

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
«ИРКУТСКИЙ ТЕХНИКУМ МАШИНОСТРОЕНИЯ  
ИМ. Н.П.ТРАПЕЗНИКОВА»

**Методические рекомендации  
по выполнению практических работ  
по дисциплине ОП.03 Основы материаловедения  
по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки  
(наплавки))**

Иркутск, 2017

Рекомендовано к использованию цикловой комиссией

**Составитель:** Ченских Е.М., преподаватель общетехнических дисциплин ГБПОУ ИТМ

Методические рекомендации для выполнения практических работ являются частью основной профессиональной образовательной программы подготовки квалифицированных рабочих и служащих.

Методические рекомендации включают в себя учебную цель, перечень образовательных результатов, заявленных в ФГОС, задачи, обеспеченность занятия, краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме, вопросы для закрепления теоретического материала, задания для практической работы студентов и инструкцию по ее выполнению, порядок представления отчета о проделанной работе.

Иркутск, ГБПОУ ИТМ, 2017.

## СОДЕРЖАНИЕ

- I. Пояснительная записка с общими рекомендациями по выполнению лабораторных и практических работ.
- II. Перечень практических работ по учебной дисциплине **ОП.04. Материаловедение.**
- III. Список используемой литературы.

Раздел	Темы лабораторных и практических работ	Кол-во час
Раздел1. Основы металловедения	1. Анализ структуры и свойств сталей и чугунов	2
	2. Определение механических свойств чугунов по марке	3
	3. Исследование структуры и свойств сталей и чугунов	2
	4. Исследование структуры и свойств цветных металлов и сплавов	2
	5. Исследование действий электрохимической коррозией	2
	6. Определение физических свойств чугуна по марке.	2
	7. Определение физических свойств стали по марке.	2
	8. Определение физических свойств цветных сплавов по марке.	2
Раздел 2. Конструкционные материалы	9. Исследование качества лакокрасочных материалов для автомобилей	2
	10. Определение свойств материалов по марке лакокрасочных материалов.	2
	11. Исследование вулканизации резины	2
	12. Изучение структуры композиционных материалов.	2
	13. Определение качества бензина.	2
	14. Определение качества дизельного топлива	2
	15. Определение качества моторного масла	2
	16. Определение качества пластичной смазки	2
	17. Определение качества антифриза	2

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ составлены в соответствии с рабочими и учебными программами по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) ГБПОУ ИТМ.

Методические рекомендации включают в себя учебную цель, перечень образовательных результатов, заявленных в ФГОС, задачи, обеспеченность занятия, краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме, вопросы для закрепления теоретического материала, задания для практической работы студентов и инструкцию по ее выполнению, порядок представления отчета о проделанной работе.

Целью выполнения практических работ является:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний ;
- углубление теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирование умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов в практической деятельности;
- развитие творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности ;

В результате выполнения лабораторных и практических работ студент должен знать:

- методы исследования;

уметь:

- работать с учебной и научной литературой.

Методические рекомендации предназначены для оказания помощи студентам в изучении курса. В рекомендациях изложен порядок проведения лабораторных и практических работ и приведены примеры оформления отчётов. Практические и лабораторные работы рассчитаны от 1 до 4 академических часов.

Предназначено для студентов 1 курса .

Проведение практических и лабораторных занятий предусматривает своей целью закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений по программе учебной дисциплины.

## УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические рекомендации по дисциплине ОП. 04 Основы материаловедения для выполнения практических и лабораторных работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к практическим и лабораторным работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению работы, Вы должны внимательно прочитать цель и задачи занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с ФГОС, краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме практической и лабораторной работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

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

Отчет о практической или лабораторной работе Вы должны выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.

Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения зачета по дисциплине ОП. 03 Материаловедение, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическую работу, Вы должны найти время для ее выполнения или передачи.

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

Время проведения дополнительных занятий можно узнать у преподавателя.

**Желаем Вам успехов!!!**

## №1. Анализ структуры и свойств сталей и чугунов.

### Учебная цель:

1. Изучить теоретическую часть свойств сталей, научиться определять процентное содержание различных фаз (феррит, перлит, цементит), научиться определять марку стали и её свойства по составу различных фаз и содержанию углерода.

2. Изучить теоретическую часть фазовой составляющих чугуна, влияние каждой из них на физические и механические свойства чугуна, научиться определять тип чугуна по его структурной составляющей.

### Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме работы

#### 1. Для сталей.

Сталью называют сплавы железа с углеродом, при содержании С до 2,14%, и другими легирующими элементами.

Углеродистые стали завершают кристаллизацию образованием аустенита. В их структуре нет эвтектики (ледебурита), благодаря чему они обладают высокой пластичностью, особенно при нагреве, и хорошо деформируются. Углеродистые стали при комнатной температуре состоят из двух фаз - *феррита* и *цементита*, которые существуют в сплавах в виде 3-х структурных составляющих: *феррита*, *перлита* и *вторичного цементита*.

Углерод хорошо растворяется в жидком железе, образуя жидкий раствор (расплав). При содержании углерода в расплаве до 0,02% при охлаждении расплава до комнатной температуры весь содержащийся там углерод переходит в кристаллическую ОЦК решетку железа с образованием *феррита* ( $\Phi$ ) – *твердого раствора внедрения углерода в  $\alpha$ -железе*. Сплавы со структурой феррита называются техническим железом (рис. 3).

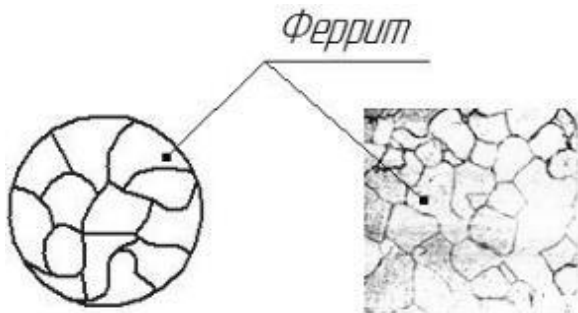


Рис. 3 Структура технического железа, X200

Структурно свободный феррит представляет собой зерна светлого цвета. Он мягок ( $\sim 60\text{НВ}$ ), обладает сравнительно низкой прочностью ( $\sigma_{\text{T}} \sim 25\text{МПа}$ ,  $\sigma_{\text{В}} \sim 100\text{МПа}$ ), пластичен ( $\delta \sim 40\%$ ,  $\psi \sim 80\%$ ), вязок ( $K_{\text{CU}} \sim 2,5\text{МДж/м}^2$ ), ферромагнитен (до  $768^{\circ}\text{C}$ ).

При содержании углерода в стали от 0,02 до 0,8% излишний, относительно феррита, углерод выделяется при охлаждении расплава в виде *цементита* ( $\text{Ц}$ ) – *химического соединения железа с углеродом (карбида железа  $\text{Fe}_3\text{C}$ ), содержащего 6,67% С*.

Цементит обладает очень высокой твердостью ( $>800\text{НВ}$  или  $>65\text{HRC}$ ), царапает стекло, хрупок, имеет практически нулевую пластичность, ферромагнитен до  $210^{\circ}\text{C}$ .

Цементит в структуре сталей с таким содержанием углерода ( $0,02\% \leq \text{C} < 0,8\%$ ) существует в составе структурной составляющей *перлита* ( $\text{П}$ ) – *механической смеси феррита и цементита в соотношении 12 к 88, содержащей 0,8% С*.

Перлит бывает двух видов:

- пластинчатый (рис. 4 а);
- зернистый (рис. 4 б).

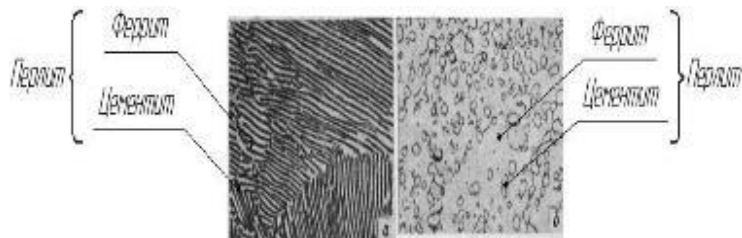


Рис. 4 Структура зерен пластинчатого (а) и зернистого (б) перлита, Х1500 и Х500, соответственно

В условиях обычного охлаждения получается только пластинчатый перлит. Для получения зернистого перлита, сталь подвергают специальному виду термической обработки – сфероидизирующему отжигу.

Механические свойства перлита промежуточные между ферритом и цементитом и зависят от формы и степени измельченности (дисперсности) частичек цементита: пластинчатый перлит более твердый (180-350НВ) и менее пластичный ( $\delta \sim 5-15\%$ ), чем зернистый (160-220НВ,  $\delta \sim 20\%$ ). При малом увеличении перлит фиксируется под микроскопом в виде зерен темного цвета.

Стали с содержанием углерода  $0,02\% \leq C < 0,8\%$  называются доэвтектоидными. Их структура представляет собой совокупность зерен феррита и перлита (рис. 5).

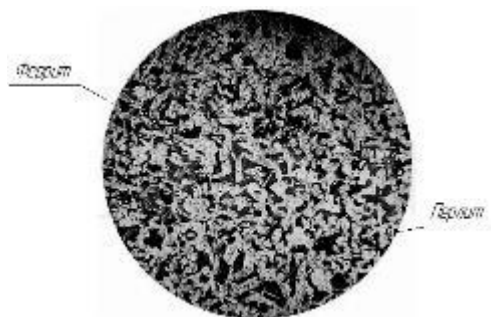


Рис. 5 Структура доэвтектоидной стали ( $0,02\% \leq C < 0,8\%$ ), Х100

С увеличением содержания углерода количество зерен феррита в структуре стали уменьшается, а зерен перлита – возрастает, что способствует увеличению прочностных свойств материала.

Зная процент перлита (П) в структуре доэвтектоидной стали можно примерно рассчитать содержание в ней углерода

$$C = \frac{П \cdot 0,8}{100}, \%$$

При содержании углерода 0,8% железоуглеродистый сплав имеет чисто перлитную структуру и называется эвтектоидной сталью (рис. 6).

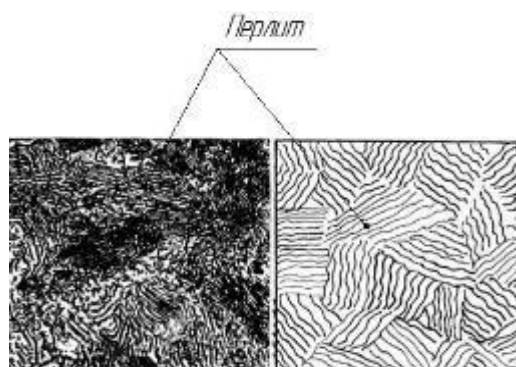


Рис. 6 Структура эвтектоидной стали ( $C=0,8\%$ ), Х500

При большем, чем 0,8% содержании углерода в сплаве, излишний относительно перлитного

состава цементит образует в структуре сплава самостоятельную структурную составляющую (*вторичный цементит (Ц<sub>II</sub>)*) в виде сетки вокруг конгломератов зерен перлита. Чем больше углерода в сплаве, тем толще сетка вторичного цементита. Сплавы со структурой П + Ц<sub>II</sub> (рис. 7) называются заэвтектоидными сталями.

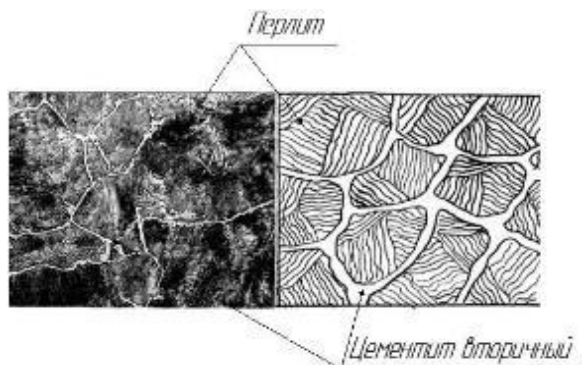


Рис. 7 Структура заэвтектоидной стали (0,8%<C<2,14%), X400

С увеличением содержания углерода в составе стали ее вязкость (*KCU*) и пластичность ( $\delta$ ,  $\psi$ ) монотонно снижаются, а твердость (*HВ*) непрерывно возрастает. Прочность ( $\sigma_T$ ,  $\sigma_B$ ) растет только до 1,0% С, а затем снижается, что обусловлено появлением сетки хрупкого вторичного цементита вокруг конгломератов зерен перлита, разрушающейся при нагружении (рис. 8).

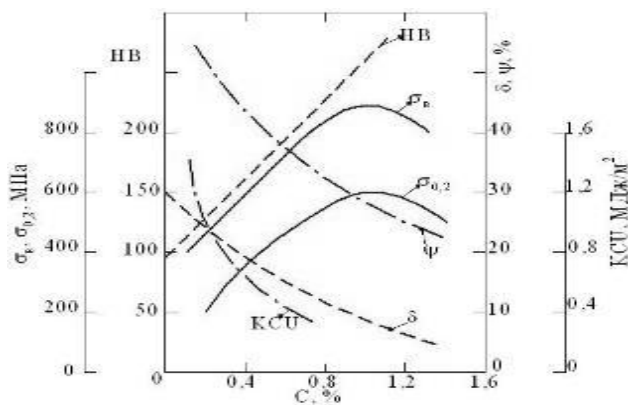


Рис. 8 Зависимость механических свойств углеродистой стали от содержания углерода

Повышение содержания углерода облегчает переход стали в хрупкое состояние: каждые 0,1%С повышают температуру  $T_{50}$  полухрупкости на 20<sup>0</sup>С.

С увеличением содержания углерода ухудшается свариваемость, а также способность деформироваться в горячем и особенно холодном состоянии.

Лучше всего обрабатываются резанием среднеуглеродистые стали, содержащие 0,3 - 0,4% С. Стали с меньшим содержанием углерода (низкоуглеродистые) при механической обработке дают сливную трудноудаляемую стружку и плохую поверхность. Высокоуглеродистые стали имеют высокую твердость, что требует специального инструмента для их обработки.

### Практическая часть

Исходные данные:

Процентное содержание перлита в доэвтектоидной стали -15%

1) Для нахождения процентного содержания углерода в данной стали необходимо составить пропорцию:

$$100\%П - 0,8\%С$$

$$15\%П - X\%С$$

$$\text{Отсюда } X = (0,8 \cdot 15) / 100 = 0,12\% С$$

Такому процентному содержанию углерода соответствует сталь марки Ст 3сп

Механические свойства данной стали:

- **Твердость материала:**  $HВ 10^{-1} = 116 \text{ Мпа}$



- $\sigma_{\text{в}}(\text{МПа}) = 340-440$
- Свариваемость материала: без ограничений.
- Флокоеночувствительность: не чувствительна.
- Склонность к отпускной хрупкости: не склонна.

Механические свойства данной стали совпадают с показаниями, приведёнными на рис.8

Таким образом, процентное содержание перлита в стали влияет на её прочностные характеристики: чем больше в стали перлита тем твёрже и прочнее сталь, в тоже время, меньше вязкость.

## 2. Для чугунов

Чугун – сплав железа с углеродом с содержанием С от 2,14% до 6,67%.

В отличие от стали чугуны заканчивают кристаллизацию образованием эвтектики, вследствие чего обладают низкой способностью к пластической деформации и высокими литейными свойствами.

В зависимости от формы существования углерода все чугуны разделяют на *белые*, у которых весь углерод находится в виде цементита, они имеют в изломе белый цвет, и *серые*, у которых практически весь углерод или его большая часть находится в форме графита.

*Белые (передельные)* чугуны. Выпускаются, в основном, как полуфабрикат для передела в сталь. Имеют пониженное содержание кремния (0,3-1,25%). Вследствие присутствия цементита хрупки, обладают высокой твердостью, не поддаются обработке резанием, поэтому как конструкционный материал практически не используются. По содержанию углерода и структуре разделяют на *доэвтектические*, *эвтектические* и *заэвтектические*.

Белые чугуны с содержанием углерода  $2,14\% \leq C < 4,3\%$  называются *доэвтектическими*. Их структура - перлит (темные пятна на рис. 9), вторичный цементит (светлые прослойки вокруг пятен) и ледебурит (рябь).

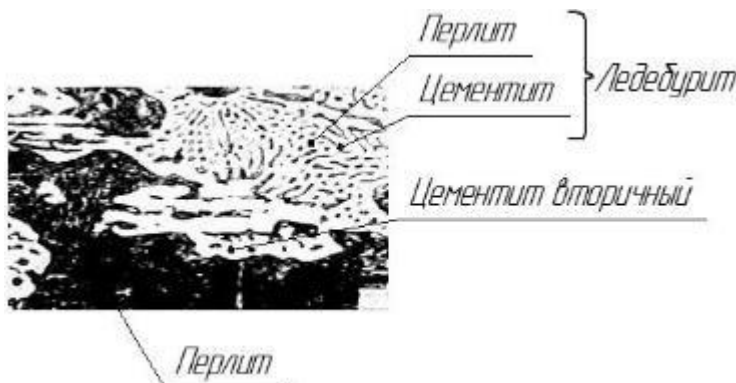


Рис. 9 Структура доэвтектических белых чугунов, X300

Белый чугун с содержанием углерода 4,3% называется *эвтектическим*. Структура - ледебурит, состоящий при комнатной температуре из перлита и цементита (рис. 10).



Рис. 10 Структура эвтектического чугуна, X500

Белые чугуны с содержанием углерода  $4,3\% < C < 6,67\%$  называются *заэвтектическими*. Структура при комнатной температуре - пластины светлого первичного цементита на фоне ледебурита (рис. 11).

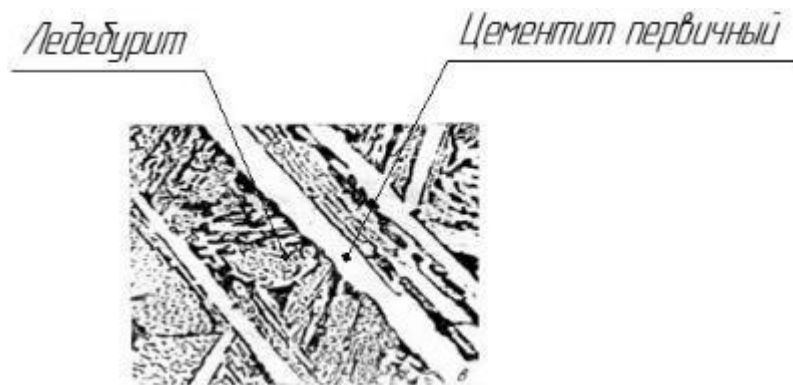


Рис. 11 Структура заэвтектических чугунов, X500

Для того, что бы в процессе охлаждения углерод выделялся в виде графита, а не цементита, т. е. образовывался серый, а не белый чугун, необходимо выполнение двух требований:

- медленная скорость охлаждения;
- наличие в сплаве достаточного количества кремния, как центров кристаллизации графита.

Основная масса графита в серых чугунах образуется при кристаллизации жидкости. Включения графита растут из одного центра в форме цветка (рис. 12, а), сечение лепестков которого в плоскости шлифа имеет вид пластин (рис. 12, б). Графит, выделяющийся при последующем охлаждении из аустенита и при эвтектоидном превращении, не образует самостоятельных включений, а наслаивается на включениях, ранее выделившихся из жидкости, увеличивая их размеры.

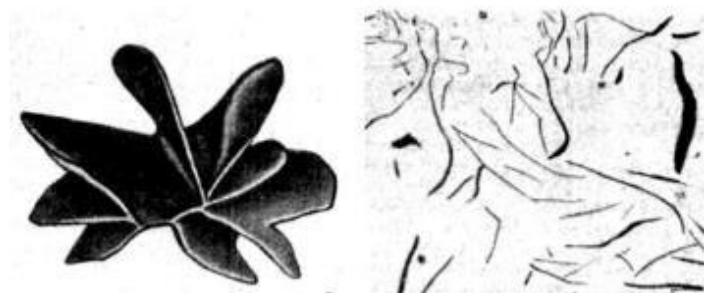


Рис. 12 Вид включений графита в серых чугунах (а), вид на шлифе (б)

Чугуны, у которых весь углерод сплава в процессе охлаждения перешел в графит, называются *ферритными*, так как структура этих сплавов представляет собой зерна феррита с включениями графита (рис. 13, а).

Чугуны, у которых часть аустенита при эвтектоидном превращении перекристаллизовалась в графит и феррит, а часть - в цементит и феррит (в совокупности в перлит), называются *феррито-перлитными* (рис. 13, б).

Чугуны, у которых весь аустенит при эвтектоидном превращении превратился в перлит, называются *перлитными* (рис. 13, в).

