

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пономарева Светлана Викторовна  
Должность: Проректор по УР и НО  
Дата подписания: 21.09.2023 22:24:33  
Уникальный программный ключ:  
bb52f959411e64617366ef2977b97e87139b1a2d



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)**

Авиационно-технологический колледж

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Авиационно-  
технологического колледжа  
\_\_\_\_\_ В.А.Зибров  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

**Методические указания**  
**по освоению дисциплины**  
**ОП.04 Материаловедение**  
**образовательной программы**  
**по специальности среднего профессионального образования**  
**23.02.05 Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики (по видам транспорта,**  
**за исключением водного)**

Рассмотрены и рекомендованы для  
использования в учебном процессе  
на заседание цикловой комиссии  
Протокол № 5 от 15.03.2023г.

Составители:

Преподаватель

Авиационно-технологического колледжа \_\_\_\_\_

И.А.Золотухина

## Содержание

1 Общие положения	3
2 Методические рекомендации при работе над конспектом лекций	3
3. Методические рекомендации при подготовке к практическим занятиям	3
4 Методические рекомендации при подготовке к лабораторным занятиям	15
5 Методические рекомендации для самостоятельной работы	33
6 Рекомендуемая литература	37

## **1. Методические указания по изучению дисциплины**

Дисциплина «Материаловедение» изучается на 2 курсе в течение одного семестра. В процессе изучения дисциплины используются различные виды занятий: лекции, практические и самостоятельные (индивидуальные) занятия. На первом занятии по данной дисциплине необходимо ознакомить обучающихся с требованиями к ее изучению.

В процессе проведения занятий используются следующие образовательные технологии:

- технология дифференцированного обучения;
- технология проблемного обучения;
- технология рефлексивного обучения;
- информационно-коммуникационные технологии и т.д

## **2 Методические рекомендации при работе над конспектом лекций**

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. На лекциях рассматривается теоретический материал по основным вопросам экологии, природоохраны, ресурсосбережения, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям.

***При работе с конспектом лекций:***

1. Внимательно прочитайте весь конспект.
2. Разберитесь с тем, что означают новые термины, названия, используйте для этого кроме конспекта учебник и словари.
3. Тщательно изучите рисунки, схемы, поясняющие данный текст.
4. На основании изученного материала составьте план ответа по теме.

## **3 Методические рекомендации при подготовке к практическим занятиям**

Методические рекомендации по выполнению заданий практических занятий составлены в соответствии с содержанием рабочей программы по дисциплине ОП.04 - «Материаловедение» для студентов, специальностей технического профиля.

Практические занятия проводятся после изучения соответствующих разделов и тем учебной дисциплины. Для успешного выполнения заданий, студенты могут воспользоваться учебными материалами из списка рекомендуемой литературы.

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков.

### **Требования к оформлению отчета**

Каждый обучающийся после выполнения заданий практических занятий должен представить отчет о проделанной работе, который является формой контроля знаний и умений обучающегося.

Если обучающийся не выполнил практическую работу или часть работы, то он может выполнить работу или оставшуюся часть во внеурочное время, согласованное с преподавателем.

Работа выполняется на листах формата - А4, машинописным текстом с обязательной нумерацией страниц. Титульный лист считается первым, но он не нумеруется.

### **Требования к машинописному тексту:**

- шрифт - TimesNewRoman;
- размер шрифта - 12 или 14мм;
- интервал между строк – 1,5 мм
- выравнивание – по ширине страницы;
- абзацный отступ – 1,25 см.
- размер полей: верхнее поле– 2 см, нижнее – 2 см,
- левое поле – 3 см, правое – 2 см.

**Титульный** лист считается первым, но он не нумеруется (используется особый колонтитул для первого листа),

Нумерация страниц - внизу, в правом углу.

**Отчет по каждому практическому занятию должен содержать:**

- номер практического занятия (например, Практическое занятие № 1);
  - тему занятия;
  - цель занятия;
  - номер выполняемого задания и ответ на него.

Если задание подразумевает отработку практических навыков или сдачу нормативов, то в ответе необходимо указать полученные результаты

Каждый следующий отчет оформляется на новой странице

## Практическая работа №1

### «Построение кривой охлаждения сплава системы железо-углерод по заданным параметрам процентного содержания и температуры».

#### Цель работы.

Ознакомление с принципами построения диаграмм состояния сплавов, изучение диаграммы состояния железо-цементит и превращений в железоуглеродистых сплавах в равновесных условиях.

#### Задание.

Начертите диаграмму состояния сплавов железо-углерод, укажите параметры основных точек, структуру сплава в каждой области. Кратко опишите, что собой представляет феррит, аустенит, цементит, перлит, ледебурит. Опишите, какие процессы произойдут со сплавом с заданным процентом содержания углерода при охлаждении его от 1600° С до 20° С. Какие структуры имеет сплав в точках 1 и 2 и определить процент содержания углерода при температуре соответствующей точке 2 в найденных структурах. Исходные данные взять в таблице согласно Вашему варианту (Таблица 1).

Таблица 1

№ варианта	Содержание углерода, %.	Температура в точке 1, °С	Температура в точке 2, °С	№ варианта	Содержание углерода, %.	Температура в точке 1, °С	Температура в точке 2, °С	№ варианта	Содержание углерода, %.	Температура в точке 1, °С	Температура в точке 2, °С
1	0,3	1400	750	11	1,7	1300	900	21	2,2	1200	800
2	2,7	1100	700	12	1,9	1000	800	22	1,4	1300	900
3	0,5	1300	600	13	1,3	1150	750	23	2,0	1050	650
4	2,5	1100	900	14	0,4	1300	600	24	1,6	1350	750
5	0,7	1200	650	15	2,8	1100	650	25	2,4	1100	650
6	2,3	1300	950	16	0,6	1200	700	26	0,3	1300	550
7	0,9	1150	700	17	2,6	1150	650	27	2,7	1200	650
8	1,5	1350	650	18	1,0	1000	700	28	0,5	1100	750
9	1,1	1220	750	19	1,8	900	550	29	2,5	1300	850
10	2,1	1100	650	20	1,2	1050	650	30	0,8	1500	750

#### Теоретические сведения

Сущность методов построения диаграммы состояния сводится к нахождению критических точек при нагреве или охлаждении металлов и сплавов. Критическими точками называются

температуры, при которых начинаются и/или заканчиваются какие-либо превращения в сплавах. Критические точки определяются при охлаждении сплавов и связаны с изменением скорости охлаждения.

Определив экспериментально критические точки серии сплавов, строят полную диаграмму состояния в координатах "температура – концентрация".

Диаграмма состояния железо-цементит (рис.1) охватывает сплавы, содержащие углерод в количестве от 0 до 6,67 %.

При содержании 6,67 % углерода он образует химическое соединение с железом  $Fe_3C$  – карбид железа, называемый также **цементитом**.

Один из компонентов сплавов, а именно железо – имеет несколько аллотропических модификаций: до 911 °С железо имеет объёмно-центрированную кубическую (ОЦК) кристаллическую решетку с периодом 0,286 нм, в интервале температур 911-1392 °С – гранецентрированную кубическую (ГЦК) кристаллическую решетку, а выше 1392 °С – снова объёмно-центрированную кубическую кристаллическую решетку, но с другим периодом – 0,293 нм. В зависимости от содержания углерода железоуглеродистые сплавы подразделяются на: техническое железо (до 0,02 % С), углеродистые стали (от 0,02 до 2,14 % С) и чугуны (от 2,14 до 6,67 % С).

Стали в свою очередь подразделяются на доэвтектоидные (0,02-0,8 % С), эвтектоидные (0,8 % С), заэвтектоидные (0,8-2,14 % С). Чугуны бывают доэвтектическими (2,14-4,3 %С), эвтектическими (4,30 % С), заэвтектическими (4,30-6,67 % С).

Процессы, происходящие в сплавах при их фазовых превращениях, подчинены общему закону равновесия, который носит название правила фаз или закон Гиббса и выражает зависимость числа степеней свободы системы (вариантность) «С» от количества компонентов «К», фаз «Ф» и внешних переменных факторов «N» в условиях равновесия.

$$C=K-F+N$$

При рассмотрении равновесия в металлических сплавах, находящихся под воздействием атмосферного давления, единственным внешним переменным фактором является температура и поэтому  $N = 1$ . Система железо-цементит является двухкомпонентной, то есть  $K = 2$ . Отсюда следует, что:

$$C=K-F+1=3-F$$

Для построения кривой охлаждения (или нагрева) сплава прежде всего необходимо найти на концентрационной оси диаграммы состояния координату, соответствующую содержанию углерода в сплаве. Затем из найденной точки следует восстановить перпендикуляр до области существования жидкой фазы. Кривая охлаждения (или нагрева) строится справа от диаграммы состояния в

координатах температура (ось абсцисс) - время (ось ординат). Масштаб оси времени произвольный, а масштаб оси температуры такой же, как и на диаграмме состояния.

Во время охлаждения сплава в нем происходят фазовые превращения. Каждое превращение протекает за определенный промежуток времени, поэтому соответствующие им участки кривой охлаждения имеют различные углы наклона по отношению к горизонтальной оси.

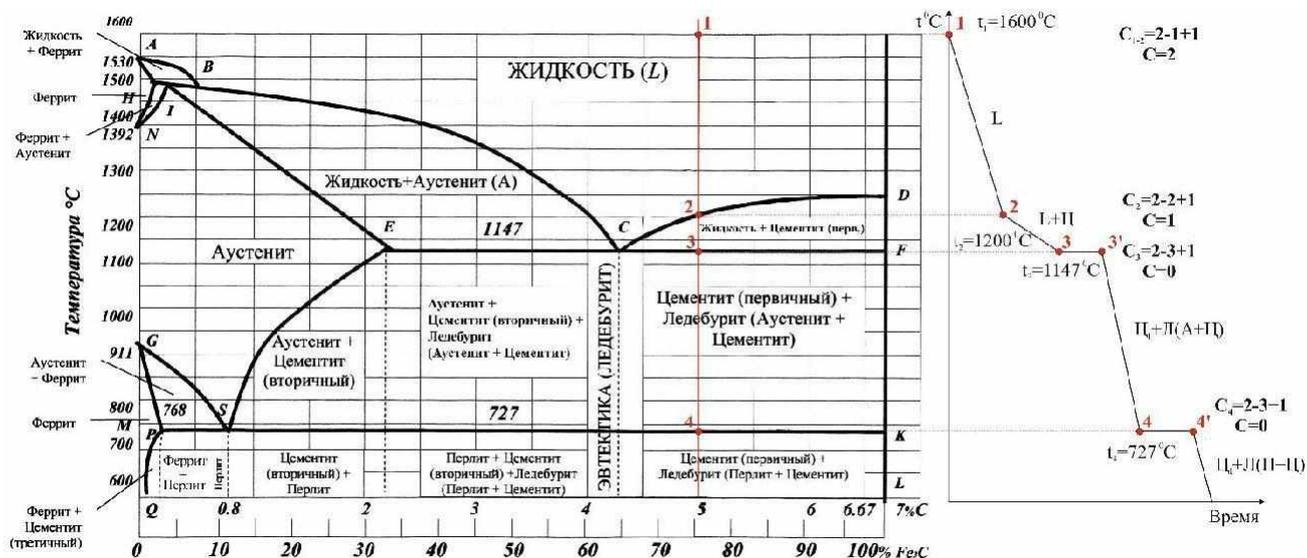


Рис. 1. Диаграмма состояния системы железо – цементит (слева) и кривая охлаждения чугуна, содержащего 5 % углерода (справа)

Чем быстрее происходит превращение, тем круче кривая. Перитектическое, эвтектическое и эвтектоидное превращения идут во времени при постоянной температуре (так как  $C = 0$ ), следовательно им на кривой охлаждения будут соответствовать горизонтальные участки (температурные сотановки).

