



ГБПОУ «Пермский политехнический колледж имени
Н.Г. Славянова»

Методические указания
для обучающихся по выполнению практических работ
по учебной дисциплине

ОП.04 «Материаловедение»

специальности

**23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных
средств**

Рассмотрено на заседании
предметной цикловой
комиссии
*«Выпускающая студентов на
государственную
итоговую аттестацию»*
протокол № 1
20.09.2024г.
Председатель ПЦК
 / С.В. Вепрева /

Автор:

преподаватель первой квалификационной
категории ГБПОУ «ППК им.Н.Г.Славянова»
Бокова Анна Валерьевна

СОДЕРЖАНИЕ

1	Пояснительная записка	3
2	Содержание практических работ	4
	Практическая работа № 1 Методы оценки свойств машиностроительных материалов: Определение твердости	4
	Практическая работа № 2 Определение твердости металлов по Роквеллу, по Виккерсу	4
	Практическая работа № 3 Исследование структуры железоуглеродистых сплавов, находящихся в равновесном состоянии.	8
	Практическая работа № 4 Расшифровка различных марок сталей и чугунов. Выбор марок сталей на основе анализа их свойств для изготовления деталей машин	8
	Практическая работа № 5 Термическая обработка углеродистой стали. Закалка и отпуск стали.	11
	Практическая работа № 6 Изучение микроструктур цветных металлов и сплавов на их основе. Расшифровка различных марок сплавов цветных металлов	13
	Практическая работа № 7 Определение марки бензинов. Определение марки автомобильных масел.	22
	Практическая работа № 8 Определение качества бензина, дизельного топлива. Определение качества пластичной смазки	22
	Практическая работа № 9 Устройство автомобильных шин	37
	Практическая работа № 10 Подбор лакокрасочных материалов в зависимости от назначения. Способы нанесения лакокрасочных материалов на металлические поверхности	38
3	Список источников литературы	39

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических работ обучающимися по дисциплине **ОП.04 Материаловедение** предназначены для обучающихся по специальности *23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств*.

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по дисциплине ОП.04 *Материаловедение*.

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся закрепить теоретические знания, сформировать необходимые умения и навыки деятельности по специальности /профессии, направлены на формирование следующих компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской

Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Осуществлять диагностику автотранспортных средств.

ПК 1.2. Осуществлять техническое обслуживание автотранспортных средств.

ПК 1.3. Проводить ремонт и устранение неисправностей автотранспортных средств.

ПК 1.4. Разрабатывать и осуществлять технологические процессы установки дополнительного оборудования на автотранспортные средства.

ПК 2.1. Планировать и организовывать материально-техническое обеспечение процесса технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств и их компонентов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения при производстве, ремонте и модернизации автомобилей;
- выбирать способы соединения материалов и деталей;
- назначать способы и режимы упрочения деталей и способы их восстановления, при ремонте автомобиля, исходя из их эксплуатационного назначения;
- обрабатывать детали из основных материалов;
- проводить расчеты режимов резания.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать:**

- строение и свойства машиностроительных материалов;
- методы оценки свойств машиностроительных материалов;
- области применения материалов;
- классификацию и маркировку основных материалов, применяемых для изготовления деталей автомобиля и ремонта;
- методы защиты от коррозии автомобиля и его деталей;
- - способы обработки материалов;
- инструменты и станки для обработки металлов резанием, методику расчета режимов резания;
- инструменты для слесарных работ.

Описание каждой практической работы содержит: раздел, тему, количество часов, цели работы, что должен знать и уметь обучающийся, теоретическую часть, порядок выполнения работы, контрольные вопросы, учебно-методическое и информационное обеспечение.

На выполнение практических работ по дисциплине отводится *20 часов*.

Содержание практических работ

Практическая работа №1, 2

Методы оценки свойств машиностроительных материалов: определение твердости металлов: по Бринеллю, по Роквеллу, по Виккерсу

Раздел: 1. Металловедение

Тема: 1.1 Строение и свойства машиностроительных материалов

Количество часов: 4

Цели: научиться определять твердость металлов различными способами.

Задачи: определить твердость металлов различными способами

Материальное обеспечение: твердомер Бринелля; твердомер Роквелла; образцы в виде пластин или дисков из различных металлов; таблицы показателей механических свойств металлов и сплавов.

Теоретическая часть: Твердостью металла называют его способность сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела. Твердость металлов определяют, измеряя деформации в поверхностном слое металла при вдавливании в него шарика или индикатора (деталь в виде острия) под действием регламентированной нагрузки.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ПО БРИНЕЛЛЮ. Твердость металла по Бринеллю оценивают по диаметру отпечатка на поверхности испытуемого металла, оставленного вдавливаемым шариком.

Твердость определяют с помощью твердомера Бринелля (рис. 1).

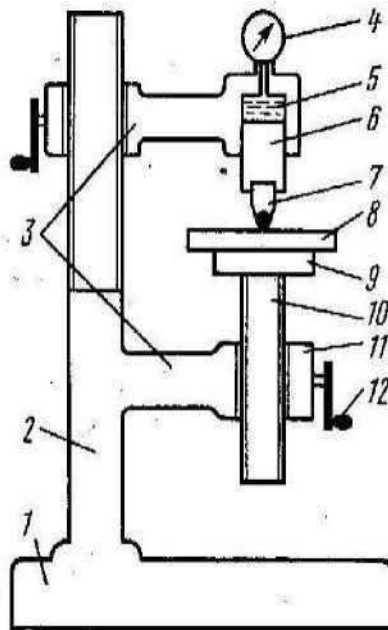


Рисунок 1 - Твердомер Бринелля

1- станина; 2 - колонна; 3- консоли;

4 - манометр; 5 - гидроцилиндр;

6 - поршень; 7- сменный наконечник;

8 - испытуемый образец; 9-рабочий стол; 10-червячный винт; 11 -червячный редуктор; 12 - рукоять

Испытуемый образец 8 кладут на рабочий стол твердомера 9 так, чтобы центр отпечатка отстоял от края образца не менее чем на 2,5 диаметра предполагаемого отпечатка (для меди и алюминия 3,0d), а расстояние между центрами двух соседних отпечатков должно быть не менее 4,0d, а для меди и алюминия 6,0d. Вращением рукоятки 12, насаженной на червячный вал редуктора 11, поднимают стол 9 с образцом 8. При этом шарик наконечника вдавливаются в поверхностный слой образца 8. Одновременно наконечник через поршень 6 сжимает в гидроцилиндре 5 масло, давление в котором определяют по манометру 4.

Шарики наконечника - съемные, изготовлены из термически обработанной стали с твердостью, определенной по методу Виккерса не менее HV 850. Диаметр применяемых шариков 2, 5 и 10 мм. Для образцов, толщина которых указана в описании подготовительных работ, используют шарик диаметром 10 мм

Загружают образец равномерно, что достигается плавным вращением рукоятки со скоростью примерно один оборот в секунду. После того как нагрузка достигнет требуемой величины, ее выдерживают определенное время. Размер нагрузки и время выдержки под нагрузкой образца зависит от твердости металла и толщины испытуемого образца (табл. 1).

Таблица 1- Размер нагрузки и время выдержки под нагрузкой при диаметре шарика 10 мм

Материал	Интервал твердости в числах Бринелля	Нагрузка на шарик Р, кгс	Выдержка под нагрузкой, с
Черные металлы (мягкие стали)	140	1000	10
Черные металлы (мягкие стали)	140-450	3000	10
Никель, дюралюмины, силумины, латуни, бронзы	35-130	1000	30
Алюминий, медь	8-35	250	60

Нагрузку на образец определяют по показанию манометра 4, который в некоторых случаях градуирован на величину нагрузки в кгс. Требуемое показание манометра устанавливают по формуле: $M = P / \text{Бп}$, (1)

где М - показание манометра, кгс/см; Р - требуемая нагрузка по таблице 1, кгс;
Бп - площадь поршня цилиндра, см².

После того как время выдержки истечет, нагрузку снимают, вращая рукоять 12 в обратном направлении. Образец снимают со стола 9 и измеряют диаметр отпечатка отсчетным микроскопом, который входит в комплект прибора. Замер производят с погрешностью не более 0,01 мм. Твердость металла характеризуется числом твердости по Бринеллю НВ, которое определяют по формуле:

$$HV = \frac{P}{F} = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \text{ МПа,}$$

где Р - усилие, действующее на шарик, кг;

F- площадь поверхности отпечатка, мм;

D- диаметр шарика, мм.;

d - диаметра отпечатка, мм;

НВ - твердость по Бринеллю.

3000 кгс, выдерживаемой в течение 10 с, число твердости по Бринеллю выражается символом НВ, например НВ 180. При других параметрах испытания их символ дополняется

индексом. Например, НВ 5/750/30-200, что означает число твердости по Бринеллю 200 при испытании шариком диаметром 5 мм, под нагрузкой 750 кгс, приложенной в течение 30 с. К прибору Бринелля прилагается таблица, в которой число твердости по Бринеллю указано в зависимости от диаметра отпечатка и нагрузки. При наличии таких таблиц подсчеты по формуле (2) можно не делать.

Определение твердости по Роквеллу. Твердость металлов по Роквеллу оценивается глубиной проникновения в него наконечника (алмазного конуса или стального шарика), вдавливаемого с определенной силой. За условную единицу твердости по Роквеллу принята величина, соответствующая проникновению наконечника на 0,002 мм.

Твердость определяют на рычажном твердомере Роквелла (рис. 2)

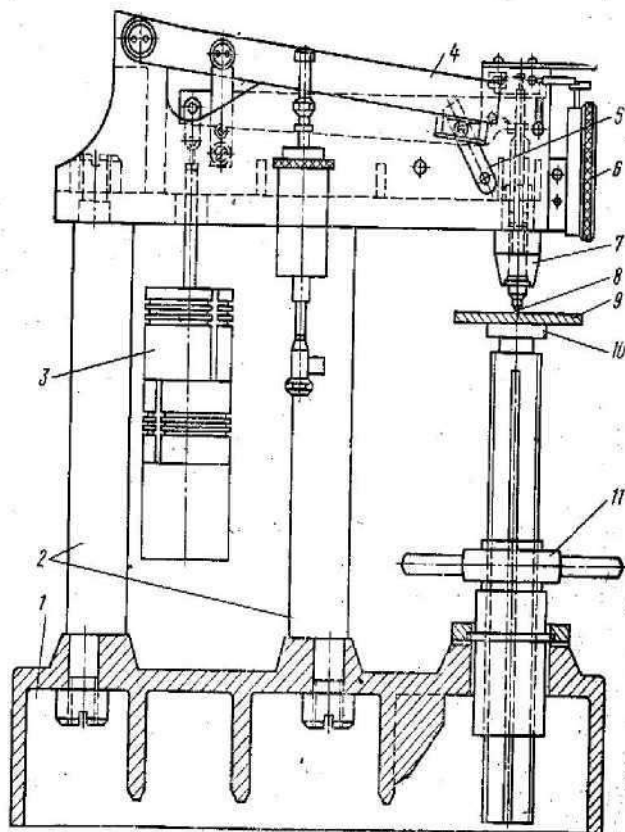


Рис. 2 - Твердомер Роквелла:

1 - станина, 2 - колонны, 3 - груз, 4 - рычажное устройство, 5 - рукоятка включения, 6 - индикатор, 7 - сменный наконечник, 8 - стальной шарик или индектор (алмазный конус), 9 - испытуемый образец, 10 - рабочий стол, 11 - маховик

Сменные наконечники 7 прибора оканчиваются стальным шариком диаметром 1,588 мм или индектором 8, представляющим собой алмазный конус.

На циферблате индикатора 6, по которому определяют число твердости, нанесены три шкалы: А, В, С. Шкала А служит для отсчетов при испытаниях алмазным конусом под общей нагрузкой 60 кгс. Число твердости в этом случае обозначается индексом НЯЛ; пределы измерений НЯЛ 70 - 90 единиц твердости. По шкале С твердость измеряют при том же наконечнике, но при общей нагрузке 150 кгс. Пределы измерений НРС 20 - 67. Шкала В предназначена для отсчетов при испытаниях шариком с общей нагрузкой 100 кгс. Пределы измерений по этой шкале КРВ 25 - 100.

Наименьшая цена деления индикатора на всех шкалах равна 0,5 единиц твердости, что соответствует проникновению на 0,001 мм.

Твердость определяют в такой последовательности. В зависимости от ориентировочно ожидаемой твердости металла вставляют наконечник 7 и подвешивают груз 3. Образец 9 устанавливают на рабочий стол 10 твердомера таким образом, чтобы расстояние от отпечатка до края и до предыдущего отпечатка было не менее 30 мм.

