

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

БРЯНСКИЙ ФИЛИАЛ ПГУПС

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению самостоятельной работы студентами

по дисциплине ОП. 05 Материаловедение

для специальности

13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

**Брянск
2017**

Данная разработка выполняет функции организации самостоятельной работы обучающихся профессиональных образовательных организаций. Самостоятельная работа организуется на основе деятельностного и компетентностного, с помощью которого осуществляется организация образовательного процесса и подходы к реализации образовательных программ в соответствии с требованиями ФГОС СПО. В данной разработке указаны виды практических работ для обучающихся и организации их самостоятельной деятельности, приведены критерии оценок самостоятельной работы. Пособие выступает средством обучения, с помощью которого осуществляется организация образовательного процесса.

Методические рекомендации адресованы студентам и педагогическим работникам филиала.

Составитель: Л.А Долгинцева, преподаватель Брянского филиала ПГУПС

Рассмотрены и одобрены на заседании ЦК (общепрофессиональных, естественно-научных и математических дисциплин)

Протокол №1 от 29.08.2017г.

Председатель цикловой комиссии  (Огурцова Е.В.)

Рекомендованы к утверждению на заседании методического совета.

Протокол № 1 от 30.08.2017г.

Председатель методического совета  И.Е.Мариненков

Данная разработка выполняет функции организации самостоятельной работы обучающихся профессиональных образовательных организаций. Самостоятельная работа организуется на основе деятельностного и компетентностного подходов, с помощью которого осуществляется организация образовательного процесса и подходы к реализации образовательных программ в соответствии с требованиями ФГОС СПО. В данной разработке указаны виды практических работ для обучающихся и организации их самостоятельной деятельности, приведены критерии оценок самостоятельной работы. Пособие выступает средством обучения, с помощью которого осуществляется организация образовательного процесса.

Методические рекомендации адресованы студентам и педагогическим работникам филиала.

Составитель: Л.А Долгинцева, преподаватель Брянского филиала ПГУПС

Рассмотрены и одобрены на заседании ЦК (общепрофессиональных, естественно-научных и математических дисциплин)

Протокол №1 от 29.08.2017г.

Председатель цикловой комиссии _____ (Огурцова Е.В.)

Рекомендованы к утверждению на заседании методического совета.

Протокол № 1 от 30.08.2017г.

Председатель методического совета _____ И.Е.Мариненков

Пояснительная записка

Целью разработки данного методического указания является оказание методической помощи в самостоятельной работе обучающихся при изучении дисциплины, определение уровня знаний и умений при выполнении самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся (СРС) – одно из основополагающих требований. Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования, планируемая учебная, учебно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Данные методические указания помогают лучше подготовиться к предстоящим занятиям, закрепить полученные знания и умения. Данные методические рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине ОП. 05 Материаловедение, по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) (для железнодорожного транспорта), в рабочей программе курса предусмотрено 26 часов на самостоятельную работу.

В состав методических указаний входят разделы: цель самостоятельной работы, план самостоятельной работы, содержание самостоятельной работы обучающихся.

В данных методических указаниях последовательно излагаются задания для самостоятельной работы обучающихся.

1.Цель самостоятельной работы.

Целью самостоятельной работы обучающихся является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю специальности, опытом творческой деятельности.

Основные цели самостоятельной работы обучающихся:

- систематизация и закрепление теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний, формирование умений использовать справочную документацию и дополнительную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельного мышления;
- развитие исследовательских умений;
- приобретение умений пользоваться справочной литературой, нормативными документами, электронными и интернет ресурсами.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь**:
– выбирать материалы на основе анализа их свойств для применения в производственной деятельности.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать**:
– свойства металлов, сплавов, способы их обработки;

- свойства и область применения электротехнических, неметаллических и композиционных материалов;
- виды и свойства топлива, смазочных и защитных материалов.

2. План самостоятельной работы

№п/п	Наименование разделов и тем	Вид работы, задания	Формы контроля	Количество часов
	Раздел 1. Технология металлов			18
1	Тема 1.1. Основы металловедения	Подготовка к лабораторным занятиям: «Определение твердости металлов»; «Определение ударной вязкости стали». Выполнение рефератов по темам: «Свойства металлов», «Кристаллизация металлов», «Металлы, применяемые на железнодорожном транспорте», «Способы определения основных свойств металлов» с использованием информационных ресурсов Интернета, основной и дополнительной литературы	защита лабораторных работ, устный опрос	3
2	Тема 1.2. Основы теории сплавов	Подготовка презентаций по темам: «Структура сплавов». «Диаграммы состояния сплавов»с использованием информационных ресурсов, основной и дополнительной литературы; выполнение индивидуальных заданий по диаграмме состояний железоуглеродистых сплавов.	устный опрос	3
3	Тема 1.3. Железоуглеродистые, легированные и цветные сплавы	Подготовка к лабораторным работам: «Исследование микроструктуры углеродистых сталей»; «Исследование микроструктуры чугунов»; «Исследование микроструктуры легированных сталей»; « Исследование микроструктуры цветных сплавов». Подготовка к практическому занятию: «Определение режима отжига, закалки и отпуска стали». Работа с техническими справочниками: расшифровка марок сплавов, определение механических характеристик и выбор режимов термической обработки сплавов, выбор сплавов для изготовления конкретных деталей.	защита отчетов по лабораторным занятиям,	8

		Выполнение рефератов по темам: « Углеродистые стали и их применение на железнодорожном транспорте», «Чугуны и их применение на железнодорожном транспорте», «Легированные сплавы и их применение на железнодорожном транспорте», «Цветные металлы и их применение на железнодорожном транспорте», «Цветные сплавы и их применение на железнодорожном транспорте»		
4	Тема 1.4. Способы обработки металлов	Подготовка к практическому занятию: «Выбор марки материала и способа его обработки для конкретных деталей». Подготовка к лабораторной работе: «Измерение углов заточки режущих инструментов». Работа с техническими справочниками: расшифровка марок сплавов; определение механических характеристик сплавов; выбор режимов термической обработки сплавов; выбор сплавов для изготовления конкретных деталей; выбор способа изготовления детали	защита практических и лабораторных работ, устный опрос	4
5	Раздел 2. Смазочные материалы	Подготовка к лабораторной работе: «Определение физических свойств смазочных материалов». Подготовка устных докладов по темам: «Природные абразивные материалы», «Алмаз: его свойства и применение для изготовления абразивных инструментов», «Абразивная обработка», «Абразивные инструменты», « Назначение и виды жидких смазочных материалов», «Применение смазочных материалов в электроснабжении железнодорожного транспорта», «Пластичные смазки и их применение на железнодорожном транспорте», «Способы получения жидких смазочных материалов», «Способы получения пластичных смазочных материалов»	защита отчетов по лабораторным занятиям, устный опрос, собеседование	2
6	Раздел 3. Полимерные и композиционные материалы	Подготовка к практическому занятию: «Изучение различных видов полимерных материалов». Подготовка презентаций по темам: «Строение полимеров и способы их получения», «Свойства полимеров», «Термопластичные пластмассы и их применение на	защита отчетов по практическим занятиям, устный опрос	2

		железнодорожном транспорте», «Термореактивные пластмассы и их применение на железнодорожном транспорте», «Материалы на основе полимеров и их применение на железнодорожном транспорте», «Дисперсно-упрочненные композиционные материалы», «Волокнистые композиционные материалы», «Слоистые композиционные материалы», «Свойства и область применения композиционных материалов»		
7	Раздел 4. Электротехнические и электроизоляционные материалы	Подготовка к лабораторным работам: «Определение удельного сопротивления проводниковых материалов»; «Определение электрической прочности диэлектриков» Подготовка к тестированию по теме: «Электротехнические и электроизоляционные материалы»	защита отчетов по лабораторным занятиям, устный опрос, собеседование	3
8	Раздел 5. Прокладочные и уплотнительные материалы	Подготовка к тестированию по теме: «Прокладочные и уплотнительные материалы»	собеседование	1

Результаты контроля используются для оценки текущей успеваемости студентов..

3. Содержание самостоятельной работы

Изучение теоретического курса

Приступая к выполнению самостоятельной работы по дисциплине, студент должны изучить учебную литературу, методические указания и задания для выполнения индивидуальных заданий.

Основные этапы работы с учебной литературой

Приступайте к вдумчивой, детальной, последовательной проработке каждого раздела.

Прочитанный материал следует воспроизводить по памяти. Если после прочитанного остались вопросы, прочтите повторно. Читая, старайтесь не только запоминать содержание изучаемого материала, но и составлять краткий конспект, в который вносите основные положения изучаемого раздела.

Программой учебной дисциплины «Материаловедение» предусматривается изучение широко применяемых в технике металлов, сплавов и неметаллических конструкционных материалов, их свойств, способов обработки.

По усвоенному самостоятельно материалу студенты отчитываются при сдаче тестов текущего контроля, а также при промежуточном контроле на экзамене.

Задание:

Тема 1.1. Основы металловедения

Классификация металлов. Кристаллизация металлов. Кристаллическое строение металлов.

Свойства металлов: физические, химические, механические и технологические. Способы определения основных свойств металлов. Явления аллотропии и анизотропии.

Тема 1.2 Основы теории сплавов

Система сплавов. Структурные составляющие сплавов: твердый раствор, химические соединения, механическая смесь. Понятие диаграммы состояния. Диаграмма состояния сплавов. Основные точки и линии диаграмм состояния сплавов.

Тема 1.3. Железоуглеродистые, легированные и цветные сплавы

Железоуглеродистые сплавы: виды, свойства, маркировка по ГОСТу, применение на железнодорожном транспорте.

Общие сведения о термической обработке сталей. Виды термической обработки стали. Влияние термической обработки на механические свойства стали.

Общие сведения о химико-термической обработке сталей. Виды химико-термической обработки. Влияние химико-термической обработки на свойства стали.

Легированные стали, их классификация. Влияние легирующих элементов на свойства сталей.

Маркировка по ГОСТу легированных сталей. Применение легированных сталей на железнодорожном транспорте.

Цветные металлы и сплавы на их основе. Алюминий и сплавы на его основе. Медь и сплавы на ее основе. Антифрикционные подшипниковые сплавы. Маркировка цветных сплавов. Применение цветных металлов и сплавов на их основе на железнодорожном транспорте.

Коррозия металлов. Виды коррозии. Способы защиты от коррозии

Тема 1.4. Способы обработки металлов

Литейное производство. Литейные сплавы, применяемые на железнодорожном транспорте. Обработка металлов давлением. Изделия, получаемые при обработке давлением. Способы сварки. Пайка металлов. Резка металлов. Применение различных видов сварки, пайки и резки металлов в производстве и ремонте подвижного состава. Обработка металлов резанием. Шлифование и абразивные материалы

Раздел 2. Смазочные материалы

Назначение смазочных материалов. Жидкие, пластичные и твердые смазочные материалы: их виды, свойства и применение на железнодорожном транспорте

Раздел 3. Полимерные и композиционные материалы

Полимерные и композиционные материалы, их применение на железнодорожном транспорте

Раздел 4. Электротехнические и электроизоляционные материалы

Проводниковые и полупроводниковые материалы; их

электропроводимость и ее изменение под действием различных факторов. Классификация полупроводниковых материалов, свойства и применение основных видов.

Принцип работы $p-n$ перехода и общие сведения о конструкции и применении полупроводниковых приборов.

Диэлектрики, их назначение и классификация. Электрические, механические, тепловые и физико-химические характеристики диэлектриков. Газообразные, жидкие, твердеющие, твердые диэлектрики, их общие характеристики область применения.

Магнитные материалы, классификация и применение.

Раздел 5. Прокладочные и уплотнительные материалы

Прокладочные материалы: назначение, виды, свойства и применение на железнодорожном транспорте. Уплотнительные материалы: назначение, виды, свойства и применение на железнодорожном транспорте

Критерии оценки:

Оценка	Критерии оценки
«5» - отлично	Правильное полное, последовательное перечисление действий
«4» - хорошо	Правильное неполное перечисление действий
«3» - удовлетворительно	Нарушение последовательности действий
«2» - неудовлетворительно	Неправильно выбраны действия

Реферативная работа

Целью реферативной работы является более углубленное изучение материала.

При выполнении реферативной работы следует ориентироваться на применение наиболее перспективных и экономичных технологических процессов, современных материалов организации работ. Каждому студенту необходимо сдать 2 реферата, темы рефератов студент выбирает самостоятельно.

Структура реферативной работы

Реферативная работа состоит из следующих разделов

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- специальная часть реферата;
- литература.

