

Министерство образования и науки Самарской области  
государственное автономное профессиональное  
образовательное учреждение Самарской области  
"Жигулевский государственный колледж"

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по дисциплине : ОП.04Материаловедение

Курс: второй

Для специальности: 15.02.08 Технология машиностроения

Преподаватель: Козлова О.Б.

2016 учебный год

РАССМОТРЕНО  
на заседании предметной (цикловой)  
комиссии технологического профиля  
Протокол № \_\_\_\_\_  
от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.  
Председатель  
Е.А. Мошкина

Составлены в соответствии с требованиями  
ФГОС СПО к реализации программы  
подготовки специалистов среднего звена по  
специальности 15.02.08 Технология  
машиностроения

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора  
по учебно-воспитательной работе  
\_\_\_\_\_ С.Ю. Сорокина  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.

Составитель: О.Б. Козлова, преподаватель ГАПОУ СО «ЖГК»

Эксперт: Е.А.Мошкина, преподаватель ГАПОУ СО «ЖГК»

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Порядок выполнения практических работ и сдачи отчета	6
Лабораторные работы №1Измерение твердости по методу	7
Бринелля; Измерение твердости по методу Роквелла	
Практическая работа № 1Анализ диаграммы состояния сплавов	13
«железо-цементит	
Лабораторная работа №2Микроанализ сталей после термической	15
и химико - термической обработки	
Практическая работа № 2Выбор и обоснование режима	19
термической обработки для различных материалов	
Практическая работа № 3 Выбор марки углеродистой стали для	23
деталей в зависимости от условий их работы	
Практическая работа № 4Выбор материала по их	28
технологическим характеристикам	
Практическая работа № 5 Выбор материала по их механическим	30
свойствам, в зависимости от предъявляемых требований	
Практическая работа № 6Выбор неметаллических материалов	36
по их свойствам, в зависимости от предъявляемых требований к	
эксплуатации	
Практическая работа № 7 Выбор материалов для режущих и	37
мерительных инструментов для конкретных условий	
эксплуатации.	
Литература	41
Критерии оценки практических работ	42

## ВВЕДЕНИЕ

Практические работы дисциплины ОП.04 Материаловедение предназначена для реализации требований Федеральных государственных образовательных стандартов СПО по специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

Методические указания разработаны с целью оказания помощи студентам при выполнении практических работ.

Учебная дисциплина ОП.04 Материаловедение является общепрофессиональной дисциплиной.

Целью изучения дисциплины ОП.04 Материаловедение, является формирование у будущих специалистов по технологии машиностроения теоретических знаний и практических навыков, связанных с основами их будущей профессии.

В результате выполнения практических работ студент приобретает необходимые навыки по выбору материалов для изготовления конкретных деталей машин или инструмента, учится работать со справочной литературой, находить необходимую информацию в интернете.

По дисциплине ОП.04 Материаловедение для выпускников предусмотрено 20 часов на лабораторно-практические работы.

Выполнение практических работ по дисциплине ОП.04 Материаловедение ***направлено на формирование общих компетенций***

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Выполнение практических работ по дисциплине Оп.04 Материаловедение ***направлено на формирование профессиональных компетенций:***

ПК 1.1. Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.

ПК 1.3. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.

ПК 1.4. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

ПК 1.5. Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

ПК 2.1. Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.

ПК 2.2. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

ПК 2.3. Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения.

ПК 3.1. Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей.

ПК 3.2. Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

С целью овладения соответствующими профессиональными компетенциями студент в ходе освоения дисциплины должен:

**уметь:**

- распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;
- определять виды конструкционных материалов;
- выбирать материалы для конструкций по их назначению и условиям эксплуатации;
- проводить исследования и испытания материалов;
- рассчитывать и назначать оптимальные режимы резания;

**знать:**

- закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, основы их термообработки, способы защиты металлов от коррозии;
- классификацию и способы получения композиционных материалов;
- принципы выбора конструкционных материалов для применения в производстве;
- строение и свойства металлов, методы их исследования;
- классификацию материалов, металлов и сплавов, их области применения;
- методику расчета и назначения режимов резания для различных видов работ

Перечень практических работ составлялся с учетом требований ФГОС к умениям студентов по итогам изучения дисциплины «Материаловедение»

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ И СДАЧИ ОТЧЕТА**

Приступая к выполнению практической работы, Вы должны внимательно прочитать цель занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами третьего поколения (ФГОС-3), краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме практической работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к практической работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

По всем практическим работам оформляются отчеты. Отчет по практической работе составляется каждым студентом самостоятельно.

Оформление практической работы начинается с титульного листа, который считается первой страницей работы и не нумеруется. Отчет может быть выполнен на листах формата А4 как в печатном, так и в рукописном виде в течение практического занятия, а при необходимости оформляется за счет самостоятельной работы. Выполненный отчет представляется на следующее занятие.

Общий зачет по практическим работам выставляется студенту после выполнения им всех работ, оформления и защиты отчетов. Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения допуска к экзамену по дисциплине, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическую работу Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

**Внимание!**Если в процессе подготовки к практическим работам или при решении задач у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

Время проведения дополнительных занятий можно узнать у преподавателя или посмотреть на двери его кабинета.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

**Тема работы:** Измерение твердости по методу Бринелля .Измерение твердости по методу Роквелла.

**Цель лабораторного занятия:** приобрести навыки в определении твердости на твердомерах типа ТК (прибор Роквелла) и типа ТШ (прибор Бринелля).

### Содержание работы:

1. Изучить устройство и работу твердомеров типа ТК и ТШ;
2. Приобрести практические навыки по использованию приборов ТК и ТШ.
3. Определить твердость данных для испытания стальных образцов, цветных сплавов.
4. Составить отчет и работе.

### Оборудование и материалы.

1. Твердомер шариковый ТШ (прибор Бринелля).
2. Твердомер ТК (прибор Роквелла).
3. Лупа для измерения отпечатков.
4. Образцы из стали и цветных сплавов.

### Методические указания.

Изучить по литературе устройство твердомеров ТШ и ТК

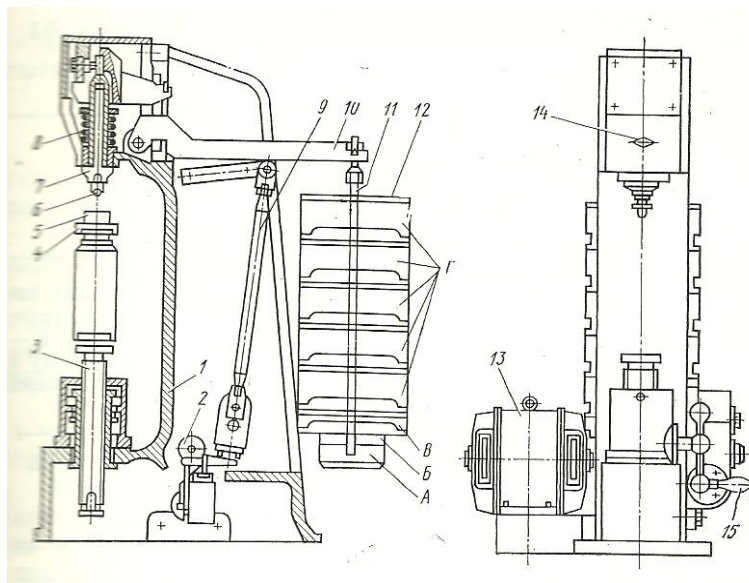


Схема автоматического рычажного пресса для определения твердости.