Общая нагрузка на наконечник Р складывается из предварительной P_0 и основной P_1 . Предварительная нагрузка P_0 , которая во всех случаях равна 10 кгс, создается путем

приближения образца к неподвижному наконечнику с помощью вращения маховика 11. В этот момент, когда предварительная нагрузка достигнет 10 кгс, маленькая стрелка индикатора совпадет с красной точкой, нанесенной на его циферблате. Затем, вращая обойму индикатора, совмещают его большую стрелку с нулевой точкой.

После этого рукояткой 5 плавно отводят опоры от рычажного устройства 4, передавая тем самым нагрузку от груза 3 через рычажное устройство на наконечник 7. Проникновение индикатора 8 наконечника в образец фиксируется по одной из шкал индикатора. Для этого через 1-3 с после резкого замедления движения стрелки индикатора снимают основную нагрузку. Отсчет берут при продолжающемся действии предварительной нагрузки. Погрешность отсчета не более $\pm 0,5$ единиц шкалы. Взяв отсчет, снимают предварительную нагрузку.

Порядок выполнения работы:

Заранее подготавливают образцы различных металлов и сплавов, твердость которых будут определять. Образцы изготавливают в виде пластин или дисков с параллельными плоскостями. Толщина пластин или дисков зависит от предполагаемой твердости металла. Так, толщина образцов из мягких сталей, алюминия, меди должна быть не меньше 6 мм, из других сталей, дюралюмина, силуминов, никеля, бронз, латуней - не менее 4 мм.

Поверхность образцов очищают от окалины и других посторонних веществ. На ней не должно быть вмятин, следов от ударов, раковин.

1. Изучите методику определения твердости по Бринеллю и Роквеллу.
2. Определите твердость металлов и сплавов различными способами.
3. Составьте отчет о работе по форме 1.
4. Результаты испытания записывают в тетрадь по форме 1.
5. Форма 1

Металл или сплав	Измерение твердости								
	По Бринеллю					По Роквеллу			
	Толщина образца	нагрузка, кгс	диаметр отпечатка на металле, мм	символ твердости	число твердости по Бринеллю	вид наконечника	общая нагрузка	символ твердости	число твердости по Роквеллу

6.

Контрольные вопросы:

1. HB - ?
2. HRA - ?

Практическая работа №3,4

Исследование структуры железоуглеродистых сплавов, находящихся в равновесном состоянии. Расшифровка различных марок сталей и чугунов. Выбор марок сталей на основе анализа из свойств для изготовления деталей машин.

Раздел: 1. Металловедение

Тема: 1.2 Сплавы железа с углеродом

Количество часов: 4

Цели: изучить микроструктуру сталей, белого и серого чугунов. Формирование умений классифицировать, расшифровывать и характеризовать область применения сплавов цветных металлов.

Задачи:

1. Владеть методами расшифровки материала.
2. Определять свойства материала по маркировке.
3. Выбирать материал по назначению.
4. Определить структуру материала.

Материальное обеспечение: металлографический микроскоп; наборы микрошлифов углеродистых сталей: доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной; набор микрошлифов чугунов - белые чугуны (доэвтектический, эвтектический, заэвтектический), серые чугуны на одной из приводимых основ (ферритной, ферритно-перлитной).

Теоретическая часть:

Сталью называются железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода до 2%. Свойства углеродистых сталей зависят от содержания в них углерода. Углерод, вступая в химическое взаимодействие с железом, образует карбид железа Fe_3C , который носит название *цементит*. В небольшом количестве (0,006%) углерод растворяется в железе, образуя твердый раствор, который носит название *феррит*. Углеродистые стали состоят из феррита и цементита.

В сталях, содержащих 0,8% углерода и называемых *эвтектоидными* (рис.4, а), весь цементит 2 находится в пластинках, равномерно рассеянных в феррите 1. Такая структура носит название перлита. В сталях, содержащих углерода менее 0,8% и называемых *доэвтектоидными* (рис.4, б), структура состоит частично из перлита 3 и частично из чистого феррита 1. В сталях, содержащих углерода более 0,8% и называемых *заэвтектоидными* (рис. 4, в), структура состоит из зерен перлита 3, окруженных сеткой цементита 2.

Растворимость (протравливаемость) цементита и феррита в кислоте различна. Чтобы рассмотреть под микроскопом структуру металла, зеркально отполированную поверхность стальных образцов обрабатывают сильной кислотой. Из-за большой протравливаемости феррита в местах его выхода на полированную поверхность образуются углубления. Обработанная таким образом зеркальная поверхность получит микрорельеф. Такие образцы носят название *микрошлифов*.

Чугунами называют железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода более 2%.

Чугуны, в составе которых весь углерод связан, называют *белыми*. Такие чугуны делятся на *доэвтектические* (рис.3, а), *эвтектические*, содержащие 4,3% углерода (рис. 3, б), *заэвтектические* (рис. 3, в), содержащие углерода более 4,3%.

В технике и строительстве применяют серые, серые высокопрочные и ковкие чугуны, в которых углерод частично или почти полностью находится в несвязанном состоянии в виде графита. Их структура состоит из металлической основы: ферритной (рис. 3, г, е), перлитной (рис. 3, д) и графитовых включений различной конфигурации, зависящей от

способа получения серого чугуна.

Серые чугуны получают введением в процессе плавки кремния. Образовавшиеся графитовые включения в серых чугунах имеют форму лепестков (см. рис. 3, г).

Высокопрочные серые чугуны, получаемые при введении магния или церия, имеют шаровидные включения графита (рис. 3, е).

Ковкие чугуны получают путем длительного выдерживания при высоких температурах (томлении) белых чугунов. В структуре ковких чугунов присутствуют хлопьевидные включения графита (см. рис.3, д).

Перед работой ознакомьтесь с металлографическим микроскопом (рис. 5). Образец 1 устанавливают на столик 2 микроскопа. От источника света 3 луч преломляется призмой 4 на зеркальную поверхность образца под углом α . Отраженный от зеркальной поверхности луч второй призмой преломляется в окуляр 5.

Так как поверхность имеет микрорельеф, то при падении луча на поверхность образца под углом α от выступающих компонентов сплава на поверхность будут падать тени, которые можно наблюдать в поле зрения микроскопа. Так как тени будут располагаться по границам структурных составляющих сплава, то по ним можно судить о структуре металла.

Рассмотрев в микроскоп шлифы углеродистой стали, пользуясь рис. 4, студенты определяют структуру стали и делают зарисовки каждой из этих структур в отчете с указанием структурных составляющих.

Микрошлифы чугунов необходимо начинать рассматривать с белых чугунов, затем - микрошлифы серых чугунов. Все рассмотренные микрошлифы необходимо зарисовать в отчет с названием структурных составляющих.

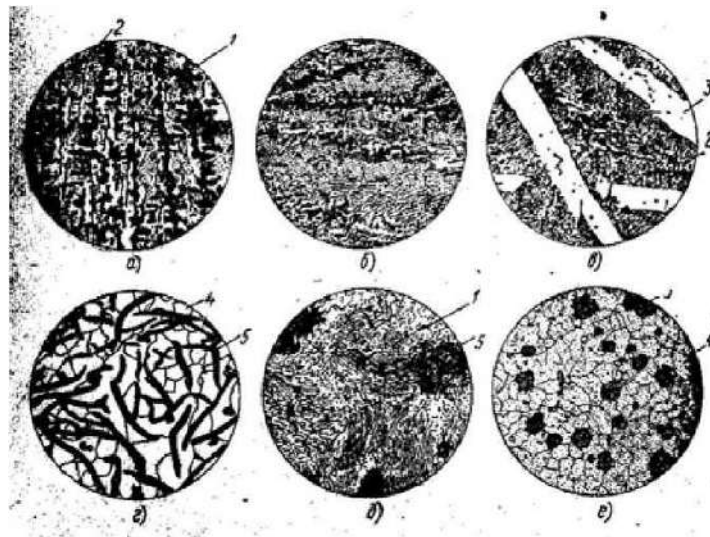


Рис. 3 - Структуры чугунов:

а - белый доэвтектичный, б - белый эвтектический (ледебурит), в - белый заэвтектический, г - серый на ферритной основе, д - ковкий на перлитной основе, е - модифицированный, высокопрочный на ферритной основе; 1 - перлит, 2 - ледебурит, 3 - цементит, 4 - феррит, 5 - графит

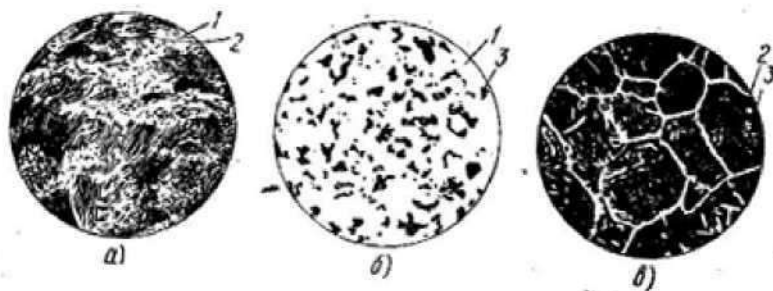


Рис. 4 - Микроструктура углеродистых сталей: а - эвтектоидная, б - доэвтектоидная, в -

заэвтектоидная; 1 - феррит, 2 - цементит, 3 - перлит

1. **Порядок выполнения работы:** Изучите устройство и принцип работы металлографического микроскопа.
2. По рис.3 и рис.4 изучите микроструктуры углеродистых сталей и чугунов.
3. Рассмотрите в микроскоп микрошлифы углеродистых сталей, белых и серых чугунов, определите структуры сталей и чугунов. Сделайте зарисовки каждой из этих структур в отчете с указанием структурных составляющих.

Задание

1 Выбрать материал для _____
(название изделия)

Ответы

1 Заданное изделие _____ может работать в условиях _____

2 Исходя из условий работы и требований к изделию, выбираем материал _____

Химический состав,% ГОСТ _____

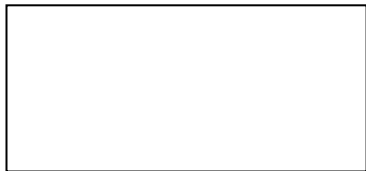
C%	Mn%	Si %				S %	P %			

4 Виды термической обработки и механические свойства по справочной литературе:

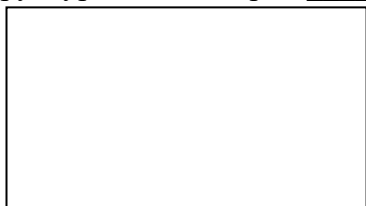
Вид термообработки	Температура нагрева	Охладитель	σ_B Мпа	σ_T Мпа	КС (Дж/м ²)	НРС ,ус.ед (НВ)

6 Технологические свойства:

7 Структура сплава марки _____ в равновесном состоянии (до термической обработки)



8 Структура сплава марки _____ после термической обработки



Практическая работа №5 **Термическая обработка углеродистой стали. Закалка и отпуск стали. Химико-термическая обработка легированной стали.**

Раздел: 1. Металловедение

Тема: 1.3 Обработка деталей из основных материалов

Количество часов: 2

Цель: ознакомиться с практическими приемами закалки и отпуска стали и с влиянием операций на механические свойства сталей.

Оборудование: муфельная электропечь; пресс Бринелля и специальная лупа к нему; прибор Роквелла, ванночки с водой, набор нумерованных пластинок из различных сталей, целых и в изломе, секундомер, щипцы; маятниковый копер.

Задание:

1. Определите твердость стальных пластинок до проведения закалки.
2. Произведите закалку и отпуск стальных пластинок.
3. Определите твердость стальных пластинок после закалки и отпуска.
4. Соотнесите полученные числа твердости до и после закалки с отпуском.
5. Составьте отчет о работе по форме 1.

Содержание работы

Закалка стали состоит в нагреве стали до определенных высоких температур (выше 723 °С), выдержке при требуемой температуре и последующем быстром охлаждении в воде, масле или другой охлаждающей среде. Цель закалки: придать высокую твердость режущим инструментам, высокую прочность и упругость деталям машин. Результаты закалки зависят от скорости температуры нагрева, продолжительности выдержки при этой температуре и скорости охлаждения, а также от прокаливаемости стали.

Детали и инструменты, прошедшие закалку, нельзя применять без дополнительной термообработки - отпуска, так как у них велики внутренние напряжения вследствие наличия мартенситной структуры и эти изделия хрупки. Операцией термообработки, посредством которой ослабляют напряжения и придают закаленным изделиям требуемую структуру и надлежащие свойства, является отпуск, выполняемый сразу же после закалки.

Сущность отпуска состоит в том, что при отпуске происходит распад мартенсита и аустенита в закаленной стали, вместо них образуются более устойчивые структуры, а именно троостит и сорбит. Последние придают стали вязкость и пластичность в сочетании с определенной твердостью и прочностью. Температуру нагрева при отпуске контролируют приборами, а также по цветам побежалости.

