



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

## Методические указания


для обучающихся по выполнению практических работ

по учебной дисциплине

## ОП.02 «Основы материаловедения»

профессии

15.01.32 Оператор станков с программным управлением

Рассмотрено на заседании  
Предметной цикловой  
комиссии  
«Рабочие профессии»  
Протокол № 7 от 22 марта 2023 г.  
Председатель ПЦК  
 Н.Ф. Никулина

Автор:

преподаватель высшей квалификационной  
категории ГБПОУ «ППК им. Н.Г. Славянова»  
Мишланова Людмила Петровна

## Содержание

1	Пояснительная записка	3
2	Содержание практических занятий	
	Практическая работа № 1 «Определение твердости методом Бринелля и Роквелла»	5
	Практическая работа № 2 «Анализ превращений в железоуглеродистых сплавах по диаграмме Fe-Fe <sub>3</sub> C (железо-цементит)»	8
	Практическая работа № 3 «Расшифровка марок сталей»	12
	Практическая работа № 4 «Расшифровка марок цветных металлов и их сплавов»	15
	Практическая работа № 5 «Расшифровка марок абразивных кругов»	19
3	Список источников и литературы	24

## Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических занятий обучающимися по дисциплине ОП.02 Основы материаловедения предназначены для обучающихся по профессии 15.01.32 *Оператор станков с программным управлением*.

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по дисциплине ОП.02 Основы материаловедения.

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

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

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

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

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

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

ПК 1.1. Осуществлять подготовку и обслуживание рабочего места для работы на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных).

ПК 1.2. Осуществлять подготовку к использованию инструмента, оснастки, подналадку металлорежущих станков различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) в соответствии с полученным заданием.

ПК 1.3. Определять последовательность и оптимальные режимы обработки различных изделий на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) в соответствии с заданием.

ПК 1.4. Вести технологический процесс обработки и доводки деталей, заготовок и инструментов на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) с соблюдением требований к качеству, в соответствии с заданием и технической документацией.

ПК 3.4. Вести технологический процесс обработки и доводки деталей, заготовок и инструментов на металлорежущих станках с программным управлением с соблюдением требований к качеству, в соответствии с заданием и технической документацией.

В результате выполнения практических занятий по ОП.02 Основы материаловедения обучающиеся должны:

*уметь:*

- выполнять механические испытания образцов материалов
- использовать физико-химические методы исследования металлов
- пользоваться справочными таблицами для определения свойств материалов
- выбирать материалы для осуществления профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

*знать:*

- наименование, маркировку, свойства обрабатываемого материала;
- основные сведения о металлах и сплавах;
- основные сведения о неметаллических, прокладочных, уплотнительных и электротехнических материалах, стали, их классификацию
- основные свойства и классификацию материалов, используемых в профессиональной деятельности
- правила применения охлаждающих и смазывающих материалов. Описание каждого практического занятия содержит: раздел, тему, количество часов, цели работы, что должен знать и уметь обучающийся, теоретическую часть, порядок выполнения работы, контрольные вопросы, учебно-методическое и информационное обеспечение.

На выполнение практических занятий по ОП.02 Основы материаловедения отводится *10 часов*.

## Содержание практических занятий

### Практическая работа №1

#### Раздел 1: Основные сведения о строении, структуре, свойствах металлов и сплавов

**Тема: 1.2 «Определение твердости методом Бринелля или Роквелла»**

**Количество часов: 2**

**Цели:** ознакомление с методикой определения твердости по методу Бринелля, определение механических свойств стали по ее твердости.

**Задачи:**

1. Изучить устройство твердомера Бринелля.
2. Составить протокол испытаний.
3. Ответить на контрольные вопросы.

**Теоретическая часть:**

Твердостью называется свойство материала оказывать сопротивление местной пластической деформации при контактном воздействии в поверхностном слое. Измерение твердости вследствие быстроты и простоты осуществления, а также возможности без разрушения изделия суждения о его свойствах, получило широкое применение для контроля качества металлических изделий. Существует несколько методов определения твердости. Определение твердости по Бринеллю НВ (ГОСТ 9012-59). Метод основан на том, что в плоскую поверхность металла вдавливается под постоянной нагрузкой  $P$  закаленный стальной шарик (Рисунокунок1).

#### Испытание твердости материалов по Бринеллю

Твердость металлов измеряется путем вдавливания в испытуемый образец твердого наконечника различной формы. Метод Бринелля основан на вдавливании в поверхность металла стального закаленного шарика под действием определенной нагрузки. После снятия нагрузки в образце остается отпечаток. Число твердости по Бринеллю НВ определяется отношением нагрузки, действующей на шарик, к площади поверхности полученного отпечатка


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

где  $t$  - глубина сегмента отпечатка,  
 $P$  - нагрузка, кгс;  
 $D$  - диаметр шарика, мм;  
 $d$  - диаметр отпечатка, мм.

Нагрузка 3000 кгс, диаметр шарика 10мм, диаметр отпечатка 4,2 мм:  
твердость отожженной стали равна 207 НВ, или НВ= 2028 МПа (1 ньютон = 9,8кгс).

Рисунокунок 1

После снятия нагрузки в испытуемом материале образуется отпечаток (лунка). Твердость по Бринеллю, в МПа, определяется по формуле

где  $P$  - нагрузка, Н;

$D$  - диаметр шарика, мм;

$d$  - диаметр отпечатка, мм.

Диаметр шарика и нагрузка  $P$  выбираются в зависимости от вида испытуемого материала: в 6 для стали и чугуна  $D = 10$  мм,  $P = 30000$  Н ( $P = 300D^2$ );

для меди и сплавов  $D = 10$  мм,  $P = 10000$  Н ( $P = 100D^2$ );

2) для очень мягких сплавов (алюминий, баббиты и др.)  $D = 10$  мм,  $P = 2500$  Н ( $P = 25D$ )

При расчете твердости НВ измеряют диаметр лунки  $d$  и по нему находят твердость по прилагаемым к прибору таблицам. Метод Бринелля не рекомендуется применять для металлов с твердостью более 450, так как шарик может деформироваться, что исказит результаты измерений.

**Порядок выполнения работы:**

1. Провести испытания не менее трех раз на каждом образце.
2. Определить твердость по Бринеллю измерив диаметр лунки, и сравнить с результатами по прилагаемым к прибору таблицам.