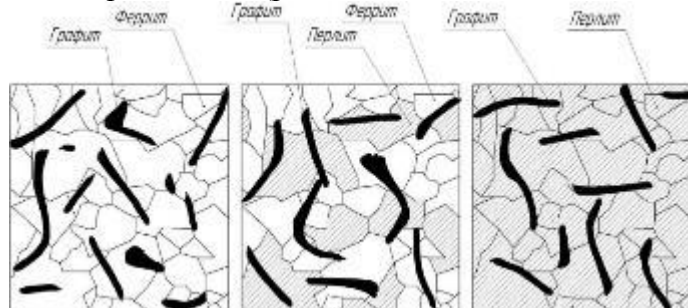


Рис. 13 Структура серых чугунов с ферритной (а), феррито-перлитной (б) и перлитной (в) металлической основой

Обычный серый чугун с пластинчатой формой графитовых включений маркируют буквами СЧ и цифрами, соответствующими пределу прочности материала на растяжение в кгс/мм<sup>2</sup>

(СЧ15). Наименее прочные и наиболее дешевые ферритные и феррито-перлитные чугуны (СЧ10, СЧ15, СЧ18) используют для строительных колонн, фундаментных плит, малонагруженных деталей сельхозмашин (табл.1).

Более прочные перлитные чугуны (СЧ21, СЧ24) используют для изготовления станин станков и деталей металлургического оборудования.

Серые чугуны являются самым дешевым металлическим конструкционным материалом, они прекрасно обрабатываются резанием, обладают высокими антифрикционными свойствами. По сравнению со сталью имеют более высокую жидкотекучесть (в 2 раза) и малую усадку, высокие демпфирующие свойства и способность хорошо гасить вибрации и резонансные колебания. В то же время они очень хрупкие и не выдерживают ударных нагрузок. По этой причине серые чугуны широко используются в технике для изготовления деталей, которые работают в условиях сжатия без ударных нагрузок.

Для придания серым чугунам стойкости к ударным воздействиям изменяют форму графитовых включений с пластинчатой на шарообразную. Это достигается введением в расплав небольших количеств магния и церия.

Такой серый чугун с шарообразной формой графита называется *высокопрочным*. Графитовые включения округлой формы являются меньшими концентраторами напряжений. В результате прочность чугуна повышается ( $\sigma_B$  до 1000МПа) и резко возрастают пластичность и вязкость ( $\delta$  до 15%,  $KCU$  до 0,2-0,3МДж/м<sup>2</sup>).

В зависимости от содержания в сплаве кремния, высокопрочный чугун также может иметь ферритную (рис. 14, а), ферритно-перлитную (рис. 14, б) и перлитную (рис. 14, в) металлическую основу.

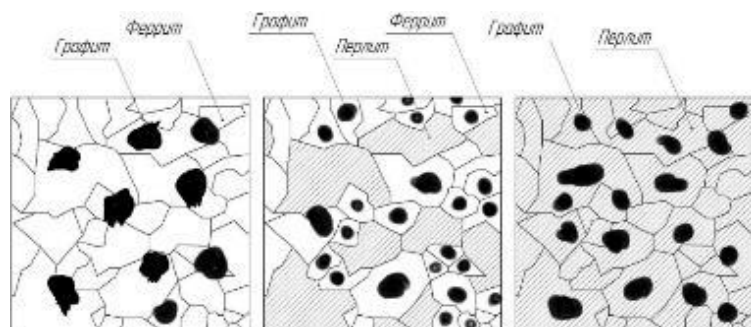


Рис. 14 Структура высокопрочных чугунов с ферритной (а), ферритно-перлитной (б) и перлитной (в) металлической основой

При получении тонкостенных отливок, способных выдерживать ударные нагрузки, очень трудно организовать их охлаждение с малой скоростью, необходимой для получения серого высокопрочного чугуна. Поэтому такие отливки получают, не контролируя скорость охлаждения, в результате чего они приобретают структуру белого чугуна. Затем эти отливки подвергают графитизирующему отжигу при температуре 950 - 1000°С в течении 10 часов. В результате отжига цементит белого чугуна распадается на металлическую ферритную или феррито-перлитную основу и графитовые включения, имеющие форму хлопьев. Такой серый чугун с хлопьевидной формой графитовых включений обладает стойкостью к ударному воздействию и называется *ковким*.

В зависимости от содержания кремния, ковкий чугун также может иметь ферритную (рис. 15, а), ферритно-перлитную (рис. 15, б) и перлитную (рис.15, в) металлическую основу.

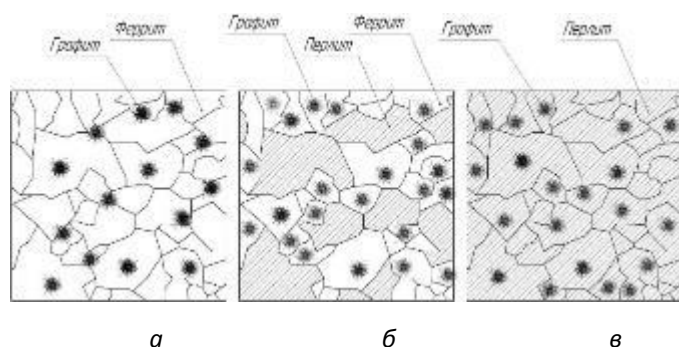


Рис. 15 Структура ковких чугунов с ферритной (а), ферритно-перлитной (б) и перлитной (в) металлической основой

Высокопрочный и ковкий чугун маркируют буквами ВЧ и КЧ и цифрами, первая группа которых соответствует значению предела прочности  $\sigma_B$  чугуна при растяжении в кгс/мм<sup>2</sup>, а вторая – величине относительного удлинения  $\delta$  в %, например ВЧ50-7 или КЧ80-1,5.

Основные марки серых (пластинчатых), высокопрочных и ковких чугунов, а так же их химический состав и механические свойства представлены в таблице.

Таблица  
Химический состав и механические свойства чугунов

Марка чугуна	Структура сплава	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_{изг}$ , МПа	$\delta$ , %	НВ	C, %	Si, %	Mn, %
СЧ10	$\Phi + \Gamma_{п}$	100	-	275	-	185	3,6	2,4	0,7
СЧ25	$\Phi + \Pi + \Gamma_{п}$	250	-	460	-	215	3,3	1,8	0,8
СЧ35	$\Pi + \Gamma_{п}$	350	-	650	-	235	2,9	1,6	0,9
ВЧ38-17	$\Phi + \Gamma_{ш}$	380	240	-	17	155	3,2	1,5	0,4
ВЧ50-7	$\Phi + \Pi + \Gamma_{ш}$	500	350	-	7	205	3,2	1,4	0,5
ВЧ1200-2	$\Pi + \Gamma_{ш}$	1200	750	-	2	350	3,2	1,2	0,6
КЧ35-10	$\Phi + \Gamma_{х}$	350	-	-	10	130	2,6	1,2	0,6
КЧ45-7	$\Phi + \Pi + \Gamma$	450	-	-	7	175	2,7	1,1	0,6
КЧ80-1,5	$\Pi + \Gamma_{х}$	800	-	-	1,5	295	2,8	0,9	0,6

*Другие виды чугунов.*

*Половинчатый* - чугун, в котором основное количество углерода находится в виде цементита. Имеет структуру перлита, ледебурита и пластинчатого графита.

*С отбеленной поверхностью* - чугун, в котором основная масса металла имеет структуру серого чугуна, а поверхностный слой — белого чугуна. Отбеленный слой получают в толстостенных массивных деталях при литье их в металлические формы. По мере удаления от поверхности вследствие уменьшения скорости охлаждения структура белого чугуна постепенно переходит в структуру серого. Чугун поверхностного слоя в микроструктуре содержит много твердого и хрупкого цементита, который хорошо сопротивляется износу. Поэтому чугуны с отбеленной поверхностью используются для деталей с высокой износостойкостью: - валков прокатных станов, мукомольных валов, вагонных колес с отбеленным ободом, лемехов плугов с отбеленным носком и лезвием. Отбел может достигаться благодаря местному увеличению скорости охлаждения за счет установки в литейную форму холодильников в виде металлических вставок.

### **Практическая часть**

По содержанию Si в чугунах можно определить такую последовательность: При уменьшении в составе Si прочностные характеристики чугунов растут (градация от Серых чугунов до Ковких чугунов) Кроме того, чугуны с наименьшим содержанием Si (высокопрочные, ковкие) начинают обладать свойством к удлинению.

Графит повышает износостойкость и антифрикционные свойства чугуна вследствие собственного смазочного действия и повышения прочности пленки смазочного материала. Чугуны с графитом, как мягкой и хрупкой составляющей, хорошо обрабатываются резанием. Содержание графита в чугунах влияет на такие характеристики как: твёрдость – чем больше углерода, тем выше показатели твёрдости, в тоже время чугун становится более хрупким; чем графитовых включений меньше - тем выше прочность чугуна.

### **Порядок выполнения отчета**

1. Записать название работы
2. Изучить предложенный материал и микроструктуры углеродистых сталей и чугунов
3. Сделать зарисовки каждой из этих структур в отчете с указанием структурных составляющих.
4. Ответить на контрольные вопросы и написать вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определения стали и чугуна.
2. Как влияет содержание углерода на свойства сталей и чугунов?
3. Перечислите технологические и механические свойства сталей и чугунов.

**Пример написания вывода:**

**Вывод:** Таким образом, в ходе выполнения работы я изучил теоретическую часть, научился определять процентное содержание различных фаз (феррит, перлит, цементит), научился определять марку стали и её свойства по составу различных фаз и содержанию углерода. Изучил теоретическую часть фазовой составляющих чугуна, влияние каждой из них на физические и механические свойства чугуна, научился определять тип чугуна по его структурной составляющей.

**№ 2. Определение механических свойств чугунов по марке**

**Учебная цель:** закрепить знания марок чугунов, навыков определения механических свойств по марке с использованием справочной литературы.

**Оборудование:** образцы чугунов, справочная литература.

**Ход работы:**

1. Определить вид чугуна по классификации.
2. Расшифровать указанные марки чугуна, определить механические свойства.
3. Привести примеры применения данных марок чугунов для изготовления деталей, агрегатов и узлов автотранспортных средств.
4. Оформить отчет ( в форме таблицы).
5. Ответить на вопросы.

**Механические свойства** материалов характеризуют их способность сопротивляться деформированию и разрушению под действием различного рода нагрузок. Механические нагрузки могут быть статическими, динамическими и циклическими. Кроме того, материалы могут подвергаться деформации и разрушению, как при разных температурных условиях, так и в различных, в том числе агрессивных средах. Для того, чтобы обеспечить надежную работу конкретных машин и приборов, необходимо учитывать условия эксплуатации, т.е. к материалу предъявляют эксплуатационные требования.

К основным механическим свойствам относят: прочность, упругость, ударную вязкость, пластичность, твердость.

**Контрольные вопросы:**

1. Что называется чугуном?
2. Чем обусловлены механические свойства высокопрочного чугуна?
3. Каким образом получается ковкий чугун?
4. Какими параметрами определяются типы чугунов?

Приложение: таблица 1.

№ п/п	Тип чугуна	Маркировка (расшифровка хим.состава)	Механические свойства	Вид изделий (деталей, узлов)	Применение
1					
2					
3					
4					
5					

Таблица 2.

Химический состав и механические свойства чугунов

Марка чугуна	Структура сплава	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_{изг}$ , МПа	$\delta$ , %	НВ	C, %	Si, %	Mn, %
СЧ10	Ф+Г <sub>п</sub>	100	-	275	-	185	3,6	2,4	0,7
СЧ25	Ф+П+Г <sub>п</sub>	250	-	460	-	215	3,3	1,8	0,8
СЧ35	П+Г <sub>п</sub>	350	-	650	-	235	2,9	1,6	0,9

ВЧ38-17	Ф+Г <sub>ш</sub>	380	240	-	17	155	3,2	1,5	0,4
ВЧ50-7	Ф+П+Г <sub>ш</sub>	500	350	-	7	205	3,2	1,4	0,5
ВЧ1200-2	П+Г <sub>ш</sub>	1200	750	-	2	350	3,2	1,2	0,6
КЧ35-10	Ф+Г <sub>х</sub>	350	-	-	10	130	2,6	1,2	0,6
КЧ45-7	Ф+П+Г	450	-	-	7	175	2,7	1,1	0,6
КЧ80-1,5	П+Г <sub>х</sub>	800	-	-	1,5	295	2,8	0,9	0,6

### №3. Исследование структуры и свойств сталей и чугунов

**Учебная цель:** изучить микроструктуру углеродистых сталей и чугунов в равновесном состоянии. Освоить маркировку углеродистых сталей и чугунов.

#### Краткие теоретические сведения

К углеродистым сталям относятся сплавы железа с углеродом с массовой долей углерода от 0,02 до 2,14 %. Основными компонентами углеродистых сталей являются железо и углерод.

Железо является полиморфным металлом, имеющим разные кристаллические решетки в различных температурных интервалах. При температурах ниже 910 °С, железо существует в  $\alpha$ -модификации, кристаллическое строение которой представляет собой объемно-центрированную кубическую решетку. Эта аллотропическая модификация железа называется  $\alpha$ -железом. В интервале температур от 910 °С до 1392 °С существует  $\gamma$ -железо с гранецентрированной кубической решеткой.

Углерод является неметаллическим элементом, обладающим полиморфизмом. В природе встречается в виде графита и алмаза. В углеродистых сталях эти компоненты взаимодействуют, образуя, и зависимости от их количественного соотношения и температуры, разные фазы, представляющие собой однородные части сплава. Это взаимодействие заключается тем, что углерод может растворяться как в жидком (расплавленном) железе, так и в различных его модификациях в твердом состоянии. Кроме того, он может образовывать с железом химическое соединение. Таким образом, в углеродистых сталях различают следующие фазы: жидкий сплав (Ж), твердые растворы - феррит (Ф) и аустенит (А) и химическое соединение цементит (Ц).

**Феррит** - твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha$ -железе. Имеет объемно-центрированную кубическую решетку и содержит при нормальной температуре менее 0,006 % углерода. У феррита, низкие твердость и прочность, высокие пластичность и ударная вязкость.

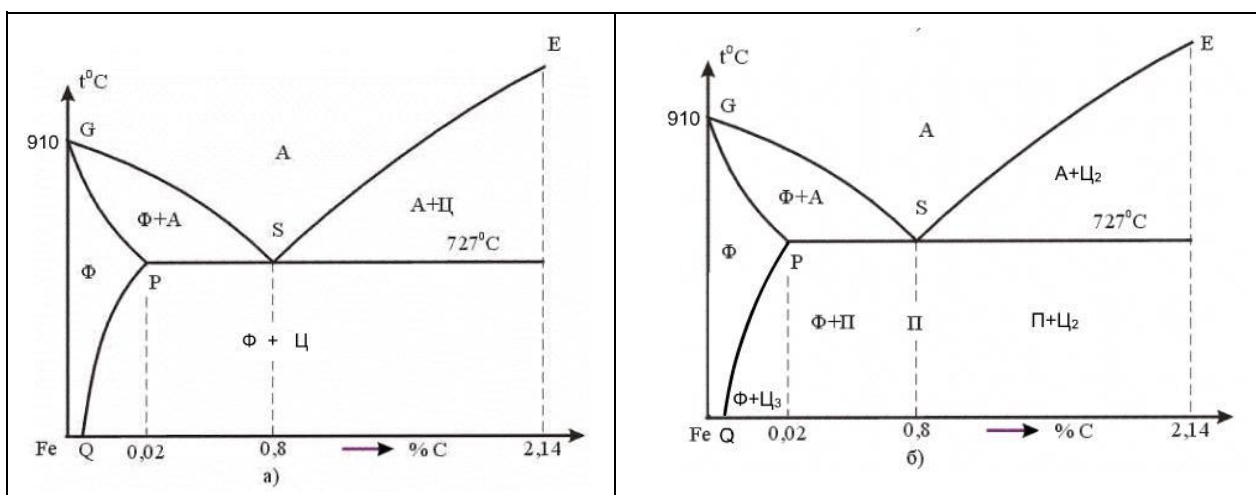


Рисунок 7.1 - Фрагмент диаграммы состояния “железо-цементит”:  
а) фазовая; б) структурная.

**Аустенит** - твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma$ -железе, при нормальной температуре в углеродистых сталях в равновесном состоянии не существует.

**Цементит** - химическое соединение железа с углеродом, карбид железа  $Fe_3C$ . Он обладает сложной кристаллической решеткой, содержит 6,67 % углерода. Для цементита характерна высокая твердость и очень низкая пластичность.

Согласно фазовой диаграмме "железо - цементит" (рисунок 7.1а) углеродистые стали при нормальной температуре состоят из двух фаз: феррита и цементита. Равновесные структуры углеродистых сталей указываются на структурной диаграмме "железо - цементит" (рисунок 7.1б).

По сопоставлению с эвтектоидным составом углеродистые стали подразделяются на: доэвтектоидные, эвтектоидную и заэвтектоидные.

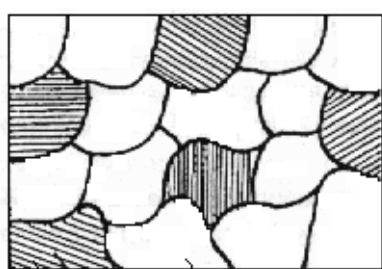
Эвтектоидная сталь содержит 0,8 % С и имеет перлитную структуру (рисунок 7.2б) – эвтектоидная смесь феррита и цементита. Перлит любой углеродистой стали содержит 0,8 % С. Строение перлита таково, что дисперсные частицы цементита равномерно расположены в ферритной основе.

Доэвтектоидные стали содержат от 0,02 до 0,8 % С и имеют ферритно-перлитную структуру (рисунок 7.2а). Здесь светлые зерна – это феррит, а темные участки представляют собой перлит, являющийся двухфазной структурной составляющей, состоящей из пластинок феррита и цементита.

Заэвтектоидные стали содержат углерода от 0,8 до 2,14 % и имеют структуру, которая состоит из перлита и цементита (рисунок 7.2в).

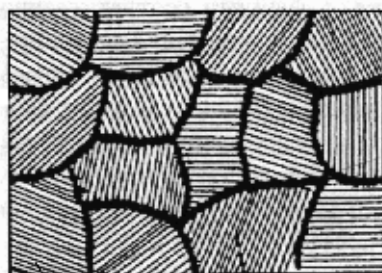
Структурно-свободный цементит (цементит вторичный) в объеме медленно охлажденной стали располагается вокруг перлитных зерен и металлографически это проявляется в виде цементитной сетки. Такое расположение вторичного цементита способствует повышению хрупкости и снижению вследствие этого, прочности. Поэтому от цементитной сетки избавляются путем отжига на зернистый перлит, добиваясь более равномерного распределения зерен цементита в стали.

В углеродистой стали кроме основных компонентов (железа и углерода) присутствует ряд примесей *Mn*, *Si*, *S*, *P* и др. Допустимые количества примесей в сталях регламентируются соответствующими стандартами. Примеси оказывают влияние на механические и технологические свойства стали. Так, например, *Mn* и *Si* повышают твердость и прочность, *P* придает стали хладноломкость – хрупкость при нормальной и пониженных температурах, а *S* – горячеломкость (красноломкость) – хрупкость при температурах горячей обработки давлением.



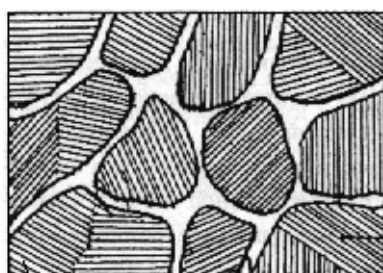
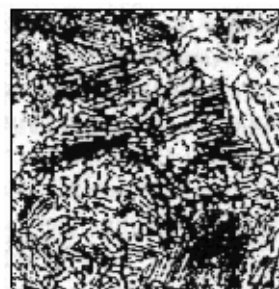
Перлит Феррит

а)



Перлит

б)



Перлит Цементит втор.

в)



## Рисунок 7.2 - Микроструктура углеродистых сталей:

а) доэвтектоидной; б) эвтектоидной; в) заэвтектоидной (слева – схематическое изображение).

*По назначению и качеству углеродистые стали классифицируются следующим образом:*

1. Стали конструкционные углеродистые обыкновенного качества содержат вредных примесей: серы до 0,05 %, а фосфора до 0,04 % (ГОСТ 380-94). Эти стали маркируются Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп и т.д. до Ст6. Если после марки стоят буквы "кп" - это означает, что сталь кипящая, полностью нераскисленная (раскисляют только ферромарганцем). Если "сп" – сталь спокойная, получаемая полным раскиснением (раскисляют ферромарганцем, ферросилицием и алюминием). Если "пс" – сталь полуспокойная промежуточного типа. Стали углеродистые обыкновенного качества широко применяются в строительстве. Из ряда марок изготавливают детали машиностроения.