Построение кривой охлаждения рассмотрим на примере чугуна, содержащего 5 % углерода (рис. 1).

Восстанавливаем перпендикуляр из отметки 5 % углерода на оси абсцисс до точки 1, находящейся в области жидкого состояния сплавов. Переносим пунктиром температуру точки 1 на ось температур нашего графика. В точке 1 рассматриваемый сплав находится в жидком состоянии (то есть существует только одна фаза - жидкий раствор углерода в железе L), следовательно вариантность системы

$$C=2-1+1$$

При двух степенях свободы равновесие в системе не нарушается даже при одновременном изменении температуры и концентрации сплава в определенных пределах. При понижении

температуры в сплаве не будет происходить никаких превращений, и температура будет падать быстро, кривая охлаждения идет круто вниз до точки **2**.

Точкой **2** обозначено пересечение нашей вертикали с линией **CD** диаграммы состояния, соответствующей началу кристаллизации цементита.

Следовательно, в сплаве появляется вторая фаза - цементит, число степеней свободы уменьшается ( $C=2-2+1$ ), кривая охлаждения станет более пологой до температуры, соответствующей следующей критической точке **3**. На участке кривой **1-2** указываем фазовое состояние сплава "**L**" и число степеней свободы, равное  $C=2$ , соответственно на участке **2-3** фазовое состояние "**L+Ц**", а число степеней свободы  $C=1$ . При изменении температуры в пределах точек **2** и **3** изменяется соотношение между жидкой и твердой фазами, но равновесие не нарушается.

Точка **3** (пересечение вертикали с линией **ECF**) соответствует эвтектическому превращению, то есть совместной кристаллизации цементита и аустенита с образованием ледебурита. При этом одновременно существуют три фазы - жидкость, цементит и аустенит (в данном случае фаза аустенита входит в состав сплава ледебурита **Л (А+Ц)** в итоге **L+Ц+A**, следовательно, число степеней свободы  $C=2-3+1$ , и система невариантная, три фазы могут находиться в равновесии только при строго постоянной температуре. На кривые охлаждения это отражено отрезком **3-3'**.

Между точками **3** и **4** сплав имеет двухфазное состояние (аустенит и цементит). При температуре, соответствующей точке **4**, в сплаве происходит эвтектоидное превращение, аналогичное эвтектическому. Отличие только в том, что в нем участвуют только твердые фазы - аустенит, цементит и феррит (феррит является одной из фаз, входящих в сплав Перлита **П(Ц+Ф)**). На кривые охлаждения делаем соответствующие записи.

### *Содержание отчета*

1. Диаграмма состояния железо-цементит с обозначением критических точек и областей диаграммы.
2. Кривая охлаждения (или нагрева) сплава с заданной концентрацией углерода.
3. Описание превращений сплава.
4. Определение феррита, аустенита, цементита, перлита, ледебурита.

### *Контрольные вопросы*

1. Что такое фаза?
2. Что называется структурной составляющей?
3. Дайте определения понятиям: феррит, аустенит, цементит, перлит, ледебурит.
4. Что такое критическая точка?
5. Как обозначаются критические точки?
6. Что такое эвтектическое превращение?
7. Чем эвтектоидное превращение отличается от эвтектического?
8. Напишите и расшифруйте правило фаз.
9. Как строятся кривые охлаждения?

## **Практическая работа №2**

### **«Свойства пластмасс»**

*Цель:* изучение структуры и свойств пластмасс, их применение в автомобилестроении.

*Теоретическая часть*

Применение пластмасс (пластиков) в различных конструкциях приобретает все более широкие масштабы. Это объясняется в первую очередь тем, что по ряду показателей – плотности, коррозионной стойкости, антифрикционным и электротехническим, а также технологическим свойствам – пластики значительно превосходят традиционные материалы, используемые при изготовлении конструкций. За последние 10 лет произошли принципиальные сдвиги в области применения пластмасс в различных конструкциях. Ранее из пластиков изготавливали детали только электротехнического, декоративного назначения.

Основными факторами, обуславливающими значительное внедрение пластмасс в конструкцию автомобилей, являются:

1. Во-первых, конструкция становится легче.

2. Во-вторых, открывается возможность для новых конструктивных решений, поскольку термопластичные полимеры легко поддаются переработке и, следовательно, позволяют воплотить любые дизайнерские идеи. Благодаря этому можно получать детали самых хитроумных форм и цветов без дополнительных операций по механической обработке и окраске.

3. В-третьих, применение пластиков помогает не только отказаться от дорогостоящих цветных металлов и нержавеющей сталей, но и сократить энерго- и трудозатраты в процессе производства, а значит, снизить стоимость конструкций.

4. В-четвёртых, повышение долговечности и эксплуатационных характеристик.

Пластическими массами (пластмассами, пластиками) принято называть материалы, представляющие собой композицию полимера или олигомера с различными ингредиентами, находящуюся при формовании изделий в вязкотекучем или высокоэластическом состоянии, а при эксплуатации - в стеклообразном (аморфном) или кристаллическом состоянии. В качестве ингредиентов могут использоваться наполнители: тальк, каолин, слюда, древесная мука, стеклянные, органические, углеродные и др. волокна; пластификаторы, отвердители, стабилизаторы и т.д. По характеру связующего вещества пластики подразделяются на: а) термопластичные пластмассы (термопласты), получаемые на основе термопластичных полимеров, и б) термореактивные пластмассы (реактопласты), т.е. неразмягчающиеся.

*Термопластичные пластмассы (термопласты)*

В настоящее время в конструкции автомобилей применяются разнообразные полимеры: полиолефины, ПВХ, полистирол, фторопласты, полиметилакрилат, полиамиды, полиформальдегид, поликарбонат, стеклопластики, фенольные пластики, полиуретаны, этролы, аминопласты, волокниты, текстолиты и др. Самое главное преимущество пластиков в том, что они обладают комплексом свойств, необходимых для конкретного конструкционного элемента. А от того, насколько соответствует материал условиям эксплуатации, зависит надежность детали и, в конечном итоге, безопасность автомобиля, а также комфорт водителя и пассажиров.

*Для пластиков характерны следующие свойства:*

1. низкая плотность (обычно 1,0-1,8 г/см<sup>3</sup>, в некоторых случаях до 0,002-0,04 г/см<sup>3</sup>);

2. высокая коррозионная стойкость. Пластмассы не подвержены электрохимической коррозии, на них не действуют слабые кислоты и щёлочи;

3. высокие диэлектрические свойства;

4. механические свойства широкого диапазона. В зависимости от природы выбранных полимеров и наполнителей пластики могут быть твёрдыми и прочными или же гибкими и упругими. Ряд пластиков по своей механической прочности превосходят чугун и бронзу. При одной и той же массе пластмассовая конструкция может по прочности соответствовать стальной;

5. антифрикционные свойства. Пластики могут служить полноценными заменителями антифрикционных сплавов (оловянистых бронз, баббитов и др.) Например полиамидные подшипники скольжения длительное время могут работать без смазки;

6. высокие теплоизоляционные свойства. Все пластики, как правило, плохо проводят теплоту;

7. высокие адгезионные свойства;

8. хорошие технологические свойства. Изделия из пластика изготавливают способами безотходной технологии литьём, прессованием, формованием с применением невысоких давлений или в вакууме.

#### *Полиолефины*

Полиолефины - высокомолекулярные углеводородные алифатического ряда, получаемые полимеризацией соответствующих олефинов (этилена, пропилена, и т.д.). В этих полимерах удачно сочетаются механическая прочность, химическая стойкость, высокая морозостойкость, низкая газо- и влагопроницаемость, и хорошие диэлектрические показатели.

В автомобильной промышленности из полиолефинов широко применяются полиэтилены, полипропилены, а так же различные их модификации. Полиэтилен-  $(-CH_2-CH_2-)_n$  - высокомолекулярный продукт полимеризации этилена, который имеет макромолекулы линейного строения с небольшим числом боковых ответвлений.

Полиэтилен высокого давления - ПЭВД - Полиэтилен низкого давления - ПЭНД

Полиэтилен высокого давления (ПЭВД)- легкий, прочный, эластичный материал с низкой газо-, паропроницаемостью, хороший диэлектрик, отличается высокой хим. стойкостью к органическим растворителям, низким водопоглощением и отличной морозостойкостью. К недостаткам его можно отнести низкую теплопроводность, высокий коэффициент линейного расширения, низкий, по сравнению с другими полиолефинами, механические свойства и недостаточную стойкость к УФ-излучению. В автомобилестроении используются в основном следующие марки ПЭВД: 17703-010, 10703-020, 10903-020, 11503-035 (ГОСТ 16337-77) для изоляции электропроводов и кабелей, в качестве заменителя стекла, для защиты металла от коррозии, для изготовления крышек подшипников, уплотнительных прокладок, детали вентиляторов и насосов, гайки, шайбы, колпачки для защиты резьбы, пробки топливных баков, трубки, шланги, бочки опрыскивателя ветрового стекла и расширителя. Полиэтилен низкого давления (ПЭНД)- более прочный и жёсткий материал по сравнению с ПЭВД, механическая прочность его в 1,5-2 раза выше, чем у ПЭВД может эксплуатироваться в широком интервале температур. Хороший диэлектрик. Обладает высокой химической стойкостью. Нестоек к воздействию УФ-лучей. В автомобилестроении используют марки ПЭНД (по ГОСТ 16338-85):20908-040, 20708-016, 21008-075, 20608-012).Из ПЭНД изготавливают педали привода акселератора, бачки главного цилиндра тормоза и сцепления, оболочки внутреннего заднего троса привода ручного тормоза, втулки крепления уплотнения, крыльчатки, корпус лампы распределителя заднего отопителя, коробки вентиляции передка.