Термическое улучшение - это совместно проводимые закалка и высокий отпуск.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Порядок выполнения работы

Вычертите таблицу для записи данных лабораторных работы по форме 1

Форма 1

Номер пластинки	Диаметр отпечатка в мм		Твердость НВ	
	до термообра- ботки	после термо- обработки	до термообра- ботки	после термо- обработки
1	2	3	4	5

1. Возьмите две пластинки и запишите их номера в графе 1 таблицы.
2. Зачистите напильником поверхность пластинок и произведите на прессе Бринелля вдавливание в пластинки стального шарика диаметром 5 мм.
3. Измерьте при помощи лупы диаметры отпечатков, полученных на пластинках, и запишите результат в графе 2 таблицы.
4. По известной вам таблице "Соотношение между числами твердости" определите число твердости по Бринеллю для испытанных образцов и запишите это число в графе 4 оформленной таблицы.
5. Произведите закалку пластинок в такой последовательности: поместите пластинки в электропечь для нагрева до красного каления; через 10 мин. щипцами выньте поочередно пластинки из печи и погрузите их в ванночки с холодной водой.
6. Произведите высокий отпуск закаленных пластинок (нагрев до 500 °С - 650 °С).
7. После этого испытайте пластинки на приборе Бринелля при тех же условиях, какие указаны в пункте 3. Запишите результаты в графе 3 таблицы.
8. По таблице «Соотношение между числами твердости» найдите числа твердости для закаленных пластинок по Бринеллю и запишите эти данные в графе 5 таблицы.
9. Произведите дополнительные наблюдения:
 - а) сравните твердость сырой и закаленной пластинок царапанием;
 - б) рассмотрите излом сырой и закаленной пластинки.
10. Сделайте выводы:
 - а) напишите, как изменилась твердость стали в результате закалки и отпуска;
 - б) опишите результаты дополнительных наблюдений
 - в) опишите как изменятся свойства стали после цементации низкоуглеродистой стали.

Изучение микроструктур цветных металлов и сплавов на их основе. Расшифровка различных марок сплавов цветных металлов.

Раздел: Металловедение

Тема: Цветные металлы и сплавы

Количество часов: 2

Цели: Изучить микроструктуры различных металлов и сплавов, познакомиться с термической обработкой, свойствами и применением этих сплавов.

Задачи: определить микроструктуру различных металлов и сплавов

Материальное обеспечение: металлографический микроскоп; наборы микрошлифов

Теоретическая часть:

Цветные сплавы являются более дорогими и дефицитными, чем черные. Однако благодаря их особым физическим, технологическим и эксплуатационным свойствам они нашли достаточно широкое применение. В настоящей работе рассматриваются металлы и сплавы, имеющие наибольшее значение: медь и ее сплавы, легкие сплавы на основе алюминия, магния и титана, а также подшипниковые сплавы.

Медь и сплавы на ее основе

Медь – металл красновато-розового цвета. Температура плавления 1083°C. Кристаллическая решетка – гранцентрированная кубическая с периодом 0,36153 нм. Плотность меди высокая – 8,94 г/см³. Медь характеризуют высокие тепло- и электропроводность; хорошо сопротивляется коррозии в обычных атмосферных условиях, в пресной и морской воде и других агрессивных средах, но имеет плохую устойчивость в сернистых газах и аммиаке, растворяется в кислотах-растворителях. Марки технической меди - М00, М0, М0б, М1б, М1, М1р. М2. М2р. М3, М3р (б – бескислородная, р – раскисленная). Содержание примесей - от 0,01 до 0,5%. Наиболее вредными примесями, вызывающими горячеломкость (красноломкость) меди и ее сплавов, являются свинец (допустимое содержание 0,04%) и особенно висмут (допустимое содержание 0,001%), который вызывает также и хладноломкость. Механические свойства меди зависят от ее чистоты и состояния. Для отожженной меди предел прочности при растяжении примерно 220 МПа, относительное удлинение 40-50%. Применяют медь благодаря ее токо- и теплопроводящим свойствам в электротехнике (проводники, шины, коллекторы) как материал для теплообменников, водоохлаждаемых изложниц, кристаллизаторов, поддонов. Структура деформированной и отожженной технической чистой меди – полиэдрические зерна с двойниковыми образованиями.

Медные сплавы

Различают следующие группы сплавов на основе меди: латуни (сплавы, где основным легирующим элементом является цинк), бронзы (сплавы с различными другими элементами) и медно-никелевые сплавы, которые в данной работе не рассматриваются.

Маркируют сплавы в соответствии с их химическим составом. Легирующие элементы обозначают русскими буквами : О – олово, Ц – цинк, Мц – марганец, Ж – железо. Ф – фосфор, Б – бериллий, А – алюминий, Н – никель, С – свинец, Х – хром и т.д.

Цифры обозначают количество соответствующих элементов в процентах. Если сплав деформируемый, то после букв Л (латунь) или Бр (бронза) перечисляют элементы, а затем соответственно их количество (ЛАН 59-3-2, БрАЖ 9-4), причем в латунях первая цифра отражает содержание меди, количество цинка определяется по остатку. В литейных сплавах буквы, обозначающие добавки, и цифры содержания чередуются (ЛЦ40С, БрА11Ж6Н6).

Медные сплавы отличаются высокими механическими и технологическими свойствами, хорошо сопротивляются износу и коррозии.

Латуни

Латуни называют простыми, или двойными, если в них входят только медь и цинк, и сложными, или легированными (многокомпонентными), если в них введены другие элементы.

Структура латуней описывается диаграммой состояния Cu-Zn. При комнатных температурах до 39% цинка растворяется в меди, образуя фазу α - твердый раствор замещения цинка в меди. При большем содержании цинка появляется фаза β' – упорядоченный твердый раствор на основе электронного соединения CuZn с объемноцентрированной кубической решеткой. Эта фаза является твердой и хрупкой составляющей. В промышленном масштабе применяют только однофазные α - латуни и двухфазные ($\alpha+\beta$)-латуни (содержащие цинка не более 45%), поэтому другие соединения меди с цинком не упоминаются. С увеличением содержания цинка прочность латуней увеличивается, особенно у двухфазных латуней, пластичность же возрастает до концентрации цинка 30-32%, а затем резко уменьшается. В связи с этим однофазные латуни легко деформируются как в горячем, так и в холодном состояниях; двухфазные латуни обычно подвергают только горячей обработке давлением.

Легирующие элементы сообщают латуням более высокие свойства. Алюминий существенно повышает прочность, особенно в сочетании с никелем, марганцем, железом, кремнием; никель улучшает технологические свойства и коррозионную стойкость, олово тормозит коррозию в морской воде, свинец улучшает обрабатываемость резанием, железо измельчает зерно и наряду с небольшим количеством марганца увеличивает пластичность. В современной технике применяют как деформируемые, так и литейные латуни, из которых получают плотные, лишенные ликвации отливки с высокими механическими свойствами, однако при литье существуют определенные трудности из-за возникновения крупных усадочных раковин.

Основной вид термической обработки латуней – отжиг для смягчения материала перед дальнейшей обработкой давлением, для получения в готовых полуфабрикатах нужных свойств, а также для устранения склонности к сезонному растрескиванию, которому подвержены латуни. Латунь ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5 – единственный известный дисперсионно твердеющий сплав, эффективно упрочняющийся в результате закалки и старения или НТМО. Прочность латуней можно повысить нагартовкой, но при этом снижается пластичность сплава.

Примерный состав и свойства некоторых латуней можно найти в табл.1.

Микроструктура деформированной и отожженной однофазной латуни представляет полиэдрические зерна α -твердого раствора с двойниковыми образованиями; из-за явления оптической анизотропии зерна могут быть неодинаково окрашены. В структуре двухфазной латуни наблюдаем светлые зерна фазы α - твердого раствора на темном фоне β' - фазы – упорядоченного твердого раствора на базе соединения CuZn .

Из простых однофазных латуней изготавливают проволоку, ленты, листы, трубы, фурнитуру, что требует больших степеней деформации при производстве даже без нагревания. В частности, латунь Л96 применяют для изготовления радиаторных и конденсаторных трубок. Из простых двухфазных латуней (Л59) заготовки производят только способом горячей деформации (листы, прутки, трубы, штамповки). Специальные латуни применяют для изготовления широкого ряда ответственных деталей с высокими свойствами, в том числе антифрикционными, в морском, химическом машиностроении, для теплотехнической аппаратура, крепежных изделий и арматуры, зубчатых колес, втулок и т.д.

Бронзы

В настоящее время применяемые в промышленности бронзы весьма многообразны, в данной работе будут рассмотрены только некоторые группы.

Оловянные бронзы

Это традиционные сплавы, которые из-за высокой стоимости и дефицитности олова часто заменяют так называемыми безоловянными бронзами. Наибольшее практическое значение имеют бронзы, содержащие не более 20% олова. Диаграмма состояния медь-олово достаточно сложна, указывает на существование в зависимости от состава и температуры весьма разнообразных фаз и структурных составляющих. Однако структура сплавов, полученных в реальных производственных условиях, очень отличается от равновесной. До 5-6% олова в сплавах существует однофазный раствор замещения олова в меди (α -фаза).

При большем содержании олова в структуре появляется эвтектоид ($\alpha+\delta$), где δ -фаза – электронное соединение $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ со сложной кубической решеткой. Он имеет высокую твердость и хрупкость, его появление в сплаве вызывает резкое снижение пластичности и вязкости, повышает твердость и износостойкость. В микроструктуре двухфазных бронз эвтектоид выглядит в виде темных образований по границам светлых зерен твердого раствора. Широкий интервал кристаллизации обуславливает у оловянных бронз большую склонность к дендритной ликвации, низкую жидкотекучесть, рассеянную усадочную пористость и поэтому невысокую герметичность отливок. Для улучшения свойств, в том числе технологических, а также для уменьшения стоимости бронзы легируют. Цинк растворяется в меди, улучшает литейные свойства бронз, удешевляет их. Свинец повышает антифрикционные свойства и обрабатываемость резанием. Фосфор, являясь раскислителем бронз, улучшает их жидкотекучесть, твердость, упругие и антифрикционные свойства, при этом ухудшает технологическую пластичность. Он образует фосфид меди Cu_3P . Никель способствует измельчению структуры, повышению механических свойств, коррозионной стойкости, плотности отливок и уменьшению ликвации. Оловянные бронзы превосходят медь и латуни по коррозионной стойкости, особенно в морской воде.

Основными видами термической обработки являются гомогенизация и промежуточный отжиг, направленные на облегчение обработки давлением.

Примерный состав и свойства не которых бронз приведены в табл.1.

Деформируемые бронзы (БрОФ6,5-0,15) применяют для изготовления упругих элементов (мембран, пружин), сеток в аппаратостроении. Бронзы с повышенным содержанием олова (литейные), особенно с добавками фосфора, используют для изготовления подшипников скольжения, подпятников кранов, шестерен, червячных винтов и других деталей, работающих на трение.

Алюминиевые бронзы

Алюминиевые бронзы получили наибольшее распространение как более дешевые заменители оловянных; имеют более высокие прочностные свойства, чем латуни и оловянные бронзы.

Структура алюминиевых бронз соответствует диаграмме состояния системы медь-алюминий. При комнатной температуре в меди может раствориться примерно 9% алюминия, однако в реальных сплавах из-за ликвации предельная концентрация фазы α -твердого раствора замещения алюминия в меди снижается до 8% и даже менее. При большем содержании алюминия в сплавах появляется эвтектоид ($\alpha + \gamma_2$), который получается в результате распада высокотемпературной фазы β . В результате этого прочность сплавов повышается, а пластичность начинает падать. Оптимальные механические свойства имеют сплавы, содержащие 5 – 8% алюминия. Узкий интервал кристаллизации определяет лучшую жидкотекучесть, меньшую склонность к ликвации, большую плотность отливок, но значительную усадку при кристаллизации и ряд других недостатков по сравнению с оловянными бронзами. Для улучшения свойств сплавы легируют. Железо повышает прочностные свойства бронз, как и марганец, который одновременно повышает и пластичность, увеличивая способность к холодной обработке давлением и позволяя проводить ее для сплавов с содержанием алюминия более 7%. Никель повышает механические свойства, коррозионную стойкость и жаропрочность бронз, делает возможным проведение упрочняющей термической обработки по режиму закалка с последующим старением. Одни алюминиевые бронзы применяют только как деформируемые (БрА5, БрАЖМц10-3-1,5), другие - только как литейные (БрАЖН11-6-6), третьи - и как деформируемые, и как литейные сплавы (БрА9Мц2Л). Деформируемые полуфабрикаты применяют в состоянии поставки, после дорекристаллизационного (для повышения упругих свойств) и рекристаллизационного отжигов. Термически упрочняемой является бронза БрАЖН10-4-4 (закалка от 980°C и старение при 400°C), эта бронза сохраняет удовлетворительную прочность до температур 400-500°C. Примерный состав и свойства некоторых бронз приведены в табл. 1.

