

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ

Автор программы:  
Руденко Е.Л.

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор фармацевтического техникума

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании Методического совета  
фармацевтического техникума  
Протокол № 1 от 26.10.2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
В Т.Ч. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**ОПЦ.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

по специальности 27.02.07 Управление качеством продукции, процессов и услуг (по  
отраслям)  
квалификация: техник  
срок обучения СПО по ППСЗ на базе среднего общего образования в очной форме  
обучения: 1 год 10 месяцев

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>3</b>
1.1. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы .....	3
1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины.....	3
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ... </b>	<b>5</b>
2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной деятельности.....	5
2.2. Содержание и тематическое планирование учебной дисциплины...	5
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>9</b>
3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению .....	9
3.2. Информационное обеспечение обучения .....	9
3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий .....	10
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>10</b>
<b>5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ .....</b>	<b>11</b>
<b>6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....</b>	<b>15</b>
<b>7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>17</b>

## 1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Рабочая программа учебной дисциплины «Материаловедение» является частью образовательной программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по профессии среднего профессионального образования 27.02.07 Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям) (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.04.2022 № 234 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 27.02.07 Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)»).

Рабочая программа относится к общепрофессиональному циклу (ОПЦ).

### 1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

В рамках программы учебной дисциплины «Материаловедение» обучающимися осваиваются умения и знания:

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4	У.1. Распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам; У.2. Определять виды конструкционных материалов; У.3. Проводить исследования и испытания материалов; У.4. Выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения в производстве; У.5. Подбирать необходимые ресурсы, материалы и комплектующие изделия в рамках выполнения задач профессиональной направленности; У.6 Обеспечивать процесс оценки необходимыми ресурсами в соответствии с	3.1. Область применения, методы измерения параметров и свойств материалов; 3.2. Способы получения материалов с заданным комплексом свойств; 3.3. Правила улучшения свойств материалов; 3.4. Особенности испытания материалов; 3.5. Содержание актуальной нормативно-правовой документации нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции (сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий).

<b>Код ПК, ОК</b>	<b>Умения</b>	<b>Знания</b>
	<p>выбранными методами и способами проведения оценки</p> <p>разрабатывать технические условия на выпускаемую продукцию;</p> <p>У.7. Разрабатывать стандарты организации с учетом существующих требований к их содержанию и оформлению.</p>	

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной деятельности

Индекс	Наименование циклов, разделов, дисциплин, профессиональных модулей, МДК, практик	Формы промежуточной аттестации		Учебная нагрузка обучающихся, ч.								Распределение по курсам и семестрам							
		Экзамены	Диффер. зачеты	Курсовые работы	Объём ОП	Самост.(с.р.+и.п.)	Консультации	С преподавателем			Промежут. аттестация	Курс 1							
								Всего	в том числе			Семестр 1							
		Лекции, уроки	Пр. и лаб. занятия	Курс. проектир.	13 (2) нед														
					Объём ОП	Самост.	Консульт.	С препод.	в том числе		Промежут. аттестация								
Лекции, уроки	Пр. и лаб. занятия																		
ОПЦ.01	Материаловедение	1			116	4	2	104	26	78		6	116	4	2	104	26	78	6

