

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пономарева Светлана Викторовна  
Должность: Проректор по УР и НО  
Дата подписания: 29.09.2023 13:23:52  
Уникальный программный ключ:  
bb52f959411e64617366ef2977b97e87139b1a2d



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

УТВЕРЖДАЮ

Директор Авиацонно-  
технологического колледжа

\_\_\_\_\_ В.А.Зибров  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по дисциплине

ОП.05 Материаловедение

образовательной программы

по специальности среднего профессионального образования

13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического  
и электромеханического оборудования (по отраслям).

Ростов-на-Дону

2022 г.

**Разработчик:**

Преподаватель Авиационно-технологического колледжа ДГТУ \_\_\_\_\_ И. А. Золотухина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)

Протокол № 1 от 31.08.2022г.

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_ /Н.И.Захаренко/  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Методические рекомендации предназначены для обучающихся по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)

Одобрены на заседании педагогического совета Авиационно-технологического колледжа, протокол № 1 от 31.08.2022 г.

Председатель педагогического совета \_\_\_\_\_ В.А.Зибров

## Содержание

Пояснительная записка.....	
Практическая работа №1 «Построение кривой охлаждения сплава системы железо-углерод по заданным параметрам процентного содержания и температуры».....	
Практическая работа №2 «Анализ свойств, назначения и расшифровка марок углеродистых сталей».....	
Практическая работа №3 «Анализ свойств, назначения и расшифровка марок чугунов».....	
Практическая работа №4 «Анализ свойств, назначения и расшифровка марок легированных сталей».....	
Практическая работа №5 «Анализ свойств, назначения и расшифровка марок цветных сплавов».....	
Практическая работа №6 «Влияние режимов термообработки на структуру и свойства стали».....	
Практическая работа №7 «Способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием) для изготовления различных деталей».....	
Практическая работа №8 «Коррозия металлов».....	
Практическая работа №9 «Определение удельных сопротивлений твердых диэлектриков».....	
Практическая работа №10 «Свойства пластмасс».....	

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению заданий практических занятий составлены в соответствии с содержанием рабочей программы по дисциплине ОП.05 Материаловедение.

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 - Times New Roman;
- 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.

№ 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.



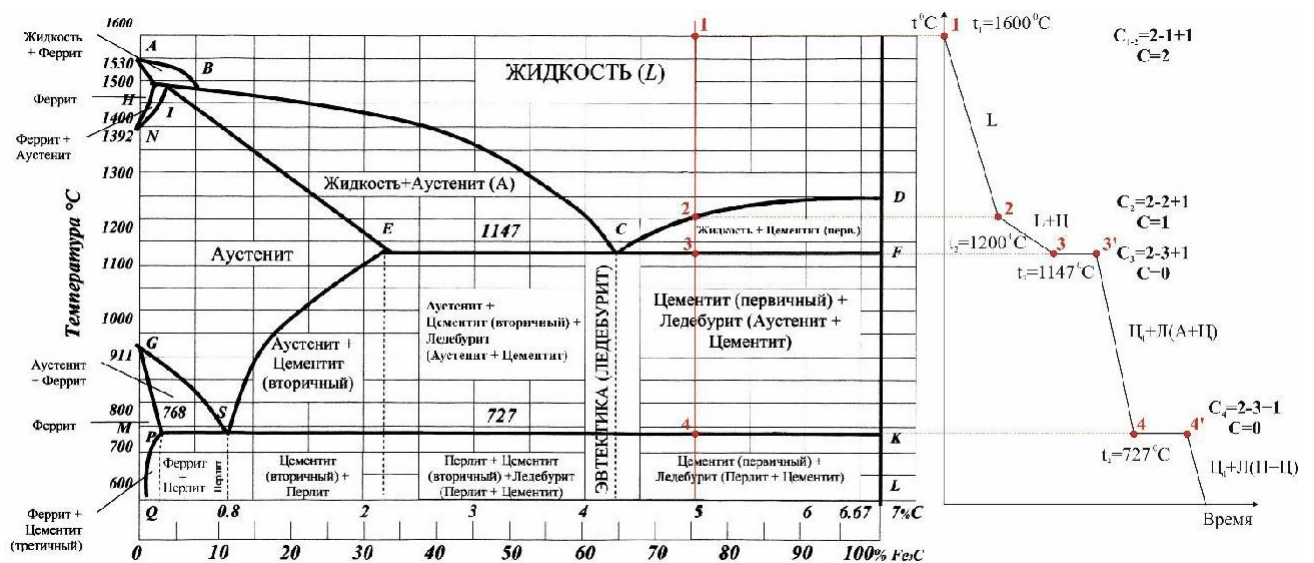


Рис. 1. Диаграмма состояния системы железо – цементит (слева) и кривая охлаждения чугуна, содержащего 5 % углерода (справа)

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 полой 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 нонвариантная, 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?

*Список литературы*

1. Солнцев Ю.П., Вологжанина С.А. Материаловедение – М.: Академия, 2009.

2. [Моряков](#) О.С Материаловедение: учеб. для СПО – М.: Академия, 2010.

3. Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов: учеб. для техникумов и колледжей. – СПб: Политехника, 2009.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

### «Анализ свойств, назначения и расшифровка марок углеродистых сталей»

*Цель работы:* получение практических навыков при расшифровке марки стали и определении ее химического состава с применением действующих ГОСТов.

#### *Используемая литература:*

1. ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки (с Изменением N 1)

2. ГОСТ 1050-2013Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей.

Общие технические условия (с Поправкой)

3. ГОСТ 1435-99 Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия.

#### *Теоретическая часть*

#### Маркировка сталей

Принято буквенно-цифровое обозначение сталей.

#### Раскисление стали.

Спокойная сталь – это сталь, у которой практически не происходит выделения газов при затвердевании слитка после его разливки. Это обеспечивается полным раскислением стали – полным удалением из нее кислорода и образованием усадочной раковины в верхней части слитка.

В полуспокойной стали выделение газов при ее раскислении подавляется не полностью, так как сталь раскисляется только частично. Степень выделения газов в этих сталях больше, чем в спокойных сталях, но меньше чем в кипящих. До начала выделения газов в слитке образуется корка слитка значительной толщины. У правильно «полураскисленного» стального слитка отсутствует усадочная раковина, но есть широко рассеянные по толщине пузыри в центральной зоне верхней части слитка. Эти пузыри, однако, завариваются при прокатке слитка. Полуспокойные стали обычно имеют содержание углерода от

0,15 до 0,30 %. Они находят широкое применение при производстве сортового проката, штрипса и труб.

Кипящая сталь характеризуется:– большой степенью выделения газов при затвердевании стали в изложнице;– заметным различием химического состава по поперечному сечению слитка и между верхней и нижней частями слитка.

Это приводит к образованию в наружной оболочке слитка относительно чистого железа и внутренней сердцевины слитка с высокой концентрацией легирующих и примесных элементов, особенно, углерода, азота, серы и фосфора, которые имеют низкую температуру плавления. Более чистую наружную часть слитка применяют при прокатке. Слитки из кипящей стали хорошо подходят для производства многих изделий, таких как плиты, листы, проволока, трубы, а также сортовой прокат с требованиями по чистоте поверхности и вязким свойствам.

Технология производства кипящих сталей ограничена максимальным содержанием углерода и марганца. Эта сталь не содержит сколько-нибудь заметных количеств сильных раскислителей, таких как алюминий, кремний или титан. Кипящая сталь является более дешевой, чем спокойная и полуспокойная, так для нее применяют только небольшое количество раскислителя, а верхняя часть слитка не отправляется в лом.

### *Практическая часть*

1. Выбрать вариант задания из таблицы 1.
2. Для марки стали, указанной в задании, выполнить задание, согласно приложению 1 с указанием действующего ГОСТа.

### *Выбор варианта задания*

Таблица 1

<i>№ варианта</i>	<i>Марка стали</i>		
1	Ст0	08кп	У7
2	Ст1кп	08пс	У8
3	Ст1пс	10кп	У8Г
4	Ст2кп	15 пс	У9
5	Ст2пс	25	У10
6	Ст3кп	30	У12
7	Ст3пс	35	У7А
8	Ст3сп	40	У8А
9	Ст3Гпс	45	У8ГА
10	Ст3Гсп	50	У9А
11	Ст4кп	55	У10А
12	Ст4пс	50	У12А
13	Ст4сп	60	У7
14	Ст5пс	60пп	У8
15	Ст5Гпс	15Г	У8Г
16	Ст6пс	20Г	У9
17	Ст6сп	10Г2	У10
18	Ст3пс	58	У7
19	Ст3сп	60пп	У8
20	Ст3Гпс	15Г	У8Г
21	Ст0	25Г	У9
22	Ст1кп	30Г	У10
23	Ст1пс	35Г	У12
24	Ст2кп	40Г	У7А
25	Ст2пс	45Г	У8А
26	Ст3кп	50Г	У8ГА
27	Ст3пс	50Г2	У9А
28	Ст3сп	35Г2	У10А
29	Ст3Гпс	45Г2	У12А
30	Ст0	50Г2	У7

Приложение 1

Марка стали \_\_\_\_\_ ГОСТ 380-2005

Область применения настоящего ГОСТа \_\_\_\_\_

Расшифровка маркировки (буквенные и цифровые обозначения) \_\_\_\_\_

	Массовая доля химических элементов
углерода	
марганца	
кремния	
Хрома	
никеля	
Меди	
серы	
азота	
Фосфора	
мышьяка	

Цвет несмываемой краски, наносимой на прокат при маркировке \_\_\_\_\_

Марка стали по международным стандартам ИСО 630:1995 или ИСО 1052:1982

\_\_\_\_\_

Марка стали \_\_\_\_\_ ГОСТ 1050-2013

Расшифровка маркировки (буквенные и цифровые обозначения) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

На какой вид металлопродукции распространяется данный ГОСТ

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Химический состав стали

Класс стали	Марка стали	Массовая доля элементов, %

Режимы термической обработки заготовок (образцов) для контроля механических свойств \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Марка стали \_\_\_\_\_ ГОСТ 1435-99  
Расшифровка маркировки (буквенные и цифровые обозначения) \_\_\_\_\_

Химический состав стали

Марка стали	Массовая доля элементов, %

Твердость термически обработанной (после отжига или высокого отпуска) металлопродукции, кроме проката для сердечников, и твердость образцов после закалки

Назначение инструментальной нелегированной стали

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

### «Анализ свойств, назначения и расшифровка марок чугунов»

#### Теоретическая часть. Классификация чугунов

Чугун отличается от стали: по составу – более высокое содержание углерода и примесей; по технологическим свойствам – более высокие литейные свойства, малая способность к пластической деформации, почти не используется в сварных конструкциях.

В зависимости от состояния углерода в чугуне различают:

- белый чугун – углерод в связанном состоянии в виде цементита, в изломе имеет белый цвет и металлический блеск;
- серый чугун – весь углерод или большая часть находится в свободном состоянии в виде графита, а в связанном состоянии находится не более 0,8 % углерода. Из-за большого количества графита его излом имеет серый цвет;
- половинчатый – часть углерода находится в свободном состоянии в форме графита, но не менее 2 % углерода находится в форме цементита. Мало используется в технике.

