вещества, содержащееся в единице объема. Это одна из важнейших характеристик металлов и сплавов. По плотности металлы делятся на следующие группы: **легкие** (плотность не более 5 г/см3) – магний, алюминий, титан и др; **тяжелые** – (плотность от 5 до 10 г/см3) – железо, никель, медь, цинк, олово и др. (это наиболее обширная группа); **очень тяжелые** (плотность более 10 г/см 3) – молибден, вольфрам, золото, свинец и др. В таблице 1 приведены значения плотности металлов.

Таблица 1. Плотность металла

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Металл** | **Плотность г/см3** | **Металл** | **Плотность г/см3** |
| Магний | 1,74 | Железо | 7,87 |
| Алюминий | 2,70 | Медь | 8,94 |
| Титан | 4,50 | Серебро | 10,50 |
| Цинк | 7,14 | Свинец | 11,34 |
| Олово | 7,29 | Золото | 19,32 |

*Температура плавления* — это температура, при которой металл переходит из кристаллического (твердого) состояния в жидкое с поглощением теплоты.

Температура плавления металлов лежат в диапазоне от − 39°C (ртуть) до 3410°C (вольфрам). Температура плавления большинства металлов (за исключением щелочных) высока, однако некоторые «нормальные» металлы, например олово и свинец, можно расплавить на обычной электрической или газовой плите.

В зависимости от температуры плавления металл подразделяют на следующие группы:

**легкоплавкие** (температура плавления не превышает 600°С) – цинк, олово, свинец, висмут и др.;

**среднеплавкие** (от 600°С до 1600°С) – к ним относятся почти половина металлов, в том числе магний, алюминий, железо, никель, медь, золото;

**тугоплавкие** (более 1600°С) – вольфрам, молибден, титан, хром и др.

При введении в металл добавок температура плавления, как правило, понижается.

Таблица 2. Температура плавления и кипения металлов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Металл** | **Температура, °С** | | **Металл** | **Температура, °С** | |
| **плавления** | **кипения** | **плавления** | **кипения** |
| Олово | 232 | 2600 | Серебро | 960 | 2180 |
| Свинец | 327 | 1750 | Золото | 1063 | 2660 |
| Цинк | 420 | 907 | Медь | 1083 | 2580 |
| Магний | 650 | 1100 | Железо | 1539 | 2900 |
| Алюминий | 660 | 2400 | Титан | 1680 | 3300 |

*Теплопроводность –* способность металла с той или иной скоростью проводить теплоту при нагревании.

Таблица 3. Коэффициент теплопроводности металлов при 20°С

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Металл** | **Коэффициент теплопроводности, кВт/м ∙ °С** | **Металл** | **Коэффициент теплопроводности, кВт/м ∙ °С** |
| Серебро | 0,410 | Цинк | 0,110 |
| Медь | 0,386 | Олово | 0,065 |
| Золото | 0,294 | Железо | 0,067 |
| Алюминий | 0,210 | Свинец | 0,035 |
| Магний | 0,144 | Титан | 0,016 |

*Электропроводность* — способность металла проводить электрический ток.

*Тепловое расширение* — способность металла увеличивать свой объем при нагревании.

Гладкая поверхность металлов отражает большой процент света – это явление называется металлическим блеском. Однако в порошкообразном состоянии большинство металлов теряют свой блеск; алюминий и магний, тем не менее, сохраняют свой блеск и в порошке. Наиболее хорошо отражают свет алюминий, серебро и палладий – из этих металлов изготовляют зеркала. Для изготовления зеркал иногда применяется и родий, несмотря на его исключительно высокую цену: благодаря значительно большей, чем у серебра или даже палладия, твёрдости и химической стойкости, родиевый слой может быть значительно тоньше, чем серебряный.

Отражательная способность – это способность металла отражать световые волны определенной длины, которая воспринимает человеческим глазом как цвет (таблица 4). Цвета металла указаны в таблице 5.

Таблица 4. Соответствие между цветом и длиной волны

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Цвет** | **Длина волны, нм** | **Цвет** | **Длина волны, нм** |
| Фиолетовый | 460 | Желтый | 580 |
| Синий | 470 | Оранжевый | 600 |
| Голубой | 480 | Красный | 640 |
| Зеленый | 520 | Пурпурный | 700 |

Таблица 5. Цвета металлов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Металл** | **Цвет** | **Металл** | **Цвет** |
| Магний | Бело-серый | Цинк | Голубовато-белый |
| Алюминий | Серовато-белый | Серебро | Белый |
| Титан | Серовато-белый | Олово | Серовато-белый |
| Железо | Голубовато-белый | Золото | Желтый |
| Медь | Красновато-розоватый | Свинец | Серовато-белый |

**Методы исследований в металловедении и материаловедении.**

Основными методами исследования в металловедении и материаловедении являются: излом, макроструктура, микроструктура, электронная микроскопия, рентгеновские методы исследования.

Рассмотрим их особенности более подробно.

*1. Излом* - самый простой и доступный способ оценки внутреннего строения металлов. Метод оценки изломов, несмотря на свою кажущуюся грубость оценки качества материала, применяется довольно широко в различных отраслях производства и научных исследований. Оценка излома во многих случаях может характеризовать качество материала.

Излом может быть кристаллическим или аморфным. Аморфный излом характерен для материалов, не имеющего кристаллического строения, таких как стекло, канифоль, стекловидные шлаки.

Металлические сплавы, в том числе сталь, чугун, алюминиевые, магниевые сплавы, цинк и его сплавы дают зернистый, кристаллический излом.

Каждая грань кристаллического излома является плоскостью скалывания отдельного зерна. Поэтому излом показывает нам размеры зерна металла. Изучая излом стали, можно видеть, что размер зерна может колебаться в очень широких пределах: от нескольких сантиметров в литой, медленно остывшей, стали до тысячных долей миллиметра в правильно откованной и закаленной стали. В зависимости от размера зерна, излом может быть крупнокристаллический и мелкокристаллический. Обычно мелкокристаллический излом соответствует более высокому качеству металлического сплава.

В случае если разрушение исследуемого образца проходит с предшествующей пластической деформацией, зерна в плоскости излома деформируются, и излом уже не отражает внутреннего кристаллического строения металла; в этом случае излом называется волокнистым. Часто в одном образце в зависимости от уровня его пластичности, в изломе могут быть волокнистые и кристаллические участки. Часто по соотношению площади излома, занятого и кристаллическими участками при данных условиях испытания оценивают качество металла.

Хрупкий кристаллический излом может получаться при разрушении по границам зерен или по плоскостям скольжения, пересекающим зерна. В первом случае излом называется *межкристаллитным*, во втором *транскристаллитным*. Иногда, особенно при очень мелком зерне, трудно определить природу излома. В этом случае излом изучают с помощью лупы или бинокулярного микроскопа.

В последнее время развивается отрасль металловедения по фрактографическому изучению изломов на металлографических и электронных микроскопах. При этом находят новые достоинства старого метода исследований в металловедении – исследований излома, применяя к таким исследованиям понятия фрактальных размерностей.

*2. Макроструктура* – является следующим методом исследования металлов. Макроструктурное исследование заключается в изучении плоскости сечения изделия или образца в продольном, поперечном или любых иных направлениях после травления, без применения увеличительных приборов или при помощи лупы. Достоинством макроструктурного исследования является то обстоятельство, что с помощью этого метода можно изучить структуру непосредственно целой отливки или слитка, поковки, штамповки и т.д. С помощью этого метода исследования можно обнаружить внутренние пороки металла: пузыри, пустоты, трещины, шлаковые включения, исследовать кристаллическое строение отливки, изучать неоднородность кристаллизации слитка и его химическую неоднородность (ликвацию).

С помощью серных отпечатков макрошлифов на фотобумаге по Бауману определяется неравномерность распределения серы по сечению слитков. Большое значение этот метод исследования имеет при исследовании кованых или штампованных заготовок для определения правильности направления волокон в металле.

*3. Микроструктура* – один из основных методов в металловедении - это исследование микроструктуры металла на металлографических и электронных микроскопах.

Этот метод позволяет изучать микроструктуру металлических объектов с большими увеличениями: от 50 до 2000 раз на оптическом металлографическом микроскопе и от 2 до 200 тыс. раз на электронном микроскопе. Исследование микроструктуры производится на полированных шлифах. На нетравленых шлифах изучается наличие неметаллических включений, таких как оксиды, сульфиды, мелкие шлаковые включения и другие включения, резко отличающиеся от природы основного металла.

Микроструктура металлов и сплавов изучается на травленых шлифах. Травление обычно производится слабыми кислотами, щелочами или другими растворами, в зависимости от природы металла шлифа. Действие травления заключается в том, что он по-разному растворяет различные структурные составляющие, окрашивая их в разные тона или цвета. Границы зерен, отличающиеся от основного раствора имеют травимость обычно отличающуюся от основы и выделяется на шлифе в виде темных или светлых линий.

Видимые под микроскопом полиэдры зерен представляют собой сечения зерен поверхностью шлифа. Так как это сечение является случайным и может проходить на разных расстояниях от центра каждого отдельного зерна, то различие в размерах полиэдров не соответствует действительным различиям в размерах зерен. Наиболее близкой величиной к действительному размеру зерна являются наиболее крупные зерна.

При травлении образца, состоящего из однородных кристаллических зерен, например чистого металла, однородного твердого раствора и др. наблюдается часто различно протравленные поверхности разных зерен.

Это явление объясняется тем, что на поверхности шлифа выходят зерна, имеющие различные кристаллографическую ориентировку, вследствие чего степень воздействия кислоты на эти зерна оказываются разной. Одни зерна выглядят блестящими, другие сильно протравливаются, темнеют. Это потемнение связано с образованием различных фигур травления, по-разному отражающих световые лучи. В случае сплавов, отдельные структурные составляющие образуют микрорельеф на поверхности шлифа, имеющий участки с различным наклоном отдельных поверхностей.

Нормально расположенные участки отражают наибольшее количество света и оказываются наиболее светлыми. Другие участки – более темные. Часто контраст в изображении зернистой структуры связан не со структурой поверхности зерен, а с рельефом у границ зерен. Кроме того, различные оттенки структурных составляющих могут являться результатом образования пленок, образованных при взаимодействии травителя со структурными составляющими.

С помощью металлографического исследования можно осуществлять качественное выявление структурных составляющих сплавов и количественное изучение микроструктур металлов и сплавов, во-первых, путем сравнения с известными изученными микросоставляющими структур и, во-вторых, специальными методами количественной металлографии.

*Величина зерна определяется:*

Методом визуальной оценки, состоящей в том, что рассматриваемая микроструктура, приближенно оценивается баллами стандартных шкал по ГОСТ 5639-68, ГОСТ 5640-68. По соответствующим таблицам, для каждого балла определяется площадь одного зерна и количество зерен на 1 мм2 и в 1 мм3.

Методом подсчета количества зерен на единице поверхности шлифа по соответствующим формулам. Если – площадь, на которой подсчитывается количество зерен n, а М – увеличение микроскопа, то средняя величина зерна в сечении поверхности шлифа

*Определение фазового состава.*

Фазовый состав сплава чаще оценивают на глаз или путем сравнения структуры со стандартными шкалами.

Приближенный метод количественного определения фазового состава может быть проведен методом секущей с подсчетом протяженности отрезков, занятых разными структурными составляющими. Соотношение этих отрезков соответствует объемному содержанию отдельных составляющих.

Точечный метод А.А. Глаголева. Этот метод осуществляется путем оценки количества точек (точек пересечения окулярной сетки микроскопа), попадающих на поверхности каждой структурной составляющей. Кроме того, методом количественной металлографии производят: *определение величины поверхности раздела фаз и зерен; определение числа частиц в объеме; определение ориентации зерен в поликристаллических образцах.*

На основании изучения изменения микроструктуры сплавов под действием различных технологических параметров обработки исследуется механизм протекающих превращений в структуре сплавов.

*4. Электронная микроскопия*. Большое значение в металлографических исследованиях находит в последнее время *электронный микроскоп*. Несомненно, ему принадлежит большое будущее. Если разрешающая способность оптического микроскопа достигает значений 0,00015 мм = 1500 А, то разрешающая способность электронных микроскопов достигает 5-10 А, т.е. в несколько сот раз больше, чем у оптического.

На электронном микроскопе осуществляют исследование тонких пленок (реплик), снятых с поверхности шлифа или непосредственное изучение тонких металлических пленок, полученных утонением массивного образца.

В наибольшей степени нуждаются в применении электронной микроскопии исследования процессов, связанные с выделением избыточных фаз, например, распад пересыщенных твердых растворов при термическом или деформационном старении.

*5. Рентгеновские методы исследования*. Одним из наиболее важных методов в установлении кристаллографического строения различных металлов и сплавов является рентгеноструктурный анализ. Этот метод исследования дает возможность определения характера взаимного расположения атомов в кристаллических телах, т.е. решить задачу, не доступную ни обычному, ни электронному микроскопу.

В основе рентгеноструктурного анализа лежит взаимодействие между рентгеновскими лучами и лежащими на их пути атомами исследуемого тела, благодаря которому последние становятся как бы новыми источниками рентгеновских лучей, являясь центрами их рассеяния.

Рассеяние лучей атомами можно уподобить отражению этих лучей от атомных плоскостей кристалла по законам геометрической оптики. Рентгеновские лучи отражаются не только от плоскостей, лежащих на поверхности, но и от глубинных. Отражаясь от нескольких одинаково ориентированных плоскостей, отраженный луч усиливается. Каждая плоскость кристаллической решетки дает свой пучок отраженных волн. Получив определенное чередование отраженных пучков рентгеновских лучей под определенными углами, рассчитывают межплоскостное расстояние, кристаллографические индексы отражающих плоскостей, в конечном счете, форму и размеры кристаллической решетки.

**Практическая часть.**

**Содержание отчета.**

1. В отчете необходимо указать название, цель работы.

2. Перечислите основные физические свойства металлов (с определениями).

3. Зафиксируйте в тетради таблицы 1-5. Сделайте выводы по таблицам.

4. Заполните таблицу: «Основные методы исследования в материаловедении»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название метода | Что изучается | Суть метода | Приборы, необходимые для исследования |
| 1.Излом |  |  |  |
| 2.Макроструктура |  |  |  |
| 3.Микроструктура |  |  |  |
| 4.Электронная микроскопия |  |  |  |
| 5.Ренгеновские методы исследования |  |  |  |

**Контрольные вопросы**

1. Что изучает материаловедение?
2. Что называется структурой материалов?
3. Что называется фазой состояния вещества?
4. Опишите строение кристаллических веществ.
5. Какие существуют основные показатели свойств материалов?
6. Какие параметры определяют техническую прочность материалов?
7. Назовите основные технологические характеристики материалов.
8. Как классифицируются материалы по своим структурным признакам?
9. Перечислите нормативно-техническую документацию, устанавливающую комплекс норм, правил и требований к материалам.
10. Из чего складывается показатель – материалоемкость продукции?
11. Что такое фазовое превращение? Приведите примеры.
12. Объясните, почему фазовое превращение кристаллических тел сопровождается тепловым эффектом? Приведите примеры.
13. Чем объясняется различие между температурой плавления и температурой кристаллизации?
14. Назовите основные параметры процесса кристаллизации.
15. Объясните связь между числом центров кристаллизации, линейной скоростью их роста и величиной зерна.
16. Перечислите факторы, способствующие переохлаждению металлов.
17. Назовите основные свойства металлов.
18. Какими свойствами характеризуются металлы?
19. Что является основными характеристиками механических свойств металлов?
20. Что называется технологическими свойствами материалов?

**Тема 1.1. Структура и свойства материалов**

**Практическое занятие. Структура и свойства материалов.**

**Практическая работа №2. Механические свойства металлов и методы их изучения (твердость).**

**Цель:** изучить механические свойства металлов, методы их изучения.

**Задание.** Начертить схемы определения твердости по Бринеллю и по Роквеллу (Рис.1 и 3), записать обозначение чисел твердости в каждом методе, как определяются значения, ответить на вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе, чертежные инструменты.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №2, необходимо изучить тему 1.1. «Структура и свойства материалов».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Ход работы:**

1. Ознакомьтесь с теоретическими положениями.

2. Выполните задание преподавателя.

3. Составьте отчет в соответствии с заданием.

**Теоретическая часть.**

*Твердостью* называют способность материала оказывать сопротивление проникновению в него другого тела.

При испытаниях на твердость тело, внедряемое в материал и называемое **индентором,** должно быть более твердым, иметь определенные размеры и форму, не должно получать остаточной деформации. Испытания на твердость могут быть статическими и динамическими. К первому виду относятся испытания методом вдавливания, ко второму - методом ударного вдавливания. Кроме того, существует метод определения твердости царапанием - склерометрия.

По значению твердости металла можно составить представление об уровне его свойств. **Например**, чем выше твердость, определенная вдавливанием наконечника, тем меньше пластичность металла, и наоборот.

*Испытания на твердость по методу вдавливания* состоят в том, что в образец под действием нагрузки вдавливают индентор (алмазный, из закаленной стали, твердого сплава), имеющий форму шарика, конуса или пирамиды. После снятия нагрузки на образце остается отпечаток, измерив величину которого (диаметр, глубину или диагональ) и сопоставив ее с размерами индентора и величиной нагрузки, можно судить о твердости металла.

Твердость определяется на специальных приборах – твердомерах. Наиболее часто твердость определяют методами Бринелля (СТ СЭВ 468-77, ГОСТ 9012-59) и Роквелла (СТ СЭВ 469-77, ГОСТ 9013-59).

Существуют общие требования к подготовке образцов и проведению испытаний этими методами:

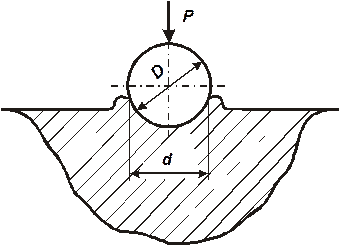
1. Поверхность образца должна быть чистой, без дефектов.

2. Образцы должны быть определенной толщины. После получения отпечатка на обратной стороне образца не должно быть следов деформации.

3. Образец должен лежать на столике жестко и устойчиво.

4. Нагрузка должна действовать перпендикулярно поверхности образца.

**Определение твердости по Бринеллю.**

Твердость металла по Бринеллю определяют вдавливанием в образец закаленного стального шарика (рис. 1) диаметром 10; 5 или 2,5 мм и выражают числом твердости НВ, полученным делением приложенной нагрузки *Р* в Н или кгс (1Н = 0,1 кгс) на площадь поверхности образовавшегося на образце отпечатка *F* в мм2:

НВ = Р/F [Н/мм2] (1 Н/мм2 = 1 МПа ≈ 0,1 кгс/мм2), F = π *D h*,

где *D* – диаметр шарика, мм; *h* – глубина отпечатка, мм.

Глубину отпечатка *h* измерить трудно, гораздо проще определить диаметр *d*. Тогда а число твердости по Бринеллю находится по формуле

.

Рис.1. Схема измерения твердости по методу Бринелля

На практике величину твердости по Бринеллю часто не высчитывают, а пользуются специально составленной таблицей. Зная нагрузку, диаметры шарика и отпечатка, по этой таблице можно определить число твердости НВ. Между числами твердости по Бринеллю и пределом прочности при растяжении *σb* металлов существует приближенная зависимость *σb* ≈ к НВ [кгс/мм2], где к – коэффициент, определяемый опытным путем. *Коэффициент к имеет следующие значения:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сталь, НВ < 175 | 0,34 | Медь холоднокатанная | 0,35 |
| Сталь, НВ > 175 | 0,36 | Медь отожженная | 0,48 |
| Алюминий отожженный | 0,40 | Сплавы меди (бронзы, латуни) | 0,40 |
| Дюралюминий | 0,37 |  |  |

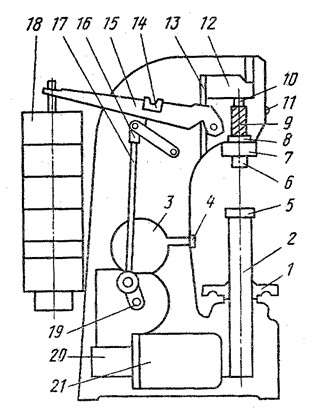
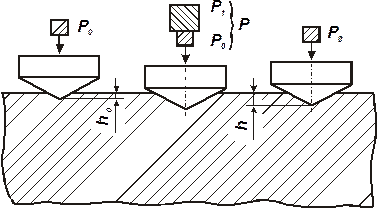
Прибором для определения твердости металлов по Бринеллю является рычажно-механический прибор ТШ-2 (рис.2)

Рис. 2. Схема прибора ТШ-2 для определения твердости по Бринеллю

1 - маховик; 2 - подъемный винт;3 - шкала для задания времени выдержки под нагрузкой; 4 - кнопка-выключатель; 5 - опорный столик; 6 - шпиндель для индикатора;7 - упорный чехол; 8 - втулка;9 - пружина; 10 - шпиндель;11 - сигнальная лампа; 12, 15 - рычаги; 13 - серьга; 14 - микропереключатель; 16 - вилка; 17 - шатун;18 - грузы; 19 - кривошип; 20 - редуктор; 21 - электродвигатель

***Определение твердости по Роквеллу.***

По методу Роквелла твердость металлов определяют вдавливанием в испытуемый образец шарика из закаленной стали диаметром 1,588 мм или алмазного конуса с углом при вершине 120° под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок: предварительной *Р*0 = 10 кгс и общей *Р*, равной сумме предварительной *Р*0 и основной *Р*1 нагрузок (рис. 3).