Объем реферата должен составлять не менее 5 печатных листов А4.

Форма приема реферата – собеседование.

Подготовка к лабораторно-практическим занятиям.

К другим видам самостоятельной работы относятся: подготовка к лабораторно-практическим работам, их защите.

Для подготовки к лабораторным и практическим занятиям рекомендуется использовать учебное пособие [1]; контрольные вопросы, представленные в этом же учебном пособии.

На этапе подготовки к выполнению лабораторных и практических работ студенты, работая с литературой [1; 2], должны проанализировать цели и содержание предстоящей работы и составить план выполнения предстоящей работы.

Прежде всего перед студентом, выполняющим лабораторные и практические работы, стоит задача приобретения совокупности знаний, умений и навыков.

Важнейшим этапом лабораторного эксперимента, как и любой деятельности студентов в учебном процессе, является подготовительный этап, включающий в себя:

- 1) уяснение постановки задачи, ознакомление с целями, содержанием и средствами предстоящей работы;
- 2) нахождение теоретического обоснования тех явлений и процессов, взаимосвязей и закономерностей, которые лежат в основе работы;
- 3) составление плана работы;
- 4) подготовку отчета для внесения результатов работы;
- 5) прогнозирование результатов.

На этапе лабораторного занятия каждый студент овладевает опытом проведения лабораторных исследований в соответствии с планом и программой, осмысливает полученные результаты, готовит данные для составления заключительного отчета о выполненной работе.

Структура методики проведения лабораторных работ:

- тема из программы по дисциплине «Материаловедение»;
- цель лабораторной работы;
- перечень материалов и оборудования для проведения лабораторной работы;
- краткие теоретические положения;
- порядок выполнения, краткое описание приемов деятельности, формы представления результатов исследования (таблицы, диаграммы, графики, изображение исследуемых микроструктур);
- выводы по работе;
- контрольные вопросы.

Качество заключительного отчета по лабораторной работе показывает результативность всей деятельности студентов в лабораторном практикуме в рамках данной темы.

Защита лабораторных работ проводится на следующих занятиях.

Примеры заданий для самостоятельной работы по практическим занятиям приведены ниже.

Лабораторное занятия №1

Определение твёрдости и ударной вязкости металлов

Цель: ознакомиться с устройством пресса Бринелля и маятникового копра, а также принципами испытания металлов на твёрдость и ударную вязкость

Оборудование и материалы: пресс Бринелля, мерная лупа, маятниковый копер, штангенциркуль, металлические образцы, шлифовальная бумага...

Содержание занятия:

1. Изучить методику определения твердости и ударной вязкости металлов.
2. Зарисовать основные приборы и методики определения твердости и ударной вязкости с пояснительными расшифровками.
3. Произвести расчет твердости и определить марку металла по справочной таблицы.
4. Определить запас энергии маятника
5. Сделать основные выводы по работе.

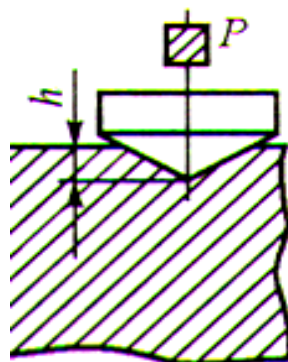
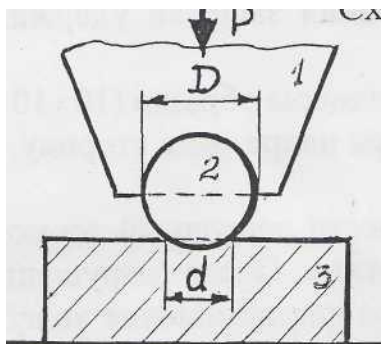
Краткие теоретические сведения

Твердостью называется сопротивление материала проникновению в него другого более твердого тела. Твердость металла определяют вдавливанием в металлический образец под определенной нагрузкой наконечника: стального закаленного шарика или алмазного конуса. При этом происходит пластическая деформация материала. Из всех видов механических испытаний твердость определяют чаще всего. Это объясняется простотой и высокой производительностью метода измерения твердости, а также тем, что испытание можно проводить на самом изделии (полуфабрикате или детали), не вызывая его повреждения. Существует несколько методов испытания материалов на твёрдость.

Наиболее применяемыми являются:

1) метод Бринелля;

2) метод Роквелла.



а) **По методу Бринелля.** С помощью рычажного пресса в подготовленный образец вдавливают стальной закалённый шарик $d = 10; 5$ или $2,5$ мм.

Сила вдавливания регулируется противовесом и принимается: $F = 30d^2$ – для стали и чугуна (кГс); $F = 10d^2$ – для меди, алюминия и их сплавов; $F = 2,5d^2$ – для мягких сплавов на основе олова и свинца.

Твёрдость (НВ) определяют согласно **диаметра отпечатка** по таблицам, прилагаемым к прибору или по формуле $HV = F/S$.

Диаметр отпечатка замеряется при помощи мерной лупы.

б) По методу Роквелл. С помощью пресса в подготовленный образец вдавливают стальной закалённый шарик $d = 1,58$ мм или алмазный конус ($\alpha = 120^\circ$). Нагрузка $F = 100$ кГс – для шарика и 150 кГс – для алмазного конуса. Твёрдость НRV или НRC определяют по шкалам прибора в зависимости от **глубины вдавливания** (единица твердости – перемещение наконечника на 0,002 мм (2 мкм)).

При эксплуатации различные детали и конструкции часто подвергаются ударным нагрузкам. Эта характеристика механических свойств играет огромную роль при оценке служебных свойств конструкционных, а также инструментальных сталей.

Чем больше величина ударной вязкости, тем лучше материал сопротивляется динамической нагрузке. Образцы из хрупких материалов ломаются легко, с небольшой затратой работы на разрушение. Образцы из пластичных материалов наоборот – требуют на разрушение большей энергии. Материалы, требующие большой затраты энергии на излом называют вязкими. Все материалы, из которых изготавливают детали, воспринимающие динамические нагрузки, обязательно испытывают на удар. Выявляют склонность металла к хрупкому разрушению.

Испытания выполняют на маятниковом копре.

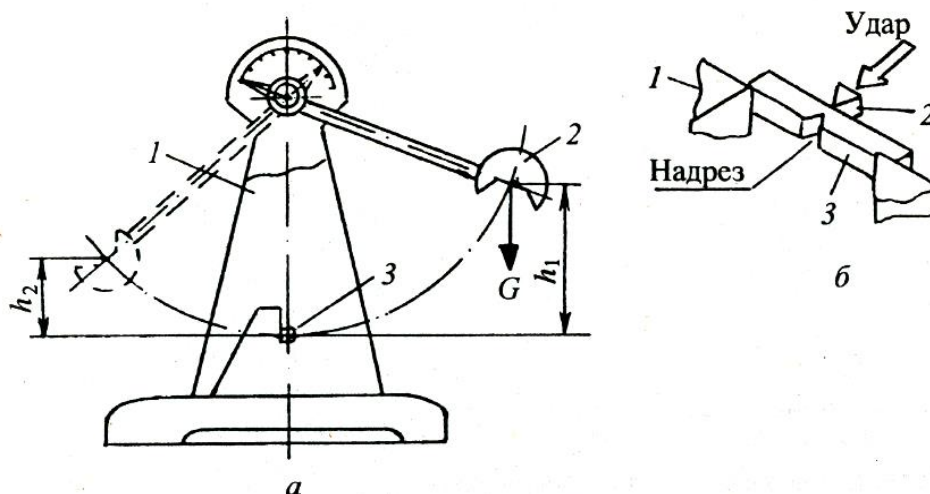


Рис. 2.14. Схема испытаний на ударную вязкость:

а — схема маятникового копра; *б* — расположение образца на копре; 1 — корпус; 2 — маятник; 3 — образец

При испытании по шкале прибора определяют:

- начальную энергию маятника $K_0 = Gh_1$

- конечную энергию (остаточную после разрушения образца) $K_1 = Gh_2$
- Работа удара рассчитывается по формуле: $K = G(h_1 - h_2)$

Удельная ударная вязкость определяется по формуле $KC = G(h_1 - h_2) / S_0$ (Дж/см²)

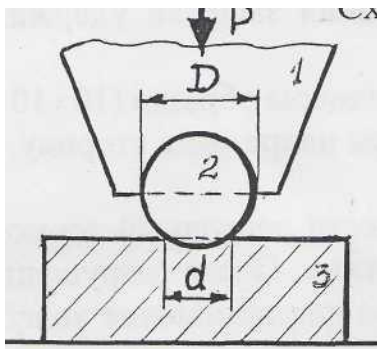
где S_0 – площадь поперечного сечения образца (0,8 см²).

Выполнение работы

1. Испытание на твёрдость по методу Бринелля.

1.1. Пресс Бринелля - рычажного типа с электрическим приводом - позволяет создавать нагрузку на шпindel с шариковым наконечником до 3000 кГс.

Схема испытания:



- а). Шпindel
- б). Стальной закалённый шарик
- в). Испытываемый образец
- г). Столик пресса

1.2. Зачистить шлифовальной бумагой образцы металла до зеркального блеска.

1.3. Установить образец на столик пресса. Вращением маховика поднять его до соприкосновения с шариковым наконечником и создать предварительную нагрузку (« 100 кГс).

1.4. Включить двигатель пресса для создания усилия вдавливания на шарик, а после окончания цикла испытания - выключить.

1.5. Вращением маховика освободить образец и при помощи мерной лупы измерить диаметр отпечатка (d) с точностью до 0,1 мм.

1.6. Определить по таблице твёрдость металла образца (НВ).

1.7. Определить предел прочности (σ_B) металла образца на разрыв:

$\sigma_B = 0,36 \text{ НВ}$ - для стали;

$\sigma_B = 0,1 \text{ НВ}$ - для чугуна.

По таблице установить соответствующую марку металла.

1.8. Результаты испытаний занести в таблицу:

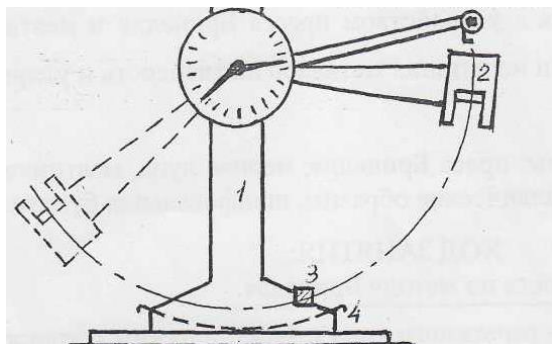
№ опыт а	Диаметр шарика D, мм	Усилие вдавливания Р, кГс	Диаметр отпечатка d, мм	Твёрдость по Бринеллю	Предел прочности σ _в , МПа	Марка металла
1.	10	3000				
2.	10	3000				

2. Испытание на ударную вязкость при помощи маятникового копра.

2.1. Копер оснащён массивным маятником, энергия которого используется для испытания образцов металла ударной нагрузкой.

Схема испытания:

а. Рама копра; б. . Маятник; в.Испытуемый образец; г.Ленточный тормоз



2.2. Поднять раму копра и зафиксировать её положение.

2.3. Установить стрелки измерительной шкалы в нулевое положение.

2.4. Поднять маятник до срабатывания защёлки удерживающей его в поднятом положении.

2.5. Штангенциркулем проверить размеры образца (10x10 мм , l=55 мм) и установить его на опоры копра надрезом в сторону, противоположную удару.

2.6. Нажимая ногой на педаль, вывести ленточный тормоз, затем поворотом защёлки освободить маятник. После разрушения образца отпустить педаль, включив тормоз для погашения колебаний маятника.

2.7 Согласно показаниям стрелок определить по шкале запас энергии маятника до разрушения образца E_1 и остаток энергии после его разрушения E_2 .

Разность энергий даст работу , затраченную на излом образца:

$$K = E_1 - E_2 \quad (1)$$

Удельная ударная вязкость материала образца:

$$K_C = K / S_0 \text{ (Дж см}^2\text{)} \quad (2)$$

2.8. Результаты испытаний занести в таблицу:

№	Площадь поперечного сечения образца $S, \text{см}^2$	Запас энергии копра $E_1, \text{Дж}$	Избыток энергии копра $E_2, \text{Дж}$	Работа на разрушение образца $K, \text{Дж}$	Ударная вязкость $KС, \text{Дж/см}^2$
1	0,8				
2	0,8				

Контрольные вопросы

1. Что такое твердость?
2. В каких единицах измеряется твердость?
3. Как устроен прибор для испытания твердости?
4. В каких случаях проводятся испытания на ударную вязкость?
5. Какие факторы влияют на величину ударной удельной вязкости?
6. О каких свойствах материала судят по величине ударной удельной вязкости?
7. В чем состоит принцип работы маятникового копра?
8. Какие материалы подвергаются испытаниям на ударную вязкость?