- **Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов**

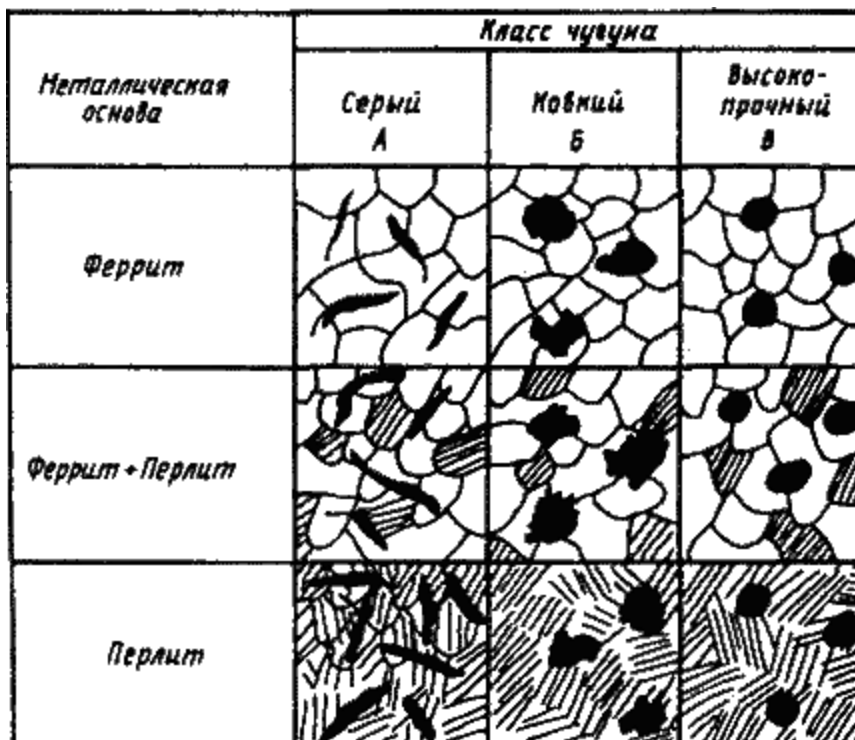


Рис. 1 Схемы микроструктур чугуна в зависимости от металлической основы и формы графитовых включений

- Из рассмотрения структур чугунов можно заключить, что их металлическая основа похожа на структуру эвтектоидной или доэвтектоидной стали или технического железа. Отличаются от стали только наличием графитовых включений, определяющих специальные свойства чугунов.

- В зависимости от формы графита и условий его образования различают следующие группы чугунов: *серый* – с пластинчатым графитом; *высокопрочный* – с шаровидным графитом; *ковкий* – с хлопьевидным графитом.
- Наиболее широкое распространение получили чугуны с содержанием углерода 2,4...3,8%. Чем выше содержание углерода, тем больше образуется графита и тем ниже его механические свойства, следовательно, количество углерода не должно превышать 3,8 %. В то же время для обеспечения высоких литейных свойств (хорошей жидкотекучести) углерода должно быть не менее 2,4 %.

### ***Влияние графита на механические свойства отливок.***

Отрицательные: Графитовые включения можно рассматривать как соответствующей формы пустоты в структуре чугуна. Около таких дефектов при нагружении концентрируются напряжения, значение которых тем больше, чем острее дефект. Таким образом, касаясь *прочности*: графитовые включения пластинчатой формы в максимальной мере разупрочняют металл. Более благоприятна хлопьевидная форма, а оптимальной является шаровидная форма графита. *Пластичность* зависит от формы таким же образом. Относительное удлинение ( $\delta$ ) для серых чугунов составляет 0,5 %, для ковких – до 10 %, для высокопрочных – до 15%.

Наличие графита наиболее *резко снижает сопротивление при жестких способах нагружения*: удар; разрыв. Сопротивление сжатию снижается мало.

### Положительные стороны наличия графита:

графит *улучшает обрабатываемость резанием*, так как образуется ломкая стружка;

- чугун имеет лучшие *антифрикционные* свойства (материалы, обладающих низким коэффициентом трения), по сравнению со сталью, так как наличие графита обеспечивает дополнительную смазку поверхностей трения;
- из-за микропустот, заполненных графитом, чугун *хорошо гасит вибрации и имеет повышенную циклическую вязкость*;
- *детали из чугуна* не чувствительны к внешним концентраторам напряжений (выточки, отверстия, переходы в сечениях);
- чугун значительно *дешевле* стали;

- производство изделий из чугуна литьем дешевле изготовления изделий из стальных заготовок обработкой резанием, а также литьем и обработкой давлением с последующей механической обработкой.

Основные ГОСТы на чугуны

ГОСТ 1412-85 Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки

ГОСТ 7293-85 Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки

ГОСТ 1215-79 Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2)

*Практическая часть*

Выбрать марки чугунов согласно своему варианту задания из таблицы 1.

Для марок чугуна, указанных в задании, оформить протокол в соответствии с приложением, пользуясь действующим ГОСТом.

Таблица 1

№ варианта	Марка чугуна		
	1	КЧ 30-6	СЧ10
2	КЧ 33-8	СЧ15	ВЧ40
3	КЧ 35-10	СЧ20	ВЧ45
4	КЧ 37-12	СЧ25	ВЧ50
5	КЧ 45-7	СЧ30	ВЧ60
6	КЧ 50-5	СЧ35	ВЧ70
7	КЧ 55-4	СЧ10	ВЧ80
8	КЧ 60-3	СЧ15	ВЧ100
9	КЧ 65-3	СЧ20	ВЧ35
10	КЧ 70-2	СЧ25	ВЧ40
11	КЧ 80-1,5	СЧ30	ВЧ45
12	КЧ 30-6	СЧ35	ВЧ50
13	КЧ 33-8	СЧ10	ВЧ60
14	КЧ 35-10	СЧ15	ВЧ70
15	КЧ 37-12	СЧ20	ВЧ80
16	КЧ 45-7	СЧ25	ВЧ100
17	КЧ 50-5	СЧ30	ВЧ35
18	КЧ 55-4	СЧ35	ВЧ40
19	КЧ 60-3	СЧ10	ВЧ45
20	КЧ 65-3	СЧ15	ВЧ50

Марка чугуна \_\_\_\_\_ ГОСТ 1215-79

Микроструктура металлической основы \_\_\_\_\_

Расшифровка маркировки (буквенные и цифровые обозначения) \_\_\_\_\_

---



---

Механические свойства


	Массовая доля химических элементов
C	
Si	

Наименование элемента	Массовая доля элементов, %
Mn	
P	
S	
Cr	

**Марка чугуна \_\_\_\_\_ ГОСТ 1412-85**

Форма графита \_\_\_\_\_

Расшифровка маркировки (буквенные и цифровые обозначения) \_\_\_\_\_

---



---

Механические свойства \_\_\_\_\_

---

Физические свойства чугуна


Таблица 3

Наименование элемента	Массовая доля элементов, %
C	
Si	
Mn	
P	
S	

Марка чугуна \_\_\_\_\_ ГОСТ 7293-85

Форма графита \_\_\_\_\_

Расшифровка маркировки (буквенные и цифровые обозначения) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Механические свойства чугуна


Способ выплавки \_\_\_\_\_

Наименование элемента	Массовая доля элементов, %
C	
Si	
Mn	
P	
S	
Cr	

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**  
**«Анализ свойств, назначения и расшифровка марок легированных сталей»**

*Цель работы:* ознакомление с основными марками сталей, их обозначение и содержание элементов.

*Порядок выполнения работы.*

1. Выбрать вариант из таблицы 1 в зависимости от порядкового номера в журнале.
2. Ответить на вопросы из таблица 2 согласно своему варианту (7 тестовых вопросов и 3 вопроса по расшифровке марки стали).
3. Оформить ответы.

Таблица 1

№ варианта	Номера вопросов									
	1.	1	16	19	33	34	41	50	51	71
2.	2	17	25	27	31	43	49	52	72	92
3.	3	18	26	29	40	42	48	53	73	93
4.	4	25	27	30	32	42	46	54	74	94
5.	5	19	21	28	31	33	37	55	75	95
6.	6	20	25	29	34	38	49	56	76	96
7.	7	21	22	28	33	36	50	57	77	97
8.	8	22	24	27	32	33	47	58	78	98
9.	9	23	25	28	31	33	48	59	79	99
10.	10	23	26	31	34	38	46	60	80	100
11.	11	24	25	33	34	35	44	61	81	101
12.	12	25	26	32	42	44	47	62	82	102
13.	13	16	26	28	29	41	48	63	83	103
14.	15	19	26	28	35	37	39	64	84	104
15.	15	20	27	29	31	34	44	65	85	105
16.	3	22	28	32	35	37	47	66	86	106
17.	5	23	29	35	36	40	45	67	87	107
18.	8	16	20	29	35	37	46	68	88	108
19.	10	16	21	26	33	38	40	69	89	109
20.	12	18	20	27	37	39	50	70	90	110

Таблица 2

№	Вопрос	Варианты ответов
1.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: хром, никель, бор	А) В, К, Г Б) Р, Н, Х В) Х, В, Р Г) Н, Х, В
2.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: вольфрам, марганец	А) Ф, М Б) М, В В) Г, В Г) Ф, Г
3.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: ванадий, медь, титан	А) Т, Ф, М Б) М, В, Т В) Т, В, Д Г) Д, Ф, Т
4.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: ниобий, кремний, вольфрам	А) Н, Ф, К Б) С, В, Н В) Б, В, С Г) Н, Ф, С
5.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: кремний, алюминий, фосфор	А) С, П, Ю Б) К, Ю, Ф В) Ф, С, А Г) Н, Ф, С Д) Р, П, Ю
6.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: хром, никель, бор	А) В, К, Г Б) Р, Н, Х В) Х, В, Р Г) Н, Х, В
7.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: ванадий, медь, титан	А) Т, Ф, М Б) М, В, Т В) Т, В, Д Г) Д, Ф, Т
8.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: хром, никель, бор	А) В, К, Г Б) Р, Н, Х В) Х, В, Р Г) Н, Х, В
9.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: ниобий, кремний, вольфрам	А) Н, Ф, К Б) С, В, Н В) Б, В, С Г) Н, Ф, С
10.	Как обозначаются следующие элементы: хром, бор, никель	А) В, К, Г Б) Р, Н, Х В) Х, В, Р Г) Н, Х, Ф Д) П, Х, Г
11.	Как обозначаются следующие элементы: марганец, хром, алюминий	А) А, Х, М Б) Х, Г, А В) Ю, Х, Г Г) Ю, Х, М



12.	Как обозначаются следующие элементы: азот, ниобий, медь	А) А, М, Н Б) А, Б, М В) Б, А, Д Г) Д, А, Н
13.	Как обозначаются следующие элементы: Кремний, марганец, медь	А) Д, Г, К Б) К, М, Д В) С, Д, Г Г) К, Г, Д
14.	Как обозначаются следующие элементы: хром, бор, никель	А) В, К, Г Б) Р, Н, Х В) Х, В, Р Г) Н, Х, Ф Д) П, Х, Г
15.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: ванадий, медь, титан	А) Т, Ф, М Б) М, В, Т В) Т, В, Д Г) Д, Ф, Т
16.	Что означает буква «Р» в стали Р6М5	А) легированная сталь Б) быстрорежущая сталь В) содержание углерода 6%
17.	Как маркируется быстрорежущая сталь	А) Х9С2 Б) ШХ9 В) Р6М5 Г) А20 Д) У12
18.	Что означает буква «С» в стали 35ХГСА	А) 0,1% углерода Б) 1% марганца В) 1% углерода Г) 1 % кремния Д) 1% хрома
19.	В стали ШХ4 число «4» означает	А) 0,4% углерода Б) 0,04% углерода В) 0,4 % хрома Г) 4 % хрома
20.	Что обозначает буква «А» в стали 30ХГСА	А) содержание 1% кремния Б) сталь автоматная В) сталь высококачественная Г) содержание 1 % углерода
21.	Как маркируют углеродистые стали	А) А12 Б) У7А В) ШХ13 Г) Р6М5 Д) 9ХС
22.	Что обозначает буква «А» в стали 30ХГСА	А) содержание 1% хрома Б) содержание 1% азота В) содержание 1% кремния Г) сталь высококачественная Д) сталь автоматная