Рис.3. Схема измерения твердости по Роквеллу

Общая нагрузка *Р* при определении твердости вдавливанием стального шарика составляет 100 кгс, а при вдавливании алмазного конуса – 150 или 60 кгс.

Числа твердости по Роквеллу обозначают НR и вычисляют по формуле , где *h0*  – глубина внедрения наконечника (мм) под действием предварительной нагрузки *Р0* ;

*h* – глубина внедрения наконечника (мм) под действием общей нагрузки *Р* после ее снятия и оставления предварительной нагрузки *Р0* ; к – постоянная величина, равная для шарика 0,26 и для алмазного конуса 0,2; *с* – цена деления циферблата индикаторного прибора, соответствующая углублению наконечника на 0,002 мм.

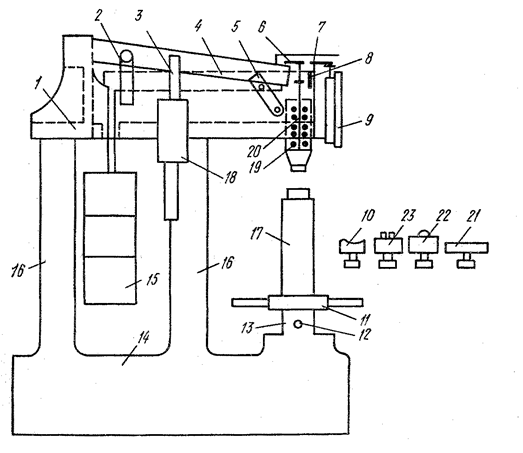
Таким образом, твердость по Роквеллу не имеет размерности и выражается в условных единицах. На практике числа твердости по Роквеллу не вычисляют, а отсчитывают по шкале индикаторного прибора непосредственно в процессе испытания. Значения твердости по Роквеллу могут быть переведены в значения твердости по Бринеллю. Прибор типа ТК-2 для определения твердости по Роквеллу приведен на рис. 4.

Рис.4. Схема прибора типа ТК для измерения твердости по Роквеллу:

1 - поперечина; 2 - подвеска; 3 - щиток; 4 - рычаг; 5 - рукоятка; 6 - винт;7 - рычаг; 8 - призма; 9 - индикатор; 10, 21, 22, 23 - столики опорные; 11 - маховичок; 12 - шпонка; 13 - втулка направляющая; 14 - станина; 15 - грузы;16 - стойка; 17 - винт подъемный; 18 - амортизатор масляный; 19 - пружина; 20 - шпиндель

**Практическая часть.**

**Содержание отчета.**

Название, цель работы, схемы определения твердости по Бринеллю и по Роквеллу (Рис.1 и 3), обозначение чисел твердости в каждом методе, как определяются значения, ответы на вопросы.

**Контрольные вопросы**

1. Что называется твердостью?

2. В чем сущность определения твердости?

3. Какие методы определения твердости вы знаете? В чем их отличие?

4. Как необходимо подготовить образец к испытанию?

5. Чем объяснить отсутствие универсального метода определения твердости?

6. Почему из многих механических характеристик материалов наиболее часто определяют твердость?

**Тема 1.1. Структура и свойства материалов**

**Практическое занятие. Структура и свойства материалов.**

**Практическая работа №3. Механические свойства металлов и методы их изучения (прочность, упругость).**

**Цель:** изучить механические свойства металлов, методы их изучения.

**Задание.** Запишите определение понятий прочность и пластичность. Какими методами они определяются? Как называется устройство, которое определяет эти свойства? С помощью чего определяются свойства? Зафиксируйте абсолютную диаграмму растяжения пластичного материала. После диаграммы укажите названия всех точек и участков диаграммы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе, чертежные инструменты.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №3, необходимо изучить тему 1.1. «Структура и свойства материалов».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Ход работы:**

1.Ознакомьтесь с теоретическими положениями.

2.Выполните задание преподавателя.

3.Составьте отчет в соответствии с заданием.

**Теоретическая часть.**

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

Механические свойства определяют поведение материала при деформации и разрушении от действия внешних нагрузок.

В зависимости от условий нагружения механические свойства могут определяться при:

1. Статическом нагружении – нагрузка на образец возрастает медленно и плавно.

2. Динамическом нагружении – нагрузка возрастает с большой скоростью, имеет ударный характер.

3. Повторно-переменном или циклическим нагружении – нагрузка в процессе испытания многократно изменяется по величине или по величине и направлению.

Для получения сопоставимых результатов образцы и методика проведения механических испытаний регламентированы ГОСТами.

При статическом испытании на растяжение: ГОСТ 1497-84 получают характеристики прочности и пластичности.

*Прочность* – способность материала сопротивляться деформациям и разрушению.

*Пластичность* – это способность материала изменять свои размеры и форму под воздействием внешних сил; мера пластичности – величина остаточной деформации.

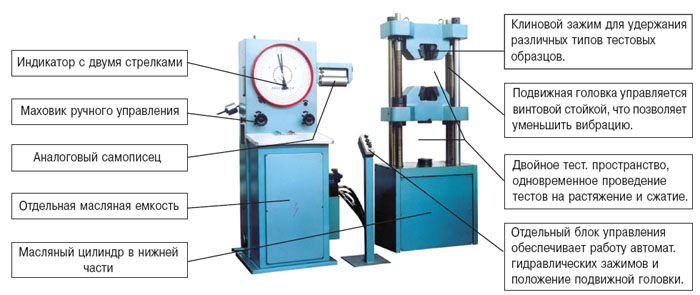


Рис.1. Разрывная машина

Устройство, определяющее прочность и пластичность – это разрывная машина (рис.1), которая записывает диаграмму растяжения (рис.2), выражающую зависимость между удлинением образца и действующей нагрузкой.

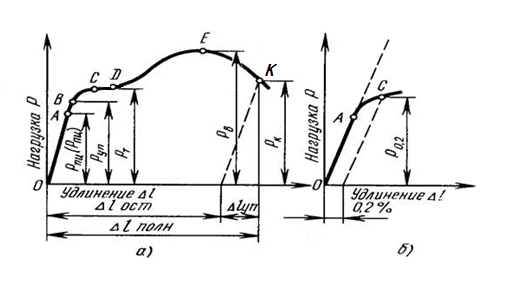


Рис. 2. Диаграмма растяжения: а – абсолютная, б – относительная.

Участок ОАна диаграмме соответствует упругой деформации материала, когда соблюдается закон Гука.

Напряжение, соответствующее упругой предельной деформации в точке А*,* называется *пределом пропорциональности.*

Предел пропорциональности – это наибольшее напряжение, до достижения которого справедлив закон Гука.

При напряжениях выше предела пропорциональности происходит равномерная пластическая деформация (удлинение или сужение сечения).

Точка B – предел упругости – наибольшее напряжение, до достижения которого в образце не возникает остаточной деформации.

Площадка СD – площадка текучести, она соответствует пределу текучести – это напряжение, при котором в образце происходит увеличение деформации без увеличения нагрузки (материал «течет»).

Многие марки стали, цветных металлов не имеют ярко выраженной площадки текучести, поэтому для них устанавливают условный предел текучести. Условный предел текучести – это напряжение, которое соответствует остаточной деформации равной 0,2% от первоначальной длины образца (сталь легированная, бронза, дюралюминий и др. материалы).

Точка Е соответствует пределу прочность (на образце появляется местное утоньшение – шейка, образование утоньшения характерно для пластичных материалов).

Предел прочности – это максимальное напряжение, которое выдерживает образец до разрешения (временное сопротивление разрыву).

За точкой Е нагрузка падает (вследствие удлинения шейки) и разрушение происходит в точке К.

**Практическая часть.**

**Содержание отчета.**

1. Укажите название работы, ее цель.

2. Какие механические свойства вы знаете? Какими методами определяются механические свойства материалов?

3. Запишите определение понятий прочность и пластичность. Какими методами они определяются? Как называется устройство, которое определяет эти свойства? С помощью чего определяются свойства?

4. Зафиксируйте абсолютную диаграмму растяжения пластичного материала.

5. После диаграммы укажите названия всех точек и участков диаграммы.

6. Какой предел является основной характеристикой при выборе материала для изготовления какого-либо изделия? Ответ обоснуйте.

7. Какие материалы более надежны в работе хрупкие или пластичные? Ответ обоснуйте.

**Контрольные вопросы**

1. Какие существуют технологические пробы металлов?
2. Что называется деформацией?
3. Какие существуют виды деформации металлов?
4. Чем отличаются упругие и пластические деформации?
5. Назовите группы испытаний механических свойств металлов.
6. В чем состоит суть испытания на растяжение?
7. Что такое вязкость и пластичность твердых тел?

**Тема 1.2. Диаграммы состояния металлов и сплавов**

**Практическое занятие. Диаграмма состояния железо-цементит.**

**Практическая работа №4. Анализ структуры сплавов по диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов. Выявление механических и технологических свойств.**

**Цель:** изучение диаграммы состояния железо-цементит.

**Задание.** Заполнить таблицы «Характеристики линий диаграммы» и «Характеристики точек диаграммы». Ответить на вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №4, необходимо изучить тему 1.2. «Диаграммы состояния металлов и сплавов».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Ход работы:**

1.Изучите теоретическую часть по лекции.

2.Выполните задания практической части.

**Практическая часть.**

1. Запишите, что такое диаграмма состояния.

2. Что можно определить по диаграмме состояния?

3. Какие названия имеют основные точки диаграммы?

4. Что указывается на диаграмме по оси абсцисс? Оси ординат?

5. Как называются основные линии диаграммы?

6. Заполните таблицы 1 и 2.

**Таблица 1. Характеристики линий диаграммы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Индекс линий | Температурный интервал, °С | Интервал концентраций  (% углерода) | Основная характеристика |
| Линия ликвидуса | | | |
|  |  |  | Линия ликвидус (начало затвердевания аустенита). |
|  |  |  | Линия ликвидус (начало затвердевания первичного цементита) |
| Линия солидуса | | | |
|  |  |  | Конец затвердевания аустенита |
|  |  |  | Линия эвтектического равновесия |
| Линии превращения в твердом состоянии | | | |
|  |  |  | Линия ограниченной растворимости углерода в аустените. Начало выделения вторичного цементита. |
|  |  |  | Начало аллотропического превращения аустенита в феррит |
|  |  |  | Конец аллотропического превращения (аустенита в феррит) |
|  |  |  | Линия эвтектоидного равновесия аустенита, феррита, цементита |
|  |  |  | Линия выделения третичного цементита |

**Таблица 2. Характеристики точек диаграммы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Индекс точки | Содержание углерода, % | Температура, °С | Характеристика |
| A | 0 |  | Точка затвердевания жидкого железа |
| C | 4,3 |  | Состав жидкой фазы при эвтектическом равновесии с аустенитом и цементитом |
| E | 2,14 |  | Предельное содержание углерода в аустените. Состав аустенита при эвтектическом равновесии с жидкой фазой и цементитом |
| S | 0,8 |  | Состав аустенита при эвтектоидном равновесии с ферритом и цементитом |
| P | 0,025 |  | Предельное содержание углерода в феррите. Состав феррита при эвтектоидном равновесии с аустенитом и цементитом |
| Q | 0,006 |  | Предельное содержание углерода в феррите при комнатной температуре |



**Контрольные вопросы**

1. В каких координатах строится диаграмма состояния системы железо-углерод?

2. Что можно определить с помощью диаграммы состояния системы железо-углерод?

3. Какие фазы и структуры образуются при сплавлении железа с углеродом?

4. Какие превращения происходят при охлаждении и нагреве железоуглеродистых сплавов в твердом состоянии?

5. Что понимается под критическими точками, характерными для железоуглеродистых сплавов?

6. Какие кристаллические структуры имеет железо?

7. Что такое фаза?

8. Дайте определение феррита, аустенита, цементита, перлита, ледебурита.

9. Какие сплавы называют сталями? Чугунами?

10. Что такое пластинчатый и зернистый перлит?

11. Может ли обычная конструкционная сталь иметь структуру аустенита при комнатной температуре? Почему?

12. Может ли сталь У8 иметь структуру перлита при 750°С? Почему?

**Тема 1.3. Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов**

**Практическое занятие. Термическая и химико-термическая обработка стали.**

**Практическая работа №5. Закалка и отпуск стали.**

**Цель:** изучение состояния стали после термической обработки.

**Задание.** Изучить изменение микроструктур доэвтектоидной и заэвтектоидной сталей до и после термической обработки.

Определить содержание углерода расчетным путем в доэвтектоидной, заэвтектоидной стали при определенном содержании перлита и цементита вторичного и показать на диаграмме Fe-C. Ответить на вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №5, необходимо изучить тему 1.3. «Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Приборы и материалы.**

1. Коллекция шлифов сталей.
2. Альбом фотографий микроструктур углеродистых сталей.
3. Диаграмма Fe – Fe3C.

**Порядок выполнения работы**

1. Изучить содержание основных положений работы.
2. Разобраться со стальной частью диаграммы Fe – Fe3C.
3. Получить навыки определения под микроскопом элементов структуры стали: феррита, цементита, перлита, для чего:

а) рассмотреть фотографии микроструктур в альбоме;

б) рассмотреть под микроскопом подобранные шлифы для изучения структурных составляющих и зарисовать схемы рассмотренных структур.

1. Изучить микроструктуру трех-четырех образцов, относящихся к различным классам стали (доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные), определить к какому из названных классов относится каждый образец. Зарисовать схему микроструктуры рассмотренных образцов и обозначить на рисунках структурные составляющие.
2. Определить содержание массовой доли углерода по структуре расчетным путем и определить марку углеродистой стали по таблице 1.
3. Составить отчет.

**Краткая теоретическая часть.**

Термическая обработка углеродистой стали.

Для получения заданных свойств сталей путем изменения их структуры без изменения формы изделия и химического состава широко используется термическая обработка (ТО). Термическая обработка состоит из нагрева до заданной температуры, выдержки при этой температуре и охлаждении. В большинстве случаев решающая роль в получении желаемой структуры принадлежит ***охлаждению.***

Основой для изучения термической обработки сталей является диаграмма железо-углерод (рис.1). Так как речь пойдет только о сталях, то рассматриваются сплавы с концентрацией углерода до 2,14%.

Для правильного проведения ТО сталей, необходимо хорошо представлять, какие превращения происходят в них, как влияют на эти превращения скорость нагрева, максимальная температура и время выдержки при нагреве и скорость охлаждения.

**Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов.**

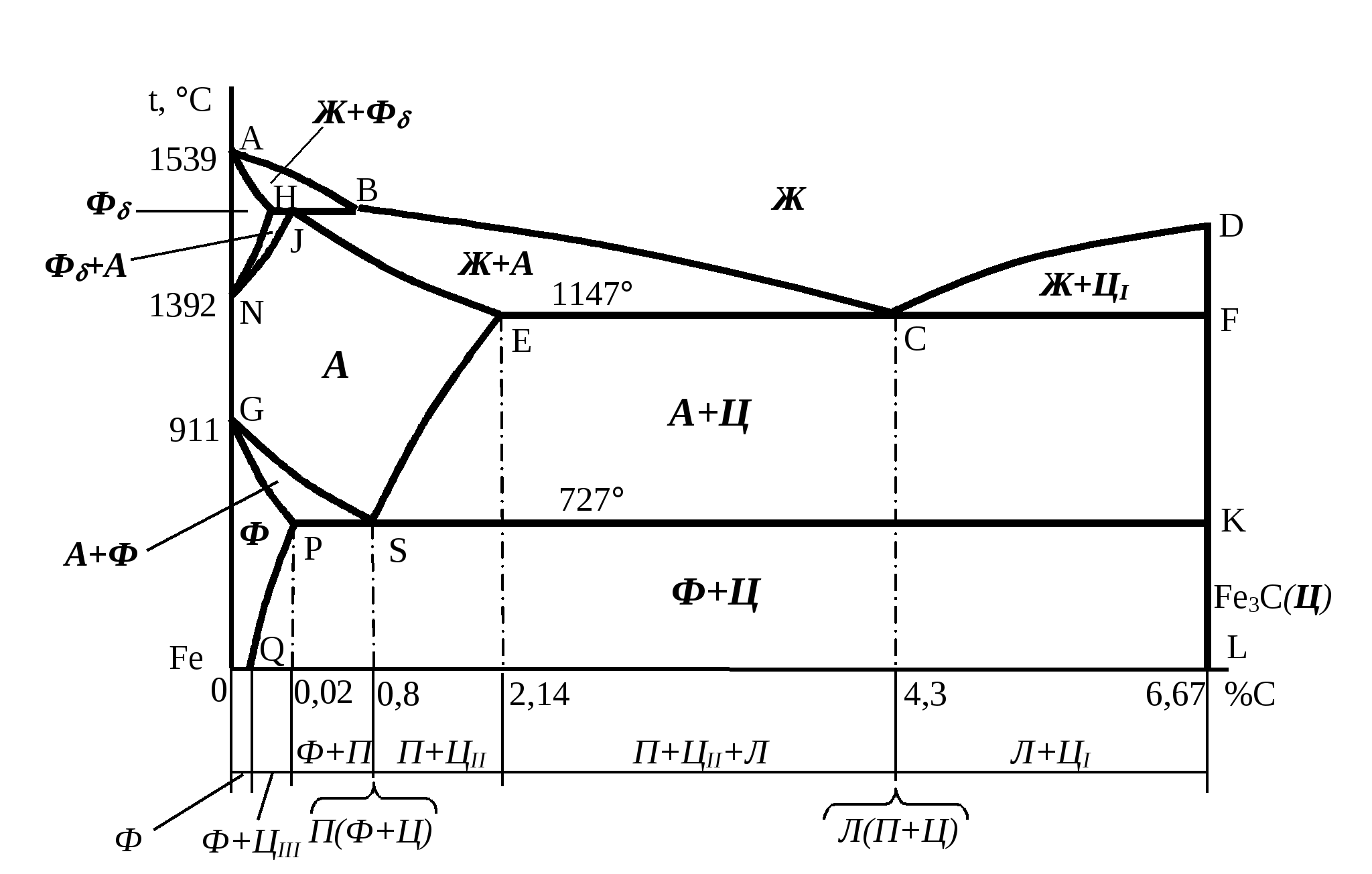


Рис.1.

**Основные виды термической обработки сталей: *отжиг, нормализация, закалка и отпуск.***

**Закалка. Назначение закалки - получение высокой прочности и твердости.**

Закалкой называется процесс термической обработки, заключающийся в нагреве стали до температуры выше критической и последующем достаточно быстром охлаждении с целью получения неравновесной структуры. В результате закалки повышается прочность и твердость стали.

На результат закалки оказывают влияние следующие факторы: нагрев (температура нагрева при закалке и скорость нагревания до температуры закалки), выдержка при температуре закалки и охлаждение от температуры закалки.

Выбор температуры нагрева при закалке углеродистых сталей производится по левой нижней части диаграммы железо — цементит.

Основные факторы воздействия при термической обработке температура и время, поэтому режим любой термической обработки можно представить графиком в координатах t-τ (рис.2.)

Верхней границей является линия солидус, поскольку процессы первичной кристаллизации не имеют значения.