### 2.2. Содержание и тематическое планирование учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>Тема 1. Строение и свойства металлов</b>	<b>Содержание</b>	<b>4/24</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4, У.1-7, 3.1-5
	Содержание и задачи курса. Роль материалов в современной технике. Краткий исторический очерк развития материаловедения. Основные виды конструкционных и сырьевых материалов. Основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов. Кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решёток. Методы изучения структуры металлов. Пути повышения прочности металлов. Энергетические условия и механизм процесса кристаллизации. Закономерности образования и роста кристаллов. Аморфные тела.	4	
	<b>В том числе лабораторных и практических занятий:</b>	<b>24</b>	
	<b>Практическое занятие:</b> Распознавание и классифицирование сырьевых и конструкционных материалов.	8	
	<b>Практическое занятие:</b> Контроль качества продукции методом исследования макроструктуры металлов и их сплавов	8	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
	<b>Практическое занятие:</b> Контроль качества продукции методом исследования микроструктуры металлов и их сплавов	8	
<b>Тема 2. Строение железоуглеродистых сплавов</b>	<b>Содержание</b>	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4, У.1-7, 3.1-5
	Железо и его соединения с углеродом. Диаграмма состояния «железо-цементит». Превращения при нагреве и охлаждении сталей и чугунов. Основные фазы и структурные составляющие железоуглеродистого сплава. Диаграмма состояния «железо-графит». Углеродистые стали, чугуны, их химический состав. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали.	2	
<b>Тема 3. Классификация и маркировка сталей. Углеродистые стали</b>	<b>Содержание</b>	4	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4, У.1-7, 3.1-5
	Классификация сталей по способу производства, по химическому составу, по качеству, по структуре, назначению и основным свойствам. Маркировка сталей в России, в национальных стандартах, за рубежом. Маркировка конструкционных, углеродистых, легированных, инструментальных, литейных сталей. Влияние на свойства стали углерода, постоянных примесей (кремний, марганец, сера, фосфор) и растворенных газов. Способы получения сталей с заданными свойствами. Пути повышения качества углеродистых сталей. Область применения углеродистых сталей.	4	
<b>Тема 4. Легированные стали. Конструкционные стали и сплавы. Инструментальные стали и твердые сплавы</b>	<b>Содержание</b>	2/24	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4, У.1-7, 3.1-5
	Легированные элементы в стали, цели легирования. Влияние ЛЭ на свойства стали и полиморфные превращения железа. Структурные классы легированных сталей (перлитные, ферритные, ледебуритные и др). Особенности получения легированной стали с заданными свойствами. Пути повышения качества легированных сталей.	2	
	<b>В том числе лабораторных и практических занятий:</b>	24	
	<b>Практическое занятие:</b> Конструкционные стали: свойства, назначение, маркировка, термообработка	8	
	<b>Практическое занятие:</b> Выбор конструкционного материала по основным свойствам исходя из заданных условий	8	
	<b>Практическое занятие:</b> Измерения твердости металлов и сплавов. Особенности испытания материалов	8	
<b>Тема 5. Чугуны</b>	<b>Содержание</b>	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4, У.1-7, 3.1-5
	Производство чугуна. Классификация и структуры чугунов. Чугуны: серый, белый, ковкий высокопрочный (ЧШГ и ЧВГ). Специальные чугуны. Механические, технологические, эксплуатационные свойства, область применения. Влияние термической обработки и технологических параметров на свойства и качество заготовок. Область применения чугунов.	2	
<b>Тема 6. Цветные</b>	<b>Содержание</b>	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09,

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>металлы и сплавы</b>	Медь и её сплавы. Латунь, бронзы. Алюминий и его сплавы. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Титан, магний и их сплавы. Деформируемые и литейные сплавы. Требования к комплексу свойств, способы получения заданных параметров. Марки, область применения	2	ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4, У.1-7, 3.1-5
<b>Тема 7. Методы испытания механических свойств металлов. Повышение прочности металлов</b>	<b>Содержание</b>	<b>6/30</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4, У.1-7, 3.1-5
	Упругая и пластическая деформации и её влияние на строение металла. Изменение механических и физических свойств металла при пластической деформации. Разрушение металла. Явления наклепа, возврата и рекристаллизации. Холодная и горячая пластическая деформация металлов. Механические свойства металлов. Методы испытаний механических свойств: статические, динамические, циклические. Изнашивание металлов. Прочность, твёрдость, ударная вязкость. Пути повышения прочности металлов. Нормативные документы на испытания металлов	6	
	<b>В том числе лабораторных и практических занятий:</b>	<b>30</b>	
	<b>Лабораторная работа:</b> Освоение методики испытания металлов на растяжение. Решение задач на определение предела упругости, текучести, прочности, относительного удлинения и сужения	8	
	<b>Лабораторная работа:</b> Освоение определения твердости металлов и сплавов различными методами: - по методу Бринелля, по методу Виккерса, решение задач; - по методу Роквелла, решение задач; - по методу Шора, Полюди, Мооса и современными приборами, решение задач	8	
	<b>Лабораторная работа:</b> Определение ударной вязкости металлов и сплавов. Решение задач	8	
	<b>Практическое занятие:</b> Методы улучшения свойств материалов.	8	
	<b>Практическое занятие:</b> Выбор материалов на основе анализа их свойств для изготовления основных деталей двигателя.	2	
<b>Тема 9. Стекло. Ситаллы. Графит</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>2</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4, У.1-7, 3.1-5
	Стекло, ситаллы, графит. Виды, свойства, область применения материалов. Испытание материалов, контроль свойств и параметров	2	
<b>Тема 10. Композиционные материалы и их строение</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>2</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4, У.1-7, 3.1-5
	Композиционные материалы. Виды композиционных материалов, свойства, область применения. Испытание материалов, контроль свойств и параметров	2	
<b>Консультации (перед экзаменом)</b>		<b>2</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 09,
<b>Самостоятельная работа (подготовка перед экзаменом)</b>		<b>4</b>	ПК 1.1, ПК 1.5, ПК 2.1,

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Промежуточная аттестация (экзамен)		6	ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.4, У.1-7, 3.1-5

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие помещения:

1. Специальные помещения, представляющие собой учебные аудитории, лаборатории, мастерские, оснащенные оборудованием, техническими средствами обучения для проведения занятий всех видов, предусмотренных образовательной программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, а также для проведения текущего контроля, промежуточной и государственной итоговой аттестации, помещения для организации самостоятельной и воспитательной работы: проектор, персональные компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду лицензиата, учебная мебель для педагогического работника и обучающихся (столы и стулья), экран для проектора, маркерная доска, образцы элементов и приборов, наглядные пособия – детали и элементы конструкций.