### **Подготовка прибора и проведение испытания**

1. Установить по подвеску 11 грузы 12, соответствующие выбранной для испытания нагрузке.
2. Наконечник с шариком вставить в шпиндель 7 и укрепить.
3. На столик 4 поместить испытываемый образец 5. Образец должен плотно лежать на столе. Центр отпечатка должен находиться от края образца на расстоянии не менее диаметра шарика.
4. Вращением рукоятки 15 по часовой стрелке поднять столик и прижать образец 5 к шарiku 6, продолжать вращать рукоятку 15 до тех пор пока указатель 14 не станет против риски.
5. Нажатием кнопки включить электродвигатель.
6. После сигнала звонком вращением против часовой стрелки рукоятки 15 опустить столик 4 и снять с него образец с полученным отпечатком.
7. Измерить полученный отпечаток.
8. Определить твердость.

Этот метод относится к методам вдавливания. Испытание проводится следующим образом: вначале дают небольшую предварительную нагрузку для установления начального положения [индентора](#) на образце, затем прилагается основная нагрузка, образец выдерживают под её действием, измеряется глубина внедрения, после чего основная нагрузка снимается. При определении твёрдости методом Бринелля, в отличие от [метода Роквелла](#), измерения производят до упругого восстановления материала. Индентор (полированный закалённый стальной шарик) вдавливают в поверхность испытуемого образца (толщиной не менее 4 мм) с регламентированным усилием. Через 30 с после приложения нагрузки измеряют глубину отпечатка. В другом варианте усилие прилагается до достижения регламентированной глубины внедрения. Твёрдость по Бринеллю НВ рассчитывается как «приложенная нагрузка», делённая на «площадь поверхности отпечатка»:



$$HB = \frac{P}{\frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})},$$

где  $P$  — приложенная нагрузка, Н;

$D$  — диаметр шарика, мм;

$d$  — диаметр отпечатка, мм,

или по формуле:

$$HB = \frac{P}{\pi D h},$$

где  $h$  — глубина внедрения индентора.

Нормативными документами определены диаметры индентора, время экспозиции, глубина внедрения индентора.

- В России регламентированные нагрузки 49 Н, 127 Н, 358 Н, 961 Н, диаметр шарика 5 мм, глубины внедрения от 0,13 до 0,35 мм.

В разных спецификациях эти значения различны.

- Наиболее распространённые диаметры шарика — 10, 5, 2,5 и 1 мм и нагрузки 187,5 кгс, 250 кгс, 500 кгс, 1 000 кгс и 3 000 кгс.
- Для выбора диаметра шарика обычно используют следующее правило: диаметр отпечатка должен лежать в пределах 0,2—0,7 диаметра шарика.
- В методиках [ISO](#) и [ASTM](#) объединены метод с одним шариком и разными нагрузками и метод с применением разных шариков, а также дана формула вычисления твёрдости, не зависящей от нагрузки.

Твёрдость по шкале Бринелля выражают в кгс/мм<sup>2</sup>.

Для определения твёрдости по методу Бринелля используют различные твердомеры, как автоматические, так и ручные.

### Типичные значения твёрдости для различных материалов

Материал	Твёрдость
Мягкое <a href="#">дерево</a> , например <a href="#">сосна</a>	1,6 HBS 10/100
Твёрдое дерево	от 2,6 до 7,0 HBS 10/100
<a href="#">Алюминий</a>	15 HB
<a href="#">Медь</a>	35 HB
<a href="#">Дюраль</a>	70 HB
Мягкая <a href="#">сталь</a>	120 HB
<a href="#">Нержавеющая сталь</a>	250 HB
<a href="#">Стекло</a>	500 HB
<a href="#">Инструментальная сталь</a>	650—700 HB

### Преимущества и недостатки

#### Недостатки

- Метод можно применять только для материалов с твердостью до 450 HB, если применять стальной закаленный шарик. Как альтернатива, применяют шарики из твёрдого сплава на основе [карбида вольфрама](#) (WC), это позволяет повысить верхний предел измерения твердости до 600 HBW.
- Твёрдость по Бринеллю зависит от нагрузки, так как изменение глубины вдавливания не пропорционально изменению площади отпечатка.
- При вдавливании индентора по краям отпечатка из-за выдавливания материала образуются навалы и наплывы, что затрудняет измерение как диаметра, так и глубины отпечатка.
- Из-за большого размера тела внедрения (шарика) метод неприменим для тонких образцов.

#### Преимущества

- Зная твёрдость по Бринеллю, можно быстро найти предел прочности и текучести материала, что важно для прикладных инженерных задач:

Для стали

$$\sigma_B = \frac{HB}{3} \left[ \frac{kgf}{mm^2} \right] = \frac{10HB}{3} [MPa],$$

где  $\sigma_B$  — предел прочности.

$$\sigma_T = \frac{HB}{6} \left[ \frac{kgf}{mm^2} \right] = \frac{10HB}{6} [MPa],$$

где  $\sigma_T$  — предел текучести.

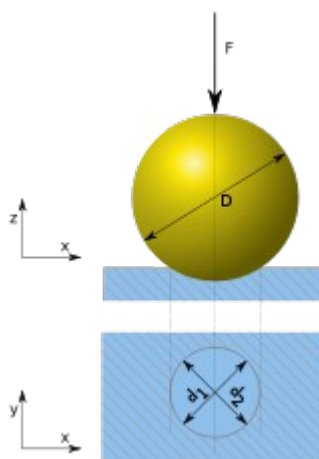
Для алюминиевых сплавов

$$\sigma_B = 0,362HB \left[ \frac{kgf}{mm^2} \right] = 3,62HB [MPa]$$

Для медных сплавов

$$\sigma_B = 0,26HB \left[ \frac{kgf}{mm^2} \right] = 2,6HB [MPa]$$

- Так как метод Бринелля — один из самых старых, накоплено много технической документации, где твёрдость материалов указана в соответствии с этим методом.
- Данный метод является более точным по сравнению с методом Роквелла на более низких значениях твёрдости (ниже 30 HRC).
- Также метод Бринелля менее критичен к чистоте подготовленной под замер твёрдости поверхности.



### Отчет должен содержать

1. Краткая характеристика методов определения твердости (сущность метода, в каких случаях используется, обозначение твердости).
2. Схема испытания (выполняется эскиз образца, отпечаток со шкалой лупы, эскиз вдавливания шарика и алмазного конуса).
3. Данные испытаний и результаты занести в таблицы. Привести

соответствие между числами твердости, определяемыми различными методами и пределом прочности при растяжении.

**Таблица № 1**

**Результаты испытаний на твердомере ТШ**

№	Условия испытания		Диаметры отпечатков			Твердость НВ			Марка материала
	Pmax	D	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	НВ <sub>1</sub>	НВ <sub>2</sub>	НВ <sub>3</sub>	
Вариант									

**Таблица № 2**

**Результаты испытаний на твердомере ТК**

№ образца	Материал образца	Условия испытания		Измерения			Среднее значение измерения
		наконечник	обознач. шкалы	1	2	3	

4. Вывод.

5. По результатам таб. №1 и ГОСТ 1050-88 определить марку стали (в зависимости от НВ).

6. Выбрать по справочной литературе механические свойства различных материалов (сталь, чугун, цветные металлы и сплавы). На примере стали вычертить график зависимости величины твердости НВ от содержания углерода. Дать сравнительную характеристику механических свойств, приведенных материалов.

**Таблица № 3**

**Механические свойства материалов**

Марка материала	Содержание углерода в %	$\sigma_{в}$ , МПа	$\sigma_{т}$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %	НВ	
						Отож.	Горячекат.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем сущность измерения твердости по методу Бринелля и методу Роквелла?
2. Какая связь между твердостью стали и содержанием углерода; пределом прочности при растяжении и содержанием углерода?
3. В каких случаях используют для определения твердости метод Бринелля? метод Роквелла?
4. Назвать твердость различных материалов (сталь, чугун, цветные сплавы).

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1**

**Тема работы:** Анализ диаграммы состояния сплавов «железо-цементит» .

**Цель практической работы:**

1. Углубить, систематизировать, обобщить теоретические знания.
2. Приобрести навыки анализа диаграммы состояния железо-цементит.