Список используемой литературы

1. Стр.11- 32, 39, 44 Материаловедение: учебник / А.А. Черепашин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Лабораторное занятие №2

Исследование микроструктуры углеродистых сталей и чугунов.

Цель : Ознакомиться с устройством металлографического микроскопа и приобрести практические навыки работы на нем; ознакомиться с процессом приготовления микрошлифов; проведение микроанализа углеродистых сталей и чугунов; приобретение навыков зарисовки микроструктур металлов и сплавов.

Оборудование и материалы: Металлографический микроскоп, набор микрошлифов углеродистых сталей и чугунов, фотоснимки микрошлифов

Содержание занятия:

1. Ознакомиться с устройством металлографического микроскопа;
2. Приобрести практические навыки работы на микроскопе;
3. Ознакомиться с процессом приготовления микрошлифов;

4. Провести микроанализ углеродистых сталей;
5. Зарисовать микроструктуру углеродистых сталей;
6. Зарисовать микроструктуру чугунов;
7. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе

Краткие теоретические сведения

Стали содержат железо, углерод и примеси Si, Mn, P, S.

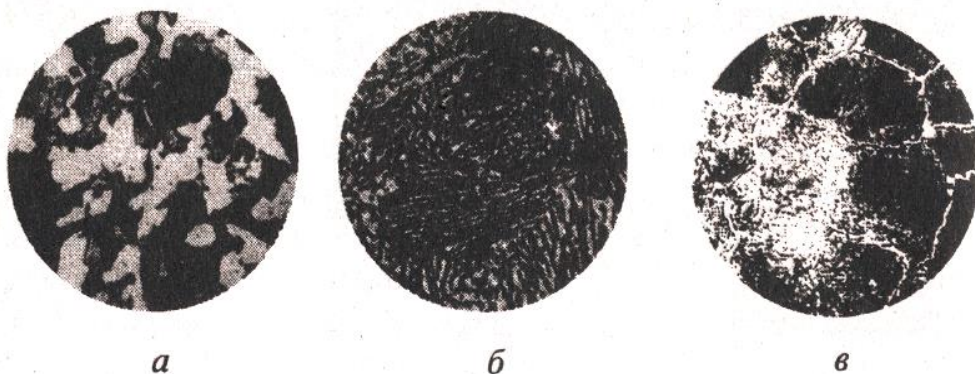


Рис. 4.2. Микроструктура сталей:

а — структура доэвтектоидной стали 40 ($\times 200$); *б* — структура эвтектоидной стали У8 ($\times 1000$); *в* — структура заэвтектоидной стали У12 ($\times 200$)

По содержанию углерода различают стали:

1) Низкоуглеродистые (до 0,25 % C) — пластичны, малопрочны. Применяют для деталей не несущих больших нагрузок.

2) Среднеуглеродистые (0,25...0,6 % C) — прочные и вязкие — основной конструкционный материал.

3) Высокоуглеродистые (0,6...1,3 % C) — имеют высокую твёрдость, прочность и хрупкость. Применяют в основном как инструментальные

По степени раскисления различают:

КП — *кипящие стали* — не полностью раскислённые, сравнительно дешёвые и наименее качественные.

СП — *спокойные стали* — полностью раскислённые, наиболее однородные и качественные.

ПС — *полуспокойные*, имеют промежуточные свойства и стоимость.

Раскисление стали это — удаление кислорода из стали в жидком состоянии.

По назначению стали различают:

- 1) **УГЛЕРОДИСТЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ**

Углеродистые конструкционные обыкновенного качества.

Выпускают в виде листового и сортового проката. Разделяют на три группы:

А – с гарантией по механическим свойствам.

Б – по химическому составу.

В – по механическим свойствам и химическому составу.

Маркируют **Ст** и цифрой от 0 до 6, указывающей на № пункта в стандарте.

С увеличением номера увеличивается содержание углерода. (Например: **Ст3** – содержит 0,14...0,22 % С, **Ст6** – 0,38...0,49 % С).

Примеры маркировки: **ВСт3СП** – сталь углеродистая конструкционная, обыкновенного качества, группы **В**, № пункта в стандарте 3, спокойная. (Группа **А** в маркировке не указывается).

2) Качественные углеродистые стали.

Имеют пониженное содержание вредных примесей (**Р** и **С** - до 0,03 %).

Выпускают с гарантией по химическому составу и механическим свойствам.

Маркируют цифрой по содержанию углерода в сотых долях процента.

Например: **Сталь10КП** – углеродистая конструкционная сталь, качественная, содержит 0,10 % С, кипящая;

1. УГЛЕРОДИСТЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ

Содержат 0,7...1,3 % С. Маркируют буквой **У** цифрой по содержанию углерода в десятых долях процента. Например, **У7А** – сталь углеродистая, инструментальная, повышенного качества, содержание углерода 0,7%

Применяют для изготовления молотков, зубил, напильников и т.д.

Примеры маркировки:

Чугуны - хрупкие сплавы содержащие 2,14...6,67 % С. Чугуны содержащие углерод в форме цементита называют – **белыми**. Они не поддаются механической обработке и применяются в основном для переделки в сталь.

По структуре их разделяют на три группы:

1. **Серый чугун** – содержит углерод в форме пластинчатого графита. Обработываются резанием и имеют хорошие литейные качества (усадка до 1 %).

Маркируют: **СЧ 10, СЧ 15...СЧ 45**. Цифра показывает предел прочности при растяжении (кГс/мм²).

Механические характеристики СЧ улучшают модифицированием (т.е. введением в металл силикокальция, способствующего измельчению пластинок графита).

Применяют СЧ для массивных отливок (станины станков, тормозные колодки и т.п.)

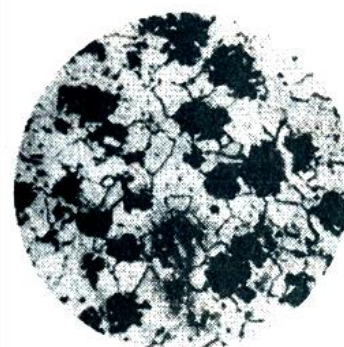
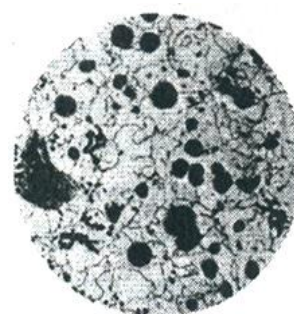
2 **Высокопрочный чугун** – получают модификацией серого чугуна магнием и церием в жидком состоянии перед разливкой. В результате образуется шаровидный графит, что обеспечивает металлу высокую прочность и достаточную пластичность.

Маркируют буквами **ВЧ** и двумя числами - предел прочности и остаточное удлинение при разрыве образца, например **ВЧ 40-5**.

Применяют для отливки ответственных деталей (коленчатых валов, шестерён и т.п.)

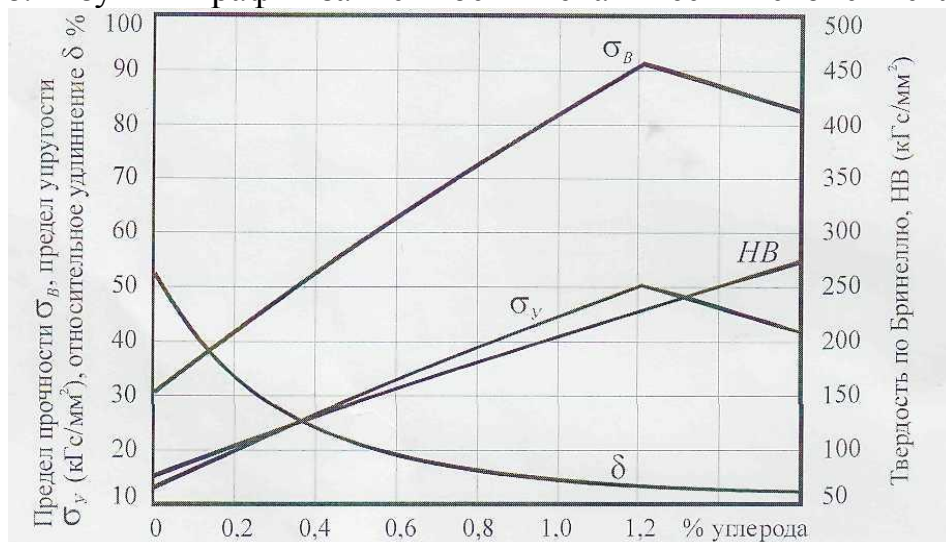
Ковкий чугун – получают длительным отжигом (до 80 часов) отливок из белого чугуна специального состава. При отжиге (нагрев 970...740 °С) происходит распад цементита и выделение хлопьевидного графита, что позволяет получить высокую прочность, ударную вязкость коррозионную стойкость. Маркируют КЧ

Предназначены КЧ для изготовления деталей сложной формы, подверженных динамическим нагрузкам (рычаги, кожухи, соединительные части трубопроводов и т.п.)



. Выполнение работы

1. Ознакомиться с устройством металлографического микроскопа .
2. Ознакомиться с процессом приготовления микрошлифов.
Описать процесс приготовления микрошлифов.
3. Исследовать микроструктуру шлифа углеродистых сталей (доэвтектоидных и заэвтектоидных) под микроскопом.
4. Зарисовать видимые под микроскопом микроструктуры в круге диаметра и указать структурные составляющие.
5. Описать методику получения высокопрочного и ковкого чугунов.
6. Изучить график зависимости механических свойств стали от содержания



Контрольные вопросы

1. По какому признаку делят сплавы на стали и чугуны?
2. Назовите структурные составляющие железо-углеродистых сплавов.
3. Дать классификацию сталей по содержанию углерода, химическому составу, способу раскисления и назначению.
4. Перечислить основные виды термообработки сталей.
5. Описать структуру серых чугунов, их маркировку и область применения.
6. Описать структуру высокопрочных чугунов, их маркировку, технологию получения и область применения.
7. Описать структуру ковких чугунов, их маркировку, технологию получения и область применения

Список используемой литературы

1. Стр 124-135 Материаловедение: учебник / А.А. Черепяхин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Лабораторное занятие №3

Исследование микроструктуры легированных сталей

Цель: изучить структуру легированных сталей различных классов, экспериментально установить влияние легирующих элементов на некоторые свойства стали.

Оборудование и материалы: коллекция микрошлифов, микроскоп, спирт, вата, фильтровальная бумага, 4%-й спиртовой раствор азотной кислоты.

Содержание занятия:

1. Провести микроанализ легированных сталей;
2. При помощи микроскопа изучить микроструктуры легированных сталей и сплавов после различных видов термической обработки;
3. Изучить особенности термической обработки легированных сталей;
4. Зарисовать схематично микроструктуру легированных сталей и сплавов, указав при этом состав, термическую обработку, механические свойства и область применения изучаемых сталей и сплавов;
5. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе

Краткие теоретические сведения

Легированные стали

Содержат железо, углерод, примеси Si, Mn, P и S, а также легирующие добавки Cr, Ni, Co, Mo, W, и др. – улучшающие свойства металлов в нужном направлении.

Обозначение легирующих добавок:

Х – хром, Н – никель, В – вольфрам, Т – титан, К – кобальт, М – молибден, Ф – ванадий, Г – марганец, С – кремний, Д – медь, Ю – алюминий.

По назначению различают:

I. Конструкционные низколегированные стали

Содержат ~ до 5 % легирующих добавок. Примеры маркировки:

12ХНЗА – содержит 0,12 % С; ~1 % хрома; 3 % Ni; А – указывает на повышен. качество

45ХН – содержит 0,45 % С; ~1 % Cr; ~1 % Ni.

II. Инструментальные стали:

1) Низколегированные.

Например: **9ХС** – содержит 0,9 % С и по ~ 1 % Cr и Si;

ХВГ – содержит ~ 1 % С и по ~1 % Cr, W, Ni.

2) Быстрорежущие – высоколегированные, применяют для изготовления режущего инструмента при высоких скоростях резания. Содержат 0,7...1,5 % С. Основной легирующий компонент – вольфрам (6...18 %)

Например:

Р18 – быстрорежущая сталь, содержит 0,8 % С, легирована 18 % вольфрама;

Р6М5 – содержит ~ 1 % С; легирована 6 % вольфрама и 5 % молибдена.