3. Определить свойства образцов, используя формулу

$$\sigma_{\text{в}} = K_{\text{НВ}},$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от материала. Для стали с твердостью 120 - 450 НВ  $K \approx 0,34$ ; для меди, латуни, бронзы отожженных  $K \approx 0,55$ , наклепанных  $K \approx 0,40$ ; для алюминия и алюминиевых сплавов с твердостью 20 - 45 НВ  $K \approx 0,35$ .

4. Внести результаты испытаний в таблицу следующей формы

Студенту выдаются образцы сталей в отожженном и закаленном состояниях и сплавов цветных металлов.

Он изучает устройство прибора, готовит образцы, выбирает нагрузку и наконечники, готовит прибор, проводит испытания, оформляет отчет.

**Техника безопасности**

1. Все студенты, приступая к лабораторным работам, должны ознакомиться с правилами работы в лаборатории и расписаться в журнале по технике безопасности.
2. Работы проводятся только с разрешения преподавателя.
3. Все электроприборы должны быть заземлены.
4. Студенты обязаны осторожно обращаться с приборами и оборудованием.
5. По окончании работы приборы должны быть отключены от сети.
6. Используем данные таблицы №1

По Бринеллю		По Роквеллу			По Виккерсу HV
Шарик $D = 10$ мм, $F = 30$ кН		Алмазный конус		Шарик	
Диаметр отпечатка, мм	НВ	HRA	HRC	HRB	
2,25	745	83,0	70,0	—	1149
2,30	712	82,0	68,0	—	1067
2,35	682	82,0	66,0	—	980
2,40	653	82,0	64,0	—	868
2,45	627	81,0	62,0	—	832
2,50	601	81,0	59,0	—	756
2,55	578	80,0	57,0	—	693
2,60	555	79,0	56,0	—	653
2,65	534	78,0	54,0	—	610
2,70	514	77,0	52,5	—	586
2,75	496	76,0	51,0	—	563
2,80	477	76,0	49,5	—	531
2,85	461	75,0	48,0	—	508
2,90	444	74,0	47,0	—	484
2,95	429	73,0	45,5	—	457
3,00	415	73,0	44,0	—	442
3,05	401	72,0	42,0	—	419
3,10	388	71,0	41,0	—	406
3,15	375	70,0	39,5	—	383
3,20	363	70,0	39,0	—	377
3,25	352	69,0	38,0	—	361
3,30	341	69,0	37,0	—	351
3,35	331	68,0	36,0	—	342
3,40	321	68,0	35,0	—	328

Таблица записей результатов испытания

№ п/п	Марка материала	Нагрузка на шарикР (Н)	Время выдержки (с)	Диаметр шарика D	Диаметр отпечатка (мм)				Твердость по Бринеллю НВ МПа	Предел прочности
					d 1	d 2	d 3	d ср		

**Критерии оценки за практическую работу:**

**Отметка "5"**

Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки.

Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

**Отметка "4"**

Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Используются указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

**Отметка "3"**

Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.

**Отметка "2"**

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

основная литература:

1. Сироткин, О. С., Основы материаловедения: учебное пособие / О. С. Сироткин. — Москва :КноРус, 2023. — 259 с. — ISBN 978-5-406-11407-0. — URL: <https://book.ru/book/949198> (дата обращения: 12.04.2023).

2. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения. — 3-е изд.: Учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко эл. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 761 с. — ISBN 978-5-00101-755-4. — URL: <https://book.ru/book/948129> (дата обращения: 12.04.2023).

дополнительная литература:

2.Физические свойства металлов и сплавов. Учебник Автор(ы):Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Липецкий Издательство:Металлургия год:2019

информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://nashol.me/20201003125642/materialovedenie-dlya-tehnicheskikh-kolledjei-vishneveckii-u-t-2006.html>
2. <https://urait.ru/bcode/512209>

## Практическая работа №2

**Раздел: Основные сведения о строении, структуре, свойствах металлов и сплавов**

**Тема: 2** Анализ превращений в железоуглеродистых сплавах по диаграмме Fe-Fe<sub>3</sub>C (железо-цементит).

**Количество часов: 2**

**Цели:** научиться распознавать микроструктуры углеродистых сталей, определять примерное содержание углерода в сталях и чугунах.

**Задачи:**

1. Рассмотреть и изучить диаграмму железо-цементит.
2. Прочитать задание и заполнить таблицу.
3. Ответить на контрольные вопросы.

**Теоретическая часть:**

Диаграммы состояния в графической форме показывают фазовый состав и структуру сплавов в зависимости от их концентрации и температуры. Для построения диаграмм состояния используют термический анализ, разработанный Н.С. Курнаковым. Экспериментально получают кривые охлаждения сплавов разного состава и по их перегибам или остановкам, связанных с тепловыми эффектами превращений, определяют температуру соответствующих превращений. Эта температура называется критической температурой или критической точкой. С построенных кривых охлаждения сплавов их критические точки переносятся в координаты «температура – концентрация» и соединяются линиями. Следовательно, линии диаграммы состояния сплавов любой системы – это совокупность критических точек этих сплавов. Рассмотрение диаграмм состояния позволяет определить фазовые превращения в условиях очень медленного охлаждения или нагрева.

*Фаза* – однородная часть системы, отделенная от других частей системы (фаз) поверхностью раздела, при переходе через которую структура и свойства вещества изменяется скачком.

*Структура (строение)* сплава характеризуется по таким параметрам как количество, размер, форма, распределение, взаимное расположение отдельных фаз и структурных составляющих.

*Структурная составляющая* – это однородная часть строения, образовавшаяся в результате первичной или вторичной кристаллизации сплава, как из жидкого, так и из твердого раствора. Структурная составляющая может состоять из одной или нескольких фаз.

**Диаграммой состояния** называется графическое изображение на плоскости или в пространстве, позволяющее характеризовать все сплавы определенной системы при любых температуре и концентрации. Диаграмма состояния сплавов системы, компонентами которой являются железо и цементит, (в упрощенном виде) представлена на Рисунке 1.

Сплавы с содержанием до 2,14 % углерода называются **сталями**, а более 2,14 % – **белыми чугунами**, так как излом слитка этих чугунов блестящий кристаллический (белый).