**Содержание работы:**

1. По технической литературе изучить компоненты и структурные составляющие диаграммы состояния.
2. Изучить кристаллизацию сплавов и описать их (в соответствии с заданием)
3. Составить отчет о работе.

### **Методические указания**

Диаграммы «железо-углерод», являются фундаментом науки о стали и чугуне. Углерод с железом образует химическое соединение (цементит) или может находиться в сплаве в свободном состоянии в виде графита.

Соответственно существует две диаграммы сплавов «железо-углерод», цементитное и графитное. В цементитной диаграмме компонентами, составляющими сплавы этой системы, будут, с одной стороны, чистое железо  $Fe$  с другой цементит  $Fe_3C$ . Сплавы, затвердевающие по цементитной диаграмме, относятся к сталям (массовая доля углерода до 2,14%).

В зависимости от скорости охлаждения сплавы могут находиться в стабильном и метастабильном состоянии. Стабильное состояние наиболее

устойчиво и образуется в условиях медленного охлаждения сплава, при котором все фазовые превращения успевают произойти полностью.

В сплавах железо-углерод стабильное состояние сплава, при котором все фазовые превращения успевают произойти полностью.

В сплавах железо-углерод стабильное состояние характеризуется наличием фазы графита, а метастабильное - наличием фазы цементита.

Составляющие сплавов, однородные по строению и свойствам, называют фазами. В системе железо-цементит фазами метастабильного состояния будут: жидкость, железо, аустенит, цементит, феррит.

Структурная составляющая-это элемент структуры, состоящий из одной или более фаз. Структурными составляющими будут: железо, аустенит, цементит, перлит, феррит, ледебурит. Перлит и ледебурит являются двухфазными, а остальные - однофазными.

### Задания к работе

**Таблица 1**

Вариант	Сплав содержащий углерод в %			Вариант	Сплав содержащий углерод в %		
1	0,5%	4,5%	3,7%	9	4,6%	1,1%	0,8%
2	0,8%	1,3%	5,8%	10	0,35%	4,7%	4,3%
3	4,3%	0,2%	2,8%	11	0,8%	4,3%	3,9%
4	6,0%	1,7%	0,8%	12	0,6%	1,4%	2,5%
5	0,6%	4,3%	5,7%	13	1,5%	4,0%	6,5%
6	0,4%	2,5%	5,2%	14	0,45%	0,8%	4,9%
7	1,9%	0,8%	3,3%	15	4,3%	2,7%	0,6%
8	0,75%	4,3%	3,8%				

### Контрольные вопросы

1. Понятие о сплавах, системах, фазах, компонентах и структурных составляющих.
2. Компоненты, фазы, и структурные составляющие диаграммы железо-цементит.
3. Кристаллизацию железоуглеродистых сплавов.

4. Построение кривых охлаждения.
5. Предельные температуры нагрева при ковке, нормализации, закалке и отжиге.

**Отчет должен содержать:**

1. Диаграмму состояния железо-цементит.
2. Описание кристаллизации заданных сплавов и характеристика структурных составляющих.
3. Нанести на диаграмму состояния предельные температуры нагрева при ковке, нормализации, закалке и отжиге.
4. Вывод.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**

**(комплексного (законченного) характера)**

**Тема работы:** микроанализ сталей после термической и химико-термической обработки

**Задание:**

- ознакомиться с устройством и работой металломикроскопа;
- изучить методику изготовления микрошлифов;
- просмотреть под микроскопом микрошлифы стали;
- дать характеристику структурных составляющих стали;
- сделать зарисовку структуры стали;
- составить отчет о работе.

**Приборы, материалы и инструменты:**

- металлографический микроскоп;
- твердомер типа ТК (прибор Роквелла);
- полировальный станок;
- набор микрошлифов закаленные и отпущенные образцы;
- фотографии микроструктур сталей и чугунов;
- пинцет;
- реактив для травления;

- шлифовальная и микронная шкурка
- циркуль и линейку.

### **Документация:**

- 1.Методические рекомендации для выполнения задания
- 2.Паспорт на металлографический микроскоп МИМ-7
- 3.паспорт на твердомер типа ТК (прибор Роквелла);
- 4.паспорт на полировальный станок;
- 5.Инструкция по технике безопасности.
- 6.Протокол испытаний

Время выполнения задания : 90 минут.

### **Методические указания**

Все превращения в сплавах, происходящие по диаграмме состояния железо-углерод, протекают при медленном охлаждении; они успевают полностью завершиться при температурах, указанных на диаграмме, вследствие чего получаются равновесные структуры. Скорость охлаждения при термической обработке имеет большое значение.

Аустенит при быстром непрерывном охлаждении распадается с образованием следующих структур: сорбита, троостита и мартенсита.

При скоростях охлаждения до 50 С в 1 сек.распавшийся аустенит образует структуру сорбит. Твердость сорбита НВ 250-350.Структура сорбита встречается в конструкционных сталях после закалки с охлаждением в масле и после закалки и высокого отпуска ( рис.34).

При скоростях охлаждения до 80-100 С в 1 сек. Образуется тростит. Твердость троостита НВ 350-500.Структуру троостита могут иметь конструкционные стали, закаленные с охлаждением в масле и закаленные и отпущенные при температуре 350-450 С (рис.35)

При скоростях охлаждения 150-180 С в 1 сек образует мартенсит, который характеризуется игольчатым старением, большой хрупкостью и твердостьюНВ500-650 (рис36а).



Структура стали, получающаяся после термической обработки, зависит не только от скорости охлаждения, но и от температуры нагрева.

### **Ход работы**

1. Определить твердость исследуемого образца (сталь 45) используя твердомер типа ТК или ТШ, если она не была определена ранее.
2. Изготовить шлиф
3. Протравить шлиф 2 или 4%-ным спиртовым раствором азотной кислоты.
4. Настроить микроскоп, на увеличение в 250-500 раз и установить исследуемый микрошлиф на предметный столик микроскопа.
5. Зарисовать видимые под микроскопом микроструктуры, указать стрелками различные структурные составляющие и их наименование. указать увеличение.
6. Сопоставить данные микроанализа с режимами термической обработки и полученной твердостью.

### **Обработка результатов опыта и составление отчета.**

Отчет о составлении отчета должен содержать :

- цель работы;
- задание;
- твердость образцов до и после термической обработки;
- зарисовки и описание микроструктур исследуемых сталей;
- описание проведенной термической обработки;
- данные о твердости (берутся из таблице 25 и 26);
- протокол выполненной работы.

### **Протокол записи выполненной работы**

№	Марка стали	Твердость исследуемых образцов	Термическая обработка	Схема микроструктуры (зарисовать)

## Методические указания

**Микроструктура цементованной стали.** В цементованной стали содержание углерода уменьшается от поверхности к сердцевине. В соответствии с таким изменением химического состава получается распределение структурных составляющих.

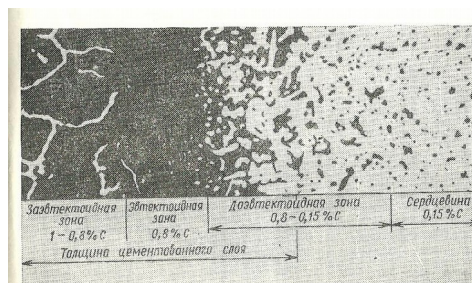


Рис.1.1 Микроструктура низкоуглеродистой стали после цементации(схема )

На рис. 1.1 дана микроструктура цементованной низкоуглеродистой стали; от поверхности образуется структура перлита и цементита (заэвтектоидная зона), далее располагается перлит (эвтектоидная зона) и затем при переходе к сердцевине – перлит и феррит (переходная, доэвтектоидная зона). В переходной зоне ,чем ближе к сердцевине, тем меньше становится перлита и больше феррита.

Иногда в заэвтектоидной зоне цементованного слоя цементит собирается в крупные участки, окруженный ферритом (рис. 1.2).