Таблица 1- Примерный химический состав и механические свойства некоторых латуней и бронз

Марка сплава	Содержание легирующих элементов, %	Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	Относительное удлинение δ , %
Л96	4 Zn , 96 Cu		
Л59	41 Zn, 59 Cu		
БрА5	5 Al, остальное Cu		
БрА10	10Al, остальное Cu		
БрАЖМц10-3-1,5	10 Al, 3 Fe, 1,5 Mn, остальное Cu		
БрБ2 (после закалки и старения)	2 Be, остальное Cu	1150-1250	4-6
БрОФ6,5-0,15	6,5 Sn, 0,15 P, остальное Cu		
БрС30	30 Pb. остальное Cu		

Наиболее пластичная и наименее прочная – бронза БрА5. Ее применяют для изготовления пружин, мембран, сильфонов, деталей, работающих в морской воде, разменной монеты. Бронзу БрА10 применяют для фасонных отливок, прессованных изделий. Бронзы с большим (от 9%) содержанием алюминия и добавками железа, никеля, марганца кроме твердого раствора имеют в структуре включения эвтектоида (до 35%) и железосодержащей фазы $FeAl_3$, потому обладают повышенными прочностью и антифрикционностью. Из них изготавливают ответственные детали: шестерни, втулки, зубчатые колеса, седла клапанов, подшипники и т.д.

Бериллиевые бронзы

Отличаются уникальным сочетанием свойств: высокими пределами упругости и прочности, высокой тепло- и электропроводностью, коррозионной стойкостью в сочетании с повышенным сопротивлением усталости, ползучести и изнашиванию. Ценным свойством является отсутствие искры при ударе. Основным недостатком этих бронз является их высокая стоимость.

Бериллий обладает уменьшающейся растворимостью в меди при понижении температуры (от 2,7 до 0,2% при комнатной температуре). В структуре бронзы БрБ2 при комнатной температуре в отожженном состоянии присутствует твердый раствор замещения бериллия в меди α и включения γ - фазы на основе интерметаллида $CuBe$. Эта бронза эффективно упрочняется термической обработкой. После закалки с температур 750-790°C (соответствующих однофазной области) в воде структура бериллиевых бронз представлена пересыщенным твердым раствором, что позволяет легко деформировать ее без нагревания. Последующее старение при 320-340°C в течение 2-5 ч вызывает распад пересыщенного раствора закалки и формированию дисперсных включений γ' -фазы, что приводит к повышению прочности. Еще большее упрочнение достигается в результате применения режима НТМО. Легирование бронз никелем (0,2-0,5%) и титаном (0,1-0,25%) позволяет снизить содержание дефицитного дорогого бериллия до 1,7-1,9% без заметного снижения механических свойств (БрБНТ 1,7, БрБНТ 1,9). Примерные составы и свойства некоторых бронз в термически упрочненном состоянии приведены в табл.1.

Из бериллиевых бронз применяют детали особо ответственного назначения: упругие элементы точных приборов, детали, работающие на износ (кулачки, шестерни, червячные колеса), подшипники, работающие при повышенных скоростях, давлениях и температурах, инструмент, не дающий искры.

Свинцовые бронзы

Свинцовые бронзы имеют наилучшие антифрикционные свойства и самую высокую теплопроводность из всех сплавов на основе меди, поэтому их широко применяют для изготовления высоконагруженных подшипников скольжения, работающих при высоких скоростях (в авиационных двигателях, дизелях, мощных турбинах). Наибольшее применение нашли бронзы с содержанием свинца 25-30%. Медь и свинец в твердом

состоянии образуют эвтектику, структура сплава состоит из кристаллов меди и включений свинца, которые располагаются по границам зерен или заполняют междендритные пространства. Прочность и твердость свинцовых бронз невысока (см. табл.1), поэтому их наплавляют на стальные трубы или ленты и уже из них изготавливают подшипники.

Алюминий и его сплавы

Алюминий

Алюминий – металл серебристо-белого цвета, имеет температуру плавления 660°C. Кристаллическая решетка – гранецентрированный куб с периодом 0,40412 при комнатной температуре. Плотность 2,7 г/см³, что позволяет отнести его к легким металлам.

Алюминий имеет высокую тепло- и электропроводность, уступая серебру, меди и золоту; хорошо полируется. На поверхности металла находится оксидная пленка, защищающая его от действия влажной атмосферы и многих органических и минеральных кислот-окислителей. В щелочных средах быстро растворяется. Производится алюминий особой чистоты А999, высокой чистоты А995, А99, А97, А95 и технической чистоты А85, А8, А7, А6, А5, А0 (количество примесей возрастает соответственно от 0,001 до 1%). Наиболее вредной примесью является железо, образующее соединение FeAl₃, которое выделяется в виде игл и резко снижает пластичность и коррозионную стойкость алюминия. При наличии кремния могут образовываться в зависимости от состава два тройных соединения α(Fe-Al-Si) и β(Fe-Al-Si), имеющие высокую хрупкость и снижающие пластичность. Технический алюминий в отожженном состоянии имеет прочность 70-80 МПа, относительное удлинение около 35%. Алюминий применяется для ненагруженных деталей и элементов конструкций, когда от материала требуется легкость, свариваемость, пластичность, коррозионная стойкость (рамы, двери, трубопроводы, фольга, цистерны, посуда). Он применяется для производства теплообменников, в электротехнике - для конденсаторов, проводов, кабелей, шин, для производства рефлекторов и т.д.

Алюминиевые сплавы

К преимуществам большинства промышленных алюминиевых сплавов можно отнести невысокую плотность (до 2,85 г/см³), высокую удельную прочность, хорошую коррозионную стойкость, тепло- и электропроводность. В качестве основных легирующих элементов в алюминиевых сплавах применяют медь, магний, кремний, марганец, цинк, реже литий, никель, титан, бериллий, цирконий, железо и др. Большинство легирующих элементов образуют с алюминием ограниченные твердые растворы замещения с переменной растворимостью, а также промежуточные фазы с алюминием и между собой – двойные, тройные и многокомпонентные интерметаллиды.

В зависимости от способа производства заготовок принято делить сплавы на деформируемые, литейные и спеченные, которые строго говоря являются разновидностью деформируемых. Сплавы могут быть не упрочняемыми и упрочняемыми термообработкой. Существует более подробное деление сплавов в соответствии с их свойствами (нормальной прочности, высокопрочные, жаропрочные, повышенной пластичности и коррозионной стойкости, антифрикционные и т.д.).

Литейные алюминиевые сплавы

Эти сплавы применяются для фасонного литья. Наиболее широко распространены сплавы силумины на основе системы Al-Si (простые и сложные), для которых характерны малые интервалы кристаллизации и очень хорошие литейные свойства. В качестве литейных применяют также сплавы на основе систем Al-Cu, Al-Mg и другие более сложные сплавы, которые по составу похожи на аналогичные деформируемые, но содержат несколько больше Cu, Mg, а также тугоплавкие добавки (титан, никель). Однако эти сплавы обладают худшими литейными свойствами, поэтому далее будут рассмотрены только силумины (см.табл.2). Маркировка литейных сплавов производится в соответствии с их химическим составом.

Таблица 2

Химический состав и механические свойства некоторых алюминиевых сплавов

Марка сплава	Содержание легирующих элементов, %	Состояние	Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %
АМг3	3,2-3,8 Mg, 0,3-0,6 Mn, 0,5-0,8 Si	Отожженное			
Д16	3,8-4,8 Cu, 1,2-1,8 Mg, 0,3-0,9 Mn	Закаленное и состаренное			
В95	1,4-2,0 Cu, 1,8-2,8 Mg, 0,2-0,6 Mn, 5/0-7/0 Zn	Закаленное и состаренное			
АК12	10,0-13,0 Si	Литье в песчаную форму, модифицирование			
АК9ч	8-10,5 Si, 0,15-0,3 Mg, 0,2-0,5 Mn	Закаленный и состаренный			
АК21М2,5Н2.5	21 Si 2,6 Cu 2,5 Ni 0,35 Mg, 0,3 Mn 0,2 Ti 0,3 Cr	Литье в кокиль, отжиг		-	-

Силумины

Силумины подразделяют на двойные (простые) и специальные, в которых помимо кремния содержатся в небольшом количестве и другие легирующие элементы (медь, магний, марганец, никель). Структура простых силуминов определяется диаграммой состояния Al-Si. Кремний имеет переменную растворимость в алюминии (от 1,6 до 0,1% при комнатной температуре), при содержании кремния 14% формируется эвтектика, состоящая из α -фазы - твердого раствора кремния в алюминии и игольчатых кристаллов кремния - β -фазы. Она имеет грубое строение, что дает низкие значения прочности и пластичности сплавов (при содержании кремния 12% предел прочности примерно 80 МПа, относительное удлинение 2%). Улучшить свойства термической обработкой не удастся, поскольку простые силумины относят к числу термически не упрочняемых сплавов. Для повышения свойств применяется модифицирование силуминов добавками натрия, лития, стронция. Часто вводят натрий в виде смеси солей $2/3 \text{ NaF} + 1/3 \text{ NaCl}$ в количестве примерно 2%, чтобы в расплаве оказалось необходимых 0,01% Na (иногда его количество увеличивают до 0,08%). Это приводит к резкому измельчению кристаллов эвтектического кремния, эвтектика становится мелкой, следствием чего является увеличение прочности и одновременно пластичности более чем в два раза. При этом понижается температура кристаллизации эвтектики более чем на 10°C , и эвтектическая точка сдвигается в область меньших концентраций (11,6% кремния). Поэтому эвтектический до модифицирования силумин приобретает после модифицирования структуру доэвтектического сплава со светлыми кристаллами первичного твердого раствора на темном фоне дисперсной эвтектики. Применяют модифицирование для сплавов с содержанием кремния более 6%.

Маркируют силумины в соответствии со средним химическим составом (см. табл.2). Из дополнительных легирующих элементов в силуминах наибольшее значение имеют магний и медь, введение которых делает сплавы термически упрочняемыми. Магний образует фазу Mg_2Si , а при введении одновременно меди и магния могут существовать упрочняющие фазы S (Al_2CuMg) и др.

Эвтектический силумин АК12, не упрочняемый термообработкой, не образует усадочной пористости, его рекомендуют применять для герметичных деталей приборов и агрегатов

невысокой нагруженности. Однако образование концентрированных усадочных раковин вызывает трудности при отливке крупных и сложных по конфигурации деталей..

Примером доэвтектического силумина является более прочный термоупрочняемый сплав АК9ч. Для него применяют закалку от 530°C с выдержкой 2-6 ч и охлаждением в горячей воде и старение при 175°C в течение 15 ч (этот режим термообработки характерен для большинства специальных силуминов). Применяют его для наиболее ответственных нагруженных крупногабаритных деталей, например, картеров двигателей внутреннего сгорания.

Высоколегированный заэвтектический силумин АК21М2,5Н2,5 относят к группе поршневых сплавов (для изготовления поршней цилиндров двигателей внутреннего сгорания). В структуре этих сплавов присутствуют кристаллы первичного кремния на фоне эвтектики. Эти сплавы, предназначенные для работы при повышенных температурах 250-270°C, отличаются высокой жаропрочностью, износостойкостью и низким коэффициентом термического расширения.

Магний и его сплавы

Магний

Магний – металл с температурой плавления 650°C, имеет гексагональную плотноупакованную решетку с соотношением c/a 1,6235. Плотность составляет 1,74 г/см³. Тепло- и электропроводность магния хуже, чем у алюминия. Поверхность магния покрыта толстой пленкой оксида, которая не обладает достаточными защитными свойствами. Магний легко растворяется в органических и разбавленных минеральных кислотах, корродирует в морской воде, устойчив в органических жидкостях (бензин и т.д.). В дисперсном состоянии может самовоспламеняться на воздухе. Наиболее вредные примеси – железо, медь, никель, снижающие коррозионную стойкость, а железо – и без того невысокую пластичность. Технический магний (марки Мг96, Мг95, Мг90) имеет в деформированном и отожженном состоянии предел прочности 180 МПа. относительное удлинение 15-17%. Как конструкционный материал в чистом виде не применяется.

Магниевые сплавы

Эти сплавы нашли применение в связи с малой плотностью (менее 2 г/см³) и достаточно высокой удельной прочностью. Их делят на деформируемые (МА) и литейные (МЛ). Цифры в марке - условный порядковый номер. Легирующие элементы образуют с магнием твердые растворы ограниченной переменной концентрации и различные интерметаллиды. В сплавы невысокой и средней прочности входят алюминий, цинк, которые упрочняют раствор и делают возможной упрочняющую термообработку сплавов, а также марганец, устраняющий вредное влияние железа. Цирконий существенно (до 100 раз) измельчает зерно, поэтому присутствует в составе высокопрочных и жаропрочных сплавов. РЗМ и иттрий повышают жаропрочность сплавов. Могут дополнительно присутствовать литий, кадмий, серебро, индий, бериллий.