2. Помещения для организации самостоятельной и воспитательной работы должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации (при наличии): проектор, персональные компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду лицензиата, учебная мебель для педагогического работника и обучающихся (столы и стулья), экран для проектора, маркерная доска.

Для обеспечения реализации дисциплины используются стандартные комплекты программного обеспечения (ПО), включающие регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья: портативный ручной видеоувеличитель – 2 шт, радиокласс (заушный индуктор и индукционная петля) – 1 шт.

Выход в сеть «Интернет» в наличии (с возможностью доступа в электронную информационно-образовательную среду), скорость подключения 100 мбит/сек.

#### **3.2. Информационное обеспечение обучения**

##### **Основные источники:**

Бондаренко, Г. Г. Материаловедение : учебник для среднего профессионального образования / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В.

Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 329 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-08682-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/512209> (дата обращения: 01.12.2022).

**Дополнительные источники:**

Материаловедение и технология материалов в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Г. П. Фетисов [и др.] ; под редакцией Г. П. Фетисова. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 406 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14075-0. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/512789> (дата обращения: 01.12.2022).

**3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий**

Рабочая программа дисциплины предусматривает в целях реализации компетентностного подхода использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций – кейсов, психологических и иных тренингов, групповых дискуссий – круглых столов) в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития общих и профессиональных компетенций обучающихся.

**4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<p><u>Знает:</u>                      Область применения, методы измерения параметров и свойств материалов;                      Способы получения материалов с заданным комплексом свойств;                      Правила улучшения свойств материалов;                      Особенности испытания материалов.</p>	<p>демонстрирует знания в области применения, методах измерения параметров и свойств материалов;                      демонстрирует знания в способах получения материалов с заданным комплексом свойств;                      демонстрирует знания в правилах улучшения свойств материалов;                      демонстрирует знания в особенностях испытания материалов.</p>	<p>Решение ситуационных задач.                      Обсуждение практических ситуаций.                      Решение кейса.                      Деловая игра</p>
<p><u>Умеет:</u>                      Распознавать и классифицировать</p>	<p>демонстрирует умение в распознании и в</p>	<p>Устный опрос.                      Тестирование.</p>

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<p>конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;  Определять виды конструкционных материалов;  Проводить исследования и испытания материалов;  Выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения в производстве</p>	<p>классификации конструкционных и сырьевых материалов по внешнему виду, происхождению, свойствам;  демонстрирует умение в определении видов конструкционных материалов;  демонстрирует умение в проведении исследований и испытаний материалов;  демонстрирует умение в выборе материалов на основе анализа их свойств, для конкретного применения в производстве</p>	<p>Подготовка доклада и презентации по заданной теме</p>

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

### Лабораторная работа № 1

**Тема :** Определение твердости металлов методами Роквелла и Бринелля

**Цель:** Ознакомиться с основными методами определения твердости

**Оборудование:** Прессы Роквелла и Бринелля

#### **Ход работы**

Ознакомиться с оборудованием по определению твердости металлов и методическими рекомендациями

Метод измерения твердости по Бринеллю регламентирован ГОСТ 9012.

При определении твердости этим методом стальной шарик определенного диаметра  $D$  вдавливают в тестируемый образец под действием нагрузки  $P$ , приложенной перпендикулярно к поверхности образца, в течение определенного времени (Рис. 1). После снятия нагрузки измеряют диаметр отпечатка  $d$ . Число твердости по Бринеллю обозначается буквами НВ, и его определяют путем деления нагрузки  $P$  на площадь поверхности сферического отпечатка  $F$ .

Для удобства имеются таблицы чисел твердости по Бринеллю и зависимости от диаметра шарика  $D$ , диаметра отпечатка  $d$  и нагрузки  $P$ .