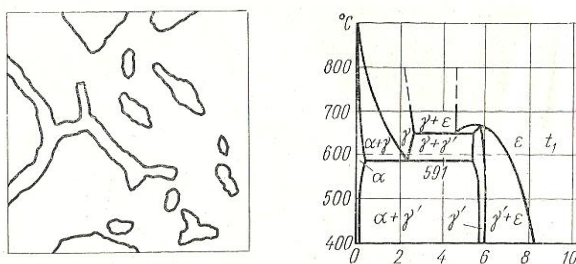


Рис.1.2 Микроструктура заэвтектоидной зоны цементованного слоя – аномальная структура и диаграмма состояния железо-азот

Сталь, в которую образуется такая структура, называется аномальной.

После закалки цементованной стали в цементованном слое образуется структура мартенсита. Структура сердцевины после закалки получается различной в зависимости от цементуемой стали.

В углеродистых цементуемых сталях в сердцевине сохраняется феррито-перлитная структура. В сердцевине цементуемых легированных сталей, несмотря на не большое количество углерода, но значительное количество легирующих примесей, задерживающих распад твердого раствора, после закалки получается малоуглеродистый мартенсит.

Протокол микроанализа химико-термически обработанных сталей.

№ п\п	Наименование и марка сталей	Обработка	Микроструктура		Свойства, применение
			Зарисовка (микроструктур ы стали)	Наименование	
1	2	3	4	5	6

Контрольные вопросы:

- 1.Сущность термической обработки?
- 2.Назначение каждого вида термической обработки.
- 3.Сущность химико-термической обработки, виды ,назначение.
- 4.Как увеличить прочность материала молота.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

**Тема работы:** Выбор и обоснование вида и режима термической обработки для различных материалов.

**Цель практической работы:**

- 1.Углубить, систематизировать, обобщить теоретические знания.
- 2.Приобрести навыки работы со справочной литературой по выбору вида и режима термической и химико-термической обработке.

**Содержание работы:**

1. По технической литературе изучить сущность и виды: термической

обработки.

2. По заданным условиям подобрать вид химико-термической обработки (ХТО) и вид термической обработки. Обосновать выбор вида ХТО и термической обработки.
3. Описать режим ХТО и термической обработки.
4. Составить отчет о проделанной работе.

#### **Методические указания:**

Термическая обработка заключается в нагреве детали до определенных температур, выдержке при этой температуре и охлаждении с этой или иной скоростью. При этом происходит изменение структуры, а следовательно, механических и технологических свойств обрабатываемой детали. При нагревании и охлаждении в железоуглеродистых сплавах происходит превращение при определенных температурах, называемых критическими точками. При нагревании их принято условно обозначать  $A_{c1}=727^{\circ}$ ,  $A_{c3}=5$ ,  $A_{cm}=SE$ . Превращение в сталях при нагревании носят кристаллизационный характер, т.е. при этом происходит образование центров кристаллизации и последовательный их рост.

При медленном нагревании до температур  $A_{c1}$ -никаких превращений в стали не происходит, а при достижении критической точки  $A_c$  перлит переходит в аустенит.

При медленном охлаждении эвтектоидной стали аустенит превращается в перлит (сметь феррита и цементита).

Регулируя степень охлаждения аустенита, можно получать следующие продукты его распада: перлит - крупнозернистую ферритно-цементитную смесь, троостит - высокодисперсная смесь феррита и цементита.

При больших степенях переохлаждения аустенита образуется структура, мартенсит - перенасыщенный твердый раствор углерода в сплаве. Наименьшая скорость охлаждения, при которой аустенит превращается в мартенсит, называется критической скоростью закалки. Мартенсит имеет игольчатое строение и высокую твердость (500-550НВ) Виды термической

обработки: отжиг 1 рода, или рекристаллизация, отжиг 2 рода, нормализация, закалка, отпуск, старение.

### **Варианты и задания по работе:**

В современных машинах зубчатые передачи являются одним из основных видов передач, поэтому очень важно обеспечить длительный срок службы зубчатых колес.

Шестерки главных передач и коробок передач изготавливают из сталей 5,35Х, 40ХН, 18ХГР, 2СХГР, 20ХН2М, 15ХГН2ТА, 18ХГТА, 25ХГМ, 25ХГС, 30ХГС и др. Качество зубчатых колес, их долговечность зависит не только от твердости и износостойкости поверхностного слоя, но и от прочности сердцевины зуба. Сталь, из которой их изготавливают, должна быть мелкозернистой, иметь достаточную прокаливаемость, обеспечивающую отсутствие в сердцевине структурно свободного феррита и минимальную скорость к деформации.

### **Подобрать вид и режим ХТО и ТО**

Вариант	Материал, из которого изготовлена шестерня	Требования, предъявляемые к деталям.
1.	Сталь 40Х	Шестерня с $m=3$ , 45-50HRCэ.
2.	Сталь 20ХГМ	Высоконагруженная шестерня, твердость зубьев шестерни 52-56 HRCэ, сердцевины 32-36 HRCэ
3.	Сталь 20ХГР	Малонагруженная шестерня, твердость зубьев 50-54HRC, сердцевина 30-32HRCэ
4.	Сталь 18ХГТА	Высоконагруженные шестерни, твердость зубьев 56-62HRCэ, сердцевины 30-34HRCэ.
5.	Сталь 12ХНЗА	Средненагруженная шестерня, твердость зубьев 60-64HRCэ, сердцевина 30-40 HRCэ.
6.	Сталь 45	Шестерня с $m=10$ , твердость зубьев 40-45HRCэ, сердцевины

		230-240HB.
7.	Сталь 25ХГТ	Высоконагруженные шестерни, твердость зубьев 60-65HRCэ, сердцевина 36-40HRCэ
8.	Сталь 30ХГС	Высоконагруженные зубчатые колеса, твердость зубьев 52-56HRC3.

В зависимости от предъявляемых требований коленчатые валы изготавливают из стали 40, 45, 18Х2Н4ВА, из высокопрочного чугуна, карданные валы из стали 15,20, крестовины карданной передачи из стали 20Х, 18ХГТ, 20ХГНТР.

#### Выбрать вид и режим ХТО и ТО

Вариант	Наименование детали	Материал	Требования к детали
9.	Вал карданный	Сталь 20	Твердость рабочих поверхностей 48-52HRC
10.	Вал коленчатый	Сталь 40ХНВА	Твердость вала 280-300HB, шеек вала 52-56HRCэ.
11.	Вал коленчатый	Сталь 18Х2Н4ВА	Твердость вала 260-280HB, шеек вала 56-52HRCэ
12.	Крестовина	Сталь 20Х	Твердость поверхностного слоя 48-54HRCэ, сердцевина 28-32HRCэ.
13.	Крестовина	Сталь 18ГТ	Твердость поверхностного слоя 50-56HRCэ, сердцевина 30-34HRCэ.
14.	Вал коленчатый	Сталь 45	По всему объёму твердость 220-240HB, шейки 40-45HRCэ.

#### Контрольные вопросы:

1. Сущность термической обработки и ее виды.
2. Назначение каждого вида термической обработки.

3. Отжиг, нормализация, закалка, отпуск, старение, их виды , режимы, цель и назначение.
4. Сущность химико-термической обработки, виды, назначение.
5. Термическая обработка конструкционных углеродистых и легированных сталей.
6. Термическая обработка деталей машин: зубчатых колес, коленчатых валов, пружин и рессор, карданных валов и др.

**Отчет должен содержать:**

1. Аргументированный ответ на поставленное задание.
2. Нижнюю часть диаграммы Fe - C с изображением видов отжига, отпуска, закалки, нормализации.
4. Таблицу материалов, подвергаемых цементации, азотированию, цианированию, нитроцементации.
5. Вывод.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3**

**Тема работы:** Выбор марки углеродистой стали для детали в зависимости от условий их работы.

**Цель практической работы:**

1. Углубить, систематизировать, обобщить теоретические знания.
2. Приобрести навыки в работе со справочной литературой по выбору углеродистой стали для деталей в зависимости от условий работы и по выбору вида и режима термической обработки.