Магниевые сплавы подвергают гомогенизации при 400-490°C в течение 10-24 ч, причем для деформируемых сплавов ее часто совмещают с их нагревом под обработку давлением, а высокопрочные сплавы закалывают от температур горячей деформации для сохранения эффекта наклепа. Рекристаллизационный отжиг проводят при 250-350°C для устранения наклепа в деформированных заготовках. Особенности упрочняющей термической обработки магниевых сплавов объясняются малой скоростью диффузионных процессов в магнии. Выдержки при нагреве под закалку длительные (4-24 ч), охлаждение проводят на спокойном воздухе и иногда в кипящей воде. Старение применяют только искусственное (кроме сплавов с литием) продолжительностью 15-20 ч, в большинстве случаев выделяются сразу стабильные фазы (кроме сплавов с литием и неодимом). В сплавах с Al и Zn эффект упрочнения не превышает 30%, а в сплавах с Nd и Li - более существенный.

В табл. 3 приведены некоторые промышленные сплавы магния.

Таблица 3 - Химический состав и механические свойства некоторых магниевых сплавов

Марка сплава	Химический состав, %	Состояние	Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %
МА14	5,0-6,0 Zn 0,3-0,9 Zr	Термоупрочненное, режим T5	340-350	290-300	5-6
МЛ5	7,5-9,0 Al, 0,15-0,5 Mn, 0,2-0,8 Zn	Закаленное и состаренное			
МЛ10	0,1-0,7 Zn, 0,4-1,0 Zr, 2,2-2,8 Nd	Закаленное и состаренное			

Высокопрочный деформируемый сплав МА14 подвергают искусственному старению при 170°C в течение 10-24 ч после охлаждения от температур горячей деформации (режим T5). В структуре присутствуют дисперсные выделения фазы $MgZn_2$ на фоне α - твердого раствора на базе магния. Применяют этот сплав для изготовления высоконагруженных деталей, работающих до 250°C.

Литейные магниевые сплавы по составам близки к деформируемым, уступая им по свойствам. Улучшение структуры и свойств достигается модифицированием, перегревом, повышением чистоты шихтовых материалов.

Широко применяется сплав МЛ5, в котором сочетаются высокие механические и технологические свойства. Для него применяют закалку на воздухе от температур гомогенизации 420°C (12 - 14 ч) и последующее старение при 175°C в течение 16 ч. Структура его состоит из твердого раствора легирующих элементов в магнии и выделений фазы Mg_4Al_3 . Применяют его для изготовления нагруженных деталей, работающих, в том числе и в морской атмосфере (картеры, коробки передач, масляные насосы, тормозные барабаны, кронштейны, штурвалы).

Сплав МЛ10 отличается высокими свойствами при комнатной температуре, высокой жаропрочностью и технологическими свойствами. Он может длительно работать при температурах 250-350°C, кратковременно до 400°C. Для сплава применяют закалку на воздухе от 540°C 8-12 ч и старение при 205°C в течение 12-15 ч. В структуре сплава кроме твердого раствора на основе магния присутствуют дисперсные выделения упрочняющей фазы Mg_9Nd . Применяют этот сплав для изготовления нагруженных деталей различных конструкций, двигателей, от которых требуется повышенная герметичность и стабильность размеров при высоких температурах.

Титан

Титан – металл серого цвета, с температурой плавления 1668°C, имеет при комнатной температуре плотность 4,5 г/см³. Известны две полиморфные (аллотропические) модификации титана: до 882,5°C существует α -Ti с плотноупакованной гексагональной решеткой, а при более высоких температурах - β -Ti с объемноцентрированной кубической решеткой. Технически чистый титан производят марок ВТ1-00 (сумма примесей не более 0,1%) и ВТ1-0 (сумма примесей не более 0,3%). Предел прочности титана ВТ1-0 составляет 450-600 МПа, предел текучести 380-500 МПа, относительное удлинение 20-25%. Присутствие в составе титана и его сплавов примесей азота, кислорода, углерода и особенно водорода значительно снижает пластичность (присутствие водорода вызывает так называемую водородную хрупкость, поэтому его количество не должно превышать 0,002-0,008%), коррозионную стойкость и технологические свойства титана. Аналогичным образом, но в меньшей степени, влияют на свойства железо и кремний. Титан хладостоек, характеризуется отличной коррозионной стойкостью в органических и большинстве минеральных кислот, простой и морской воде, хорошо деформируется и сваривается. При нагревании активно поглощает газы, применяется в качестве геттерного материала.

Сплавы на основе титана

Титановые сплавы по сравнению с титаном обладают более высокой прочностью и жаропрочностью при достаточно хорошей пластичности, коррозионной стойкости и невысокой плотности (не более $5,1 \text{ г/см}^3$). Легирующие элементы в титановых сплавах принято делить на три группы: α -стабилизаторы повышают температуру полиморфного превращения α -Ti в β -Ti, к ним относят алюминий; β -стабилизаторы понижают температуру полиморфного превращения. К этой группе относятся изоморфные элементы V, Mo, Ta, Nb и эвтектоидообразующие, в числе которых переходные металлы Fe, Mn, Cr. Последние оказывают наиболее эффективное упрочняющее действие. Эвтектоидный распад вызывает резкое охрупчивание сплавов, поэтому его стараются избегать. Нейтральные добавки (Sn, Zr, Hf, Th) мало влияют на температуру полиморфного превращения, улучшают свойства сплавов при нормальных и повышенных температурах. Алюминий присутствует во всех сплавах, поскольку не только упрочняет α -фазу и снижает плотность сплава, но и повышает термическую стабильность β -фазы. По структуре в равновесном состоянии различают α -сплавы; псевдо- α -сплавы; ($\alpha + \beta$)-сплавы; β -сплавы; псевдо β -сплавы (α -фаза – твердый раствор замещения легирующих элементов в α -Ti, β -фаза – твердый раствор замещения легирующих элементов в β -Ti). β -сплавы не нашли широкого распространения.

Титановые сплавы маркируют условным образом.

В промышленности широко применяются деформируемые титановые сплавы, а также литейные и порошковые, которые в большинстве являются аналогами деформируемых сплавов по составу.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методическим руководством.
2. Исследовать под микроскопом микроструктуры сплавов цветных металлов из лабораторной коллекции, определить структурные составляющие, используя фотоальбом и текст методического указания.
3. Ознакомиться по справочным данным с термической обработкой, свойствами и применением этих сплавов.
4. Оформить отчет, в котором схематично изобразить и описать микроструктуру каждого из изученных сплавов, привести данные по их химическому составу, режимам упрочняющей термообработки, свойствам и применению.

Практическая работа № 7,8

Определение качества бензина, дизельного топлива. Определение качества пластичной смазки

Раздел: 2. Неметаллические материалы

Тема: 2.2. Автомобильные эксплуатационные материалы.

Количество часов: 4

Цели работы: ознакомиться с методиками определения качества бензина, дизельного топлива, пластичной смазки

Задачи: Оценка испытуемого образца бензина по внешним признакам (прозрачность, цвет, запах, наличие воды и видимых невооруженным глазом механических примесей, характер испарения капли с пальца руки или фильтровальной бумаги); сравнение по внешним признакам испытуемого образца бензина с имеющимися в лаборатории пробами стандартных бензинов, составление предварительного заключения о его марке. Проведение анализа на содержание в бензине водорастворимых кислот и щелочей. Знакомство с методами определения плотности, вязкости и температуры застывания топлива.

Приобретение навыков по оценке качества дизельного топлива. Оценка коллоидной стабильности смазки.

Определение растворимости смазки в воде и бензине. Установление марки испытуемого образца смазки и его соответствия стандарту.

Определение качества бензинов.

Оборудование и материалы: набор топлив: автомобильные и авиационные бензины, керосины, дизельное топливо; стеклянный цилиндр диаметром 35–50 мм; пробирки химические; часовое стекло диаметром 50–70 мм; пипетки на 10 мл; 10 %-ный спиртовой раствор йода 50–70 мл; раствор марганцовокислого калия 10–20 мл; стеклянные палочки.

Порядок выполнения работы

Ознакомление с внешним видом и запахом топлив

Цвет

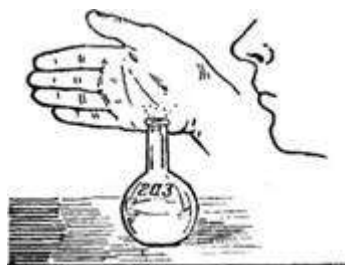
Этилированные (окрашенные) автомобильные бензины сейчас не производятся. Однако могут быть авиационные бензины, которые окрашиваются в следующие цвета: Б-91/115 – в зеленый; Б-95/130 – в желтый; Б-100/130 – в ярко-оранжевый. Иногда встречаются и окрашенные автомобильные «фирменные» бензины (исключение - сетевые АЗС, на которых их подкрашивают специальными красителями для защиты от подделок). Обычно бензины бесцветны или слегка желтоватого цвета, так как в них содержатся смолистые соединения или они загрязнены маслом. Наиболее часто желтый цвет наблюдается у бензинов, находившихся длительное время на хранении.

Взболтать пробирку с топливом, рассмотреть его на свету

Прозрачность

Все топлива должны быть совершенно прозрачны и не должны содержать взвесей и осадков. Мутный вид топлива при комнатной температуре обычно вызывается присутствием в нем воды в виде эмульсии. В бензине такая эмульсия быстро распадается (10–12 мин) и вода осаждается на дно сосуда в виде капелек или слоя. Взвеси и осадки являются механическими примесями.

Открыть пробирки. Определить запах, соблюдая правила безопасности



Вас должно насторожить, если вы заметили любой нехарактерный для нефтепродуктов запах. Например, можно почувствовать сероводород, нафталин, запах, как от «кухонного» газа, запах, напоминающий ацетон. Сладковатый запах эфира и побелевшие руки после бензина свидетельствуют о присутствии метилтретичнобутилового эфира (МТБЭ). Летние бензины имеют более слабый запах.

На белую бумагу нанести стеклянной палочкой по одной капле каждого вида топлива и дать ему испариться; осмотреть остаток после испарения. Засечь время до полного испарения.

Испаряемость

На белую бумагу следует нанести стеклянной палочкой по одной капле каждого вида топлива и дать ему испариться; осмотреть остаток после испарения.

Современные автомобильные бензины, особенно зимнего вида, а также авиационные бензины испаряются без остатка в течение 1–2 мин.

После испарения автомобильных бензинов А-66, А-72, А-76 или современного бензина после недопустимо долгого хранения на бумаге остаются незначительные следы (пятна), которые окончательно испаряются при легком прогреве.

Качественное определение наличия воды и непредельных углеводородов

В две пробирки налить равные объемы (примерно 4–5 мл) испытуемого топлива и 0,02 мл водного раствора марганцовокислого калия (перманганата) $KMnO_4$. Смесь хорошо взболтать в течение 10–15 с и дать отстояться.

Если в бензине есть вода – бензин окрасится в розовый цвет, или появятся розоватые разводы на дне пробирки.

Если велико количество непредельных углеводородов - фиолетовая окраска водного раствора $KMnO_4$ переходит в бурую с последующим выпадением бурого осадка на дно пробирки. Если в течение 2 мин фиолетовая окраска водного раствора марганцовокислого калия не изменится, то в топливе непредельные углеводороды отсутствуют или их мало.

Бензины крекинга, могут содержать значительное количество нестойких, легкоокисляющихся непредельных углеводородов, способных во время транспортировки и хранения превращаться в смолы. Это вызывает образование на деталях двигателя твердых отложений. В бензинах прямой перегонки непредельных углеводородов нет или очень мало.

Определение смолистости и загрязненности бензина по остатку после сжигания

По остатку после сжигания испытуемого топлива на сферическом (часовом) стекле можно судить о смолистости его и загрязненности другими веществами.

Порядок испытания топлива:

1. стекло диаметром 60–70 мм установить выпуклостью вниз на асбестовую сетку;
2. в центр стекла с помощью стеклянной трубки или пипетки налить 0,5 или 1,0 мл испытуемого топлива;
3. аккуратно поджечь испытуемое топливо и наблюдать результаты горения:
 - бензин воспламеняется мгновенно;
 - керосин загорается после длительного поджигания;
 - дизельное топливо от горячей спички практически не воспламеняется;
1. после окончания горения дать стеклу остыть и осмотреть вид остатка на сферическом стекле (рис. 1).