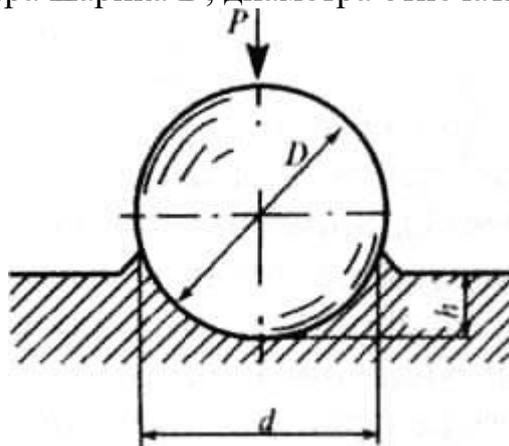


Рис. 1. Схема измерения твердости по Бринеллю

В качестве инденторов используют полированные ( $Ra < 0,04$  мкм) шарики из стали ШХ15 с номинальными диаметрами  $D = 1; 2; 2,5; 5$  и  $10$  мм, последние считаются более предпочтительными, как обеспечивающие большую точность измерения твердости (особенно при измерении твердости чугуна или крупнозернистых сплавов).

Минимально допустимая толщина образца для корректного измерения твердости НВ должна быть не менее десятикратной глубины отпечатка  $h$ .

Испытания проводят при комнатной температуре в отсутствие вибраций и ударов. Время выдержки под нагрузкой  $t$  для черных металлов составляет  $10...15$  с, а для цветных металлов и сплавов от  $10$  до  $180$  с. Нагрузку на индентор выбирают с учетом соотношения  $K = P/D^2$ :

Металлы и сплавы	$K$ , кгс/мм <sup>2</sup>
Сталь, чугун и другие высокопрочные сплавы .....	30
Медь, никель и их сплавы.....	10
Алюминий, магний и их сплавы.....	5

Например, при испытании сталей и чугунов при диаметре шарика  $D = 10$  мм нагрузка должна быть  $3000$  кгс, а время выдержки под нагрузкой  $10...15$  с. Число твердости в этом случае обозначается цифрами со стоящим после них символом НВ (например,  $250$  НВ). Иногда после букв НВ указывают условия испытаний -  $HV D/P/t$ , например:  $250$  НВ  $5/750/25$  - твердость по Бринеллю  $250$ , полученная при диаметре шарика  $D = 5$  мм, нагрузке  $P = 750$  кгс и времени выдержки под нагрузкой  $t = 25$  с.

Измерение твердости по Бринеллю не рекомендуется применять для стали с твердостью более  $450$  НВ, а для цветных металлов более  $200$  НВ.

Твердомер Роквелла, машина для определения относительной глубины проникновения, был изобретён уроженцами штата Коннектикут Хью М. Роквеллом (1890-1957) и Стэнли П. Роквеллом (1886-1940). Потребность в

этой машине была вызвана необходимостью быстрого определения эффектов термообработки на обоямах стальных подшипников.

### Шкалы твёрдости по Роквеллу



Циферблат прибора для проверки твёрдости по Роквеллу

Существует 11 шкал определения твердости по методу Роквелла (А; В; С; D; Е; F; G; Н; К; N; Т), основанных на комбинации «индентор (наконечник) – нагрузка». Наиболее широко используются два типа инденторов: шарик из карбида вольфрама диаметром 1/16 дюйма (1,5875 мм) или такой же шарик из закалённой стали и конический алмазный наконечник с углом при вершине 120°. Возможные нагрузки – 60, 100 и 150 кгс. Величина твёрдости определяется как относительная разница в глубине проникновения индентора при приложении основной и предварительной (10 кгс) нагрузки.

Для обозначения твёрдости, определённой по методу Роквелла, используется символ HR, к которому добавляется буква, указывающая на шкалу, по которой проводились испытания (HRA, HRB, HRC).

#### Наиболее широко используемые шкалы твёрдости по Роквеллу

Шкала	Индентор	Нагрузка, кгс
A	Алмазный конус с углом 120° при вершине	60
B	Шарик диаметром 1/16 дюйма из карбида вольфрама (или закалённой стали)	100
C	Алмазный конус с углом 120° при вершине	150

Формулы для определения твёрдости

Чем твёрже материал, тем меньше будет глубина проникновения наконечника в него. Чтобы при большей твёрдости материала не получалось меньшее число твёрдости по Роквеллу, вводят условную шкалу глубин, принимая за одно её деление глубину, равную 0,002 мм. При испытании алмазным конусом предельная глубина внедрения составляет 0,2 мм, или  $0,2/0,002 = 100$  делений, при испытании шариком — 0,26 мм, или  $0,26/0,002 = 130$  делений. Таким образом, формулы для вычисления значения твёрдости будут выглядеть следующим образом:

При измерении по шкале А (HRA) и С (HRC):

Разность представляет разность глубин погружения индентора (в миллиметрах) после снятия основной нагрузки и до её приложения (при предварительном нагружении).