Твердые сплавы – состоят карбидов вольфрама, карбида титана, карбида тантала и чистого кобальта.

Например:

ВК15 – содержит 15% кобальта и 85% карбидов вольфрама

Т30К4 – содержит 4% кобальта, 30% карбида титана и 66% карбидов вольфрама

Изготавливают твердые сплавы методом металлокерамики, применяют в сверлах, резцах, фрезах.

III. Специальные стали

Обладают специфическими свойствами. Различают:

1) *нержавеющие стали*:

30Х13, 40Х13 – хирургические инструменты, карбюраторные иглы,

12Х17 – для пищевой промышленности,

12Х18Н9 – устойчивы к кислотам,

2) *жаростойкие стали*

12ХМФ – котельное оборудование

40Х10С2М – клапаны ДВС

12Х18Н10Т – выхлопные трубы

3) *износостойкие стали*

110Г13 – крестовины стрелочных переводов

Г13 – траки танков, тракторов

4) *рессорно-пружинные стали*

Сталь 65Г, 55С2, 60С2 – пружины, рессоры подвижного состава

60С2ХФ, 50ХФА – клапанные пружины

Шарикоподшипниковые – ШХ12, электротехнические и др. виды сталей.

Термическая обработка сталей

Термическая обработка – это процесс нагрева, выдержки и охлаждения сплавов с целью изменения их структуры и получения нужных свойств.

Основные виды термообработки:

1) **Отжиг** – это процесс нагрева, выдержки и медленного охлаждения (охлаждение - 100...200⁰С в час).

Различают: Диффузионный, Рекристаллизационный, Отжиг для снятия внутренних напряжений, Полный и Неполный

а) **диффузионный отжиг** – $T_n=1100-1200^0\text{C}$, выдержка 15-20 часов, медленное охлаждение

Применяют для легированных сталей, для уменьшения внутренних дефектов, выравнивания химического состава;

б) **рекристаллизационный отжиг** – $T_n= 650-700^0\text{C}$, выдержка, медленное охлаждение

Применяют как промежуточную операцию для снятия наклепа между операциями холодного деформирования;

з) **полный отжиг** – $T_n = (30-50^\circ\text{C}) + T_{кр}$ (л. GS) , выдержка, медленное охлаждение

Применяют для доэвтектоидных сталей. Измельчается зерно, что обеспечивает высокую ударную вязкость и пластичность.

д) **неполный отжиг** – $T_n = 730-750^\circ\text{C}$ ($\uparrow$ л. PSK) , выдержка, медленное охлаждение

Применяют для получения зернистой формы перлита вместо пластинчатой. Сталь приобретает низкую прочность, твердость.

2) Нормализация – заключается в нагреве до температуры на $40\dots 50^\circ\text{C}$ выше линии GSE, выдержке и охлаждении на воздухе. В результате переохлаждения аустенита, при его распаде образуется мелкозернистая структура, что повышает механические свойства сплавов (твердость, прочность по сравнению с отожженной) Нормализация может быть предварительным или заключительным видом термообработки.

3) Закалка – $T_n =$ на $30-50^\circ\text{C}$ выше $T_{кр}$, выдержка, резкое охлаждение (обычно более 160°C в секунду).

-полная закалка - для доэвтектоидных сталей – $T_n = (30-50^\circ\text{C})$ выше л. GS

- неполная закалка – для заэвтектоидных сталей – $T_n = 30\dots 50^\circ\text{C}$ выше линии SK.

При охлаждении сталей со скоростью выше критической, происходит бездиффузионное $\gamma - \alpha$ превращение, при этом избыточный растворённый углерод не успевает выйти из кристаллической решётки и искажает её превращая в тетрагональную. Зерно металла становится игловидным, резко повышается твердость и хрупкость сплава.

Полученную структуру называют **мартенсит** – пересыщенный твердый раствор атомов углерода в α - железе. Структура мартенсита неустойчивая и при нагревании способна распадаться.



Микроструктура
доэвтектоидных сталей



Мартенсит
закалки в доэвтектоидной
стали; $\times 600$

Закалочные среды – вода, минеральное масло, водные растворы щелочей.

Отпуск – выполняется после закалки, заключается в нагреве закаленной стали до температуры ниже $T_{кр} = 727^\circ\text{C}$ и охлаждении на воздухе .

В зависимости от температуры нагрева различают:

а) **низкий отпуск** – $T_n = 250-200^\circ\text{C}$, при этом снижаются внутренние напряжения без значительного снижения твердости.

Применяют для режущего измерительного инструмента.

б) средний отпуск – $T_n = 350 \dots 500^\circ\text{C}$, при этом при этом мартенсит распадается с образованием тростита – структуры с высокой упругостью, выносливостью.

Применяют для пружин, рессор, штампов

в) высокий отпуск – $T_n = 500 \dots 680^\circ\text{C}$, при этом мартенсит распадается с образованием сорбита – структуры с наилучшим соотношением прочности и вязкости.

Применяют для тяжелонагруженных деталей.

Улучшение стали – закалка с последующим высоким отпуском.

5) Поверхностная закалка стали токами ВЧ

Позволяет получить высокую твердость поверхностного слоя (0,8...1,3 мм) при вязкой сердцевине детали.

Деталь помещают в индуктор по которому пропускают ток ВЧ, при этом в детали возникают вихревые токи, нагревающие её поверхностный слой. Продолжительность нагрева – от долей секунды до нескольких секунд. Затем деталь помещают в закалочную среду.

Применяют для осей, валов, подшипников.

Выполнение работы

1. Исследование влияния легирующих элементов на величину зерна сталей 40, 40X и 40XH

Исследуемые стали подвергнуты различным видам термической обработки.

Стали 40, 40X и 40XH, содержат одинаковое количество углерода (0,40%), но отличаются тем, что во второй дополнительно содержится 1% Cr, а в третьей – 1% Cr и 1% Ni.

Оценить размеры зерна перлита сталей 40, 40X, 40XH путем сравнения наблюдаемой структуры со стандартной шкалой.

Зарисовать наблюдаемые структуры и сопоставить исследуемые стали по величине зерна после одинаковой термической обработки – нормализации.

Заполнением табл. 1, Описание структуры изучаемых легированных сталей с указанием термической обработки.

№	Марка стали	Химический состав	Микроструктура Описание	Термообработка

Контрольные вопросы

1. Какие стали относятся к низколегированным? Где их применяют? Какие существуют методы их упрочнения?

2. Какие легирующие элементы повышают коррозионную стойкость стали и почему?

3. Какие требования предъявляются к пружинным сталям? Назовите марки пружинных сталей.

4. Какой термической обработке подвергаются быстрорежущие стали?
5. Назовите основные преимущества и недостатки мартенситно-стареющих сталей. Каковы области их применения?
6. Какие преимущества имеет закалка в масле по сравнению с закалкой в воде?
7. Какие легирующие добавки увеличивают износостойкость сталей? Приведите марки легированных сталей с высокой износостойкостью и область их применения.
8. Какие стали называются жаропрочными? Приведите марки этих сталей и область их применения.

Список используемой литературы

Материаловедение: учебник / А.А. Черепяхин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Лабораторное занятие № 4

Исследование микроструктуры цветных металлов и сплавов

Цель: знать свойства цветных металлов и их сплавов, определять свойства материалов, проведение микроанализа сплава и приобретение навыков зарисовки простейших микроструктур.

Оборудование и материалы: металлографический микроскоп ММУ -3У, образцы для микроанализа, справочный атлас с фотографиями микроструктур.

Содержание занятия:

1. Изучить методику определения свойств цветных металлов и их сплавов
2. Зарисовать видимые под микроскопом микроструктуры и указать структурные составляющие.
3. Сделать основные выводы по работе.

Краткие теоретические сведения

Цветные металлы. К цветным металлам, наиболее широко применяемым в технике, относятся медь, алюминий, олово, свинец, цинк, магний, титан и их сплавы. В чистом виде цветные металлы используют редко, в основном их применяют в виде сплавов.

Легирующие элементы, входящие в состав цветных металлов и сплавов, обозначают заглавными буквами русского алфавита, например алюминий - А, бериллий - Б, железо - Ж, кремний - К, медь - М и т. д.

Медные сплавы. Важнейшими сплавами на основе меди являются бронзы и латуни.

Бронза - это сплав меди с оловом, свинцом, алюминием и другими элементами. Название бронзы зависит от второго компонента. Важнейшими из бронз являются оловянные, свинцовые, алюминиевые, бериллиевые и

кремниевые. Бронзы маркируют следующим образом: сначала пишут буквы Бр., означающие бронзу, затем буквы, показывающие, какие элементы введены в бронзу, и далее цифры, указывающие на содержание этих элементов в процентах.

Оловянистые бронзы обладают хорошими литейными свойствами, коррозионной стойкостью и высокими антифрикционными свойствами, т. е. хорошо сопротивляются износу и трению.

Алюминиевые бронзы содержат до 10% алюминия. Они обладают прочностью, высокими антифрикционными и технологическими свойствами, устойчивостью в атмосферных условиях.

Кремнистые бронзы содержат 2-3% кремния. Они обладают высокими литейными свойствами, коррозионной стойкостью в морской воде.. Из таких бронз изготавливают пружинящие детали, проволоку, ленту и т. д.

Никелевые бронзы, обладают высокой вязкостью и кислотостойкостью, сохраняют механические свойства даже при повышенных температурах.

Бериллиевые бронзы (2% бериллия) хорошо упрочняются термической обработкой.

Латунь - это сплав меди с цинком. Кроме цинка, латунь содержит и другие элементы, но в меньшем, чем цинк, количестве. Латунь маркируют буквой Л, за которой стоят цифры, указывающие на содержание меди,

Различают:

а) **деформируемые латуни** (4-39 % цинка) – пластичные, легко обрабатываются давлением, хуже – резанием. При холодной обработке давлением приобретают наклеп, снимаемый отжигом при температуре нагрева 600...700 °С;

Марка бронзы	Механические свойства			Область применения
	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\delta, \%$	НВ	
Алюминиевые бронзы				
БрАЖН10 – 4 - 4	650	350	150	Для обработки давлением
БрА10ЖЗМц2	490	12	117	Фасонное литье
Кремнистая бронза				
БрКМц3 - 1	380	35	80	Прутки, проволока, ленты для пружин
Бериллиевая бронза				
БрБ2	500	45	100	Полосы, прутки, ленты, проволока для пружин

Маркируют: Л90 – Cu – 90%, Zn – 10%.

ЛЖМц 59-11 – Cu – 59%, Fe – 1%, Mn – 1%

б) **литейные латуни** (39 - 45% цинка) – детали изготавливают отливкой. Хорошо обрабатываются резанием.

Для улучшения свойств, латуни легируют оловом, кремнием, марганцем и другими компонентами, получая сложные (специальные) латуни.

Маркируют: Л60 – Cu – 60%, Zn – 40%.

Алюминиевые сплавы. Они получают добавлением к алюминию меди, цинка, магния, кремния, марганца и других компонентов. Такие сплавы имеют небольшой удельный вес и высокие механические свойства.

Алюминиевые сплавы разделяются на деформируемые и литейные.

Деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой или их прочностные свойства повышаются искусственным старением, поэтому из них изготавливают полуфабрикаты ковкой, прокаткой и прессованием.

К деформируемым алюминиевым сплавам относится Дюралюминий, маркируют буквой Д, за которой стоят цифры, указывающие на № сплава.

Литейные алюминиевые сплавы Из литейных сплавов наибольшее распространение получили силумины - сплавы алюминия с кремнием. Силумины обладают высокими механическими свойствами и большой жидкотекучестью, позволяющей отливать сложные и тонкостенные детали.

Химический состав и типичные механические свойства некоторых деформируемых алюминиевых сплавов после закалки и старения

Марка сплава	Содержание элементов					Механические свойства		
	Cu	Mg	Mn	Si	Другие элементы	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %
Дюралюмин								
Д16	3,8...4,9	1,2...1,8	0,3...0,9	-	-	400	500	11
Высокопрочные алюминиевые сплавы								
В95	1,4...2,0	1,8...2,8	0,2...0,6	-	5-7 Zn 0,1 – 0,25 Cr	530-550	560-600	8
Жаропрочные алюминиевые сплавы								
Д20	6...7	-	0,4...0,8	-	0,1...0,2 Ti	250	400	12

					≤0,2 Zn			
--	--	--	--	--	---------	--	--	--

Антифрикционные (подшипниковые) сплавы. Антифрикционными называют сплавы, из которых изготавливают подшипники и трущиеся детали, применяя для этого баббиты, бронзы и другие материалы, предохраняющие трущиеся детали, например валы, от износа и создающие необходимые условия для смазки.