23.	Что означает буква «Р» в стали Р6М5	А) легированная сталь Б) быстрорежущая сталь В) содержание углерода 6%
24.	Что означает «кп» в марке стали Ст4кп	А) сталь легированная Б) сталь кипящая В) сталь полуспокойная Г) содержит 0,4% углерода
25.	Что обозначает цифра «2» в стали 18Г2С	А) содержание 2% кремния Б) содержание 2% марганца В) содержание 0,2% углерода Г) содержание 0,2% марганца
26.	Что обозначает цифра «2» в стали 18Г2С	А) содержание 2% кремния Б) содержание 2% марганца В) содержание 0,2% углерода Г) содержание 0,2% марганца
27.	Что означает «сп» в марке стали Ст6сп	А) сталь легированная Б) сталь спокойная В) сталь полуспокойная Г) содержит 0,6% углерода
28.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: хром, никель, бор	А) В, К, Г Б) Р, Н, Х В) Х, В, Р Г) Н, Х, В
29.	Что означает буква «Л» в стали 20ГЛ	А) высококачественная сталь Б) 1% алюминия В) сталь литейная Г) 0,2 % углерода
30.	Как обозначаются следующие элементы в марке легированных сталей: вольфрам, марганец	А) Ф, М Б) М, В В) Г, В Г) Ф, Г
31.	Что означает буква «А» в стали 38Х2МЮА	А) содержание 1% алюминия Б) высококачественная сталь В) содержание 0,38% углерода Г) содержание 1% азота
32.	Что означает цифра 2 в стали 45ХН2МФА	А) 0,2% углерода Б) 2% никеля В) 2% молибдена Г) 2% вольфрама Д) 2% хрома

33.	Что означает буква «Р» в стали Р6М5	А) легированная сталь Б) быстрорежущая сталь В) содержание углерода 6%
34.	В стали ШХ15 число «15» означает	А) 0,15% углерода Б) 1,5% углерода В) 0,15 % хрома Г) 1,5 % хрома
35.	Цифра «2» в стали 5ХВ2СФ означает	А) 0,2 % углерода Б) 2% вольфрама В) 2 % углерода Г) 2% кремния
36.	Цифра «9» в стали Р9К5 означает	А) 0,9% углерода Б) 9% бора В) 9% кобальта Г) 9% вольфрама
37.	Цифра «5» в стали Р18К5Ф2 означает	А) 0,5% углерода Б) 5% ванадия В) 5% кобальта Г) 5% вольфрама
38.	Как маркируются рессорно-пружинные углеродистые стали	А) Сталь 10 Б) Сталь У8 В) Сталь У12А Г) Сталь 70
39.	Что означает буква «Р» в стали Р12Ф3	А) легированная сталь Б) быстрорежущая сталь В) содержание углерода 0,12%
40.	Что означает буква «Р» в стали Р9К5	А) легированная сталь Б) быстрорежущая сталь В) содержание углерода 0,9%
41.	Что означает буква Ю в стали Х12ЮС	А) 12% ванадия Б) менее 1,5% алюминия В) 0,12% алюминия Г) менее 1,5% кремния Д) 1,2% свинца

42.	Расшифруйте сталь марки У8	А) 1% углерода,8% хрома Б) 1% углерода 0,8% ванадия В)0,1% углерода Г)0,8% углерода Д) 8% никеля
43.	Как маркируют углеродистые инструментальные стали	А) А12 Б) У7А В) ШХ13 Г) Р6М5 Д) 9ХС
44.	Что означает цифра «2» в стали 12Х2Н4А	А) 2% углерода Б) 2% никеля В) 0,2% хрома Г) 2% хрома
45.	Что означает буква «Ш» в стали ШХ15СГ	А) 0,15% углерода Б) сталь углеродистая В) стали подшипниковая Г) сталь получена электрошлаковым переплавом
46.	Что означает цифра «2» в стали 30ХГСН2А	А) 2% азота Б) 0,2% углерода В) 2% никеля Г) 0,2 % азота Д) 0,2 % никеля
47.	Что означает буква «Г» в стали У8Г	А) высоколегированная сталь Б) повышенное содержание марганца В) 8% марганца Г) 0,8% углерода
48.	Что означает буква «Г» в стали 9Г2Ф	А) сталь высоколегированная Б) 0,9% углерода В) 2% марганца Г) 0,9% марганца
49.	Что означает цифра «2» в стали 36Х2Н2МФА	А) содержание углерода 0,2% Б) содержание никеля 2% В)содержание молибдена 2% Г) содержание углерода 2%

50.	Что означает число «9» в стали Р9М4К8	А) содержание углерода 0,9% Б) содержание вольфрама 9% В) содержание молибдена 9% Г)содержание хрома 9% Д) содержание молибдена 0,9%
-----	---------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

51.	Расшифруйте сталь 12Х2Н4А	
52.	Расшифруйте сталь Ст1пс	
53.	Расшифруйте сталь 20Х2Н4А	
54.	Расшифруйте сталь Ст2кп	
55.	Расшифруйте сталь 20ХГСА	
56.	Расшифруйте сталь Ст3Гпс	
57.	Расшифруйте сталь 20ХМФА	
58.	Расшифруйте сталь Ст6сп	
59.	Расшифруйте сталь 20ХГНР	
60.	Расшифруйте сталь 25ХГ2МФ	
61.	Расшифруйте сталь 27ХГР	
62.	Расшифруйте сталь 30ХН3А	
63.	Расшифруйте сталь 30ХГСН2А	
64.	Расшифруйте сталь 34Х2Н2М	
65.	Расшифруйте сталь 35ХГР	
66.	Расшифруйте сталь 36Х2Н2МФА	
67.	Расшифруйте сталь 38Х2МЮА	
68.	Расшифруйте сталь 40ХФА	
69.	Расшифруйте сталь 40ХН2МА	
70.	Расшифруйте сталь 40ГМФР	
71.	Расшифруйте сталь 45ХН2МФА	
72.	Расшифруйте сталь ШХ15	
73.	Расшифруйте сталь ШХ15СГ	
74.	Расшифруйте сталь ШХ4	
75.	Расшифруйте сталь У10А	
76.	Расшифруйте сталь У8Г	
77.	Расшифруйте сталь Р6М5Ф3	

78.	Расшифруйте сталь P12Ф3	
79.	Расшифруйте сталь P9M4K8	
80.	Расшифруйте сталь P9K5	
81.	Расшифруйте сталь P18K5Ф2	
82.	Расшифруйте сталь 9Х5ВФ	
83.	Расшифруйте сталь 6ХВ2С	
84.	Расшифруйте сталь 6ХВ2С	
85.	Расшифруйте сталь Х12Ф1	
86.	Расшифруйте сталь Х6ВФ	
87.	Расшифруйте сталь 8Х6НФТ	
88.	Расшифруйте сталь 5ХВ2СФ	
89.	Расшифруйте сталь 9Г2Ф	
90.	Расшифруйте сталь 12Х1	
91.	Расшифруйте сталь 9ХФМ	
92.	Расшифруйте сталь 30ХН3А	
93.	Расшифруйте сталь 30ХГСН2А	
94.	Расшифруйте сталь 34Х2Н2М	
95.	Расшифруйте сталь 35ХГР	
96.	Расшифруйте сталь 36Х2Н2МФА	
97.	Расшифруйте сталь 40ХФА	
98.	Расшифруйте сталь 38Х2МЮА	
99.	Расшифруйте сталь 40ХН2МА	
100.	Расшифруйте сталь 40ГМФР	
101.	Расшифруйте сталь 45ХН2МФА	
102.	Расшифруйте сталь ШХ15	
103.	Расшифруйте сталь ШХ15СГ	
104.	Расшифруйте сталь ШХ4	

105.	Расшифруйте сталь У10А	
106.	Расшифруйте сталь У8Г	
107.	Расшифруйте сталь Р6М5Ф3	
108.	Расшифруйте сталь Р9К5	
109.	Расшифруйте сталь Р9М4К8	
110.	Расшифруйте сталь Р12Ф3	



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

### **«Анализ свойств, назначения и расшифровка марок цветных сплавов»**

*Цели практической работы:*

- изучение цветных металлов и их сплавов;
- умение определять химический состав сплавов цветных металлов по их маркам;
- изучение области применения цветных металлов и их сплавов.

*Выбор варианта задания.*

Практическая работа состоит из двух частей: теоретической части (**задание 1 и задание 2**) и практической части (**расшифровка марок титана и сплавов меди- марка 1, марка 2, марка 3**).

Таблица 1

№ варианта	В.1	В2	В3	В4	В5	3.1	Марка 2	Марка 3
1.	1	2	5	22	26	ТГ-90	Л63	БрОФ 7-0,2
2.	2	3	10	18	27	ТГ-100	Л80	БрКМц3-1
3.	6	8	13	21	25	ТГ-130	БрОФ 6,5-0,15	ЛС74-3
4.	5	6	8	23	27	ТГ-Тв	ЛС59-1	БрАЖМц10-3-1,5
5.	1	7	15	20	24	ТГ-110	ЛЦ16К4	БрА7
6.	3	9	10	21	26	ТГ-90	БрАЖНМц9-4-4-1	ЛС58-2
7.	2	11	15	18	27	ТГ-120	Л68	БрОФ 6,5-0,15
8.	4	10	11	17	23	ТГ-Тв	БрБ2	ЛЖС58-1-1
9.	1	12	18	21	24	ТГ-90	БрА9Ж4Н4Мц1	ЛО70-1
10.	7	13	16	19	25	ТГ-120	БрА11Ж6Н6	ЛС59-1
11.	4	8	17	20	27	ТГ-130	Л63	ЛЖС58-1-1
12.	6	10	19	20	22	ТГ-150	ЛО70-1	БрА10Ж3Мц2
13.	1	3	5	19	25	ТГ-Тв	БрО6Ц6С3	Л96
14.	1	7	13	15	23	ТГ-130	ЛМцЖ52-4-1	БрА9Мц2Л
15.	2	8	15	17	24	ТГ-90	ЛО90-1	БрА9Ж3Л
16.	5	10	11	19	21	ТГ-Тв	БрО5Ц5С5	Л90
17.	4	9	17	25	27	ТГ-Тв	ЛАЖ60-1-1Л	БрО8Ц4
18.	1	11	19	20	26	ТГ-150	ЛА77-2	БрО10Ф1
19.	9	10	15	22	27	ТГ-130	БрО3Ц12С5	ЛС58-3
20.	6	7	23	25	27	ТГ-Тв	БрО3Ц7С5Н1	ЛА67-2,5

### Задания к практической работе.

№	Вопрос	Вариант ответа
1.	Температура полиморфизма титана, °С	А) 950 ° С. Б) 882 ° С. В) 911 ° С. Г) 768 ° С.
2.	Алюминий, входящий в состав титановых сплавов	А) увеличивает прочность и жаропрочность Б) повышает износостойкость В) повышает пластичность
3.	Алюминиевые сплавы обладают	А) малой пластичностью, высокой прочностью Б) малой прочностью, высокой пластичностью В) высокими прочностью и пластичностью Г) низкими прочностью и пластичностью
4.	Латуни и бронзы – это сплавы на основе:	А) алюминия; Б) меди; В) цинка; Г) магния.
5.	Латунь Л80. Цифра в маркировке обозначает:	А) твёрдость; Б) временное сопротивление; В) содержание меди; Г) содержание цинка.
6.	Дуралюмины относятся к	А) деформируемые сплавы, не упрочняемые термической обработкой Б) деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой В) литейные сплавы
7.	Литейный алюминиевый сплав маркируется:	А) В96 Б) АМгЗП В) Д1 Г) АК12Д
8.	Дуралюмины -	А) подвергаются закалке и естественному старению Б) деформируют в холодном состоянии В) отливают
9.	Силумины относятся к	А) деформируемые сплавы, не упрочняемые термической обработкой