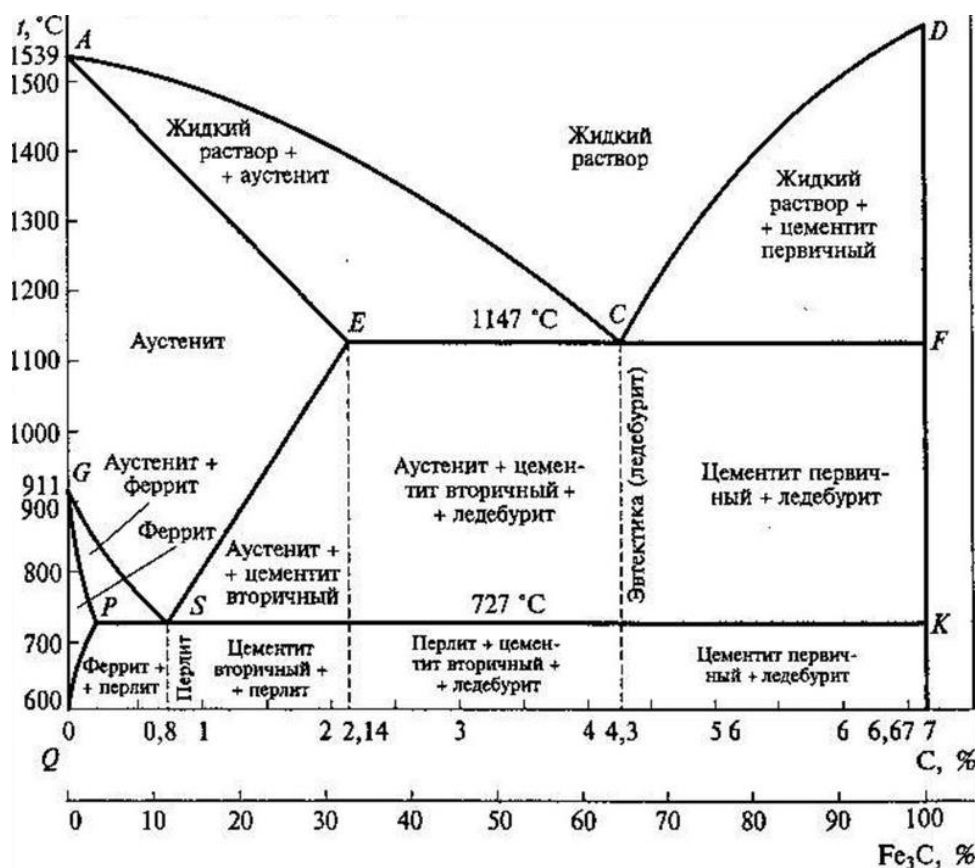


Рисунок 1 - Диаграмма состояния железо-цементит

Компоненты – железо и цементит (углерод).

**Железо.** Температура плавления железа  $1539^{\circ}\text{C}$  (точка А диаграммы). В твердом состоянии может находиться в двух полиморфных модификациях: до  $910^{\circ}\text{C}$  (точка G) –  $\alpha$  (ОЦК-решетка) и в интервале температур от  $910$  до  $1392^{\circ}\text{C}$  –  $\gamma$  (ГЦК-решетка). Мягкое (НВ 800 МПа), пластичное ( $\delta = 50\%$ ), прочность невысокая ( $\sigma_{\text{в.}} = 245$  МПа).

**Углерод** (в железоуглеродистых сплавах – **графит**) имеет гексагональную кристаллическую решетку, низкую прочность, мягок, электропроводен, химически стоек. При содержании углерода в сплаве  $6,67\%$  образует с железом химическое соединение – цементит.

**Цементит (Ц)** – химическое соединение железа с углеродом (карбид железа  $\text{Fe}_3\text{C}$ ). Содержание углерода –  $6,67\%$ . Температура плавления –  $1250-1550^{\circ}\text{C}$ . (точка D диаграммы) Цементит имеет очень высокую твердость (HV > 8000 МПа), но низкую, практически нулевую пластичность. При высоких температурах он неустойчив и может распадаться с выделением графита.

Эти компоненты при взаимодействии образуют четыре фазы и две структурных составляющих.

Фазы: жидкий раствор углерода в железе, феррит, аустенит и цементит.

**Жидкая фаза (Ж).** В жидком состоянии железо хорошо растворяет углерод, образуя с ним жидкий раствор. Область жидкого раствора на диаграмме расположена выше линии ACD, которая получила название *ликвидус*. Все точки этой линии соответствуют критическим точкам (температуре) начала первичной кристаллизации при охлаждении всех сплавов этой системы. Первичная кристаллизация идет в интервале температуры и заканчивается на линии AECF – линии *солидус*, ниже которой все сплавы данной системы находятся в твердом кристаллическом состоянии.

**Феррит (Ф)** – твердый раствор внедрения углерода и других элементов в альфа-железе. Растворимость углерода в феррите очень мала и зависит от температуры: от  $0,006$  при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  (точка Q) до  $0,020\%$  при  $727^{\circ}\text{C}$  (точка P). Линия PQ диаграммы –



линия предельной растворимости (предельной концентрации по температуре) углерода в феррите. При температуре ниже этой линии начинается выделение цементита третичного (Ц<sub>т</sub>) из феррита, обусловленное снижением растворимости углерода в феррите (старение феррита). Этот цементит, располагаясь по границам зёрен феррита, снижает пластичность сплава и способность его к холодной пластической деформации. Феррит имеет низкие прочность ( $\sigma_{\text{в}}$  – 250 МПа) и твердость (НВ 800-900 МПа), высокую пластичность ( $\delta = 50\%$ ,  $\psi = 80\%$ ). Однофазная ферритная область диаграммы – QPG.

**Аустенит (А)** – твердый раствор внедрения углерода и других элементов в гамма-железе. Растворимость углерода в аустените при температуре 727°С (точка S) – 0,8 %, при температуре 1147°С (точка E) – 2,14 %. Линия SE диаграммы – линия предельной растворимости (предельной концентрации по температуре) углерода в аустените. В железоуглеродистых сплавах существует только при температуре выше 727°С. Однофазная аустенитная область диаграммы – AESG. Мягкий и пластичный, прочность не высокая.