Полипропилен  $(-CH_2-CH-)_n$   $CH_3$  – продукт полимеризации пропилена при низком давлении. По сравнению с полиэтиленом полипропилен имеет более высокую механическую прочность и жёсткость, большую теплостойкость и меньшую стойкость к старению. Имеет хорошие химические и диэлектрические свойства. Разрушающее напряжение при растяжении достигает 25-4- МПа. Недостатком полипропилена является его невысокая морозостойкость (-20 С). Например, в автомобилестроении полипропилен применяется для изготовления колец и прокладок изолирующих пружин подушки опоры двигателя, расширительного бачка, чехла защитного рычага привода ручного тормоза, крышки и корпуса блока предохранителей, для антикоррозионной футеровки резервуаров, электроизоляционных деталей, а так же изготовления деталей применяемых при работе в агрессивных средах, корпусные детали автомобилей и корпуса аккумуляторов, прокладки, фланцы, корпуса воздушных фильтров, конденсаторы, вставки демпфирующих глушителей, зубчатые и червячные колёса, ролики, подшипники скольжения, фильтры масляных и воздушных систем, рабочие детали вентиляторов, насосов, уплотнения, кулачковые механизмы, изоляция проводов и пружин.

#### *Полистирольные пластики*

Полистирольные пластики – полимеры, полученные полимеризацией стирола или сополимеризацией этого мономера с другими мономерами. Полистирол, т.е. полимер, полученный полимеризацией стирола, обладает высокой водостойкостью, прекрасными диэлектрическими свойствами, хорошей химической стойкостью. Основными недостатками полистирола: низкая

атмосферостойкость, невысокая термическая стойкость, склонность к растрескиванию, низкие прочностные свойства. Поэтому чистый полистирол не применяется в конструкции автомобиля. Широкое применение находят сополимеры стирола – АБС-тройной сополимер акрилонитрилбутадиена и стирола.

Сополимеры АБС, или АБС-пластики, обладает высокой механической прочностью, достаточной тепло-, морозо- и атмосферостойкостью. Они стойки к воздействию бензина и смазочных масел. Детали из АБС-пластика имеют хороший декоративный вид. В автомобильной промышленности применяются для изготовления кожуха вентилятора отопителя, кожух облицовочного вала руля, решётку радиатора, кожух радиатора отопителя, корпус сопла, ручки и заслонки воздухопроводов, облицовки стоек, дверей, боковины.

#### *Поливинилхлорид*

Поливинилхлориды (ПВХ) – представляют собой высокомолекулярные продукты полимеризации винилхлорида, содержащие до 56.8% связанного хлора. Это обеспечивает им пониженную горючесть. ПВХ способны пластифицироваться различными пластификаторами, что позволяет получить на их основе как жесткие, так и эластичные материалы. Пластмассы на основе ПВХ можно разделить на 2 группы:

Содержащие пластификаторы: Пластикат ПВХ не содержащие пластификаторы: Винипласт

Пластикат ПВХ – получают смешением ПВХ с пластификаторами, которые снижают температуру стеклования и вязкого течения материала. С увеличением содержания пластификатора повышается морозостойкость, возрастает относительное растяжение при удлинении, но понижается механическая прочность, ухудшаются диэлектрические свойства. В автомобилестроении применяются для водо-, бензо-, антифризостойких гибких трубок, изолирующих прокладок, элементы насосов и вентиляторов.

Винипласты - жёсткие пластмассы на основе ПВХ – получают смешением ПВХ со стабилизаторами и наполнителями. Материал имеет достаточно высокие механические свойства, хорошую химическую, водо- и грибоустойчивость. Недостатком является невысокая теплостойкость и низкая ударопрочность. В автомобилестроении винипласт применяется для изоляционных кожухов, прокладок, вибропоглощающих материалов. Фторопласты – полимеры фторпроизводных этиленового ряда. Своим внешним видом и поверхностью полимеры напоминают парафин, имеют очень низкий, по сравнению с большинством веществ, коэффициент трения. Имеют прочность при растяжении 15-35 МПа, при изгибе 10-15 МПа, относительное удлинение при разрыве 250-350% . Наиболее широкое распространение получил фторопласт-4, или политетрафторэтилен (тефлон). Характеризуются высокой плотностью(2,1-2,3г/см), термо- и морозостойкостью. Интервал рабочих температур при эксплуатации изделий из фторопласта-4 составляет от-269 до 260 С. Фторопласт-4 имеет хорошие диэлектрические свойства и высокую коррозионную стойкость. По химстойкости фторопласт-4 превосходит все известные материалы, включая золото и платину. Он стоек к воздействию всех минеральных и органических щелочей, кислот. При температуре 260 С невзрывоопасен. В автомобилестроении фторопласт-4 применяется для изготовления подшипников скольжения без смазок. Для уменьшения износа подшипника во фторопласт вводят 15-30% наполнителя (графита, дисульфида молибдена, стеклянного волокна). Так же фторопласт применяется для изготовления тепло- и морозостойких деталей (штулок, пластин, дисков, прокладок, сальников, клапанов), для облицовки внутренних поверхностей различных криогенных емкостей.

#### *Полиамиды (ПА)*

Полиамиды – представляют собой высокомолекулярные полимеры, содержащие в основной цепи макромолекулы амидную группу. Соотношение метиленовых и амидных групп в составе ПА определяет такие основные свойства полимера, как температура плавления, водопоглощение, эластичность, морозостойкость. Удачное сочетание высокой механической прочности и малой плотности с хорошими антифрикционными и диэлектрическими свойствами, химической стойкостью к маслам и бензину делают ПА одним из важнейших конструкционных материалов. Детали из ПА выдерживают нагрузки, близкие к нагрузкам, допустимым для цветных металлов и

сплавов. Исследование антифрикционных свойств ПА, особенно наполненные, значительно превосходят фторопласты, полиформальдегид и поликарбонат. При этом, чем выше давление, тем меньше коэффициент трения ПА. Данные о зависимости динамического коэффициента трения ПА-6 и ПА-610 по стали от состояния поверхности трения и нагрузки (скорость 1,17 см/с) приведены. Значения коэффициентов трения некоторых ПА по стали приведены ниже: Для изготовления автомобильных деталей нашли применение следующие ПА и их стеклонаполненные модификации – ПА-610, ПА-12, ПА-6, ПА-66, стеклонаполненные.

ПА-610 представляет собой продукт поликонденсации соли СГ (соли себациновой кислоты с гексаметилендиамином.) По значению показателя текучести расплава и модуля упругости он превосходит практически все термопласты, а сочетание небольшого водопоглощения с хорошими прочностными свойствами и тепломорозостойкостью делает возможным использования ПА-610 в ответственных деталях антифрикционного назначения. Однако применение ограничено его высокой стоимостью. Из ПА-610 изготавливают методом литья под давлением вкладыши и втулки опорных тяг рулевой трапеции, ручки фиксаторов шарнира, вкладыши и рычаги управления коробкой передач, фильтр топливного насоса, зубчатые передачи, уплотнительные устройства, муфты, подшипники скольжения, лопасти винтов, стойкие к действию щелочей, масел, а так же антифрикционные покрытия металлов и др. втулки и вкладыши.

ПА-12 – продукт гидролитической полимеризации додекалактама в присутствии кислых катализаторов. Этот материал имеет небольшую плотность, отличается незначительным водопоглощением. Свойства и размеры изделий из него отличаются стабильностью. ПА-12 хорошо работает на знакопеременный изгиб, это самый эластичный из рассматриваемых ПА, имеет хорошие антифрикционные и электрические свойства. К недостаткам материала относятся низкая теплостойкость по сравнению с другими ПА. Применяется для изготовления скоб, хомутов, трубок, языков замка дверей, защёлок замков.

ПА-6 – продукт полимеризации капролактама. ПА-6 самый дешёвый материал из полиамидов. По механическим свойствам он превосходит другие ПА, имеет хорошие антифрикционные свойства. В автомобилестроении применяется для изготовления втулок валика педали сцепления, валика акселератора, изолирующей втулки рычага указателя и др. втулок, пластины опоры педали акселератора, пробки горловины бачков, поводка тяги выключения замка двери, опоры шаровой тяги привода управления коробки передачи, штуцеров, шайб, корпусов распределителя нагретого воздуха.

ПА-66(анид) – продукт поликонденсации соли АГ (хим. название - полигексаметиленадипамид). По сравнению с другими ПА имеет высокую прочность, хорошую теплостойкость, антифрикционные и электроизоляционные свойства. В автомобилестроении из ПА-66 выпускаются автомобильные детали типа втулок педалей сцепления и тормоза, распорных втулок, втулок дуги обивки крыши, ограничительных втулок, гаек-барашков крепления запасного колеса, шестерён корпуса привода спидометра, шайб, колодок контактных для наружных и внутренних штекреов, каркасов катушек, пистонов крепления, вкладышей шарового кольца, скоб, вентиляторов системы охлаждения.

Стеклонаполненные ПА, содержащие 20-30% стекловолокна. Механическая прочность и теплостойкость ПА, наполненных стекловолокном, увеличивается по сравнению с незаполненными в 2-3 раза. Значительно возрастает и сопротивление ползучести, усталостная прочность, износостойкость. В автомобилестроении Стеклонаполненные ПА используются для изготовления деталей с жёстким размерными допусками, работающих в интервале температур от -60 до 150 С, а так же деталей, несущих нагрузки. Это – ограничители хода шестерни, рычаги включения привода, крыльчатки, шестерни, корпуса предохранителей, корпус клапана бензобака и карбюратора, крышки картера сцепления, бачки радиатора отопителя, чашка нижняя шарнира наружного зеркала, детали топливной аппаратуры, различные втулки. Таблица №3. Физико-механические свойства ПА вышеуказанных модификаций.

*Поликарбонат*

Поликарбонат - термопластичный полимер на основе дифенилолпропана и фостена, выпускаемый под названием дифлон. Поликарбонат характеризуется низкой водопоглощаемостью и газонепроницаемостью, хорошими диэлектрическими свойствами, высокой жёсткостью, теплостойкостью и химической стойкостью, прозрачен, хорошо окрашивается. Стоек к световому старению и действию окислителей даже при нагреве до 120 С, допускается при работе изделий в интервале от -100 до 135 С. Это один из наиболее ударопрочных термопластов, что позволяет использовать его в качестве конструкционного материала, заменяющего металлы. В автомобилестроении из поликарбоната изготавливают шестерни, подшипники, корпуса, крышки, клапаны.