Маркировка баббитов:

Б83 – содержит 11% сурьмы, 6% меди, 83% - олова. Применяют для подшипников тяговых двигателей.

Б16 - содержит 16% олова, 66 % - свинца, 16% - сурьмы, 2% - меди. Подшипники скольжения автомобильных двигателей.

БК2 (кальциевый баббит) – кальций – 0,5 %, натрий – 0,5%, олова – 2%, остальное – свинец. Подшипники вагонов.

Оловянные и свинцовые бронзы (БрОЦС 5-5-5; Бр.С 30);

Химический состав (%) и назначение подшипниковых сплавов - баббитов

Марка сплава	Sb	Cu	Cd	Sn	Другие элементы	Область применения
Б88	7,3 ...7, 8	2,5...3 ,5	0,8...1,2	Остальное	0,15...0,25Ni	Тяжелонагруженные машины, паровые турбины
Б16	15 ...1 7	1,5...2 ,0	-	15...17	-	Двигатели
БС6	5,5 ...6, 5	0,1...0 ,3	-	5,5...6,5	-	

Выполнение работы

1. Установить микрошлиф на столик микроскопа и вращением рукояток произвести его наводку.
2. Рассмотреть микроструктуру шлифа в различных участках и выбрать наиболее четкий и характерный участок.
3. Зарисовать видимые под микроскопом микроструктуры в круге и указать структурные составляющие.
4. Описать свойства и применение меди и ее сплавов.
5. Описать свойства и применение алюминия и его сплавов.
6. Выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы

- 1.Перечислите свойства меди

2.Приведите примеры применения меди и медных сплавов а промышленности

3.Что такое баббит, где применяются

4.Какие сплавы относят к бронзам?

5.Что такое латунь? Приведите примеры

6. Каковы свойства и применение алюминия?

Список используемой литературы

1. Стр.144- 168, Материаловедение: учебник / А.А. Черепашин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Практическое занятие 1

Определение режима отжига, закалки и отпуска стали

Цель работы : Приобретение навыков в исследовании микроструктур сталей после термической и химико-термической обработки

Оборудование и материалы: Металлографический микроскоп, набор микрошлифов сталей после термической и химико-термической обработки , фотоснимки микроструктуры шлифов;

Содержание занятия:

- 1) Провести микроанализ сталей до и после закалки ;
- 2) Зарисовать микроструктуру сталей до и после закалки ;
- 3) Провести микроанализ сталей до и после цементации ;
- 4) Зарисовать микроструктуру сталей до и после цементации ;
- 5) Исследовать влияние температуры отпуска на твердость стали после закалки ;
- 6) Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе;

Краткие теоретические сведения

1. Мы продолжаем изучение *Термической обработки* –процесса нагрева, выдержки и охлаждения сплавов с целью изменения их структуры и получения нужных свойств.

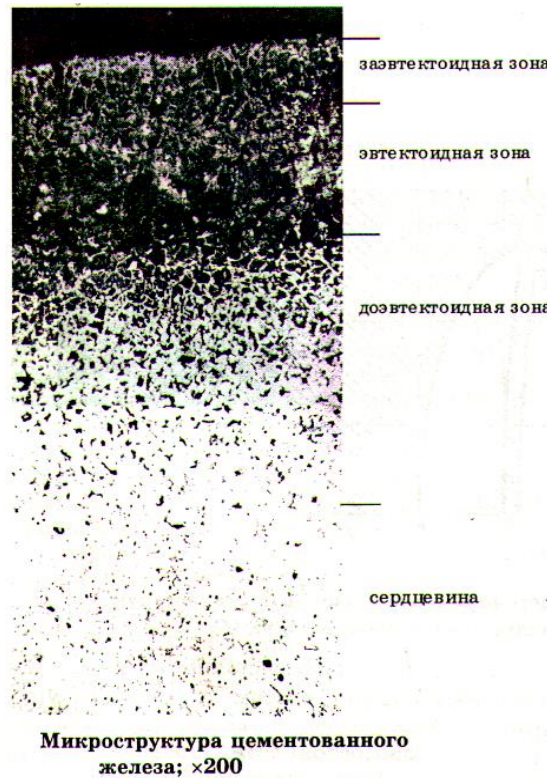
Изучив три группы термообработки. Первая группа – отжиг – термическая операция, заключающаяся в нагреве металла, находящегося в неравновесном состоянии и переводе его в более равновесное состояние. Вторая группа – закалка – нагрев сплава до температуры выше фазовых превращений и последующим быстрым охлаждением с целью перевода в неравновесное состояние. Третья группа – отпуск – термическая операция нагрева закалённой стали до температур ниже фазовых превращений для перевода его в более равновесное состояние, остановимся на:

Химико – термическая обработка стали

а) цементация - заключается в насыщении поверхностного слоя деталей (до 1,5 мм) углеродом с последующей закалкой, применяется для деталей из низкоуглеродистой стали (шестерни, звёздочки и др.) Рабочая температура деталей до 250°C ;

Технология- а) твердая – нагрев в среде древесного угля, соды и BaCO_3

б) газовая – нагрев $T_{\text{н}} = 950^{\circ}\text{C}$ в атмосфере метана CH_4



б) азотирование - заключается в насыщении поверхностного слоя деталей азотом, применяется для деталей из среднеуглеродистых и легированных сталей с целью повышения износостойкости. Рабочая температура деталей до 600°C ;

Технология - нагрев в атмосфере аммиака NH_3 , $T_{\text{н}} = 500 \dots 600^{\circ}\text{C}$



в) цианирование (нитроцементация) - совместное насыщение поверхности стали углеродом и азотом. Рабочая температура деталей до 850°C ;

Технология- изделие нагревают при $T_n = 820 \dots 860^\circ\text{C}$ в расплавленных цианистых солях.

Газовое цианирование (нитроцементация) – нагрев в среде аммиака и метана.

г) диффузионная металлизация

Заключается в насыщении поверхностного слоя деталей хромом (хромирование), бором (бормирование), алюминием (алитирование) и другими компонентами с целью повышения химической стойкости, твердости и износостойкости поверхностного слоя деталей.



**Микроструктура
борированной стали; $\times 200$**



**Микроструктура
хромированной стали; $\times 300$**

При термической обработке металлы могут поглощать газы, что может привести к появлению в отливке газовых раковин. С понижением температуры жидкого металла растворимость газов в нем уменьшается и они, выделяясь, стремятся удалиться из металла при недостаточной газопроницаемости формы или стержней эти газы могут остаться в отливке, образуя пустоты, не заполненные металлом, — газовые раковины.

Порядок выполнения работы

1. Исследовать под микроскопом микроструктуру шлифа отожженной стали 45 ГОСТ1050. Зарисовать микроструктуру стали в круге диаметром 50 мм и указать структурные составляющие (рис.1).
2. Исследовать под микроскопом микроструктуру шлифа стали 45 после закалки. Зарисовать микроструктуру стали и указать структурные составляющие (рис.1).
3. Исследовать под микроскопом микроструктуру шлифа стали 20 ГОСТ1050 до и после цементации. Зарисовать микроструктуру стали и указать структурные составляющие
4. Описать технологию цементации стали

Контрольные вопросы

- 1.Приведите примеры применения азотирования.
- 2.Технология цианирования, где применяется?
- 3.Какие сплавы относят к бронзам?
- 4.Каковы свойства и применение цементации стали?

Список используемой литературы

Материаловедение: учебник / А.А. Черепашин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Практическое занятие 2

Выбор марки материала и способа его обработки для конкретных деталей

Цель работы: на основании полученного чертежа детали, назначить виды обработки указанных поверхностей. Осуществить выбор и определить последовательность способов обработки детали. Выбрать марку материала.

Оборудование и материалы: чертеж детали, плакаты, таблица марки материала.

Содержание занятия:

- 1.Проанализировать задание, выбрать последовательность механической обработки в зависимости от типа поверхности и требований к размерной точности и шероховатости поверхности.
2. Выбрать способ обработки в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам поверхности.
3. Определить общую последовательность способов обработки, обеспечивающих требуемое качество поверхности деталей в соответствии с чертежом;.
4. Составить схему выбранной последовательности способов обработки.
5. Проанализировать результаты и составить отчет

Краткие теоретические сведения

1.Литейное производство - процесс получения фасонных отливок в результате твердения расплавленного металла залитого в форму.

Для литья применяют металлы с высокой жидкотекучестью и малыми усадками (1...2 %) при твердении: чугуны, литейные стали, медные, алюминиевые, титановые и магниевые сплавы.

Различают:

- А) Литьё в разовые формы;
- Б) Специальные виды литья:

- Отливка в металлические формы – кокили,
- Центробежное литьё, литьё под давлением,
- Литьё по выплавляемым или выжигаемым моделям
- Литьё в оболочковые формы

2. Обработка металлов давлением

Основана на способности металлов подвергаться пластической деформации.

Основные виды:

1) *Ковка* – деформация металла в пластичном состоянии, ударами молота или давлением пресса. Изделия называют *поковками*.

2) *Штамповка* – деформация ограниченная конфигурацией штампа. Различают штамповку горячую и холодную, объёмную и листовую

3) *Прокат* делят на:

а) полуфабрикаты: *блумы* – бруски металла сечением от 150×150 до 450×450 мм и *слябы* – пластины толщиной от 125 до 225 мм. Вес 5...15 т;

б) листовой прокат толщиной 0,2...4 мм – тонколистовой, 4...60 мм – толстолистовой;

в) трубы сварные и бесшовные;

г) периодический прокат – заготовки или арматура;

д) стандартные прокатные профили – двутавры, уголки, рельс, швеллер и др

4) *Прессование* – процесс продавливания исходного материала в пластичном состоянии через отверстие в матрице.

Выполняют при помощи прессов. Изделия: прутки, трубы, фигурные детали, чаще из сплавов цветных металлов.

5) *Волочение* – протягивание холодной заготовки через сужающиеся отверстия – фильеры. Операции протяжки чередуют с отжигом - для снятия наклёпа.

Марка стали	Назначение
ВСт3сп	Несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Фасонный и листовой прокат- для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках.
ВСт5пс	Детали клепаных конструкций, болты, гайки, ручки, тяги, втулки, ходовые валики, клинья, цапфы, рычаги, упоры, штыри, пальцы, стержни, звездочки, трубчатые решетки, фланцы и др. детали, работающие в интервале температур от 0 до +425С; поковки сечением до 800 мм.
Сталь10	Детали, работающие при температурах от -40 до 450С, к которым предъявляются требования высокой пластичности, после химико-термической обработки – детали с высокой поверхностной

	твердостью при невысокой прочности сердцевины.
Сталь 35	Детали невысокой прочности, испытывающие небольшие напряжения: оси, цилиндры, коленчатые валы, шатуны, шпиндели, звездочки, тяги, ободы, траверсы, бандажи, диски и другие детали.
Сталь 45	Вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.
Сталь 60	Цельнокатаные колеса вагонов, валки рабочие листовых станков для горячей прокатки металлов, шпиндели, бандажи, диски сцепления, пружинные кольца амортизаторов, замочные шайбы, регулировочные шайбы, регулировочные прокладки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и износостойкости.
A20	Мелкие детали машин и приборов, малонагруженные детали сложной конфигурации, к которым предъявляются требования высокой точности размеров и качества поверхности, после цементации и цианирования – малонагруженные детали, к которым предъявляются требования износостойкости и повышенного качества поверхности.
A40Г	Детали сложной формы, обрабатываемые на станках-автоматах, и детали, к которым предъявляются повышенные требования к чистоте поверхности, работающие при повышенных напряжениях и давлениях: оси, валики, втулки, кольца, шестерни, пальцы, винты, болты, гайки, ходовые винты.
15X	Втулки, пальцы, шестерни, валики, толкатели и другие цементуемые детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины, детали, работающие в условиях износа при трении.
40X	Оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, зубчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.
15XСНД	Элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от -70 до 450С.
20ХН	Шестерни, втулки, пальцы, детали крепежа и другие детали, от которых требуется повышенная вязкость и умеренная прокаливаемость.