Структурные составляющие: ледебурит и перлит.

**Ледебурит (Л)** – сплав – механическая смесь (эвтектика) кристаллов двух фаз: аустенита и цементита первичного (Ц<sub>п</sub>). Он кристаллизуется из жидкого раствора с содержанием углерода 4,3 % при 1147°С. Точка C диаграммы, соответствующая этим значениям температуры и концентрации, называется эвтектической точкой, а линия ECF – эвтектической линией, на которой сплавы при содержании углерода более 2,14 % – белые чугуны заканчивают первичную кристаллизацию образованием ледебурита. Ледебурит обладает высокой твердостью (HV >7000 МПа) и хрупкостью.

**Перлит (П)** – сплав – механическая смесь (эвтектоид) кристаллов двух фаз: феррита и цементита вторичного (Ц<sub>в</sub>). Он кристаллизуется из аустенита (твердого раствора) с содержанием углерода 0,8 % при 727°С. Точка S диаграммы, соответствующая этим значениям температуры и концентрации, называется эвтектоидной точкой, а линия PSK – эвтектоидной линией или линией перлитного превращения, на которой все сплавы данной системы заканчивают свою вторичную кристаллизацию (перекристаллизацию) образованием перлита. В зависимости от формы зерен цементита вторичного (перлит может быть пластинчатым и зернистым) и их размера характеристики его механических свойств изменяются в пределах:  $\sigma_{\text{в}} = 650 - 850$  МПа,  $\delta = 9 - 25\%$ , НВ 1600 – 2300 МПа.

#### Порядок выполнения работы:

1. Пользуясь диаграммой состояния (обозначая линии построения цветными карандашами или пастой) определить температуры перехода в полностью жидкое и полностью твердое состояния для системы Fe-C с указанным по варианту содержанием углерода. Результаты записать.

2. Определить фазовый состав системы Fe - C в равновесном (отожженном) состоянии с заданным содержанием углерода при комнатной и указанной по варианту температурах. Графические построения и ход расчета, а также полученные результаты должны быть отражены в отчете по работе.

**Задания по вариантам. Решить задачи по диаграмме состояния при данных условиях:**

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
а) Содерж. С, %	0,2	0,6	0,8	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,6	4,0	4,3	5,0	6,0
б) Содерж. С, %	6,5	4,5	2,5	1,5	4,0	3,5	3,0	2,0	5,5	4,8	5,0	2,0	6,0	3,6	1,5
температура, °С	1050	1000	850	750	1100	950	750	1000	800	900	850	750	900	1050	900

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое диаграмма состояния?
2. Что такое фазовые превращения и чем они обусловлены?
3. Границы содержания углерода для сталей и чугунов.

4. Состав и структура отдельных фаз в диаграмме состояния "железо-углерод": феррита, аустенита, цементита, перлита и ледебурита.
5. Почему диаграмма состояния "железо-углерод" ограничивается по оси абсцисс содержанием углерода 6,67%?
6. В каком качестве находится углерод в различных структурных составляющих железных сплавов?
7. Что называется ферритом, аустенитом, цементитом?
8. Какие структурные особенности характерны для перлита и ледебурита?
9. Какая структурная составляющая присутствует во всех сталях?
10. Какая структурная составляющая присутствует во всех белых чугунах?
11. Как увеличение содержания углерода влияет на свойства сталей и чугунов?
12. Что такое ледебурит и перлит, какой их состав и как эти структурные составляющие выглядят под микроскопом?
13. Как классифицируют углеродистые стали и белые чугуны по структуре?
14. Какие механические свойства феррита, цементита, перлита, ледебурита?
15. Какую структуру имеет доэвтектоидная и заэвтектоидная стали?
16. Какую структуру имеет доэвтекктический и заэвтекктический белый чугун?
17. Какие сплавы называются сталями, чугунами?
18. Определите по фотографии микроструктуры название сплава и примерное содержание углерода в нем.

**Критерии оценивания:**

**Отметка "5"**

Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки.

Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

**Отметка "4"**

Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Используются указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

**Отметка "3"**

Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.

**Отметка "2"**

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

основная литература:

1. Сироткин, О. С., Основы материаловедения: учебное пособие / О. С. Сироткин. — Москва :КноРус, 2023. — 259 с. — ISBN 978-5-406-11407-0. — URL: <https://book.ru/book/949198> (дата обращения: 12.04.2023).

2. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения. — 3-е изд.: Учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко эл. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 761 с. — ISBN 978-5-00101-755-4. — URL: <https://book.ru/book/948129> (дата обращения: 12.04.2023).

дополнительная литература:

2.Физические свойства металлов и сплавов. Учебник Автор(ы):Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Липецкий Издательство:Металлургия год:2019

информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://nashol.me/20201003125642/materialovedenie-dlya-tehnicheskikh-kolledjei-vishneveckii-u-t-2006.html>

2. <https://urait.ru/bcode/512209>

### Практическая работа №3

**Раздел: Основные сведения о строении, структуре, свойствах металлов и сплавов**

**Тема 1.4 Железоуглеродистые сплавы «Расшифровка марок сталей»»**

**Количество часов: 2**

**Цели:** Научиться расшифровывать марки сталей и изучить классификацию сталей

**Задачи:**

1. Изучить классификацию сталей.
2. Занести ее в тетрадь.
3. Расшифровать марки.
4. Ответить на контрольные вопросы.

**Теоретическая часть:**

Сталь — это сплав железа с углеродом (до 2% углерода). По химическому составу сталь разделяют на: углеродистую и легированную;

# Классификации сталей



Так же стали классифицируются по **структурному классу** и **назначению** (см. далее)

Сталь углеродистую обыкновенного качества подразделяют на три группы:

- А — поставляемую по механическим свойствам и применяемую в основном тогда, когда изделия из нее подвергают горячей обработке (сварка, ковка и др.), которая может изменить регламентируемые механические свойства (Ст0, Ст1 и др.);
- Б — поставляемую по химическому составу и применяемую для деталей, подвергаемых такой обработке, при которой механические свойства меняются, а уровень их, кроме условий обработки, определяется химическим составом (БСт0, БСт1 и др.);
- В — поставляемую по механическим свойствам и химическому составу для деталей, подвергаемых сварке (ВСт1, ВСт2 и др.).