2. Стали конструкционные углеродистые качественные (ГОСТ 1050-88).

К сталям этой группы предъявляют более высокие требования относительно состава: меньшее содержание серы (менее 0,04 %) и фосфора (менее 0,035 %). Они маркируются двузначными цифрами, обозначающими среднюю массовую долю углерода в стали в сотых долях процента. Например, сталь 30 – углеродистая конструкционная качественная сталь со средней массовой долей углерода 0,3 %. Качественные конструкционные углеродистые стали широко применяются во всех отраслях машиностроения.

3. Стали углеродистые инструментальные качественные и высококачественные (ГОСТ 1435-90).

Эти стали маркируются буквой У и следующей за ней цифрой, показывающей среднюю массовую долю углерода в десятых долях процента. Например, сталь У10 – инструментальная углеродистая качественная сталь со средней массовой долей углерода 1 %. Если в конце марки стоит буква "А", это означает, что сталь высококачественная, т.е. содержит меньше вредных примесей (серы менее 0,018 % и фосфора менее 0,025 %). Для режущего инструмента (фрезы, зенкеры, сверла, ножовки, напильники и т.п.) обычно применяют заэвтектоидные стали (У10, У11, У12, У13).

Деревообрабатывающий инструмент, зубила, отвертки, топоры и т. п. изготавливают из сталей У7 и У8.

К чугунам относятся сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14 %С. Практическое применение находят чугуны с содержанием углерода до 4 – 4,5 %. При большом количестве углерода, механические свойства существенно ухудшаются.

Промышленные чугуны не являются двойными сплавами, а содержат кроме Fe и С, такие же примеси, как и углеродистые стали Mn, Si, S, P и др. Однако в чугунах этих примесей больше и их влияние иное, чем в сталях. Если весь имеющийся в чугуне углерод находится в химически связанном состоянии, в виде карбида железа ( $Fe_3C$  -цементит), то такой чугун называется белым.

Чугуны, в которых весь углерод или большая часть, находится в свободном состоянии в виде графитных включений той или иной формы, называются графитизированными.

Микроскопический анализ белых чугунов проводят, используя диаграмму состояния Fe –  $Fe_3C$  (рисунок 7.3). Из-за присутствия большого количества цементита белый чугун обладает высокой твердостью (HB = 4500 – 5500 МПа), хрупок и практически не поддается обработке резанием.

Поэтому белый чугун имеет ограниченное применение, как конструкционный материал.

Обычной структурной составляющей белых чугунов является ледебурит.

**Ледебури́т** называют смесь аустенита и цементита, образующуюся по эвтектической реакции при переохлаждении жидкости состава точки С (4,3 % углерода) ниже температуры 1147 °С.

Чугун, содержащий 4,3 %С (точка С), называется белым эвтектическим чугуном. Левее точки С находятся доэвтектические, а правее - заэвтектические белые чугуны. В доэвтектических белых чугунах из жидкой фазы кристаллизуется аустенит, затем эвтектика – ледебурит.

При охлаждении чугуна в интервале температур от 1147 °С до 727 °С аустенит обедняется углеродом, его состав изменяется по линии ES и выделяется вторичный цементит. При небольшом переохлаждении ниже 727 °С аустенит состава точки S по эвтектоидной реакции распадается на перлит (Ф + Ц)

Вторичный цементит, выделяющийся по границам зерен аустенита, сливается с цементитом ледебурита. Под микроскопом трудно различить включения вторичного цементита.

Таким образом, при комнатной температуре в доэвтектических белых чугунах находятся три структурные составляющие – перлит, ледебурит и вторичный цементит (рисунок 7.4).



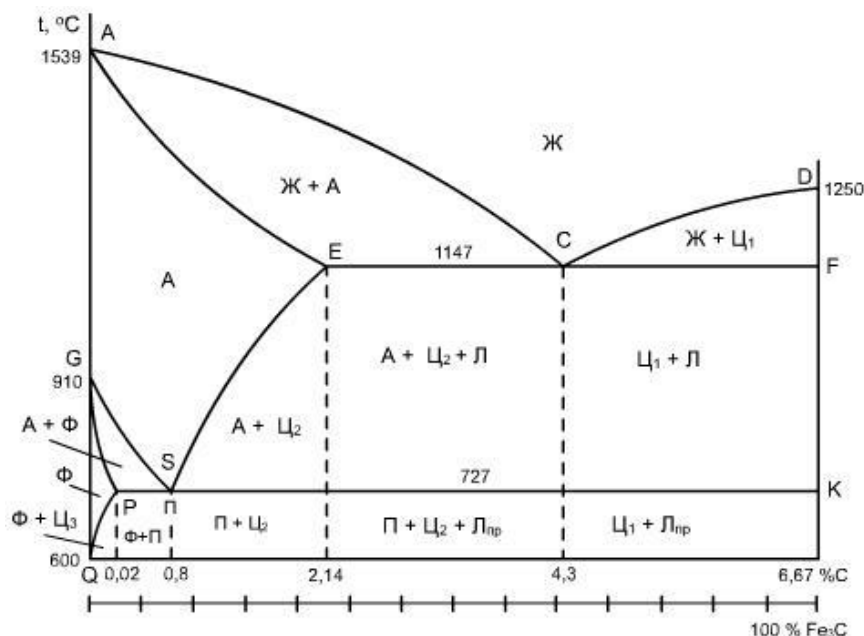


Рисунок 7.3. Структурная диаграмма состояния системы железо-цементит (в упрощенном виде)

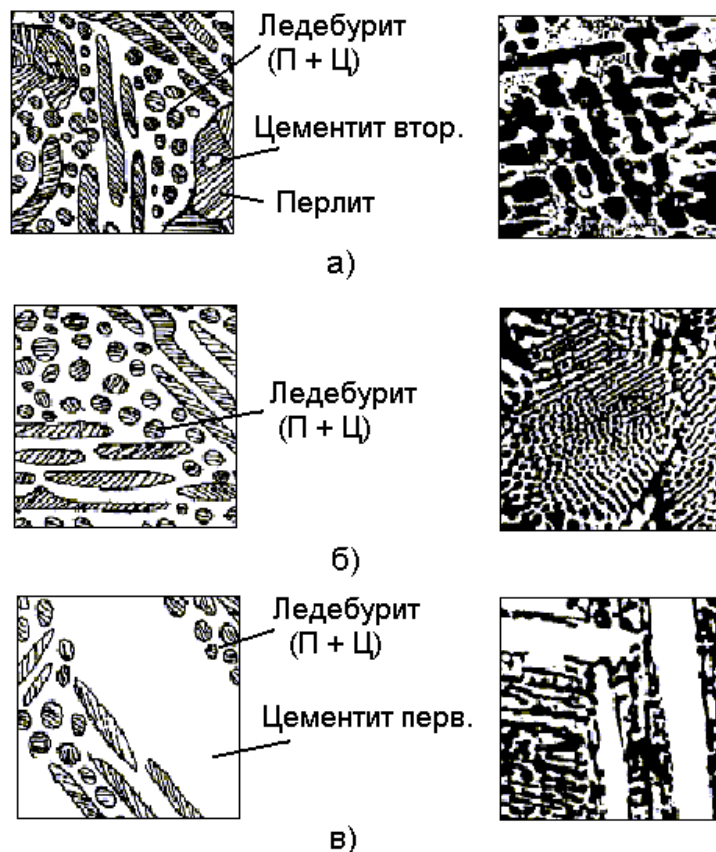


Рисунок 7.4 - Микроструктура белых чугунов

(слева схематическое изображение): а) доэвтектический; б) эвтектический; в) заэвтектический  
 Эвтектический белый чугун при комнатной температуре состоит из одной структурной составляющей – ледебурита. Последний, в свою очередь, состоит из перлита и цементита и называется ледебуритом превращенным.

В заэвтектических белых чугунах из жидкости кристаллизуется первичный цементит в виде плоских игл, затем образуется ледебурит.

При комнатной температуре заэвтектический белый чугун содержит две структурные составляющие: первичный цементит и ледебурит. Фазовый состав белых чугунов при комнатной температуре такой же, как в углеродистых сталях в равновесном состоянии, все они состоят из феррита и цементита.

В зависимости от формы графитных включений различают серые, высокопрочные, ковкие чугуны и чугуны с вермикулярным графитом.

**Серые** чугуны получают при меньшей скорости охлаждения отливок, чем белые. Они содержат 1 – 3 % Si – обладающего сильным графитизирующим действием.

Серый чугун широко применяется в машиностроении. Он хорошо обрабатывается режущим инструментом. Из него производят станины станков, блоки цилиндров, фундаментные рамы, цилиндрические втулки, поршни и т.д.

Серые чугуны маркируются буквами СЧ и далее следует величина предела прочности при растяжении (в  $кгс/мм^2$ ), например СЧ 15, СЧ 20, СЧ 35 (ГОСТ 1412-85).

Графит в сером чугуне наблюдается в виде темных включений на светлом фоне нетравленного шлифа. По нетравленному шлифу оценивают форму и дисперсность графита, от которых в сильной степени зависят механические свойства серого чугуна.

*Серые чугуны подразделяют по микроструктуре металлической основы в зависимости от полноты графитизации.* Степень или полноту графитизации оценивают по количеству свободно выделившегося (несвязанного) углерода.

Если графитизация в твердом состоянии прошла полностью, то чугун содержит две структурные составляющие – графит и феррит. Такой сплав называется серым чугуном на ферритной основе.

Если же эвтектоидный распад аустенита прошел в соответствии с метастабильной системой то структура чугуна состоит из графита и перлита. Такой сплав называют серым чугуном на перлитной основе. Наконец, возможен промежуточный вариант, когда аустенит частично распадается по эвтектоидной реакции на феррит и графит, а частично с образованием перлита. В этом случае чугун содержит три структурные – графит, феррит и перлит. Такой сплав называют серым чугуном на феррито-перлитной основе.

Феррит и перлит в металлической основе чугуна имеют те же микроструктурные признаки, что и в сталях. Серые чугуны содержат повышенное количество фосфора, увеличивающего жидкотекучесть и дающего тройную эвтектику.

**Высокопрочный чугун** с шаровидным графитом получают модифицированием серого чугуна щелочно-земельными элементами. Чаще для этого используют магний, вводя его в жидкий расплав в количестве 0,02 – 0,03 %. Под действием магния графит кристаллизуется в шаровидной форме. Шаровидные включения графита в металлической матрице не являются такими сильными концентраторами напряжений, как пластинки графита в сером чугуне. Чугуны с шаровидным графитом имеют более высокие механические свойства, не уступающие литой углеродистой стали.

**Маркируют высокопрочный чугун** буквами ВЧ и далее следуют величины предела прочности при растяжении (в  $кгс/мм^2$ ) ВЧ 40, ВЧ 45, ВЧ 80 (ГОСТ 7293-85). Так же, как и серые чугуны, они подразделяются по микроструктуре металлической основы в зависимости от полноты графитизации и бывают на ферритной, феррито-перлитной, перлитной основах. Высокопрочный чугун используется во многих областях техники взамен литой и ковкой стали, серого и ковкого чугунов.

**Ковкий чугун** получают путем отжига отливок из белого чугуна. Получение ковкого чугуна основано на том, что вместо неустойчивого цементита белого чугуна при повышенных температурах образуется графит отжига белого чугуна. Мелкие изделия сложной конфигурации, отлитые из белого чугуна, отжигают (получают ковкий чугун) для придания достаточной пластичности, необходимой при их использовании в работе. **Ковкий чугун маркируют** буквами КЧ и далее следуют величины предела прочности при растяжении (в  $кгс/мм^2$ ) и относительного удлинения (в %), например, КЧ 35-10, КЧ 60-3 (ГОСТ 1215-79).

Графитизация идет путем растворения метастабильного цементита в аустените и одновременного выделения из аустенита более стабильного графита. В зависимости от графитизации встречаются те же три основных типа структур, что и в сером чугуне с пластинчатым графитом: ковкие чугуны на ферритной, феррито-перлитной и перлитной основах. От серых (литейных) чугунов ковкие чугуны отличаются по микроструктуре только формой графита.

Если на шлифах серых чугунов графит имеет форму извилистых прожилок, то в ковких чугунах графит, называемый углеродом отжига, находится в форме более компактных хлопьевидных включений с рваными краями. Более компактная форма графита обеспечивает повышение механических свойств ковкого чугуна по сравнению с серым чугуном с пластинчатым графитом. Обладая механическими свойствами, близкими к литой стали и высокопрочному чугуну, высоким сопротивлением ударным нагрузкам, износостойкостью, обрабатываемостью резанием, ковкий

чугун находит свое применение во многих отраслях промышленности. Из него изготавливают поршни, шестерни, шатуны, скобы и др.

### Порядок выполнения работы

Для изучаемых марок сплавов, заполнить таблицу (три вида сталей и три вида чугунов), пользуясь справочными данными из учебников.

Таблица расшифровки марок сплавов

Марка сплава	Химический состав	Механические свойства	Применение

### Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткие теоретические сведения
4. Схемы микроструктур исследуемых углеродистых сталей и чугунов
5. Таблица расшифровки марок сплавов
6. Вывод

### Контрольные вопросы

1. Что такое сталь?
2. Дать определение фаз углеродистых сталей ( феррита, цементита, аустенита).
3. Влияние массовой доли углерода на количественное соотношение фаз и механические свойства стали.
4. Структурные составляющие углеродистых сталей и особенности их механических свойств.
5. Как маркируются конструкционные и инструментальные углеродистые стали?
6. Какие сплавы относятся к чугунам?
7. На какие группы подразделяют чугуны?
8. Почему белый чугун имеет ограниченное использование?
9. Какими методами получают серые, ковкие, высокопрочные чугуны?
10. Как маркируются чугуны?

### №4. Исследование структуры и свойств, цветных металлов и сплавов.

#### Учебная цель:

- формирование знаний об основных свойствах, классификации, характеристиках применяемых в профессиональной деятельности материалов;
- формирование умения выбирать материалы для профессиональной деятельности;
- определять основные свойства материалов по маркам

#### Краткие теоретические сведения

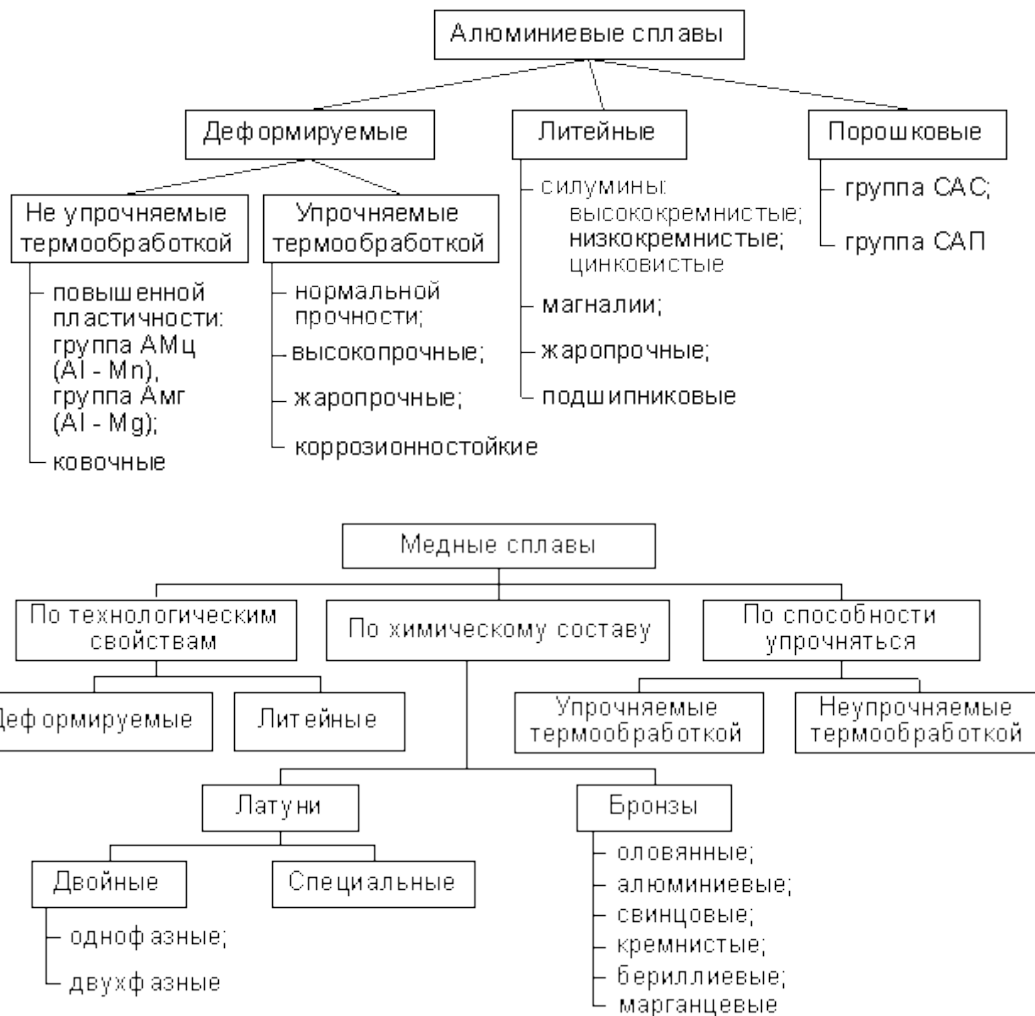
Более 95 % изготавливаемой в мире металлопродукции производится из железа и сплавов на его основе, которые относятся к группе черных. Все остальные металлы и сплавы называются цветными.

По физическим и химическим свойствам, характеру залегания в земной коре последние можно подразделить на следующие группы:

- л е г к и е – алюминий, магний, титан, бериллий, литий, натрий, калий, кальций, рубидий, цезий, стронций, барий;
- т я ж е л ы е – медь, никель, кобальт, свинец, олово, цинк, кадмий, сурьма, висмут, ртуть;
- б л а г о р о д н ы е – золото, серебро, платина и платиноиды (рутений, родий, палладий, осмий, иридий);
- с о с о б ы м и с в о й с т в а м и – тугоплавкие (вольфрам, молибден, ниобий, тантал, рений, ванадий, хром, цирконий, гафний); рассеянные (галлий, индий, таллий); редкоземельные (скандий,

итрий, лантан и все лантаноиды); радиоактивные (технеций, франций, родий, полоний, актиний, торий, протактиний, уран и все трансурановые элементы).

Металлы, которые производятся и используются в ограниченном количестве, называются редкими.



**Задание:**

- Из перечисленных ниже марок оловянных бронз укажите сначала литейные, а затем деформируемые бронзы: БрОЦ4-3, БрОЦС4-4-4, БрО10, БрОЦСН3-7-5-1, БрОФ10-1, БрОФ4-0,25, БрОЦС5-5-5, БрОФ6,5-0,4.  
Для ответа необходимо учитывать влияние олова на механические свойства оловянных бронз, а также руководствоваться данными таблиц 1 и 2. Укажите их химический состав.
- Какой химический состав имеют следующие материалы: БрАЖ9-4, БрКМц3-1, БрБ2, БрМц5, БрС30, Л96, ЛС80-3, ЛЖМц59-1-1, ЛА77-2.
- Из перечисленных марок металлических материалов выберите марки антифрикционных сплавов: БрС30, АК4, ШХ6, У7, Б83, Р18, БН, БСт5, БрОЦС5-5-5, АСЧ-1, Б16, ШХ15, БК, БСт6, БТ, Т15К6, ВТ14.
- Какие из указанных марок литейных алюминиевых сплавов наиболее пригодны для производства отливок и почему: АЛ7, АЛ2, АЛ4, АЛ8, АЛ23, АЛ9, АЛ19?
- Каков химический состав и назначение следующих марок латуней: Л68, ЛС59-1Л, ЛКС80-3-3, ЛАЖ60-1-1?