Приведем общепринятые обозначения критических точек. Они обозначаются буквой «А». Нижняя критическая точка, обозначаемая А1, лежит на линии PSK и соответствует превращению А-П. Верхняя критическая точка А3 лежит на линии GSE и соответствует началу выпадения или концу растворения феррита в доэвтектоидных сталях или цементита (вторичного) в заэвтектоидных сталях. Чтобы отличить критическую точку при нагреве от критической точки при охлаждении рядом с буквой А ставят индекс: при нагреве – «с» (Ас); при охлаждении = «r» (Аr).

При закалке доэвтектоидные стали нагревают до температуры на 30—50° выше верхней критической точки Ас3 [Ас3 + + (30—50°)], т. е. выше линии GS диаграммы железо — цементит. При таком нагреве исходная феррито-перлитная структура превращается в аустенит, а после охлаждения со скоростью больше критической образуется структура мартенсита. При нагреве доэвтектоидной стали до более низкой температуры, например, выше критической точки Аг, т. е. выше линии PS диаграммы железо — цементит, но ниже точки А3, структура и свойства стали будут изменяться следующим образом. Исходная феррито-перлитная структура при таком нагреве не будет полностью превращаться в аустенит, а часть феррита останется не превращенным и структура будет аустенит + феррит. Структура после охлаждения будет мартенсит + феррит. Феррит, имеющий низкую твердость, понижает общую твердость закаленной стали. Такая закалка называется неполной.

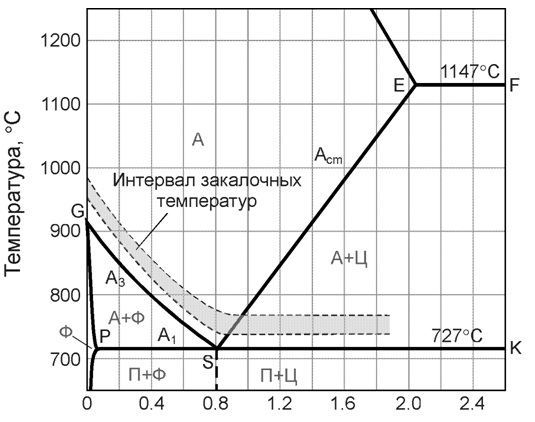
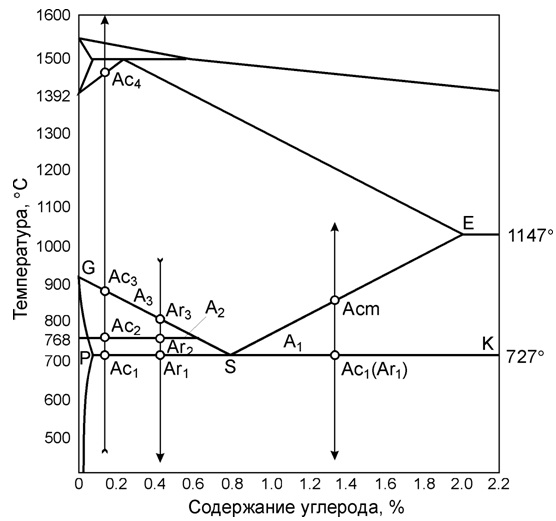


Рис.2

При закалке заэвтектоидные стали нагревают до температуры на 30—50° выше нижней критической точки Ас [Ас + (30—50°)], т. е. выше линии SK диаграммы железо — цементит. Так как эта линия горизонтальная и соответствует температуре 727°С, для заэвтектоидной стали можно указать интервал температуры нагрева для закалки 760—790°С. При таком нагреве исходная структура перлит будет полностью превращаться в аустенит, а часть вторичного цементита останется нерастворенной, структура будет состоять из аустенита и цементита. После охлаждения со скоростью больше критической аустенит превратится в мартенсит. Структура закаленной стали будет состоять из мартенсита и цементита. Как было указано выше, такая закалка называется неполной. Но если неполная закалка доэвтектоидных сталей оказывает неблагоприятное влияние на их свойства, то неполная закалка заэвтектоидных сталей не ухудшает, а, наоборот, улучшает их свойства и является нормальной. Это объясняется тем, что в заэвтектоидных сталях в результате неполной закалки сохраняется избыточный цементит, обладающий большей твердостью по сравнению с твердостью мартенсита. Поэтому наличие в структуре закаленной заэвтектоидной стали, кроме мартенсита, еще и цементита повышает твердость и износостойкость стали.

Цементит тверже мартенсита НВЦ=800, НВМ=650 в углеродистой стали с 0,5%С.

В качестве закалочных сред применяются: вода; минеральное масло; растворы солей и щелочей в воде.

**Отпуск**

Отпуск – нагрев закаленной стали до температуры ниже Ас1 выдержка при этой температуре и охлаждение. Отпуск применяется для устранения внутренних напряжений и повышения пластичности.

Отпуск в интервале температур 150÷200°С – **низкий отпуск**. Низкому отпуску подвергаются режущий инструмент и детали, работающие на износ, от которых требуется высокая твердость. В результате низкого отпуска получается отпущенный кубический мартенсит.

Отпуск в интервале температур 350÷500°С называется **средним отпуском**. Средний отпуск обеспечивает высокие значения пределов упругости, прочности, усталости и высокую ударную вязкость.

Среднему отпуску подвергают, например, пружины подвесок трубопроводов, рессоры. В результате среднего отпуска получается структура — тростит отпуска.

Отпуск в интервале температур 500÷650°С называется **высокий отпуск**.

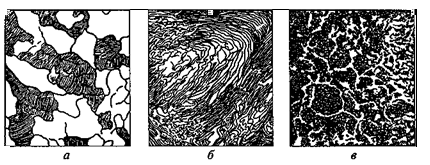


Рис.3.

а) доэвтектоидная сталь имеет структуру, состоящую из феррита и перлита.

б) эвтектоидная сталь имеет структуру, состоящую только из перлита.

в) заэвтектоидная сталь имеет структуру, состоящую из перлита и цементита вторичного.

Доэвтектоидные стали содержат от 0,02 до 0,8%С и имеют ферритно-перлитную структуру (рис. 3а). Здесь светлые зерна – это феррит, а темные (штрихованные) участки представляют собой перлит, являющийся двухфазной структурной составляющей, состоящей из пластинок феррита и цементита.

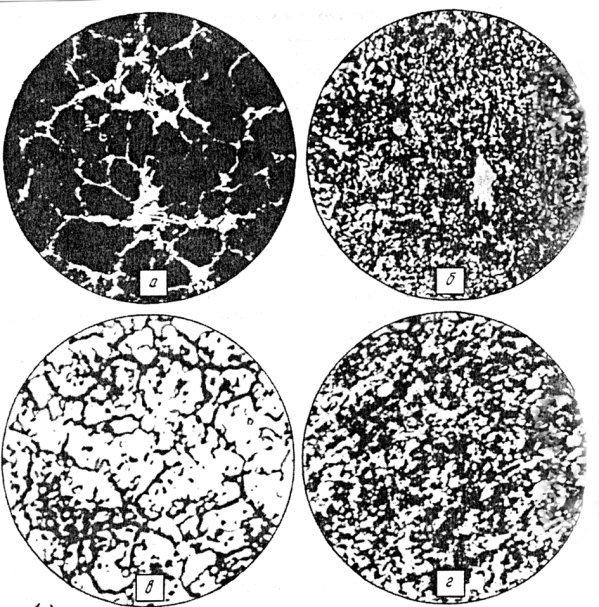
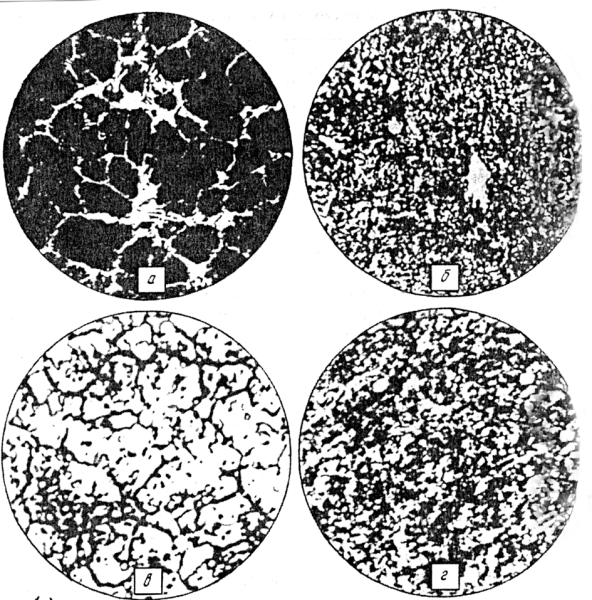


Рис.4. Микроструктура доэвтектоидной стали (феррит + перлит):

а) литое состояние; б) после отжига; в) после закалки; г) после отпуска

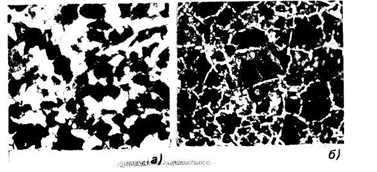


Рис.5. Микроструктура заэвтектоидной стали: (перлит и цементит вторичный)

а) после отжига; б) после нормализации

**Отличие доэвтектоидных сталей от заэвтектоидных по микроструктуре**

Имеются три металлографических способа отличить доэвтектоидные стали от заэвтектоидных.

а) При травлении раствором азотной кислоты избыточные феррит и цементит имеют светлый оттенок. Относительное весовое количество избыточного феррита в доэвтектоидных сталях может изменяться от 100 % (сталь состава точки *Р*) до 0 % (сталь состава точки *S*). В то же время количество вторичного цементита в заэвтектоидных сталях может изменяться в узких пределах − от 0 % (сталь состава точки *S*) до 20 % (сталь состава точки *Е*).

Таким образом, если в отожженной стали, наряду с темным перлитом, обнаруживается светлая составляющая, занимающая более 20 % всей площади поля шлифа, видимого в микроскоп, то эта составляющая является избыточным ферритом, и сталь, следовательно, доэвтектоидная.

б) Если относительное количество светлой составляющей меньше 20 %, или если при микроанализе трудно произвести количественную оценку, то эта светлая составляющая может оказаться как избыточным ферритом, так и вторичным цементитом. В этом случае следует использовать индикаторный травитель − горячий щелочной раствор пикрата натрия, который окрашивает цементит в темно-коричневый цвет, оставляя феррит светлым.

в) Если избыточная фаза занимает менее 20 % площади шлифа, протравленного азотной кислотой, то при наличии некоторого опыта можно отличить вторичный цементит от избыточного феррита по форме и оттенку выделений.

Сетка избыточного феррита после отжига составлена из отдельных зерен, в то время как вторичный цементит на шлифе выявляется в виде почти непрерывной сетки. Сетка вторичного цементита выступает над перлитом в виде рельефа, так как твердый цементит после полировки слегка возвышается над более мягким и сильнее сполировывающимся перлитом. Вторичный цементит может выделяться из аустенита также в виде изолированных игл, как по границам, так и внутри колоний перлита. Наконец, цементит выглядит под микроскопом более светлым по сравнению с ферритом.

**Определение доли углерода в стали и марки стали по ее структуре.**

Поскольку плотности структурных составляющих сталей близки, то соотношение их массовых долей можно заменить соотношением занимаемых ими площадей.

Доэвтектоидные стали, содержат от 0,15 до 0,8% углерода. Структура доэвтектоидных сталей состоит из феррита и перлита. С увеличением содержания углерода количество феррита уменьшается, а перлита увеличивается.

Количество феррита и перлита можно определить по диаграмме пользуясь правилом отрезков, так как отрезки, соответствующие отдельным структурным составляющим, пропорциональны площадям этих составляющих на микрошлифе. Если сталь имеет состав 0,8% углерода, то структура – один перлит, так как 100% площади занято перлитом. Если часть площади занята ферритом (например, 40%), то можно составить пропорцию для определения процента содержания углерода:

100% пл. – 0,8%С

40% пл. – Х% С Х=

Согласно количеству углерода определяется марка стали. Структуры доэвтектоидных сталей показаны на рис.4.

В доэвтектоидных сталях массовая доля углерода определяется по формуле:

Form2_1.gif (1089 bytes)    (1)

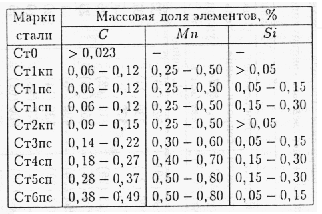
где Fn – площадь поля зрения микроскопа, занимаемая перлитом, %; 0,8 – % С в перлите.

Рассчитав массовую долю углерода заданной доэвтектоидной стали по формуле (1), можно по табл.1 определить марку этой стали.

Стали, содержащие от 0,8 до 2% углерода, называются заэвтектоидными. Структура заэвтектоидной стали при комнатной температуре состоит из перлита и вторичного цементита, который может располагаться в виде светлых зерен или светлой сетки, расположенной по границам зерен или в виде игл (рис.5.). Вторичный цементит в заэвтектоидной стали, занимает незначительную по величине площадь, и определить ее на глаз затруднительно, поэтому методом, которым определяют содержание углерода в доэвтектоидных сталях, не пользуются. Однако приблизительно содержание углерода в заэвтектоидных сталях определить можно. Например, пусть поля шлифа содержит 90% перлита и 10% вторичного цементита. Зная, что углерод находится как в перлите, так и цементите, составим уравнение для перлита:

100% п – 0,8% С

90% п – Х1 Х1=0,72% С для цементита: 100% ц – 6,67% С

Таблица 1.

**Аустенит** (A) – твердый раствор внедрения углерода в гамма-железе.

**Феррит** (Ф) – твердый раствор внедрения углерода в альфа-железе.

**Цементит** (Ц) – химическое соединение железа с углеродом (Fe3C).

**Ледебурит** (Л) – эвтектическая смесь аустенита и цементита.

**Перлит** (П) – эвтектоидная смесь феррита и цементита.

**Задание:**

Определить содержание углерода расчетным путем в доэвтектоидной, заэвтектоидной стали при определенном содержании перлита и цементита вторичного и показать на диаграмме.

**I вариант:**

1) **Fn1 = 15%; С=?**

2) Поле шлифа в заэвтектоидной стали содержит 85% перлита, 15% цементита вторичного:

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнение для перлита: | Уравнение для цементита: |
| **100%п - 0,8%С** | **100%ц - 6,67%С** |
| **85%п – х1** | **15%ц – х2** |
| **Хобщ.= х1+х2** | |

**II вариант**

**1) Fn2 = 30%; С=?**

2)Поле шлифа в заэвтектоидной стали содержит 89% перлита, 11% цементита вторичного:

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнение для перлита: | Уравнение для цементита: |
| **100%п -0.8%С** | **100%ц -6,67%С** |
| **89%п – х1** | **11%ц –х2** |
| **Хобщ.= х1+х2** | |

**Содержание отчета:**

1. Название работы.

2. Цель работы.

3. Участок диаграммы состояния Fe – Fe3C для сталей, с содержанием углерода до 2,14%.

4. Расчетное содержание массовой доли углерода по структуре расчетным путем и определение марки углеродистой стали по таблице 1.

5. Рисунок микроструктуры стали.

6. Вывод.

**Контрольные вопросы:**

1. Содержание углерода в доэвтектоидной стали?
2. Содержание углерода в заэвтектоидной стали?
3. Что такое отжиг? Что такое закалка?
4. При закалке меняется ли структура стали?
5. Что такое нормализация и чем она отличается от отжига?

**РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МАШИНО- И ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

**Тема 2.1. Конструкционные и эксплуатационные материалы**

**Практическое занятие. Конструкционные и эксплуатационные материалы: чугуны.**

**Практическая работа №6. Расшифровка марок чугунов. Классификация чугунов, применяемых в судостроении.**

**Цель:** ознакомление с маркировкой и областью применения чугунов; формирование умения расшифровывать марки чугунов.

**Задание.** Расшифровать заданные марки чугунов. Составить с помощью Интернет-ресурсов обзор чугунов, применяемых в современном судостроении, с указанием ГОСТ. Ответить на вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018,

<http://metallicheckiy-portal.ru>, <http://www.morkniga.ru/p442532.html>

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №6, необходимо изучить тему 2.1. «Конструкционные и эксплуатационные материалы».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Ход работы:**

1. Ознакомьтесь с теоретической частью.

2. Выполните задание практической части.

**Теоретическая часть.**

*Чугун отличается от стали*: по составу - более высокое содержание углерода и примесей; по технологическим свойствам – более высокие литейные свойства, малая способность к пластической деформации, почти не используется в сварных конструкциях.

В зависимости от состояния углерода в чугуне различают: белый чугун – углерод в связанном состоянии в виде цементита, в изломе имеет белый цвет и металлический блеск; серый чугун – весь углерод или большая часть находится в свободном состоянии в виде графита, а в связанном состоянии находится не более 0,8 % углерода. Из-за большого количества графита его излом имеет серый цвет; половинчатый – часть углерода находится в свободном состоянии в форме графита, но не менее 2 %углерода находится в форме цементита. Мало используется в технике.

В зависимости от формы графита и условий его образования различают следующие группы чугунов: *серый —* с пластинчатым графитом; *высокопрочный —* с шаровидным графитом; *ковкий —* с хлопьевидным графитом.

Графитовые включения можно рассматривать как соответствующей формы пустоты в структуре чугуна. Около таких дефектов при нагружении концентрируются напряжения, значение которых тем больше, чем острее дефект. Отсюда следует, что графитовые включения пластинчатой формы в максимальной мере разупрочняют металл. Более благоприятна хлопьевидная форма, а оптимальной является шаровидная форма графита. Пластичность зависит от формы таким же образом. Наличие графита наиболее резко снижает сопротивление при жестких способах нагружения: удар; разрыв. Сопротивление сжатию снижается мало.

**Серые чугуны.**

Серый чугун широко применяется в машиностроении, так как легко обрабатывается и обладает хорошими свойствами. В зависимости от прочности серый чугун подразделяют на 8 марок (ГОСТ 1412-85). Серые чугуны при малом сопротивлении растяжению имеют достаточно высокое сопротивление сжатию. Структура металлической основы зависит от количества углерода и кремния.

Учитывая малое сопротивление отливок из серого чугуна растягивающим и ударным нагрузкам, следует использовать этот материал для деталей, которые подвергаются сжимающим или изгибающим нагрузкам. В станкостроении это – базовые, корпусные детали, кронштейны, зубчатые колеса, направляющие; в автостроении – блоки цилиндров, поршневые кольца, распределительные валы, диски сцепления. Отливки из серого чугуна также используются в электромашиностроении, для изготовления товаров народного потребления.

**Маркировка серых чугунов**: обозначаются индексом СЧ (серый чугун) и числом, которое показывает значение предела прочности, умноженное на 10-1.

**Например:** СЧ 10 – серый чугун, предел прочности при растяжении 100 МПа.

**Ковкий чугун.**

Хорошие свойства у отливок обеспечиваются, если в процессе кристаллизации и охлаждения отливок в форме не происходит процесс графитизации. Чтобы предотвратить графитизацию, чугуны должны иметь пониженное содержание углерода и кремния. В зависимости от состава микроструктуры металлической основы ковкий чугун делят на ферритный (Ф) и перлитный (П) классы (ГОСТ 1215-79).

В зависимости от состава микроструктуры металлической основы ковкий чугун делят на ферритный (Ф) и перлитный (П) классы. Отливки изготовляют из ковкого чугуна следующих марок: КЧ 30-6; КЧ 33-8; КЧ 35-10; КЧ 37-12 ферритного класса, характеризующегося ферритной или ферритно-перлитной микроструктурной металлической основы; КЧ 45-7; КЧ 50-5; КЧ 55-4; КЧ 60-3; КЧ 65-3; КЧ 70-2; КЧ 80-1,5 перлитного класса, характеризующегося в основном перлитной микроструктурой металлической основы.

По механическим и технологическим свойствам ковкий чугун занимает промежуточное положение между серым чугуном и сталью. Недостатком ковкого чугуна, по сравнению с высокопрочным, является ограничение толщины стенок для отливки и необходимость отжига.

Отливки из ковкого чугуна применяют для деталей, работающих при ударных и вибрационных нагрузках. Из ферритных чугунов изготавливают картеры редукторов, ступицы, крюки, скобы, хомутики, муфты, фланцы. Из перлитных чугунов, характеризующихся высокой прочностью, достаточной пластичностью, изготавливают вилки карданных валов, звенья и ролики цепей конвейера, тормозные колодки.

**Маркировка ковкого чугуна**: обозначаются индексом КЧ (ковкий чугун) и числами. Первое число соответствует пределу прочности на растяжение, умноженное на 10-1, второе число – относительное удлинение.