		Б) деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой В) литейные сплавы
10.	Из предложенных марок сплавов выберите марку свинцовистой бронзы:	А) БрА7; Б) ЛК80–3; В) БрОЦС 4–4–2,5; Г) БрС30
11.	Высокая коррозионная стойкость алюминиевых сплавов обусловлена:	А) типом кристаллической решетки; Б) наличием тонкой окисной плёнки $Al_2O_3$ ; В) наличием примесей; Г) легированием хромом
12.	Деформируемые алюминиевые сплавы, не упрочняемые термической обработкой, маркируют	А) АК12Д Б) АМцС1401 В) Д16 Г) СИЛ1С
13.	Основным легирующим элементом литейных алюминиевых сплавов (силуминов) является:	А) магний; Б) титан; В) кремний; Г) медь.
14.	Магний обладает	А) высокой прочностью и пластичностью Б) высокой прочностью и малой пластичностью В) малой прочностью и пластичностью Г) малой прочностью и высокой пластичностью
15.	Магниевого сплавы бывают	А) деформируемые и литейные Б) только деформируемые В) только литейные
16.	Деформируемые латунные сплавы маркируют:	А) ЛЦ40Мц1,5 Б) БрОФ6,5-,5 В) ЛАЖ60-1-1 Г) ЛС
17.	Однофазные деформируемые $\alpha$ -латуни:	А) обрабатываются в холодном состоянии Б) обрабатываются при повышенных температурах
18.	Литейные латунные сплавы маркируют:	А) ЛЦ40Мц1,5 Б) БрОФ6,5-,5 В) ЛАЖ60-1-1
19.	Деформируемые магниевые сплавы маркируются	А) МЛ4 Б) МА8

		В) Д1 Г) АК8
20.	Литейные магниевые сплавы маркируются	А) МЛ4 Б) МА8 В) Д1 Г) АК8
21.	Двухфазные деформируемые ( $\alpha+\beta$ )-латуни:	А) обрабатываются в холодном состоянии Б) обрабатываются при повышенных температурах
22.	Олово в латунях	А) повышает прочность Б) повышает жаропрочность В) повышает коррозионную стойкость Г) повышает пластичность
23.	В марке латуни ЛАЖ60-1-1 цифра 60 означает	А) содержание цинка Б) содержание меди В) содержание алюминия Г) содержание железа
24.	В марке латуни ЛЦ23А6Ж3Мц2 число 6 означает	А) содержание алюминия Б) содержание меди В) содержание цинка Г) содержание железа
25.	Литейные оловянные бронзы маркируют	А) БрАЖ9-4Л Б) БрО4Ц4С17 В) ЛАЖ60-1-1
26.	Бериллиевые бронзы маркируются	А) БрО4Ц4С17 Б) БрБ2 В) БрОФ6,5-0,15
27.	В марке ТГ-120, цифра 120 означает	А) твёрдость; Б) временное сопротивление; В) содержание меди; Г) содержание цинка.

### *Список литературы*

1. Солнцев Ю.П., Вологжанина С.А. *Материаловедение* – М.: Академия, 2009.
2. [Моряков](#) О.С. *Материаловедение: учеб. для СПО* – М.: Академия, 2010.
3. Никифоров В.М. *Технология металлов и других конструкционных материалов: учеб. для техникумов и колледжей.* – СПб: Политехника, 2009.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

### «Влияние режимов термообработки на структуру и свойства стали»

Выбор задание осуществляется по списку в журнале.

Таблица 1

№ вариант а	Теоретическое задание							Практическое задание	
	1	15	16	23	26	29	32	$D_{\infty}$	Задание
1	1	15	16	23	26	29	32	$D_{\infty}=30$	Закалка в масле
2	2	13	17	24	27	31	33	$D_{\infty}=30$	Закалка в воде
3	3	11	18	25	28	30	34	$D_{\infty}=30$	Закалка на воздухе
4	4	9	19	23	28	29	35	$D_{\infty}=10$	Закалка в масле
5	5	8	20	24	28	31	36	$D_{\infty}=10$	Закалка в воде
6	6	10	21	25	28	30	37	$D_{\infty}=110$	Закалка на воздухе
7	7	12	22	23	27	29	38	$D_{\infty}=12$	Закалка в масле
8	6	14	22	24	27	31	39	$D_{\infty}=12$	Закалка в воде
9	5	8	21	25	27	30	39	$D_{\infty}=120$	Закалка на воздухе
10	4	9	20	23	26	29	38	$D_{\infty}=60$	Закалка в масле
11	1	10	19	24	27	31	37	$D_{\infty}=60$	Закалка в воде
12	2	11	18	25	28	30	36	$D_{\infty}=60$	Закалка на воздухе
13	3	12	17	23	26	29	35	$D_{\infty}=14$	Закалка в масле
14	4	13	16	24	27	31	34	$D_{\infty}=140$	Закалка в воде
15	5	14	18	25	28	30	33	$D_{\infty}=14$	Закалка на воздухе
16	7	15	22	23	26	29	32	$D_{\infty}=16$	Закалка в масле
17	6	10	21	24	26	29	33	$D_{\infty}=16$	Закалка в воде
18	2	11	20	25	28	29	35	$D_{\infty}=160$	Закалка на

									воздухе
19	3	13	19	23	28	31	37	$D_{\infty}=70$	Закалка в масле
20	6	10	22	24	27	30	39	$D_{\infty}=70$	Закалка в воде

## Теоретическое задание

Таблица 2

№	Вопрос	Варианты ответов
1.	Дайте определение Аустенита (А)	А) твердый раствор углерода в $\alpha$ -железе, Б) твердый раствор углерода в $\gamma$ -железе, В) химическое соединение углерода с железом)
2.	Дайте определение Перлита (П)	А) эвтектическая смесь аустенита и цементита Б) эвтектоидная смесь феррита и цементита В) аустенит образовавшийся в ходе перитектической реакции
3.	Дайте определение Мартенсита (М)	А) пересыщенный твердый раствор углерода в $\alpha$ -железе Б) структура эвтектоидной стали, полученная при распаде около $650^{\circ}\text{C}$ В) пересыщенный твердый раствор углерода в $\gamma$ -железе
4.	Дайте определение Феррита (Ф)	А) твердый раствор углерода в $\alpha$ -железе, Б) твердый раствор углерода в $\gamma$ -железе, В) химическое соединение углерода с железом)
5.	Дайте определение ледебурита	А) эвтектическая смесь аустенита и цементита Б) эвтектоидная смесь феррита и цементита В) аустенит образовавшийся в ходе перитектической реакции
6.	Линия ликвидус показывает	А) начало кристаллизации сплава Б) конец кристаллизации сплава В) превращение аустенита в перлит
7.	Линия солидус показывает	А) начало кристаллизации сплава Б) превращение аустенита в перлит В) конец кристаллизации сплава
8.	Точка $A_{c3}$	А) критическая точка при нагреве Б) критическая точка при охлаждении В) равновесная точка
9.	Точка $A_{r1}$	А) критическая точка при нагреве Б) критическая точка при охлаждении В) равновесная точка
10.	Игольчатая микроструктура перлита получила название	А) троостит Б) бейнит В) сорбит
11.	При отжиге нагрев производится при температуре	А) выше $A_{c3}$ Б) выше $A_{r3}$ В) ниже $A_{c1}$
12.	При отпуске нагрев производится при температуре	А) выше $A_{c3}$ Б) выше $A_{r3}$ В) ниже $A_{c1}$
13.	При закалке нагрев производится при температуре	А) выше $A_{c3}$ Б) выше $A_{r3}$ В) ниже $A_{c1}$
14.	Неполный отжиг проводится при температуре	А) выше $A_{c3}$ Б) выше $A_{r3}$ В) выше $A_{c1}$ и ниже $A_{c3}$



		Г) ниже $A_{c1}$
15.	Нормализация проводится при температуре	А) выше $A_{c3}$ Б) выше $A_{r3}$ В) выше $A_{c1}$ и ниже $A_{c3}$ Г) ниже $A_{c1}$
16.	Кристаллическая решетка мартенсита	А) объемноцентрированная кубическая Б) гранцентрированная кубическая В) объемноцентрированная тетрагональная
17.	Минимальная скорость охлаждения, необходимая для переохлаждения аустенита до мартенситного превращения	А) Равновесная скорость закалки Б) Критическая скорость закалки В) Критическая скорость отжига
18.	Отпуск при $350^{\circ}\text{C}$ - $500^{\circ}\text{C}$ имеет структуру	А) сорбит Б) троостит В) аустенит
19.	Отпуск при $500^{\circ}\text{C}$ - $600^{\circ}\text{C}$ имеет структуру	А) сорбит Б) троостит В) аустенит
20.	Оптимальной температурой закалки для заэвтектоидных сталей является	А) выше $A_{c3}+30^{\circ}$ Б) выше $A_{c1}+30^{\circ}$ В) ниже $A_{c1}$
21.	Оптимальной температурой закалки для доэвтектоидных сталей является	А) выше $A_{c3}+30^{\circ}$ Б) выше $A_{c1}+30^{\circ}$ В) ниже $A_{c1}$
22.	Сколько существует способов закалки	А) 5 Б) 6 В) 7
23.	Где возникают внутренние напряжения I рода	А) между отдельными зонами сечения и частями детали Б) внутри зерна и между зернами В) внутри объема нескольких элементарных ячеек
24.	Где возникают внутренние напряжения II рода	А) между отдельными зонами сечения и частями детали Б) внутри зерна и между зернами В) внутри объема нескольких элементарных ячеек
25.	Где возникают внутренние напряжения III рода	А) между отдельными зонами сечения и частями детали Б) внутри зерна и между зернами В) внутри объема нескольких элементарных ячеек
26.	Диффузионный отжиг применяется в основном для	А) низкоуглеродистых сталей Б) легированных сталей В) чугунов
27.	Полный отжиг проводится для	А) Доэвтектоидных сталей Б) Заэвтектоидных сталей В) Эвтектических чугунов
28.	Неполная закалка применяется для	А) Доэвтектоидных сталей Б) Заэвтектоидных сталей В) Эвтектических чугунов
29.	Диссоциация это	А) перемещение адсорбированных атомов вглубь изделия Б) захват поверхностью детали атомов

		насыщающего элемента В) получение насыщающего элемента в активированном атомарном состоянии в результате химических реакций
30.	Адсорбция это	А) перемещение адсорбированных атомов вглубь изделия Б) захват поверхностью детали атомов насыщающего элемента В) получение насыщающего элемента в активированном атомарном состоянии в результате химических реакций
31.	Диффузия это	А) перемещение адсорбированных атомов вглубь изделия Б) захват поверхностью детали атомов насыщающего элемента В) получение насыщающего элемента в активированном атомарном состоянии в результате химических реакций
32.	Цементации подвергают стали с низким содержанием углерода	А) с высоким содержанием углерода Б) легированные стали В) с низким содержанием углерода Г) чугуны
33.	Цементация бывает	А) жидкая и газовая Б) твердая и газовая В) жидкая и твердая
34.	Термическая обработка при цементации проводится	А) до цементации Б) после цементации
35.	Термическая обработка при азотировании проводится	А) до азотирования Б) после азотирования
36.	При цианировании насыщают	А) поверхность углеродом Б) поверхность азотом В) поверхность углеродом и азотом Г) всю деталь углеродом и азотом
37.	Нитроцементация это	А) жидкостное цианирование Б) газовое цианирование В) твердое цианирование
38.	Диффузионная металлизация бывает	А) жидкая, газовая Б) жидкая, газовая, твердая В) жидкая, твердая Г) Газовая. твердая
39.	При диффузионной металлизации образуются	А) растворы внедрения Б) растворы замещения

## *Практическое задание*

### *Теория.*

Под *прокаливаемостью* подразумевают глубину закаленной зоны.