**Контрольные вопросы:**

- опишите основные свойства меди;
- какие примеси меди значительно снижают пластичность и электропроводность?
- как влияет кислород, висмут, сера на структуру и свойства меди?
- опишите влияние цинка на свойства латуней;

- опишите влияние легирующих элементов на свойства бронз;

Таблица 1 – Бронзы оловянные литейные

марка	Вид литья	Механические свойства $\sigma_b$ Мн/м <sup>2</sup> (НВ)	Примерное назначение
БрОЦСНЗ-7-5-1	в кокиль в землю	180-210	арматура, работающая в морской и пресной воде, маслах, антифрикционные детали
БрОЦСНЗ-12-5	в кокиль в землю	180-210	арматура, работающая в пресной воде и парах под давлением до 25 кг/см <sup>2</sup> (может быть использована для антифрикционных деталей)

Таблица 2 Бронзы оловянные деформируемые

марка	Вид обработки	Механические свойства $\sigma_b$ Мн/м <sup>2</sup> (НВ)	Примерное назначение
БрОЦС4-4-4	Протяжка, штамповка, обработка резанием	Мягкий	Ленты и полосы для прокладок во втулках и подшипниках Трубки различных размеров, применяемые в производстве контрольно-измерительных приборов

#### Примеры:

1. БрА9Мц2Л - бронза, содержащая 9% алюминия, 2% Мп, остальное Сu ("Л" указывает, что сплав литейный);
2. ЛЦ40Мц3Ж - латунь, содержащая 40% Zn, 3% Мп, ~1% Fe, остальное Сu;
3. Бр0Ф8,0-0,3 - бронза содержащая 8,0% олова и 0,3% фосфора;

#### Контрольные вопросы:

1. На какие группы подразделяются цветные металлы по физическим и химическим свойствам?
2. Какими основными свойствами обладают: медь, титан, никель, вольфрам?
3. На какие основные группы делятся алюминиевые сплавы?
4. Как маркируются алюминиевые сплавы?
5. Как классифицируются и обозначаются медные сплавы?

#### №5. Исследование действий электрохимической коррозии.

##### Учебная цель:

- формирование знаний о действии электрохимической коррозии на металлы.
- формирование умения выбирать способы электрохимической коррозии материалов для профессиональной деятельности;

#### Краткие теоретические сведения

Под электрохимической коррозией подразумевают процесс взаимодействия металлов с электролитами в виде водных растворов, реже с неводными электролитами, например, с некоторыми органическими электропроводными соединениями или безводными расплавами солей при повышенных температурах.

Рассмотрим схему этого процесса. Сложность его заключается в том, что на одной и той же поверхности происходят одновременно два процесса, противоположные по своему химическому смыслу: окисление металла и восстановление окислителя. Оба процесса должны протекать сопряженно, чтобы сохранялось равенство числа электронов, отдаваемых металлом и

присоединяющихся к окислителю в единицу времени. Только в этом случае может наступить стационарное состояние. По такому принципу протекают, например, взаимодействие металла с кислотами.

Электрохимическая коррозия часто связана с наличием в металле случайных примесей или специально введенных легирующих добавок.

Многие химики в своё время были озадачены тем, что иногда реакция не протекает. Было выяснено, что в такой ситуации в раствор нужно добавить немного сульфата меди (II) (медного купороса). В этом случае на поверхности цинка выделится медь и водород начнёт бурно выделяться. При объяснении данного явления в 1830 году швейцарским химиком А. де-ля Ривом была создана первая электрохимическая теория коррозии.

В 1800 году, вскоре после открытия итальянцем Л. Гальвани электрохимического явления, его соотечественник А. Вольта сконструировал источник электрического тока – гальванический элемент, что открыло человечеству эру электричества. В одном из вариантов источник состоял из чередующихся медных и цинковых дисков, разделенных пористым материалом и пропитанных раствором соли. В зависимости от числа дисков получается ток различной силы.

Итак, процессы электрохимической коррозии протекают по законам электрохимической кинетики, когда общая реакция взаимодействия может быть разделена на следующие, в значительной степени самостоятельные, электродные процессы:

- *анодный процесс* - переход металла в раствор в виде ионов (в водных растворах, обычно гидратированных) с оставлением эквивалентного количества электронов в металле;
- *катодный процесс* - ассимиляция появившихся в металле избыточных электронов деполяризаторами.

Различают коррозию с водородной, кислородной или окислительной деполяризацией. При наличии в растворе газообразного кислорода и невозможностью протекания процесса коррозии с водородной деполяризацией основную роль деполяризатора исполняет кислород. Коррозионные процессы, у которых катодная деполяризация осуществляется растворенным в электролите кислородом, называют процессами коррозии металлов с *кислородной деполяризацией*. Это наиболее распространенный тип коррозии металла в воде, в нейтральных и даже в слабокислых солевых растворах, в морской воде, в земле, в атмосфере воздуха.

Коррозия металла с кислородной деполяризацией в большинстве практических случаев происходит в электролитах, соприкасающихся с атмосферой, парциальное давление кислорода в которой равно 0,21 атм.

Каждый процесс с кислородной деполяризацией включает следующие последовательные стадии.

1. Растворение кислорода в электролите.
2. Транспортировка растворенного кислорода в растворе электролита (за счет диффузии или перемешивания).
3. Перенос кислорода в результате движения электролита.
4. Перенос кислорода в диффузионном слое электролита или в пленке продуктов коррозии металла к катодным участкам поверхности.
5. Ионизация кислорода:

В реальных условиях коррозии металла наиболее затрудненными стадиями процесса являются:

1. Реакция ионизации кислорода на катоде. Возникающую при этом поляризацию называют перенапряжением кислорода. Говорят, что процесс идет с кинетическим контролем.
2. Диффузия кислорода к катоду, либо перенапряжение диффузии. В этом случае, говорят, что процесс идет с диффузионным контролем.

Возможны случаи, когда обе стадии – ионизация кислорода и диффузия кислорода оказывают влияние на процесс. Тогда говорят, о кинетически-диффузионном контроле.

Сущность первой электрохимической теории состояла в том, что примеси в металлах создают микрогальванические элементы, в которых происходит перетекание электронов от анодных участков к катодным. Поскольку катодный и анодный процессы разделены на поверхности, то разделены и противоположные потоки ионов, атомов и молекул. Разделенные потоки не мешают друг другу, и по этой причине процесс коррозии протекает быстрее, чем в случае микрогальванических элементов.

Конечно, в настоящее время теории электрохимической коррозии выглядят гораздо более совершенными. Они основаны на многочисленных экспериментальных фактах и выражены в математической форме.

Различают следующие типы электрохимической коррозии, имеющие наиболее важное практическое значение.

**1. Коррозия в электролитах.** К этому типу относятся коррозия в природных водах (морской и пресной), а также различные виды коррозии в жидких средах. В зависимости от характера среды различают:

- а) *кислотную;*
- б) *щелочную;*
- в) *солевую;*
- г) *морскую коррозию.*

По условиям воздействия жидкой среды на металл этот тип коррозии также характеризуется как:

- *коррозия при полном погружении;*
- *при неполном погружении;*
- *при переменном погружении.*

Каждый из этих подтипов имеет свои характерные особенности.

**2. Почвенная (грунтовая, подземная) коррозия** - воздействие на металл грунта, который в коррозионном отношении должен рассматриваться как своеобразный электролит. Характерной особенностью подземной электрохимической коррозии является большое различие в скорости доставки кислорода (основной деполяризатор) к поверхности подземных конструкций в разных почвах (в десятки тысяч раз). Значительную роль при коррозии в почве играет образование и функционирование макрокоррозионных пар вследствие неравномерной аэрации отдельных участков конструкции, а также наличие в земле блуждающих токов. В ряде случаев на скорость электрохимической коррозии в подземных условиях оказывает существенное влияние также развитие биологических процессов в почве.

**3. Атмосферная коррозия** - коррозия металлов в условиях атмосферы, а также любого влажного газа; наблюдается под конденсационными видимыми слоями влаги на поверхности металла (*мокрая атмосферная коррозия*) или под тончайшими невидимыми адсорбционными слоями влаги (*влажная атмосферная коррозия*). Особенностью атмосферной коррозии является сильная зависимость ее скорости и механизма от толщины слоя влаги на поверхности металла или степени увлажнения образовавшихся продуктов коррозии.

**4. Коррозия в условиях механического воздействия.** Этому типу разрушения подвергаются многочисленные инженерные сооружения, работающие как в жидких электролитах, так и в атмосферных и подземных условиях. Наиболее типичными видами подобного разрушения являются:

- *Коррозионное растрескивание;* при этом характерно образование трещин, которые могут распространяться не только межкристалльно, но также и транскристалльно. Примером подобного разрушения является щелочная хрупкость котлов, сезонное растрескивание латуней, а также растрескивание некоторых конструкционных высокопрочных сплавов.
- *Коррозионная усталость,* вызываемая воздействием коррозионной среды и знакопеременных или пульсирующих механических напряжений. Этот вид разрушения также характеризуется образованием меж- и транскристаллитных трещин. Разрушения металлов от коррозионной усталости встречаются при эксплуатации различных инженерных конструкций (валов гребных винтов, рессор автомобилей, канатов, штанг глубинных насосов, охлаждаемых валков прокатных станов и др.).
- *Коррозионная кавитация,* являющаяся обычно следствием энергичного механического воздействия коррозионной среды на поверхность металла. Подобное коррозионно-механическое воздействие может приводить к весьма сильным местным разрушениям металлических конструкций (например, для гребных винтов морских судов). Механизм разрушения от коррозионной кавитации близок к разрушению от поверхностной коррозионной усталости.
- *Коррозионная эрозия,* вызываемая механическим истирающим воздействием другого твердого тела при наличии коррозионной среды или непосредственным истирающим действием самой

коррозионной среды. Это явление иногда называют также *коррозионным истиранием* или *фреттинг-коррозией*.

## МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Проблема защиты металлов от коррозии возникла почти в самом начале их использования. Люди пытались защитить металлы от атмосферного воздействия с помощью жира, масел, а позднее и покрытием другими металлами и, прежде всего, легкоплавким оловом. В трудах древнегреческого историка Геродота (V век до нашей эры) уже имеется упоминание о применении олова для защиты железа от коррозии

Задачей химиков было и остается выяснение сущности явлений коррозии, разработка мер, препятствующих или замедляющих её протекание. Коррозия металлов осуществляется в соответствии с законами природы и поэтому ее нельзя полностью устранить, а можно лишь замедлить.

В зависимости от характера коррозии и условий ее протекания применяются различные методы защиты. Выбор того или иного способа определяется его эффективностью в данном конкретном случае, а также экономической целесообразностью.

### **Задание:**

-изучить краткий теоретический материал по теме и ответить на поставленные вопросы.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что подразумевают под процессом электрохимической коррозии?
2. Распишите схему электрохимического процесса.
3. В каком году была создана первая электрохимическая коррозия?
4. Распишите последовательно стадии процесса с кислородной деполяризацией.
5. Перечислите типы электрохимической коррозии и их характерные особенности.
6. Перечислите методы защиты металлов от коррозии.

## **№6. Определение физических свойств чугуна по марке.**

### **Учебная цель:**

- формирование знаний о физических свойствах чугунов и их определении по марке.
- закрепить знания марок чугунов, навыков определения физических свойств по марке с использованием справочной литературы.

### **Краткие теоретические сведения**

#### ***Классификация и маркировка чугунов.***

Чугунами называют сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14% углерода. Они содержат те же примеси, что и сталь, но в большем количестве. В зависимости от состояния углерода в чугуне, различают:

**Белый чугун**, в котором весь углерод находится в связанном состоянии в виде карбида, и чугун, в котором углерод в значительной степени или полностью находится в свободном состоянии в виде графита, что определяет прочностные свойства сплава.

#### **Чугуны подразделяют на:**

- 1) серые - пластинчатая или червеобразная форма графита;
- 2) высокопрочные - шаровидный графит;
- 3) ковкие - хлопьевидный графит.

Чугуны маркируют двумя буквами и двумя цифрами, соответствующими минимальному значению временного сопротивления  $\sigma_{\text{в}}$  при растяжении в МПа-10. Серый чугун обозначают буквами "СЧ" (ГОСТ 1412-85), высокопрочный - "ВЧ" (ГОСТ 7293-85), ковкий - "КЧ" (ГОСТ 1215-85).

СЧ10 - серый чугун с пределом прочности при растяжении 100 МПа;

ВЧ70 - высокопрочный чугун с  $\sigma_{\text{в}}$  при растяжении 700 МПа;

КЧ35 - ковкий чугун с  $\sigma_{\text{в}}$  при растяжении примерно 350 МПа.



Для работы в узлах трения со смазкой применяют отливки из антифрикционного чугуна АЧС-1, АЧС-6, АЧВ-2, АЧК-2 и др., что расшифровывается следующим образом: АЧ - антифрикционный чугун:

С серый, В - высокопрочный, К - ковкий. А цифры обозначают порядковый номер сплава согласно ГОСТу 1585-79.

**В промышленности разновидности чугуна маркируются следующим образом:**

предельный чугун - П1, П2;

предельный чугун для отливок - ПЛ1, ПЛ2, предельный фосфористый чугун - ПФ1, ПФ2,

ПФ3, предельный высококачественный чугун - ПВК1, ПВК2, ПВК3;

чугун с пластинчатым графитом - СЧ (цифры после букв "СЧ", обозначают величину временного сопротивления разрыву в кгс/мм);

антифрикционный чугун

антифрикционный серый - АЧС,

антифрикционный высокопрочный - АЧВ,

антифрикционный ковкий - АЧК;

чугун с шаровидным графитом для отливок - ВЧ (цифры после букв "ВЧ" означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм и относительное удлинение (%);

чугун легированный со специальными свойствами - Ч.

### **Физические свойства**

К физическим свойствам металлов и сплавов относятся:

♦ плотность - количество вещества, содержащегося в единице объема, г/см<sup>3</sup>;

♦ температура плавления, оС - температура, при которой металл полностью переходит из твердого состояния в жидкое;

♦ теплопроводность - это способность тел передавать с той или иной скоростью тепло при нагревании и охлаждении.;

♦ тепловое расширение - металлы расширяются при нагревании и сжимаются при охлаждении.

Изменение линейного размера при нагреве называют линейным расширением; изменение объема тела - объемным расширением;

♦ удельная теплоемкость - это количество тепла, которое необходимо для повышения температуры 1 г вещества на оС;

♦ электропроводность - способность металлов проводить электрический ток. Под удельным электрическим сопротивлением  $\rho$  понимают сопротивление проводника длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 мм<sup>2</sup>;

♦ способность намагничиваться - это способность металла создавать собственное магнитное поле либо самостоятельно, либо под действием внешнего магнитного поля.

### **Задание:**

-изучить краткий теоретический материал по теме и ответить на поставленные вопросы.

### **Ход работы:**

- Оформить отчет ( в форме таблицы).

- Ответить на вопросы.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что называется чугуном?

2. Чем обусловлены физические свойства чугуна различных марок?

3. Каким образом получают ковкий чугун?

Приложение:  
таблица 1.

№ п/п	Тип чугуна	Маркировка (расшифровка хим.состава)	Физические свойства	Вид изделий (деталей, узлов)	Применение
1					
2					
3					
4					
5					

## Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткие теоретические сведения
4. Таблица №1
5. Вывод

### №7. Определение физических свойств стали по марке.

#### **Учебная цель:**

- формирование знаний о физических свойствах сталей и их определении по марке.
- закрепить знания марок сталей, навыков определения физических свойств по марке с использованием справочной литературы.

#### *Краткие теоретические сведения*

##### *Стали и их маркировка.*

**Сталь** – сплав железа с углеродом (до 2,14% С). В сталях постоянно присутствуют примеси, которые попадают при выплавке. К ним относятся: марганец и кремний, которые являются полезными, а так же сера и фосфор, которые являются вредными. Сера вызывает красноломкость стали – хрупкость при горячей обработке давлением. В сталях сера находится в виде сульфида FeS, который образует с железом легкоплавкую эвтектику, отличающуюся низкой температурой плавления ( $988^{\circ}\text{C}$ ) и располагающуюся по границам зерен. При горячей деформации границы зерен оплавляются и сталь хрупко разрушается. Фосфор вызывает в сталях хладноломкость – хрупкость при низких температурах. Каждая сотая доля фосфора повышает порог хладноломкости на  $25^{\circ}\text{C}$ . Содержание серы и фосфора влияет на качество сталей и в зависимости от их содержания стали подразделяются на 4 группы:

1. **Стали обыкновенного качества** содержат примерное количество серы и фосфора (до 0,045% каждого). Стали обозначают марками Ст 0, Ст 1, Ст 2 ... Ст 6. Буква С обозначает сталь, цифры – условный номер марки, чем больше число, тем больше содержание углерода. Ориентировочно можно считать, что цифра обозначает содержание углерода в десятых долях процента. Для обозначения степени раскисления добавляют индексы: кп – кипящая, сп – спокойная, пс – полуспокойная (Ст 3 кп, Ст 3пс);

2. **Качественные стали** содержат серы и фосфора до 0,035% каждого, регламентированы по химическому составу и механическим свойствам. Марки стали обозначают цифрами, которые указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Стали 08, 20, 25, ..., 60. Например, сталь 20–0,20% С.

3. **Инструментальные стали** содержат более 0,7% углерода. Цифра в марке указывает на среднее содержание углерода в десятых долях процента. Например, сталь У7 – 0,7% С, У13 – 1,3% С.

4. **Высококачественные стали** содержат не более 0,025% Si и P каждого. Обозначаются буквой А, стоящей в конце марки. Например, У12А.

5. **Особовысококачественные стали** содержат не более 0,015% S и 0,025% P. В конце марки стоит буква, указывающая способ переплава. Например, Ш – электрошлаковый, ВДП – вакуумно-дуговой, ЭЛП – электронно-лучевой.

6. **Легированные стали**. Легирующие элементы обозначают буквами: Х – хром, Н – никель, Г – марганец, С – кремний, В – вольфрам, М – молибден, Ф – ванадий, К – кобальт, Ю – алюминий, Д – медь. Первая цифра указывает на среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента, а цифры, следующие за буквами – процентное содержание этих элементов. Например, 30ХНЗМ – 0,30% С, 1% Cr, 3% Ni, 1% Mo.

### **Физические свойства**

К физическим свойствам металлов и сплавов относятся:

- ♦ плотность - количество вещества, содержащегося в единице объема, г/см<sup>3</sup>;
- ♦ температура плавления, С° - температура, при которой металл полностью переходит из твердого состояния в жидкое;
- ♦ теплопроводность - это способность тел передавать с той или иной скоростью тепло при нагревании и охлаждении.;
- ♦ тепловое расширение - металлы расширяются при нагревании и сжимаются при охлаждении. Изменение линейного размера при нагреве называют линейным расширением; изменение объема тела - объемным расширением;
- ♦ удельная теплоемкость - это количество тепла, которое необходимо для повышения температуры 1 г вещества на С°;
- ♦ электропроводность - способность металлов проводить электрический ток. Под удельным электрическим сопротивлением  $\rho$  понимают сопротивление проводника длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 мм<sup>2</sup>;
- ♦ способность намагничиваться - это способность металла создавать собственное магнитное поле либо самостоятельно, либо под действием внешнего магнитного поля.

### **Задание:**

-изучить краткий теоретический материал по теме и ответить на поставленные вопросы.

### **Ход работы:**

- Оформить отчет ( в форме таблицы).
- Ответить на вопросы.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какой сплав называют сталью?
2. Чем обусловлены физические свойства сталей различных марок?

Приложение:  
таблица 1.

№ п/п	Группа стали	Маркировка (расшифровка хим.состава)	Физические свойства	Вид изделий (деталей, узлов)	Применение
1					
2					
3					
4					
5					

### **Содержание отчета**

6. Название работы.
7. Цель работы.
8. Краткие теоретические сведения
9. Таблица №1
10. Вывод

### **№8. Определение физических свойств цветных сплавов по марке.**

**Учебная цель:** знать свойства цветных металлов и их сплавов

### **Учебные задачи:**

1. знать цветные металлы и их сплавы
2. определить свойства сплавов и их применение
3. составить отчет по проделанной работе

**Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

**Цветные металлы.** К цветным металлам, наиболее широко применяемым в технике, относятся медь, алюминий, олово, свинец, цинк, магний, титан и их сплавы. В чистом виде цветные металлы используют редко, в основном их применяют в виде сплавов.

Легирующие элементы, входящие в состав цветных металлов и сплавов, обозначают заглавными буквами русского алфавита, например алюминий - А, бериллий - Б, железо - Ж, кремний - К, медь - М и т. д.

**Медь.** Она имеет характерный красноватый цвет, в природе встречается в виде сернистых соединений, в окислах и очень редко в чистом виде. Медь маркируют буквой М. В зависимости от чистоты меди (ГОСТ 859-2001). Самая чистая медь - содержит 99,99% меди и 0,01% примесей. Благодаря высокой пластичности медь хорошо обрабатывается давлением в холодном и горячем состоянии. Она обладает хорошей электропроводностью. Из нее изготавливают проводники электрического тока - провода и кабели.

**Олово.** Олово очень мягкий металл серебристо-белого цвета с желтоватым оттенком. Оно разделяется на шесть марок (ГОСТ 860-41): ОВЧ-000, О1ПЧ, О1, О2, О3, О4. Самое чистое олово - марки ОВЧ-000, содержащее 99,999% олова и 0,001% примесей. Олово в чистом виде применяют для лужения жести.