При измерении по шкале В (HRB):

### **Факторы, влияющие на точность измерения**

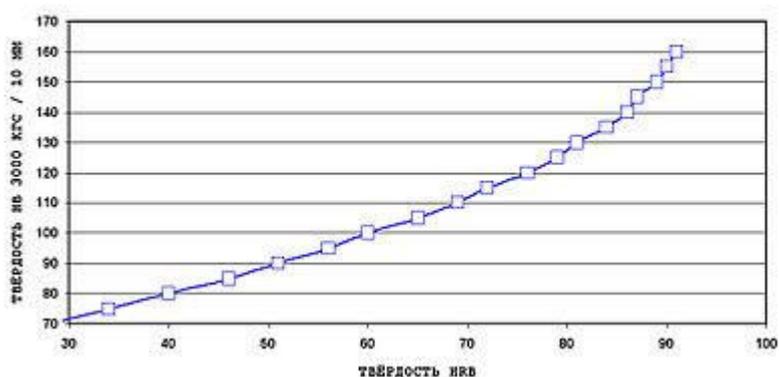
Важным фактором является толщина образца. Не допускается проверка образцов с толщиной менее десятикратной глубины проникновения наконечника

Ограничивается минимальное расстояние между отпечатками (3 диаметра между центрами ближайших отпечатков)

Недопущение параллакса при считывании результатов с циферблата

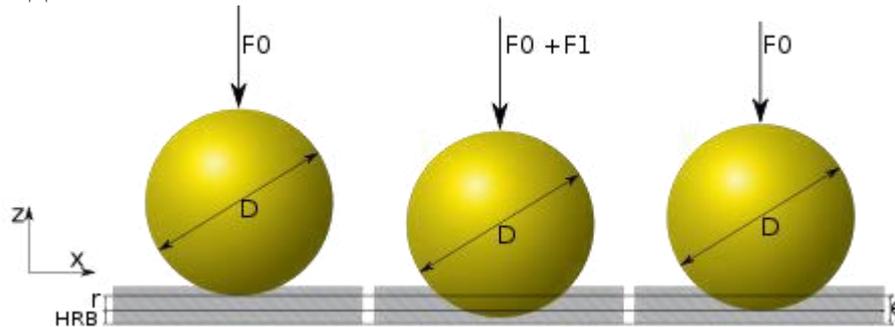
### **Сравнение шкал твёрдости**

**ПЕРЕВОД ЕДИНИЦ ТВЁРДОСТИ ПО РОКВЕЛЛУ  
В ЕДИНИЦЫ ТВЁРДОСТИ ПО БРИНЕЛЛЮ**



Простота метода Роквелла (главным образом, отсутствие необходимости измерять диаметр отпечатка) привела к его широкому применению в промышленности для проверки твёрдости. Также не требуется высокая чистота измеряемой поверхности (например, методы Бринелля и Виккерса включают замер отпечатка с помощью микроскопа и требуют полировку поверхности). К недостатку метода Роквелла относится меньшая точность по сравнению с методами Бринелля и Виккерса. Существует корреляция между значениями твёрдости, измеренной разными методами (см. рисунок — перевод единиц твёрдости HRB в твёрдость по методу Бринелля для алюминиевых сплавов). Зависимость носит нелинейный характер. Имеются нормативные документы, где приведено сравнение значений твёрдости, измеренной разными методами (например, ASTM E-140).

## Проведение испытания



Метод Роквелла.

Выбрать подходящую для проверяемого материала шкалу (А, В или С)

Установить соответствующий индентор и нагрузку

Перед тем, как начать проверку, надо сделать два неучитываемых отпечатка, чтобы проверить правильность посадки наконечника и стола

Установить эталонный блок на столик прибора

Приложить предварительную нагрузку в 10 кгс, обнулить шкалу

Приложить основную нагрузку и дождаться до приложения максимального усилия

Снять нагрузку

Прочсть на циферблате по соответствующей шкале значение твёрдости (цифровой прибор показывает на экране значение твёрдости)

Порядок действий при проверке твёрдости испытуемого образца такой же, как и на эталонном блоке. Допускается делать по одному измерению на образце при проверке массовой продукции

По окончании работы результаты предъявить преподавателю для просмотра и выставления оценки.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Перечень вопросов к промежуточной аттестации:

Роль материалов в современной технике. Краткий исторический очерк развития материаловедения. Основные виды конструкционных и сырьевых материалов. Основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов.

Кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решёток. Методы изучения структуры металлов. Пути повышения прочности металлов. Энергетические условия и механизм процесса кристаллизации. Закономерности образования и роста кристаллов. Аморфные тела.

Распознавание и классифицирование сырьевых и конструкционных материалов.

Железо и его соединения с углеродом. Диаграмма состояния «железо-цементит». Превращения при нагреве и охлаждении сталей и чугунов. Основные фазы и структурные составляющие железоуглеродистого сплава.