#### *Полиформальдегиды (полиацетали)*

Полиформальдегиды (ПФ) – это продукт полимеризации формальдегида и триоксана с диоксоланом (СТД). Они сочетают высокий модуль упругости при растяжении и изгибе с достаточно большой ударной вязкостью. По показателям долговременной прочности при растяжении и изгибе и по усталостной прочности эти материалы превосходят все другие термопласты, включая полиамиды, поликарбонаты. Теплостойкость при изгибе при высоких нагрузках у образцов из ПФ выше, чем у других термопластов, включая ПА-610, а коэффициент трения по стали близок к этому показателю для ПА. Антифрикционные марки ПФ имеют коэффициент трения 0,15-0,20. Полиформальдегиды значительно превосходят ПА по водостойкости: при эксплуатации в водной среде механические свойства материалов изменяются незначительно. Эти материалы удачно сочетают хорошие электротехнические свойства с механической прочностью и водостойкостью. При нормальных и пониженных температурах они устойчивы ко всем без исключения органическим растворителям, слабым кислотам и основаниям. Полиформальдегиды имеют хорошую сырьевую базу и в перспективе являются интересным конструкционным материалом. В настоящее время стоимость ПФ высока, что ограничивает их применение. К недостаткам этих материалов следует отнести невысокую стойкость к воздействию УФ-лучей и светостойкость. Основной метод переработки - литьё под давлением.

В автомобильной промышленности применяются полиформальдегиды марок ПФ-Л-1, ПФ-Л-2, ПФ-Л-3. Из них изготавливают корпуса жиклёра омывателя, поводок пружины замка капота, кольца распорные, втулки, кулачки, поршни, толкатели, корпуса клапанов, детали карбюратора (муфты и др.), топливных насосов, трубопроводов, ручки дверей, переключатели.<

#### *б) Терморезистивные пластмассы (реактопласты)*

##### *Фенопласты*

Фенопласты (фенольные пластики) - пластмассы на основе фенолоформальдегидных смол. В зависимости от наполнителя фенопласты подразделяются на порошкообразные, волокнистые, слоистые материалы. Фенопласты, содержащие порошкообразные наполнители (древесную муку, минеральные наполнители), наз. – пресс-порошками. Фенопласты, содержащие наполнитель в виде хлопчатобумажных волокон, наз. – волокнистыми, а в виде стеклянных волокон – стекловолокнистыми. Если фенопласты имеют в качестве наполнителя ткани, то – текстолиты, если бумагу - гетинаксами. Отличительной особенностью фенопластов является хорошие диэлектрические показатели, высокие механические свойства, низкое водопоглощение, хорошие химические свойства. В автомобилестроении для производства деталей применяются следующие фенопласты: Пресс-порошки типа О – общего назначения – рекомендованы для ненагруженных и неармированных деталей общего назначения, к механическим свойствам которых не предъявляются высокие требования. Из пресс-порошка типа О изготавливают держатели фланцев, изолирующие втулки, шайбы, ручки. Пресс-порошки типа Вх – для изготовления деталей электротехнического назначения, работающих в условиях повышенной влажности и высоких температур. Волокнистые типа У- Особенность изделий из волокнистых — высокая ударная прочность, кроме того, они стойки к действию воды, минерального масла, бензина, слабых кислот и растворителей; разрушаются растворами щелочей, сильных кислот, хлора, применяются для изготовления деталей технического назначения, к которым предъявляются требования повышенной прочности на ударный и статический изгиб, кручение, например кожух радиатора отопителя, крышки аккумуляторов,

втулок, шкивов, маховиков. Стекловолокнит АГ-4В – отличаются высокой прочностью, тепло- и морозостойкостью, хорошей ударной вязкостью и электротехническими свойствами. Из стекловолокнита изготавливают кожух вентиляторов отопителя, крышку аккумуляторной батареи, корпус вентилятора отопителя задка, стакан фильтра. Текстолиты - материалы с хорошими механическими, электротехническими и теплофизическими свойствами. Применение этого материала ограничено необходимостью получения изделия из отпрессованной заготовки механической обработкой. Из текстолита изготавливают шестерни распределительного вала, крыльчатка водяного насоса, шайбы уплотнительные и изолирующие, кнопки клапанов топливного насоса, изолирующие прокладки, а так же некоторые детали антифрикционного назначения. Из текстолит-крошки изготавливают детали с хорошими механическими и антифрикционными свойствами (сальники, ролики, шестерни, втулки, вкладыши подшипников и др.).

Асбоволокниты – обладают хорошими фрикционными (тормозными) свойствами и теплостойкостью. Дозирующие стекловолокниты - по сравнению с материалом АГ-4В имеют улучшенные технологические свойства, и более однородны по механическим свойствам. Из дозирующих стекловолокнитов прессуют детали электроизоляционного назначения – кожухи вентиляторов, крышки аккумуляторных батарей.

*Перспективы применения пластмасс в конструкции автомобиля*

Применение пластика в конструкции автомобиля позволяет снизить массу, улучшить эксплуатационные характеристики автомобиля, повысить его травмобезопасность и комфортабельность. В среднем в одном легковом автомобиле применяется 45кг пластмасс, в перспективе предусматривается увеличение этого количества до 80-110кг. В основном внедрение пластмасс в автомобиль происходит при разработке новых конструкций базовых моделей. Основным направлением расширения применения пластмасс в конструкции автомобиля является внедрение крупногабаритных наружных деталей кузова из композиционных полимерных материалов, обеспечивающих снижение массы и повышение долговечности за счёт коррозионной стойкости. Разработка высокопрочных композиционных материалов с полимерной матрицей и стеклянными, углеродными и другими волокнами позволила перейти к использованию их в нагруженных силовых деталях, таких как карданные валы, рессоры, обода колёс.

*Задание и порядок выполнения работы*

1. Заполнить таблицу 1.
2. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 1

№ п/п	Наименование материала	Состав материала	Свойства материала	Область применения
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

*Контрольные вопросы:*

1. Какие материалы можно отнести к неметаллам?

2. Что называется пластмассами?
3. Структура пластмасс.
4. Что входит в состав пластмасс?
5. В чем состоит разница между реактопластами и термопластами?

#### **4 Методические рекомендации при подготовке к лабораторным занятиям**

Методические рекомендации по выполнению заданий практических занятий составлены в соответствии с содержанием рабочей программы по дисциплине ОП.04 - «Материаловедение» для студентов, специальностей технического профиля.

Практические занятия проводятся после изучения соответствующих разделов и тем учебной дисциплины. Для успешного выполнения заданий, студенты могут воспользоваться учебными материалами из списка рекомендуемой литературы.

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков.

##### **Требования к оформлению отчета**

Каждый обучающийся после выполнения заданий практических занятий должен представить отчет о проделанной работе, который является формой контроля знаний и умений обучающегося.

Если обучающийся не выполнил практическую работу или часть работы, то он может выполнить работу или оставшуюся часть во внеурочное время, согласованное с преподавателем.

Работа выполняется на листах формата - А4, машинописным текстом с обязательной нумерацией страниц. Титульный лист считается первым, но он не нумеруется.

##### **Требования к машинописному тексту:**

- шрифт - TimesNewRoman;
- размер шрифта - 12 или 14мм;
- интервал между строк – 1,5 мм
- выравнивание – по ширине страницы;
- абзацный отступ – 1,25 см.
- размер полей: верхнее поле– 2 см, нижнее – 2 см,
- левое поле – 3 см, правое – 2 см.

**Титульный** лист считается первым, но он не нумеруется (используется особый колонтитул для первого листа),

Нумерация страниц - внизу, в правом углу.

**Отчет по каждому практическому занятию должен содержать:**

- номер практического занятия (например, Практическое занятие № 1);
  - тему занятия;
  - цель занятия;
  - номер выполняемого задания и ответ на него.

Если задание подразумевает отработку практических навыков или сдачу нормативов, то в ответе необходимо указать полученные результаты

Каждый следующий отчет оформляется на новой странице

## Лабораторная работа №1

### «Определение твердости методом Бринелля»

*Цель работы:* ознакомление и приобретение опыта работы по методу определения твердости материалов, предусмотренным ГОСТ 9012-59.

#### *Приборы и материалы*

Для проведения лабораторной работы используют приборы для определения твердости по методу Бринелля, измерительная лупа, а также образцы для испытаний.

#### *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.

#### *Теоретические сведения*

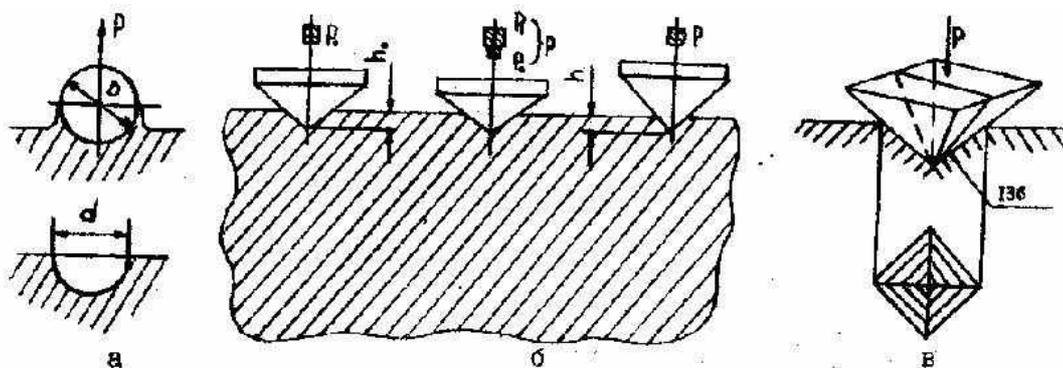


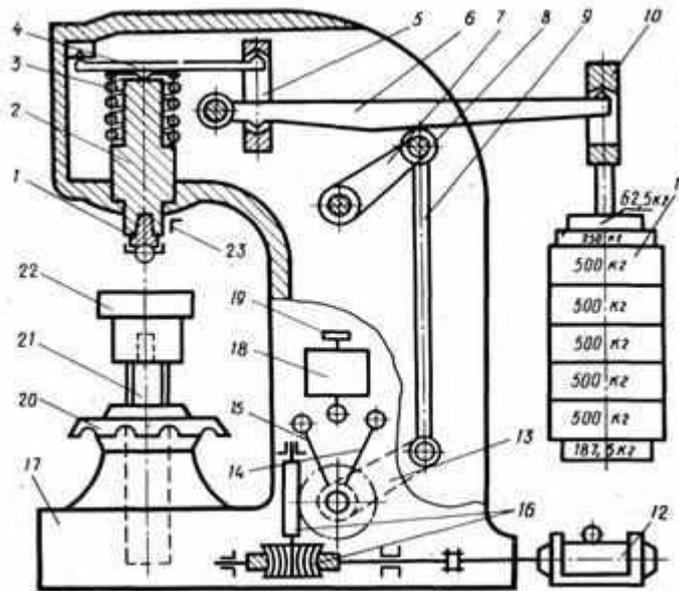
Рисунок 1. Схема определения твердости по Бринеллю (а); Роквеллу (б); Виккерсу (в)

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).*

Прибор Бринелля приведен на рисунке 2.