Сталь углеродистую обыкновенного качества изготовляют следующих марок: Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Стбпс, Стбсп.

Буквы Ст обозначают «Сталь», цифры — условный номер марки в зависимости от химического состава, буквы «кп», «пс», «сп» — степень раскисления «кп» — кипящая, «пс» — полуспокойная, «сп» — спокойная).

Сталь углеродистая качественная конструкционная по видам обработки при поставке делится на:

- горячекатаную и кованую;
- калиброванную;
- круглую со специальной отделкой поверхности, серебрянку.

Легированную сталь по степени легирования разделяют:

- низколегированная (легирующих элементов до 2,5%);
- среднелегированная (от 2,5 до 10%);
- высоколегированная (от 10 до 50%).

В зависимости от основных легирующих элементов различают сталь 14 групп.

**К высоколегированным относят:**

- коррозионностойкие (нержавеющие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против электрохимической и химической коррозии; межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением и др.;
- жаростойкие (окалиностойкие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против химического разрушения в газовых средах при температуре выше 50 °С, работающие в ненагруженном и слабонагруженном состоянии;
- жаропрочные стали и сплавы, работающие в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной жаростойкостью.

**Сталь легированную конструкционную в зависимости от химического состава и свойств делят:**

- качественная;
- высококачественная А;
- особо высококачественную Ш (электрошлакового переплава).

По видам обработки при поставке различают сталь:

- горячекатаная;
- кованая;
- калиброванная;
- серебрянка.

**По назначению изготавливают прокат:**

- для горячей обработки давлением и холодного волочения (подкат);
- для холодной механической обработки.

Углеродистую качественную сталь выпускают в соответствии с ГОСТ 1060—74. Сталь имеет пониженное содержание серы. Допустимое отклонение по углероду (0,03—0,04%). Стали с содержанием углерода до 0,20%, включительно, могут быть кипящими (кп), полуспокойными (пс) и спокойными (сп). Остальные стали — только спокойные.

Для последующих спокойных сталей после цифр, буквы «сп» не ставят.

Углеродистые стали в соответствии с ОСТ 14-1-142—84 подразделяются на три подкласса:

- низкоуглеродистые с содержанием углерода до 0,25%;
- среднеуглеродистые с содержанием углерода (0,25—0,60%);
- высокоуглеродистые с содержанием углерода более 0,60%.

## Обозначение химических элементов в марках сталей

Элемент	Условное обозначение	
	в таблице Менделеева	в марке стали
Марганец	Mn	Г
Кремний	Si	С
Хром	Cr	Х
Никель	Ni	Н
Молибден	Mo	М
Вольфрам	W	В
Селен	Se	Е
Алюминий	Al	Ю
Титан	Ti	Т
Ниобий	Nb	Б
Ванадий	V	Ф
Кобальт	Co	К
Медь	Cu	А
Бор	B	Р
Цирконий	Zr	Ц

### Порядок выполнения работы:

1. Расшифровать марки сталей
2. Записать в таблицу

№п/п	Марка стали	Расшифровка
1	20X13,	
2	08X13,	
3	12X13,	
4	25X13H2	
5	04X18H10,	
6	03X18H11	
7	P6M5Ф3K8-МП	
8	ЭИ703 ХН38ВТ	
9	У 10А	
10	ШХ20СГ	

### Критерии оценивания:

#### Отметка "5"

Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки.

Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

**Отметка "4"**

Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Используются указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

**Отметка "3"**

Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.

**Отметка "2"**

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

Основная литература:

1. Сироткин, О. С., Основы материаловедения: учебное пособие / О. С. Сироткин. — Москва :КноРус, 2023. — 259 с. — ISBN 978-5-406-11407-0. — URL: <https://book.ru/book/949198>.

2. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения. — 3-е изд.: Учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко эл. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 761 с. — ISBN 978-5-00101-755-4. — URL: <https://book.ru/book/948129>.

Дополнительная литература:

2.Физические свойства металлов и сплавов. Учебник Автор(ы):Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Липецкий Издательство:Металлургия год:2019

информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://nashol.me/20201003125642/materialovedenie-dlya-tehnicheskikh-kolledjei-vishneveckii-u-t-2006.html>

2. <https://urait.ru/bcode/512209>

## Практическая работа №4

Расшифровка марок цветных металлов и их сплавов

**Раздел:** Цветные металлы и их сплавы

**Тема:** Марки сплавов и применение в производстве

**Количество часов: 2**

**Цели:**

1. ознакомление студентов с маркировкой и областью применения цветных металлов – меди и сплавов на ее основе: латуней и бронз;
2. формирование умения расшифровки маркировки латуней и бронз.
3. ознакомление студентов с маркировкой и областью применения цветных металлов – алюминия и сплавов на его основе;

**Задачи:**

1. изучить особенностей применения алюминиевых и медных сплавов в зависимости от их состава.

### **Теоретическая часть:**

#### **Латуни**

Латуни могут иметь в своем составе до 45 % цинка. Повышение содержания цинка до 45 % приводит к увеличению предела прочности до 450 МПа. Максимальная пластичность имеет место при содержании цинка около 37 %.

По способу изготовления изделий различают латуни деформируемые и литейные.

Деформируемые латуни маркируются буквой Л, за которой следует число, показывающее содержание меди в процентах, например в латуни Л62 содержится 62 % меди и 38 % цинка. Если кроме меди и цинка, имеются другие элементы, то ставятся их начальные буквы (О - олово, С - свинец, Ж - железо, Ф - фосфор, Мц - марганец, А - алюминий, Ц - цинк).

Количество этих элементов обозначается соответствующими цифрами после числа, показывающего содержание меди, например, сплав ЛАЖ60-1-1 содержит 60 % меди, 1 % алюминия, 1 % железа и 38 % цинка.

Латуни имеют хорошую коррозионную стойкость, которую можно повысить дополнительно присадкой олова. Латунь ЛО70 -1 стойка против коррозии в морской воде и называется "морской латунью". Добавка никеля и железа повышает механическую прочность до 550 МПа.