Диаграмма состояния «железо-графит». Углеродистые стали, чугуны, их химический состав. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали.

Классификация стали по способу производства, по химическому составу, по качеству, по структуре, назначению и основным свойствам. Маркировка сталей в России, в национальных стандартах, за рубежом. Маркировка конструкционных, углеродистых, легированных, инструментальных, литейных сталей. Влияние на свойства стали углерода, постоянных примесей (кремний, марганец, сера, фосфор) и растворенных газов. Способы получения сталей с заданными свойствами. Пути повышения качества углеродистых сталей. Область применения углеродистых сталей.

Легирующие элементы в стали, цели легирования. Влияние ЛЭ на свойства стали и полиморфные превращения железа. Структурные классы легированных сталей (перлитные, ферритные, ледебуритные и др). Особенности получения легированной стали с заданными свойствами. Пути повышения качества легированных сталей.

Производство чугуна. Классификация и структуры чугунов. Чугуны: серый, белый, ковкий высокопрочный (ЧШГ и ЧВГ). Специальные чугуны. Механические, технологические, эксплуатационные свойства, область применения. Влияние термической обработки и технологических параметров на свойства и качество заготовок. Область применения чугунов.

Медь и её сплавы. Латуни, бронзы. Алюминий и его сплавы. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Титан, магний и их сплавы. Деформируемые и литейные сплавы. Требования к комплексу свойств, способы получения заданных параметров. Марки, область применения.

Упругая и пластическая деформации и её влияние на строение металла. Изменение механических и физических свойств металла при пластической деформации. Разрушение металла. Явления наклепа, возврата и рекристаллизации. Холодная и горячая пластическая деформация металлов. Механические свойства металлов. Методы испытаний механических свойств: статические, динамические, циклические. Изнашивание металлов. Прочность, твёрдость, ударная вязкость. Пути повышения прочности металлов. Нормативные документы на испытания металлов.

Освоение методики испытания металлов на растяжение. Решение задач на определение предела упругости, текучести, прочности, относительного удлинения и сужения.

Освоение определения твердости металлов и сплавов различными методами:

- по методу Бринелля, по методу Виккерса, решение задач;
- по методу Роквелла, решение задач;
- по методу Шора, Польди, Мооса и современными приборами.

Определение ударной вязкости металлов и сплавов.

Стекло, ситаллы, графит. Виды, свойства, область применения материалов. Испытание материалов, контроль свойств и параметров

Композиционные материалы. Виды композиционных материалов, свойства, область применения.

### **Критерии оценки:**

**«отлично»:** обучающийся имеет всесторонние, систематические и глубокие знания по вопросам текущей темы, свободно владеет терминологией, проявляет творческие способности в процессе изложения учебного материала; анализирует факты, явления и процессы, проявляет способность делать обобщающие выводы, обнаруживает свое видение решения проблем; уверенно владеет понятийным аппаратом; активно участвует в семинаре, полностью отвечает на заданные вопросы (основные и дополнительные), стремясь к развитию дискуссии.

**«хорошо»:** обучающийся имеет полные знания по вопросам данной темы, умеет правильно оценивать эти вопросы, потенциально способен к овладению знаний и обновлению их в ходе дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной деятельности; дал ответы на основные и дополнительные вопросы, но не исчерпывающего характера; владеет понятийным аппаратом.

**«удовлетворительно»:** обучающийся имеет знания по основным вопросам данной темы в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, в достаточной мере владеет терминологией; проявил неглубокие знания при освещении принципиальных вопросов и проблем; неумение делать выводы обобщающего характера и давать оценку значения освещаемых рассматриваемых вопросов и т.п.; ответил только на один вопрос семинара, при этом поверхностно, или недостаточно полно осветил его и не дал ответа на дополнительный вопрос.

**«неудовлетворительно»:** обучающийся имеет значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы; не ответил ни на один вопрос семинара (основной и/или дополнительный); отказался участвовать в работе семинара.

### **Оценка тестового задания:**

**«отлично»:** не менее 90% правильных ответов.

**«хорошо»:** не менее 80% правильных ответов.

**«удовлетворительно»:** не менее 70% правильных ответов.

**«неудовлетворительно»:** 69 и менее % правильных ответов.

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа.