*Рисунок 2. Прибор Бринелля с механическим приводом.*

1 - оправка с шариком, 2 - шпиндель, 3 - пружина, 4 — малый грузовой рычаг, 5 — серьга, 6 -большой грузовой рычаг, 7 - качающийся рычаг, 8 — опорный ролик, 9 - шток, 10 — подвеска для грузов, 11 — грузы (гири), 12 — электродвигатель, 13 — кривошип, 14 — неподвижный упор автоматического выключателя, 15 — подвижный упор автоматического выключателя, 16 - червячный редуктор, 17 - станина прибора, 18 - переключатель, 19 - пусковая кнопка, 20 - маховик с гайкой, 21 — подъемный винт, 22 - столик для плоских образцов, 23 - неподвижный упор

Принцип работы прибора следующий:

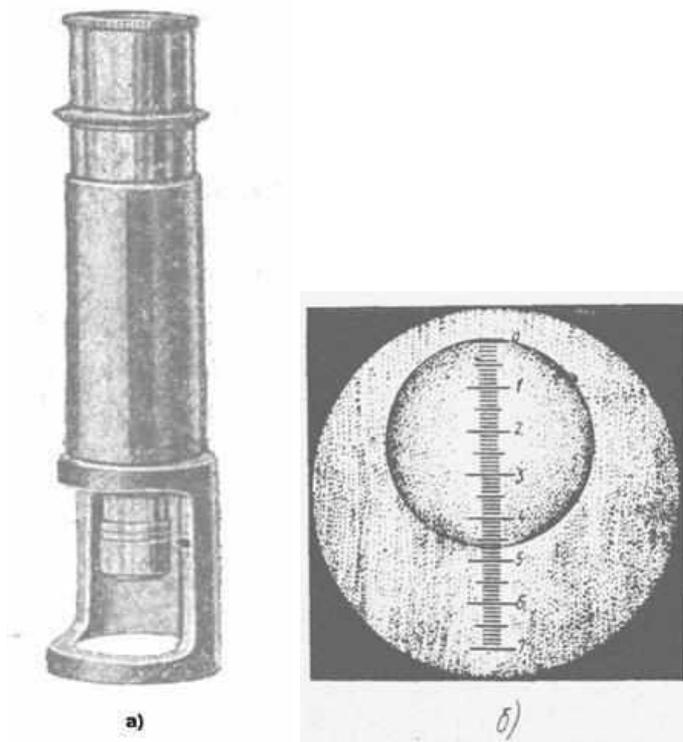
испытуемый образец (деталь) устанавливают на столике 22 (опоре для плоских образцов) в нижней части неподвижной станины 17 прибора, зашлифованной поверхностью кверху. Поворотом вручную маховика 20 по часовой стрелке столик прибора поднимают с помощью винта 21 до упора 23. Затем нажатием кнопки 19 включают электродвигатель 12. Электродвигатель через редуктор 16 и систему рычагов 13, 9, 7 опускает большой грузовой рычаг 6 (коромысло) и постепенно через рычаги 6 и 4 производит нагружение шпинделя 2, а следовательно, и вдавливание шарика, укрепленного в оправке 1, в металл под действием нагрузки, сообщаемой подвешенным с помощью подвески 10 к коромыслу набором грузов 11. Отношение плеч рычага 4 равно 1 : 4, а

рычага б—1:10. Общее отношение плеч этих двух рычагов будет  $4 \cdot 10 = 40$ . Набор грузов с подвеской имеет собственный вес 735 Н (75 кгс), но благодаря рычагам 4 и б с соотношением 1:40 усилие на шарик диаметром 10 мм будет составлять  $75 = 29430$  Н (3000 кгс).

Для создания других усилий соответственно подбираются грузы на подвеске. Это нагружение сохраняется в течение определенного времени, после чего двигатель с помощью переключателя 18, вращаясь в обратную сторону, соответственно перемещает коромысло и снимает нагрузку. После автоматического выключения двигателя, поворачивая рукой маховик 20 с гайкой против часовой стрелки, опускают столик прибора и снимают образец.

Продолжительность выдержки образца или детали под нагрузкой регулируется с помощью концевых переключателей.

После проведения испытания замеры полученных отпечатков проводят с помощью измерительной лупы (рисунок 3).



*Рисунок 3. Измерение отпечатка при испытании металла на твердость по Бринеллю.*

*а- измерительная лупа; б- измерение отпечатка по шкале микроскопа.*

Сущность метода заключается во вдавливании шарика (стального или из твердого сплава) в образец (изделие) под действием усилия, приложенного перпендикулярно к поверхности образца, в течение определенного времени, и измерении диаметра отпечатка после снятия усилия.

Шарик стальной может иметь следующие диаметры: 10,0; 5,0; 2,5; 2,0; 1,0 мм и твердость не менее 850 HV10;

Шарик из твердого сплава диаметром 10,0; 5,0; 2,5; 2,0; 1,0 мм должен иметь твердость не менее 1500 HV10.

Толщина образца должна не менее чем в 8 раз превышать глубину отпечатка.

После снятия нагрузки в испытуемом материале образуется отпечаток (лунка).

Твердость по Бринеллю HB (HBW) численно равна отношению приложенного усилия к площади сферического отпечатка и рассчитывается по формулам

$$HB(HBW) = \frac{0,100 F}{A} = \frac{0,102 \cdot 2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})},$$

когда усилие выражено в Н;

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

когда усилие выражено в кгс;

где HB- Твердость по Бринеллю при применении стального шарика;

HBW- Твердость по Бринеллю при применении шарика из твердого сплава;

F- Усилие, Н (кгс);

D – Диаметр шарика, мм;

d- Диаметр отпечатка, мм;

A - Площадь поверхности сферического отпечатка, мм.

При диаметре шарика 10 мм нагрузка F выбираются в зависимости от вида испытуемого материала:

- сталь, чугун, высокопрочные сплавы (на основе никеля, кобальта и др.) при  $D = 10$  мм,  $F = 3000$  кгс; значение получаемой твердости по Бринеллю 140 и более;

- медь и сплавы на ее основе, легкие металлы и их сплавы при  $D = 10$  мм,  $F = 1000$  кгс; значение получаемой твердости по Бринеллю от 35;

- подшипниковые сплавы  $D = 10$  мм,  $F = 250$  кгс; значение получаемой твердости по Бринеллю от 8 до 50.

При расчете твердости HBc помощью микроскопа или других средств измерения измеряют диаметр отпечатка в двух взаимно перпендикулярных направлениях. За диаметр отпечатка принимается среднеарифметическое значение результатов измерений. При этом разность измерений диаметров одного отпечатка не должна превышать 2% меньшего из них. Затем находят твердость по прилагаемым к прибору таблицам.

*Методика выполнения работы*

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Провести испытания на образцах стали, причем не менее трех раз на каждом образце.
3. Внести результаты испытаний в таблицу 2 следующей формы:

Таблица 2

Марка материала	Содержание углерода, %	Нагрузка, Н	Диаметр шарика, мм	Диаметр отпечатка, мм			Твердость, НВ			Среднее арифметическое значение
				d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>				
Сталь 10	0,1									
Сталь 40	0,4									
Сталь У10	1,0									

4. Определить значение твердости (НВ) при помощи справочной таблицы 3 (приложение 1).
5. Вычислить: среднеарифметическое значение твердости, заполнить соответствующую колонку таблицы.
6. Построить график зависимости твердости (НВ) от содержания углерода, соединив плавной линией точки графика. (рисунок 4).

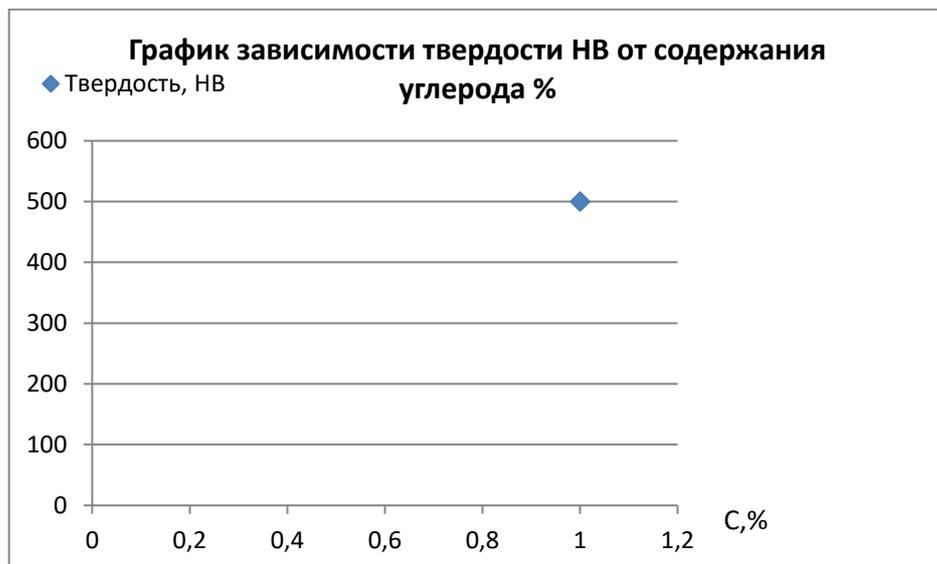


Рисунок 4.

7. Сделать вывод о том, как влияет содержание углерода на твердость стали.
8. Ответить на контрольные вопросы.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие методы определения твердости Вам известны?
2. Каковы единицы измерения твердости, определяемой различными способами?
3. По каким формулам определяются числа твердости по Бринеллю?
4. Как выбирается нагрузка в зависимости от материала образца?
5. Почему измерения твердости по Бринеллю нельзя применять для тонких образцов?