Литейные латуни также маркируются буквой Л, После буквенного обозначения основного легирующего элемента (цинк) и каждого последующего ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Например, латунь ЛЦ23А6Ж3Мц2 содержит 23 % цинка, 6 % алюминия, 3 % железа, 2 % марганца. Наилучшей жидкотекучестью обладает латунь марки ЛЦ16К4. К литейным латуням относятся латуни типа ЛС, ЛК, ЛА, ЛАЖ, ЛАЖМц. Литейные латуни не склонны к ликвации, имеют сосредоточенную усадку, отливки получаются с высокой плотностью.

Латуни являются хорошим материалом для конструкций, работающих при отрицательных температурах.

#### **Бронзы**

Сплавы меди с другими элементами кроме цинка называются бронзами. Бронзы подразделяются на деформируемые и литейные.

При маркировке деформируемых бронз на первом месте ставятся буквы Бр, затем буквы, указывающие, какие элементы, кроме меди, входят в состав сплава. После букв идут цифры, показывающие содержание компонентов в сплаве. Например, марка БрОФ10-1 означает, что в бронзу входит 10 % олова, 1 % фосфора, остальное - медь.

Маркировка литейных бронз также начинается с букв Бр, затем указываются буквенные обозначения легирующих элементов и ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Например, бронза БрО3Ц12С5 содержит 3 % олова, 12 % цинка, 5 % свинца, остальное - медь.

#### **Оловянные бронзы**

При сплавлении меди с оловом образуются твердые растворы. Эти сплавы очень склонны к ликвации из-за большого температурного интервала кристаллизации. Благодаря ликвации сплавы с содержанием олова выше 5 % являются благоприятными для деталей типа подшипников скольжения: мягкая фаза обеспечивает хорошую прирабатываемость, твердые частицы создают износостойкость. Поэтому оловянные бронзы являются хорошими антифрикционными материалами.

Оловянные бронзы имеют низкую объемную усадку (около 0,8 %), поэтому используются в художественном литье. Наличие фосфора обеспечивает хорошую жидкотекучесть. Оловянные бронзы подразделяются на деформируемые и литейные.



В деформируемых бронзах содержание олова не должно превышать 6%, для обеспечения необходимой пластичности, БрОФ6,5-0,15. В зависимости от состава деформируемые бронзы отличаются высокими механическими, антикоррозионными, антифрикционными и упругими свойствами, и используются в различных отраслях промышленности. Из этих сплавов изготавливают прутки, трубы, ленту, проволоку.

### Порядок выполнения работы:

#### Задание 1.

1. Запишите название и цель работы.

2. Заполните таблицу:

Название сплава	Его определение	Основные свойства сплава	Пример маркировки	Расшифровка марки	Область применения

#### Задание 2

Принцип маркировки алюминиевых сплавов. В начале указывается тип сплава: Д - сплавы типа дюралюминов; А - технический алюминий; АК - ковкие алюминиевые сплавы; В - высокопрочные сплавы; АЛ - литейные сплавы.

Далее указывается условный номер сплава. За условным номером следует обозначение, характеризующее состояние сплава: М - мягкий (отожженный); Т - термически обработанный (закалка плюс старение); Н - нагартованный; П - полунагартованный.

По технологическим свойствам сплавы подразделяются на три группы: деформируемые сплавы, не упрочняемые термической обработкой; деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой; литейные сплавы. Методами порошковой металлургии изготавливают спеченные алюминиевые сплавы (САС) и спеченные алюминиевые порошковые сплавы (САП).

Деформируемые литейные сплавы, не упрочняемые термической обработкой.

Прочность алюминия можно повысить легированием. В сплавы, не упрочняемые термической обработкой, вводят марганец или магний. Атомы этих элементов существенно повышают его прочность, снижая пластичность. Обозначаются сплавы: с марганцем - АМц, с магнием - АМг; после обозначения элемента указывается его содержание (АМгЗ).

Магний действует только как упрочнитель, марганец упрочняет и повышает коррозионную стойкость. Прочность сплавов повышается только в результате деформации в холодном состоянии. Чем больше степень деформации, тем значительно растет прочность и снижается пластичность. В зависимости от степени упрочнения различают сплавы нагартованные и полунагартованные (АМгЗП).

Эти сплавы применяют для изготовления различных сварных емкостей для горючего, азотной и других кислот, мало- и средненагруженных конструкций. Деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой.

К таким сплавам относятся дюралюмины (сложные сплавы систем алюминий - медь - магний или алюминий - медь - магний - цинк). Они имеют пониженную коррозионную стойкость, для повышения которой вводится марганец. Дюралюмины обычно подвергаются закалке температуры 500°C и естественному старению, которому предшествует двух-, трехчасовой инкубационный период. Максимальная прочность достигается через 4.5 суток.

Широкое применение дюралюмины находят в авиастроении, автомобилестроении, строительстве.

Высокопрочными стареющими сплавами являются сплавы, которые кроме меди и магния содержат цинк. Сплавы В95, В96 имеют предел прочности около 650 МПа. Основным потребителем - авиастроение (обшивка, стрингеры, лонжероны).

Ковочные алюминиевые сплавы АК, АК8 применяются для изготовления поковок. Поковки изготавливаются при температуре 380-450°C, подвергаются закалке от температуры 500-560°C и старению при 150-165°C в течение 6 часов.

В состав алюминиевых сплавов дополнительно вводят никель, железо, титан, которые повышают температуру рекристаллизации и жаропрочность до 300°C.

Изготавливают поршни, лопатки и диски осевых компрессоров, турбореактивных двигателей.

### **Литейные сплавы**

К литейным сплавам относятся сплавы системы алюминий - кремний (силумины), содержащие 10-13 % кремния. Присутствие магния, меди способствует эффекту упрочнения литейных сплавов при старении. Титан и цирконий измельчают зерно. Марганец повышает антикоррозионные свойства. Никель и железо повышают жаропрочность.

Литейные сплавы маркируются от АЛ2 до АЛ20. Силумины широко применяют для изготовления литых деталей приборов и других средне- и малонагруженных деталей, в том числе тонкостенных отливок сложной формы.