По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации. Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <https://spo-spcpu.ru/>

Консультирование: <https://spo-spcpu.ru/>

Контроль: <https://spo-spcpu.ru/>

Размещение учебных материалов: <https://spo-spcpu.ru/>

## Расшифровка марок углеродистых сталей. Свойства и применение углеродистых сталей

1. Изучить свойства и применение углеродистых сталей и расшифровать марки сталей.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
СТ1кп	СТ2кп	СТ0
СТ5пс	СТ6кп	СТ4кп
БСт1кп	БСт1пс	БСт2кп
БСт3пс	БСт5сп	БСт6сп
ВСт3пс	ВСт3Гпс	ВСт3Гсп
Сталь 08,20,55	Сталь 10,35,60	Сталь 15,40,50
У7,У13А	У8,У12А	У9,У11А

2. Сделать сравнительный анализ свойств углеродистых сталей различных групп в зависимости от содержания углерода.

3. Результаты занести в таблицу.

№ п/п	Марка сплава	Расшифровка марки сплава	Свойства	Применение

4. Сделать вывод в таблице после каждой группы сталей. Ответить на вопросы:

1. Что такое сталь?
2. Какая сталь называется углеродистой?
3. Как классифицируются углеродистые стали по качеству?

### Легированные стали

*Легирование – это ввод в сталь легирующих элементов (хром, никель, вольфрам, алюминий, медь, ванадий, титан, и т.д.) для повышения ее конструкционной прочности.*

### Классификация легированных сталей

По назначению:

- Конструкционная;
- Инструментальная;
- Стали особого назначения (нержавеющие, жаропрочные, жаростойкие, магнитные и т.д.)

По химическому составу:

а) В зависимости от количества легирующих элементов:

- Тройные (F + C + один легирующий элемент);

- Четверные (Fe + C + 2 легирующих элемента);
  - Сложнолегированные (Fe + C + 3 и > легирующих элементов)
- б) в зависимости от общего содержания легирующих элементов:
- Низколегированная сталь (с общим содержанием легирующих элементов < 3%);
  - Среднелегированная сталь (с общим содержанием легирующих элементов от (3...10)%)
  - Высоколегированная сталь (с общим содержанием легированных элементов > 10%)

### Маркировка легированных сталей

Обозначение марок легированных сталей производится по буквенно-цифровой системе. Каждая марка состоит из сочетания букв и цифр. Если впереди марки стоят две цифры, они указывают среднее содержание углерода в сотых долях % (12X2H4A) - 0,12%-С

Одна цифра в начале марки означает среднее содержание углерода в десятых долях % (9XC) - 0,9%-С

Если в начале марки отсутствуют цифры, то качество углерода составляет 1% и более (ХИ5).

Если в начале марки стоит цифра «0», то количество углерода в ней до 0,08% - (ОХ23Ю7А).

Цифры, следующие за буквами, показывают среднее содержание данного элемента в %: 12|X2|H4|A|. Если за буквой отсутствует цифра 25|X|Г|С|, то содержание данного элемента около 1%. Буква «А» -в конце марки обозначает, что сталь высококачественная.

Буква «Ш» в конце марки – сталь особовысококачественная.

Некоторые высоколегированные стали выделены в особые группы и обозначаются буквами, которые ставятся впереди:

Ш –шарикоподшипниковая ШХ15;

Р – быстрорежущая – Р9К5;

Ж – хромистые нержавеющие;

Я – хромоникелиевые нержавеющие;

Е – электротехнические стали с особыми магнитными свойствами буквой Э. Выплавленные там же опытные (исследовательские) марки стали обозначаются ЭИ и порядковым номером:

ЭИ402

ЭИ618 и д.т.

Пример:

12X2HВФА(ЭИ712)

23X2HВФА(ЭИ659)

Нержавеющая хромистая:

1X13(ЭЖ1)

2X13(ЭЖ2)

3X13(ЭЖ3)

Нержавеющая хромоникелиевая:

X18H9(ЭЯ1)

X18H9T(ЭЯ1T)

Магнитные стали

(электротехнические –Е)

ЕХ9К15М

ЕХ5К5

В зависимости от основных легирующих элементов сталь делится на следующие группы:

I – хромистая – 15Х, 15ХА, 20Х, 30Х, 38ХА и т.д.;

II - марганцовистая – 15Г, 20Г ...50Г, 35Г2, 40Г2;

III – хромомарганцевая 18ХГ, 35ХГ2, 18ХГТ, 20ХГТ, 27ХГТ, 25ХГТ...40ХГТР...25ХГМ;

IV – хромокремнистая – 33ХГ, 38ХК, 40ХС;

V- хромомолибденовая и хромомолибденованадиевая 15ХМ, 30ХМА, 30Х3МФ, 40ХМФА;

VI -хромованадиевая 15ХФ, 40ХФА;

VII –никельмолибденовая 15Н2М, 20Н

VIII - хромоникелиевая и хромоникелиевая с бором

20ХН, 40ХН, 50ХН, 20ХНР+, 12ХН2, 30ХН3А;

IX хромокремнемарганцевая и хромокремнемарганцевоникелиевая

20ХГСА	30ХГСА	30ХГСН+2А
25ХГСА	35ХГСА	
30ХГС		

X хромомарганцевоникелевая хромомарганцевоникелевая с титаном и бором

38ХГН...20ХГНТ+Р+...