**Цинк.** Цинк - это хрупкий металл белого цвета с голубоватым оттенком. В зависимости от химического состава установлены шесть марок цинка (ГОСТ 3640-47): ЦВ (99,99% цинка), Ц0, Ц1, Ц2, Ц3, Ц4 (99,50% цинка). Цинк используют для покрытия изделий (цинкование), чтобы предохранить их от атмосферной коррозии.

**Свинец.** Это мягкий металл синевато-серого цвета, быстро тускнеющий на воздухе. ГОСТ 3778-56 устанавливает шесть марок свинца: СО (99,992% свинца), С1, С2, С3, С3Су, С4 (99,60% свинца). Свинец хорошо отливается и прокатывается. Из для перекачки кислот, для производства аккумуляторов и т. д. Свинец - очень хорошая защита от рентгеновских лучей.

**Алюминий.** Алюминий - мягкий металл белого цвета. Он добывается путем электролиза из алюминиевой руды - бокситов и хорошо поддается прокатке и ковке. Особенности алюминия являются легкость, хорошая электропроводность (60% электропроводности меди) и высокая коррозионная стойкость. По ГОСТ 3549-55 алюминий выпускается нескольких марок. Самой высокой по чистоте является марка АВ0000, содержащая 99,996% алюминия. Из алюминия изготавливают провода, кабели, змеевики (испарители) в холодильниках и т. д. Окислы алюминия безвредны.

**Магний.** Магний - самый легкий металл из всех применяемых в технике (удельный вес его 1,74). Он легко воспламеняется и при его горении возникает высокая температура. Наиболее опасны в этом отношении порошок, тонкая лента, мелкая стружка и т. п. Механические свойства магния низкие, поэтому он находит ограниченное применение в технике. В литейном деле из магния выплавляют высокопрочный магниевый чугун. Чаще всего магний используют в виде сплавов с алюминием, цинком. ГОСТ 804-62 устанавливает две марки магния: Mg1 (99,92% магния) и Mg2 (99,85% магния).

**Титан.** Это металл серебристо-белого цвета, тугоплавкий (плавится при 1725° С) и легкий, стойкий на воздухе и даже в атмосфере морского климата. По распространенности титан занимает четвертое место среди конструкционных металлов, уступая лишь алюминию, железу и магнию. Прочность его вдвое больше, чем у железа, и почти в шесть раз больше, чем у алюминия. Ценными свойствами титана являются его высокие химическая и коррозионная стойкость. Титан обладает высокой пластичностью. Он хорошо куется, легко прокатывается в листы, ленты и даже в фольгу. Наибольшее применение титан находит в виде сплавов для изготовления лопастей газовых турбин и производства жаропрочных сталей.

**Медные сплавы.** Важнейшими сплавами на основе меди являются латунь и бронза.

**Латунь** - это сплав меди с цинком. Кроме цинка, латунь содержит и другие элементы, но в меньшем, чем цинк, количестве. Латунь маркируют буквой Л, за которой стоят цифры, указывающие на содержание меди, например латунь марки Л80 состоит из 80% меди и 20% цинка. Если в латунь вводится 1% свинца, то она будет обозначаться ЛС59-1 и содержать 59% меди, 40% цинка и 1% свинца. Латунь обладает высокой коррозионной стойкостью, пластичностью, легко поддается прокатке, ковке и вытяжке. В технике находят применение

латуни, содержащие от 10 до 42% цинка. В зависимости от назначения латуни могут быть обрабатываемыми давлением, литейными и специальными. Латуни, обрабатываемые давлением, используют для радиаторных трубок, прокладок, труб и т. д. Из литейных латуней изготавливают червячные винты, зубчатые колеса, подшипники и т. д. Специальные латуни, обладающие более высокими механическими свойствами, чем литейные латуни, применяют для изготовления химически стойких деталей, конденсаторных трубок и водяной арматуры. Латунные изделия, получаемые холодной обработкой (наклеп), для смягчения и пластичности подвергают отжигу рекристаллизации на 350-450° С.

**Бронза** - это сплав меди с оловом, свинцом, алюминием и другими элементами. Название бронзы зависит от второго компонента. Важнейшими из бронз являются оловянистые, свинцовистые, алюминиевые и кремнистые. Бронзы маркируют следующим образом: сначала пишут буквы Бр., означающие бронзу, затем буквы, показывающие, какие элементы введены в бронзу, и далее цифры, указывающие на содержание этих элементов в процентах. Например, бронза марки Бр.ОЦС6-6-3 означает, что в ней содержится 6% олова, 6% Цинка, 3% свинца и остальные (85%) медь. 62

**Оловянистые бронзы** обладают хорошими литейными свойствами, коррозионной стойкостью и высокими антифрикционными свойствами, т. е. хорошо сопротивляются износу и трению. Оловянистые бронзы в основном применяют для деталей, работающих на трение, - подшипников скольжения, червячных колес и т. п. Олово - дорогой металл, поэтому в основном применяют бронзы, в которых олово заменяют алюминием, кремнием, марганцем и другими элементами.

**Алюминиевые бронзы** содержат до 10% алюминия. Они обладают прочностью, высокими антифрикционными и технологическими свойствами, устойчивостью в атмосферных условиях и морской воде. Введение в алюминиевую бронзу железа, марганца и других элементов еще больше повышает ее механические свойства. Химический состав специальных бронз, например Бр. АЖН10-4-4, следующий: алюминия - 9,5-11,0%; марганца 3,5- 5,5%; железа - 3,5-5,5%; остальное - медь. Алюминиевые бронзы применяют как антифрикционный материал, изготавливая из них подшипники, втулки, червячные колеса и т.

**Кремнистые бронзы** содержат 2-3% кремния. Они обладают высокими литейными свойствами и коррозионной стойкостью. Из таких бронз изготавливают пружинящие детали, проволоку, ленту и т. д.

**Никелевые бронзы**, обладают высокой вязкостью и кислотостойкостью, сохраняют механические свойства даже при повышенных температурах.

**Бериллиевые бронзы** (2% бериллия) обладают исключительно высокими свойствами - хорошо упрочняются термической обработкой, имеют предел прочности  $\sigma_b = 130-150 \text{ кгс/мм}^2$  и твердость  $HV 370-400$ . Бериллиевые бронзы применяют, например, для изготовления ударного инструмента, зубил, молотков, не дающих при ударе искр. Пружины из бериллиевой бронзы выдерживают до 25 млн. колебаний, в то время как стальные закаленные пружины в таких же условиях разрушаются после 3 млн. колебаний.

**Алюминиевые сплавы.** Они получают добавлением к алюминию меди, цинка, магния, кремния, марганца и других компонентов. Такие сплавы имеют небольшой удельный вес и высокие механические свойства.

Алюминиевые сплавы разделяются на деформируемые и литейные.

**Деформируемые сплавы**, упрочняемые термической обработкой, могут быть следующих марок: АК6, АК8, АК2, АК4. Они обладают высокой прочностью и пластичностью, поэтому из них изготавливают полуфабрикаты ковкой, прокаткой и прессованием. Сплавы АК2 и АК4 содержат никель и являются жаропрочными. Они применяются после термической обработки для изготовления поршней, головок цилиндров, работающих при повышенных температурах. К деформируемым алюминиевым сплавам, упрочняемым термической обработкой, относятся также дюралюминий марок Д1, Д6, Д16, Д18. Дюралюминий выпускается в виде листов, прессованных и катаных профилей, прутков и штамповок. Сплав Д18 применяют для заклепок, так как он может расклепываться в любое время после старения. Для повышенной коррозионной стойкости дюралюминий покрывается (плакируется) чистым алюминием. Плакированием называют горячую прокатку слитков дюралюминия вместе с листами чистого алюминия. Сплавы АМц и АМг термическому упрочнению не подвергают. Из них

изготавливают трубопроводы и сварные масляные резервуары.

**Литейные алюминиевые сплавы** почти не стареют естественно. Их прочностные свойства повышаются искусственным старением. Из литейных сплавов наибольшее распространение получили силумины - сплавы алюминия с кремнием. Силумины обладают высокими механическими свойствами и большой жидкотекучестью, позволяющей отливать сложные и тонкостенные детали. **Магниеые сплавы.** Подобно алюминиевым магниевые сплавы подразделяются на деформируемые и литейные. Прочность и пластичность магниевых сплавов ниже, чем у алюминиевых. Удельный вес магниевых сплавов-1,74. Характерной особенностью термообработки магниевых сплавов является длительная выдержка их при закалке и отпуске. Деформируемые магниевые сплавы марок МА1, МА2, МА5, МА8 применяют для изготовления высоконагруженных деталей самолетов, а литейные сплавы марок МЛ2, МЛ3, МЛ4, МЛ5 - для изготовления деталей двигателей, корпусов приборов, колодок колесных тормозов автомобилей и корпусов фотокамер. Химический состав магниевых сплавов приведен в таблице:

**Антифрикционные (подшипниковые) сплавы.** Антифрикционными называют сплавы, из которых изготавливают подшипники и трущиеся детали, применяя для этого баббиты, бронзы, антифрикционные чугуны, цинковые сплавы и другие материалы, предохраняющие трущиеся детали, например валы, от износа и создающие необходимые условия для смазки.

Наибольшее применение для изготовления подшипников находят оловянистые бронзы Бр.ОЦС4-4-2,5 и Бр.ОФ6,5-0,15, обладающие низким коэффициентом трения. В целях экономии дорогостоящих оловянистых бронз для изготовления втулок, заливки вкладышей и подшипников используют цинковые сплавы ЦАМ10-5 и ЦАМЭ-1,5. По ГОСТ 7117 - 54 сплав ЦАМ10-5 содержит 9,0-12% алюминия, 4,0-5,5% меди, 0,03-0,06% магния и остальное - цинк. В качестве антифрикционных сплавов для подшипников можно применять и пористые металлокерамические материалы на основе железомеднографитовых порошковых смесей (1,0-1,5% меди, 0,9-1,1% графита и остальное - железо). Обычно из этих сплавов изготавливают втулки и вкладыши прессованием порошковых смесей и последующим спеканием при температуре 1100-1150° С. Такие втулки имеют от 15 до 30% тончайших, соединенных между собой пор. После пропитки машинным маслом втулки становятся самосмазывающимися. Они применяются в текстильных хлопкоуборочных и швейных машинах, в которых смазка подшипников невозможна из-за загрязнения тканей, хлопка и т. п. Большую группу подшипниковых сплавов составляют баббиты. Они обладают высокой пластичностью, хорошей прирабатываемостью и низким коэффициентом трения. Высокие антифрикционные свойства их связаны с особой структурой - твердыми кристалликами в мягкой основе. Баббиты маркируют следующим образом (ГОСТ 1320-55): Б89, Б83 и т. д. Буква Б указывает, а название сплава, а цифра - на среднее содержание в нем олова. Свинцовый баббит С0С6-6 имеет высокие эксплуатационные качества и в настоящее время является основным материалом, из которого изготавливают подшипники для двигателей легковых и грузовых автомобилей. Для деталей, работающих с повышенным удельным давлением, например рессорных втулок автомобилей, часто применяют антифрикционный ковкий чугун. Отожженный ковкий чугун обычно состоит из 2,5-2,75% углерода; 1,0-1,2% кремния, 0,45-0,55% марганца; 0,06% хрома; 0,12-0,17% фосфора и 0,15-0,17% серы.

#### Задание для практического занятия :

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

#### Порядок выполнения отчета по практической работе

1. Изучить теоретический материал

2. Заполнить таблицу
3. Составить отчет
4. Ответить на контрольные вопросы

#### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите физические свойства меди
2. Приведите примеры применения меди и медных сплавов в промышленности
3. Маркировка титана и его сплавов, приведите примеры
4. Что такое баббит?
5. Перечислите физические свойства алюминия
6. Приведите примеры применения алюминия и алюминиевых сплавов в промышленности

### **№9. Исследование качества лакокрасочных материалов для автомобилей**

**Учебная цель:** исследовать качество лакокрасочных материалов которые применяются для автомобилей

**Учебные задачи:**

1. знать качества лакокрасочных материалов для автомобилей
2. составить отчет по проделанной работе

#### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

**Лакокрасочные материалы (ЛКМ)** – многокомпонентная система, которая наносится в жидком или порошкообразном состоянии на предварительно подготовленную поверхность и после высыхания (затвердевания) образует прочную, хорошо сцепленную с основанием пленку. Получившуюся пленку называют лакокрасочным покрытием. ЛКМ применяются для защиты металлических, а также других видов изделий от влияния внешних вредных факторов (влаги, газы, воздух и т.д.), придания поверхности декоративных свойств.

##### **Виды лакокрасочных материалов(ЛКМ)**

**В зависимости от назначения и состава лакокрасочные материалы (ЛКМ) принято делить на: лаки, краски, эмали, грунтовки, шпаклевки.**

Лаки – это растворы пленкообразующих веществ в растворителях (или воде), которые после высыхания образуют однородное, твердое, прозрачное (кроме битумного лака) покрытие. Их состав не содержит пигменты и наполнители.

Краски – суспензии пигментов в пленкообразующих веществах, которые после высыхания образуют непрозрачное однородное покрытие.

Эмаль – суспензия пигментов, наполнителей в лаке, которая после высыхания образует непрозрачное, твердое покрытие различной структуры и блеска.

Грунтовка – суспензия пигментов с наполнителями в пленкообразующем веществе, которая после высыхания образует однородную непрозрачную пленку.

Шпаклевка – смесь наполнителей, пигментов и пленкообразующих веществ, пастообразная вязкая масса, предназначена для заполнения дефектов поверхности, придания ей равномерной фактуры.

##### **Состав лакокрасочных материалов**

**Основными компонентами лакокрасочных материалов (ЛКМ) являются пленкообразующие, пигменты, наполнители, пластификаторы, растворители, сиккативы, добавки.**

Пленкообразующие лакокрасочных материалов – многокомпонентная система, после нанесения которой на поверхность в результате физико-химических процессов образуется сплошная, прочно сцепленная с основой пленка. Пленкообразующие должны связывать наполнители с пигментами в ЛКМ, быть растворимыми органическими растворителями, обеспечивать хорошую адгезию лакокрасочного покрытия с подложкой, а после высыхания образовывать твердую защитную пленку.

К пленкообразующим веществам относятся: полимеризационные смолы (на основе акрилатов, метакрилатов, хлористого винила и др.), поликонденсационные смолы (алкидные, полиуретановые, эпоксидные, кремнийорганические, формальдегидные), природные смолы (канифоль, битумы, асфальты, копалы), растительные масла, таловое масло, жирные кислоты и эфиры целлюлозы.

Рассмотрим некоторые виды пленкообразователей.

##### **Алкидные смолы**

Алкидные смолы среди пленкообразующих веществ занимают почетное первое место не только в отечественной, но и зарубежной лакокрасочной промышленности. Это полиэфирные смолы, которые имеют

разветвленное строение. Они являются продуктами неполной переработки одноосновных жирных кислот и многоосновных кислот и спиртов.

**Классифицируются** алкидные смолы в зависимости от спирта, который используется для их изготовления. Различают алкидные смолы на основе глицерина (глифталевые), триола (трифталевые), пентаэритрита (пентафталевые) и ксилита (ксифталевые).

Для того, чтоб алкидная смола имела хорошую растворимость, а готовое лакокрасочное покрытие отличалось водостойкостью и эластичностью, ее модифицируют жирными кислотами либо маслами растительного происхождения. Поэтому алкидные смолы делят еще на невысыхающие и высыхающие.

Алкидные соединения применяются в комплексе с некоторыми другими поликонденсационными, полимеризационными смолами и нитратами целлюлозы.

**Алкидные смолы подразделяются на:** разбавляемые водой (водоразбавляемые) и нерастворимые в воде.

А также на: разбавляемые органическими растворителями и растворимые в них.

В наше время самое широкое применение нашли водоразбавляемые (водоэмульсионные) лакокрасочные материалы. *Они обладают бесспорными преимуществами*, по сравнению с красками и лаками на основе органических растворителей, т.к. не вредят человеческому организму, безопасны в пожарном отношении. Водоразбавляемые смолы при взаимодействии с аминокформальдегидными или фенолоформальдегидными водорастворимыми смолами, которые выступают в качестве отверждающих агентов, образуют пленку.

*Разбавляемые водой алкидные смолы применяют* для изготовления водоэмульсионных эмалей и грунтовок. Глифталевые смолы, разбавленные органическими растворителями, используют в производстве шпатлевок, грунтовок и эмалей для внутренних работ.

Следующие марки немодифицированных лаков и смол на алкидной основе :

- смолы – ВПФЛ-50, ФК-135, ФК-42, ПФФ-СИН-34;

- лаки – ПФ-060Н, ПФ-060В, ПФ-053Н, ПФ-053В, ГФ-01, ГФ-019, ГФ-046, ГФ-072, В-Эп-0179 и др.

**Пигменты** – это окрашенные порошки высокой дисперсии. Вода, пленкообразующие вещества их не растворяют. Пигменты в основном применяют в декоративных целях, для придания краскам, грунтовкам, а также эмалям цвета и блеска. Но кроме того пигменты отличаются некоторыми полезными свойствами, которые влияют на конечный продукт: светостойкость, химическая и атмосферостойкость, смачиваемость, дисперсность, маслостойкость, укрывистость, кристаллическая структура, способность взаимодействовать с пленкообразующими.

*По своему происхождению пигменты лакокрасочных материалов (ЛКМ) можно разделить на синтетические и природные, а по химическому составу – на органические и неорганические.*

*К неорганическим пигментам относятся двуокись титана, окись цинка, литопон (дают белый цвет), охра (дает желтый цвет), железная лазурь, ультрамарин (синий), железный сурик, оранжевый крон, мумня (красный), медянка, окись хрома (зеленый цвет). Как видно – большинство неорганических пигментов это соли металлов, окислы, гидроксиды, которые имеют кристаллическое строение.*

*Среди органических пигментов можно выделить фталоцианиновые, антрахиноновые, азокпигменты, диазокпигменты.*

**Наполнитель** – это нерастворимое в дисперсионных средах сухое неорганическое вещество. Применяют как добавки к пигментам для их экономии и снижения стоимости лакокрасочных материалов (ЛКМ). Наполнители вводят только в непрозрачные лакокрасочные материалы (грунтовки, эмали). При правильном подборе системы пигмент – наполнитель можно улучшить свойства ЛКМ. Придать лакокрасочным материалам определенную вязкость, улучшить разливаемость, предотвратить оседание пигментов на дно резервуара, повысить прочность, атмосферостойкость готового покрытия.

*В качестве наполнителей применяют тальк, слюду, доломит, мел, барит, кальцит, каолин. Наиболее широко применяются наполнители с высокой степенью белизны, дисперсностью, с низким содержанием водорастворимых примесей, небольшой твердости, плотности, низкой маслостойкости.*

**Пластификаторы** - практически нелетучие органические вещества, которые вводятся в пленкообразующее для придания высохшим ЛКМ эластичности. В качестве пластификаторов используют фталаты, фосфаты, касторовое масло, совол, себацинаты и т.д.

**Растворители** – летучая органическая жидкость или смесь жидкостей, которая применяется для растворения пленкообразующих, придания ЛКМ нужной консистенции. К ним относятся спирты, эфиры, кетоны, углеводороды.

**Сиккативы** – мыльное соединение некоторых металлов в растворителях или (используется реже) соединения в виде оксидов. Сиккативы применяют для ускорения процесса высыхания лакокрасочного материала. К сиккативам относятся кобальтовые, марганцевые, свинцовые, линолеаты, нафтенаты, резинаты и др.

**Добавки** – вещества для придания определенных свойств лакокрасочным материалам. Добавками принято считать различные отвердители, эмульгаторы, стабилизаторы, ускорители, инициаторы и многое другое.

#### **Классификация лакокрасочных материалов**

**Все лакокрасочные материалы подразделяются на основные, промежуточные и прочие.**



*Основные – лаки, эмали, краски, шпаклевки, грунтовки.*

*Промежуточные – растворители, разбавители, смолы, их растворы, сиккативы, олифы.*

*Прочие – подсобные, вспомогательные материалы (мастики, пасты, смывки, отвердители, порозаполнители).*

**Основные лакокрасочные материалы в свою очередь классифицируют по типу пленкообразователя (химическому составу), назначению.**

**По типу пленкообразователя ЛКМ различают:**

**а) лакокрасочные материалы (ЛКМ) на поликонденсационных смолах:**

- алкидно-уретановые (АУ);
- глифталевые (ГФ);
- кремнийорганические (КО);
- полиуретановые (УР);
- пентафтгалевые (ПФ);
- полиэфирные насыщенные (ПЛ);
- полиэфирные ненасыщенные (ПЭ);
- фенольные (ФЛ);
- фенолоалкидные (ФА);

**б) лакокрасочные материалы (ЛКМ) на полимеризационных смолах:**

- нефтеполимерные (НП);
- каучуковые (КЧ);
- перхлорвиниловые или поливинилхлоридные (ХВ);
- алкидно-стирольные, масляно-стирольные (МС);
- полиакриловые или полиакрилатные (АК);
- поливинилацетатные (ВА);
- поливинилацетальные (ВЛ);
- фторопластовые (ФП);

**в) лакокрасочные материалы (ЛКМ) на природных смолах:**

- битумные (БТ);
- канифольные (КФ);
- янтарные (ЯН);
- масляные (МА);
- шеллачные (ШЛ);

**г) ЛКМ на эфирах целлюлозы:**

- этилцеллюлозные (ЭЦ);
- нитроцеллюлозные (НЦ);
- ацетилцеллюлозные (АЦ);
- ацетобутиратцеллюлозные (АБ).