Результаты осмотра после сгорания топлив:

- бессмольный или малосмольный бензин оставят на стекле след в виде бледного, беловатого пятна;
- смолистый бензин даст ряд концентрических колец желтого или коричневого цвета;
- измерить внешние диаметры остатков топлив после сжигания на сферическом стекле. Замерив внешний диаметр самого большого кольца с помощью графика (Табл.1), приблизительно сделать вывод о содержании смол в топливе;

Таблица 1 -Зависимость содержания смол от диаметра смоляного пятна на стекле

Диаметр смоляного пятна, мм	6–7	8–9	10–11	11–12	11–13	14–15
-----------------------------	-----	-----	-------	-------	-------	-------

Содержание фактических смол, мг 100 мл(ориентировочно)	5	10	15	20	25	30
--	---	----	----	----	----	----

Определить результаты испытаний исследуемых топлив:

1. бензин, загрязненный маслом или дизельным топливом, оставит на стекле несгоревшие капли, обычно располагающиеся по окружности, ближе к краю стекла;
2. бензол и бензольные топлива, например авиационные бензины, даже бессмоляные, дадут след небольшого коричневого кольца с черным углистым остатком в центре;
3. топливо, в котором содержатся твердые кристаллические примеси в растворенном виде, оставят след на стекле в виде мелких точек;
4. этилированные бензины оставят по всему стеклу белый налет окиси свинца.

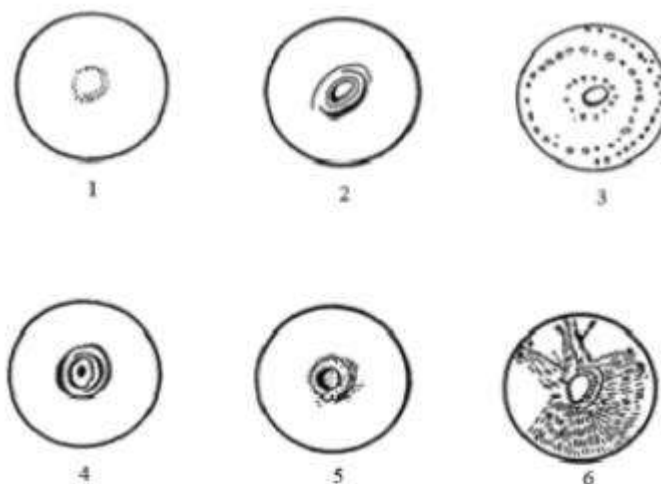


Рис. 1. Примерный вид остатка топлив после сжигания на сферическом стекле:
 1 – бессмоляный бензин; 2 – смолистый бензин; 3 – бензин, загрязненный маслом;
 4 – бензино-бензольная смесь; 5 – бензин, загрязненный кристаллическими примесями; 6 – бензин, загрязненный парафином

Проверка бензина на октановое число

Составление отчета:

Отчет о практической работе по оценке качества бензина _____.

Результаты оценки:

Основные показатели качества оцениваемого образца			
Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов	Заключение о пригодности образца к применению
Цвет			
Прозрачность			
Запах			
Испаряемость			
Наличие воды			
Наличие непредельных углеводородов			

Наличие смолистости			
Наличие загрязненности			

1. Ответить на контрольные вопросы:
 1. Что такое плотность вещества, как ее определяют?
 2. Как зависит плотность вещества от температуры?
 3. Какова плотность бензина АИ-92?
 4. Каким показателем оценивается наличие органических кислот в топливе?
 5. Что такое фракционный состав топлива и как он определяется?

Определение качества дизельного топлива

Оборудование и материалы:

1. Образцы дизельного топлива.
2. Штатив практический
3. Ареометр, пробирки, мерные стаканы, термометр.
4. Реактивы для охлаждающих смесей.

Порядок выполнения работы

Оценка дизельных топлив по внешним признакам

При оценке дизельного топлива на наличие механических примесей и воды достаточно рассмотреть его в стеклянной емкости на свету. При этом не вооруженным глазом не должно быть обнаружено твердых частиц как во взвешенном состоянии так и в осадке.

Все дизельные топлива окрашены из-за наличия в них растворенных смол. В зависимости от природы и количества смол цвет топлива изменяется от желтого до светло-коричневого. Чем оно светлее, тем меньше в нем смолистых веществ и тем выше его качество.

В большинстве случаев дизельные топлива имеют нерезко выраженный запах, типичный для многих нефтепродуктов (за исключением бензинов и керосинов). Зимние и особенно арктические сорта дизельных топлив мало отличаются по фракционному составу от керосинов, поэтому по запаху они могут быть схожи с керосинами.

После оценки испытуемого образца по внешним признакам необходимо сравнить его с имеющимися в лаборатории пробами стандартных дизельных топлив и дать предварительное заключение о его принадлежности к той или иной марке дизельного топлива.

Внешний признак	Оценка испытуемого образца
Наличие механических примесей	
Наличие воды	
Цвет	
Запах	
Вывод о марке дизельного топлива:	

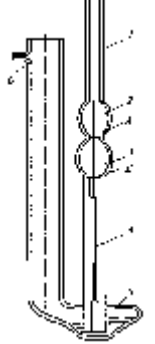
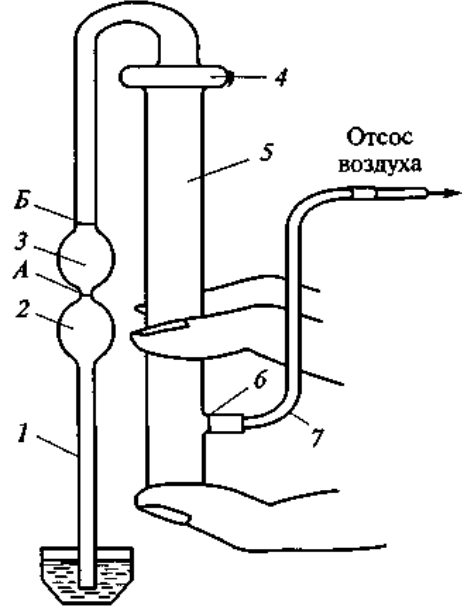
Определение кинематической и динамической вязкости испытуемого образца топлива

Вязкостью называется свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению ее слоев под действием внешней силы. Это свойство является следствием трения, возникающего между слоями жидкости. Вязкость связана с плотностью жидкости и как следствие зависит от температуры окружающего воздуха. Поэтому для выбранного вида дизтоплива это значение будет соответствующим:

- летнее — 4-6 мм²/с;
- зимнее — 1,9-5,0 мм²/с;
- арктическое — 1,5-4,0 мм²/с.

Кинематическая вязкость чаще используется в паспорте с характеристиками жидкости. Динамическая используется в инженерных расчетах оборудования, научно-исследовательских работах и т.д.

Для определения кинематической вязкости ϑ используют вискозиметры различных типов. Наибольшее распространение получили вискозиметр типа ВПЖ-2 и вискозиметр Пинкевича. В практической работе необходимо ознакомиться с конструкцией вискозиметров и проанализировать принцип проверки вязкости топлива на них.

Конструкция вискозиметра ВПЖ-2	Конструкция вискозиметра Пинкевича
 <p>А..... Б..... 1..... 2.....</p>	 <p>А..... Б..... 1..... 2.....</p>
<p>Принцип действия прибора:</p> <p>1..... 2..... 3.....</p>	<p>Принцип действия прибора:</p> <p>1..... 2..... 3.....</p>

Сначала необходимо заполнить вискозиметр дизельным топливом, для чего нужно сделать следующее:

- надеть резиновую трубку на полый отросток колена;
- перевернуть вискозиметр открытыми концами колена вниз;
- зажать большим пальцем правой руки широкое колено и подсоединить резиновую грушу к свободному концу резиновой трубки;
- опустить заборную трубку, а вискозиметра в сосуд с дизельным топливом;
- создавая разрежение резиновой грушей, осторожно заполнять среднее d и нижнее b расширения топливом до метки M_1 ;
- перевернуть вискозиметр открытыми концами колена и заборной трубки вверх;
- закрепить вискозиметр в штативе строго вертикально. Затем необходимо погрузить вискозиметр в стеклянный сосуд и выдержать его в термостатической жидкости не менее 15 мин при 20°C. В это время медленно набрать в верхнее расширение чуть выше метки M_2 топливо из расширения. При заполнении вискозиметра не должно образовываться разрывов и пузырьков воздуха.

Подняв топливо выше метки М₂, отсоединяют резиновую грушу и внимательно наблюдают за перетеканием топлива через капилляр в расширение. В момент достижения топливом метки М₂ необходимо включить секундомер, а в момент прохождения уровня М₁ — остановить его. Температуру контролируют термометром.

На одной и той же порции топлива проводят пять замеров и заносят данные в табл. 2.

Далее производят расчет кинематической вязкости ϑ (мм²/с) по формуле:

$$\vartheta_{20} = C \cdot \tau_{cp}$$

где С — постоянная вискозиметра;

τ_{cp} — среднее арифметическое значение пяти замеров времени истечения при условии разницы между ними не более 1 % от абсолютного значения.

Перевод кинематической вязкости в динамическую производят с помощью формулы:

$$\eta = \vartheta \cdot \rho$$

где η — динамическая вязкость;

ϑ — кинематическая вязкость, согласно проведенного расчета;

ρ — плотность, испытуемого дизельного топлива.

Результаты проведенного исследования необходимо занести в таблицу:

Таблица 1

Образец испытуемого топлива	Постоянная вискозиметра С, мм ² /с	Время истечения τ , с					Среднее время истечения τ , с	Кинематическая вязкость ν , мм ² /с	Динамическая вязкость η , мм ² /с
		Номер отсчета							
		1	2	3	4	5			

Определение плотности испытуемого образца дизельного топлива при температуре +20 °С

Плотность дизельного топлива измеряют ареометром (нефтеденсиметром), принято измерять при температуре +20 °С. Если температура топлива в момент определения его плотности отличалась от +20 °С, следует ввести температурную поправку γ (табл. 3).

Плотность определяется по формуле:

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma (t - 20),$$

где ρ_{20} — плотность топлива при температуре +20 °С, г/см³; ρ_t — плотность топлива при температуре замера, г/см³; γ — температурная поправка, г/(см³·°С); t — температура топлива в момент замера, °С.

Средние температурные поправки для определения плотности дизельного топлива

Таблица 3 - Средние температурные поправки плотности нефтепродуктов

Плотность при 20°С	Температурная поправка на 1°С	Плотность при 20°С	Температурная поправка на 1°С
0,650-0,659	0,000962	0,8300-0,8399	0,000725
0,660-0,669	0,000949	0,8400-0,8499	0,000712
0,670-0,679	0,000936	0,8500-0,8599	0,000699
0,680-0,689	0,000925	0,8600-0,8699	0,000686
0,6900-0,6999	0,000910	0,8700-0,8799	0,000673
0,7000-0,7099	0,000897	0,8800-0,8899	0,000660
0,7100-0,7199	0,000884	0,8900-0,8999	0,000647
0,7200-0,7299	0,000870	0,9000-0,9099	0,000633
0,7300-0,7399	0,000857	0,9100-0,9199	0,000620
0,7400-0,7499	0,000844	0,9200-0,9299	0,000607

0,7500-0,7599	0,000831	0,9300-0,9399	0,000594
0,7600-0,7699	0,000818	0,9400-0,9499	0,000581
0,7700-0,7799	0,000805	0,9500-0,9599	0,000567
0,7800-0,7899	0,000792	0,9600-0,9699	0,000554
0,7900-0,7999	0,000778	0,9700-0,9799	0,000541
0,8000-0,8099	0,000765	0,9800-0,9899	0,000528
0,8100-0,8199	0,000752	0,9900-1,000	0,000515
0,8200-0,8299	0,000738		

Результаты проведенного исследования необходимо занести в таблицу:

Таблица 4

Плотность нефтенсиметра	Температура топлива, °С	Температурная поправка г/см ³	Плотность при температуре 20°С
-------------------------	-------------------------	--	--------------------------------

Плотность дизельного топлива стандартами не нормируется, по ней можно только ориентировочно судить о его принадлежности к виду топлива: летнее, зимнее, арктическое, так как многие марки различных топлив имеют одинаковую плотность.

Определение температуры помутнения и замерзания.

Сущность определения температуры помутнения топлива заключается в глубоком его охлаждении и визуальном наблюдении за изменением его состояния. Сущность определения температуры застывания заключается в глубоком охлаждении топлива до потери состояния его подвижности.

Таблица 5

Задание для отчета

Конструкция установки для определения температуры помутнения и замерзания	
	1..... 2..... 3..... 4..... 5.....

Ответить на контрольные вопросы

1. Что такое динамическая и кинематическая вязкость?

2. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства дизельных топлив?
3. Дайте определение температуры помутнения и застывания топлива.
4. В чем заключается физическая сущность помутнения и застывания топлива?
5. В чем заключается эксплуатационная оценка дизельного топлива по температуре помутнения и застывания?
6. При какой температуре наружного воздуха может применяться данный образец топлива?
7. Перечислите марки дизельных топлив.