**Например:** КЧ 30-6 – ковкий чугун, предел прочности при растяжении 300 МПа, относительное удлинение при испытаниях на растяжение 6 %.

**Высокопрочный чугун.**

Получают эти чугуны из серых, в результате модифицирования магнием или церием. По сравнению с серыми чугунами, механические свойства повышаются, это вызвано отсутствием неравномерности в распределении напряжений из-за шаровидной формы графита (ГОСТ 7293-85).

Эти чугуны обладают высокой жидкотекучестью, линейная усадка – около 1%. Литейные напряжения в отливках несколько выше, чем для серого чугуна. Из-за высокого модуля упругости достаточно высокая обрабатываемость резанием. Обладают удовлетворительной свариваемостью.

Из высокопрочного чугуна изготовляют тонкостенные отливки (поршневые кольца), шаботы ковочных молотов, станины и рамы прессов и прокатных станов, изложницы, резцедержатели, планшайбы. Отливки коленчатых валов массой до 2 – 3 т, взамен кованых валов из стали, обладают более высокой циклической вязкостью, малочувствительны к внешним концентраторам напряжения, обладают лучшими антифрикционными свойствами и значительно дешевле.

**Маркировка высокопрочного чугуна:** обозначаются индексом ВЧ (высокопрочный чугун) и числом, которое показывает значение предела прочности, умноженное на 10-1.

**Например:** ВЧ 50 – высокопрочный чугун с пределом прочности на растяжение 500 МПа.

**Практическая часть.**

**Задание для студентов:**

1.Запишите название работы, ее цель.

2.Заполните таблицу.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название чугуна | Марка чугуна | Расшифровка | Химический состав  <http://metallicheckiy-portal.ru> |
| Серый чугун |  |  |  |
| Ковкий чугун |  |  |  |
| Высокопрочный чугун |  |  |  |

3. Составьте с помощью учебника «Материаловедение для судостроителей» - чтение онлайн (<http://www.morkniga.ru/p442532.html>) обзор применения чугунов, применяемых в современном судостроении (§19-21).

**Варианты заданий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Марки чугунов** | | | **Вариант** | **Марки чугунов** | | |
| 1 | СЧ15 | КЧ30-6 | ВЧ 35 | 13 | СЧ24 | КЧ33-8 | ВЧ 60 |
| 2 | СЧ18 | КЧ33-8 | ВЧ 40 | 14 | СЧ25 | КЧ35-10 | ВЧ 70 |
| 3 | СЧ20 | КЧ35-10 | ВЧ 45 | 15 | СЧ30 | КЧ37-12 | ВЧ 80 |
| 4 | СЧ21 | КЧ37-12 | ВЧ 50 | 16 | СЧ35 | КЧ45-7 | ВЧ 100 |
| 5 | СЧ24 | КЧ45-7 | ВЧ 60 | 17 | СЧ15 | КЧ50-5 | ВЧ 35 |
| 6 | СЧ25 | КЧ50-5 | ВЧ 70 | 18 | СЧ18 | КЧ55-4 | ВЧ 40 |
| 7 | СЧ30 | КЧ55-4 | ВЧ 80 | 19 | СЧ20 | КЧ60-3 | ВЧ 45 |
| 8 | СЧ35 | КЧ60-3 | ВЧ 100 | 20 | СЧ21 | КЧ65-3 | ВЧ 50 |
| 9 | СЧ15 | КЧ65-3 | ВЧ 35 | 21 | СЧ24 | КЧ70-2 | ВЧ 60 |
| 10 | СЧ18 | КЧ70-2 | ВЧ 40 | 22 | СЧ25 | КЧ80-1,5 | ВЧ 70 |
| 11 | СЧ20 | КЧ80-1,5 | ВЧ 45 | 23 | СЧ30 | КЧ30-6 | ВЧ 80 |
| 12 | СЧ21 | КЧ30-6 | ВЧ 50 | 24 | СЧ35 | КЧ33-8 | ВЧ 100 |
|  |  |  |  | 25 | СЧ15 | КЧ35-10 | ВЧ 35 |

**Контрольные вопросы**

1. Каковы пределы содержания углерода в чугуне (теоретические и практические)? Классификация чугунов по содержанию углерода.

2. Классификация чугунов по состоянию (связанному и свободному) углерода.

3. Классификация чугунов по форме углерода.

4. Принципы маркировки чугунов.

5. Какова зависимость механических свойств чугунов от формы графита и структуры металлической основы?

6. Как получают серые, ковкие и высокопрочные чугуны?

**Тема 2.1. Конструкционные и эксплуатационные материалы**

**Практическое занятие. Конструкционные и эксплуатационные материалы: стали.**

**Практическая работа №7. Расшифровка марок сталей. Классификация сталей, применяемых в судостроении**

**Цель:**  ознакомление с маркировкой и областью применения конструкционных и инструментальных сталей; формирование умения расшифровки маркировки сталей; формирование умения по справочнику определять назначение сплава, выбирать сплавы по их назначению.

**Задание.** Запишите основные признаки маркировки: а) всех групп конструкционных сталей (обыкновенного качества, качественных сталей, легированных конструкционных сталей, рессорно-пружинных сталей, шарикоподшипниковых сталей, автоматных сталей) с примерами; б) всех групп инструментальных сталей (углеродистых, легированных, высоколегированных) с примерами.

Распределить стали по химическому составу, назначению и качеству в соответствии с их классификацией по предложенной схеме.

Расшифровать марки железоуглеродистых сплавов.

Определить применение приведенных в задании 4 сплавов.

Подобрать марку стали для изготовления: 1) Режущих инструментов при обработке улучшенных легированных и нержавеющих сталей. 2) Черновых и получистовых инструментов при обработке высокопрочных, нержавеющих сталей и жаропрочных сталей и сплавов.

Составить с помощью Интернет-ресурсов обзор сталей, применяемых в современном судостроении, с указанием ГОСТ. Ответить на вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018,

<http://metallicheckiy-portal.ru>, <http://www.morkniga.ru/p442532.html>

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №7, необходимо изучить тему 2.1. «Конструкционные и эксплуатационные материалы».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Теоретическая часть.**

Сталь – это сплав железа с углеродом, в котором углерода содержится в количестве 0-2,14%.

Стали являются наиболее распространенными материалами. Обладают хорошими технологическими свойствами. Изделия получают в результате обработки давлением и резанием. Достоинством является возможность получать нужный комплекс свойств, изменяя состав и вид обработки.

В зависимости от назначения стали делятся на 3 группы: конструкционные, инструментальные и стали специального назначения. В зависимости от содержания вредных примесей (**серы и фосфора)** стали подразделяют на:

˗ Стали обыкновенного качества – до 0,06% серы и до 0,07% фосфора.

˗ Качественные – до 0,035% серы и фосфора каждого отдельно.

˗ Высококачественные – до 0,025% серы и фосфора.

˗ Особовысококачественные – до 0,025% фосфора и до 0,015% серы.

Раскисление – это процесс удаления кислорода из стали, т. е. по степени её раскисления, существуют: спокойные стали, т. е., полностью раскисленные; такие стали обозначаются буквами «сп» в конце марки (иногда буквы опускаются); кипящие стали – слабо раскисленные; маркируются буквами «кп»; полуспокойные стали, занимающие промежуточное положение между двумя предыдущими; обозначаются буквами «пс».

Сталь обыкновенного качества подразделяется еще и по поставкам на 3 группы: сталь группы А поставляется потребителям по механическим свойствам (такая сталь может иметь повышенное содержание серы или фосфора); сталь группы Б – по химическому составу; сталь группы В – с гарантированными механическими свойствами и химическим составом.

Конструкционные стали предназначены для изготовления конструкций, деталей машин и приборов.

Инструментальные стали предназначены для изготовления различного инструмента, как для ручной обработки, так и для механической.

Так в России и в странах СНГ (Казахстан, Белоруссия и др.) принята разработанная раннее в СССР буквенно-цифровая система обозначения марок сталей и сплавов, где согласно ГОСТу, буквами условно обозначаются названия элементов и способов выплавки стали, а цифрами — содержание элементов. До настоящего времени международные организации по стандартизации не выработали единую систему маркировки сталей.

**Маркировка конструкционных углеродистых сталей обыкновенного качества**

Обозначают по ГОСТ 380-94 буквами «Ст» и условным номером марки (от 0 до 6) в зависимости от химического состава и механических свойств. Чем выше содержание углерода и прочностные свойства стали, тем больше её номер. Буква «Г» после номера марки указывает на повышенное содержание марганца в стали. Перед маркой указывают группу стали, причем группа «А» в обозначении марки стали не ставится. Для указания категории стали к обозначению марки добавляют номер в конце соответствующий категории, первую категорию обычно не указывают.

**Пример:**

**Ст1кп2** - углеродистая сталь обыкновенного качества, кипящая, № марки 1, второй категории, поставляется потребителям по механическим свойствам (группа А);

**ВСт5Г** - углеродистая сталь обыкновенного качества с повышенным содержанием марганца, спокойная, № марки 5, первой категории с гарантированными механическими свойствами и химическим составом (группа В);

**ВСт0** - углеродистая сталь обыкновенного качества, номер марки 0, группы Б, первой категории (стали марок Ст0 и Бст0 по степени раскисления не разделяют).

**Маркировка конструкционных углеродистых качественных сталей**

В соответствии с ГОСТ 1050-88 эти стали маркируются двухзначными числами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента: 05; 08; 10; 25; 40; 45 и т.д. Для спокойных сталей буквы в конце их наименований не добавляются. Пример, 08кп, 10пс, 15, 18кп, 20 и т.д. Буква Г в марке стали указывает на повышенное содержание марганца. **Пример:** 14Г, 18Г и т.д. Самая распространенная группа для изготовления деталей машин (валы, оси, втулки, зубчатые колеса и т.д).

**Пример:**

10 – конструкционная углеродистая качественная сталь, с содержанием углерода около 0,1 %, спокойная.

45 – конструкционная углеродистая качественная сталь, с содержанием углерода около 0,45%, спокойная.

18кп – конструкционная углеродистая качественная сталь с содержанием углерода около 0,18%, кипящая.

14Г – конструкционная углеродистая качественная сталь с содержанием углерода около 0,14%, спокойная, с повышенным содержанием марганца.

**Маркировка легированных конструкционных сталей**

В соответствии с ГОСТ 4543-71 наименования таких сталей состоят из цифр и букв. Первые цифры марки обозначают среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента. Буквы указывают на основные легирующие элементы, включенные в сталь. Цифры после каждой буквы обозначают примерное процентное содержание соответствующего элемента, округленное до целого числа, при содержании легирующего элемента до 1,5% цифра за соответствующей буквой не указывается. Буква А в конце марки указывает на то, что сталь высококачественная (с пониженным содержанием серы и фосфора). Н – никель, Х – хром, К – кобальт, М – молибден, В – вольфрам, Т – титан, Д – медь, Г – марганец, С – кремний.

**Пример:**

12Х2Н4А – конструкционная легированная сталь, высококачественная, с содержанием углерода около 0,12%, хрома около 2%, никеля около 4%

40ХН – конструкционная легированная сталь, с содержанием углерода около 0,4%, хрома и никеля до 1,5%

**Маркировка других групп конструкционных сталей**

**Рессорно-пружинные стали.** Основной отличительный признак этих сталей – содержание углерода в них должно быть около 0,8% (в этом случае в сталях появляются упругие свойства). Пружины и рессоры изготовляют из углеродистых (65,70,75,80) и легированных (65С2, 50ХГС, 60С2ХФА, 55ХГР) конструкционных сталей. Эти стали легируют элементами, повышающими предел упругости – кремнием, марганцем, хромом, вольфрамом, ванадием, бором.

**Пример: 60С2** – сталь конструкционная углеродистая рессорно-пружинная с содержанием углерода около 0,65%, кремния около 2%.

**Шарикоподшипниковые стали.** По ГОСТ 801-78 маркируют буквами «ШХ», после которых указывают содержание хрома в десятых долях процента. Для сталей, подвергнутых электрошлаковому переплаву, буква Ш добавляется также и в конце их наименований через тире. Пример: ШХ15, ШХ20СГ, ШХ4-Ш. Из них изготовляют детали для подшипников, также их используют для изготовления деталей, работающих в условиях высоких нагрузок.

**Пример: ШХ15** – сталь конструкционная шарикоподшипниковая с содержанием углерода 1%, хрома 1,5%.

**Автоматные стали.** По ГОСТ 1414-75 начинаются с буквы А (автоматная). Если сталь при этом легирована свинцом, то ее наименование начинается с букв АС. Для отражения содержания в сталях остальных элементов используются те же правила, что и для легированных конструкционных сталей: А20, А40Г, АС14, АС38ХГМ.

**Пример: АС40** – сталь конструкционная автоматная, с содержанием углерода 0,4%, свинца 0,15-0,3% (в марке не указывается).

**Маркировка углеродистых инструментальных сталей**

Углеродистые качественные инструментальные стали (ГОСТ1435-90) маркируют следующим образом: впереди ставят букву У, за ней цифру (от 7 до 13), указывающую среднее содержание углерода в десятых долях процента. Например, сталь марки У9 содержит в среднем 0,9 % С; У12 - 1,2 % С и т.д.

Для высококачественных углеродистых инструментальных сталей в конце обозначения марки стали ставят букву А. Например, У7А, У13А.

Из этих сталей может быть изготовлен режущий инструмент – резцы, напильники и др., работающий с небольшими скоростями резания, а также штампы для холодного деформирования для обработки малопрочных материалов.

Легированные инструментальные стали (ГОСТ 5950-73) маркируют однозначным числом, показывающим среднее содержание углерода в десятых долях процента, далее следуют буквы и цифры. Принцип обозначения легирующих элементов и их содержание в этих сталях аналогичен с маркировкой конструкционных.

Если же сталь начинается с буквы (кроме буквы У), то в стали около 1 % С или более. Например, сталь марки 9ХС содержит в среднем 0,9 % С, менее1,5 % Cr, менее 1,5 % Si; сталь марки ХВ4Ф содержит более 1 % С, менее 1,5 % Cr, около 4 % W, менее 1,5 % V.

Инструментальные легированные стали применяют для изготовления всех видов инструментов: режущего (резцы, развёртки, протяжки), для обработки металлов давлением (штампы для холодного и горячего деформирования, прокатные валки), измерительного (калибры, меры, шаблоны).

**Маркировка легированных инструментальных сталей**

Правила обозначения инструментальных легированных сталей по ГОСТ 5950-73 в основном те же, что и для конструкционных легированных. Различие заключается лишь в цифрах, указывающих на массовую долю углерода в стали. Процентное содержание углерода также указывается в начале наименования стали, в десятых долях процента, а не в сотых, как для конструкционных легированных сталей. Если же в инструментальной легированной стали содержание углерода составляет около 1,0%, то соответствующую цифру в начале ее наименования обычно не указывают (4Х2В5МФ, ХВГ, ХВЧ).

**Пример:** 9Х5ВФ – легированная инструментальная сталь, с содержанием углерода около 0,9%, хрома около 5%, ванадия и вольфрама до 1%.

**Маркировка высоколегированных (быстрорежущих) инструментальных сталей**

Обозначают буквой «Р», следующая за ней цифра указывает на процентное содержание в ней вольфрама. В отличие от легированных сталей в наименованиях быстрорежущих сталей не указывается процентное содержание хрома, т.к. оно составляет около 4% во всех сталях, и углерода (оно пропорционально содержанию ванадия). Буква Ф, показывающая наличие ванадия, указывается только в том случае, если содержание ванадия составляет более 2,5% (Р6М5, Р18, Р6 М5Ф3). Обычно из этих сталей изготовляют высокопроизводительный инструмент: сверла, фрезы и т.д. (для удешевления только рабочую часть).

**Пример:** Р6М5К2 – быстрорежущая сталь, с содержанием углерода около 1%, вольфрама около 6%, хрома около 4%, ванадия до 2,5%, молибдена около 5%, кобальта около 2%.

**Практическая часть.**

1. Запишите название работы, ее цель.

2. Запишите основные признаки маркировки: а) всех групп конструкционных сталей (обыкновенного качества, качественных сталей, легированных конструкционных сталей, рессорно-пружинных сталей, шарикоподшипниковых сталей, автоматных сталей) с примерами; б) всех групп инструментальных сталей (углеродистых, легированных, высоколегированных) с примерами.

3. Распределить стали по химическому составу, назначению и качеству в соответствии с их классификацией по предложенной схеме

|  |
| --- |
| Стали  Ст4,ВСт3, 08, 05Х2Н4, Р6М5, У13, 45, Ст0, У8А, ХВГ, 5ХВГ, 40ХС, 30ХНМА, У7,У12А |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Углеродистая |  | Легированная |
|  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Конструкционная | Инструментальная |  | Конструкционная | Инструментальная |
|  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обыкновенного качества | Качественная |  | Качественная | Высококачественная |  | Качественная | Высококачественная |
|  |  |  |  |  |  |

4. Расшифровать марки железоуглеродистых сплавов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Марка сплава | Вариант | Марка сплава |
| 1 | 08кп, СЧ10, 5ХМГ | 14 | У12А, 20Х17Н2, ВЧ70 |
| 2 | БСт6кп, ХВГ, ВЧ35 | 15 | 60, 4Х5МФС, КЧ45-7 |
| 3 | 15, 9ХФ, КЧ 30-6 | 16 | ВСт2пс, 5ХНМ, СЧ35 |
| 4 | 08пс, 9ХС, СЧ15 | 17 | У10А, 12Х13, ВЧ60 |
| 5 | 40,9ХВГ, ВЧ40 | 18 | 85, 5ХГМ, КЧ50-5 |
| 6 | 65, 9Х5ВФ, КЧ 33-8 | 19 | Ст4пс, Х12Ф1, СЧ10 |
| 7 | Ст3кп, 6ХВФ, СЧ20 | 20 | У10, 08Х17Т, ВЧ80 |
| 8 | У13А, 06ХН2МДТ, ВЧ45 | 21 | 25, 6ХС, КЧ55-4 |
| 9 | БСт5пс, Х12ВМФ, КЧ35-10 | 22 | ВСт3кп,6ХВ2С, СЧ15 |
| 10 | У10А, 08Х18Н10, СЧ25 | 23 | 45,Х12, ВЧ100 |
| 11 | ВСт3Гсп, 4ХС, ВЧ50 | 24 | У8Г, 08Х18Н10Т, КЧ60-3 |
| 12 | У7, 09Х15Н8Ю, КЧ37-12 | 25 | БСт2пс, Х12ВМФ, СЧ20 |
| 13 | 20, 6ХВ2С, СЧ30 | 26 | 10пс, 5Х3МФС, ВЧ35 |

5. Определить применение приведенных в задании 4 сплавов.

6. Подобрать марку стали для изготовления:

|  |  |
| --- | --- |
| Режущих инструментов при обработке улучшенных легированных и нержавеющих сталей | Варианты с 1 по 13 |
| Черновых и получистовых инструментов при обработке высокопрочных, нержавеющих сталей и жаропрочных сталей и сплавов | Варианты с 14 по 26 |

7. Составьте с помощью Интернет-ресурсов обзор сталей, применяемых в современном судостроении, с указанием ГОСТ.

<http://metallicheckiy-portal.ru>, <http://www.morkniga.ru/p442532.html>

8. Сделать вывод по проделанной работе

**Контрольные вопросы**

1. Что такое сталь?

2. По каким признакам классифицируют углеродистую сталь?

3. На какие группы по качеству делятся угдеродистые стали?

4. Какие группы сталей обыкновенного качества различают в зависимости от назначения?

5. Как подразделяются качественные углеродистые стали по содержанию марганца?

6. На какие группы подразделяются углеродистые стали по способу раскисления?

7. Какие стали называются легированными?

8. Какие элементы являются легирующими?

9. Для чего легируют стали?

10. Каковы правила обозначения легированных сталей?