*Силикатные краски (ЖС) изготавливают на основе силикатов щелочных металлов (жидкое стекло).*

**По назначению (условиям эксплуатации) ЛКМ различают:**

- 1 – атмосферостойкие (ЛКМ, которые эксплуатируются на открытом воздухе в различных климатических условиях);
- 2 – ограниченно атмосферостойкие (эксплуатируемые под навесами, внутри различных помещений, т.е. ЛКМ для внутренних работ);
- 3 – защитные или консервационные (применяются для временной защиты изделий, при перевозках, хранении);
- 4 – водостойкие (4/1 – стойкие в пресной воде, 4/2 – морской воде);
- 5 – специальные (ЛКМ, стойкие к воздействию определенных факторов, например, устойчивы к рентгеновскому, радиационному излучению, противообрастающие, светящиеся, лакокрасочные материалы для кожаных изделий, ткани, резины);
- 6 – маслобензостойкие лакокрасочные материалы (6/1 – устойчивы по отношению к смазкам и минеральным маслам, 6/2 – устойчивы при влиянии керосина, бензина, нефтепродуктов);
- 7 – стойкие при воздействии химических веществ (7/1 – для атмосферы агрессивных паров и газов, 7/2 – устойчивы под воздействием кислот, 7/3 – для растворов и концентрированных щелочей);
- 8 – термостойкие ЛКМ (эксплуатирующиеся при температуре от 50 до 500°С);
- 9 – электроизоляционные (лакокрасочные материалы, которые подвергаются воздействию электрического тока, являются непроводящими);
- 0 – грунтовки;
- 00 – шпаклевки.

**Кроме вышеописанных классификаций лакокрасочные материалы классифицируются еще по некоторым признакам:**

- по способу нанесения ЛКМ (валиком или кистью, электрофорезом, пульверизацией и т.д.);
- по условиям сушки (холодная, горячая);
- по декоративным свойствам ЛКМ (имитационные, шагреньевые, рефлексные, молотковые, флуоресцентные, цировочные);
- по назначению ЛКМ (для покраски автомобилей, мебели, кожи, материи, электроизоляционного назначения);
- по эксплуатации при определенных условиях (для тропического климата, холодного, загазованного);
- по блеску (высокоглянцевые, глянцевые, полуглянцевые, полуматовые, матовые, глубокоматовые);
- по последовательности нанесения ЛКМ (пропиточные, грунтовочные, промежуточные, покрывные).

### **Маркировка ЛКМ**

У каждого лакокрасочного материала (ЛКМ), будь то лак, краска или шпаклевка, есть свое «имя» и обозначение. Оно состоит из слов, букв, а также цифр. Обозначение пигментированных ЛКМ состоит из пяти групп знаков, на непигментированных (лаков) – четырех.

1 группа. При записи сначала указывается вид ЛКМ – лак, краска, шпаклевка, эмаль или грунтовка. Если в состав краски входит лишь один пигмент, то вместо слова «краска» записывают наименование пигмента (белила цинковые, охра).

2 группа. Далее краткое обозначение основы (две буквы) – указывается тип использованного пленкообразующего вещества. В случае, если в состав ЛКМ входит смесь пленкообразующих веществ – при маркировке указывают основной (тот, который определяет свойства ЛКМ).

3 группа. После буквенного обозначения основы указывают условия эксплуатации данного ЛКМ (цифра).

4 группа. У каждого лакокрасочного материала (ЛКМ) есть свой порядковый номер, присвоенный ему при изготовлении. Он может состоять из одной, двух или трех цифр.

5 группа. Указывается цвет ЛКМ.

### **Задание для практического занятия:**

1	Назначение ЛКМ		
2	Классификация материалов	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
3	Преимущества материалов		
4	Недостатки материалов		
5	Применение материалов (можно написать из собственного опыта применения)		

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

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

#### **Контрольные вопросы**

1. На что указывает буквенная маркировка лакокрасочных материалов?
2. Какая температура сушки эмали должна выдерживаться перед полированием?
3. Какими качествами должны обладать лакокрасочные покрытия в виде плёнки?

## №10. Определение свойств материалов по марке лакокрасочных материалов.

**Учебная цель:** знать свойства лакокрасочных материалов для автомобилей

**Учебные задачи:**

1. определить свойства лакокрасочных материалов и их применение
2. составить отчет по проделанной работе

### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы**

**Лакокрасочные материалы (ЛКМ)** – многокомпонентная система, которая наносится в жидком или порошкообразном состоянии на предварительно подготовленную поверхность и после высыхания (затвердевания) образует прочную, хорошо сцепленную с основанием пленку. Получившуюся пленку называют лакокрасочным покрытием. ЛКМ применяются для защиты металлических, а также других видов изделий от влияния внешних вредных факторов (влага, газы, воздух и т.д.), придания поверхности декоративных свойств.

#### **Свойства лакокрасочных материалов**

Свойства лакокрасочных материалов (ЛКМ) можно разделить на физико-химические, химические и малярно-технические.

*Физико-химические свойства* ЛКМ подразумевают вязкость, укрывистость, плотность, скорость отвердевания (высыхания) пленки.

*К химическим свойствам* ЛКМ относятся процентное соотношение составных веществ, количество наполнителей, пленкообразующих, водорастворимых солей, растворителей и т.д.

*Малярно-технические свойства* характеризуют удобство работы с ЛКМ, т.е. стекаемость, перелив, наносимость, степень перетира, плотность.

#### **Свойства лакокрасочных покрытий**

**Лакокрасочное покрытие** – пленка, образующаяся вследствие высыхания ЛКМ. Такие пленки тоже должны отвечать определенным требованиям и обладать определенными свойствами:

- декоративными (внешний вид, цвет лакокрасочного покрытия, блеск);
- химическими (устойчивость при воздействии атмосферы, агрессивных газов, щелочей, кислот, различных химических растворов, воды, масел, нефти, бензина, эмульсий, мыльного раствора);
- физико-химическими (износостойкость, прочность, твердость, эластичность, прочность на изгиб, адгезия);
- защитными (стойкость в различных атмосферных условиях, термостойкость, светостойкость, морозостойкость);
- малярно-техническими (хорошо поддаваться шлифовке, полировке, зачистке);
- электроизоляционными;
- специальные ЛКМ должны обладать дополнительными специфическими свойствами.

Лакокрасочные материалы широко применяются для защиты металлов от коррозии.

#### **Виды лакокрасочных материалов(ЛКМ)**

**В зависимости от назначения и состава лакокрасочные материалы (ЛКМ) принято делить на: лаки, краски, эмали, грунтовки, шпаклевки.**

**Лаки** – это растворы пленкообразующих веществ в растворителях (или воде), которые после высыхания образуют однородное, твердое, прозрачное (кроме битумного лака) покрытие. Их состав не содержит пигменты и наполнители.

**Краски** – суспензии пигментов в пленкообразующих веществах, которые после высыхания образуют непрозрачное однородное покрытие.

**Эмаль** – суспензия пигментов, наполнителей в лаке, которая после высыхания образует непрозрачное, твердое покрытие различной структуры и блеска.

**Грунтовка** – суспензия пигментов с наполнителями в пленкообразующем веществе, которая после высыхания образует однородную непрозрачную пленку.

**Шпаклевка** – смесь наполнителей, пигментов и пленкообразующих веществ, пастообразная вязкая масса, предназначена для заполнения дефектов поверхности, придания ей равномерной фактуры.

#### **Состав лакокрасочных материалов**

**Основными компонентами лакокрасочных материалов (ЛКМ) являются пленкообразующие, пигменты, наполнители, пластификаторы, растворители, сиккативы, добавки.**

Пленкообразующие лакокрасочных материалов – многокомпонентная система, после нанесения которой на поверхность в результате физико-химических процессов образуется сплошная, прочно сцепленная с основой пленка. Пленкообразующие должны связывать наполнители с пигментами в ЛКМ, быть растворимыми органическими растворителями, обеспечивать хорошую адгезию лакокрасочного покрытия с подложкой, а после высыхания образовывать твердую защитную пленку.

К пленкообразующим веществам относятся: полимеризационные смолы (на основе акрилатов, метакрилатов, хлористого винила и др.), поликонденсационные смолы (алкидные, полиуретановые, эпоксидные, кремнийорганические, формальдегидные), природные смолы (канифоль, битумы, асфальты, копалы), растительные масла, таловое масло, жирные кислоты и эфиры целлюлозы.

Рассмотрим некоторые виды пленкообразователей.

### **Алкидные смолы**

Алкидные смолы среди пленкообразующих веществ занимают почетное первое место не только в отечественной, но и зарубежной лакокрасочной промышленности. Это полиэфиры, которые имеют разветвленное строение. Они являются продуктами неполной переработки одноосновных жирных кислот и многоосновных кислот и спиртов.

**Классифицируются** алкидные смолы в зависимости от спирта, который используется для их изготовления. Различают алкидные смолы на основе глицерина (глифталевые), этриола (этрифталевые), пентаэритрита (пентафталевые) и ксилита (ксифталевые).

Для того, чтоб алкидная смола имела хорошую растворимость, а готовое лакокрасочное покрытие отличалось водостойкостью и эластичностью, ее модифицируют жирными кислотами либо маслами растительного происхождения. Поэтому алкидные смолы делят еще на невысыхающие и высыхающие.

Алкидные соединения применяются в комплексе с некоторыми другими поликонденсационными, полимеризационными смолами и нитратами целлюлозы.

**Алкидные смолы подразделяются на:** разбавляемые водой (водоразбавляемые) и нерастворимые в воде. А также на: разбавляемые органическими растворителями и растворимые в них.

В наше время самое широкое применение нашли водоразбавляемые (водоэмульсионные) лакокрасочные материалы. *Они обладают бесспорными преимуществами,* по сравнению с красками и лаками на основе органических растворителей, т.к. не вредят человеческому организму, безопасны в пожарном отношении. Водоразбавляемые смолы при взаимодействии с аминокформальдегидными или фенолоформальдегидными водорастворимыми смолами, которые выступают в качестве отверждающих агентов, образуют пленку.

*Разбавляемые водой алкидные смолы применяют* для изготовления водоэмульсионных эмалей и грунтовок. Глифталевые смолы, разбавленные органическими растворителями, используют в производстве шпатлевок, грунтовок и эмалей для внутренних работ.

Следующие марки немодифицированных лаков и смол на алкидной основе :

- смолы – ВПФЛ-50, ФК-135, ФК-42, ПГФ-СИН-34;
- лаки – ПФ-060Н, ПФ-060В, ПФ-053Н, ПФ-053В, ГФ-01, ГФ-019, ГФ-046, ГФ-072, В-Эп-0179 и др.

**Пигменты** – это окрашенные порошки высокой дисперсии. Вода, пленкообразующие вещества их не растворяют. Пигменты в основном применяют в декоративных целях, для придания краскам, грунтовкам, а также эмалям цвета и блеска. Но кроме того пигменты отличаются некоторыми полезными свойствами, которые влияют на конечный продукт: светостойкость, химическая и атмосферостойкость, смачиваемость, дисперсность, маслостойкость, укрывистость, кристаллическая структура, способность взаимодействовать с пленкообразующими.

*По своему происхождению пигменты лакокрасочных материалов (ЛКМ) можно разделить на синтетические и природные, а по химическому составу – на органические и неорганические.*

*К неорганическим пигментам относятся двуокись титана, окись цинка, диопсон (дают белый цвет), охра (дает желтый цвет), железная лазурь, ультрамарин (синий), железный сурик, оранжевый крон, мумня (красный), медянка, окись хрома (зеленый цвет). Как видно – большинство неорганических пигментов это соли металлов, оксиды, гидроксиды, которые имеют кристаллическое строение.*

*Среди органических пигментов можно выделить фталоцианиновые, антрахиноновые, азопигменты, диазопигменты.*

**Наполнитель** – это нерастворимое в дисперсионных средах сухое неорганическое вещество. Применяют как добавки к пигментам для их экономии и снижения стоимости лакокрасочных материалов (ЛКМ). Наполнители вводят только в непрозрачные лакокрасочные материалы (грунтовки, эмали). При правильном подборе системы пигмент – наполнитель можно улучшить свойства ЛКМ. Придать лакокрасочным материалам определенную вязкость, улучшить разливаемость, предотвратить оседание пигментов на дно резервуара, повысить прочность, атмосферостойкость готового покрытия.

*В качестве наполнителей применяют тальк, слюду, доломит, мел, барит, кальцит, каолин. Наиболее широко применяются наполнители с высокой степенью белизны, дисперсностью, с низким содержанием водорастворимых примесей, небольшой твердостью, плотности, низкой маслосемкостью.*

**Пластификаторы** - практически нелетучие органические вещества, которые вводятся в пленкообразующее для придания высохшим ЛКМ эластичности. В качестве пластификаторов используют фталаты, фосфаты, касторовое масло, совол, себацинаты и т.д.

**Растворители** – летучая органическая жидкость или смесь жидкостей, которая применяется для растворения пленкообразующих, придания ЛКМ нужной консистенции. К ним относятся спирты, эфиры, кетоны, углеводороды.

**Сиккативы** – мыльное соединение некоторых металлов в растворителях или (используется реже) соединения в виде оксидов. Сиккативы применяют для ускорения процесса высыхания лакокрасочного материала. К сиккативам относятся кобальтовые, марганцевые, свинцовые, линолеаты, нафтенаты, резинаты и др.

**Добавки** – вещества для придания определенных свойств лакокрасочным материалам. Добавками принято считать различные отвердители, эмульгаторы, стабилизаторы, ускорители, инициаторы и многое другое.

#### **По назначению (условиям эксплуатации) ЛКМ различают:**

- 1 – атмосферостойкие (ЛКМ, которые эксплуатируются на открытом воздухе в различных климатических условиях);
- 2 – ограниченно атмосферостойкие (эксплуатируемые под навесами, внутри различных помещений, т.е. ЛКМ для внутренних работ);
- 3 – защитные или консервационные (применяются для временной защиты изделий, при перевозках, хранении);
- 4 – водостойкие (4/1 – стойкие в пресной воде, 4/2 – морской воде);
- 5 – специальные (ЛКМ, стойкие к воздействию определенных факторов, например, устойчивы к рентгеновскому, радиационному излучению, противообрастающие, светящиеся, лакокрасочные материалы для кожаных изделий, ткани, резины);
- 6 – маслобензостойкие лакокрасочные материалы (6/1 – устойчивы по отношению к смазкам и минеральным маслам, 6/2 – устойчивы при влиянии керосина, бензина, нефтепродуктов);
- 7 – стойкие при воздействии химических веществ (7/1 – для атмосферы агрессивных паров и газов, 7/2 – устойчивы под воздействием кислот, 7/3 – для растворов и концентрированных щелочей);
- 8 – термостойкие ЛКМ (эксплуатирующиеся при температуре от 50 до 500°С);
- 9 – электроизоляционные (лакокрасочные материалы, которые подвергаются воздействию электрического тока, являются непроводящими);
- 0 – грунтовки;
- 00 – шпаклевки.

**Кроме вышеописанных классификаций лакокрасочные материалы классифицируются еще по некоторым признакам:**

- по способу нанесения ЛКМ (валиком или кистью, электрофорезом, пульверизацией и т.д.);
- по условиям сушки (холодная, горячая);
- по декоративным свойствам ЛКМ (имитационные, шагреновые, рефлексные, молотковые, флуоресцентные, цировочные);
- по назначению ЛКМ (для покраски автомобилей, мебели, кожи, материи, электроизоляционного назначения);

- по эксплуатации при определенных условиях (для тропического климата, холодного, загазованного);
- по блеску (высокоглянцевые, глянцевые, полуглянцевые, полуматовые, матовые, глубокоматовые);
- по последовательности нанесения ЛКМ (пропиточные, грунтовочные, промежуточные, покрывные).

### Задание для практического занятия:

1	Назначение ЛКМ		
2	Свойства покрытий		
3	Виды ЛКМ	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
4	Свойства ЛКМ		

### Порядок выполнения отчета по практической работе

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

#### Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируют ЛКМ?
2. Перечислите условия эксплуатации ЛКМ.
3. Какими основными свойствами должны обладать лакокрасочные покрытия?

### №11 Исследование вулканизации резины

**Учебная цель:** изучить методы и технологии вулканизации резины

**Учебные задачи:** исследовать вулканизацию покрышек:

1. Метод горячей вулканизации
2. Технология ремонта покрышек
3. Особенности горячей вулканизации

### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практического занятия ГОРЯЧАЯ ВУЛКАНИЗАЦИЯ ШИН**

Горячая вулканизация — популярный метод восстановления и ремонта автомобильных покрышек. Актуальность этой проблемы хорошо известна каждому автомобилисту: риск повредить покрышку даже при самом аккуратном стиле вождения весьма велик. И во многих случаях ремонт резины методом горячей вулканизации становится наилучшим решением.

#### **ВУЛКАНИЗАЦИЯ**



Прежде, чем говорить о горячей вулканизации, следует понять, в чём заключается суть самого метода вулканизации. Это — процесс превращения каучука в резину под воздействием определённых веществ (так называемых вулканизирующих агентов). Чаще всего этим веществом выступает сера. Все изделия из резины, которыми мы пользуемся, мы имеем благодаря открытию метода вулканизации. В том числе и автомобильные шины. Более того, вулканизация позволяет не только делать автопокрышки, но и ремонтировать их. Ремонт автомобильных покрышек проводится двумя способами: горячая и холодная вулканизация. Их отличия видны из названий, в одном случае требуется присутствие высокой температуры, в другом — нет. О первом способе, ремонте резины методом горячей вулканизации, мы поговорим подробнее.

**ВАЖНО:** выбор между тем или иным методом ремонта зависит от особенностей повреждения покрышки.

## **1. МЕТОД ГОРЯЧЕЙ ВУЛКАНИЗАЦИИ**



Ремонт шин горячей вулканизацией подразумевает применение специализированного оборудования. Различные модели вулканизаторов предназначены для ремонта шин определённого диаметра. В большинстве случаев автолюбители имеют дело с устройствами для ремонта покрышек легковых и малотоннажных грузовых машин (о размерах и внешнем виде такого оборудования можно судить по фото одной из моделей). Существуют и более крупные модели, для ремонта покрышек сельхозтехники, большегрузных и карьерных самосвалов. Размеры и стоимость оборудования для ремонта покрышек методом горячей вулканизации не предполагают его частное использование: мало кто согласится потратить несколько десятков тысяч рублей на покупку громоздкого устройства, которое может пригодиться лишь время от времени. Тем более, что, помимо вулканизатора, для работы нужны ещё и другие ручные

инструменты, и материалы. Да и сама технология ремонта требует определённых навыков, которыми обладает далеко не каждый автолюбитель.

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ПОКРЫШЕК

**ВАЖНО:** качество ремонта напрямую зависит от соблюдения всех требований технологии. Перед тем, как отдать покрышку в ремонт, убедитесь, что работники шиномонтажной мастерской ответственно относятся к своей работе.

Как и в большинстве других случаев, в процессе ремонта покрышек методом горячей вулканизации даже небольшая ошибка в процессе работы может свести на нет весь её результат.

Работники шиномонтажных мастерских имеют подробно расписанные технологические инструкции. В них указана последовательность работ и даны подробные рекомендации по проведению каждого из этапов. Мастеру остаётся только чётко следовать инструкции. И, разумеется, иметь руки, растущие, из нужного места.

Вкратце, процесс ремонта выглядит так:

- Очистка и просушка шины, подготовка воронки, которая будет заполнена резиной;
- Обработка места ремонта специальным термораствором;
- Заполнение воронки нагретой «сырой резиной» с последующей вулканизацией.

## 3. ОСОБЕННОСТИ ГОРЯЧЕЙ ВУЛКАНИЗАЦИИ

Ремонт резины горячей вулканизацией — единственная возможность восстановить покрышку при боковых порезах, грыжах, серьёзных повреждениях протектора. К несомненным преимуществам этого метода относятся высокая прочность и гибкость отремонтированного участка, возможность обеспечить его равномерную толщину. Срок эксплуатации отремонтированной покрышки остаётся практически таким же, как и для неповреждённой шины. Повторим: при соблюдении всех условий технологии ремонта.