**Содержание работы:**

1. Изучить условия работы заданной детали и требования, предъявляемые к ней.
2. Выбрать марку стали для изготовления заданной детали, изучить её химический состав и механические свойства. '
3. Подобрать в зависимости от условий работы детали необходимый вид и режим термической обработки и химико-термической обработки.

4. Дать обоснования выбранного вида и режима обработки детали.
5. Составить отчет о практической работе.

#### **Методические указания:**

Практическая работа предусматривает обоснование выбора металла для изготовления заданной детали и выбор вида и режима термической обработки, которая обеспечит надежность детали в условиях эксплуатации.

Для решения задачи необходимо, прежде всего, определить материал, обладающий свойствами, близкими к требуемым. Для этой цели рекомендуется по справочной и технической литературе ознакомиться с классификацией, составом, назначением основных материалов, используемых в технике.

Если для улучшения свойств выбранного материала нужны термическая и химико-термическая обработка, то необходимо указать их режимы, получаемую структуру и свойства. При рекомендации режимов обработки необходимо указать экономичные и производительные способы. Например, деталей, изготавливаемых в больших количествах - обработку с индукционным нагревом, газовую цементацию т.д. Для деталей, работающих в условиях переменных нагрузок, например, для валов, зубчатых колес, крестовин, шаровых пальцев, необходимо рекомендовать обработку повышающую предел выносливости (в зависимости от рекомендуемой стали к ним относится цементация, цианирование, азотирование и т.д.).

#### **Задачи и варианты практической работы.**

1. Палец шарнира работает на изгиб и срез, должен обладать высокой износостойкостью на поверхности и высокой вязкостью в сердцевине. Подберите углеродистую сталь, укажите её состав, марку, рекомендуемый режим химико-термической обработки и термической обработки, укажите структуру, механические свойства в сердцевине и твердость на поверхности после окончательной обработки. Укажите желаемую толщину поверхностного слоя.
2. Вал коробки передач автомобиля изготовлен из углеродистой стали. Сталь



в готовом изделии должна иметь твердость 28-32 HRCэ. Кроме того, вал должен обладать повышенной износостойкостью в шейках, т. е. в участках сопряженных с подшипниками и работающих на истирание. Подберите марку стали, рекомендуйте виды и режим последующей термической обработки всего вала для получения заданных свойств и режим последующей термической обработки, повышающей твердость только в отдельных участках поверхности вала. Определите структуру и твердость стали в поверхностном слое шейки вала, структуру и механические свойства в остальных участках.

**3.** Вилка переключения скоростей коробки передач автомобиля изготавливается из углеродистой стали и должна иметь твердые и износостойкие исполнительные поверхности и твердость 280-320 HB.

Подберите марку стали, рекомендуйте виды и режим термической обработки для получения заданных свойств.

**4.** Зубчатые колеса, работающие при повышенных нагрузках, должны иметь твердость по всему объему 260-280HB, а поверхности зубьев должны быть износостойкими и твердыми (48-52 HRCэ). Подберите марку углеродистой стали, укажите её состав, рекомендуемый режим термической обработки, обеспечивающий требуемые свойства.

**5.** В автомобильной и тракторной промышленности часто коленчатые валы изготавливают из углеродистых сталей. Коленчатые валы должны иметь твердую износостойкость поверхностей шеек.

**6.** Цилиндры усилителей тормозного устройства изготавливают из углеродистой стали. Цилиндры должны иметь рабочие поверхности твердыми и износостойкими. Подберите марку стали, рекомендуйте виды термической обработки и режим для обеспечения требуемых свойств.

**7.** Карданные валы автомобилей изготавливают из углеродистой стали. Они работают на кручении и должны иметь твердую износостойкую поверхность и вязкую сердцевину. Подберите марку стали, укажите её состав, рекомендуйте режим химико-термической обработки. Укажите структуру,

механические свойства в сердцевине и твердость на исполнительной поверхности после окончания термической обработки.

**8.** Автомобильные валики работают на изгиб и кручение и должны обладать высокой износостойкостью на поверхности и достаточной вязкостью в сердцевине. Подберите марку стали, укажите ее химический состав, 'рекомендуйте режим ХТО и термической обработки. Укажите структуру, механические свойства в сердцевине и твердость па поверхности после окончательной термической обработки.

**9.** Тяга тормозного устройства подвергается небольшим напряжениям. Подберите марке углеродистой стали так, чтобы после термической обработки сталь имела  $\sigma_b=500$  МПа,  $\sigma_T=300$  МПа,  $\delta=21\%$ .

Укажите химический состав стали: рекомендуйте режим термообработки. Укажите структуру стали после термической обработки.

**10.** Крепежные детали изготавливают из углеродистой стали. Твердость после хим. обработки должна быть 145-185 НВ. Подберите марку углеродистой стали, приведите химический состав, механические свойства и режим термообработки.

**11.** Шатуны подвергаются в процессе эксплуатации знакопеременным нагрузкам и должны иметь достаточную прочность, износостойкость рабочих поверхностей и достаточную вязкость. Подберите, марку углеродистой стали, укажите ее состав, рекомендуйте режим термической обработки и структуру после термообработки.

**12.** Шестерни в процессе работы передают средние нагрузки и должны иметь твердость 250-300 НВ. Подберите марку стали, укажите химический состав, механические свойства после термообработки, структуру стали.

**13.** Втулка изготавливается из углеродистой стали и должна иметь твердую и износостойкую внутреннюю поверхность. Подберите марку стали, приведите химический состав стали, рекомендуйте ХТО и термическую обработку для получения заданных свойств. Опишите режим ХТО и термообработки.

**14.** Диски изготавливают из углеродистой стали, и они в процессе

эксплуатации воспринимают пониженные нагрузки. Выбрать марку стали с механическими свойствами:  $\sigma_{\text{в}}=520$  МПа,  $\sigma_{\text{т}}=280$  МПа. Приведите химический состав стали, механические свойства, режим термообработки. Укажите структуру стали после термообработки.

**15.** Ось звеньев цепи изготавливают из углеродистой стали. Ось работает на изгиб и срез должен обладать высокой износостойкостью на поверхности и достаточной вязкостью в сердцевине. Подберите марку стали, укажите ее состав, рекомендуйте режим ХТО и термической обработки, укажите структуру, механические свойства в сердцевине и твердость на поверхности после окончательной термической обработки.

### **Контрольные вопросы.**

1. Сталь углеродистая обыкновенного качества: маркировка, область применения.
2. Какие марки углеродистой стали обыкновенного качества можно сваривать, обработать давлением?
3. Для каких деталей автомобиля используется углеродистая сталь обыкновенного качества?
4. Углеродистая сталь качественная конструкционная: состав, марки, классификация, термическая обработка.
5. Механические технологические свойства углеродистой стали обыкновенного качества и качественной конструкционной.
6. Какие марки стали углеродистой 'конструкционной качественной можно сваривать,
7. Для изготовления, каких деталей автомобиля используются углеродистые стали конструкционные качественные?

### **Отчет должен содержать:**

1. Полный ответ по условию задачи.
2. Краткий ответ на контрольные вопросы.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

**Тема работы:** Выбор материала по их технологическим характеристикам

**Цель практической работы:**

1. Углубить, систематизировать, обобщить теоретические знания.
2. Изучить условия работы детали и требования предъявленные к ней.
3. Приобрести навыки работы со справочной литературой по выбору материалов по их технологическим характеристикам.
4. Дать обоснование выбора марки материала для заданной детали.