Для практической оценки прокаливаемости пользуются величиной, которая называется *критическим диаметром* ( $D_K$ ).

*Идеальный критический диаметр* ( $D_\infty$ )- это диаметр максимального сечения, прокаливающегося насквозь в идеальной жидкости, отнимающего тепло с бесконечно большой скоростью.

Прокаливаемость является одним из основных критериев при выборе марки стали для изготовления той или иной детали. Прокаливаемость сталей зависит от химического состава, величины зерна, скорости охлаждения при закалке, температуры нагрева и других факторов.

По специальной номограмме, предложенной М. Е. Блантером, можно определить критический диаметр (максимальный диаметр образца, при котором в данном охладителе в центре образца получается мартенситная структура) в зависимости от формы тела (шар, цилиндр, брусок с разными соотношениями  $L/D$  или  $L/a$ ) и охлаждающей среды (воздух, минеральное масло, вода при разной температуре, водный раствор щелочи или соли, “идеальная” охлаждающая жидкость). Все оси номограммы строятся в логарифмических координатах

На рисунке 1 приведен упрощенный вариант номограммы Блантера для определения критического диаметра при закалке цилиндра с соотношением  $L/D$  равным 4 для трех различных реальных охлаждающих сред (вода при  $20^0C$ , минеральное масло и воздух). “Идеальное охлаждение” происходит в гипотетической охлаждающей жидкости, отнимающей тепло с бесконечно большой скоростью.

Правила пользования номограммой рассмотрим на следующем примере. Примем, что в опыте по торцовой закалке мы получили расстояние от торца образца до полумартенситной зоны равным 20 мм. Отложим эту величину на шкале, помещенной в верхней части диаграммы. От найденной точки опускаем

перпендикуляр до пересечения с наклонной линией, обозначенной как “идеальное охлаждение”. От точки пересечения проводим влево горизонтальную линию до пересечения с линией реальной охлаждающей среды (например, минеральное масло). От последней точки пересечения опускаем перпендикуляр до шкалы “критический диаметр”, и получаем значение 52 мм. Попутно можем определить, что идеальный критический диаметр равен 84 мм.

*Задание.*

Исходя из заданного по варианту значения идеального критического диаметра с помощью номограммы (рисунок 1), приведенной ниже, определите реальный критический диаметр для закалки в воде, минеральном масле или на воздухе. Перечертите участок диаграммы и подпишите найденное значение.

*Расстояние от закаливаемого торца до полумартенситной зоны*

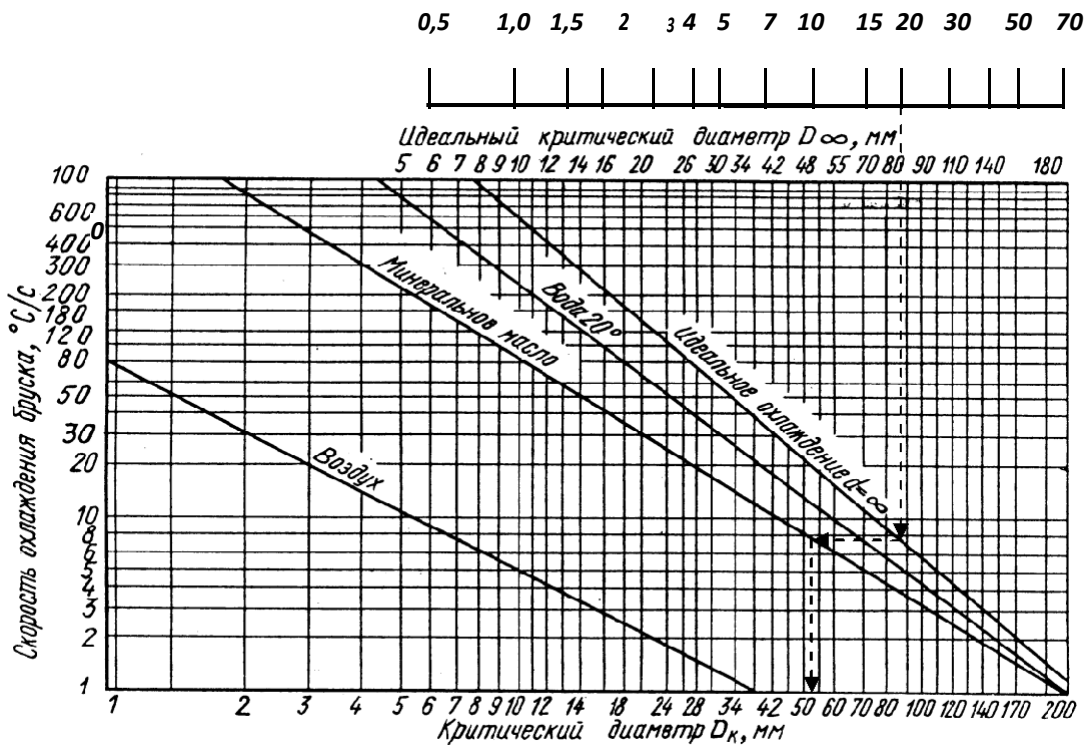


Рис. 1. Номограмма для определения прокаливаемости

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

### «Способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием) для изготовления различных деталей»

*Цель работы:* изучение различных способов обработки материалов.

*Задание.*

Ознакомиться с теоретической частью. Подготовить презентацию на заданную тему с раскрытием особенностей указанного способа обработки материалов.

*Теоретическая часть.*

Выделяют следующие способы обработки материалов.

Литейное производство — отрасль машиностроения, занимающаяся изготовлением фасонных деталей и заготовок путём заливки расплавленного металла в форму, полость которой имеет конфигурацию требуемой детали.

В процессе литья, при охлаждении металл в форме затвердевает и получается отливка — готовая деталь или заготовка, которая при необходимости (повышение точности размеров и снижения шероховатости поверхности) подвергается последующей механической обработке. В связи с этим перед литейным производством стоит задача получения отливок, размеры и форма которых максимально приближена к размерам и форме готовой детали. В машинах и промышленном оборудовании от 50% до 95% всех деталей изготавливают способом литья в формы.

Виды литья условно подразделяют основные на:

- литье в песчано-глинистые формы,
- специальные способы литья.

Обработкой металлов давлением (ОМД) называют технологический процесс изготовления заготовок или деталей целенаправленным пластическим деформированием исходного металла после приложения внешних сил. Исходными материалами для ОМД являются слитки или заготовки черных и цветных металлов различных размеров и массы.

ОМД подразделяют на холодную и горячую. *Холодная обработка* проводится при температуре ниже, а горячая при температуре выше температуры рекристаллизации металла заготовки. *Горячую деформацию* целесообразно применять при обработке трудно деформируемых, мало пластичных металлов и сплавов.

Основными способами обработки металлов давлением являются *прокатка, прессование, волочение, ковка, объемная штамповка, листовая штамповка.*

*Сварка*- технологический процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагревании, пластическом деформировании или совместном действии того и другого.

Сварка позволяет получать качественные и работоспособные неразъёмные соединения различных материалов толщиной от долей миллиметров до нескольких метров.

Все способы или методы сварки (а их более 100) разделяют на: *сварку плавлением и сварку давлением.*

*Размерная обработка.* Резание металлов относится к механическим методам обработки. Резание металлов – это способы обработки, основанные на использовании клинообразного инструмента для съёма с заготовки слоя металла (припуска) в виде стружки. Стружкой принято называть подвергшийся пластическому деформированию и разрушению отделяемый от заготовки материал. Стружка является отходом обработки материалов резанием.

Обработку резанием подразделяют на: *лезвийную* (съём материала заготовки инструментом, имеющим одно или несколько режущих лезвий правильной геометрической формы) и *абразивную* (осуществляется одновременно множеством мелких зерен произвольной формы).

### *Практическая часть.*

Подготовить презентацию на заданную тему с приведением схем оборудования, видов инструментов и материалов, а также описания процесса.

#### *Тема презентаций*

##### Способы обработки материалов

1. Литье в песчано-глинистые формы (описание литейной формы, материалы для литейной формы, описание процесса, вид получаемых отливок, достоинства и недостатки).
2. Специальные способы литья - Центробежное литье (описание процесса, вид получаемых отливок, преимущество, недостатки).
3. Специальные способы литья - Литье под давлением (описание процесса, вид получаемых отливок, преимущество, недостатки).
4. Специальные способы литья- Литье в оболочковые формы (описание процесса, вид получаемых отливок, преимущество, недостатки).
5. Специальные способы литья- Литье по выплавляемым моделям (описание процесса, вид получаемых отливок, преимущество, недостатки).
6. Обработка давлением – Прокатка (описание процесса, виды прокатки, элементы прокатных станов, сортамент стального проката).
7. Обработка давлением – прессование (описание процесса, методы прессования, получаемые изделия, достоинства и недостатки).
8. Обработка давлением – Волочение (описание метода, сортамент изделий, приведение схемы волочения).
9. Обработка давлением – Ковка (описание процесса, определение поковки, свободная ковка, объемная штамповка).
10. Обработка давлением – Листовая штамповка (описание процесса, холодная штамповка, штампы для листовой штамповки, простая и сложная штамповка).

11. Сварка плавлением (описание процесса; перечислить основные способы сварки плавлением; состав соединений, выполненных сваркой плавлением).
12. Дуговая сварка (ручная дуговая сварка и автоматическая дуговая сварка, источники тепла, область применения, достоинства и недостатки этих видов сварки).
13. Дуговая сварка в защитных газах (описание процесса и назначение, защиты свариваемого металла, преимущества и недостатки).
14. Электрошлаковая сварка (сущность процесса, достоинство и недостатки).
15. Электронно-лучевая сварка (сущность процесса, достоинство и недостатки).
16. Сварка давлением (контактная диффузионная, холодная и др.).
17. Качество и контроль сварных соединений (дефекты, причины возникновения дефектов, методы обнаружения внутренних и внешних дефектов).
18. Родственные сварке сварочные процессы (наплавка, пайка, определение припоя, флюса).
19. Родственные сварке сварочные процессы (термическая резка металлов, кислородная резка металлов, локально – термическая обработка, напыление).
20. Обработка резанием лезвийным инструментом - точение (сущность процесса, область применения, виды резцов, определение наклепа).
21. Обработка резанием лезвийным инструментом - фрезерование (сущность процесса, фреза, ширина фрезерования, типы фрез).
22. Обработка резанием лезвийным инструментом – сверление, зенкерование развертывание (сущность процессов и область применения, инструменты).



23. Обработка резанием лезвийным инструментом – строгание (сущность процесса; применяемый инструмент; строгание ,долбление и протягивание).

24. Инструментальные материалы (требования к инструментальным материалам, группы инструментальных материалов и область их применения)

25. Абразивная обработка (сущность процесса, шлифовальный круг, виды шлифования).

26. Физико-химические методы обработки -электроэрозсионная обработка (сущность процесса, область применения).

27. Физико-химические методы обработки -электрохимическая размерная обработка (сущность процесса, область применения).

28. Физико-химические методы обработки - размерная ультразвуковая обработка (сущность процесса, область применения).

*Список литературы.*

1. Электротехнические и конструкционные материалы. Под ред. Филикова В.А., учебное пособие для СПО, Москва, 2020 г.
2. Слесарчук В.А. учебное пособие для СПО,РИПО,2021 г.
3. Обработка материалов и инструмент, Завистовский С.Э., учебник для СПО, РИПО, 2021 г.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

### «Коррозия металлов»

#### *Цели работы*

1. Определить влияние агрессивной среды на сталь.
2. Найти участки повреждения коррозией.
3. Получить изображения, сделать выводы.