#### **Ход работы:**

#### **Задание для практической работы:**

№п/п	Металл	Плотность	Цвет	Температура плавления	Свойства	Сплавы на их основе	Применение
1							
2							
3							
4							

### **Порядок выполнения отчета по практической работе**

1. Изучить теоретический материал
2. Заполнить таблицу
3. Составить отчет
4. Ответить на контрольные вопросы

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите свойства меди
2. Приведите примеры применения меди и медных сплавов в промышленности
3. Маркировка титана и его сплавов, приведите примеры
4. Что такое баббит
5. Примеры применения баббитов

### **Оформить работу на формате А4**

### **Критерии оценки за практическую работу:**

#### **Отметка "5"**

Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки.

Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

#### **Отметка "4"**

Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Используются указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

#### **Отметка "3"**

Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.

#### **Отметка "2"**

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

основная литература:

1. Сироткин, О. С., Основы материаловедения: учебное пособие / О. С. Сироткин. — Москва :КноРус, 2023. — 259 с. — ISBN 978-5-406-11407-0. — URL: <https://book.ru/book/949198>

2. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения. — 3-е изд.: Учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко эл. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 761 с. — ISBN 978-5-00101-755-4. — URL: <https://book.ru/book/948129>

дополнительная литература:

1.Физические свойства металлов и сплавов. Учебник Автор(ы):Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Липецкий Издательство:Металлургия год:2019

информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://nashol.me/20201003125642/materialovedenie-dlya-tehnicheskikh-kolledjei-vishneveckii-u-t-2006.html>

2. <https://urait.ru/bcode/512209>

## **Практическая работа №5 Расшифровка марок абразивных кругов**

**Раздел 5:** Неметаллические конструкционные материалы. Смазочно-охлаждающие жидкости.

**Тема 1.5:** Неметаллические конструкционные материалы. Смазочно-охлаждающие жидкости

**Количество часов: 2****Цели:** Изучить типы и маркировку абразивных кругов**Задачи:**

1. Выполнить задания и оформить в тетради
2. Научиться пользоваться справочной литературой

**Теоретическая часть:**

Шлифовальные круги характеризуются геометрической формой (типом), видом абразивного материала, его зернистостью, типом связки, твердостью и пр. И при выборе шлифовального круга такие характеристики как степень твердости или структура могут оказаться более значимыми, чем вид абразива.

Полная маркировка шлифовальных кругов содержит:

- тип круга;
- его размеры;
- вид абразивного материала;
- номер зернистости;
- степень твердости;
- структуру (соотношение между абразивом, связкой и порами в теле инструмента);
- вид связки;
- максимальную скорость;
- класс точности;
- класс неуравновешенности.

Наиболее часто используемыми абразивными материалами для шлифовальных кругов являются: электрокорунд, карбид кремния, эльбор, алмаз.

**Электрокорунд** выпускается следующих марок: белый - 22А, 23А, 24А, 25А (чем больше число, тем выше качество);

нормальный - 12А, 13А, 14А, 15А, 16А;

хромистый - 32А, 33А, 34А;

титанистый - 37А;

циркониевый - 38А и другие.

**Карбид кремния.** Выпускается две разновидности карбида кремния:

черный - 52С, 53С, 54С, 55С и

зеленый - 62С, 63С, 64С, отличающиеся друг от друга некоторыми механическими свойствами и цветом.

Карбид зеленый по сравнению с карбидом черным более хрупок.

**Алмаз** широко используется для изготовления алмазных шлифовальных кругов, применяемых для доводки и заточки твердосплавного инструмента, обработки деталей из твердых сплавов, оптического стекла, керамики и пр. Он используется также для правки шлифовальных кругов из других абразивных материалов. При нагревании на воздухе до 800°С алмаз начинает сгорать.

**Эльбор** (КНБ, СBN, боразон, кубонит) представляет собой кубическую модификацию нитрида бора. Имея такую же твердость, как алмаз, он значительно превосходит последний в термостойкости.

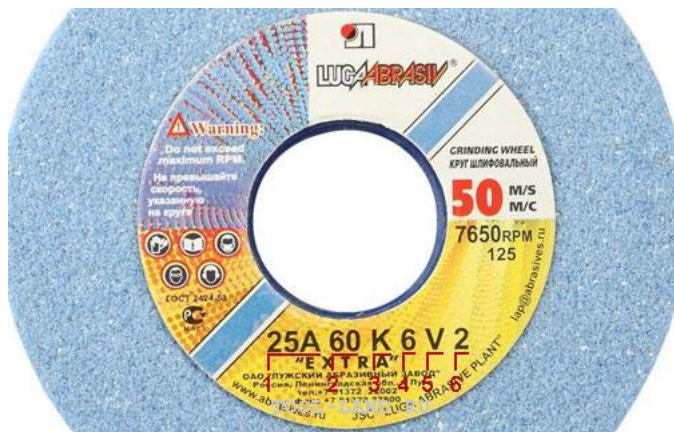
При изготовлении шлифовальных кругов, абразивные зерна скрепляются с основой и друг другом при помощи связки. Наиболее широко применяемые связки: керамическая, бакелитовая и вулканитовая.

**Керамическая связка** изготавливается из неорганических веществ - глины, кварца, полевого шпата и ряда других путем их измельчения и смешивания в определенных пропорциях. Маркировка шлифовальных кругов с керамической связкой содержит букву (V). Старое обозначение - (К) Керамическая связка придает абразивному инструменту

жесткость, теплостойкость, устойчивость формы, но одновременно и повышенную хрупкость, вследствие чего круги с керамической связкой нежелательно применять при ударной нагрузке, например при обдирочном шлифовании.

**Бакелитовая связка** в основном состоит из искусственной смолы - бакелита. Маркировка кругов с бакелитом имеет в обозначении латинскую букву (В). Старое обозначение - (Б). В сравнении с керамической, бакелитовая связка обладает большей упругостью и эластичностью, меньше нагревает обрабатываемый металл, однако имеет меньшую химическую и температурную стойкость, худшую кромкостойкость. Бакелитовая связка может быть с упрочняющими элементами (BF, старое обозначение - БУ), с графитовым наполнителем (B4, старое обозначение - Б4).

**Вулканитовая связка** - это подвергнутый вулканизации синтетический каучук. Маркировка абразивного круга имеет букву (R). Старое обозначение - (В).