**РАЗДЕЛ 3. МАТЕРИАЛЫ С ОСОБЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

**Тема 3.2. Материалы с малой плотностью**

**Практическое занятие. Цветные металлы.**

**Практическая работа №8. Определение основных свойств сплавов цветных металлов по их маркам**

**Цель:** научиться определять химический состав, свойства и применение сплавов цветных металлов по их маркам.

**Задание.** Расшифровать марки сплавов цветных металлов. Для каждой марки выписать свойства и применение. Результат оформить в виде таблицы. Составить с помощью Интернет-ресурсов обзор цветных металлов, применяемых в современном судостроении. Ответить на вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018,

<http://metallicheckiy-portal.ru>, <http://www.morkniga.ru/p442532.html>

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №8, необходимо изучить тему 3.2. «Материалы с малой плотностью».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Краткие теоретические сведения**

Различают три группы медных сплавов:

- латуни;

- бронзы;

- сплавы меди с никелем.

Латуни. Латунями называют двойные (томпак, где 90% и более - меди и 10% цинка и полутомпак, где меди 79-86%, остальное цинк) или многокомпонентные сплавы на основе меди, в которых основным легирующим элементом является цинк. При введении других элементов (кроме цинка) латуни называют специальными по наименованию элементов, например, железофосфорномарганцевая латунь и т.п. По сравнению с медью латуни обладают большей прочностью, коррозионной стойкостью. Механическая прочность латуней выше, чем меди, и они лучше обрабатываются (резанием, литьем, давлением). Большим их преимуществом является более низкая стоимость, так как входящий в состав латуней цинк значительно дешевле меди. Латуни нашли широкое применение в приборостроении, в общем и химическом машиностроении. Латуни обозначают начальной буквой Л, затем ставят цифру, указывающую средний процент меди в этом сплаве. Л96 – латунь, меди 96%, цинка 4% (томпак). Латуни более сложного состава в обозначении имеют после буквы Л другую букву, а цифры, размещенные после цифры, указывающей процент меди, указывают процент добавок в марке латуни. Все добавляемые к латуни элементы обозначают русскими буквами: Ц – цинк; А – алюминий; О – олово; Н – никель; К – кремний; С – свинец; Мц – марганец; Ж – железо; Ф – фосфор; Б – бериллий. Цифры, помещенные за буквами, указывают среднее процентное содержание элементов. ЛАЖМц66-6-3-2 – алюминиевожелезомарганцовистая латунь, содержащая 66% меди, 6% алюминия, 3% железа и 2% марганца, остальное составляет цинк. ЛЦ40Мц3Ж – латунь, содержащая 40%цинка, 3% марганца, около 1% железа, остальное медь

Бронзы, Бронзы (медь, олово) – сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, марганцем, свинцом, бериллием. В зависимости от введенного элемента бронзы бывают: оловянные, алюминиевые, кремнистые, марганцовистые, свинцовистые, бериллиевые. Бронзы обладают высокой стойкостью против коррозии, хорошими литейными и высокими антифрикционными свойствами и обрабатываемостью резанием. Благодаря хорошим литейным качествам из бронз отливают пушки, колокола и статуи. Также бронзы используются при изготовлении арматуры газовых и водопроводных линий и в химическом машиностроении, где важна также высокая коррозионная стойкость бронз. Малый коэффициент трения и устойчивость к износу делает бронзы незаменимыми при изготовлении вкладышей подшипников, червяков и червячных колес, шестерен и других деталей ответственных и точных приборов. Бронзы легируют для повышения механических характеристик и придания особых свойств. Введение марганца способствует повышению коррозионной стойкости, никеля – пластичности, железа – прочности, цинка – улучшению литейных свойств, свинца – улучшению обрабатываемостью. Бронзы маркируют русскими буквами Бр. Справа ставят обозначение элементов, входящих в состав бронзы: О – олово; Ц – цинк; С – свинец; А – алюминий; Ж – железо; Мц – марганец. Далее идут цифры, обозначающие среднее содержание дополнительных элементов в бронзе в процентах (цифры, обозначающие процентное содержание меди в бронзе, не ставят). БрОЦС5-5-5 – бронза содержит по 5% олова, свинца, цинка, остальное – медь (85%). БрА9Мц2Л – бронза литейная, содержит 9% алюминия, 2% марганца, остальное – медь.

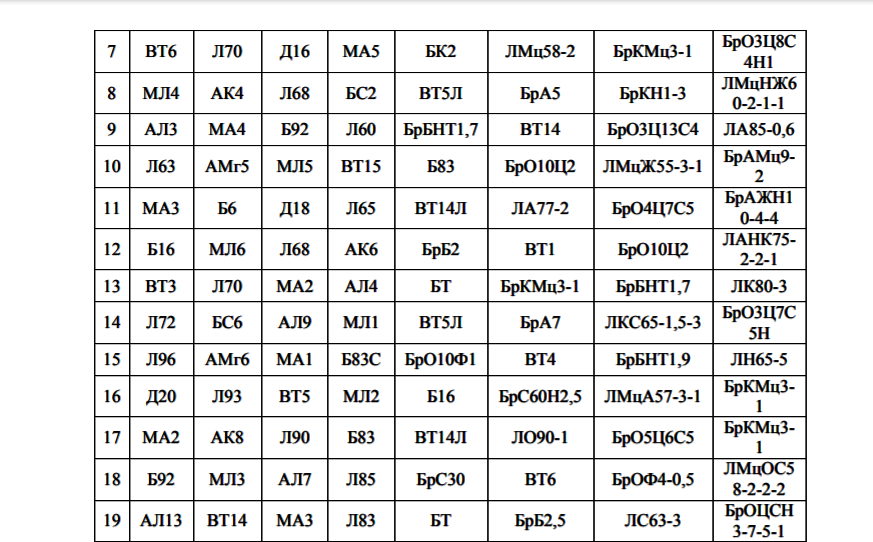
Алюминиевые сплавы делят на деформируемые и литейные. Деформируемые алюминиевые сплавы применяют для получения листов, ленты, проволоки и различных деталей методами обработки давлением: штамповкой, прессованием, ковкой. Деформируемые алюминиевые сплавы можно подразделить на две подгруппы: - не упрочняемые термообработкой - упрочняемые термообработкой Первые характеризуются невысокой прочностью, но хорошей пластичностью. К ним относятся сплавы алюминия с марганцем и магнием, содержащие его до 6%. Эти сплавы почти всегда однофазные. Они хорошо свариваются, устойчивы против коррозии и применяются для малонагруженных деталей, изготовляемых холодной штамповкой с глубокой вытяжкой, и для свариваемых конструкций. Упрочнение этих сплавов возможно только путем холодной деформации, так как упрочнение термической обработкой не удается. АМц - сплав алюминия деформируемый не упрочняемый термообработкой, содержит 1% марганца. Из группы деформируемых алюминиевых сплавов, упрочняемых термообработкой, наиболее распространены дуралюмины (или дюралюмины) - сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем (для повышения коррозионной стойкости сплава). Также распространены сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем и цинком (сплавы высокой прочности). Дуралюмины маркируют буквой Д, после которой стоит цифра, обозначающая условный номер сплава. Дуралюмины выпускают в виде листов, прессованных и катаных профилей, прутков, труб. Особенно широко применяют дуралюмины в авиационной промышленности и строительстве. Д1 – деформируемый алюминиевый сплав, упрочняемый термообработкой (дуралюмин), содержит 4% меди, примерно по 0,5% магния, марганца, кремния. Литейные алюминиевые сплавы содержат почти те же легирующие компоненты, что и деформируемые сплавы, но в значительно большем количестве (до 9-13% по отдельным компонентам). Литейные сплавы предназначены для изготовления фасонных отливок. Эти сплавы маркируются буквами АЛ с последующим порядковым номером: АЛ2, АЛ9 и т.п. По химическому составу их можно разделить на несколько групп, например, алюминий с кремнием или алюминий с магнием. Иногда их маркируют по химическому составу, например АК7М2. Буква М означает медь. Сплавы на основе алюминия и кремния называют силуминами. Силумин обладает высокими механическими и литейными свойствами: высокой жидкотекучестью, небольшой усадкой, достаточно высокой прочностью, удовлетворительной пластичностью. Сплавы на основе алюминия и магния имеют высокую удельную прочность, хорошо обрабатываются резанием и имеют высокую коррозионную стойкость.

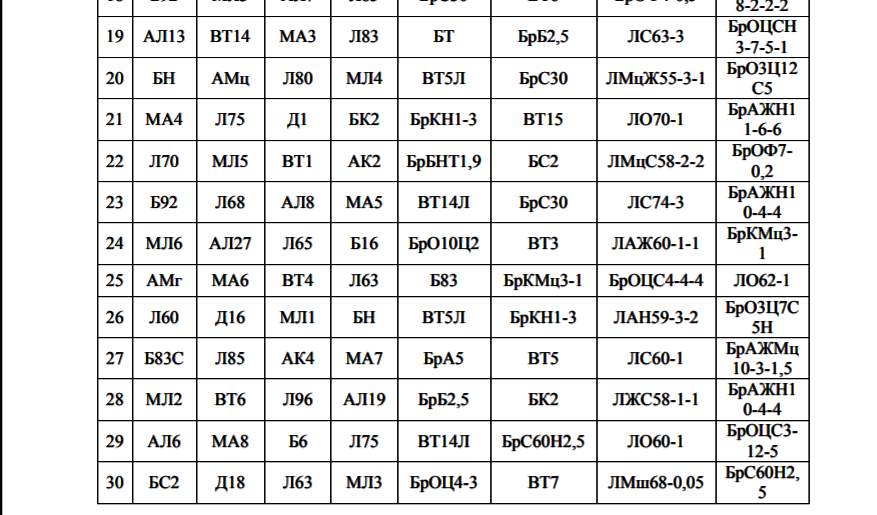
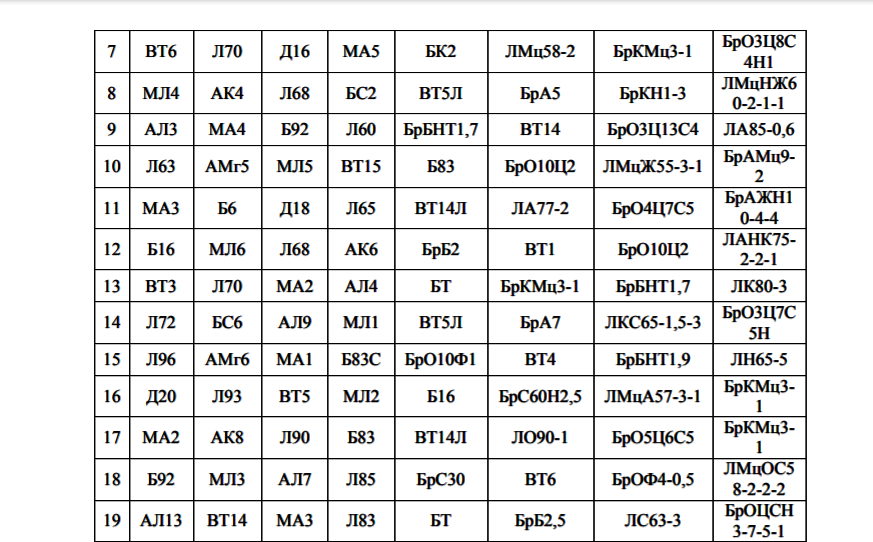
Титановые сплавы применяются в авиационной (самолетостроении, ракетостроении, при производстве реактивных двигателей) и химической промышленности. Также титан широко применяют в судостроении благодаря его устойчивости против воздействия морской воды. Из сплавов на основе титана изготавливаются лопатки паровых и газовых турбин, выпускных клапанов дизельных двигателей, лопаток и дисков компрессоров, поршневых пальцев, шатунов и других деталей. Титан и его сплавы маркируют буквами ВТ и порядковым номером, например ВТ8.

Магниевые сплавы широко применяют в транспортном машиностроении, особенно в авиации и ракетостроении. В зависимости от способа получения магниевые сплавы подразделяют на: - литейные – эти сплавы используют в виде отливок, маркируются буквами МЛ и порядковым номером. - деформируемые – сплавы используют в виде проката (листов, ленты, труб) и поковок, маркируются буквами МА и порядковым номером.

**Задание на практическую работу**

**Задание 1.** Расшифровать марки сплавов цветных металлов





**Задание 2.** Для каждой марки выписать свойства и применение. Результат оформить в виде таблицы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Марка | Свойства | Применение |
|  |  |  |

**Задание 3.** Составьте с помощью Интернет-ресурсов обзор цветных металлов, применяемых в современном судостроении, с указанием ГОСТ.

<http://metallicheckiy-portal.ru>, <http://www.morkniga.ru/p442532.html>

**Содержание отчета**

1. Название практической работы.

2. Цель работы.

3. Задание.

4. Расшифровка марок.

5. Таблица.

6. Обзор цветных металлов, применяемых в современном судостроении.

**Контрольные вопросы**

1. На какие группы делятся алюминиевые сплавы?

2. На какие группы делятся медные сплавы?

3. Как называются литейные алюминиевые сплавы?

4. Как называются деформируемые алюминиевые сплавы?

5. Особенности и применение титановых сплавов.

6. Какие химические элементы входят в состав бронз?

7. Какие химические элементы входят в состав латуней?

**Тема 3.3. Износостойкие материалы**

**Практическое занятие. Износостойкие материалы.**

**Практическая работа №9. Классификация антифрикционных материалов, применяемых в судостроении.**

**Цель:** ознакомление со свойствами и областью применения абразивных и антифрикционных материалов.

**Задание.** Запишите основные признаки маркировки: а) абразивных материалов;

б) антифрикционных материалов с примерами. Распределите материалы по химическому составу, назначению и качеству. Ответьте на контрольные вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №9, необходимо изучить тему 3.3. «Износостойкие материалы».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Теоретическая часть**

**Абразивные материалы.** Абразивными называют мелкозернистые или порошковые неметаллические вещества (химические соединения элементов), обладающие очень высокой твердостью и имеющие острые режущие грани. Абразивные материалы разделяют на природные (наждак, кварцевый песок, кремень, корунд), которые находят ограниченное применение вследствие неоднородности свойств, и искусственные (синтетический алмаз, электрокорунд, карбид бора, карбид кремния и др.), широко используемые в промышленности. Их используют для получения шлифовальных кругов, сегментов, головок, брусков; гибких шлифовальных и полировальных лент и шкурок, а также в виде полировальных паст. Абразивные зерна используют для гидроабразивной (абразивно-жидкостной), абразивно-импульсной (ультразвуковой) и абразивно-химической обработки твердых сплавов.

Абразивные материалы характеризуются абразивной (режущей) способностью, высокой красностойкостью (1800-2000°С), зернистостью, твердостью и износостойкостью. Абразивная способность - это основной показатель качества абразива. Абразивная способность характеризуется массой снимаемого при шлифовании материала до затупления зерен. По абразивной способности абразивные материалы располагаются в следующем порядке: алмаз, нитрид бора, карбид кремния, монокорунд, электрокорунд, наждак, кремень. Зернистость характеризует размер и однородность зерен.

Абразивные материалы подразделяют на четыре группы: шлифзерно, шлифпорошки, микропорошки и тонкие микропорошки. Материалы каждой группы различаются по номерам зернистости. Зернистость абразивных шлифзерна и шлифпорошков определяют в сотых долях миллиметра, а микропорошков - в микрометрах. По крупности абразивные материалы указанных групп разделяют на 28 номеров: шлифзерно 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16; шлифпорошки 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3; микропорошки М63, М50, М40, М20, М14; тонкие микропорошки М10, М7, М5.

**Абразивный инструмент**. Твердость абразивных инструментов принято обозначать буквами М - мягкий, СМ - среднемягкий, С - средний, СТ - среднетвердый, ВТ - весьма твердый, ЧТ - чрезвычайно твердый. Процесс изготовления абразивных инструментов слагается из следующих операций: размола; измельчения абразивных материалов; сортировки по номерам в зернистости; смешивания со связкой и увлажнения; формования для получения определенной формы и размеров изделий; сушки и тепловой обработки.

Связка - цементирующее вещество, которое скрепляет друг с другом абразивные зерна. Связки бывают керамическими, бакелитовыми, вулканитовыми и др. Путем тонкого измельчения и смешивания глины, полевого шпата, кварца и других веществ в определенных пропорциях приготовляют керамическую связку. Искусственная смола - бакелит является основой бакелитовой связки. Вулканитовая связка – искусственный каучук, подвергнутый вулканизации для превращения его в прочный, твердый эбонит.

Для зачистки и отделки поверхностей изделий пользуются шлифовальными шкурками. Это бумага или ткань с наклеенными на нее зернами абразивов.

Доводку или притирку и полирование выполняют абразивными и алмазными пастами.

Доводку (притирку) осуществляют изготовленным из более мягкого материала, чем обрабатываемая заготовка, притиром с нанесенным на него абразивным порошком или пастой. Притиркой достигается высокая точность обработки и уменьшение шероховатости поверхности. Полирование осуществляют быстродвижущейся абразивной лентой, насыщенной мягкими абразивами или мягким полировальным кругом (из войлока, фетра, бязи) с нанесенной на него полировальной пастой. Полирование не повышает точность обработки, а улучшает лишь качество поверхности (шероховатость).

Пасты состоят из жидких, полужидких или твердых смесей абразивных материалов с добавками химически активных веществ. Все абразивно-доводочные пасты в зависимости от применяемого материала делят на две группы: твердые (алмаз, карбид бора, наждак) и мягкие (окись хрома, окись железа, кварц). Кроме абразивных материалов в состав паст для связки входят: химически активные олеиновая и стеариновая кислоты, парафин, а также скипидар, канифоль и другие вещества.

Алмазы широко применяют для изготовления высокопроизводительных алмазных инструментов, порошков и паст. Алмазные пасты являются наиболее эффективными средствами для выполнения доводочных и притирочных работ. Пасты из синтетических или природных алмазов используют для окончательной доводки деталей и изделий.

Абразивный инструмент принято маркировать обозначениями, характеризующими абразивный материал, связку, зернистость, твердость. По этим данным выбирают инструмент для той или иной технологической операции. Марка проставляется краской на абразивном инструменте.

Например, маркировка на шлифовальном круге ПП450х50х1273АЗЭ50С1Б означает: ПП - круг плоский прямоугольного профиля; 450 - наружный диаметр круга; 50 - высота круга; 127 - диаметр отверстия круга (все размеры в миллиметрах); ЗАЗ - Златоустовский абразивный завод; Э - электрокорунд; 50 - зернистость; С1 - средняя твердость 1; Б – бакелитовая связка.

Форма поперечных сечений шлифовальных кругов и их размеры регламентированы ГОСТ 2424-75, которым предусматривается 22 профиля и несколько сотен типоразмеров. Для изготовления абразивных кругов используют естественные минералы - алмаз, кварц, корунд, наждак, кремень, гранат - и искусственные – электрокорунд нормальный (Э), электрокорунд белый (ЭБ), монокорунд (М), карбид кремния зеленый (КЗ) и черный (КЧ), карбид бора, борсиликокарбид, электрокорунд хромистый (ЭХ), электрокорунд титанистый (ЭТ). По твердости абразивные инструменты подразделяют на семь групп и 16 степеней твердости. При этом под твердостью абразивного инструмента понимают способность связки сопротивляться вырыванию абразивных зерен с рабочей поверхности инструмента под действием внешних сил. Структура абразивного инструмента характеризуется соотношением между объемным содержанием абразивных зерен, связки и пор к единице объема инструмента.

Алмазные круги используют для шлифования заготовок из твердых сплавов и высокотвердых материалов. Круг состоит из корпуса, изготовленного из алюминия, пластмассы или стали, и алмазоносного слоя толщиной 1,5-3 мм.

**Антифрикционными** называются сплавы, применяемые для подшипников скольжения и обеспечивающие малые потери энергии при работе пары трения.

К антифрикционным сплавам предъявляются такие требования:

* низкий коэффициент трения;
* хорошая прирабатываемость, т.е. способность к быстрому увеличению реальной площади контакта в начальный период работы трущейся пары;
* малая изнашиваемость трущихся поверхностей;
* достаточная прочность;
* высокая усталостная прочность (контактная выносливость). При низкой контактной выносливости вкладыш покрывается сеткой усталостных трещин, что приводит к выкрашиванию материала;
* хорошая теплопроводность, обеспечивающая отвод тепла от узла трения;
* достаточная коррозионная стойкость;
* хорошие технологические свойства;
* структура материала должна быть микронеоднородной (микрогетерогенной), содержащей чередующиеся мягкие и твердые структурные составляющие. В процессе работы мягкая составляющая вырабатывается и образуются микровпадины, в которых задерживается смазка.

Различают следующие виды антифрикционных материалов: баббиты, бронзы, алюминиевые подшипниковые сплавы, антифрикционные чугуны, порошковые антифрикционные материалы.