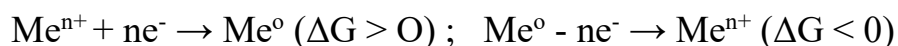
#### *Информация для преподавателя*

Получение изображения выполняется на одном приборе под присмотром учителя, обработка экспериментальных данных каждым учащимся индивидуально. Образец для исследования: корродированный стальной образец.

#### *Общие сведения*

**Коррозия** - это самопроизвольный процесс разрушения металлов и сплавов в результате окислительно-восстановительного (химического, электрохимического и биологического) взаимодействия их с окружающей средой.

Коррозия, являясь нежелательным процессом, приводит к регенерации из металлов их природных соединений: оксидов, сульфидов, карбонатов и др., термодинамически более устойчивых, чем чистые металлы. Энергия, затраченная на получение металлов из руд, накапливается в них в виде свободной энергии и делает их активными, термодинамически неустойчивыми, т.е. металл как бы стремится вновь перейти в то естественное состояние, в котором существует в природе. Причем, этот процесс всегда протекает самопроизвольно, с уменьшением энергии Гиббса:



металлургия

коррозия

Следовательно, термодинамическая неустойчивость является основной причиной разрушения металлов и сплавов. По знаку и величине энергии Гиббса можно судить о направлении и интенсивности коррозионных процессов.

Коррозионные процессы являются окислительно-восстановительными и протекают, как правило, на границе раздела фаз твердого вещества с газом или жидкостью, т.е. взаимодействие происходит по гетерогенному механизму. Трудно оценить тот ущерб, который наносит всему хозяйству этот разрушительный процесс. Примерно около 10% ежегодно добываемого металла расходуется на возмещение потерь от коррозии. Ещё дороже обходятся косвенные потери, связанные с ремонтом и заменой испорченных изделий и т.д. Поэтому возникает необходимость непрерывно совершенствовать методы защиты от коррозии металлов и сплавов. А без знания причин, вызывающих коррозию металлических конструкций и изделий, невозможно вести борьбу с ней.

### *Классификация коррозионных процессов*

Коррозионные процессы чрезвычайно многообразны и их классификация проводится по разным признакам.

#### **1. По механизму процесса:**

химическая, электрохимическая и биологическая (рис.1).

#### **2. По условиям протекания (рис.1):**

- газовая коррозия;
- коррозия в жидкостях-неэлектролитах;
- коррозия в водных растворах электролитов (солевая, кислотная, щелочная и т.п.)
- атмосферная коррозия;
- аэрационная коррозия;
- подземная коррозия;
- коррозия под действием блуждающих токов;
- коррозия под механическим напряжением.

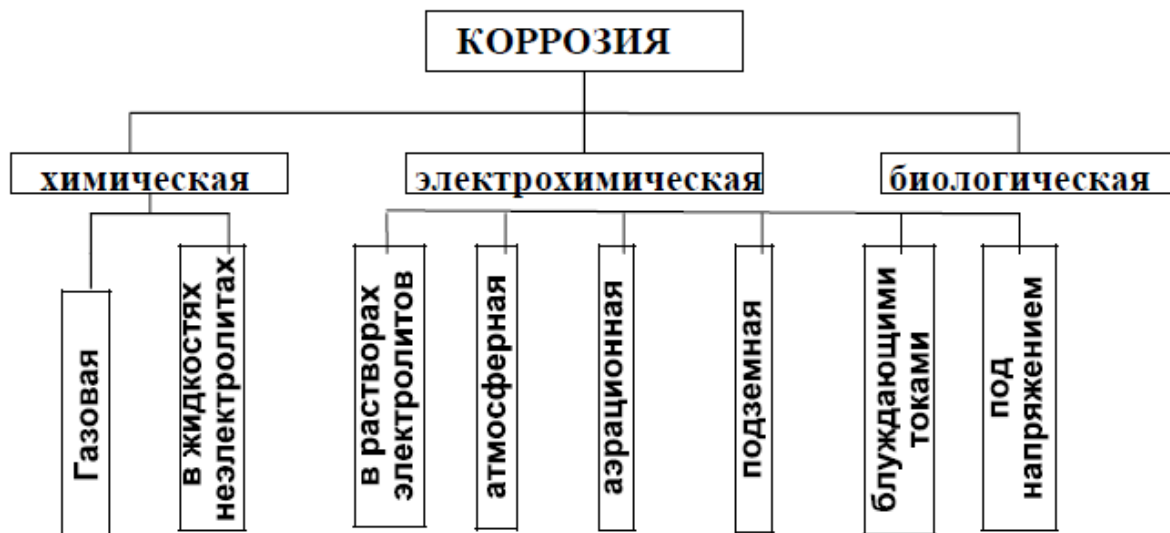


Рисунок 1 - классификация коррозионных процессов

3. По характеру коррозионных поражений (рис.2):

- 1) равномерная;
- 2) неравномерная;
- 3) структурно-избирательная;
- 4) пятнами;
- 5) язвами;
- 6) питтинг или точками;
- 7) межкристаллитная;
- 8) транскристаллитная или ножевая;
- 9) подповерхностная.



- зона коррозии



-кристаллиты

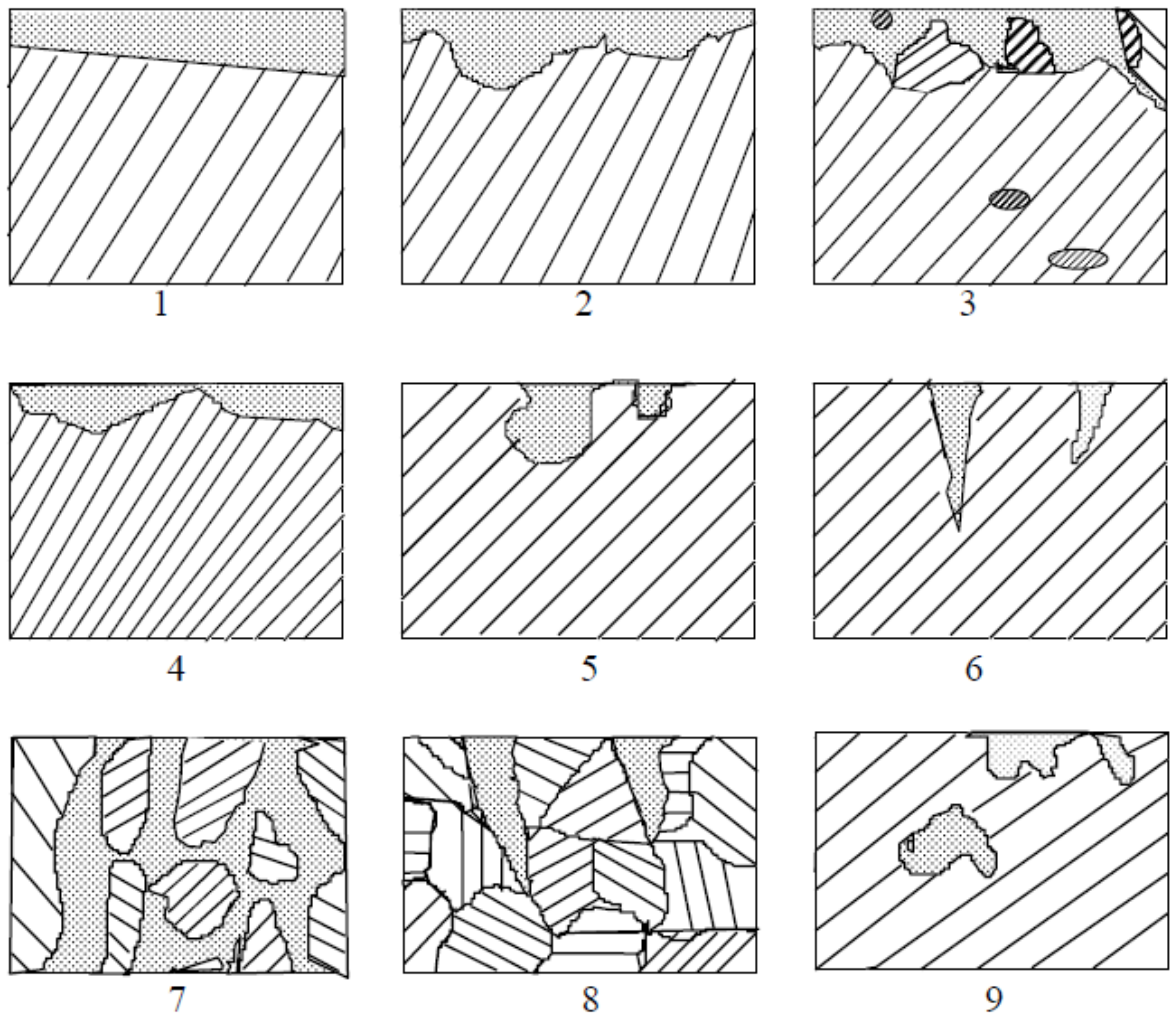


Рисунок 2 - Типы коррозионных поражений металлов

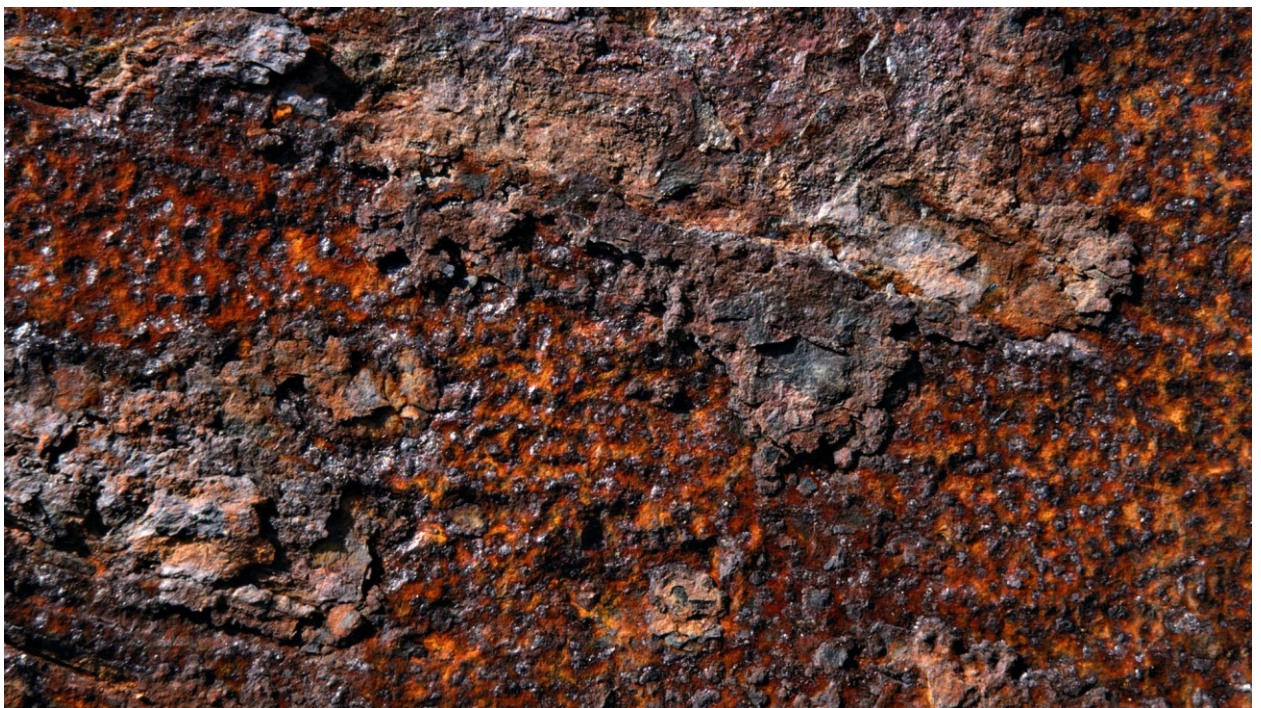


Рисунок 3 – Поверхность металла, покрытая ржавчиной

### **Защита от коррозии**

Коррозия металлов протекает непрерывно и причиняет огромные убытки. Подсчитано, что прямые потери железа от коррозии составляют около 10 % его ежегодной выплавки. В результате коррозии металлические изделия теряют свои ценные технические свойства. Поэтому имеют очень значение методы защиты металлов и сплавов от коррозии. Они весьма разнообразны. Назовем некоторые из них.