К недостаткам метода можно отнести необходимость применения недешёвого оборудования, требующего подключения к электрической сети. Не везде есть возможность для установки и работы вулканизаторов, и не всегда есть возможность добраться до оборудованной мастерской. Также следует помнить, что этот метод — не панацея. Не стоит пытаться отремонтировать шину, если длина продольного повреждения превышает 35 мм, если боковой поперечный порез превышает 25 мм и если расхождение между краями рваного повреждения больше 30 мм. В таких ситуациях разумнее будет заменить покрышку. Даже если работник шиномонтажа будет уверять вас, что «всё сделаем в лучшем виде!», помните, что его дело — получить деньги за работу, а ездить на этой покрышке придётся вам.

### Задание для практического занятия:

1	Назначение	
2	Последовательность вулканизации	1
		2
		3
3	Достоинства и недостатки вулканизации	

### Порядок выполнения отчета по практической работе

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

#### Контрольные вопросы

1. В чём заключается сущность горячей вулканизации?
2. Перечислите особенности горячей вулканизации.



## №12. Изучение структуры композиционных материалов.

**Цель работы:** Изучить по представленному материалу структуру композиционных материалов, их типы и применение.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить предложенный материал и материал учебника: О.С. Моряков «Материаловедение»; стр. 203-207.
2. Ответить на поставленные вопросы.

### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практического занятия**

#### **Композиционные материалы**

Композиционными называют сложные материалы в состав которых входят отличающиеся по свойствам нерастворимые друг в друге компоненты. Основой композиционных материалов является сравнительно пластичный материал, называемый матрицей. В матрице равномерно распределены более твердые и прочные вещества, называемые упрочнителями или наполнителями. Матрица может быть металлической, полимерной, углеродной, керамической. По типу упрочнителя композиционные материалы делятся на дисперсноупрочнённые, в которых упрочнителем служат дисперсные частицы оксидов, карбидов, нитридов и др., волокнистые, в которых упрочнителем являются волокна различной формы и слоистые, состоящие из чередующихся слоев волокон и листов матричного материала.

Среди дисперсноупрочнённых материалов ведущее место занимает САП (спеченная алюминиевая пудра), представляющий собой алюминий, упрочнённый дисперсными частицами оксида алюминия. Получают САП из окисленной с поверхности алюминиевой пудры путем последовательного брикетирования, спекания и прессования. Структура САП состоит из алюминиевой основы с равномерно распределёнными частицами  $Al_2O_3$ . С увеличением содержания  $Al_2O_3$  повышается прочность, твердость, жаропрочность САП, но снижается его пластичность. Марки САП-1, САП-2, САП-3, САП-4 содержат, соответственно, 6...8, 9...12, 13...17, 18...22 %  $Al_2O_3$ . Высокая прочность САП объясняется большой дисперсностью упрочнителя и малым расстоянием между его частицами. По жаропрочности САП превосходит все алюминиевые сплавы.

В волокнистых композиционных материалах упрочнителем служат углеродные, борные, синтетические, стеклянные и др. волокна, нитевидные кристаллы тугоплавких соединений (карбиды кремния, оксиды алюминия и др.) или металлическая проволока (стальная, вольфрамовая и др.). Свойства материала зависят от состава компонентов, количественного соотношения и прочности связи между ними. Для металлических композиционных материалов прочная связь между волокном и матрицей достигается благодаря их взаимодействию. Связь между компонентами в композиционных материалах на неметаллической основе осуществляется с помощью адгезии. Повышение адгезии волокон к матрице достигается их поверхностной обработкой. Производится осаждение нитевидных кристаллов на поверхность волокон. При этом получают «мохнатые» волокна с улучшенной адгезией, благодаря чему улучшаются механические свойства композиционного материала.

Среди неметаллических волокнистых композиционных материалов наибольшее распространение получили материалы с полимерной матрицей. Материалы, содержащие в качестве упрочнителя углеродные волокна, называются карбоволокнитами. Они обладают низкими теплопроводностью и электропроводностью, хорошей износостойкостью. Недостаток карбоволокнитов — низкая прочность при сжатии и сдвиге. Материалы с упрочнителем в виде волокон бора называют борволокнитами. Они характеризуются высокой прочностью при растяжении, сжатии и сдвиге, высокими твердостью и модулем упругости, тепло- и электропроводностью. Материалы, содержащие в качестве упрочнителя синтетические волокна (капрон, лавсан и др.), называются органоволокнитами. Они обладают высокой удельной прочностью в сочетании с хорошей пластичностью и ударной вязкостью, электроизоляционными свойствами.

Волокнистые композиционные материалы на металлической основе имеют более высокие характеристики, зависящие от свойств матрицы. В качестве матрицы используются металлы, имеющие небольшую плотность (алюминий, магний, титан), их сплавы, а также никель для создания жаропрочных материалов. В качестве упрочнителя используют стальную проволоку (наиболее дешевый материал), борные и углеродные волокна. При создании жаропрочных композиционных материалов на основе никеля используется вольфрамовая проволока.

#### ^ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

##### **Экономически обоснованный выбор материала**

Правильный выбор материала для конкретного изделия является исключительно важной задачей. Он производится с учетом целого ряда критериев. При этом технические критерии выбора материала определяются условиями эксплуатации изделия. Они определяют комплекс механических свойств (прочность, упругость, твердость, пластичность, вязкость), а в ряде случаев и требования к специальным свойствам (коррозионная стойкость, жаростойкость, жаропрочность, износостойкость, радиационная стойкость и др.). Способ изготовления изделий определяет требования к технологическим свойствам материала (ковкость, литейные свойства, обрабатываемость резанием, свариваемость). Если изделие должно подвергаться термической обработке, следует также учитывать прокаливаемость и закаливаемость.

Приведенные требования накладывают определенные ограничения на выбор материала. Если они оказываются достаточно жесткими, то возможный выбор ограничивается весьма узкой группой материалов. При меньшей жесткости требований выбор становится более широким. В любом случае, когда возможны различные варианты решения задачи выбора материала, окончательный ответ должен дать экономический анализ вопроса. Исходными данными для этого служат цены материалов. Однако выбор наиболее дешевого материала далеко не всегда будет оптимальным. Экономия также может быть получена за счет следующих факторов.

1. Использование более прочного материала. Это дает возможность уменьшить размеры изделия, т. е. позволяет снизить расход материала на единицу готовой продукции. Уменьшение размеров также способствует снижению затрат на транспортирование изделий. Кроме того, появляется возможность повысить мощность и производительность оборудования, изготовленного из более прочных материалов.
2. Применение более технологичного материала, позволяющего применять более экономичные методы изготовления и обработки изделий. При этом экономия может быть получена как непосредственно за счет снижения себестоимости изготовления, так и за счет снижения расхода материала благодаря уменьшению отходов и брака.
3. Применение материала с более длительным сроком службы, что приводит к повышению долговечности готового изделия.
4. Использование материалов, способных работать в более тяжелых условиях (при более высоких нагрузках, более высоких температурах, в более агрессивной среде). Применение таких материалов при изготовлении различных машин и оборудования позволяет изменить рабочие параметры машин (например, повысить давление или температуру), что приводит к повышению производительности и, соответственно, снижению себестоимости единицы работы или продукции.

Перечисленные факторы связаны, прежде всего, с повышением качества используемого материала. Более качественный материал, как правило, является и более дорогостоящим, так как улучшение качества сопровождается увеличением затрат на производство материала. Правильный выбор материала должен учитывать как экономический эффект от повышения качества, так и увеличение стоимости материала. Для этого производится сравнительный расчет экономической эффективности применения различных материалов, по результатам которого и делается окончательный выбор. Только если увеличение цены перекрывается полученным экономическим эффектом, применение более дорогостоящего материала целесообразно. Методика определения экономической эффективности здесь не рассматривается, так как является предметом

специальных курсов. Приведем некоторые примеры.

Для строительных конструкций могут быть применены как углеродистые, так и низколегированные стали (см, раздел 5.1.). Низколегированные стали обеспечивают повышение предела текучести приблизительно в 1,5 раза по сравнению с углеродистыми. Благодаря этому масса конструкций снижается на 20...50 %.

При этом себестоимость проката из низколегированных сталей на 10...15 % выше, чем из углеродистых. Отсюда видно, что себестоимость низколегированных сталей возрастает в меньшей степени, чем достигается экономия из-за увеличения прочности. Но не только этим обусловлена эффективность применения низколегированных сталей. В отличие от углеродистых сталей, они не склонны к хрупким разрушениям при температуре ниже - 40 °С. Это обеспечивает высокую надежность и долговечность конструкций. Таким образом, применение низколегированных строительных сталей экономически выгодно.

В хромоникелевых коррозионных сталях при эксплуатации при 450...850 °С развивается межкристаллитная коррозия (см. раздел 5.2.). Для уменьшения склонности к коррозии стали дополнительно легируются титаном или в них снижают содержание углерода. Это делает сталь более дорогостоящей. Однако удорожание оправдывается значительно более длительным сроком службы таких сталей. В том случае, когда рабочая температура не превышает 400 °С, использование более дорогостоящих статей становится экономически не оправданным.

Целесообразность применения пластмасс диктуется техническими соображениями. Свойства пластмасс с одной стороны делают их незаменимыми, а с другой часто не позволяют им конкурировать с металлическими материалами. Если же применение пластмасс по техническим соображениям, возможно, оно обычно является экономически эффективным. Благодаря малой плотности пластмассы в 4 раза снижается материалоемкость изделий. Затраты на производство пластмассовых изделий значительно меньше, чем на производство металлических. Это происходит вследствие хорошей технологичности пластмасс: производство пластмассовых изделий происходит путем прессования, литья или выдавливания, а металлические изделия производятся литьем или обработкой давлением, путем механической и термической обработки с большим числом операций. Часто применение пластмасс в машинах и оборудовании приводит к уменьшению затрат на смазку, ремонт, повышению надежности, увеличению срока службы и т. д. Благодаря всему этому себестоимость пластмассовых изделий в 2...3 раза ниже себестоимости аналогичных металлических.

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

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

#### **Контрольные вопросы**

1. Каков состав композиционных материалов?
2. Каковы способы получения композиционных материалов?
3. Достоинства и недостатки композиционных материалов.
4. Применение композиционных материалов в автомобилестроении.
5. *Выписать таблицу: Свойства волокон и нитевидных кристаллов. «Учебник стр.204»*

### **№13. Определение качества бензина.**

#### **1.1. Цель работы**

1. Закрепление знаний по качеству бензинов.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству бензинов (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).
3. Знакомство с методами проведения контрольного анализа бензинов.
4. Приобретение навыков по контролю и оценке качества бензинов.

Время на проведение работы — 2 часа.

## **1.2. Задание**

1. Оценить испытываемый образец по внешним признакам.
2. Провести анализ на содержание водорастворимых кислот и щелочей.
3. Измерить плотность бензина.
4. Определить фракционный состав бензина разгонкой.
5. Составить отчет о работе.
6. Ответить на контрольные вопросы.

## **1.3. Теоретическая часть**

### **1.3.1. Оценка бензина по внешним признакам**

Бензины не должны содержать механических примесей и воды. Определение их отсутствия или наличия проводится по внешним признакам или с помощью специальных приборов. Для оценки по внешним признакам достаточно осмотреть образец бензина в стеклянном цилиндре. При этом невооруженным глазом не должно быть обнаружено твердых частиц как во взвешенном состоянии, так и в осадке.

В небольших количествах (сотые доли процента) вода способна раствориться в бензине, и он при этом не теряет прозрачности. Избыточное же количество воды в бензине при перемешивании вызовет помутнение бензина, а при отстаивании вследствие большего удельного веса приведет к скоплению ее на дне емкости отдельным слоем. Поэтому при оценке бензина на наличие воды достаточно осмотреть его в стеклянном цилиндре и зафиксировать наличие или отсутствие мути либо отдельного слоя воды на дне.

### **1.3.2. Анализ на содержание водорастворимых кислот и щелочей**

Нефтепродукты (топлива, масла) должны обладать минимальным коррозионным воздействием на металлы. Коррозионность нефтепродуктов обуславливается содержанием в них водорастворимых кислот и щелочей, органических кислот и сернистых соединений.

В процессе производства горюче-смазочные материалы подвергаются обработке серной кислотой ( $H_2SO_4$ ), а затем для удаления этой кислоты — щелочью.

Если процесс нейтрализации кислоты, а затем промывка продукта водой для удаления щелочи производится недостаточно, то в горюче-смазочных материалах остаются минеральные кислоты или щелочи.

Поскольку минеральные кислоты и щелочи, находящиеся в горюче-смазочных материалах, являются одной из причин, вызывающих коррозию деталей двигателя, а также металлической тары и емкостей, то горюче-смазочные материалы, содержащие их, непригодны к эксплуатации. Органические кислоты, в основном нафтеновые, содержащиеся в нефти, а также в продуктах ее переработки, по коррозионной активности слабее минеральных. Кроме того, органические кислоты повышают смазывающую способность топлива и масел, чем обуславливается их полезность. Поэтому ГОСТ допускает наличие органических кислот в топливах и маслах (смазках) в определенных количествах.

При большом содержании органических кислот, чем указано в ГОСТе 6307—75, топлива и масла к эксплуатации непригодны.

Количество органических кислот в топливе (и в частности бензине) оценивается «кислотностью топлива».

Кислотностью топлива называется количество миллиграммов едкого калия, пошедшее на нейтрализацию органических кислот в 100 мл испытываемого топлива.

При определении содержания водорастворимых кислот в топливах простейшим (качественным) методом достаточно определенное количество топлива (в данном случае бензина) смешать с таким же количеством дистиллированной воды и после отстаивания водную вытяжку испытать индикаторами.

### **1.3.3. Измерение плотности бензина**

Плотность принадлежит к числу обязательных показателей, включаемых в паспорт на топлива двигателей. Она в основном используется при пересчете объемных единиц нефтепродуктов в массовые и наоборот.

Плотность нефтепродуктов определяется с помощью ареометров (нефтеденсиметров), гидростатических весов и пикнометров. Ареометром и гидростатическими весами определяют плотность нефтепродуктов, вязкость которых не превышает  $200 \text{ мм}^2/\text{с}$  при  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ . Пикнометром

определяют плотность всех нефтепродуктов. Наиболее простым и удобным является определение плотности нефтепродуктов ареометром (ГОСТ 3900—85).

#### **1.3.4. Определение фракционного состава бензина разгонкой**

Испаряемость — это способность жидкого топлива переходить в парообразное состояние при данных условиях.

Испаряемость обуславливает эффективность смесеобразования и подачи топлива при пуске и эксплуатации двигателя в условиях низких и высоких температур или низкого давления. Пуск двигателя, время его прогрева и приемистость, расход топлива и износ цилиндропоршневой группы в значительной степени зависят от испаряемости топлива. Процесс испарения не только предшествует воспламенению и горению, но в значительной мере определяет скорость этих процессов, а следовательно, надежность и эффективность работы двигателя. Испаряемость топлива оценивают по совокупности двух главных показателей: теплоте испарения и фракционному составу.

Под фракционным составом топлива понимается содержание в нем различных фракций, выкипающих в определенных температурных пределах. Фракционный состав выражается в объемных % или массовых %. Фракция топлива — это часть топлива, характеризующаяся определенными температурными пределами выкипания.

Как было сказано, фракции бензина условно подразделяют на пусковую, содержащую самые легкоиспаряющиеся углеводороды, входящие в первые 10 % отгона; рабочую, включающую последующие 80 % состава бензина, и концевую, в которую входят последние 10 % бензина. В соответствии с таким делением эксплуатационные свойства бензина оценивают по пяти характерным точкам кривой фракционного состава: температуре начала перегонки, температуре перегонки 10 %, 50 %, 90 % количества бензина и температуре конца перегонки (рис. 1.3, с. 12). Температуры начала перегонки ( $t_{\text{нп}}$ ) и перегонки 10 % ( $t_{10\%}$ ) характеризуют пусковые качества бензина, т. е. способность обеспечивать запуск двигателя при низких температурах и склонность топлива к образованию паровоздушных пробок в топливной системе двигателя.

Чем ниже температура окружающего воздуха при пуске двигателя, тем больше должен иметь бензин легких фракций и тем ниже должна быть их температура кипения. Это качество бензина характеризуется температурами начала его перегонки и перегонки 10 %.

Однако чрезмерно низкая температура перегонки 10 % приводит к образованию в прогретом двигателе «паровых пробок» в топливопроводах и каналах карбюратора. При этом горючая смесь значительно обедняется. Практически это приводит к тому, что двигатель теряет мощность, начинает «чихать» и из-за перебоев подачи топлива может остановиться.

Температура перегонки 50 % бензина ( $t_{50\%}$ ) характеризует его способность обеспечивать быстрый прогрев и приемистость (быстрый переход двигателя на большие обороты) двигателей.

Чем ниже температура перегонки 50 % бензина, тем выше его испаряемость, лучше приемистость и устойчивость работы двигателя на этом бензине.

Температуры перегонки 90 % ( $t_{90\%}$ ) и конца перегонки ( $t_{\text{кп}}$ ) характеризуют наличие в бензине тяжелых фракций, которые испаряются в последнюю очередь. С повышением этих температур увеличивается расход бензина, так как тяжелые фракции не успевают сгорать. Больше бензина проникает в картер, смывая масло со стенок цилиндра и разжижая масло в картере, что ведет к износу деталей и повышенному расходу масла.

Определение фракционного состава бензина перегонкой осуществляется в соответствии с ГОСТом 2177—82. Для этого применяется аппарат (ГОСТ 1393—63) для разгонки нефтепродуктов (рис. 1.1).

Анализируемый образец бензина сначала с целью обезвоживания подвергается осушке. Осушку бензина производят взбалтыванием его в течение 10—15 минут с зерненным хлористым кальцием и фильтрацией после отстоя через бумажный фильтр. Затем, отмерив 100 мл, сливают это количество в колбу, в которую вставляют термометр. Колба помещена в жестяной кожух, в нижней части которого укреплена асбестовая прокладка с отверстием для дна колбы. При перегонке бензина и других легких топлив диаметр отверстия должен быть 30 мм, а при перегонке керосина и дизельного топлива — 50 мм.

Отводной конец трубки пропускается через холодильник и опускается в мерный цилиндр.

Внутренняя полость цилиндра заполняется смесью воды со снегом или кусочками льда либо

подключается к проточной воде, температура которой на выходе из холодильника должна быть не выше 30 °С.

Горелку для нагрева колбы зажигают вдали от прибора, устанавливая высоту пламени 50—60 мм и помещают в специальный держатель так, чтобы верхушка пламени едва касалась колбы (рис. 1.1).

При появлении на конце отводной трубки первой капли конденсата фиксируют температуру начала разгонки. После падения первой капли топлива перегонку ведут с равномерной скоростью — 4—5 мл в минуту, что соответствует 20—25 каплям

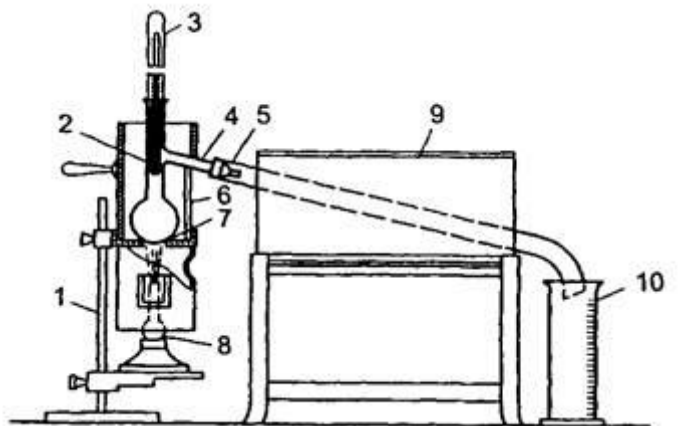


Рис. 1.1. Аппарат для определения фракционного состава нефтепродуктов: 1 — штатив; 2 — колба; 3 — термометр; 4 — отводная трубка; 5 — металлическая трубка; 6 — кожух; 7 — держатель; 8 — горелка; 9 — холодильник; 10 — стеклянный мерный цилиндр за 10 с. Нарушение установленного режима перегонки ведет к искажению результата испытания.

Так, при повышении скорости выше установленной четкость разделения топлива на фракции ухудшается и наряду с легкими фракциями перегоняются более тяжелые. В результате этого фракционный состав топлива будет казаться более легким. При малой скорости перегонки фракционный состав топлива будет казаться более тяжелым.

После отгона 90 % топлива нагрев колбы усиливают до появления синих язычков пламени из окошек нижней части кожуха. При этом ртутный столбик термометра вначале начнет подниматься, а затем остановится и, продержавшись некоторое время на этом уровне, начнет опускаться.