5 - связка: V - керамическая;  
6 - класс неуравновешенности: 2

Маркировка шлифовального круга

- 1 - абразивный материал: 25А - электрокорунд белый;
- 2 - зернистость (старая маркировка): 60 (по ГОСТу должно быть 63) - 800-630 мкм;
- 3 - твердость: К - среднемягкий;
- 4 - структура: 6 - средняя;



7 - класс неуравновешенности: 3

Обозначение шлифовального круга

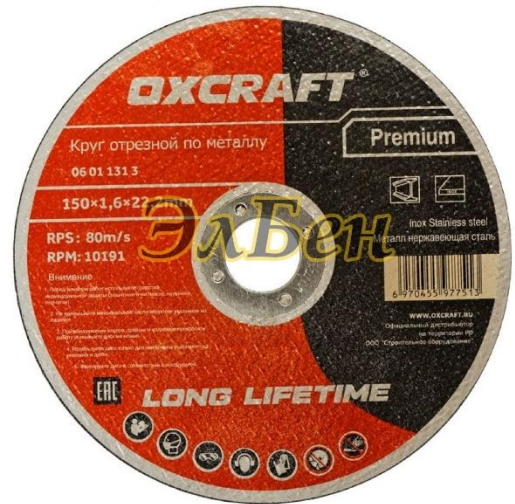
- 1 - абразивный материал: 25А - электрокорунд белый;
- 2 - зернистость (старая маркировка): 25 - 315-250 мкм;
- 3 - твердость (старая маркировка): CM2 - среднемягкий;
- 4 - структура: 6 - средняя;
- 5 - связка (старая маркировка): К - керамическая;
- 6 - класс точности: Б

### Порядок выполнения работы:

**Задание:** внимательно изучите теоретическую часть, прочитайте задание и заполните таблицу (пример заполнения таблицы). Оформить в тетради.

Тип	Размеры, мм	Абразив	Зернистость	Твердость	Структура	Связка	Скорость, м/с	Класс точности	Класс неуравновешенности
1	150x16x32	25А	F46	L	6	V	35	Б	3





www.sima-land.ru



### Контрольные вопросы:

1. Какие марки материалов для абразивных кругов получили наиболее широкое применение?
2. Назовите достоинства, недостатки и области применения сверхтвердых абразивных материалов.
3. Что такое зернистость? Как ее определить?
4. Назовите связки для абразивного инструмента.
5. Дайте определение твердости, структуры круга и раскройте их влияние на процесс шлифования.
6. Что означает «засаливание» круга?
7. В чем суть процесса самозатачивания шлифовального круга?
8. Какова роль правки круга и выбора режимов резания в работоспособности и достижении высокого качества шлифованных поверхностей?
9. Каковы силы резания и мощность при шлифовании.
10. Охарактеризуйте область возможного применения различных видов шлифования и их элементы режима резания.

11. Расшифруйте марку шлифовального круга: ПП 500х50х305 24А 10П С2 7 К5 35м/с 1 кл.А.

### **Критерии оценки за практическую работу:**

#### **Отметка "5"**

Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки.

Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

#### **Отметка "4"**

Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Используются указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

#### **Отметка "3"**

Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.

#### **Отметка "2"**

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

Основная литература:

1. Сироткин, О. С., Основы материаловедения: учебное пособие / О. С. Сироткин. — Москва :КноРус, 2023. — 259 с. — ISBN 978-5-406-11407-0. — URL: <https://book.ru/book/949198>

2. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения. — 3-е изд.: Учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко эл. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 761 с. — ISBN 978-5-00101-755-4. — URL: <https://book.ru/book/948129>

Дополнительная литература:

ГОСТ 24747-90. Инструмент алмазный и эльборовый. Обозначение форм и размеров. М.: 1990, 16 с. 4. ГОСТ 3647-80. Классификация. Зернистость и зерновой состав. Методы контроля. М.: 2004, 18 с. 5. ГОСТ Р 52381-2005. Материалы абразивные. Зернистость и зерновой состав шлифовальных порошков. Контроль зернового состава. М.: 2006, 11 с. 6. ГОСТ 9206-80. Порошки алмазные технические условия. М.: 1989, 15 с. 7. ГОСТ 19202-80. Инструмент абразивный. Измерение твердости методом вдавливания шарика. М.: 1980, 7 с. 8. ГОСТ Р 52587-2006 . Инструмент абразивный. Обозначения и методы измерения твердости. М.: 2007, 10 с.

Информационно-справочные и поисковые системы

<https://studfile.net/preview/16569304/page:54/>



## Список источников и литературы

### Основные источники:

1. Сироткин, О. С., Основы материаловедения: учебное пособие / О. С. Сироткин. — Москва: КноРус, 2023. — 259 с. — ISBN 978-5-406-11407-0. — URL: <https://book.ru/book/949198>
2. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения. — 3-е изд. Учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко эл. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 761 с. — ISBN 978-5-00101-755-4. — URL: <https://book.ru/book/948129>
3. 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, 2023. — 329 с. — (Профессиональное образование).
4. Марочник сталей и сплавов Автор(ы): В.Г. Сорокин  
Издательство:Машиностроение Год:2018

### Дополнительные источники:

1. Справочник по конструкционным материалам: Справочник  
Автор(ы):Б.Н. Арзамасов, Т.В. Соловьева, С.А. Герасимов Издательство:МГТУ им. Н.Э. Баумана Год:2005
2. Физические свойства металлов и сплавов. Учебник Автор(ы):Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Липецкий Издательство:Металлургия год:2019
3. Композиционные материалы. Справочник Автор(ы):В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин, Н.А. Алфутов, А.И. Бейль, В.А. Бунаков, И.А. Дымков, А.Ф. Ермоленко, И.Г. Жигун, П.А. Зиновьев, Т.Я. Кинцис, В.В. Клейменов, А.А. Круклиньш, А.А. Кульков, В.Ф. Мануйлов, Б.Г. Попов, Г.Г. Портнов, О.С. Сироткин, Издательство:Машиностроение Год:1990

### Интернет-ресурсы:

1. <https://booktech.ru/books/materialowedenie/materialovedenie>
2. <https://nashol.me/20201003125642/materialovedenie-dlya-tehnicheskikh-kolledjei-vishneveckii-u-t-2006.html>
3. <https://urait.ru/bcode/512209>