Определение качества пластичной смазки

Оборудование и материалы:

1. стеклянные пластинки,
2. пробирки, пробка для пробирки,
3. стеклянная палочка,
4. шпатель,
5. чашки фарфоровые.

Порядок выполнения работы

Общие сведения

Пластичные (консистентные) смазки — особый класс смазочных материалов, получаемых загущением смазочных масел твердыми веществами (загуститель).

Загуститель определяет основные эксплуатационные свойства смазок. На долю масла приходится 75... 95 % объема смазки, а загуститель составляет 5...25 %.

Пластичные смазки используют в узлах трения, так как они не стекают с наклонных и вертикальных поверхностей и не выдавливаются из узлов под действием значительных нагрузок.

Оценка пластичной смазки по внешним признакам

Определение внешнего вида. При оценке вида смазки фиксируется цвет смазки, состояние поверхности слоя смазки и ее однородность.

Цвет. Смазки без специальных добавок имеют цвет от светло-желтого до темно-коричневого.

При добавлении графита, дисульфида молибдена, цвет смазок приобретает темный и даже черный цвет. Добавление антиокислительной и противоизносной присадки фталоцианин меди придает смазке «№ 158» синюю окраску. Смазки «Фиол» имеют характерный зеленоватый цвет.

Оценка коллоидной стабильности смазки

Коллоидная стабильность — это способность смазки сопротивляться отделению масла при хранении и в процессе применения. При внешнем осмотре в первую очередь определяют отсутствие выделения из смазки масла.

Далее на стеклянную пластину наносят слой испытуемой смазки толщиной 1... 2 мм. При рассматривании этого слоя невооруженным глазом в проходящем свете не должны обнаруживаться капли масла, комки загустителя, посторонние твердые включения (их не следует путать с образующимися при нанесении смазки на стекло пузырьками воздуха). При наличии грубых механических примесей (например, песка), обнаруженных в процессе растирания смазки между пальцами, применение смазки недопустимо.

Определение растворимости смазки в воде и бензине

Испытание смазок на растворимость в воде и бензине позволяет определить загуститель данной смазки.

Испытуемый образец смазки при помощи стеклянной палочки помещают на дно двух пробирок (примерно по 1 г), стараясь при этом не задевать их стенок. Затем в первую пробирку добавляют четырехкратное количество дистиллированной воды, а во вторую пробирку — такое же количество бензина. Первую пробирку осторожно нагревают на газовой горелке и доводят воду до кипения. Для предотвращения выброса содержимого нагревание пробирки ведут многократным внесением в пламя на 2...3 с с одновременным вращением вокруг ее оси.

- **Полное растворение** загустителя и образование мутного (мыльного) раствора с плавающим на его поверхности слоем жидкого масла свидетельствует о принадлежности испытуемого образца к **натриевым смазкам**.
- Если после охлаждения **вода остается прозрачной или слегка мутной**, а на ее поверхности будет находиться слой смазки, то необходимо провести испытание на растворимость в бензине, подогревая вторую пробирку с бензином так же, как и первую, но только до +60 °С (степень нагрева проверяется на ощупь). Смазка считается растворимой в бензине, если при их соотношении 1:4 и температуре +60 °С образуется совершенно прозрачный раствор, обычно имеющий цвет (в проходящем свете) испытуемого образца.

Растворимость смазки в воде или бензине зависит от природы загустителя. Наилучшей водостойкостью обладают парафиновые, кальциевые и литиевые смазки, а натриевые и калиевые смазки — водорастворимые. Кальциевые и литиевые смазки не растворяются в бензине в отличие от смазок с углеводородными загустителями (технический вазелин, смазка ГОИ-54 и др.).

Кальциевые и литиевые смазки образуют с бензином текучие, но непрозрачные системы. Отличить эти смазки можно лишь по температурам каплепадения.

Установление марки испытуемого образца и соответствия его стандарту

Полученные экспериментальные данные вносят в итоговую таблицу отчета по работе, а затем, сопоставив их с соответствующими показателями стандартов, устанавливают марку испытуемого образца и соответствие его ГОСТу.

Состав и основные характеристики пластичных смазок

Загуститель	Дисперсионная среда	Температура каплепадения или плавления, °С	Максимальная температура применения, °С	Водостойкость	Защитные свойства	Механическая стабильность
Ал	Нефтяное масло	70 - 100	80	Очень хорошая	Очень хорошее	Низкая
кАл	То же	250 - 300	150	Хорошая	Хорошее	Очень хорошая
кАл	Кремнийорганическая жидкость	250 - 300	200	»	»	То же
Ба	Нефтяное масло	90 - 120	90	»	»	Хорошая
кБа	То же	150 - 230	150	»	»	»
Ка	»	75 - 100	70	»	»	Средняя
кКа	»	200 - 250	120	»	»	Хорошая
кКа	Кремнийорганическая жидкость	200 - 250	160	Средняя	Средние	Средняя
Ли	Нефтяное масло	180 - 200	130	Хорошая	Хорошее	Низкая
На	То же	120 - 200	110	Низкая	Низкие	Средняя
кНа	»	200 - 250	150	»	То же	Хорошая
Т	»	50 - 70	50	Очень хорошая	Очень хорошее	»
Пг	Кремнийорганическая жидкость	Не имеет	250	Хорошая	Средние	Хорошая
Ур	То же	То же	180	»	Хорошее	»
Пм	Нефтяное масло	»	100	»	»	Средняя

Фу	Галогенуглеродные жидкости	»	150	Средняя	Низкие	Низкая
Си	Кремнийорганические и галогенуглеродные жидкости	»	150	Хорошая	»	Хорошая
Би	Нефтяное масло	»	120	»	Средние	»

Составление отчета:

1. Студент получает образцы 3 различных смазок
2. Исследует каждый образец
3. Заносит результаты исследований в таблицу:

№ образца		1	2	3
Марка смазки				
Внешний вид	Цвет			
	Консистенция			
	Запах			
	Коллоидная стабильность			
Растворимость в воде				
Растворимость в бензине				
Тип загустителя				

Графа «Марка смазки» заполняется только в том случае, если ее предположительно можно установить по характерным для определенной смазки признакам.

Или капнуть каплю масла в теплое место на запястье руки и наблюдать за ней в течение 1 - 2 мин. Появление струек в бороздках кожи масла свидетельствует о его обводнении. Диспергирующая способность работавшего масла определяется методом «масляного пятна». Для этого рекомендуется капнуть горячим поработавшим маслом на белую фильтровальную бумагу (промокашку). Положить бумагу горизонтально на кольцо так, чтобы ее середина ничего не касалась. Оценивать через 15 - 20 мин.

(В производственных условиях кроме фильтровальной бумаги для химлабораторий можно использовать простую низкосортную писчую неплотную или даже газетную бумагу.)

Полученные на бумаге кольца с первой и последующих промежуточных пробных капель откладывают в определенное место так, чтобы они не касались друг друга, и делают надпись с указанием километража и даты взятия пробы. Затем их используют для оценки состояния качества масла и диагностирования двигателя.

Цвет масляного пятна	Содержание механических примесей
Светлое желтоватое	0,00 ... 0,01
Желтое с темной окантовкой	0,01 ... 0,05
Серое с темной окантовкой	0,05...0,10
Темно-серое с черной окантовкой	0,10...0,80
Черное	0,80

**Практическая работа № 9
Устройство автомобильных шин**

Раздел: Неметаллические материалы

Тема: 2.4. Резиновые материалы.

Количество часов: 2

Цели: закрепить знания о устройстве автомобильных шин

Задачи: рассмотреть строение автомобильных шин

Теоретическая часть:

Основные элементы современной шины

По большому счету, конструкция шины спустя 100 с лишним лет практически не изменилась, подвергаясь лишь модификациям и улучшениям.

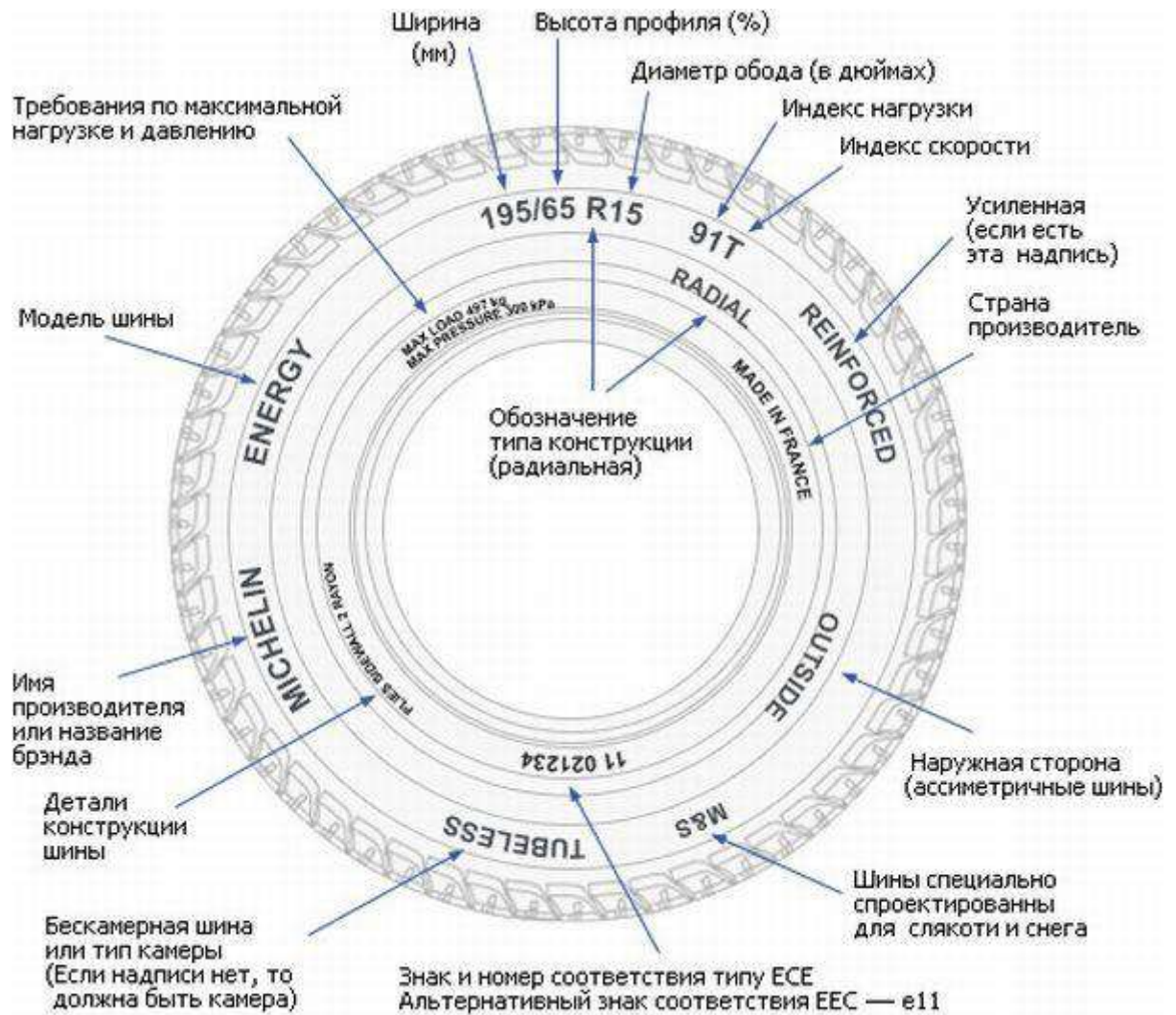
Современная шина – это своеобразный «сэндвич», каждый слой которого несет свою функциональную нагрузку. Это продукт труда сотен инженеров различных компаний, призванных создать максимально прочную, комфортную и безопасную покрывку.

Любая шина состоит из 6 основных частей:

Протектор		Внешняя часть шины – массивный слой высокопрочной резины, соприкасающийся с дорогой при качении колеса. Протектор оснащен рельефным рисунком, состоящим из выступов и канавок, что составляет так называемую «беговую дорожку».	Протектор предохраняет внутреннюю часть шины – каркас от механических повреждений. От свойств резины протектора, расположения элементов «беговой дорожки», рисунка рельефной части зависит сезонность шины, сцепление с дорогой, уровень шума при езде, а также приспособленность для работы в различных условиях.
Плечевая зона		Часть протектора, расположенная между протектором и боковиной шины.	Плечевая зона увеличивает боковую жесткость шины, воспринимает часть боковых нагрузок, передаваемых протектором и улучшает соединение протектора с каркасом.
Боковина		Часть шины, расположенная между плечевой зоной и бортом, представляет собой относительно тонкий слой эластичной резины.	Предохраняет протектор от влаги и механических повреждений. На боковинах нанесены обозначения и маркировки шин.