XI -хромоникельмолибденовая

14Х2Н3МА, 20ХН2М, 25Х2Н4МА

XII -хромоникельмолибденованадиевая и хромоникельванадиевая

30ХН2МФА ...20ХН4ФА

XIII - хромоалюминиевая и хромоалюминиевая с молибденом

38Х2Ю, 38Х2М+ЮА

УПРАЖНЕНИЯ

Расшифровать марки легированных сталей:

12ХН3А	30ХГСШ	40ХР
13Х3НФА	45ХН2МФА	Р18К5Ф2
ШХ4	38Х2МЮА	15Н2М

**Инструментальные легированные стали** применяются для изготовления режущего, измерительного и ударного инструмента

7ХФ, 9ХС, ХГС, 9Х5ВФ, 4Х8В2, Х6НФ, Х12ВМ, Х12Ф1, 7Х12ВМ

**Инструментальные быстрорежущие стали:**

Р9, Р18, Р6М3, Р6М5, Р14Ф14, Р10К5Ф5 и т.д.

**Жаропрочные и жаростойкие стали** применяются для деталей работающих в условиях высоких температур, газов и нагрузок

1Х14Н18В2Б<sub>ниобий</sub>, 03Х18Р12Т, 12Х25Н16Г7АР, 08Х14Н28В3Т3ЮР, ХН70ИМТЮ, ХН75МБЮ.

## Расшифровка марок легированных сталей и их применение

1. Изучить свойства и применение легированных сталей и расшифровать ; марки сталей.

Для специальности 151001,050501

(190604)

45Х            20ХНР  
 45Г            40ХН  
 18ХГТ        30ХГСА  
 40ХГТР      18Х2М4ВА  
 40ХС        20ХН4ФА  
 20ХМ        38ХН3МФА  
 30Х3МФ  
 40ХФА  
 20Н2М

Для специальности 160203

15ХА            35ХГСЛ  
 ШХ15          30ХГСНА  
 10Г2А        12Х2НВФА  
 12ХН3А       9ХС  
 18Х2Н4ВА    ХВГ  
 50ХФА        Х12Ф1  
 40ХНМА  
 30ХГСА

1. Результаты занести в таблицу.

№ п/п	Марка сплава	Расшифровка марки сплава	Свойства	Применение
		-		

2. Сделать вывод.

Ответить на вопросы:

- Какая сталь называется легированной?
- Классификация сталей по содержанию легирующих элементов.
- Влияние легирующих элементов на свойства стали

### Дисциплина «Материаловедение»

**Тема: Диаграммы состояния сплавов «железо-цементит».**

#### Углеродистые стали

#### Вариант 1.

1. Расшифровать марки сплавов:

Сталь 10      У13,      Ст5      БСт2кп      Сталь 65Г

2. Дать определение структурным составляющим железоуглеродистых сплавов, характеристику линиям и точкам диаграммы «железо-цементит»:

Аустенит,      точка G,      линия АСД

### Дисциплина «Материаловедение»

**Тема: Диаграммы состояния сплавов «железо-цементит».**

#### Углеродистые стали

#### Вариант 2.

1. Расшифровать марки сплавов:

A20      СтЗГпс      ВСт5      У10А      ' Сталь 45  
2.    Дать            определение            структурным            составляющим  
железоуглеродистых сплавов, характеристику линиям и точкам диаграммы  
«железо-цементит»:  
Перлит,            точка P,            линия PSK.

**Дисциплина «Материаловедение»**  
**Тема: Диаграммы состояния сплавов «железо-цементит».**  
**Углеродистые стали**  
**Вариант 3.**

1.    Расшифровать марки сплавов:  
БСтЗпс      Сталь 15Г      У7А      Сталь 80      Ст7  
2.    Дать            определение            структурным            составляющим  
железоуглеродистых сплавов, характеристику линиям и точкам диаграммы  
«железо-цементит»:  
Феррит,            точка E,            линия GS.

**Дисциплина «Материаловедение»**  
**Тема: Диаграммы состояния сплавов «железо-цементит».**  
**Углеродистые стали**  
**Вариант 4.**

1.    Расшифровать марки сплавов:  
ВСт2      У10      Сталь 60      Сталь 85Г '      А12  
2.    Дать            определение            структурным            составляющим  
железоуглеродистых сплавов, характеристику линиям и точкам диаграммы  
«железо-цементит»:  
Ледебурит,            точка Q,            линия ES.