30ХГС	Различные улучшаемые детали: валы, оси, зубчатые колеса, тормозные ленты моторов, фланцы, корпуса обшивки, лопасти компрессорных машин, рычаги, толкатели, ответственные сварные конструкции, работающие при знакопеременных нагрузках, крепежные детали.
45ХН2МФА	Торсионные валы, коробки передач и другие нагруженные детали, работающие повторно- переменных нагрузках и испытывающие динамические нагрузки.
25ХГТ	Нагруженные зубчатые колеса и другие детали, твердость которых более HRC 59
38ХГН	Детали экскаваторов, крепеж, валы, оси, зубчатые колеса, серьги и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности.
ШХ15	Шарики диаметром до 250 мм, ролики диаметром до 23 мм, кольца подшипников с толщиной стенки до 14 мм , втулки плунжеров, плунжеры, нагнетательные клапаны, корпуса распылителей, ролики толкателей и другие детали, от которых требуется высокая твердость, износостойкость и контактная прочность.
ШХ15СГ	Крупногабаритные кольца шарико- и роликоподшипников со стенками толщиной более 20-30 мм; шарики диаметром более 50 мм; ролики диаметром более 35 мм.
60Г	Плоские и круглые пружины, рессоры, пружинные кольца и другие детали пружинного типа, от которых требуются высокие упругие свойства и износостойкость; бандаж, тормозные барабаны и ленты, скобы, втулки и другие детали общего и тяжелого машиностроения.
50ХФА	Тяжелонагруженные ответственные детали, к которым предъявляются требования высокой усталостной прочности, пружины, работающие при температурах до 300С и другие детали.
70СЗА	Тяжелонагруженные пружины ответственного назначения.
У7А,У7	Инструмент, который работает в условиях, не вызывающих разогрева рабочей кромки: зубила, долота, бородки, молотки, лезвия ножниц для резки металла, топоры, колуны, стамески, плоскогубцы комбинированные, кувалды.
У10,У10А	Инструмент, работающий в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: метчики ручные, рашпили, надфили, пилы для обработки древесины, матрицы для холодной штамповки, гладкие калибры, топоры.
У12,У12А	Режущие инструменты, работающие в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: метчики ручные, метчики машинные

	мелкоразмерные, плашки для круп, развертки мелкоразмерные, надфили, измерительный инструмент простой формы: гладкие калибры, скобы.
9ХС	Сверла, развертки, метчики, плашки, гребенки, фрезы, машинные штампели, клейма для холодных работ. Ответственные детали, материал которых должен обладать повышенной износостойкостью, усталостной прочностью при изгибе, кручении, контактном нагружении, а также упругими свойствами.
X12МФ	Профилировочные ролики сложных форм, секции кузовных штампов сложных форм, сложные дыропрошивные матрицы при формовке листового металла, эталонные шестерни, накатные плашки, волокни, матрицы и пуансоны вырубных просечных штампов со сложной конфигурацией рабочих частей, штамповки активной части электрических машин.
6ХВГ	Пуансоны сложной формы для холодной прошивки преимущественно фигурных отверстий в листовом и полосовом материале, небольшие штампы для горячей штамповки, главным образом, когда требуется минимальное изменение размеров при закалке.
P6M5K5	Для обработки высокопрочных нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного разогрева режущей кромки.
P9	Для изготовления инструментов простой формы, не требующих большого объема шлифовки, для обработки обычных конструкционных материалов.
P18	Резцы, сверла, фрезы, резьбовые фрезы, долбяки, развертки, венкеры, метчики, протяжки для обработки конструкционных сталей с прочностью до 1000 МПа, от которых требуется сохранение режущих свойств при нагревании во время работы до 600С.
P9M4K8	Для обработки высокопрочных нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного разогрева режущей кромки: зуборезный инструмент, фрезы, фасонные резцы, зенкеры, метчики.
12X17	Крепежные детали, валики, втулки и другие детали аппаратов и сосудов, работающих в разбавленных растворах азотной, уксусной, лимонной кислоты, в растворах солей, обладающих окислительными свойствами. Сталь коррозионно-стойкая и жаропрочная до 850С ферритного класса.
	Изделия, работающие в окислительных средах, а также в

08X17T	атмосферных условиях, кроме морской атмосферы, в которой возможна точечная коррозия. Теплообменники, трубы. Сварные конструкции, не подвергающиеся действию ударных нагрузок и работающие при температуре не ниже -20С. Сталь жаростойкая, коррозионно-стойкая ферритного класса.
25X13H2	Детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам (клапаны гидравлических прессов, предметы домашнего обихода), а также изделия, подвергающиеся действию слабоагрессированных сред (атмосферные осадки, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре и др.). Сталь коррозионно-стойкая мартенситного класса.

Порядок выполнения работы

Исследование типового технологического процесса

1. Конструктивная характеристика детали:

Наименование _____

габаритные размеры _____

качественный анализ технологичности конструкции детали _____

Определяем вид заготовки для данной детали _____

Эскиз детали

2. Технологические задачи: точность размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, качество поверхностного слоя. _____

3. Анализ свойств материала и метода получения заготовки. Предварительная обработка заготовки. _____

4. Последовательность механической обработки _____

5. Выбрать способ упрочняющей обработки в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам поверхности _____

6. Схема выбранной последовательности обработки

Вопросы для самопроверки:

1. Дать определение стали
2. Классификация углеродистых сталей по назначению.
3. Расшифровать марки сталей: У8А ВСтЗкп
4. Дать определение закали
5. С какой целью используют закалку?
6. Какие параметры определяются при режиме резания?
7. От чего зависит скорость главного движения резания?
8. Как определить основное время точения?

Список используемой литературы

Материаловедение: учебник / А.А. Черепашин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Лабораторная работа № 5

Измерение углов заточки режущих инструментов

Цель работы: Приобретение навыков в подборе режущего инструмента для обработки, пользовании измерительным инструментом, в измерении углов заточки резцов, сверл, зенкеров, разверток и метчиков и определении правильности их заточки

Оборудование и материалы: специальный и универсальный угломер, штангенциркуль, микрометр, радиусомер, токарные резцы, спиральное сверло, зенкер, развертка, фрезы.

Программа работы:

1. Изучить конструкцию и измерить углы заточки резцов.
2. Сделать вывод о назначении данных резцов.
3. Изучить конструкцию и технологические возможности спирального сверла, зенкера, развертки.
4. Сделать вывод о назначении данного сверла, зенкера, развертки.
5. Изучить конструкцию и измерить действительные углы заточки фрез.
6. Сделать вывод о назначении данных фрез.

Краткие теоретические сведения

Обработка металлов резанием

Металлорежущие станки:

Токарные, сверлильные, фрезерные, строгальные, разрезные, зубо- и резьбообрабатывающие, шлифовальные, полировальные, вспомогательные.

Обрабатываемые поверхности:

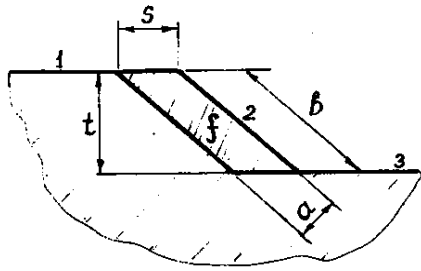
Плоские, цилиндрические, конические, фасонные, сложной формы (зубья, кулачки и др.).

Движение рабочих органов станков:

- а) основное – при котором снимается слой материала. Оно состоит из главного движения и движения подачи;
- б) вспомогательное – подвод и отвод режущего инструмента.

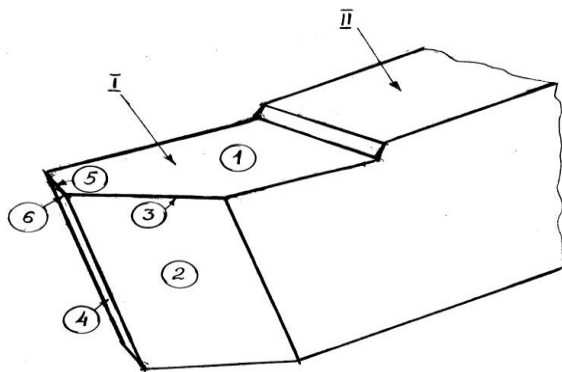
Элементы резания:

1. Обрабатываемая поверхность резания.
2. Поверхность резания.
3. Обработанная поверхность.



. t – глубина резания,
 S – подача (перемещение резца за один оборот),
 b – ширина срезаемого слоя,
 a – толщина срезаемого слоя,
 f – площадь поперечного сечения стружки

II. Элементы геометрии резца:



I. Головка.

II. Тело резца.

- 1) Передняя поверхность
- 2) Задняя поверхность
- 3) Главная режущая кромка
- 4) Вспомогательная задняя поверхность
- 5) Вспомогательная режущая кромка
- 6) Вершина резца

Режущие свойства резца зависят от его геометрии, т.е. углов заточки.

Углы резца измеряются от *основной плоскости* (горизонтальной, параллельной продольной и поперечной подаче) и плоскости *резания* (касательной к поверхности резания и проходящей через главную режущую кромку).

При резании возникает сложная деформация металла (смятие, сдвиг, срез сопровождаемый трением). При этом возможно образование трех видов стружки:

- а) сливная – непрерывная спиральная лента (вязкие металлы);
- б) скалывания (менее вязкие);
- в) надлома – отдельные частицы неправильной формы (хрупкие металлы).

Режимы резания:

а) скорость резания – путь пройденный в минуту точкой лежащей на обрабатываемой поверхности – характеризует производительность. По ней устанавливается частота вращения шпинделя станка;

б) сила резания и мощность при точении – необходимы для расчёта привода и мощности двигателя.

1. Точение – выполняют на станках токарной группы.

Виды работ: обтачивание черновое и чистовое цилиндрических, конических, торцевых, фасонных поверхностей; подрезание и отрезание; возможно также: сверление, растачивание отверстий, нарезание резьбы.

2. Сверление – выполняется спиральными, перовыми, центровочными и свёрлами глубокого сверления.

Зенкерование – обработка резанием стенок отверстий. Различают зенкеры: для расширения отверстий, для получения цилиндрических и конических углублений, для зачистки торцевых поверхностей.

Развёртывание – обработка стенок отверстий для получения высокой точности и чистоты поверхности.

Виды станков – вертикально- и радиально сверлильные, расточные и специальные.

3. Фрезерование – обработка металлов многолезвийным режущим инструментом – фрезой. Фреза имеет главное вращательное движение, а обрабатываемая заготовка – поступательное (подача).

Виды фрез:

- а) цилиндрические и торцевые – для обработки плоскостей;
- б) дисковые, пазовые, угловые, Т-образные – для изготовления пазов и шлицов;
- в) фасонные, модульные, червячные – для изготовления зубчатых колес;

4. Стругание – выполняется резцами на продольно-, поперечно-строгальных и долбежных станках.

6. Протягивание – механическая обработка многолезвийными инструментами - протяжками, на протяжных станках.

7. Шлифование – обработка поверхностей абразивными инструментами.

Применяют и для обдирочных работ и как отделочную операцию.

Виды работ при шлифовании: плоское, круглое наружное, круглое внутреннее,

Выполнение работы

1. Изучить конструкцию резцов в зависимости от его назначения
2. Выполнить схему обработки заготовок резцами Измерить углы заточки токарного резца. (рис.1).
3. Результаты измерений занести в таблицу 1. Сделать вывод о назначении данных резцов.

Таблица 1 Углы заточки резца

Углы резца	Главный угол в плане φ	Вспомогательный угол в плане φ_1	Угол при вершине ε
Действительные			

4. Сделать выводы о назначении резцов
5. Изучить конструкцию и технологические возможности сверла, зенкера, развертки.
6. Выполнить схему обработки заготовок сверлом, зенкером, разверткой. (рис.2).

Результаты наблюдений, изучений , вывод о назначении инструмента занести в таблицу 2

7. Результаты наблюдений, изучений, вывод о назначении инструмента занести в таблицу 2.

Таблица 2 Параметры и технические возможности сверления, зенкерования, развертывания

Параметры и технические возможности	Вид обработки		
	сверление	зенкерование	развертывание
Количество режущих кромок			
Припуск на обработку (t) в мм.			
Чистота обработки заготовки (кавалитет)			
Шероховатость поверхности после обработки R_a в мкм.			
Назначение			

8. Изучить конструкцию фрез в зависимости от их назначения

9. Выполнить схему обработки заготовок фрезами (рис.3).

10. Описать процесс фрезерования и сделать выводы о назначении фрез

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры режимов резания.
2. Приведите примеры металлорежущих станков
3. Приведите примеры назначения резцов?
4. Виды фрезерования?