Таблица 2. Соотношение между диаметром отпечатка и твёрдостью по Бринеллю (D = 10мм)

Диаметр отпечатка, мм	Числа твердости для нагрузки, кг			Диаметр отпечатка, мм	Числа твердости для нагрузки, кг			Диаметр отпечатка, мм	Числа твердости для нагрузки, кг		
	250	1000	3000		250	1000	3000		250	1000	3000
2,00	79	316	916	3,70	22	90	269	5,40	—	40	121
2,05	75	300	898	3,75	22	88	262	5,45	—	39	118
2,10	71	283	857	3,80	21	85	255	5,50	—	39	116
2,15	68	272	817	3,85	20	82	248	5,55	—	38	114
2,20	65	260	782	3,90	20	80	241	5,60	—	37	112
2,25	62	248	744	3,95	20	78	235	5,65	—	36	109
2,30	60	238	713	4,00	19	76	228	5,70	—	36	107
2,35	57	228	683	4,05	18	74	223	5,75	—	35	105
2,40	54	218	652	4,10	18	72	217	5,80	—	34	103
2,45	52	209	627	4,15	17	71	212	5,85	—	34	101
2,50	50	200	600	4,20	17	69	207	5,90	—	33	99
2,55	48	192	578	4,25	17	67	202	5,95	—	32	97
2,60	46	186	555	4,30	16	65	196	6,00	—	32	96
2,65	44	178	532	4,35	16	64	192	6,05	—	31	94
2,70	43	172	512	4,40	—	63	187	6,10	—	31	92
2,75	41	165	495	4,45	—	61	188	6,15	—	30	90
2,80	40	159	477	4,50	—	60	179	6,20	—	30	89
2,85	38	154	460	4,55	—	58	174	6,25	—	29	87
2,90	37	148	440	4,60	—	57	170	6,30	—	29	86
2,95	36	146	430	4,65	—	55	166	6,35	—	28	84
3,00	35	140	418	4,70	—	54	163	6,40	—	28	82
3,05	33	134	402	4,75	—	53	159	6,45	—	27	81
3,10	32	129	387	4,80	—	52	156	6,50	—	27	80
3,15	31	125	375	4,85	—	51	153	6,55	—	26	79
3,20	30	122	364	4,90	—	50	149	6,60	—	26	77
3,25	29	117	351	4,95	—	49	146	6,65	—	25	76
3,30	28	114	340	5,00	—	48	143	6,70	—	25	74
3,35	27	111	332	5,05	—	37	140	6,75	—	24	73
3,40	27	107	321	5,10	—	46	137	6,80	—	24	72
3,45	26	104	311	5,15	—	45	134	6,85	—	23	70
3,50	25	101	302	5,20	—	44	131	6,90	—	23	69
3,55	24	98	293	5,25	—	43	128	6,95	—	23	68
3,60	24	96	286	5,30	—	42	126	7,00	—	22	67
3,65	23	92	277	5,35	—	41	124	—	—	—	—

## Лабораторная работа №2

### «Изучение структуры и свойств проводниковых материалов»

*Цель работы:* осуществить исследование микроструктуры и свойств медных сплавов.

*Задачи работы:*

1. усвоить сущность понятий «латунь», «бронза»;
2. ознакомиться с диаграммами фазового равновесия медных сплавов;
3. изучить классификацию, химический состав, механические свойства и области применения латуней и бронз;
4. научиться по микроструктуре определять вид медного сплава.

*Обеспечивающие средства:* металлографический микроскоп, микрошлифы медных сплавов, атлас микроструктур сплавов.

*Основные теоретические сведения*

**Медь** –тяжелый металл(плотность  $8,94 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^3$ )красного цвета, полиморфных превращений не имеет, кристаллизуется в ГЦК решетке,  $t_{пл} = 1083 \text{ }^\circ\text{C}$ . Выпускается марок М00, М0, М1 (электротехническая медь), М2, М3, М4 (техническая медь). Техническая медь в литом состоянии имеет  $\sigma_b = 159 \text{ МПа}$ ,  $\delta = 35 \%$ .

**Медные сплавы классифицируют:** а) по химическому составу на латуни и бронзы; б) по способу получения полуфабрикатов на деформируемые и литейные; в) по способности упрочняться термической обработкой на упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой.

**Латунями** называют сплавы меди с цинком и иногда с добавками небольшого количества других элементов (таблица 1). Латуни разделяют на простые (легированные только цинком) и специальные (кроме цинка содержат марганец, никель, олово, свинец).

Процесс кристаллизации, структуру и свойства двухкомпонентных (простых) латуней можно изучить с помощью диаграммы фазового равновесия системы «Медь – Цинк» (рисунок 1).

Промышленное применение находят однофазные  $\alpha$ -латуни и двухфазные ( $\alpha + \beta$ )-латуни (до 45% цинка).

Основной операцией термической обработки латуней является отжиг.

**Бронзы** –сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, бериллием, свинцом, марганцем и прочими элементами (таблица 2). В зависимости от легирующих элементов бронзы подразделяются на оловянные, алюминиевые, кремнистые, бериллиевые и т.д.

С древних времен используются **оловянистые бронзы**, содержащие до 35% олова (рисунок 2), с названиями, определяющими их назначение: пушечная, колокольная, зеркальная, монетная.

Литая бронза с содержанием олово около 10% обладает высокой стойкостью против истирания и применяется в качестве подшипникового сплава.

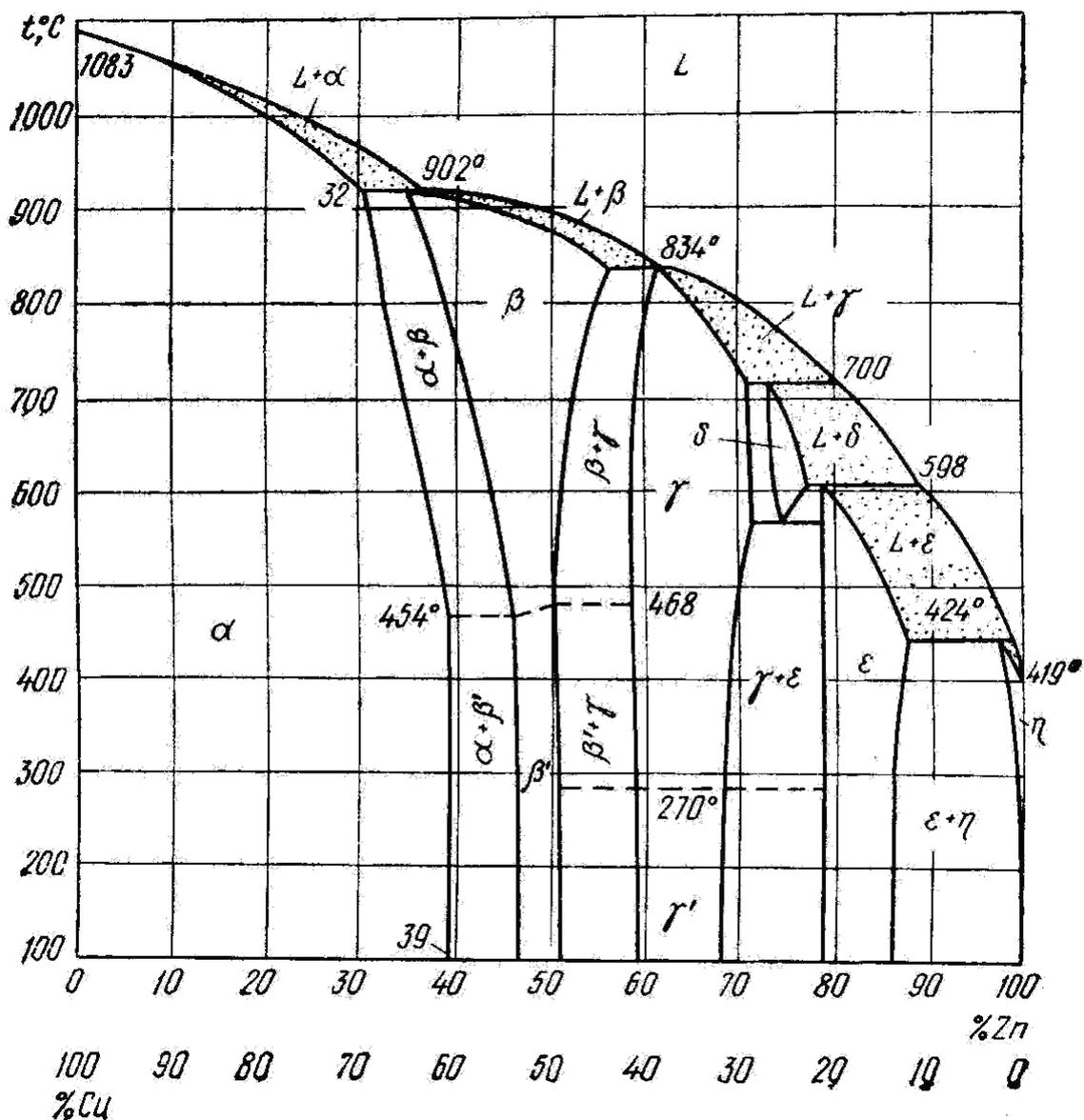


Рисунок 1 – Диаграмма фазового равновесия системы  
«Медь – Цинк»

При содержании более 7% олова микроструктура литой оловянистой бронзы будет иметь двухфазную структуру – неоднородный  $\alpha$ -твёрдый раствор и эвтектоид ( $\alpha + \text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ ).

**Алюминиевые бронзы** обладают хорошими литейными свойствами, удовлетворительно обрабатываются давлением, легко обрабатываются резанием. Двухфазные алюминиевые бронзы подвергают закалке от 920 °C (на воздухе) и отпуску при 650 °C ( $\sigma_b = 650$  МПа,  $\delta = 5\%$ ).