Баббитами называются легкоплавкие сплавы на основе олова или свинца. Баббиты маркируются буквой Б. В оловянных баббитах за буквой Б идут цифры, которые показывают среднее количество олова в %. Оловянный баббит - Б83 (83 % Sn). Его структура состоит из твердых кристаллов SnSb и Cu3Sn, расположенных в мягкой пластичной основе, представляющей собой твёрдый раствор Sb и Сu в олове. Такая структура обеспечивает низкий коэффициент трения. Основным недостатком оловянных баббитов является их низкая усталостная прочность.

Свинцовые баббиты также маркируются буквой Б, после которой пишут букву, которая обозначает легирующий элемент, и цифры, которые показывают количество данного элемента в %. В свинцовых баббитах основу составляет свинец, кроме того в его состав входит олово, сурьма, медь. Свинцовый баббит БС6 содержит 6 % олова. Этот баббит известен также под маркой СОС6-6. Коэффициент трения свинцового баббита БС6 больше, чем у оловянного баббита, однако он превосходит его по усталостной прочности.

Баббиты являются недостаточно прочными, поэтому они обычно наносятся слоями небольшой толщины на более прочную основу (чаще стальную). Существуют биметаллические и триметаллические вкладыши. В триметаллических вкладышах между стальной основой и баббитами находится промежуточный пористый медно-никелевый слой.

При заливке жидкий баббит затекает в поры подслоя, что обеспечивает хорошее сцепление слоя с основой.

В качестве антифрикционных сплавов применяются свинцовые и оловянные бронзы. Эти сплавы прочнее баббитов, поэтому они используются для тяжелонагруженных подшипников, работающих при больших удельных давлениях. В качестве антифрикционного материала применяются свинцовая бронза БрС30, оловянные бронзы БрО6, БрО10.

Антифрикционные сплавы на основе алюминия легируют Sb, Pb, Mg, Сu. Их наносят на стальную основу в виде ленты, а сцепление слоев обеспечивается совместной прокаткой. Эти сплавы обладают относительно низким коэффициентом трения, высокой износостойкостью и усталостной прочностью. Одним из таких сплавов является ACM, обладающей пониженной прирабатываемостью по сравнению с баббитом и бронзой. Наилучшей прирабатываемостью обладает сплав АО9-2.

В качестве антифрикционных материалов применяются графитизированные чугуны с разной формой графита: серые, ковкие и высокопрочные. Графит выполняет свойства мягкой составляющей и способствует удержанию смазки. Металлическая основа антифрикционных чугунов должна быть перлитной или феррито-перлитной.

Антифрикционные чугуны отличаются невысокой стоимостью, однако вследствие плохой прирабатываемости применяются для узлов с низкими скоростями скольжения. Они маркируются: АЧС (антифрикционный чугун серый), АЧК (антифрикционный чугун ковкий), АЧВ (антифрикционный чугун высокопрочный). После буквы идут условные цифры, которые соответствуют разному легированию чугунов. Примеры маркировки чугунов: АЧС-1, АЧК-1, АЧВ-2.

Порошковые антифрикционные сплавы применяются обычно для втулок или колец и изготавливаются из порошков железа и графита; бронзы и графита; железа, меди и графита по обычной технологии порошковой металлургии - прессование с последующим спеканием. Чаще всего используются железографитовая композиция (ЖГр2, ЖГр3). При спекании часть графита растворяется в железной матрице. После спекания антифрикционные порошковые изделия подвергаются пропитке маслом, которое проникает в поры (пористость составляет 15…20 %) и частично поглощается графитом. Подшипник становится самосмазывающимся. Такие подшипники устанавливаются в трудных для смазки местах.

Введение в железо-графитную смесь небольшого количества меди улучшает свойства порошковых антифрикционных материалов. Расплавляясь при спекании, медь заполняет поры и тем самым обеспечивается повышение комплекса механических свойств.

**Практическая часть**

1. Запишите название работы, ее цель.

2. Запишите основные признаки маркировки: а) абразивных материалов; б) антифрикционных материалов с примерами.

3. Распределите материалы по химическому составу, назначению и качеству.

4. Ответьте на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы**

1. Какие сверхтвердые материалы используются в промышленности?
2. Перечислите абразивные материалы, которые используются для изготовления абразивного инструмента. Какие связки используют для абразивных кругов?
3. Какие материалы используют для изготовления штампового инструмента? Когда целесообразно применение твердого сплава, алмаза?
4. Какими свойствами характеризуются алмазы?
5. Укажите достоинства и недостатки алмазных материалов.
6. Как классифицируются алмазы?
7. Какие требования предъявляются к антифрикционным материалам?
8. Какая структура у оловянного баббита Б-83?
9. Сравните свойства оловянного и свинцового баббита.
10. Опишите триметаллические вкладыши.
11. Какие бронзы применяются в качестве антифрикционного материала?
12. Какие вы знаете антифрикционные сплавы на основе алюминия?
13. Что выполняет роль мягкой составляющей в антифрикционных чугунах?
14. Из каких компонентов состоят порошковые антифрикционные сплавы?
15. Как можно улучшить свойства порошковых антифрикционных материалов?

**Тема 3.6. Материалы, устойчивые к воздействию температуры и рабочей среды**

**Практическое занятие. Защита от коррозии.**

**Практическая работа №10. Классификация способов обработки против коррозии.**

**Цель:** изучение **с**ущности коррозии металлов (вред, наносимый коррозией народному хозяйству. Виды коррозии: химическая и электрохимическая. Виды коррозии: равномерная, местная, межкристаллитная коррозия).

**Задание.** Провести классификацию способов защиты металлов от коррозии: электрохимической, химической и механической. Выбрать метод защиты в зависимости от условий работы деталей и конструкции в целом. Ответить на контрольные вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №10, необходимо изучить тему 3.6. «Материалы, устойчивые к воздействию температуры и рабочей среды».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Теоретическая часть**

Существует много способов защиты металлов от коррозии, которые применяют в зависимости от условий эксплуатации изделий или конструкций, от вида коррозионных сред и других факторов. Основными способами предотвращения коррозионных процессов являются следующие:

* выбор материалов, устойчивых против коррозии в данной среде;
* тщательная обработка поверхностей, соприкасающихся с коррозионной средой;
* нанесение металлических покрытий;
* нанесение неметаллических покрытий;
* обработка коррозионной среды;
* электрохимическая защита.

При выборе материалов для изготовления изделий и конструкций необходимо стремиться к тому, чтобы эти материалы при прочих равных условиях обладали наибольшей коррозионной стойкостью в данной среде.

Так, материалы электродов или присадочной проволоки, используемые при сварке, не должны отличаться по составу от материала свариваемых изделий или конструкций. В противном случае, например при сварке нержавеющей стали электродами из углеродистой стали, сварной шов будет корродировать аналогично обыкновенной углеродистой стали.

Тщательная обработка поверхностей повышает сопротивляемость изделий и конструкций к коррозии, особенно если они работают в активных коррозионных средах. В судостроении такими конструкциями являются обшивка корпуса судна, гребные винты, трубы судовых систем, крыльевые устройства судов на подводных крыльях и т. д.

Нанесение покрытий (металлических и неметаллических) представляет собой пассивную защиту, цель которой — не допустить соприкосновения коррозионной среды с основным металлом.

Все металлические покрытия делятся на две группы: анодные и катодные.

Анодными покрытиями называются такие, электродный потенциал которых ниже электродного потенциала основного металла.

Катодными покрытиями называются такие, электродный потенциал которых выше электродного потенциала основного металла.

В качестве анодных покрытий для железа будут, например, цинк и кадмий, а катодных — олово, медь и никель.

Катодные покрытия защищают основной металл механически до тех пор, пока сохраняется их сплошность. При нарушении покрытия (царапины, трещины и т. п.) создается гальваническая пара и происходит коррозия основного металла как более активного.

Анодные покрытия защищают основной металл механическим и электрохимическим путем. При нарушении покрытия также создается гальваническая пара и происходит коррозия металла покрытия как более активного.

Металлические покрытия могут быть нанесены следующими способами: гальваническим, плакированием, металлизацией (набрызгиванием), диффузионным, горячим.

Гальванический способ заключается в нанесении на поверхность изделия покрытия путем электролиза. Изделие погружают в ванну с электролитом, содержащим соли защитного металла, присоединяют к катоду, а пластину покрывающего металла — к аноду источника тока. При пропускании электрического тока через электролит металл с пластины осаждается на изделии в виде плотного сплошного слоя одинаковой толщины.

Плакирование заключается в покрытии одного металла другим путем их механического соединения в нагретом состоянии. Для защиты от коррозии покрывающий слой металла должен быть антикоррозионным. Например, сталь чаще всего плакируют медью, алюминием, никелем и латунью. С целью экономии металла и одновременно повышения его антикоррозионных свойств, один металл плакируют металлом того же рода, но с более высокой степенью сопротивляемости к коррозии. Например, углеродистую сталь плакируют нержавеющей сталью, дуралюмин — чистым алюминием.

Металлизация (набрызгивание) заключается в нанесении на поверхность изделий или конструкций слоя расплавленного металла, обладающего более высокой антикоррозионной стойкостью, чем защищаемый. Антикоррозионный слой наносят при помощи специального устройства (металлизатора).

В металлизатор металл подается в виде проволоки, затем расплавляется газовым пламенем или электрической дугой и распыляется сжатым воздухом. Диффузионный способ заключается в насыщении поверхностных слоев изделий элементами, стойкими к коррозии. Он осуществляется при высоких температурах и обеспечивает получение стойких к коррозии поверхностей изделий не только при обычной температуре, но и при нагреве до 1200 К.

Широко распространены следующие виды диффузионной защиты: алитирование — насыщение алюминием, азотирование — насыщение азотом, хромирование — насыщение хромом, силицирование — насыщение кремнием и др.

Горячий способ заключается в нанесении покрытий путем погружения изделий в ванну с расплавленным металлом или нанесения его на нагретую поверхность изделий. Подобным

образом могут быть нанесены покрытия только из низкоплавких металлов: олова, цинка, свинца и их сплавов. Покрытие изделий оловом и его сплавами называется лужением, цинком — цинкованием, свинцом — свинцеванием.

Цель нанесения неметаллических покрытий на поверхность изделий, так же как и металлических,— не допустить соприкосновения коррозионной среды с основным металлом.

К неметаллическим покрытиям относятся: лаки, краски, эмали, смазки, цементные покрытия, резина, эбонит, окисные защитные пленки.

Нанесение лакокрасочных покрытий — основной метод защиты изделий от коррозии, **особенно в судостроении.**

*Смазки* применяют обычно для защиты от атмосферной коррозии различных изделий при их хранении на складах или транспортировке. Смазки представляют собой смеси незатвер-девающих и неокисляющих веществ (вазелина, парафина, масла) с добавками загустителей. Срок действия зависит от их состава.

Покрытие изделий антикоррозионными смазками называется консервацией.

*Цементные покрытия* применяют в судостроении для защиты от коррозии, например, внутренних поверхностей цистерн питьевой воды. В этом случае они помогают сохранить вкус питьевой воды.

*Покрытие изделий резиной или эбонитом*— гуммирование — производят таким образом: сперва их обезжиривают, обрабатывают металлическими щетками для придания им шероховатости, затем покрывают резиновым клеем, приклеивают листы резины и производят вулканизацию. Гуммирование предназначено для защиты изделий от воздействия кислот, щелочей, растворов солей.

*Защита окисными пленками* заключается в создании на поверхности изделий антикоррозионных пленок путем окисления их поверхностных слоев. Защитные пленки получают оксидированием и фосфатированием.

Оксидирование — это создание окисных пленок в сильных окислителях. Для этого изделия из стали погружают в растворы азотнокислых солей и выдерживают в течение 1—2 ч при температуре примерно 400 К. Оксидирование изделий из алюминиевых и магниевых сплавов производят химическим или электрохимическим способами. Оксидирование стали обычно называют воронением.

Фосфатирование — это создание на поверхности изделия защитной пленки фосфорнокислых соединений железа и марганца. Для фосфатирования изделие погружают в раствор фосфорнокислых соединений железа и марганца и выдерживают в течение 1 —1,5 ч при температуре около 373 К. После фосфатирования на поверхности изделия образуется пленка светло- или темно-серого цвета.

Фосфатирование является одним из самых экономичных и надежных способов защиты стальных изделий от коррозии.

*Защита изделий от коррозии путем обработки коррозионной среды* заключается или в удалении из нее веществ, вызывающих коррозию, или во введении особых веществ, понижающих коррозионную активность среды. Например, из воды, питающей судовые паровые котлы, удаляют кислород с помощью специальных устройств, называемых деаэраторами. Отсутствие кислорода резко снижает коррозионную активность воды.

Для понижения активности коррозионной среды вводят вещества, называемые замедлителями коррозии или ингибиторами.

*Электрохимический способ* является эффективным средством защиты изделий от коррозии. С помощью этого способа можно значительно снизить, а в некоторых случаях и полностью исключить коррозию судовых конструкций. Существуют два метода электрохимической защиты: катодный и протекторный.

Катодный метод основан на предотвращении коррозии при помощи постоянного тока. Конструкция присоединяется к источнику постоянного тока и служит катодом. Анодом служат специально устанавливаемые на конструкции электроды, которые изготовляют из мягкой стали, кремнистого чугуна, графита или магниевого сплава. В результате при прохождении электрического тока коррозионному разрушению подвергается не поверхность конструкции, а специальные электроды.

Протекторный метод защиты заключается в том, что к защищаемой конструкции присоединяют пластину металла с более низким электродным-потенциалом, чем защищаемый. При этом протектор — металл с более низким потенциалом— разрушается и таким образом защищает металл конструкции. Протекторы с основным металлом образуют гальваническую пару, в которой протектор является анодом, а основной металл катодом.

Так, для защиты стального корпуса судов применяют протекторы из цинка, магния, алюминия и их сплавов. Их изготовляют в виде цилиндров, дисков, планок, шаров, листов и т. п. Протекторы присоединяют к конструкции при помощи сварки или на шпильках. После разрушения их заменяют новыми. Протектор может защищать поверхность конструкции, которая примерно в 200 раз больше его собственной. Протекторная защита является надежной, но увеличивает массу конструкции, а в движущейся воде увеличивает силу сопротивления.

**Судовые конструкции** работают в чрезвычайно неблагоприятных условиях. Детали двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин, топки и дымоходы паровых котлов, нагреваемые при обработке судостроительные заготовки подвергаются газовой коррозии, судовые конструкции, соприкасающиеся с нефтью, бензином, керосином, маслами,— химической коррозии, судовые конструкции, находящиеся в воде и влажной атмосфере,— электрохимической коррозии. Многие судовые конструкции (корпус судна, гребные винты, рули, вращающиеся детали турбин и насосов, трубы большинства судовых систем и т. д.) подвергаются также эрозии. В результате потери металла от коррозии в судостроении довольно высоки.

Основной коррозионной средой судовых конструкций является морская вода, в которой содержатся растворы различных солей. Соленость океанов составляет примерно 35 промилле, морей — не более 25, рек и озер — не более 0,3 промилле. Чем выше концентрация солей в воде, тем выше электропроводность и, следовательно, тем выше ее коррозионная активность. Растворенные в морской воде кислород, йод, бром также способствуют ее коррозионной активности.

Наиболее подвержены коррозии в морской воде углеродистая сталь и чугун. Чем больше примесей (серы и фосфора) содержит металл, тем ниже его коррозионная стойкость. Нержавеющие стали и особенно сплавы на основе титана, циркония и тантала устойчивы против коррозии.

Коррозионная стойкость цветных металлов колеблется в широких пределах. Высокую коррозионную стойкость имеет медь и ее сплавы (латунь и бронза). Но простые латуни подвержены в морской воде обесцинкованию. Обесцинкование — это вид избирательной коррозии, при которой цинк растворяется, а медь выделяется на поверхности в виде рыхлых образований.

Алюминий и его сплавы устойчивы против коррозии в пресной воде, а сплавы алюминия с магнием устойчивы и в морской воде, если они имеют дополнительную защиту. Магний и его сплавы мало устойчивы против коррозии в морской воде, а титан и его сплавы — практически абсолютно устойчивы против коррозии, поэтому являются ценным материалом для изготовления судовых конструкций.

Увеличение скорости движения воды повышает электрохимическую коррозию, а при определенных условиях вызывает коррозионную эрозию, прежде всего судовых конструкций в кормовой части корпуса судна: гребных винтов, внутренних поверхностей судовых трубопроводов и др.

Коррозионная стойкость судовых конструкций зависит в значительной степени от чистоты их обработки. Бугорчатая поверхность сварных швов, выступающие головки заклепок и других крепежных деталей могут быть причинами интенсивной местной коррозии. Ускоряет коррозию наличие окалины на поверхности судовых конструкций, даже находящейся под слоем краски.

Особенно интенсивно происходит электрохимическая коррозия конструкций, в которых сочетаются различные металлы, например сталь с алюминиевыми или медными сплавами. Однако при постройке судов без таких материалов невозможно обойтись.

Подводная часть судов (обычно до грузовой ватерлинии) во время плавания и особенно стоянки обрастает различными животными или растительными организмами, которые повреждают покрытие корпуса судна, что способствует возникновению местной коррозии. В процессе жизнедеятельности эти организмы выделяют вредные химические соединения: сернистый водород, углекислый газ, различные кислоты и кислород, что также способствует повышению скорости коррозии.

При очистке подводной части крупнотоннажных судов в доках снимают до 200 т продуктов обрастания, которое не только способствует возникновению коррозии, но и снижению скорости движения судов, увеличению расхода топлива, ускорению сроков докования.

**Практическая часть**

1. При изучении этой темы разберите сущность процессов, протекающих при химической и электрохимической коррозии, так как она наиболее распространена. При изучении видов разрушения от коррозии, обратите внимание на межкристаллитную коррозию как наиболее опасную. Разбирая отдельные способы защиты от коррозии, обязательно обратите внимание на то, какой способ защиты и при каких условиях работы деталей наиболее целесообразно применять. Нужно знать способы покрытия металлов лаками, красками; разницу между механической и электрохимической защитой от коррозии металлов.

2. Проведите классификацию способов защиты металлов от коррозии: электрохимической, химической и механической с учетом выбора метода защиты в зависимости от условий работы деталей и конструкции в целом.

3. Ответьте на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы**

1. Что называется коррозией металлов?
2. Какая разница между химической и электрохимической коррозией.
3. В чем сущность электрохимической коррозии?
4. При каких условиях возникает химическая коррозия?
5. Какие существуют виды коррозийных разрушений?
6. Охарактеризуйте основные способы защиты металлов от коррозии.
7. В чем сущность защиты от коррозии металлическими покрытиями?
8. В чем сущность оксидирования стали?
9. В чем сущность защиты от коррозии лаками и красками?

**РАЗДЕЛ 4. ПОРОШКОВЫЕ, КОМПОЗИЦИОННЫЕ, НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Тема 4.3. Неметаллические материалы**

**Практическое занятие. Горюче-смазочные материалы.**

**Практическая работа №11. Классификация судовых топлив и смазочных материалов.**

**Цель:** изучение характеристик судовых топлив и смазочных материалов.

**Задание.** Провести классификацию марок топлива и смазочных масел для судовых дизелей. Ответить на контрольные вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Курс лекций по дисциплине ОП.04 «Материаловедение» для студентов специальности 26.02.05 «Эксплуатация судовых энергетических установок». Методическое пособие / Сост. Е.В. Павлова – Ростов-на-Дону, 2019.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №11, необходимо изучить тему 4.3. «Неметаллические материалы».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Судовое топливо. Характеристики**

Топливо для судовых двигателей получают в результате переработки нефти и газовых конденсатов. Требования к нему изложены в ГОСТ Р 54299. Данный стандарт модифицирован по отношению к ISO 8217.

**Виды судового топлива**

В силовых установках используют следующие типы горючего:

* флотский мазут;
* судовое маловязкое топливо (СМТ) – дизель;
* сжиженные углеводородные газы.

Первая позиция относится к тяжелым видам, вторая и третья – к легким.

Флотский мазут (судовое остаточное топливо) применяется в качестве горючего для котлов. Производится 11 марок по ГОСТ Р 54299, в условном обозначении указывается кинематическая вязкость при 50°С.

СМТ (дистилляты) служат для питания дизельных двигателей. По ГОСТ Р 54299 изготавливается 4 марки. Нормируется вязкость при 40°С, в обозначении она не указывается.