Список используемой литературы

М.Н. Воронин, Д.Г. Евсеев, В.В. Засыпкин Материаловедение и технология конструкционных материалов для железнодорожной техники. М.: Маршрут, 2014., Материаловедение: учебник / А.А. Черепяхин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Лабораторная работа № 6

Определение физических свойств смазочных материалов.

Цель работы: Определить основные показатели качества пластичных смазок и дать рекомендации по их применению.

Оборудование и материалы : смеситель; перчатки, образцы стандартных смазок; стеклянная палочка; стакан фарфоровый;

Программа работы:

1. Инструкция по технике безопасности
2. Закрепление теоретических знаний физико-химических показателей марок смазок и стандартов на них.
3. Ознакомление с методами определения основных параметров пластичных смазок.
4. Приобретение практических навыков по оценке качества смазок и установлению условий их применимости.
5. Определить для образца: - однородность; - сорт смазки пробой на жировое пятно; - растворимость в воде и бензине;
6. Оформить отчет

Краткие теоретические сведения

Пластичные смазки. Назначение, состав и способы получения

Смазки представляют собой смеси минеральных масел с загустителями, причём частицы загустителя, сцепляясь, образуют структурный каркас, в ячейках которого удерживаются частички масла. При нормальной температуре, смазки нетекучи и для циркуляционных систем неприменимы. Для изготовления пластичных смазок используют обычно индустриальные масла, в качестве загустителей применяют мыла, реже парафин, церезин, воск, канифоль. В состав могут вводиться также графит и тальк в распыленном состоянии. Получают пластичные смазки перемешиванием составляющих в специальных смесителях. В зависимости от условий работы используют:

- 1) Универсальные смазки: УН – низкоплавкие (до 65°C), УС – среднеплавкие и УТ – тугоплавкие (более 100°C).
- 2) Специальные смазки – делят на шесть групп.

Основные физико-химические свойства смазок

- 1) Прочность – оценивается пределом прочности, т.е. минимальным давлением, при котором разрушается структура смазки и она выбрасывается из негерметизированных узлов трения.
- 2) Термоупрочнение – происходит при нагреве ($\sim 100\ldots 120^{\circ}\text{C}$) или охлаждении смазок. При этом смазки уплотняются и перестают поступать к рабочим поверхностям.
- 3) Температура каплепадения (обычно $60\ldots 200^{\circ}\text{C}$) – определяется путём нагрева смазки в специальном приборе по температуре падения первой капли. Рабочая температура устанавливается на $15\ldots 20^{\circ}\text{C}$ ниже температуры каплепадения.

4) Вязкость – определяется на специальных вискозиметрах по времени продавливания смазки через капиллярную трубку.

5) Испаряемость масла – при этом смазки уплотняются, что ведёт к образованию корок в узлах трения, препятствующих поступлению, свежей смазки.

6) Противозадирные свойства – оцениваются для смазок, работающих в подшипниках качения при высоких нагрузках. Для улучшения противозадирных свойств вводят специальные присадки.

7) Содержание воды – необходимо в кальциевых смазках – солидолах, и не допускается в углеводородных и натриевых.

8) Содержание механических примесей.

9) Содержание свободных кислот и щелочей, вызывающих коррозию металлов.

На ж/д транспорте применяют:

1) Смазку УН – вазелин технический для смазки узлов, работающих при нормальной температуре и малых нагрузках.

2) Смазку УС – солидол, применяется при температуре – 25...+65⁰С, для тяговых электродвигателей, узлов автосцепки, шарниров рам токоприёмника и др.

3) Смазку для роликовых подшипников ЛЗ-ЦНИИ;

ЖРО – для узлов трения локомотивов;

1-ЛЗ, ЦИАТИМ-203 – для роликовых подшипников тягового генератора и др. узлов.

4) Графитовую смазку для полозов токоприёмника.

5) Пасту натирочную КП – для предохранения от загрязнения кузовов подвижного состава.

6) Пасты притирочные – для шлифования сопряженных деталей топливной аппаратуры. В состав входят жировые компоненты и абразивные порошки.

Состав пропиточный – предназначен для пропитки сальниковых набивок.

Выполнение работы

1. Небольшой комочек смазки поместить в пробирку, добавить воды (желательно теплой) и тщательно перемешать. Характер растворения смазки в воде покажет ее основу. Если смазка на натриевой основе, то в пробирке образуются мутноватый мыльный раствор и пена. На смазки на кальциевой основе (солидолы) вода не действует.

2. В стакан смесителя загружают вмазыванием испытуемую смазку таким образом, чтобы она выступала в виде полусферы на высоту 15 мм, это обеспечит общий объем смазки на 15 % больше объема стакана. При вмазывании смазки необходимо следить, чтобы в ней не оставалось карманов воздуха.

3. Затем стакан крепят к основанию смесителя, рукоятку к рычагу и приступают к перемешиванию смазки.

4. Затем стакан со смазкой помещают на столик, тщательно выравнивают поверхность смазки (излишек смазки убирают).

5. После снятия показателей, тщательно очищают, выравнивают смазку в стакане, проводят повторные испытания не менее 4-х раз.

6. Расхождения между результатами отдельных испытаний не должны превышать $\pm 3\%$ от среднего арифметического по результатам 4-х испытаний.

Полученный результат заносится в таблицу для определения показателей качества смазки по всем показателям, определяемым в данной работе.

Таблица 1 Показатели испытываемой смазки

Смазка испытываемая	Температура каплепадения, °С	Пенетрация при 25 °С	Предел прочности, при 20 °С	Основа смазки

Контрольные вопросы

1. Состав и назначение смазок.
2. Основные показатели качества смазок и методы их определения.
3. Требования, предъявляемые к смазкам для шарниров рулевых тяг.
4. Требования, предъявляемые к смазкам для подшипников генератора и стартера.
5. Требования, предъявляемые к консервационным смазкам.

Список используемой литературы

М.Н. Воронин, Д.Г. Евсеев, В.В. Засыпкин Материаловедение и технология конструкционных материалов для железнодорожной техники. М.: Маршрут, 2014., Материаловедение: учебник / А.А. Черепяхин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Практическое занятие №3

Изучение различных видов полимерных материалов

Цель: Ознакомиться с различными видами полимерных материалов. Найти в справочной литературе химический состав и свойства изучаемых материалов и определить их назначение

Оборудование и материалы: Образцы полимерных материалов, справочная литература

Программа:

1. Ознакомиться с различными видами полимерных материалов;

2. По справочной литературе определить их химический состав и свойства;
3. Определить назначение полимерных материалов;
4. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

Краткие теоретические сведения

Полимеры и пластмассы

Поли – много, мерос – часть, т.е. молекулы полимеров состоят из десятков – сотен тысяч молекул исходных веществ – мономеров. Например:

$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ – этилен(мономер); $(-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -) \times n$ – полиэтилен(полимер).

Получают полимеры путём реакций:

а) полимеризации, т.е. объединения звеньев мономера в большие молекулы полимера без изменения химического состава и выделения побочных веществ;

б) поликонденсации, т.е. получения полимера из нескольких исходных веществ с изменением химического состава и выделением побочных веществ;

В состав пластмасс обычно входят:

а) связующее – полимер;

б) наполнители – порошки, волокно, бумага, ткань и др.;

в) пластификаторы, стабилизаторы, красители, смазывающие вещества.

1) Полимеризационные пластмассы – обычно термопластичны, нетеплостойки. Их выпускают обычно без наполнителя: полистирол, поливинилхлорид, фторопласты, оргстекло и др..

2) Поликонденсационные:

а) фенолформальдегидные смолы и пластмассы на их основе – фенопласты. Выпускают в виде пресспорошков, волокнитов, слоистых пластиков (гетинакс, текстолит, ДСП);

б) пластмассы на основе карбомидных смол - аминопласты;

в) на основе полиэфирных смол (пластмассы и лакокрасочные материалы);

г) на основе эпоксидных смол (стеклопластики, клеи);

д) на основе полиамидных материалов (капрон, нейлон);

е) на основе кремнийорганических полимеров (пластмассы, лаки, смазочные материалы, кремнекаучуки - с теплостойкостью до 250 °С).

Выполнение работы

1. Ознакомиться с различными видами представленных полимерных материалов:

№ п/п	Название полимерных материалов

1. Описать представленные материалы по химическому составу, свойствам, способу получения и возможного применения:

2.1

<i>Название материала</i>	
<i>химический состав</i>	
<i>Свойства</i>	
<i>Способ получения</i>	
<i>Возможное применение</i>	

Контрольные вопросы

1. Что такое полимеризация?
2. Что такое поликонденсация?
3. Требования к полимеризационным пластмассам.
4. Требования, предъявляемые к поликонденсационным пластмассам.

Список используемой литературы

М.Н. Воронин, Д.Г. Евсеев, В.В. Засыпкин Материаловедение и технология конструкционных материалов для железнодорожной техники. М.: Маршрут, 2014., Материаловедение: учебник / А.А. Черепашин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Практическое занятие №4

Определение удельного сопротивления проводниковых материалов

Цель: Ознакомиться с различными видами проводниковых материалов

Оборудование и материалы: вольтметр и амперметр

Программа:

5. Ознакомиться с различными видами проводниковых материалов;
6. Ознакомиться с работой вольтметра и амперметра;
7. Рассчитать погрешность измерений;
8. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе.

Краткие теоретические сведения

Проводниковые материалы

1) *Проводники первого рода* – чистые металлы, сплавы, электроуголь - обладают электронной проводимостью. С повышением температуры их сопротивление растёт.

2) *Проводники второго рода* – электролиты (растворы солей, кислот и щелочей в воде) - для них характерна ионная проводимость. С повышением температуры их электропроводность растёт.

По удельному сопротивлению различают материалы:

- а) высокой проводимости – предназначены для проводов и кабелей;
- б) сплавы высокого сопротивления – для реостатов, нагревательных элементов и др.

Особо выделяют *контактные материалы*, обладающие износо и дугостойкостью их применяют для щёток электрических машин, вставок пантографов и др.

Материалы высокой проводимости

1) **Медь** (в земной коре не более 0,01 %, в рудах не более 2 % - в виде сульфидов и окислов) – получают сложным металлургическим путём, а затем очищают (рафинируют) электролизом.

Чистая проводниковая медь – пластичный металл красно-оранжевого цвета. Температура плавления 1083°C , плотность 8960 кг/м^3 , удельное сопротивление $\sim 1,75 \times 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$, устойчива к атмосферной коррозии. Холодной прокаткой получают нагартованную медь с повышенной прочностью и твёрдостью.

Отжигают медь при температуре $450 \dots 500^{\circ}\text{C}$ с охлаждением в воде. *Отожжённую* мягкую медь применяют для жил проводов и кабелей, *нагартованную* – пластины коллекторов, ножи рубильников, контактный провод и др.

Согласно стандарту выпускают шесть марок электротехнической меди, в зависимости от её чистоты: М00 – (99,99 % Cu); М0, М1...М4 - (99,00 % Cu). Первые три марки применяют для проводов, кабелей, фольги, остальные – для медных сплавов.

Сплавы меди:

а) **бронзы**- это сплав меди и олова, алюминия, кремния, бериллия, кадмия. Наилучшая электропроводность у кадмиевых бронз. Применяют: для коллекторных пластин, контактов, пружин, контактных проводов и т.п.;

б) **латуни** – это сплавы меди и цинка – легко обрабатываются, значительно прочнее меди и дешевле. Применяют для контактов, зажимов, токоведущих крепёжных деталей.

2) **Алюминий** – самый распространённый металл в земной коре (до 8 %). Добывают из глинозёмистых пород (Al_2O_3), путём электрического разложения, а затем рафинируют электролизом.

Электротехнический алюминий мягкий, пластичный белый металл. Температура плавления 658°C . Уступает меди по механической прочности и электропроводности. Плотность 2700 кг/м^3 , удельное сопротивление $\sim 2,8 \times 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$. На воздухе покрывается непроводящим оксидом. При холодной прокатке упрочняется (наклёп), отжиг производят в соляной ванне при температуре $\sim 300^{\circ}\text{C}$. В контакте с медью и многими другими

металлами, алюминий образует гальваническую пару и разрушается электрокоррозией.

Согласно стандарту выпускают 13 марок проводникового алюминия: от А999 (99,999 %) до А (99,00 %).

Высшие марки применяют для фольги, электродов конденсаторов, оболочек кабелей, обмоточных проводов. Остальные - для производства различных кабельных изделий, роторных обмоток электродвигателей, а так же для сплавов. Соединяют алюминиевые провода сваркой, опрессовкой, пайкой при помощи специальных припоев.