**Защитные поверхностные покрытия металлов.** Они бывают металлические (покрытие цинком, оловом, свинцом, никелем, хромом и другими металлами) и неметаллические (покрытие лаком, краской, эмалью и другими веществами). Эти покрытия изолируют металл от внешней среды. Так, кровельное железо покрывают цинком: из оцинкованного железа изготавливают многие изделия бытового и промышленного значения. Слой цинка предохраняет железо от коррозии, так как хотя цинк и является более активным металлом, чем железо, он покрыт оксидной пленкой. При повреждениях защитного слоя (царапины, пробои крыш и т.д.) в присутствии влаги возникает гальваническая пара  $Zn|Fe$ . Катодом (положительным полюсом) является железо, анодом (отрицательным полюсом) – цинк. Электроны переходят от цинка к железу, где связываются молекулами кислорода (кислородная деполяризация), цинк растворяется, но железо остается защищенным до тех пор, пока не разрушится весь слой цинка, на что требуется довольно много времени. Покрытие железных изделий никелем, хромом, помимо защиты от коррозии, придает им красивый внешний вид.

**Создание сплавов с антикоррозийными свойствами.** Введением в состав стали до 12% хрома получают нержавеющую сталь, устойчивую к коррозии. Добавки никеля, кобальта и меди усиливают антикоррозионные свойства стали, так как повышается склонность сплавов к пассивации. Создание сплавов с антикоррозионными свойствами – одно из важных



направлений борьбы с коррозионными свойствами – одно из важных направлений борьбы с коррозионными потерями.

**Протекторная защита и электрозащита.** Протекторная защита применяется в тех случаях, когда защищается конструкция (подземный трубопровод, корпус судна), находящаяся в среде электролита (морская вода, подземные, почвенные воды и т.д.). Сущность такой защиты заключается в том, что конструкцию соединяют с протектором – более активным металлом, чем металл защищаемой конструкции. В качестве протектора при защите стальных изделий обычно используют магний, алюминий, цинк и их сплавы. В процессе коррозии протектор служит анодом и разрушается, тем самым предохраняя от разрушения конструкцию. По мере разрушения протекторов их заменяют новыми.

На этом принципе основана и электрозащита. Конструкция, находящаяся в среде электролита, также соединяется с другим металлом (обычно куском железа, рельсом и т.п., но через внешний источник тока. При этом защищаемую конструкцию присоединяют к катоду, а металл – к аноду источника тока. Электроны отнимаются от анода источником тока, анод (защищающий металл) разрушается, а на катоде происходит восстановление окислителя.

#### *Задание*

1. Получить изображение структуры корродированного металла.
2. Изучить полученное изображение, сделать выводы.

#### *Контрольные вопросы*

1. Что такое коррозия металлов?
2. Какие существуют способы защиты металлов от коррозии
3. Что характеризует знак и величина энергии Гиббса?

#### *Список литературы*

1. Солнцев Ю.П., Вологжанина С.А. Материаловедение – М.: Академия, 2021.
2. [Моряков](#) О.С Материаловедение: учеб. для СПО – М.: Академия, 2020.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

### «Определение удельных сопротивлений твердых диэлектриков»

#### *Цель работы:*

Необходимо ознакомиться на практике с определением удельных сопротивлений диэлектриков методом непосредственного измерения тока и напряжения.

#### **Теоретические сведения:**

Электропроводность – это свойство вещества проводить под действием электрического поля электрический ток. Это свойство вызвано направленным движением свободных носителей заряда в материале под действием электрического поля.

Отличительной чертой диэлектриков, используемых в электроизоляционной технике, является их низкая электропроводность. Она обусловлена тем, что при обычных условиях (ограниченной температуре и напряженности электрического поля) в диэлектриках имеется весьма малое количество свободных носителей заряда по сравнению с проводниками и полупроводниками. Причиной появления свободных носителей в диэлектрических материалах являются такие процессы, как ионизация (процесс образования положительных и отрицательных ионов и свободных электронов из электрически нейтральных молекул и атомов), диссоциация (процесс распада молекул на ионы) и термогенерация (образование свободных электронов вследствие перехода при высоких температурах валентных электронов в зону проводимости). Поскольку эти процессы объективно существуют в любом материале, то ни один из диэлектриков не может быть идеальным изоляционным материалом. Присутствие в диэлектриках небольшого числа свободных зарядов приводит к возникновению слабых по величине сквозных токов. Ток утечки в техническом диэлектрике представляет собой сумму сквозного тока и тока абсорбции.



В зависимости от структуры диэлектрика носители могут иметь разную природу и происхождение. В газообразных диэлектриках – это положительные и отрицательные ионы или электроны, возникающие в результате ионизации газа частицами высокой энергии или вырванные сильным полем из электродов. В жидких диэлектриках – это ионы, возникающие в результате диссоциации молекул примесей, электроны, эмитируемые из катода. В твердых диэлектриках электропроводность носит преимущественно ионный характер и обуславливается в основном процессами термической диссоциации.

При умеренной температуре электропроводность неполярных и ионных диэлектриков с плотной упаковкой ионов обусловлена в основном примесными ионами, а электропроводность полярных и ионных диэлектриков с неплотной упаковкой ионов – примесными и собственными ионами. При высоких температурах и сильных полях электропроводность твердых диэлектриков может также носить электронный характер.

Наиболее значащими факторами внешней среды, влияющими на электропроводность твердых диэлектриков, являются температура и влажность, которые изменяют как концентрацию свободных носителей заряда в диэлектрике, так и их подвижность. Увеличение температуры приводит к увеличению концентрации свободных носителей заряда из-за роста степени диссоциации или интенсивности термогенерации. Влияние влаги на электропроводность диэлектрика обуславливается поглощением влаги поверхностью и объёмом твёрдого тела. Влага, собираемая диэлектриком, увеличивает проводимость материала как из-за диссоциации собственно молекул воды, так и вследствие растворения примесей, содержащихся в диэлектрике, и материалов диэлектрика.

Электропроводность твердых диэлектриков принято оценивать двумя параметрами: удельным объемным сопротивлением  $\rho_V$  и удельным поверхностным сопротивлением  $\rho_S$ . Удельное объемное сопротивление материала  $\rho_V$  численно равно объемному сопротивлению куба с ребром 1 метр

при протекании сквозного тока между двумя противоположными гранями этого куба.

Удельное поверхностное сопротивление материала по значению равно поверхностному сопротивлению плоского твердого диэлектрика в форме квадрата произвольного размера при протекании сквозного тока между двумя противоположными сторонами этого квадрата. Истинное сопротивление диэлектрика  $R_{из}$ , определяющее сквозной ток, может быть вычислено по следующей формуле:

$$R_{из} = \frac{U}{i_{ут} - \sum i_{аб}}$$

где  $i_{ут}$  – наблюдаемый ток утечки;

$i_{аб}$  – суммарный ток абсорбции;

$U$  – приложенное напряжение.

Значение удельных сопротивлений  $\rho_V$  и  $\rho_S$  можно определить по значениям объемного и поверхностного токов проводимости. В диэлектриках, помимо токов сквозной проводимости, под действием электрического поля протекают токи, обусловленные движением связанных зарядов – абсорбционные токи.

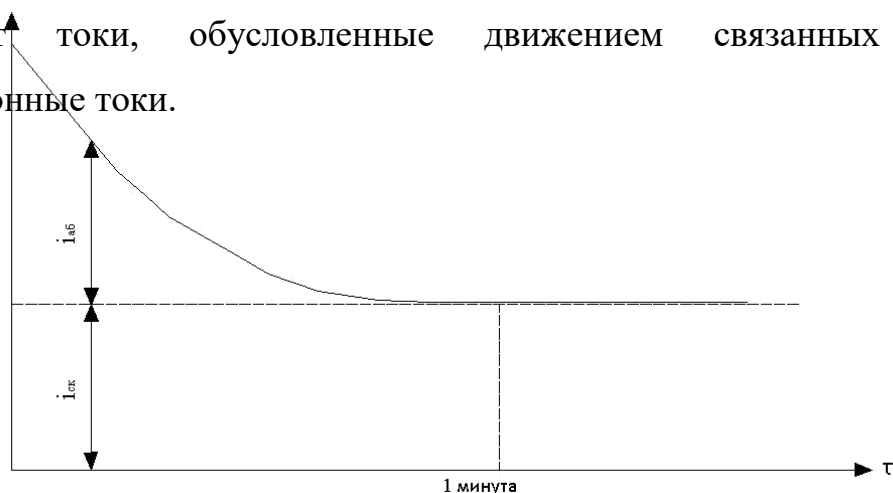


Рис. 2. Зависимость тока утечки от времени

Если к диэлектрику приложено не изменяющееся во времени напряжение, то абсорбционные токи по мере установления процесса поляризации исчезнут, и через диэлектрик будет протекать лишь ток сквозной проводимости. Зависимость тока утечки от времени представлена на рис. 2.

Поэтому измерение величины тока сквозной проводимости должно производиться на 60-й секунде после приложения напряжения, в противном случае может создаться неправильное представление о большей проводимости исследуемого диэлектрика.

### *1. Описание лабораторной установки:*

Для выделения в токе сквозной проводимости объемной и поверхностной составляющих, необходимых для определения удельных сопротивлений, рекомендуется использовать трёхэлектродные измерительные ячейки, которые позволяют на одном и том же образце производить определение удельного объемного и поверхностного сопротивлений. Форма и расположение этих электродов для случая плоского образца показана на рис 3.

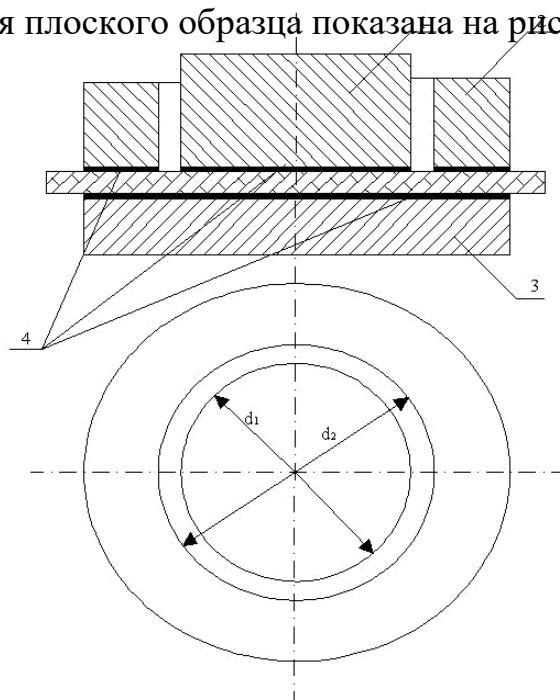


Рис. 3. Форма и расположение электродов при испытании плоского образца

Измерительный электрод **1** в виде цилиндра имеет диаметр  $d$ , внутренний диаметр охранного электрода **2** в виде кольца  $d_2 = d_1 + 4$ , мм.

Таким образом, зазор между этими электродами составляет **2** мм. Электрод высокого потенциала **3** в виде плоского диска имеет диаметр, равный наружному диаметру охранного электрода. Контакт с диэлектриком осуществляется с помощью электродов из фольги **4**, плотно притёртой к поверхности исследуемого диэлектрика с помощью вазелинового или трансформаторного масла.

Принципиальная схема установки представлена на рис. 4.