*Укадмиевой бронзы* при сравнительно небольшом снижении удельной электропроводности существенно повышены механическая прочность, твердость и стойкость к истиранию. Кадмиевую бронзу применяют в качестве контактного провода для электрифицированного транспорта и коллекторных пластин в электрических машинах;

Таблица 1 – Общая характеристика латуней: химический состав, механические свойства и область применения

Группа латуней	Марка сплава	Химический состав, % (основные компоненты)	Структура сплава	Механические свойства		Назначение сплава
				$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %	
давлением, ГОСТ 15527-70 латуни, обрабатываемые Двойные и	Л96, Л68	Cu = 95 ... 97 Cu = 67 ... 70	$\alpha$	235,2	52	Листы, трубы, ленты, полосы, фольга, а также проволока
	ЛА77-2	Cu = 76 ... 79 Al = 1,75 ... 2,50	$\alpha$	374,4	50	Детали морских
Литейные латуни, ГОСТ 17711-80	ЛМц58-2	Cu = 57 ... 60 Mn = 1,0 ... 2,0 Fe = 0,5	$\alpha+\beta$	431,2	36	судов, различные детали машиностроения, поковки, штамповки
	ЛК80-3	Cu = 79 ... 81 Si = 2,5 ... 4,5	$\alpha+\beta$	294,0	58	Для фасонного
	ЛЦ40С	Pb = 0,8 ... 2,0 ост. Cu	П	215	12	
			К, Ц	215	20	литья втулок, подшипников
	ЛЦ40Мц1,5	Zn = 40 ... 43 Mn = 1,0 ... 2,0 ост. Cu	П	372	20	Детали, работающие при ударных
К, Ц			392	20	нагрузках, детали узлов трения при температуре не более 60°C	
ЛЦ30А3	Zn = 32 ... 34 Al = 2,0 ... 3,0 ост. Cu	П	294	12	Коррозионно-стойкие детали,	
		К	392	15	применяемые в судостроении и машиностроении	

		Zn = 22 ... 24 Al = 4,0 ... 7,0	Mn = 1,5 ... 2,5 П	686	7,0	Антифризные детали, детали	для
ЛЦ23А6Ж3Мц2	ЛЦ38Мц2С2	Fe = 2,0 ... 4,0 Mn = 1,5 ... 3,0 ост. Cu	P = 0,015 ... 0,025 ост. Cu Ц	К 705	343 7,0	ли для судостроения удельных нагрузок	
		Zn = 40 ... 43	П	245	15		

Примечание: П – литьё в песчаные формы, С – центробежное литьё, К – литьё в кокиль

Таблица 2 – Общая характеристика бронз: химический состав, механические свойства и область применения

Группа бронз	Марка сплава	Содержание основных легирующих элементов, % (медь остальное)	Механические свойства		Назначение
			$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %	
Бронзолужянистые, обрабатываемые давлением ГОСТ 5017-74	БрОФ6,5-0,4	Sn = 6,0 ... 7,0 P = 0,2 ... 0,4 Ni = 0,1 ... 0,2	392	65	Проволока для сеток, детали машин бумажной промышленности, трубы в аппаратостроении, детали контрольно-измерительных приборов, детали в машиностроении
	БрОЦ4-3	Sn = 3,5 ... 4,0 Zn = 2,7 ... 3,3	343	40	
	БрОЦС5-5-5	Sn = 4,0 ... 6,0 Zn = 4,0 ... 6,0 Pb = 4,0 ... 6,0	351	35	
Бронзолужянистые литейные ГОСТ 613-79	БрОЗЦ12С5	Sn = 2,0 ... 3,5 Zn = 8,0 ... 15,0 Pb = 3,0 ... 6,0	206	5	Арматура, работающая в морской и пресной воде, масле и других средах, антифрикционные детали
	БрО8Ц4	Sn = 7,0 ... 9,0 Zn = 4,0 ... 6,0	225	8	
Бронзы безоловянистые обрабатываемые давлением ГОСТ 18175-78	БрА7	Si = 0,6 ... 1,1 Al = 6,0 ... 8,0	411	70	в морской воде Листы, полосы, трубы, прутки, проволока, поковки, прессованные профили, шестерни, подшипники, втулки, работающие
	БрБ2	Be = 1,8 ... 2,1 Ni = 0,2 ... 0,5	490	30	
	БрМц5	Mn = 4,5 ... 5,5	297	40	
Бронзы безоловянистые	БрА9Мц2Л	Al = 8,0 ... 9,5	392	20	

	Mn = 1,5 ... 2,5			Фасонное литьё, шестерни, опорные пяты, подшипники,  втулки
	<b>Fe = 5,0 ... 6,5</b>			
БрА9ЖЗЛ	Al = 8,0 ... 10,5 Fe = 2,0 ... 4,0	490	12	
БрА11Ж6Н6	Al = 10,5 ... 11,5 Ni = 5,0 ... 6,5	587	2	

**Кремнистые бронзы** содержат не более 3% кремния. Сплавы Cu–Si дополнительно легируют никелем и марганцем для улучшения механических и коррозионных свойств кремнистых бронз.

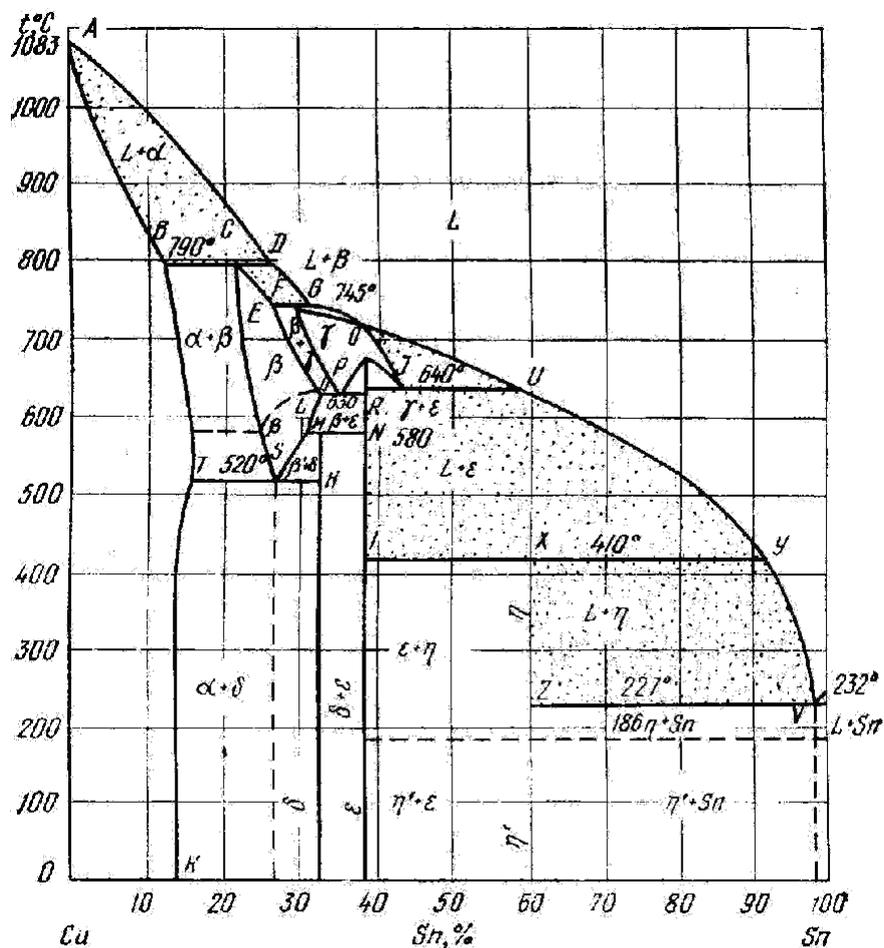


Рисунок 2 – Диаграмма фазового равновесия системы «Медь – Олово»

**Бериллиевые бронзы** (до 2,5% Be) уникальны по сочетанию в них физико-механических и антифрикционных свойств (рисунок 7.3). После закалки от 850 °С и старения при 325 °С бериллиевые бронзы имеют  $\sigma_b = 1300$  МПа и НВ 370. Они обладают высокими коррозионной стойкостью, электропроводностью и теплопроводностью, упругими свойствами, поэтому применяются для изделий ответственного назначения, работающие на изгиб кручение, сжатие (пружины, упругие элементы, контакты).

## Порядок выполнения работы

1. Изучить классификацию, свойства и области применения медных сплавов по таблицам 1 и 2.
2. Расшифровать марки медных сплавов (описать химический состав и указать группу сплава в зависимости от способа получения из него полуфабрикатов).

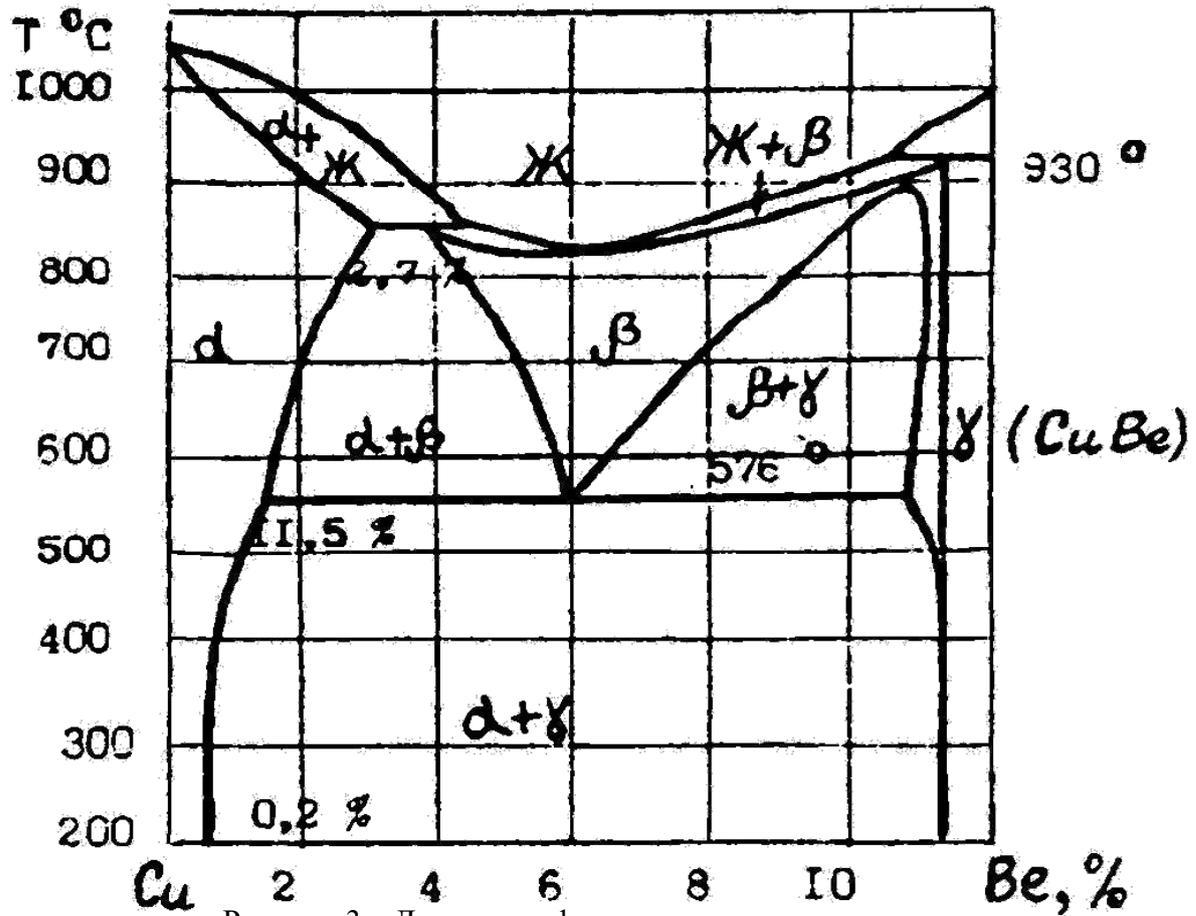


Рисунок 3 – Диаграмма фазового равновесия системы «Медь – Бериллий»

3. Познакомиться с диаграммами фазового равновесия систем «Медь – Цинк», «Медь – Олово», «Медь – Бериллий» с целью определения структурных составляющих медных сплавов при конкретных температуре и концентрации исходных компонентов.