Характеристики судового дизельного топлива, как и мазута, могут изменяться в зависимости от условий – прежде всего, температуры. Это необходимо учитывать при эксплуатации.

Совокупность эксплуатационных свойств определяет качество горючего и эффективность его использования. Требования к основным показателям прописаны в стандартизирующих документах – российских и международных. Характеристиками судового маловязкого топлива, как и мазута, являются:

* кинематическая вязкость;
* плотность;
* содержание серы, воды, сероводорода;
* температура вспышки, текучести;
* зольность и др.

Цетановый индекс, температура помутнения нормируется только для дистиллята, индекс углеродной ароматизации – для остаточного топлива и т.д. Полный перечень подлежащих контролю величин содержится в нормативной документации. Также при хранении и применении следует учитывать совместимость, стабильность, теплоту сгорания веществ и другие свойства.

Механику нужно знать фактические характеристики горючего в имеющихся условиях. Для этого на основе нормативных величин он находит расчетные с помощью компьютерных программ, графиков и т.д. Так, плотность и вязкость зависят от температуры. При бункеровке, при определении расхода, имеющегося запаса, при выборе режима топливоподготовки и других операциях механику необходимы данные о фактической плотности.

Без учета вязкости невозможно поддерживать нужный температурный режим хранения горючего и обеспечить бесперебойное питание двигателя. Цистерны запаса могут контактировать с водой, остывать в холодное время года. Возникает проблема с перекачкой мазута.

**Физико-химические свойства топлива характеризуют следующие показатели:**

**Элементарный состав топлива** определяется химическим анализом и показывает, из каких элементов и в каком процентном содержании по массе состоит топливо. Жидкое топливо содержит (% ): углерод С = 84÷88, водород Н = 11÷14, кислород О = 0,005÷3, серу S = 0,01÷5.

**Теплота сгорания топлива** показывает, какое количество тепла (ккал) выделяется при сгорании 1 кг топлива. Теплоту сгорания топлива определяют лабораторным путем или, приближенно, по данным элементарного состава. Различают высшую и низшую теплоту сгорания топлива.

Высшая теплота сгорания топлива - это все количество тепла, которое выделяется при сгорании топлива.

Низшая теплота сгорания топлива это количество тепла, выделяющееся при сгорании топлива, за вычетом тепла, расходуемого на испарение воды, содержащейся в топливе. При расчетах экономичности и рабочих процессов дизелей пользуются низшей теплотой сгорания топлива, которая лежит в пределах Дж/кг: (42,5÷44) 106 - для дизельных топлив; (41÷43)106 для моторных топлив; (40÷41,5) 106 для мазутов.

Плотность является косвенной характеристикой свойств топлива. Топливо с большой плотностью (тяжелое топливо) может содержать значительное количество трудносжигаемых остатков переработки нефти, плохо сгорает, оставляя в цилиндре большое количество кокса. Плотность топлива измеряют в г/см3 при 20°C; она составляет: для дизельного топлива 0,84 - 0,90, для моторного 0,92 - 0,97, для мазутов - 0,95 - 1,01.

**Фракционный состав** определяется процентным содержанием фракций, выкипающих при определенной температуре, и характеризует однородность топлива. Повышенное содержание легких и тяжелых фракций ухудшает качество топлива. Значительное количество легких фракций в топливе сопровождается более резким повышением давления в цилиндре в начальный момент сгорания. Если в топливе содержится много тяжелых фракций, то процесс сгорания удлиняется и топливо догорает в период расширения газов, что приводит к неполному сгоранию и к повышению температурного режима двигателя. Топливо, используемое в дизелях, должно состоять из фракций, выкипающих при температуре 200÷350°C.

**Цетановое число (ЦТ)** характеризует период задержки воспламенения топлива и зависит от его фракционного состава. При малом ЦЧ период задержки воспламенения увеличивается. Это влечет за собой резкое нарастание давления в цилиндре при сгорании топлива и приводит к жесткой работе дизеля. Чем выше ЦЧ, тем быстрее воспламеняется топливо, тем равномернее нарастает давление в цилиндре и мягче работа дизеля. Цетановое число топлива для дизелей должно быть менее 40-50.

**Вязкость** характеризует качество распыливания и, следовательно, полноту сгорания топлива. От вязкости зависит также скорость протекания топлива в трубопроводах и работа топливной аппаратуры.

Вязкость измеряется в условных единицах вязкости (ВУ) градусах Энглера или в единицах кинематической вязкости сантистоксах (сСт). Условная вязкость определяется отношением времени истечения из вискозиметра 200 см3 топлива при заданной температуре ко времени истечения такого же количества воды при температуре 20°C. При слишком низкой вязкости топлива (ниже 1,1°ВУ) ухудшаются условия смазки плунжерных пар топливных насосов, что может привести к их заклиниванию.

**Температура вспышки топлива** это температура, при которой находящиеся над поверхностью топлива пары вспыхивают при поднесении огня. Температура вспышки характеризует пожарную безопасность топлива. При необходимости подогрева топлива максимальная температура подогрева должна быть на 15-20°C ниже температуры вспышки.

**Температура самовоспламенения** это температура, при которой топливо воспламеняется без постороннего источника огня. Для топлив, применяемых в дизелях, температура самовоспламенения при давлении 30 бар составляет 200-250°C.

**Температура застывания** это температура, при которой топливо теряет подвижность и его перекачка становится невозможной. При температуре застывания выше + 5°С для подачи топлива к двигателю предусматривают подогрев топлива в танках.

**Кислотность** характеризует содержание в топливе кислот. Повышенная кислотность топлива оказывает влияние на износ топливной аппаратуры и увеличивает нагарообразование в цилиндрах дизеля. Кислотность (кислотное число) измеряется в мг КОН, потребного для нейтрализации содержащихся в топливе кислот. Кислотное число используемого в дизелях топлива не должно превышать 5 мг КОН на 100 мл топлива.

**Коксуемость** показывает содержание в топливе смолистых веществ, образующих при сгорании отложения кокса. Для дизельных топлив коксуемость не должна превышать 0,1%, для моторных - 3÷10%.

**Зольность** характеризует минеральный остаток, образующийся после сгорания топлива. Зола способствует износу трущихся деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) и приводит к засорению сопел форсунок дизелей. Предельное содержание золы составляет для дизельных топлив 0,02, для моторных 0,15%.

**Содержание механических примесей** в топливе приводит к повышенному износу деталей топливной аппаратуры и цилиндро-поршневой группы дизеля. Содержание механических примесей в дизельном топливе не допускается, в моторном топливе не должно превышать 0,2%.

Содержание воды в топливе снижает его теплоту сгорания и способствует коррозии. Содержание воды в дизельном топливе не допускается, в моторном топливе не более 1,5%.

**Содержание cepы** в топливе приводит к вредному воздействию ее на детали двигателя. Химическое воздействие серы проявляется в виде газовой коррозии стенок камеры сгорания и кислотной коррозии газовыпускного тракта дизеля. У тронковых двигателей повышенное содержание серы в топливе вызывает увеличение скорости старения масла.

При использовании топлива с содержанием серы более 0,2% для быстроходных и свыше 0,5% для тихоходных дизелей должна производиться специальная подготовка топлива, включающая введение в него специальных присадок. Сорт топлива для каждого дизеля указывается в инструкции завода-изготовителя или устанавливается службой судового хозяйства (ССХ) пароходства.

Использование для судовых дизелей моторного и нефтяного топлив или соответствующих им топлив иностранных марок допускается при наличии системы подготовки топлива, включающей подогрев, отстой, фильтрацию, сепарацию, с введением в топливо специальных многофункциональных присадок. В этом случае для обеспечения безотказного пуска и работы на переменных режимах дизель оборудуется дополнительной системой легкого дизельного топлива. При использовании тяжелого топлива цилиндры смазываются специальными цилиндровыми маслами, обладающими высокими моющими свойствами.

**Классификация судового топлива**

Для плавучих ТС применяется 2 типа горючего – дистиллятное и остаточное. Соответственно, есть легкие и тяжелые виды судового топлива. Требования и к тем, и к другим регламентирует ГОСТ 32510.

**Дистилляты (легкие)**

Судовое маловязкое топливо – светлый нефтепродукт. По сути, это дизель. В отличие от ДТ для автомобилей, характеризуется цетановым индексом, а не числом. Разница состоит в методике определения. ЦИ рассчитывают, то есть он является теоретическим ЦЧ. Это делают для экономии, чтобы избежать трудоемких операций: цетановое число определяется экспериментально, на стендах.

В целом СМТ сгорает не так плавно, как автомобильный дизель. Другие характеристики (например, содержание серы) также различаются. Поэтому топливо для морских судов не стоит заливать в бак автомобиля.

Производят дистилляты следующих марок:

* DMX;
* DMA;
* DMZ.

Классификация судовых дизелей основана на различии их физико-химических и эксплуатационных характеристик. Соответственно, на жесткости требований, предъявляемых к их качеству. Минимальный цетановый индекс для СМТ марки DMX – 45, DMB – 35, для остальных – 40. Различаются и другие характеристики судового топлива, хотя к большинству показателей предъявляются одинаковые требования.

**Кинематическая вязкость**

Среднее значение (по ГОСТ) увеличивается от DMX (1,4…5,5 мм²/с) к DMB (2…11 мм²/с). Величина характеризует внутреннее трение жидкости и является мерой сопротивления течению. Нормируется вязкость при 40ºС.

**Содержание примесей**

Массовая доля сернистых соединений для дистиллята марки DMX – не более 1%. Для всех остальных, включая и остаточные топлива (о них речь пойдет далее) – до 1,5%. С 2020 года для любых марок обоих видов содержание серы не должно превышать 0,5%.

Дистиллятное топливо DMB может содержать до 0,3% воды по объему. К концентрации сероводорода требования общие – до 2 мг/кг, либо по договору.

**Прочие характеристики**

Также предъявляются другие требования, которые в большинстве случаев совпадают. Общими для всех 4 марок являются температура вспышки, кислотное число, показатели зольности, смазывающей способности, окислительной стабильности. Корабельное топливо DMA и DMZ различаются лишь пределами допустимой вязкости (2…6 и 3…6 мм²/с соответственно). Для других марок различны плотность, температура помутнения и текучести.

**Остаточное (тяжелое) топливо**

Мазут остается после извлечения из нефти светлых фракций. Он используется для питания силовых установок на судах.

Классификация флотского мазута основана на его важнейшей характеристике – вязкости. С ней взаимосвязаны также плотность, коксуемость, зольность и другие показатели. Максимально допустимая кинематическая вязкость (мм²/с) остаточного судового топлива при 50ºС указывается в маркировке и составляет ее цифровую часть:

* RMA 10;
* RMB 30;
* RMD 80;
* RME 180;
* RMG 180;
* RMG 380;
* RMG 500;
* RMG 700;
* RMK 380;
* RMK 500;
* RMK 700.

Чтобы обеспечить бесперебойную подачу горючего к двигателю, механик обязательно учитывает вязкость и ее изменение в зависимости от температуры. Также марки флотского мазута различаются по другим характеристикам.

**Плотность**

Зависит от фракционного состава нефтепродукта. ГОСТ нормирует плотность остаточного топлива при 15ºС. Во время эксплуатации судна эту величину измеряют при имеющихся условиях и приводят к стандартной.

**Зольность**

Зола образуется из негорючих веществ в составе топлива. Характеристика различается для разных марок.

**Коксуемость**

Кокс – продукт неполного сгорания углеводорода. Чем больше плотность мазута, тем выше коксуемость.

**Смазочные материалы**

Для смазки дизелей применяют минеральные масла, получаемые при переработке нефти. Основные физико-химические свойства масел приведены ниже.

**Вязкость** характеризует смазывающую способность масла. Масло должно обладать вязкостью, соответствующей условиям работы смазываемых узлов двигателя. При высоких удельных давлениях вязкость масла должна быть больше. Однако большая вязкость при высоких скоростях трущихся пар может привести к их перегреву и выходу из строя. Вязкость масла измеряется в тех же единицах, что и вязкость топлива.

Важным показателем масла является степень изменения его вязкости в зависимости от температуры. Этот показатель характеризуется отношением вязкости масла при сравниваемых температурах или индексом вязкости.

**Коксуемость** показывает содержание в масле смолистых веществ и характеризует его склонность к нагарообразованию при высоких температурах.

**Кислотность масла**, характеризующая его антикоррозионные свойства, не должна быть более 0,10—0,25 мг КОН на 1 г масла.

**Содержание в масле золы и механических примесей** должно быть минимальным, так как от этого зависит износ трущихся деталей двигателя.

Наличие в масле воды, водорастворимых кислот и щелочей не допускается.

Температура вспышки масла указывает на возможность его применения для смазки трущихся поверхностей при повышенных температурах, например цилиндров ДВС, воздушных компрессоров и т. п. характеризует пожарную безопасность масла.

**Температура застывания** масла показывает его пригодность в условиях низких температур для прокачки по трубопроводам, при подготовке и пуске дизеля.

При использовании тяжелых топлив масла, применяемые для смазки цилиндро-поршневой группы дизеля, должны обладать моющими свойствами, т. е. способностью растворять и уносить со стенок цилиндра образующийся при сгорании топлива кокс.

**Присадки**. Для улучшения тех или иных свойств масел в них добавляются присадки.

Присадки АзНИИ и АФК снижают температуру застывания масел. Присадка ПМСя улучшает моющие свойства масел. Присадка ЦИАТИМ-339 повышает моющие и антикоррозионные свойства. Многофункциональная присадка АзНИИ ЦИАТИМ-1 как улучшает антикоррозионные и моющие свойства масел, так и понижает температуру его застывания. К многофункциональным относятся также присадки АзНИИ 8у, ВНИИ НП-360 и др.

**Применение масел**

При выборе масла для смазки узлов дизеля руководствуются инструкцией завода-изготовителя двигателя и указаниями службы судового хозяйства пароходства.

В зависимости от частоты вращения, материала основных трущихся частей, теплонапряженности и марки топлива для смазки дизелей применяют соответствующие масла.

**В циркуляционной системе смазки:**

* для дизелей с частотой вращения n < 300 об/мин — автотракторное масло АКп-10 (М10Б)
* для дизелей с частотой вращения n >300 об/мин и подшипниками из оловянистых баббитов — дизельное масло Д-11
* для дизелей с подшипниками из сплавов, подверженных коррозии, — дизельное масло Дп-11 с присадкой ЦИАТИМ-339
* особонапряженных высокооборотных дизелей — авиационное масло МС-20 или МК-22
* для дизелей с наддувом при масляном охлаждении поршней — дизельное Дп-11

**Для смазки цилиндров:**

* для дизелей без наддува — автотракторное масло АК-15
* для дизелей всех типов, работающих на топливе с содержанием серы свыше 1%, — масла МТ-16п
* для среднеоборотных и малооборотных дизелей, работающих на тяжелом высокосернистом топливе, — специальные масла, обладающее моющими, антикоррозионными и антинагарными свойствами (отечественные масла M16-Д, М16-Е или зарубежные «Shell alexia Oil 50», «Mobilgard Marine Oil 593 и др.)

**Для смазки подшипников газотурбонагнетателей** — отечественное турбинное масло 30 или 46 (ГОСТ 32—53) или зарубежные «Shell Turbo Oil 33» и др.

**Для узлов трения вспомогательных механизмов и некоторых узлов дизелей** — солидолы синтетические (ГОСТ 4366—64).

У средне - и малооборотных дизелей с замкнутой системой охлаждения для снижения коррозии деталей, омываемых водой, в охлаждающую воду добавляют 0,5% специального антикоррозионного масла. К числу таких масел относится масло «Shell Dromes Oil» и др.

В ряде случаев для снижения износа дизелей применяют различные покрытия рабочих поверхностей трущихся деталей как при их изготовлении, так и путем введения в смазочные масла сульфидных и других соединений. К ним относится находящий все более широкое распространение дисульфид молибдена (MoS2); его вводят в мелкоизмельченном виде (кусочки до 5 мк): до 0,5% — в цилиндровые масла и до 1% — в масла циркуляционных системах.

**Практическое задание:**

Составить классификационные таблицы: Марки топлива для судовых дизелей, Смазочные масла для судовых дизелей

**Марки топлива для судовых дизелей**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Топливо для быстроходных дизелей | | | | Топливо дизельное | | Масло соляровое | Топливо моторное для средне- и малооборотных дизелей | | Топливо нефтяное – мазут | |
|  | ДА | ДЗ | ДЛ | ДС | ТЗ | ТЛ | ДТ | ДМ | Ф5 | Ф12 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Смазочные масла для судовых дизелей**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Масла дизельные | | | Масла автотракторные | | Масла авиационные | | |
|  | Д-11 | Дп-11 | Дп-14 | АКп-10 (М10Б) | АК-15 | МС-14 | МС-20 | МК-22 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Контрольные вопросы**

1. Назовите способы получения нефтяных топлив. Дайте краткую характеристику классического и современных методов их производства.

2. Приведите классификацию судовых топлив по основным признакам.

3. Укажите, какие сорта топлив относятся к дистиллятным. Как производятся данные топлива? Приведите их основные показатели качества и оцените область применения.

4. Укажите, какие сорта топлив относятся к остаточным. Охарактеризуйте способы их производства. Назовите область и особенности применения остаточных топлив.

5. Охарактеризуйте фракционный и групповой состав нефтяных топлив. Как они влияют на его эксплуатационные свойства?

6. Какими марками представлен ассортимент отечественных маловязких топлив? Назовите их аналоги по международным техническим условиям BSMA:100, ISO/DIS-8217, SIMAC.

7. Назовите способы получения смазочных масел. Охарактеризуйте понятия «базовые нефтяные масла», «присадки к маслам».

8. Назовите виды присадок к моторным маслам, кратко охарактеризуйте механизм их действия.

9. Синтетические моторные масла. Виды, краткая характеристика. В чем заключается различие синтетических и минеральных масел?

10. Какие принципы положены в основу международной и отечественной классификаций моторных масел? Укажите соответствие классов вязкости масел по ГОСТ 17479.1-85 и SAE.

11. Как маркируются отечественные масла?

12. Что такое «термоокислительная способность масла», от чего она зависит?

13. Что понимается под смазывающими способностями масел? Какие факторы влияют на смазывающие способности?

14. Охарактеризуйте вязкостные свойства масел. Что такое «вязкостно-температурная характеристика»?

15. Назовите основные источники загрязнения циркуляционного масла в ДВС. Как влияет загрязнение масла на работу двигателя?

**РАЗДЕЛ 5. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ**

**Тема 5.2. Обработка металлов давлением**

**Практическое занятие. Обработка металлов давлением.**

**Практическая работа №12. Методы обработки металла давлением.**

**Цель:** получить представление об основных способах обработки металлов давлением. Приобрести умения по выбору способа ОМД, вида инструмента и заготовки исходя из заданной формы и геометрии изделия.

**Задание.** Изучите теоретическую часть и, используя рекомендованную литературу, заполните таблицу. По предложенному эскизу детали выберите заготовку и способ обработки давлением для получения заданного изделия. Припусками на механообработку можно пренебречь. Предложите инструмент и опишите технологию выбранного способа ОМД и сопроводите её необходимыми схемами и пояснениями. Ответьте на контрольные вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №12, необходимо изучить тему 5.2. «Обработка металлов давлением».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Теоретическая часть**

В современной металлообрабатывающей промышленности обработка металлов давлением является одним из основных способов формообразования деталей машин различного назначения. Обработка металлов давлением основана на свойстве пластичности металлов, то есть на способности металлов изменять первоначальную форму и размеры без разрушения. На пластичность металлов оказывает влияние химический состав материала, температура и скорость деформации, форма очага деформации. Создавая соответствующие условия деформирования, можно получить требуемую технологическую пластичность. Обработка металлов давлением существенно отличается от других видов обработки, так как в процессе пластической деформации металл не только приобретает требуемую форму, но и меняет свою структуру и физико-механические свойства.

В настоящее время насчитывается около 400 способов ОМД. Несмотря на большое многообразие процессов обработки давлением, их можно объединить в две основные группы – процессы металлургического и машиностроительного производства.

К первой группе относятся: прокатка, прессование и волочение, т.е. процессы, в основе которых лежит принцип непрерывности технологического процесса. Продукцию металлургического производства (листы, полосы, ленты, периодический и профильный прокат, трубы, профили, проволоку и т.п.) использует как заготовку в кузнечно-прессовых и механических цехах и как готовую продукцию для создания различного рода конструкций.