<p>Брекер</p>		<p>Часть шины, состоящая из слоев корда, расположенная между каркасом и протектором шины. Брекер в радиальных шинах более жесткий, усиленный и малорастяжимый по сравнению с диагональными.</p>	<p>Улучшает связь каркаса с протектором, предотвращает отслоение протектора под действием внешних и центробежных сил, амортизирует ударные нагрузки и повышает сопротивление каркаса механическим повреждениям.</p>
<p>Каркас</p>		<p>Состоит из одного или нескольких наложенных друг на друга слоев обремененного корда. В зависимости от конструкции каркаса, размеров, допустимой нагрузки и давления воздуха в шине, число слоев корда в каркасе может изменяться от 1 (в легковой) до 16 и более (в грузовых, <u>сельхозшинах</u> и пр)</p>	<p>Обеспечивает прочность шины, воспринимает внутреннее давление воздуха и передает нагрузки от внешних сил, действующих со стороны дороги, на колесо.</p>
<p>Борт</p>		<p>Борт состоит из слоя корда каркаса, завернутого вокруг кольца из стальной обремененной проволоки, и круглого или профилированного резинового наполнительного шнура. Стальное кольцо придает борту необходимую жесткость и прочность, а шнур - монолитность и эластичный переход от жесткого кольца к резине боковины. С наружной стороны борта расположена бортовая лента из прорезиненной ткани, или корда, предохраняющая борт от истирания об обод и повреждения при монтаже и демонтаже.</p>	<p>Для крепления и герметизации (если шина бескамерная) шины на ободе колеса</p>

Маркировка шин



Классификация шин

- В зависимости от конструкции каркаса все шины делятся на **радиальные** и **диагональные**
- По способу герметизации внутреннего объема – на **камерные** и **бескамерные**.
- По типу рисунка беговой дорожки – на **летние**, **зимние**, **всесезонные** и **шины повышенной проходимости**.
- По профилю поперечного сечения на **шины обычного профиля**, **низкопрофильные**, **широкопрофильные**

Радиальные и диагональные шины

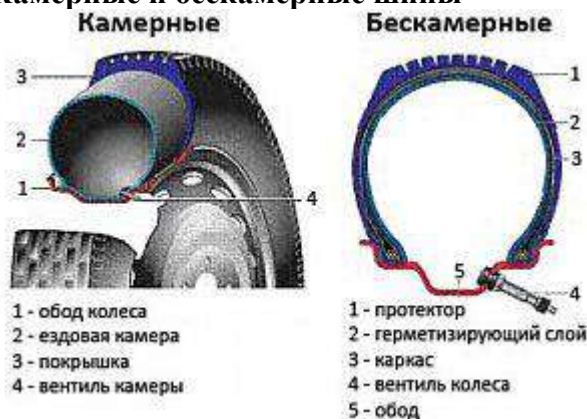


В **радиальной** шине корд каркаса натянут от одного борта к другому без перехлеста нитей. Тонкая мягкая оболочка каркаса по наружной поверхности обтянута мощным гибким

брекером – поясом из высокопрочного нерастяжимого корда, как правило, стального. Поэтому к надписи radial (радиальная) на боковинах шин часто добавляют belted (опоясанная) или steel belted (опоясанная сталью). Такое расположение слоев корда снижает напряжение в нитях и уменьшает число слоев, придает каркасу эластичность, снижает теплообразование и сопротивление качению.

Диагональная шина имеет каркас из одной или нескольких пар кордных слоев, расположенных так, что нити соседних слоев перекрещиваются. Благодаря появлению более эффективных радиальных шин, диагональные шины сейчас используются редко. Их единственное преимущество – более прочная боковина.

Камерные и бескамерные шины



Камерная, как следует из названия, это классическая шина, состоящая из покрывки с камерой и вентилем для накачивания. Резиновая камера сделана из износостойкой резины, но служит только для удержания воздуха. В настоящее время камерные шины практически не выпускаются. Используются, в основном, на мотоциклах, скутерах и велосипедах.

Все современные легковые автомобили снабжены **бескамерными** шинами. Это шина, где камера заменена герметизирующим слоем из смеси каучуков толщиной 1,5-2,0 мм. Такая шина образует герметичную полость, которая наполняется воздухом через специальный вентиль. Бескамерные шины более надежны: «не боятся» разгерметизации; меньше масса и инерциальный момент; более долговечны; за счет мягких боковин делают езду комфортной.

Сезонность шин



Летние шины - это «гладкий» рисунок протектора, небольшая глубина и ширина канавок, достаточно жесткая резина. Все эти параметры обеспечивают безопасное движение, экономию топлива, низкий уровень шума. Протектор может быть «асфальтовым» или более грубым «универсальным», который дает возможность без проблем двигаться по грунтовым трассам и дорогам с плохим покрытием.



Зимние шины оснащены протектором с глубокими и широкими канавками, множеством ламелей, крупными шашками. Это определяет хорошие ходовые свойства на обледенелой трассе и глубоком снегу, но совершенно «не работает» летом из-за высокого сопротивления качению, вследствие чего зимние шины стремительно изнашиваются. Шипы на зимних шинах улучшают их сцепные свойства.



Всесезонные шины – нечто среднее между «брутальными» зимними и «интеллигентными» летними шинами. Эти шины позиционируются как универсальные, но из-за рельефности и глубины канавок на асфальте они быстро изнашиваются, больше шумят, зимой недостаточно хорошо держат сцепление с обледенелой дорогой. Экономия на всесезонках кажется таковой лишь на первый взгляд. Из-за жесткой эксплуатации и быстрого износа, менять их приходится гораздо чаще, чем сезонную резину.



Шины повышенной проходимости – это шины для внедорожников с очень разреженным, мощным рисунком протектора, грунтозацепами по краям, что позволяет такой шине проходить сложные «непролазные» участки дороги.

Профиль шин

Официально под профилем шин понимается соотношение ширины протектора к боковине. Соответственно, чем шире протекторная часть и ниже боковина, тем «низкопрофильнее» шина и наоборот. О «профильности» шины говорит второе число в маркировке шины. Например, в типоразмере 195/55R15, высота составляет 55% от ширины.



Шины низкого профиля – отношение высоты к профилю составляет 30-50%. Низкопрофильные шины делают автомобиль приземистее, спортивнее. Автомобиль на таких шинах может ехать на большой скорости по ровной асфальтированной трассе без заносов. К минусам низкого профиля относится большая отдача на элементы подвески, сильный износ, низкий комфорт.



Шины обычного профиля: отношение высоты к профилю составляет 55-65%. Шины обычного профиля применяют на всех типах легковых авто. Они достаточно комфортны, надежны, словом, оптимальны.



В широкопрофильных шинах отношение высоты к профилю составляет 70 и выше процентов. Широкопрофильные шины обеспечивают повышенную проходимость по дорогам с мягким грунтом или плохим покрытием. Широкопрофильные шины комфортны, уровень шума при езде на них низкий.

Задание: Перечислить размеры автомобильных шин, части автомобильных шин, отличия шин по сезону, нарисовать автомобильные шины в разрезе. Ответить на контрольные вопросы:

- 1. Что входит в состав резины?
- 2. Что такое вулканизация резины?
- 3. Назовите физико-механические свойства резины.
- 4. Что такое корд, чефер, доместик, бязь?

- 5. Расскажите об особенностях эксплуатации резиновых изделий.
- 6. Расскажите об устройстве диагональной шины.
- 7. Чем отличается радиальная шина от диагональной?
- 8. Расскажите об особенностях устройства шин с регулируемым давлением, широкопрофильных и арочных шинах.

Практическая работа № 10

Подбор лакокрасочных материалов в зависимости от способа нанесения лакокрасочных материалов на металлические поверхности

Раздел: 2. Неметаллические материалы

Тема: 2.4. Лакокрасочные материалы.

Количество часов: 2

Цели: закрепить знания о лакокрасочных материалах

Задачи: выбрать лакокрасочное покрытие и способ нанесения

Теоретическая часть:

Перед выполнением работы следует уяснить, что покраска или восстановление лакокрасочного покрытия – очень важный этап в продлении срока службы автомобиля, трактора, комбайна и другой сложной техники, применяемой в сельскохозяйственном производстве.

Лакокрасочные материалы в зависимости от назначения делят на несколько групп: атмосферостойкие – окрашивают наружные поверхности тракторов, автомобилей и другое оборудование, работающее на открытом воздухе;

водостойкие – окрашивают моечное оборудование и т.д.

маслобензостойкие – производится окраска топливных баков, картеров двигателей, трансмиссии и т.д.

Важным этапом перед покраской является подготовкой поверхности:

- очищают от пыли и грязи, следов коррозии;
- обезжиривают, применяя различные растворители;
- грунтуют с целью улучшения адгезии лакокрасочного покрытия;
- шпатлюют для придания поверхности первоначальной формы.

Чтобы подобрать материал для этих работ воспользуйтесь литературой.

Для обработки поверхности детали после высыхания шпатлевки часто используют шлифовальную водостойкую шкурку. Шлифовку производят специальной шлифмашиной или вручную. Последний слой обычно шлифуют мокрым способом. Ваша задача – подобрать необходимый материал для восстановления лакокрасочного покрытия детали автомобиля или трактора (например, крыла автомобиля ГАЗ-53).

Необходимо составить технологическую карту последовательно выполняемых операций, выбрать режимы нанесения покрытий и сушки их в зависимости от марки.

Практическая работа выполняется в тетради для практических работ.

Ответить на контрольные вопросы:

1. Лакокрасочные покрытия, их назначение и требования к ним.
2. Назовите основные ЛКМ, их свойства и назначение.
3. Назовите показатели, характеризующие качество ЛКМ и покрытий из них. Дайте их краткую характеристику.
4. Назовите основные компоненты ЛКМ. Дайте характеристику плёнкообразователей.
5. Что такое растворители, разбавители, пигменты? Их применение.
6. Назовите назначение и состав пластификаторов, сиккативов и наполнителей.
7. Назовите требования к ЛКП 1, 2, 3 и 4 классов. Для каких поверхностей они применяются?
8. Что такое фосфатирование? Назначение процесса, состав и толщина слоя.

9. Какова последовательность операций при нанесении ЛКП?
10. Виды грунтовок, их назначение, когда наносятся. Особенности фосфатирующего грунта, его толщина.
11. Назначение и виды шпатлевок. Способ их нанесения, получаемая толщина. Грунт-шпатлевки.
12. Виды и назначение эмалей, способ их нанесения и сушки.
13. Особенности меламиналкидных эмалей и водоразбавляемых материалов.
14. В чем особенность окрашивания днища и двигателя автомобиля?
15. В чём заключается подготовка поверхности под ЛКП?
16. Назовите способы ухода за ЛКП.

Критерии оценки за практическую работу:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

Список источников литературы

Учебно-методическое и информационное обеспечение:

1. Чумаченко, Ю. Т., Материаловедение (для авторемонтных специальностей) : учебник / Ю. Т. Чумаченко, Г. В. Чумаченко, Н. В. Матогорин. — Москва : КноРус, 2023. — 390 с. — (для авторемонтных специальностей). — ISBN 978-5-406-11353-0. — URL: <https://book.ru/book/948715>. — Текст : электронный.
2. Овчинников, В. В., Материаловедение: для авторемонтных специальностей : учебник / В. В. Овчинников, М. А. Гуреева. — Москва : КноРус, 2022. — 230 с. — ISBN 978-5-406-09342-9. — URL: <https://book.ru/book/942861> — Текст : электронный.

Дополнительные источники:

1. Кузьмин Б.А., Самохоцкий А.И. Металлургия, материаловедение и конструкционные материалы: Учеб. для СПО.- М.: ВШ, 1984
2. Технология металлов и конструкционные материалы: Учеб. для СПО/ Под ред. Кузьмина Б.А.- М.: Машиностроение, 1989
3. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы: уч. пос. для вузов (ГРИФ).-М.: Академия, 2005
4. Богодухов С.И. Курс материаловедения в вопросах и ответах. -М., 2005
5. Заплатин В.Н. Справочное пособие по материаловедению: уч. пос. для НПО.-М.: Академия, 2007

6. Марочник сталей и сплавов/ Под ред. А.С. Зубченко.- 2-е изд.-М.: Машиностроение, 2003
7. Марукович Е.Н. Износостойкие сплавы.- М., 2005
8. Осинцев О.Е. Медь и медные сплавы: отечественные и зарубежные маркиб справочник.- М.: Машиностроение, 2004
9. Основы материаловедения (металлообработка): уч. для НПО /под ред. Заплатина Н.В..- М.: Академия, 2007
10. Солнцев Ю.П. материаловедение: уч. для СПО.-М.: Академия, 2007
11. Технология конструкционных материалов. материаловедение: учеб. для вузов.-6-е изд.- М.: Машиностроение, 2005 .
12. материаловедение (для авторемонтных специальностей), Г. В. Чумаченко, Н. В. Матогорин, Ю. Т. Чумаченко, Учеб для Ссузов – КноРус, 2020 г.
13. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1 (2003) Под ред. А.М. Дальского