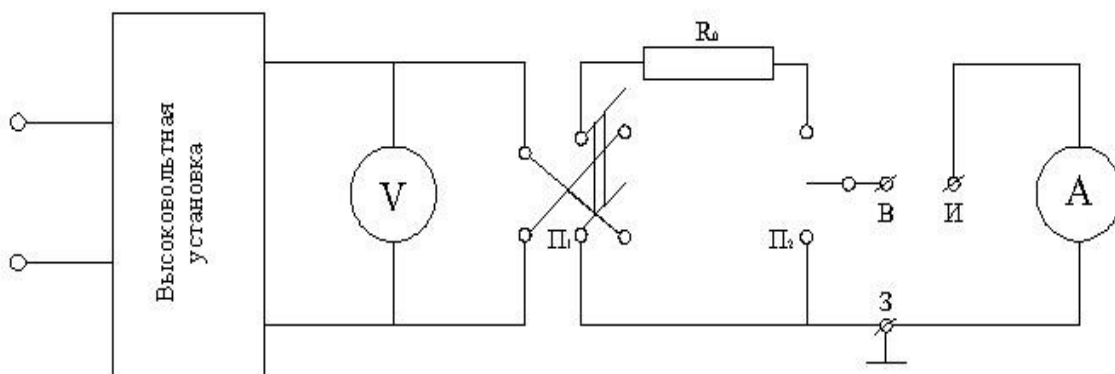


Рис. 4. Принципиальная схема установки для испытаний плоского образца

Преобразование сетевого переменного напряжения в постоянное высокое регулируемое напряжение (в данном случае до 2500 В) осуществляется при помощи высоковольтной установки УПУ-10. Выпрямленное напряжение подаётся через переключатели **П<sub>1</sub>** и **П<sub>2</sub>** на испытуемый образец диэлектрика. Переключатель **П<sub>1</sub>** позволяет изменить полярность приложенного напряжения, что необходимо при испытании неоднородных материалов, для которых снимают показания амперметра при двух положениях переключателя, а затем берут среднее значение. С помощью переключателя **П<sub>2</sub>** заземляют высоковольтный электрод для того, чтобы разрядить ёмкость образца после

проведения измерений. Защитное сопротивление  $R_0$  ограничивает возможность возникновения больших токов при пробое образца диэлектрика или случайном коротком замыкании измерительной схемы. Это сопротивление должно быть не более 1 МОм. Для подключения электродов на плате из оргстекла имеется три зажима: высоковольтный – «В», измерительный – «И», заземления «З».

Напряжение, подаваемое на образец, фиксируется с помощью вольтметра, установленного на высоковольтной установке УПУ-10; ток, протекающий через образец, – миллиамперметром. Сопротивление образца  $R_S$  и  $R_V$  вычисляется по закону Ома.

## *2. Измерение удельного сопротивления.*

### *2.1 Измерение удельного объемного сопротивления.*

Схема измерения удельного объемного сопротивления образца диэлектрика показана на рис. 5. Охранный электрод **2** в данном случае служит для того, чтобы ток поверхностной проводимости не протекал через амперметр. При отсутствии охранного кольца амперметр измерял бы суммарный ток, протекающий через образец, т. е. ток объемной и поверхностной проводимостей. Этот электрод служит также для того, чтобы в диэлектрике между электродами **1** и **3** создавалось однородное поле (электроды **1** и **2** находятся практически под одинаковым потенциалом).

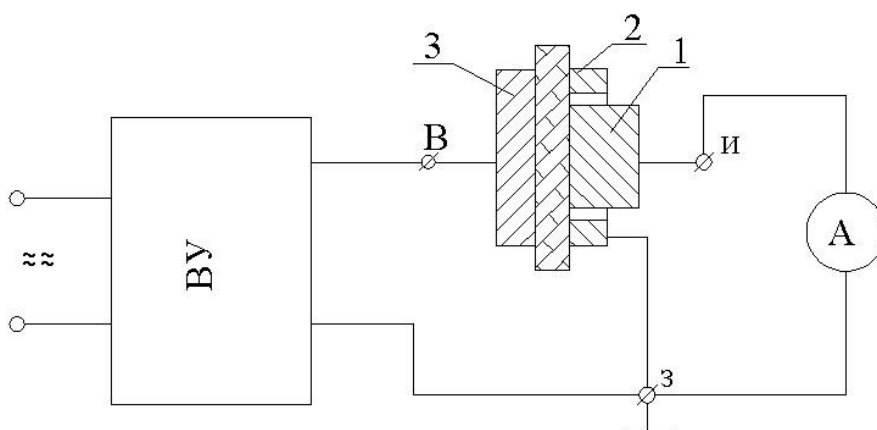


Рис. 5. Схема для измерения объемного сопротивления

Измерив вольтметром напряжение, приложенное к образцу  $U$ , В, и ток, протекающий через образец  $I_{\text{ср}}$ , А, по закону Ома определяем объемное сопротивление образца:

$$R_V = \frac{U}{I_{\text{ср}}}$$

где  $I_{\text{ср}}$  – среднее значение тока, протекающего через образец.

В результате преобразований получим формулу для определения величины удельного объёмного сопротивления испытуемого образца:

$$\rho_V = \frac{\pi U d^2}{4 \Delta I_{V \text{ср}}}$$

Значения удельного объёмного сопротивления различных диэлектриков колеблются в пределах от  $10^6$  до  $10^{18}$  Ом.

## 2.2 Измерение удельного поверхностного сопротивления

2.3 Схема для измерения удельного поверхностного сопротивления образца твердого диэлектрика показана на рис. 6.

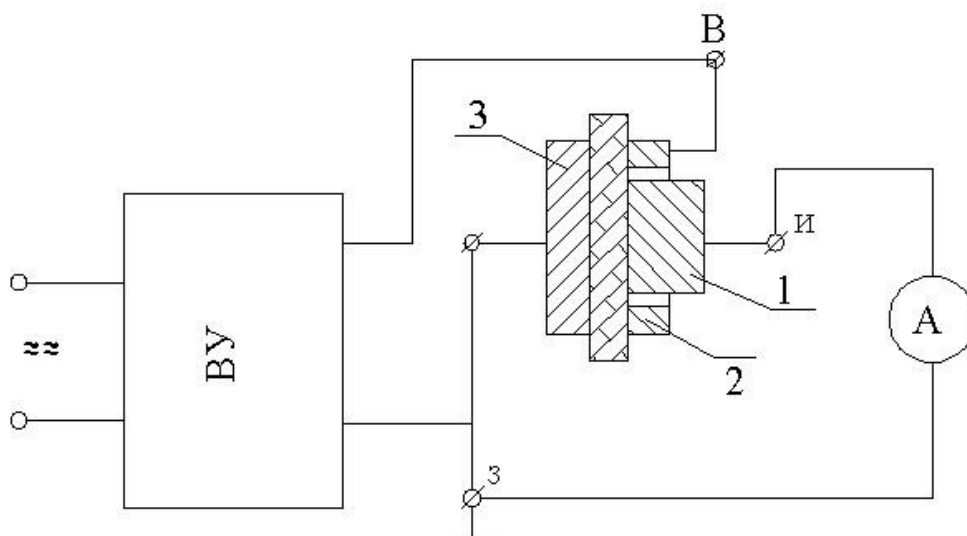


Рис. 6. Схема для измерения поверхностного сопротивления

В этой схеме применяются те же электроды, что и для измерения удельного объёмного сопротивления, но схема их включения несколько

изменяется. Напряжение подводится к кольцу 2, которое в данном случае является электродом высокого потенциала; роль охранного электрода выполняет нижний электрод 3, который препятствует прохождению тока объемной проводимости через амперметр.

Значения удельного поверхностного сопротивления различных диэлектриков колеблются в пределах от  $10^7$  до  $10^{17}$  Ом.

### 3. Задание

1 Определить величины  $\rho_V$  и  $\rho_S$  для данного образца диэлектрика.

2 Построить графики зависимостей  $\rho_V = f(U)$  и  $\rho_S = f(U)$ .

3 Объяснить полученные зависимости и дать заключение о соответствии нормам исследованных изоляционных материалов.

### 4. Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться со схемой и устройством установки, заданным порядком проведения работы. При отключенной высоковольтной установке научиться включать образец для определения удельного объемного и удельного поверхностного сопротивлений.

2 Собрать схему для измерения удельного объемного сопротивления диэлектрика.

3 Убедиться, что переключатель  $\Pi_2$  находится в положении «Работа», в противном случае переключатель  $\Pi_2$  перевести в положение «Работа».

4 По истечении одной минуты с момента подачи напряжения произвести измерения тока при разной полярности приложенного напряжения. По окончании измерения переключатель  $\Pi_2$  перевести в положение «Разряд».

5 Для твердого диэлектрика произвести измерения для значений напряжения 0,5...2,5 кВ через каждые 0,5 кВ.

6 Результаты измерений и расчетов свести в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты измерения объемного сопротивления.

Материал образца	Измеренные величины				Вычисленные величины	
	$U$	$I_{cp}$	$d_1$		$R_V$	$\rho_V$
В	А	м	м	Ом	Ом м	

7 Собрать схему для измерения удельного поверхностного сопротивления диэлектрика.

8 Переключатель П<sub>2</sub> перевести в положение «Работа».

9 По истечении одной минуты с момента подачи напряжения произвести измерения тока при разной полярности приложенного напряжения. По окончании измерения переключатель П<sub>2</sub> перевести в положение «Разряд».

10 Для твердого диэлектрика произвести измерения для значений напряжения 0,5...2,5 кВ через каждые 0,5 кВ.

11 Результаты измерений и расчетов свести в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты измерений поверхностного сопротивления.

Материал образца	Измеренные величины				Вычисленные величины	
	$U$	$I_{cp}$	$d_1$	$d_2$	$R_S$	$\rho_S$
	В	А	м	м	Ом	Ом м

12 По полученным данным построить зависимости  $\rho_V = f(U)$  и  $\rho_S = f(U)$ .

13 Дать заключение о соответствии нормам исследованных изоляционных материалов.

### *Контрольные вопросы*

1 Чем обусловлена электропроводность газообразных, жидких и твердых диэлектриков?

2 В чём заключается принципиальное отличие электропроводности диэлектриков от электропроводности металлов?

3 Какие факторы влияют на электропроводность твердых диэлектриков?

4 Почему удельное сопротивление диэлектрика меняется во времени при постоянном напряжении?

5 Чем вызвана поверхностная электропроводность твердых диэлектриков?



6 Какими параметрами характеризуется электропроводность диэлектриков?

7 Объясните особенности включения образца диэлектрика при определении  $\rho_V$  и  $\rho_S$ .

*Список литературы*

3. Солнцев Ю.П., Вологжанина С.А. Материаловедение – М.: Академия, 2020.

4. Моряков О.С Материаловедение: учеб. для СПО – М.: Академия, 2020.

5. Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов: учеб. для техникумов и колледжей. – СПб: Политехника, 2021.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

### «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, в некоторых случаях до 0,002-0,04 г/см);
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 ( $-\text{CH}_2-\text{CH}-$ ) и  $\text{CH}_3$  – 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-трёхкомпонентный сополимер акрилонитрилбутадиена и стирола.

Сополимеры АБС, или АБС-пластики, обладают 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 штеккреов, 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. Основным методом 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 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. Волокнисты типа У- Особенность изделий из волокнит — 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.).

Асболокниты – 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 пластиков 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

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование материала</b>	<b>Состав материала</b>	<b>Свойства материала</b>	<b>Область применения</b>
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?

*Литература*

1. Солнцев Ю.П., Вологжанина С.А. Материаловедение – М.: Академия, 2009.
2. Моряков О.С Материаловедение: учеб. для СПО – М.: Академия, 2010.
3. Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов: учеб. для техникумов и колледжей. – СПб: Политехника, 2009.