Сплавы алюминия:

а) **литейные – силумины** – это сплав алюминия и кремния используют для конструкционных деталей;

б) **деформируемые – дюралюмины** – это сплав алюминия, меди и магния, применяют для токоведущих панелей и шасси, корпусов приборов и др.

3) Проводниковая сталь - низкоуглеродистая (0,1...0,15 % С) – наиболее дешёвый и механически прочный проводник. Плотность 7800 кг/м³. Удельное сопротивление $(1,2...1,4) \times 10^{-7}$ Ом×м. Оцинкованную стальную проволоку используют в воздушных линиях электропередач. Применяют также биметаллические проводники: сталь-алюминиевые голые провода и медно- стальную проволоку

Выполнение работы

Измерение удельного сопротивления с точным измерением тока.

1. Включить прибор с помощью переключателя «сеть»
2. Установить режим точного измерения тока
3. Передвижной кронштейн установить на 0.7 длины резисторного провода по отношению к основанию.
4. Снять показания вольтметра и амперметра.
5. Определить длину измеряемого провода при помощи шкалы прибора.
6. Подобные измерения произвести 5-7 раз, данные занести в таблицу

Таблица1

n\п	$I(A)$	$U(B)$	$l(см)$	$S(мм^2)$	$R_0 = \frac{U}{I}$	$R(Ом)$	ρ	$\rho \pm \Delta\rho$
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

7. По формуле $R = \frac{U}{I} - R_A = R_0 - R_A$ определить R; $R_A = 0.15 Ом$ - сопротивление амперметра.

8. По формуле $\rho = R \frac{S}{l}$ определить удельное сопротивление исследуемого проводника. Диаметр проводника $d=0.36$ мм.
9. Рассчитать погрешность измерений.

II. Измерение удельного сопротивления с точным определением напряжения.

1. Включить прибор с помощью переключателя «сеть»
 2. Установить режим точного измерения напряжения.
- Согласно первой части провести измерения, данные занести в таблицу 2

Таблица 2

n\п	$I(A)$	$U(B)$	$l(см)$	$S(мм^2)$	$R_0 = \frac{U}{I}$	$R(Ом)$	ρ	$\rho \pm \Delta\rho$
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

4. Пользуясь формулой $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_0} - \frac{1}{R_v} = \frac{U}{I} - \frac{1}{R_v}$, определите R ; $R_v=2500$ Ом – внутренне сопротивление проводника.
5. Рассчитать погрешность измерений.

Контрольные вопросы

1. Что такое *проводники первого рода*?
2. Что такое *проводники второго рода*?
3. Материалы высокой проводимости
4. Требования, предъявляемые к проводникам.

Список используемой литературы

М.Н. Воронин, Д.Г. Евсеев, В.В. Засыпкин Материаловедение и технология конструкционных материалов для железнодорожной техники. М.: Маршрут, 2014., Материаловедение: учебник / А.А. Черепашин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Практическое занятие №5

Определение электрической прочности диэлектриков

Цель работы: Ознакомиться с процессом определения электрической прочности воздуха при различных расстояниях между электродами и разной их формой.

Оборудование и материалы: аппарат АКИ – 60; коврик диэлектрический; перчатки диэлектрические; боты диэлектрические; линейка масштабная.

Программа работы:

1. Присоединить аппарат АКИ-60 по схеме;
2. Провести испытания для разной формы электродов, меняя расстояние между ними;
3. Результаты испытаний занести в таблицу и отобразить в виде графиков;
Сделать вывод о проделанной работе

Краткие теоретические сведения

Назначение, классификация и основные характеристики диэлектриков

Диэлектриками – называют вещества, имеющие весьма малую электропроводность, характеризующуюся токами утечки. Их используют для изоляции токоведущих частей в электротехнических устройствах.

Различают:

- 1) Газообразные диэлектрики.
- 2) Жидкие (минеральные масла и синтетические жидкости).
- 3) Твёрдые (органические и минеральные).

По структуре - кристаллические и аморфные .

Общие свойства:

- а) все диэлектрики способны поляризоваться;
- б) под действием переменного напряжения в них происходит рассеивание электрической энергии и переход её в тепловую;
- в) в сильных электрических полях возможен пробой диэлектрика (т.е. потеря электроизоляционных свойств).

1) Электрические характеристики:

а) удельное сопротивление $\rho = \frac{RS}{\ell}$ (Ом×м)

Для диэлектриков $\rho = 10^8 \dots 10^{18}$ Ом×м. Изменение ρ в зависимости от температуры оценивается – температурным коэффициентом удельного сопротивления. Для диэлектриков $TK_\rho < 0$, т.е. с повышением температуры ρ - уменьшается;

б) *относительная диэлектрическая проницаемость* ϵ_r – характеризует способность диэлектрика поляризоваться и образовывать электрическую ёмкость в конденсаторах;

$\epsilon_r = 1$ (для вакуума, воздуха). Для различных диэлектриков ϵ_r - от единицы до нескольких тысяч.

в) *диэлектрические потери* – возникают в виде потерь активной мощности в диэлектриках, работающих при переменном напряжении. Они проявляются в нагреве диэлектрика и характеризуются тангенсом угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg} \delta$).

Потери активной мощности $P_a = U^2 2\pi f C \times \operatorname{tg} \delta$.

$\operatorname{tg} \delta = 2 \dots 6 (\times 10^{-4})$ – для жидких и твёрдых диэлектриков высокого класса и может быть до 0,05. При нагреве диэлектрические потери растут;

г) *электрическая прочность* (E_{np}) – напряжённость электрического поля, при которой происходит пробой диэлектрика:

$$E_{np} = \frac{U_{np}}{h} \text{ кВ/мм,}$$

где U_{np} – пробивное напряжения, h – толщина слоя диэлектрика.

Различают:

а) электрический пробой - под действием внешнего электрического поля за очень короткое время ($\sim 10^{-8}$ с);

б) тепловой пробой – происходит из-за диэлектрических потерь, когда количество выделяющейся теплоты больше отводимой.

2) Механические характеристики - определяют путём механических испытаний, при которых устанавливают пределы прочности при растяжении, сжатии, изгибе, а также удельную ударную вязкость.

3) Тепловые характеристики:

а) *температура плавления или размягчения диэлектрика*;

б) *теплостойкость* – позволяет оценить стойкость диэлектрика к кратковременному нагреву. Определяется при помощи аппарата Мартенса или по методу кольца и шара;

в) *нагревостойкость* – способность диэлектрика выдерживать длительное тепловое воздействие, не теряя электроизоляционных свойств.

Согласно стандарту установлены 7 классов нагревостойкости диэлектриков:

У (до 90°C) - бумага, картон, х.б. ткани и др.

А (до 105°C) - те же диэлектрики, пропитанные лаком или маслом,

Е (до 120°C) - гетинакс, текстолит,

В (до 130°C) - слюда, миканит, стеклоткани,

Ф (до 155°C) - кремнийорганические смолы

Н (до 180°C) - те же с более высокими показателями

С (более 180°C) - стекло, фторопласт, асбест

г) *холодостойкость*;

д) *температура вспышки паров* – для жидких диэлектриков

4) Физико-химические характеристики:

а) *вязкость* – определяет пропитывающую способность жидких диэлектриков;

б) *кислотное число* – количество КОН, необходимое для нейтрализации свободных кислот содержащихся в 1 грамме жидкого диэлектрика.

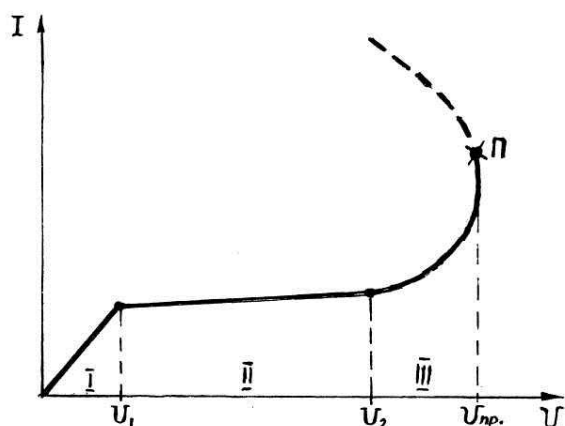
в) *водопоглощение*;

г) *химическая стойкость* (к растворителям, кислотам, щелочам);

д) *тропическая стойкость* (стойкость против высокой температуры, влажности, плесневых грибов, солнечной радиации, тропических насекомых).

Газообразные диэлектрики

Воздух и все газы при малой степени ионизации являются диэлектриками. Электропроводность газов отображают вольт-амперной характеристикой:

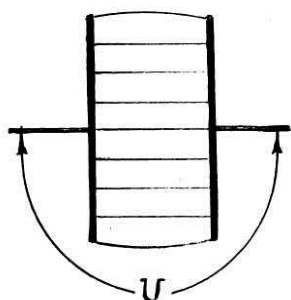


I. - ток пропорционален напряжению, соблюдается закон Ома, свободные заряженные частицы постепенно втягиваются в направленное движение.

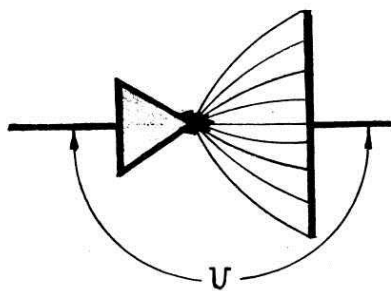
II. - ток не зависит от напряжения. Все свободные заряженные частицы движутся направленно и скорость их растёт.

III- скорость заряженных частиц резко возрастает, происходит явление ударной ионизации, заканчивающееся пробоем газа – точка П ($I \rightarrow \infty$; $U \rightarrow 0$)

Различают:



а) пробой в однородном поле (например: между параллельными пластинами, где напряжённость поля везде одинакова) – происходит сразу в виде искры, возникающей в любом месте. Искра может перейти в дугу при



достаточной мощности источника тока;

б) пробой в неоднородном поле (например: между остриём и пластиной) - происходит в несколько стадий: сначала ионизируется газ у острия и возникает коронирующий разряд (голубое свечение). При повышении напряжения, разряд переходит в кистевой и заканчивается искрой. При этом выделяются активные окислители: озон (O_3) и окись азота (NO).

Во избежание возникновения коронирующего разряда в высоковольтных установках, острые кромки электродов скругляют или закрывают металлическими экранами.

Основные газообразные диэлектрики:

- 1) Воздух $E_{пр} \approx 3 \text{ кВ/мм}$.
- 2) Элегаз (SF_6) $E_{пр} \approx 7-8 \text{ кВ/мм}$
- 3) Фреон (CCl_2F_2) $E_{пр} \approx 7-8 \text{ кВ/мм}$.

Водород – имеет наивысшую среди газов теплопроводность и используется в электроустановках как охлаждающая среда; $E_{пр} \approx 1,8 \text{ кВ/мм}$.

Выполнение работы

1. Присоединить аппарат по указанной схеме, начертить схему испытания
2. Установить зазор между электродами согласно данным таблицы 1.

Таблица 1

Параметры	Форма электродов											
	Игла –плоскость			Игла –игла			Шар –шар			Плоскость – плоскость		
Величина воздушного зазора l , мм	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15

Пробивное напряжение U , кВ												
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. Закрывать дверь высоковольтной камеры. Проверить наличие тока в цепи (при нажатии кнопки должна загореться красная лампочка в цепи блокировки дверей).

4. Включить аппарат в сеть (при этом должна загореться зелёная сигнальная лампа на крышке аппарата). Включить высоковольтный автомат (при этом должна загореться красная сигнальная лампа на крышке аппарата).

Вращая штурвал, плавно повышать напряжение до тех пор, пока воздушный зазор между электродами будет пробит (при этом выпадает высоковольтный автомат и гаснет красная лампа).

5. Записать показания вольтметра в момент пробоя воздуха в таблицу.

6. Возвратить штурвал в нулевое положение, отключить аппарат.

7. Опыт проделать для 4 пар электродов, устанавливая электроды на расстоянии 5;10;15мм.

По данным опыта построить графики зависимости пробивного напряжения от расстояния между электродами и от формы электродов. Графики выполнить в одних координатах (масштаб: для – 1 мм = 1см, для – 1 кВ = 0,5см)

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры диэлектрических потерь.
2. Что такое диэлектрики, где применяются?
3. Механические характеристики диэлектриков?
4. Тепловые характеристики диэлектриков?
5. Перечислите основные электрические характеристики
6. Физико- химические характеристики диэлектриков?