**Содержание работы:**

1. Изучить по литературе теорию вопроса.
2. Выбрать вид и марку материала для заданной детали.
3. Описать технологические свойства выбранного вида и марки материала.
4. Составить отчет о работе.

### **Методические указания**

Отливки из черного чугуна подвергаются следующим видам термообработки: отжигу низкотемпературному/искусственное старение /,отжигу низкотемпературному графитизирующему, отжигу высокотемпературному, нормализации, закалке /в одной среде изотермический, ТВЧ/,отпуску отливки из высокопрочного чугуна подвергают отжигу для снятия напряжения, отжигу графитизирующему ,нормализации и отпуску, закалке / в одной среде, изотер., ТВЧ/.

Отливки из ковкого чугуна подвергают графитизирующему отпуску, нормализации, закалке, отпуску.

Особенности термической обработки чугуна является медленный нагрев до

$t = 500^{\circ}$  для предотвращения образования трещин.

При графитизирующем отжиге получается ферритно-перлитная или перлитная структура с включением графита. При нормализации серых и

высокопрочных чугунов, не имеющих отбела и ковких чугунов получается структура перлита и сорбитообразного перлита.

При закалке в масле получается структура мартенсита с включением графита.

Для повышения поверхностной твердости и износостойкости, коррозионной стойкости и жаростойкости производят химико-термическую обработку чугунных отливок /азотирование, хромирование, сульфидирование.

### **Задание и варианты к работе.**

Выбрать марку чугуна для изготовления заданной детали исходя из условий их работы , технологических и механических требований к ней. Необходимо привести химический состав чугуна, область применения. Назначить режим термической обработки, указать структуру , свойства чугуна после термической обработки.

Варианты	Наименование детали	Условия работы деталей и требования к ней
1	Поршень дизельного двигателя	Работа при высокой температуре достаточная прочность
2	Коленчатый вал	Воспринимает знакопеременные нагрузки, прочность и износостойкость. Должны быть прочными
3	Поршневые кольца	Работают на истирание, должны быть прочными
4	Корпус дифференциала	Должен быть прочным, воспринимает динамические нагрузки
5	Надежный диск сцепления	Работает при повышенных статических и динамических нагрузках
6	Бабки ведущих мостов	Воспринимают динамические нагрузки
7	Крышка картера	Небольшие нагрузки
8	Гильзы блоков цилиндра	Должны иметь высокую твердость и износостойкость
9	Распределительный вал	Воспринимает динамические нагрузки, высокая износостойкость рабочих поверхностей
10	Картер заднего моста	Достаточная прочность

11	Шкив	Повышенные статические нагрузки
12	Маховик	Высокая прочность
13	Шестерня тяжело нагруженная	Высокая прочность, твердость и износостойкость
14	Диск ручного тормоза	Средние нагрузки
15	Ступица зубчатого колеса	Повышенные статические и динамические нагрузки

### **Контрольные вопросы.**

1. Диаграмма «железо-графит». Чем отличается диаграмма от диаграммы «железо-углерод»?
2. Чугуны бсостав, классификация, механические и технологические свойства всех видов чугунов?/серый, высокопрочный, легированный/
3. Термическая обработка чугуна

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5**

**Тема работы:** Выбор материала по их механическим свойствам, в зависимости от предъявляемых требований

### **Цель практической работы:**

1. Углубить, систематизировать, обобщить теоретические знания.
2. Приобрести навыки работы со справочной литературой по выбору легированной стали для деталей в зависимости от условий работы и выбор вида и режима термообработки.

### **Содержание работы:**

1. Изучить условие работы по заданной детали и требования, предъявляемые к ней.
2. Выбрать марку легированной стали для изготовления детали, изучить её химический состав и механические свойства.
3. Дать обоснование выбора материала по заданной детали.
4. Выбрать в зависимости от условий работы детали необходимый вид и режим термической обработки или химико-термической.
5. Дать обоснование выбранного вида и режима обработки детали. составить

отчет о практической работе.

### **Методические указания:**

Стали, идущие на изготовление деталей машин должны обладать главным образом высокой прочностью и достаточной вязкостью. Детали, подвергающиеся истиранию, кроме того, должны иметь твердую и износостойкую поверхность. Прочность стали в первую очередь зависит от прокаливаемости. Поэтому основной целью легирования конструкционных сталей является увеличение прокаливаемости.

В состав большинства конструкционных сталей входят такие элементы, как хром, никель, марганец, часто с небольшими добавками титана, молибдена, бора. Введение 0,001-0,003 % бора значительно увеличивает прокаливаемость.

Для получения твердой и износостойкой поверхности детали подвергают химико-термической обработке или поверхностной закалке.

Легированные стали после термической обработки обладают лучшими механическими свойствами. Особенно сильно повышаются предел текучести, относительное сужения и удельная вязкость. Режим обработки в первую очередь определяется содержанием углерода в стали. Низкоуглеродистые, содержащие углерода до 0,3 % подвергают цементации, цианированию, нитроцементации. Такие стали называют цементуемые. Среднеуглеродистые стали, содержащие 0,3-0,5 % углерода, обычно подвергают улучшению; их называют улучшаемые. Из цементуемых легированных сталей изготавливают детали машин, которые подвергается значительному износу, и действию ударных нагрузок (зубчатые колеса, поршневые пальцы, втулки и т.д.)

Такие детали должны иметь высокую твердость поверхности (58-63HRC) при вязкой и достаточной прочности сердцевины.

В деталях из легированных сталей в результате закалки после цементации упрочняется также сердцевина, в которой образуется сорбит. Из сталей 15X, 20X изготавливают детали средних размеров, работающих при

повышенных нагрузках. Для уменьшения чувствительности к перегреву в эти стали иногда вводят 0,1-0,2 % ванадия (15ХФ, 20ХФ)

Для работы при высоких нагрузках применяют стали 18ХГТ, 30ХГТ, 20ХГР, 12ХНЗА, 20Х2Н4А. После цементации детали подвергаются закалке и низкому отпуску.

Улучшаемые стали (40Х, 45Х, 40ХН, 40ХНМА, 35ХРА, 30ХГСА) содержат углерода больше 0,3 %. В результате улучшения, у них получается хорошее сочетание прочности и вязкости. Детали из улучшаемых сталей для получения твердой износостойкой поверхности часто подвергают поверхностной закалке Т.В.Ч. В настоящее время широко используют стали 35ХРА, 40ХГР, 40ХГТ. Сталь 40ХГТ применяют для изготовления деталей, работающих при больших знакопеременных нагрузках (шатуны, оси, полуоси), стали 25ХГСА, 30ХГСА, 35ХГСА применяют как для сварных, так и для механически обрабатываемых деталей.

Нержавеющие стали бывают хромистые и хромоникелевые (1Х13; 2Х13; 4Х13, Х17, 12Х18Н10Т) и широко используются в народном хозяйстве. Структура стали Х18Н9 после закалки в воде будет состоять из аустенита.

Такая структура обеспечивает высокую вязкость, поэтому сталь Х18Н9 хорошо штампуется и прокатывается в холодном состоянии. Структура стали 3Х13 после закалки в масле и отпуска состоит из мартенсита и небольшого количества карбидов. Эта сталь обладает высокой прочностью и используется для деталей, работающих при повышенных нагрузках.

### **Задачи и варианты для работы:**

1. Шаровые пальцы изготавливают из легированной стали и должны обладать высокой прочностью, вязкостью, а поверхностная твердость после термообработки должна составлять 56-63 HRCэ.

Подобрать марку стали, привести химический состав, рекомендуйте режим химико-термической обработки для получения твердости и режим окончательной термической обработки. Опишите структуру и свойства



поверхностного слоя и сердцевины.

**2.** Коленчатые валы быстроходных дизелей изготавливают из легированной стали. Коленчатые валы воспринимают знако-переменные нагрузки и должны иметь высокий предел прочности, предел выносливости и достаточной вязкостью, а шейки вала, кроме того, должны быть твердыми и износостойкими.