*Прокатка* – один из наиболее прогрессивных и широко распространенных видов обработки металлов давлением. В машиностроении прокаткой получают как заготовки для свободной ковки, штамповки, волочения, так и готовые изделия - элементы строительных конструкций и деталей машин: балки, швеллеры, уголки, прутки и другие профили, трубы, колеса, шарики и т.п.

Необходимо ознакомиться с инструментом, оборудованием и схемами прокатки, знать классификацию прокатных станов, продукцию прокатного производства. Следует обратить внимание на производство листов, сортового проката, бесшовных и сварных труб.

*Прессование –* единственно возможный способ обработки малопластичных металлов. При этом достигается наиболее выгодное сочетание главных направлений кристаллической решетки металлических материалов и схемы главных деформаций. Знакомясь с технологией прессования, изучите два метода прессования (прямой и обратный) и запомните их достоинства и недостатки. Изучите инструмент и оборудование прессования.

*Волочение* – деформирование металлических материалов в холодном состоянии. В процессе холодной пластической деформации металл упрочняется (наклепывается). Продукция волочения обладает высокой точностью размеров и хорошим качеством поверхности. Необходимо хорошо разобраться в операциях технологического процесса волочения, особенно в операциях предварительной подготовки металла, изучить инструмент и оборудование волочения, достоинства и недостатки этого метода, знать продукцию волочения.

Во вторую группу входят такие процессы как ковка, объёмная штамповка, (горячая и холодная), листовая штамповка и специальные виды обработки давлением (раскатка кольцевых деталей, редуцирование, обкатка и т. д.). Эти процессы обеспечивают получение заготовок деталей и готовых деталей, не требующих последующей механической обработки. Кованые и штампованные заготовки отличаются высокими механическими свойствами, поэтому наиболее ответственные, тяжелонагруженные детали машин изготавливают из заготовок, полученных ковкой или штамповкой.

*Свободная ковка* – горячая обработка металлов давлением, при которой деформирование заготовки осуществляется универсальным инструментом. При ковке формоизменение происходит вследствие течения металла в стороны, перпендикулярные к движению деформирующего инструмента - бойка. Ковка является рациональным и экономически выгодным процессом получения качественных заготовок с высокими механическими свойствами в условиях мелкосерийного и единичного производства.

Следует ознакомиться с заготовками, применяемыми при ковке, с операциями свободной ковки и соответствующими инструментами. Рассмотрите оборудование, используемое в каждом случае, достоинства и недостатки свободной ковки.

*Штамповка* – разновидность ковки, позволяющая механизировать и автоматизировать этот процесс. Штамповка бывает горячей и холодной, объемной и листовой. Необходимо изучить основные методы и операции объемной и листовой штамповки, инструмент, оборудование, достоинства и недостатки. Обратите внимание на прогрессивные способы объемной штамповки: поперечно-клиновая вальцовка, ротационное обжатие, штамповка в разъемных матрицах и т.д.

**Практическая часть**

1. Изучите теоретическую часть и, используя рекомендованную литературу, заполните таблицу, форма которой приводится ниже.

Таблица 1. Обработка металлов давлением

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид обработки металлов давлением | Схема обработки | Инструмент | Оборудование | Вид заготовки | Продукция | Температурный вид деформации |
|  |  |  |  |  |  |  |

2. По предложенному эскизу детали выберите заготовку и способ обработки давлением для получения заданного изделия. Припусками на механообработку можно пренебречь.

Предложите инструмент и опишите технологию выбранного способа ОМД и сопроводите её необходимыми схемами и пояснениями.

**Содержание отчета**

* + - 1. Заполненная таблица 1.
      2. Описание технологии выбранного способа ОМД с приведением необходимых рисунков, характеризующих тип оборудования, инструмент, и геометрию заготовки для получения изделия в соответствии с заданием.
      3. Представить определения новых специальных терминов, встретившихся при выполнении работы, в виде словаря.

**Контрольные вопросы**

1. Начертите схемы прокатки металла.
2. Охарактеризуйте основное и вспомогательное оборудование прокатного производства.
3. Что такое калибровка валков?
4. По каким признакам классифицируются прокатные станы.
5. Как осуществляется прокатка листов и профилей?
6. Расскажите о прокатке бесшовных и сварных труб.
7. Изложите сущность процесса прессования прямым и обратным методами.
8. Основной инструмент и оборудование при прессовании.
9. Технология процесса прессования.
10. Продукция прессования.
11. Каковы достоинства и недостатки прессования как одного из способов ОМД?
12. Сущность и особенность процесса волочения.
13. Схемы и принципы работы волочильных станов.
14. Продукция волочения.
15. В чем сущность процесса свободной ковки?
16. Что является заготовкой при ковке?
17. Какие Вы знаете операции свободной ковки и какой при этом применяется кузнечный инструмент?
18. Сравните ковку и штамповку. Какой вид обработки более прогрессивный и почему?
19. Опишите основные этапы технологического процесса горячей объемной штамповки.
20. Каковы исходные заготовки при объемной штамповке?
21. Сравните достоинства и недостатки объемной штамповки в открытых и закрытых штампах.
22. Нарисуйте схемы операций холодной объемной штамповки.
23. Что является исходной заготовкой и продукцией листовой штамповки?
24. Какие операции листовой штамповки вы знаете?

**Тема 5.3. Обработка металлов резанием**

**Практическое занятие. Обработка металлов резанием.**

**Практическая работа №13. Обработка металлов резанием. Устройство станков. Инструмент. Основные работы, выполняемые на станках. Технологические процессы обработки.**

**Цель:** закрепить основные сведения о процессе обработки металлов резанием; получить представления о классификации режущих станков и технологии обработки резанием.

**Задание.** Изучите теоретическую часть и, используя рекомендованную литературу, заполните таблицу 1. Для каждого способа обработки в таблице нужно указать вид оборудования и область применения данного способа обработки. Ответьте на контрольные вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №13, необходимо изучить тему 5.3. «Обработка металлов резанием».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Теоретическая часть**

Под размерной обработкой понимают придание деталям соответствующих чертежу размеров и форм различными методами резания с использованием специализированных станков и инструментов. Обработку резанием можно считать окончательной операцией в цикле изготовления разнообразных изделий машиностроительного производства, т.к. только она обеспечивает заданный квалитет точности.

Обработка металла резанием предназначена для придания деталям требуемой геометрии с соответствующей чистотой поверхностей. При этом до начала обработки будущую деталь называют заготовкой, в процессе обработки эту заготовку называют обрабатываемой деталью, а по окончанию всех видов обработки получают готовую деталь.

Слой металла, который удаляют при обработке называют припуском, причем удаление припуска ручным способом соответствует слесарной обработке, а снятие припуска на станках – механической обработке.

Движение исполнительных органов металлорежущих станков подразделяют на рабочие и вспомогательные. Разберите, какие движения называют рабочими и схематично изобразите их на рисунке. При этом обратите внимание, что суммарное движение режущего инструмента относительно заготовки называют результирующим движением резания.

При обработке резанием рассматривают следующие виды операций: точение, сверление, фрезерование, строгание, протягивание, шлифование. Уясните, что это деление относительное, т.к. любой вид обработки имеет ряд подвидов, например при сверлении дополнительно применяют зенкование, развертку и т.д.

По приведенным в учебниках схемам и чертежам разберитесь в видах обрабатываемых поверхностей. При этом особое внимание уделите геометрии режущего инструмента на примере токарного резца. Процесс образования стружки является основным механизмом резания и зависит от силы резания и режима резания. Все это характеризуется мощностью резания. На основе этих параметров изучите нормативные показатели резания и поймите принципы выбора режимов резания, включая расчет времени обработки.

*Классификация режущих станков и технология обработки резанием.*Все металлорежущие станки разделяют на группы по характеру выполняемых работ и виду применяемых инструментов. Подробно рассмотрите принятую в России классификацию и уясните единую систему условного обозначения станков, понимаемую как нумерация. Затем подробно рассмотрите технологии обработки резанием, выполняемые на разных металлорежущих станках.

*Обработка на токарных станках.* С использованием рисунков рассмотрите основные узлы токарно-винторезного станка и поймите, почему токарные станки часто называют универсальными. Проанализируйте типы станков токарной группы.

*Обработка на сверлильных и расточных станках.* Поймите, что понимают под обработкой круглых отверстий на станках сверлильной группы.

*Обработка на фрезерных станках.* Уясните, что такое фрезерование и какие типы фрез для этого используют.

*Обработка на строгальных, долбежных и протяжных станках.* С учетом видов обработки поверхностей строганием выделите особенности этой группы станков. Изучите типаж инструментов, используемых для этих целей. Составьте схему работ на станках этой группы.

*Обработка на шлифовальных и отделочных станках.* Изучите процесс шлифования и инструмент, используемый для этих целей. Обратите внимание, что шлифование также относится к операциям резания и разберите с чем это связано. Рассмотрите методы шлифования и типы шлифовальных станков.

Для всех рассмотренных технологий резания изучите возможные виды работ.

В заключение уделите внимание возможностям механизации и автоматизации металлорежущих станков. Уясните, что представляют собой станки с числовым программным управлением (ЧПУ) и как из них собирают гибкие автоматические линии (ГАПы). Введите для себя понятие о роботах и манипуляторах.

**Практическая часть**

1. Изучите теоретическую часть и, используя рекомендованную литературу, заполните таблицу 1.
2. Для каждого способа обработки в таблице нужно указать вид оборудования и область применения данного способа обработки.

Таблица 1. Обработка металлов резанием

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название способа | Вид оборудования | Область применения |
|  |  |  |

**Содержание отчета**

1. Заполненную таблицу 1.
2. Представить определения новых специальных терминов, встретившихся при выполнении работы, в виде словаря.

**Контрольные вопросы**

1. Какие движения при механической обработке называют рабочими, а какие вспомогательными?
2. Какие виды поверхностей выделяют при механической обработке?
3. Какие углы выделяют в режущей части инструмента:
4. Что понимают под плоскостями резания в статической системе координат?
5. Опишите процесс образования стружки.
6. Что понимают под силой резания?
7. Какие операции включают в себя режим резания и как его выбирают?
8. Для чего используют станки токарной группы?
9. Почему токарные станки часто называют универсальными?
10. Что понимают под зенкованием и развертыванием крупных отверстий.
11. Какие основные типы фрез существуют?
12. В чем особенности строгальных станков?
13. Что понимают под процессом шлифования?
14. Что понимают под абразивным инструментом?
15. Для каких целей используют в механообработке роботы и манипуляторы?

**Тема 5.4. Процессы формирования разъемных и неразъемных соединений**

**Практическое занятие. Процессы формирования разъемных и неразъемных соединений.**

**Практическая работа №14. Методы осуществления неразъемных соединений. Сварочное производство.**

**Цель:** закрепить знания об основных классах сварки; получить представления о технологии различных способах сварки и областях их применения.

**Задание.** Изучите теоретическую часть и, используя рекомендованную литературу, заполните таблицы 1 – 3, формы которых приведены ниже. Для каждого способа сварки в таблицах нужно привести схему процесса, указать источник тепла, способ защиты сварного шва от окисления и область применения данного способа сварки. Ответьте на контрольные вопросы.

**Материальное обеспечение:** Интернет-ресурсы, учебник, инструкция к практической работе.

**Литература:**

Вологжанина С.А. Материаловедение: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования – М.: Издательский центр «Академия», 2018.

**Пояснения к работе.**

Прежде чем приступить к выполнению практической работы №13, необходимо изучить тему 5.4. «Процессы формирования разъемных и неразъемных соединений».

**Методические рекомендации к выполнению.**

**Теоретическая часть**

Сварка является наиболее прогрессивным, высокопроизводительным и весьма экономичным технологическим способом получения неразъемных соединений. Сварку можно рассматривать как сборочную операцию (особенно в строительной промышленности), и как способ производства заготовок. Во многих областях промышленности широко используют комбинированные сварные детали, которые состоят из отдельных заготовок, выполненных с применением различных технологических процессов, а иногда и различных материалов. Деталь расчленяют на составные части с последующей их сваркой, если изготовление ее цельнолитой или цельнокованой связано с большими производственными трудностями.

Физическая сущность процесса сварки заключается в образовании прочных атомно-молекулярных связей между поверхностными слоями соединяемых заготовок. Энергия активации сварки может сообщаться в виде теплоты (термическая активация) и в виде упруго-пластической деформации (механическая активация) или в смешанном виде (термомеханическая активация). В зависимости от метода активации все способы сварки разделены на три класса: термический, термомеханический и механический.

*Термический класс сварки* – соединение плавлением с использованием тепловой энергии (дуговой, электрошлаковой, плазменной, электронно-лучевой, лазерной, газовой).

При дуговой сварке источником тепла для плавления металла служит электрическая дуга, возникающая между заготовкой и электродом. Изучая электродуговую сварку, слушатель должен ознакомиться с сущностью дугового процесса, изучить технологию, оборудование, области применения ручной дуговой сварки, а также другие способы дуговой сварки: автоматическую под слоем флюса и сварку в среде защитных газов. Особо должен быть рассмотрен вопрос об электрошлаковой сварке. Следует уяснить, что электрическая дуга горит здесь лишь в самом начале процесса, чтобы подготовить шлаковую ванну, а дальнейшее плавление присадочного и основного металла достигается за счет тепла, выделяемого при прохождении электрического тока через шлаковую ванну.

Сварка электронным лучом в вакууме, плазменной струей, лучом лазера относится к специальным способам электрической сварки. Рассмотрите технологию этих видов сварки, особенности сварных соединений, область применения.

Особенностью газовой сварки является применение в качестве источника тепла газового пламени. Рекомендуется изучить процесс горения и структуру сварочного пламени, конструкцию газовой горелки, оборудование и технологию сварки.

Далее необходимо рассмотреть резку металлов. Существует три основных вида резки: разделительная, поверхностная и резка кислородным копьем. В зависимости от способа нагрева металла до расплавления различают кислородную, кислородно-флюсовую, плазменную, воздушно-дуговую резку металлов.

*Термомеханический класс сварки* – сварка, осуществляемая с использованием тепловой энергии и давления (электроконтактная и диффузионная).

Электроконтактная сварка относился к видам сварки с кратковременным нагревом места соединения и осадкой разогретых заготовок. Это высокопроизводительный вид сварки, она легко поддается автоматизации и механизации, вследствие чего широко применяется в машиностроении. Необходимо ознакомиться с электрической контактной сваркой и ее разновидностями: стыковой, точечной, шовной, рельефной. Необходимо подробно изучить технологию, режимы и оборудование электроконтактной сварки.

При диффузионной сварке соединение образуется в результате взаимной диффузии атомов поверхностных слоев контактирующих материалов. Этот способ сварки позволяет получать качественные соединения металлов и сплавов в однородном и разнородных сочетаниях. Разберитесь в особенностях технологии и областях применения диффузионной сварки.

*Механический класс сварки* – сварка, осуществляемая с использованием механической энергии и давления без предварительного подогрева соединяемых заготовок (холодная сварка, сварка ультразвуком, сварка взрывом, сварка трением). Необходимо ознакомиться с технологией, преимуществами и областью применения этих видов сварки.

*Наплавка* – способ восстановления изношенных и упрочнения исходных деталей. В настоящее время разработаны и широко используются различные способы наплавок и нанесения покрытий. Наплавочные работы применяют для создания на деталях поверхностных слоев с требуемыми свойствами. Следует изучить технологию различных способов наплавки, материалы и оборудование, применяемые при наплавочных работах.

*Пайка* – технологический процесс соединения металлических заготовок без их расплавления посредством введения между ними расплавленного металла - припоя.

Припой имеет температуру плавления более низкую, чем температура плавления соединяемых металлов. Следует разобраться в физической сущности процессов пайки, знать способы пайки и типы паяных соединений. Важно уяснить, в каких случаях следует применять мягкий припой, а в каких - твердый. Необходимо изучить области применения пайки металлов и сплавов.

Качество сварных и паяных соединений оценивают с помощью разрушающих методов контроля. Необходимо изучить внешние и внутренние дефекты соединений и методы их контроля.

Нарушение технологических режимов сварки приводит в ряде случаев к возникновению в сварных соединениях напряжений и деформаций. Необходимо ознакомиться с мерами борьбы с напряжениями, возникающими при сварке, и способами исправления деформированных элементов и конструкций.

**Практическая часть**

1. Изучите теоретическую часть и, используя рекомендованную литературу, заполните таблицы 1 – 3, формы которых приведены ниже.
2. Для каждого способа сварки в таблицах нужно привести схему процесса, указать источник тепла, способ защиты сварного шва от окисления и область применения данного способа сварки.

Таблица 1. Термический класс сварки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название  способа | Источник  теплоты | Схема | Способ защиты  шва | Область  применения |
|  |  |  |  |  |

Таблица 2. Термомеханический класс сварки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название способа | Схема | Область применения |
|  |  |  |

Таблица 3. Механический класс сварки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название способа | Схема | Область применения |
|  |  |  |

**Содержание отчета**

1. Заполненные таблицы 1 – 3.
2. Представить определения новых специальных терминов, встретившихся при выполнении работы, в виде словаря.

**Контрольные вопросы**

1. Изложите сущность процесса дуговой электросварки.
2. Особенности и характеристика сварки плавящимся и неплавящимся электродами.
3. Для чего металлические электроды покрывают обмазками, и какими?
4. Ручная дуговая сварка.
5. Начертите схему автоматической дуговой сварки под слоем флюса.
6. Изложите сущность процессов дуговой сварки в защитной среде.
7. Начертите схему электрошлаковой сварки.
8. Перечислите и охарактеризуйте специальные способы сварки плавлением.
9. Изложите технологию газовой сварки.
10. Расскажите об области применения газовой сварки.
11. Какие способы резки металлов Вы знаете?
12. Начертите и объясните схемы точечной, роликовой, шовной и рельефной электроконтактной сварки.
13. Приведите примеры применения контактной сварки в машиностроении.
14. Расскажите, в каких отраслях народного хозяйства применяется диффузионная сварка.
15. Начертите и поясните схемы видов сварки механического класса.
16. Укажите приемы и способы наплавки.
17. Расскажите об областях применения наплавки.
18. Физическая сущность процесса пайки.
19. Какое назначение имеет флюс при пайке?
20. Какое оборудование применяется при пайке?
21. Перечислите дефекты сварных и паяных соединений.
22. Перечислите разрушающие и неразрушающие методы контроля сварных и паяных соединений.
23. Назовите причины возникновения остаточных напряжений в сварных конструкциях.
24. Как можно уменьшить или полностью устранить деформацию конструкций при сварке?

**5. КРИТЕРИИ И ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ**

Критериями оценки практических занятий (работ) являются:

* уровень освоения учебного материала;
* уровень умения использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
* уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
* обоснованность и четкость изложения материала;
* оформление материала в соответствии с требованиями, указанными преподавателем в настоящих методических рекомендациях.

Каждая практическая работа оценивается в соответствии с критериями оценивания в целом или по отдельно взятым видам работ.

**6. ТРЕБОВАНИЯ И КОНТРОЛЬ**

**ЗА ВЫПОЛНЕНИЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

В начале занятия преподаватель в общих чертах знакомит учащихся с задачами предстоящей работы, приборами, инструментами, техникой безопасности и правилами поведения студентов в аудитории. Кроме того, он выдает задания, согласно которым необходимо оформить отчет по проделанной практической работе.

Защита практической работы осуществляется в индивидуальном порядке, даже если задание было выполнено коллективно.

Критерии оценки:

«5» - изложение полученных знаний в письменной или графической форме полное, в соответствии с требованиями учебной программы; выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; самостоятельное применение знаний в практической деятельности, выполнение заданий как воспроизводящего, так и творческого характера;

«4» - изложение полученных знаний в письменной или графической форме полное, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные незначительные ошибки; при выделении существенных признаков изученного также допускаются отдельные незначительные ошибки; в практической, самостоятельной деятельности возможна небольшая помощь преподавателя;

«3» - изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует освоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправляемые с помощью преподавателя; имеются затруднения при выделении существенных признаков изученного и формулировке выводов. Недостаточная самостоятельность в практической деятельности и выполнении заданий воспроизводящего характера;

«2» - изложение учебного материала неполное, бессистемное; имеются существенные ошибки, которые учащийся не в состоянии исправить даже с помощью преподавателя; неумение производить простейшие операции синтеза и анализа, делать обобщения и выводы.