4. С помощью металлографического микроскопа изучить микроструктуру коллекции микрошлифов медных сплавов.

5. Сделать схематические зарисовки микроструктуры изученных образцов медных сплавов с указанием структурных составляющих, пользуясь пособием «Атлас микроструктуры сплавов».

### *Требования к содержанию отчёта*

- 1 Изложить основные понятия.
- 2 Изложить системы классификации и принципы маркировки медных сплавов.
- 3 Используя диаграммы фазового равновесия системы «Медь – Цинк», «Медь – Олово» или «Медь – Бериллий», построить кривую охлаждения и описать процесс кристаллизации латуни, оловянистой или бериллиевой бронзы.
- 4 Привести схематические зарисовки микроструктуры изученных образцов медных сплавов с указанием структурных составляющих.
- 5 Составить сводную таблицу химического состава, механических свойств и областей применения изученных медных сплавов.
- 6 Представить вывод о влиянии микроструктуры и режима термической обработки на механические свойства медных сплавов.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие существуют системы классификации медных сплавов?
2. Какие сплавы называются латунями?
3. Какие сплавы называются бронзами?
4. Каковы принципы маркировки деформируемой и литейной латуни?
5. Каковы принципы маркировки деформируемой и литейной бронзы?
6. Для изготовления каких изделий используются специальные латуни, легированные никелем, алюминием?
7. Для изготовления каких изделий используются бронзы (оловянистые, бериллиевые, алюминиевые, кадмиевые)?

### **5. Методические рекомендации для самостоятельной работы**

**Самостоятельная работа** - это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Дисциплина предусматривает два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа выполняет ряд функций, среди которых особенно выделяются:

- 1) развивающая (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей обучающихся);
- 2) ориентирующая и стимулирующая (процессу обучения придается ускорение и

мотивация);

3) воспитательная (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста);

4) исследовательская (новый уровень профессионально-творческого мышления);

5) информационно-обучающая (учебная деятельность обучающихся на аудиторных занятиях).

Целью самостоятельных занятий является самостоятельное более глубокое изучение обучающимися вопросов курса с использованием рекомендуемой литературы и других информационных источников.

Задачами самостоятельной работы являются:

1) систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;

2) углубление и расширение теоретических знаний;

3) формирование умения использовать справочную литературу;

4) развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, ответственности и организованности;

Внеаудиторная самостоятельная работа включает такие формы работы, как:

1) индивидуальные занятия (домашние занятия):

- изучение программного материала дисциплины (работа с учебником и конспектом лекции);
- изучение рекомендуемых литературных источников;
- конспектирование источников;
- работа с нормативными документами;
- работа с электронными информационными ресурсами и ресурсами Internet;
- составление схем, таблиц, для систематизации учебного материала;
- подготовка презентаций
- ответы на контрольные вопросы;
- написание рефератов;

2) групповая самостоятельная работа студентов:

- подготовка к занятиям, проводимым с использованием активных форм обучения (круглые столы, деловые игры и др.);

- анализ деловых ситуаций (мини-кейсов) и др.

3) получение консультаций для разъяснений по вопросам изучаемой дисциплины.

**Доклад** – вид самостоятельной работы способствует формированию навыков исследовательской деятельности, расширяет познавательные интересы, приучает практически мыслить. При написании доклада по заданной теме следует составить план, подобрать основные источники. Работая с источниками, следует систематизировать полученные сведения, сделать выводы и обобщения. К докладу по крупной теме привлекается несколько студентов, между которыми распределяются вопросы выступления.

Подготовка и презентация доклада

**Доклад** - это сообщение по заданной теме, с целью внести знания из дополнительной литературы, систематизировать материал, проиллюстрировать примерами, развивать навыки самостоятельной работы с научной литературой, познавательный интерес к научному познанию.

Докладчики и содокладчики - основные действующие лица. Они во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия. Сложность в том, что докладчики и содокладчики должны знать и уметь:

- сообщать новую информацию
- использовать технические средства
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы

- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 10 мин.; содокладчик – 5 мин.

Необходимо помнить, что выступление состоит из трех частей: вступление, основная часть и заключение.

Вступление помогает обеспечить успех выступления по любой тематике. Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада)
- сообщение основной идеи
- современную оценку предмета изложения
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов
- живую интересную форму изложения - акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока должны сопровождаться иллюстрациями разработанной компьютерной презентации.

Заключение - это ясное четкое обобщение и краткие выводы.

Подготовка информационного сообщения - это вид внеаудиторной самостоятельной работы по подготовке небольшого по объему устного сообщения для озвучивания на семинаре, практическом занятии. Сообщаемая информация носит характер уточнения или обобщения, несет новизну, отражает современный взгляд по определенным проблемам.

Сообщение отличается от докладов не только объемом информации, но и ее характером - сообщения дополняют изучаемый вопрос фактическими или статистическими материалами. Оформляется задание письменно, оно может включать элементы наглядности (иллюстрации, демонстрацию).

Темы докладов (сообщений) для самостоятельной проработки:

1. Основные понятия в теории сплавов.
2. Особенности строения, кристаллизация, свойства сплавов.
3. Механические смеси их классификация и особенности строения.
4. Химические соединения их свойства, виды кристаллических решеток.
5. Твердые растворы их характерные особенности.
6. Диаграмма состояния, основные характеристики.
7. Механические свойства сплавов.
8. Конструктивная прочность металлов и сплавов.
9. Пластическая деформация металлов и сплавов.
10. Железоуглеродистые сплавы.
11. Структуры железоуглеродистых сплавов.
12. Структуры железоуглеродистых сплавов.
13. Стали. Классификация и маркировка сталей.
14. Чугуны. Строение, свойства, классификация чугунов.
15. Сплавы цветных металлов.
16. Полимерные материалы. Понятие полимеров.
17. Основные характеристики полимерных материалов. Синтез полимеров.
18. Классификация полимеров.
19. Порошковые материалы, их получение, преимущества и недостатки.
20. Конструкционные, инструментальные порошковые материалы.
21. Композиционные материалы, принципы их получения.
22. Основные виды композиционных материалов.
23. Основы металлургического производства.
24. Технология обработки металлов давлением (ОД).

25. Неразъемные соединения.
26. Механическая обработка.

**Тесты** и вопросники давно используются в учебном процессе и являются эффективным средством обучения. Тестирование позволяет путем поиска правильного ответа и разбора допущенных ошибок лучше усвоить тот или иной материал.

Тестовая система предусматривает вопросы / задания, на которые обучающийся должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность. Прежде всего, следует иметь в виду, что в предлагаемом задании всегда будет один правильный и один неправильный ответ. Всех правильных или всех неправильных ответов (если это специально не оговорено в формулировке вопроса) быть не может. Нередко в вопросе уже содержится смысловая подсказка, что правильным является только один ответ, поэтому при его нахождении продолжать дальнейшие поиски уже не требуется.

Тестовые задания рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов. То есть при их выполнении не следует пользоваться текстами законов, учебниками, литературой и т.д.

Для выполнения тестового задания, прежде всего, следует внимательно прочитать поставленный вопрос. После ознакомления с вопросом следует приступить к прочтению предлагаемых вариантов ответа. Необходимо прочитать все варианты и в качестве ответа следует выбрать лишь один индекс (цифровое обозначение), соответствующий правильному ответу. Тесты составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из вариантов. Выбор должен быть сделан в пользу наиболее правильного ответа.

На выполнение теста отводится ограниченное время. Оно может варьироваться в зависимости от уровня тестируемых, сложности и объема теста. Как правило, время выполнения тестового задания определяется из расчета 30-45 секунд на один вопрос.

Критерии оценки выполненных обучающимися тестов определяются преподавателем самостоятельно.

При подведении итогов по выполненной работе рекомендуется проанализировать допущенные ошибки, прокомментировать имеющиеся в тестах неправильные ответы.

Тестовое задание сгруппировано для зачета по дисциплине «**Экологические основы природопользования**».

Количество тестовых вопросов/заданий определено так, чтобы быть достаточным для оценки знаний обучающегося по всему пройденному материалу.

Предлагаемое тестовое задание разработано в соответствии с рабочей программой дисциплины «**Экологические основы природопользования**», что позволяет оценить знания обучающихся по всему курсу. Данный тест может использоваться:

- преподавателями для проверки знаний в качестве формы промежуточного контроля;
- для проверки остаточных знаний обучающихся, изучивших данный курс.

**Вопросы для обсуждения (собеседование)** – одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой коллективное обсуждение студентами теоретических вопросов под руководством преподавателя. Собеседование органично связано со всеми другими формами организации учебного процесса, включая, прежде всего, лекции и самостоятельную работу студентов. На собеседование выносятся узловые темы курса, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки студентов. Особенностью такого занятия является возможность равноправного и активного участия каждого студента в обсуждении рассматриваемых вопросов.

Цель собеседования – развитие самостоятельности мышления и творческой активности студентов.

Задачи собеседования: закрепление, углубление и расширение знаний студентов по соответствующей учебной дисциплине; формирование умения постановки и решения

интеллектуальных задач и проблем; совершенствование способностей по аргументации студентами своей точки зрения, а также по доказательству и опровержению других суждений; демонстрация студентами достигнутого уровня теоретической подготовки; формирование навыков самостоятельной работы.

#### **6. Рекомендуемая литература**

1. Адаскин А.М. Материаловедение машиностроительного производства. В 2 ч. Часть 1: Учебник для СПО, учебник для СПО, 2020
2. Адаскин А.М. Материаловедение машиностроительного производства. В 2 ч. Часть 2: Учебник для СПО, учебник для СПО, 2020
3. Плошкин В.В. Материаловедение: учебник для СПО, учебник для СПО, 2020
4. Биронт, В. С. Теория термической обработки металлов [Текст] : учебник / В. С. Биронт. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 540 с.
5. Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов: учеб.для техникумов и колледжей. – СПб: Политехника, 2009.