Подберите марку стали, приведите её состав, рекомендуйте режим ХТО и термообработки, обеспечивающие требуемые свойства. Опишите структуру поверхностного слоя шеек вала и сердцевины.

**3.** Крестовина карданной передачи воспринимает значительные нагрузки и должны иметь предел прочности при растяжении не менее  $\sigma_b=1000\text{МПа}$ ,  $\sigma_t=900\text{ МПа}$ .

Выбрать марку легированной стали, привести её состав, механические свойства, рекомендуйте режим ХТО и режим термообработки. Описать структуру поверхностного слоя и сердцевины.

**4.** Шестерня вторичного вала должна иметь высокую прочность, предел выносливости и  $\sigma_b=1200\text{МПа}$ ,  $\sigma_t=1100\text{ МПа}$ .

Выбрать марку легированной стали, привести её состав, рекомендовать ХТО и режим термообработки. Опишите свойства и структуру поверхностного слоя и сердцевины.

**5.** Промежуточный вал испытывает значительные нагрузки и механические свойства должны быть не менее  $\sigma_b=1300\text{МПа}$ ,  $\sigma_t=1000\text{ МПа}$ .

Выбрать марку легированной стали, привести её состав, рекомендовать режим ХТО и режим термообработки. Опишите структуру и свойства поверхностного слоя и середины.

**6.** Торсионы должны обладать высокими пределами упругости и усталости, т.к. работа их характерна тем, что в них возникают большие упругие деформации при сложных знакопеременных нагрузках.

Выбрать марку легированной стали при этом  $\sigma_b=1550\text{ МПа}$ ,  $\delta=5\%$ , указать её состав, рекомендовать режим термической обработки. Описать структуру и

свойства стали после термообработки.

**7.** Малонагруженные шестерни главной передачи изготавливают из стали  $\sigma_b=1000\text{МПа}$ ,  $\sigma_t=800\text{МПа}$ .

Выбрать марку легированной стали, указать её состав, механические свойства, рекомендовать режим ХТО и режим термообработки. Описать структуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины.

**8.** Высоконагруженные шестерни главной передачи изготавливают из легированной стали, укажите ее свойства, рекомендуйте режим ХТО и режим термообработки. Описать структуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины.

**9.** Полуоси автомобиля изготавливают из легированной стали с механическими свойствами  $\sigma_b=950\text{МПа}$ ,  $\sigma_t=750\text{МПа}$ ,  $\delta_5=11\%$ . Полуоси должны обладать высокой прочностью, вязкостью, твердостью поверхностного слоя, повышенным сопротивлением износу и задиру и высокой износостойкостью. Выбрать марку стали, укажите её состав, рекомендуйте ХТО и режим термообработки. Описать структуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины.

**10.** Крестовина дифференциала изготавливается из легированной стали с механическими свойствами  $\sigma_b=1000\text{МПа}$ ,  $\sigma_t=900\text{МПа}$ ,  $\delta_5=50\%$ . Выбрать марку стали, укажите её состав, рекомендуйте режим ХТО и режим термообработки. Описать структуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины.

**11.** Промежуточный вал коробки передач изготавливают из легированной стали с механическими свойствами  $\sigma_b=1300\text{МПа}$ ,  $\sigma_t=1000\text{МПа}$ ,  $\delta_5=10\%$ . Выбрать марку легированной стали, укажите её состав, рекомендуйте режим ХТО и режим термообработки. Описать структуру поверхностного слоя и сердцевины и их свойства.

**12.** Валы коробки передач изготовлены из легированной стали с механическими свойствами  $\sigma_b=1050\text{МПа}$ ,  $\sigma_t=850\text{МПа}$ . Сердцевина вала должна быть вязкой и иметь твердость 240-260НВ, а поверхности шеек вала

52-54НРСэ.

Выбрать марку стали, укажите её состав, рекомендуйте режим термообработки для обеспечения заданных свойств. Укажите структуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины.

**13.** Рессоры автомобиля изготавливают из легированной стали с  $\sigma_{\text{в}}=1300$  МПа,  $\sigma_{\text{т}}=1200$  МПа. Выбрать марку стали, укажите её состав, рекомендуйте режим термообработки. Укажите структуру и свойства стали после термообработки.

**14.** Золотник цилиндра тормозного устройства изготавливают из легированной стали с механическими свойствами  $\sigma_{\text{в}}=700$  МПа,  $\sigma_{\text{т}}=500$  МПа. Золотник цилиндра должен иметь твердую и износостойкую поверхность и вязкую сердцевину.

Выбрать марку стали, укажите её состав, рекомендуйте режим ХТО и режим термообработки для обеспечения заданных свойств. Опишите структуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины.

**15.** Червяк рулевого механизма изготавливают из легированной стали с механическими свойствами  $\sigma_{\text{в}}=930$  МПа,  $\sigma_{\text{т}}=750$  МПа. Выбрать марку стали, укажите её свойства, рекомендуйте режим термической обработки для обеспечения твердости и износостойкости поверхностного слоя и достаточной вязкости сердцевины. Опишите структуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Легированные стали: состав, классификация, область применения.
2. Влияние легирующих элементов на механические свойства, на термическую обработку.
3. Термическая обработка легированных сталей.
4. Область применения конструкционных легированных сталей в автомобилестроении.
5. Рессорно-пружинные стали и их термическая обработка.
6. Шарикоподшипниковая сталь и её термическая обработка.
7. Коррозионноустойчивая сталь и её термическая обработка, и область

применения.

8. Жаропрочные и жаростойкие сплавы, их термообработка.

**Отчет должен содержать:**

1. Подробный ответ на поставленные вопросы в задаче.
2. Технологические свойства выбранной марки легированной стали.
3. Ответ на третий контрольный вопрос.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

**Тема работы:** выбор неметаллических материалов по их свойствам, в зависимости от предъявляемых требований к эксплуатации

**Цель практической работы:**

1. Углубить, систематизировать, обобщить теоретические знания.
2. Приобрести навыки работы со справочной литературой по выбору неметаллических материалов для заданной детали в зависимости от условий её работы.

**Содержание работы:**

1. Изучить по литературе теорию вопроса.
2. Выбрать вид и марку пластмассы для заданной детали.
3. Описать механические и технологические свойства выбранного вида и марки пластмассы.
4. Описать способы переработки пластмассы в изделия.
5. Составить отчет о работе.

**Методические указания.**

По литературе изучить теорию вопроса и выбрать необходимую пластмассу для заданной детали.

**Задание**

Вариант	Наименование изделия	Вариант	Наименование изделия
т		т	
1	Ванна аккумулятора	9	Втулка подшипника
2	Канал обдува ветрового стекла	10	Пленка для отделки салона автомобиля
3	Корпуса фар	11	Упор зеркала
4	Бампер	12	Фильтр воздушные

5	Держатель зеркала	13	Рассеиватели светильников
6	Патрубок подогрева бокового стекла	14	Подшипник скольжения
7	Подлокотник	15	Топливные баки
8	Педаля акселератора		

### **Контрольные вопросы:**

1. Пластмассы, их свойства (механические, технологические), состав, классификация и область применения.
2. Использование пластмасс в автомобильной промышленности.
3. Способы переработки пластмассы в изделие.

### **Отчет должен содержать:**

1. Обоснование выбора вида и марки пластмассы для заданной детали.
2. Привести механические свойства выбранной марки пластмассы.
3. Описать состав, свойства, область применения данного вида пластмасс и способы переработки в изделия.
4. Отчет на второй вопрос.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7**

**Тема работы:** Выбор материалов для режущих и мерительных инструментов для конкретных условий эксплуатации

### **Цель практической работы:**

1. Углубить, систематизировать, обобщить теоретические знания.
2. Приобрести навыки работы со справочной литературой по выбору инструментальных материалов.

### **Содержание работы.**

1. Изучить по технической литературе теорию вопроса.
2. Выбрать марку инструментальной стали для заданного инструмента.
3. Выбрать вид термической обработки для выбранной стали.
4. Выбрать марку металлокерамического сплава для обработки заданной детали.
5. Составить отчет о работе.

### Методические указания.

По справочнику "Инструментальные стали" выбрать марку инструментальной стали, привести химический состав и механические свойства в состоянии поставки.

Подобрать режимы термической обработки стали, привести механические свойства после термообработки.

Выбрать марку металлокерамического твердого сплава для обработки указанного материала и вида обработки.

### Задание №1.

Вариант	ИНСТРУМЕНТ		Требования, предъявляемые к инструменту.
1.	Штамп для деформирования металла в холодном состоянии.	1	Должен обладать высокой твердостью, износостойкостью к деформации при закалке и достаточной вязкостью.
2.	Ножи и ножницы для резки металлов.	2.	Работают с ударной нагрузкой и имеют тонкую режущую кромку.
3.	Штамп для деформирования металла в горячем состоянии.	3.	Должен обладать хорошими механическими свойствами при повышенных температурах, не должен быть чувствителен к местным перегревам, должен выдерживать многократные нагревы и охлаждения без образования трещин и обладать хорошей прокаливаемостью.
4.	Штамп для горячей высадки.	4.	то же.
5.	Пресс-форма для литья	5.	то же.
6.	Матрица для выдавливания	6.	то же.
7.	Измерительный инструмент - штангенциркуль	7.	Должен длительное время сохранять стабильные размеры при нормальной температуре, иметь высокую твердость, износостойкость, и удовлетворительную вязкость.
8.	Зубило	8.	Работает при ударных нагрузках.
9.	Надфили	9.	Высокая твердость и износостойкость.
10.	Метчики ручные	10.	то же.

11.	Кернеры	11.	Работают при ударных нагрузках.
12.	Сверла для мягких металлов.	12.	Высокая твердость и износостойкость.
13.	Развертки	13.	то же.
14.	Резьбонакатные ролики	14.	то же.
15.	Зенкеры	15.	то же.

## Задание № 2

Вариант	Обрабатываемый материал		Вид обработки
1.	Бронза	1.	Черновая
2.	Сталь улучшенная	2.	Чистовая
3.	Чугун серый	3.	Чистовая
4.	Сталь обыкновенного качества	4.	Чистовая
5.	Сталь конструкционная качественная углеродистая	5.	Черновая
6.	Чугун ковкий	6.	Чистовая
7.	Латунь	7.	Черновая
8.	Силумин	8.	Чистовая
9.	Баббит	9.	Черновая
10.	Чугун высокопрочный	10.	Чистовая
11.	Сталь легированная конструкционная	11.	Черновая
12.	Дуралюмин.	12.	Чистовая
13.	Пластмасса	13.	Чистовая
14.	Сталь автоматная	14.	Черновая
15.	Сталь коррозионно-стойкая (нержавеющая)	15.	Чистовая

### **Контрольные вопросы:**

1. Инструментальные материалы: стали для режущих инструментов, для измерительных инструментов, штампов.
2. Свойства их, состав, маркировка, область применения, термическая обработка.
3. Металлокерамические твердые сплавы, свойства, марки, область применения.
4. Какие легирующие элементы в стали придают твердость, износостойкость повышают прокаливаемость прочность.
5. Каковы особенности термической обработки инструментов, работающих при ударных нагрузках?

### **Отчет должен содержать:**

1. Аргументированный ответ на задание № 1 и задание № 2.
2. Ответ на третий вопрос оформить в виде таблицы.
3. Таблицу по материалам, требованиям и термической обработки стали для металлов.(пример)

Инструмент	Требование к инструменту материал	Виды и режим термической обработки
Штамп для деформирования металла в холодном	Высокая твердость, износостойкость, достаточная вязкость 9ХС, Х, ХВГ, Х12...	Закалка с $t=1070-1090^{\circ}\text{C}$ Отпуск при $t=150-170^{\circ}\text{C}$ 61-63 HRCэ

1. Вывод.



## Литература

Основные источники:

- 1.АдаскинА.М., ЗуевВ.М. Материаловедение –М.: «Академия», 2009 с.285
- 2.[Батиенков В. Т.](#) Материаловедение: Учебник / В.Т. Батиенков, Г.Г. Сеферов, А.Л. Фоменко, Г.Г. Сеферов; Под ред. В.Т. Батиенкова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 151 с.:
- 3.[СтукановВ.А.](#) Материаловедение: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 368 с

Дополнительные источники:

- 1.Адаскин А.М. Материаловедение (металлообработка). – М.: Профобриздат, 2004.
- 2.Пейсахов А.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов. - СПб.: Высшая школа, 2011.
- 3.Стерин И.С. Материаловедение. – М.: Дрофа, 2010.
- 4.Степанов Б.И. Материаловедение. –М.: Академия, 2010.
- 5.Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов. М.: ИД Оникс, 2011.
- 6.Заплатин В.Н. Справочное пособие по материаловедению. – М.: Академия, 2008.
- 7.Заплатин В.Н. Основы материаловедения (металлообработка), Рабочая тетрадь. – М.: Академия, 2007.
- 8.Соколова Е.Н. Материаловедение, Рабочая тетрадь. - М.: Академия, 2007.

Интернет-ресурсы:

- 1.techliter.ru›load/uchebniki...materialovedenie/43
- 2.materialscience.ru›...materialovedenie...uchebnik...pod...

## Критерии оценки практических работ

Выполненное задание оценивается в баллах:

№и п/п	Критерии оценки	Количество баллов
1.	<p>Заключение по выполнению заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– все задания выполнены верно, в срок и студент может дать устное объяснение выполненным им заданий;</li> <li>– все задания выполнены в срок, но допущены незначительные ошибки и студент может дать устное объяснение выполненным им заданий;</li> <li>– все задания выполнены в срок, но допущены ошибки и студент испытывает трудности при устном объяснении выполненным им заданий;</li> <li>– не все задания выполнены не в срок, допущены грубые ошибки, студент не может дать устное объяснение выполненным им заданий.</li> </ul>	<p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>0</p>
2.	<p>Ответы на контрольные вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– все правильные ответы;</li> <li>– за каждый верный ответ;</li> <li>– не ответил на вопросы.</li> </ul>	<p>8</p> <p>1</p> <p>0</p>
3.	<p>Оформление отчета:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отчетоформлен аккуратно в соответствии с требованиями, без грамматических ошибок;</li> <li>– отчетоформлен аккуратно в соответствии с требованиями, без грамматических ошибок, но встречаются небольшие описки;</li> <li>– отчетоформлен неаккуратно, с грамматическими ошибками, много описок;</li> <li>– отчет не выполнен.</li> </ul>	<p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>0</p>
4.	<p>Защита работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– на защите работы студент продемонстрировал отличное знание материала работы, приводил соответствующие доводы, давал полные развернутые ответы на вопросы и аргументировал их;</li> <li>– на защите работы студент продемонстрировал хорошее знание материала работы, приводил соответствующие доводы, но не смог дать полные развернутые ответы на вопросы и привести соответствующие аргументы;</li> <li>– на защите работы студент продемонстрировал слабое знание материала работы и не смог дать полные развернутые ответы на вопросы и привести соответствующие аргументы;</li> <li>– на защите работы студент продемонстрировал слабое знание материала работы, не смог раскрыть тему не отвечал на вопросы.</li> </ul>	<p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>0</p>
	<i>Максимальное количество баллов</i>	23

Оценка выставляется в зависимости от количества набранных баллов.

Для положительного заключения установлен показатель, при котором принимается решение:

- оценка 3 «удовлетворительно» – не менее 13 баллов;
- оценка 4 «хорошо» – не менее 17 балла;
- оценка 5 «отлично» – не менее 20 баллов.