#### 1.4. Экспериментальная часть

##### 1.4.1. Определение наличия механических примесей и воды (качественно)

Оборудование:

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;
- образец испытуемого бензина.

Порядок выполнения работы

1. Анализируемый бензин налить в стеклянный цилиндр.
2. Определить визуальным осмотром наличие или отсутствие взвешенных или осевших на дно твердых частиц
3. Определить наличие или отсутствие водного слоя на дне цилиндра и характерной мути.
4. Результаты оценки записать в отчет.

##### 1.4.2. Определение содержания водорастворимых кислот и щелочей

Оборудование:

- воронка делительная;
- пробирки;
- штатив;
- цилиндр мерный на 10 мл;
- дистиллированная вода;
- стакан химический;
- фенолфталеин (1%-ный спиртовой раствор);
- метиловый оранжевый (0,02%-ный водный раствор);
- образец топлива.

Порядок выполнения работы

1. Пробу топлива, подготовленную для испытания, хорошо перемешать трехминутным встряхиванием в склянке.
2. Из перемешанной пробы отмерить мерным цилиндром 10 мл топлива и слить в делительную воронку.
3. Отмерить 10 мл дистиллированной воды и также слить в воронку.
4. Воронку делительную закрыть пробкой, снять со штатива и содержимое перемешать взбалтыванием (но не слишком энергично) в течение 30—40 с.
5. После взбалтывания воронку опять укрепить на штативе.
6. После отстаивания водную вытяжку слить в стакан.
7. Водную вытяжку из стакана налить в две пробирки.
8. В одну из пробирок с водной вытяжкой испытуемого топлива прибавить две капли раствора метилоранжа, а в другую — три капли спиртового раствора фенолфталеина и содержимое в обеих пробирках хорошо взболтать. Сопоставляя получившиеся цвета индикаторов с данными табл. 1.1, сделать заключение о наличии или отсутствии в испытуемом образце водорастворимых кислот или щелочей.

Таблица 1.1. Окраска индикаторов в различных средах

Среда	Метилоранж	Фенолфталеин
Щелочная	Желтая	Малиновая
Нейтральная	Оранжевая	Бесцветная
Кислая	Красная	Бесцветная

9. Топливо считается выдержавшим испытание, если водная выдержка остается нейтральной. В противном случае опыт надо повторить, предварительно тщательно вымыть посуду и ополоснуть ее дистиллированной водой. Если в результате второго испытания водная вытяжка получается кислой или щелочной, то топливо бракуют.
10. Результат испытания записать в отчет.

Оборудование:

- стеклянные мерные цилиндры на 250 мл;
- набор ареометров (нефтеденситометров);
- термометр ртутный стеклянный (в том случае, если ареометр без термометра) до +50 °С с ценой деления в 1 °С.

Порядок выполнения работы

1. Установить цилиндр на ровном месте и осторожно налить в него испытуемый нефтепродукт до уровня, отстоящего от верхнего обреза цилиндра на 5—6 см.
2. Выдержать нефтепродукт 2—3 минуты для того, чтобы он принял окружающую температуру.
3. Чистый и сухой ареометр медленно и осторожно опустить в цилиндр с нефтепродуктом, держа его за верхний конец.
4. После того как ареометр установится и прекратятся его колебания, произвести отсчет по верхнему краю мениска с точностью до третьего знака. При этом глаз должен находиться на

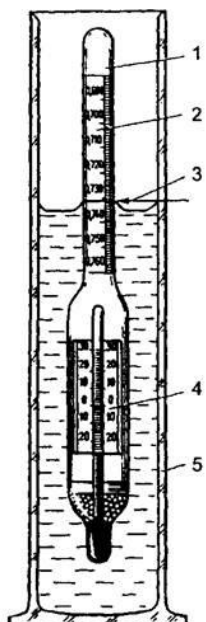


Рис. 1.2. Прибор для определения плотности нефтепродукта: 1 — ареометр; 2 — шкала плотности; 3 — линия отсчета плотности; 4 — шкала термометра; 5 — стеклянный цилиндр

уровне, отмеченном на рис. 1.2 линией 3. Спустя не менее 1 мин после погружения ареометра записать температуру топлива, отсчитывая ее с точностью до градуса по термометру. На этой операции испытание заканчивается.

5. Ареометр вынуть из цилиндра, протереть, вложить в футляр, а нефтепродукт вылить в ту же склянку, из которой наполнялся цилиндр.

6. В стандартах и других документах плотность нефтепродукта указывается при температуре 20 °С ( $\rho_{20}$ ). В связи с этим данные измерений при иной температуре ( $\rho$ ) необходимо привести к температуре 20 °С по формуле

$$\rho_{20} = \rho + \gamma(t - 20)$$

где  $\gamma$  — зависящая от величины плотности температурная поправка, которая берется из табл. 1.2;  $t$  — температура нефтепродукта при отсчете плотности, °С.

Приведенную плотность следует округлить до третьего знака после запятой.

Таблица 1.2. Значения температурных поправок для определения плотности нефтепродуктов

Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Температурная поправка, $\gamma$ , кг/(м <sup>3</sup> · °С)	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Температурная поправка, $\gamma$ , кг/(м <sup>3</sup> · °С)
690–699	0,910	850–859	0,699
700–709	0,897	860–869	0,686
710–719	0,884	870–879	0,673
720–729	0,870	880–889	0,660
730–739	0,857	890–899	0,647
740–749	0,844	900–909	0,633
750–759	0,831	910–919	0,620
760–769	0,818	920–929	0,607
770–779	0,805	930–939	0,594
780–789	0,792	940–949	0,581
790–799	0,778	950–959	0,567
800–809	0,765	960–969	0,554



Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Температурная поправка, $\gamma$ , кг/(м <sup>3</sup> · °С)	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Температурная поправка, $\gamma$ , кг/(м <sup>3</sup> · °С)
810–819	0,752	970–979	0,541
820–829	0,738	980–989	0,528
830–839	0,725	990–1000	0,515
840–849	0,712		

#### 1.4.4. Определение фракционного состава бензина разгонкой

Оборудование:

- колба на 100 мл;
- холодильник;
- мерный цилиндр на 100 мл;
- мерный цилиндр на 10 мл воронка;
- штатив;
- колбонагреватель;
- термометр;
- образец топлива.

Порядок выполнения работы

1. Чистым сухим цилиндром отметить 100 мл испытуемого топлива и залить его в колбу.
2. Установить в колбу термометр. (Термометр устанавливается при помощи пробки так, чтобы верхний край шарика термометра был на уровне нижнего края отводной трубки.)
3. Установить колбу в колбонагреватель и соединить с холодильником.
4. Установить мерный цилиндр под нижний конец трубки холодильника. Цилиндр устанавливается так, чтобы трубка холодильника входила в него не менее чем на 25 мм, но не ниже отметки 100 мл и не касалась его стенок. Цилиндр на время перегонки закрыть ватой для уменьшения потерь на испарение. При перегонке бензина цилиндр поставить в стеклянный сосуд с водой, температуру которой поддерживают в пределах  $20 \pm 3$  °С.
5. Включить колбонагреватель. Нагрев вести так, чтобы первая капля топлива упала с конца трубки холодильника не ранее 5 и не позже 10 минут от начала нагрева. В противном случае вести регулирование высоты пламени горелки.
6. Отметить температуру, при которой упадет первая капля топлива, как температуру начала перегонки.
7. После падения первой капли топлива перегонку вести с равномерной скоростью 4—5 мл в минуту, что соответствует 20—25 каплям за 10 с.
8. Отметить температуру после отгона каждых 10 мл топлива. Для облегчения замеров необходимо, чтобы перегоняемое топливо с нижнего конца трубки холодильника стекало по стенке приемного цилиндра. Для этого после падения первой капли мерный цилиндр сдвинуть так, чтобы конец трубки холодильника коснулся внутренней стенки цилиндра. Для проверки скорости перегонки по отсчету капель цилиндр на короткое время отставляют от конца трубки холодильника с тем, чтобы капли топлива падали по центру цилиндра. По мере повышения температуры усиливать подогрев колбы, чтобы скорость перегонки была постоянной.
9. После отгона 90 мл топлива нагрев колбы усилить до появления синих язычков пламени из окошек нижней части кожуха так, чтобы до конца перегонки прошло от 3 до 5 минут.
10. Не уменьшая размера пламени, следить за термометром и при снижении температуры на 5—10 °С от максимального значения горелку погасить и дать стечь конденсату в течение 5 мин.
11. Максимальную температуру, достигнутую при разгонке, отметить как температуру конца разгонки.
12. После прекращения разгонки верхнюю часть кожуха снять и охладить прибор в течение 5 мин.
13. Горячий остаток из колбы слить в мерный цилиндр емкостью 10 мл, охладить его до комнатной температуры и определить оставшееся количество. Затем вычислить потери, которые составляют разность между 100 % бензина, залитого в колбу, и суммой процентов собранного конденсата и остатка.
14. Результаты разгонки занести в отчет.

15. Построить график фракционного состава топлива. Для этого по горизонтальной оси откладывают значения температур перегонки, а по вертикальной — соответствующие им значения объемов испарившегося топлива. На пересечении перпендикуляров, восстановленных из отложенных на осях значений, получатся точки кривой графика разгонки бензина или графика его фракционного состава.

1. По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

**Отчет о лабораторной работе по оценке качества**

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Основные показатели качества оцениваемого образца		
	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов
	Цвет		
	Механические примеси, вода		
	Водорастворимые кислоты щелочи		
	Плотность, кг/м <sup>3</sup> при 20 °С		
	Фракционный состав, °С:		
	$t_{ки}$ 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% $t_{кп}$		
Заключение о пригодности образца к применению			

2. Построить график разгонки бензина согласно пункту 15 порядка выполнения работы.

3. С помощью номограммы (рис. 1.3) сделать эксплуатационную оценку по фракционному составу бензина.

На горизонтальной оси номограммы отложены температуры характерных точек разгонки бензина, а на вертикальной — температура наружного воздуха.

Для оценки пусковых свойств найти два значения температуры наружного воздуха, являющиеся нижними границами легкого

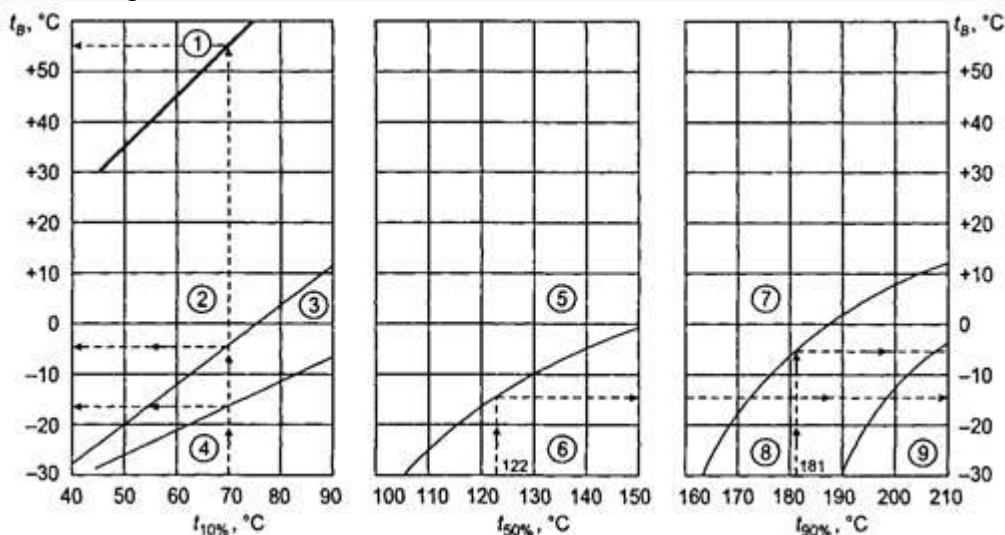


Рис. 1.3. Номограмма для эксплуатационной оценки бензинов по данным их разгонки. Области: 1 — возможного образования паровых пробок; 2 — легкого пуска двигателя; 3 — затрудненного пуска двигателя; 4 — практически невозможного пуска холодного двигателя; 5 — быстрого прогрева и хорошей приемистости; 6 — медленного прогрева и плохой приемистости; 7 — незначительного разжижения масла в картере; 8 — заметного разжижения масла в картере; 9 — интенсивного разжижения масла в картере и затрудненного пуска двигателя, для чего на горизонтальной оси отметить точку, соответствующую  $t_{10\%}$ . Из нее восстановить перпендикуляр до пересечения с наклонными сплошными линиями. Из точек пересечения провести горизонтальные линии на вертикальную ось номограммы, где прочесть ответ. Подобным образом оценить бензин по остальным показателям и сделать заключение по форме: Эксплуатационная оценка бензина по данным разгонки

Самая низкая температура наружного воздуха, °С, при которой возможно:	Температура
Образование паровых пробок	
Обеспечение легкого пуска двигателя	
Обеспечение затрудненного пуска двигателя	
Обеспечение быстрого прогрева и хорошей приемистости	
Незначительное разжижение масла в картере	
Заметное разжижение масла в картере	

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое плотность вещества, как ее определяют?
2. Как зависит плотность от температуры?
3. В каких пределах находится плотность бензинов?
4. Каким показателем оценивается наличие органических кислот в топливе?
5. Что такое фракционный состав топлива и как он определяется?
6. Какое свойство топлива характеризует фракционный состав?
7. Какие свойства топлив характеризует температура 10%, 50% и 90% отгона?
8. Каковы технические требования ГОСТа к фракционному составу бензина?
9. Перечислите марки бензинов.

### №14. Определение качества дизельного топлива

#### Цель работы

1. Закрепление знаний основных марок дизельных топлив.
  2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству дизельных топлив (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).
  3. Знакомство с методами определения плотности, вязкости и температуры застывания топлива.
  4. Приобретение навыков по оценке качества дизельного топлива.
- Время на проведение работы — 2 часа.

#### 2.2. Задание

1. Определить наличие механических примесей и воды (качественно).
2. Определить плотность дизельного топлива при 20 °С.
3. Определить кинематическую вязкость при 20 °С.
4. Определить температуру помутнения и застывания.
5. Сделать заключение о пригодности данного образца топлива для

автомобильных двигателей.

6. Ответить на контрольные вопросы.

### 2.3. Теоретическая часть

#### 2.3.1. Определение наличия механических примесей и воды

Соответствует материалу, который изложен в работе № 1 практикума (см. 1.3).

#### 2.3.2. Измерение плотности дизельного топлива.

Соответствует материалу, который изложен в работе № 1 практикума (см. 1.3).

#### 2.3.3. Определение кинематической вязкости при 20 °С

Вязкостью называется свойство жидкости оказывать сопротивление при сдвиге или скольжении ее слоев (1.2.2). Препятствие перемещению слоев жидкости создают силы межмолекулярного притяжения. Внешне вязкость проявляется в степени подвижности: чем меньше вязкость, тем жидкость подвижнее, и наоборот. Величину вязкости выражают в единицах динамической или кинематической вязкости.

На рис. 2.1 показана схема, которая иллюстрирует понятие динамической вязкости. Из рисунка видно, что слои жидкости площадью  $1 \text{ м}^2$  находятся на расстоянии  $1 \text{ м}$  и перемещаются относительно друг друга со скоростью  $1 \text{ м/с}$  и при этом оказывают сопротивление силой  $1 \text{ Н}$ . Такое сопротивление соответствует динамической вязкости  $1 \text{ Па} \cdot \text{с}$  или  $1 \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$ .

В практике, как правило, пользуются кинематической вязкостью, которая характеризует эксплуатационные свойства топлив и масел в зависимости от температуры и позволяет решать вопрос

о пригодности нефтепродуктов для данного двигателя и о надежности его работы на всех возможных режимах эксплуатации. Кинематическую вязкость определяют по ГОСТу 33—2000 в капиллярном вискозиметре (рис. 2.2) по времени перетекания определенного объема жидкости (от метки А до метки Б) под действием силы тяжести при заданной температуре. Чем больше время перетекания жидкости через капилляр, тем выше ее вязкость.

Кинематическую вязкость  $\nu$ ,  $\text{мм}^2/\text{с}$ , рассчитывают по формуле:

$$\nu = c\tau, \quad (2.1)$$

где  $c$  — калибровочная постоянная вискозиметра,  $\text{мм}^2/\text{с}^2$ ;  $\tau$  — время протекания жидкости, с.

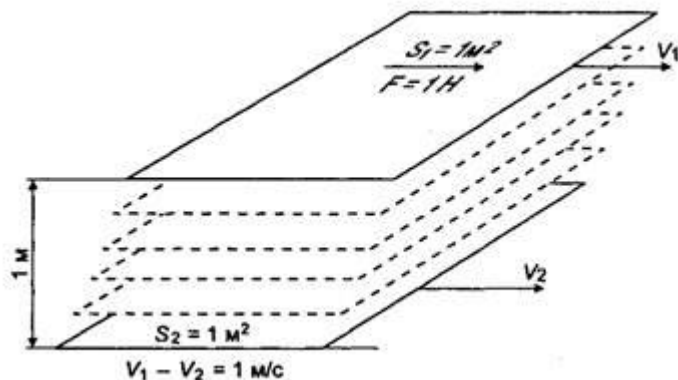


Рис. 2.1. Схема взаимного смещения слоев жидкости при определении вязкости

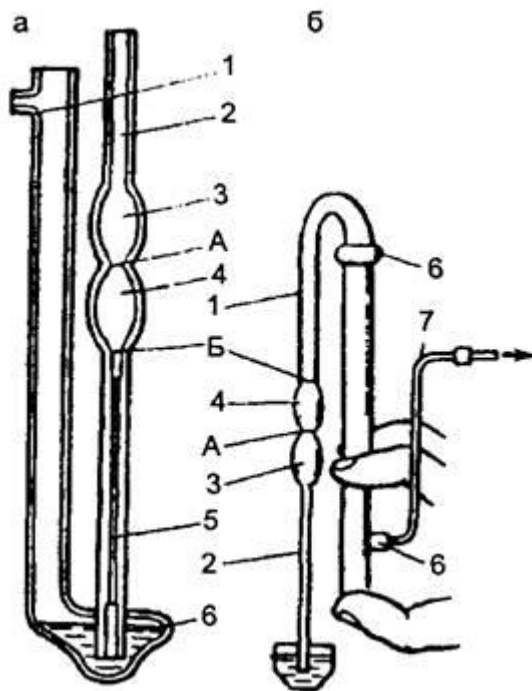


Рис. 2.2. Заполнение жидкостью вискозиметра: а — типа ВПЖ-2; б — типа Пинкевича; 1 — широкое колено; 2 — узкое колено; 3, 4, 6 — расширительные емкости; 5 — резиновая рубка; 7 — полый отросток; А — верхняя метка; Б — нижняя метка

Зависимость между кинематической вязкостью и динамической выражается формулой

$$\eta = \nu \rho 10^{-3}, \quad (2.2)$$

где  $\eta$  — динамическая вязкость жидкости, МПа • с;  $\rho$  — плотность жидкости при той же температуре, при которой определялась кинематическая вязкость, кг/м<sup>3</sup>.

Для определения вязкости нефтепродуктов используются вискозиметры типа ВПЖ-2, ВПЖТ-2 или типа Пинкевича (ВПЖ-4, ВПЖТ-4). При этом вискозиметры типа ВПЖ-2, ВПЖТ-2 используются для определения кинематической вязкости прозрачных нефтепродуктов с вязкостью от 0,6 до 30000 мм<sup>2</sup>/с, а вискозиметры типа ВПЖ-4, ВПЖТ-4 — для жидкостей с пределами вязкости 0,6—10000 мм<sup>2</sup>/с. Каждый диапазон кинематической вязкости требует ряда вискозиметров.

Капиллярный вискозиметр представляет собой U-образную трубку с тремя расширениями, в узкое колено которой впаян капилляр. Вискозиметры выпускают с разными диаметрами капилляра (0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; до 4,0 мм).

Над капилляром помещены два расширения, между которыми и над капилляром имеются кольцевые метки.

Нижнее расширение служит резервуаром, куда перетекает жидкость при определении вязкости. Оно расширено с той целью, чтобы высота столба жидкости, под действием которого происходит истечение, оставалась примерно постоянной.

В верхней части высокого колена имеется патрубок, который служит для присоединения резиновой груши. На верхних расширениях нанесены номер вискозиметра и номинальный диаметр капилляра. На каждый экземпляр вискозиметра должен иметься паспорт, в котором указывается постоянная вискозиметра «С» в мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>.

Для заполнения вискозиметра топливом на боковой отвод его надевают резиновую трубку с грушей, переворачивают на  $180^\circ$  и погружают узкое колено в стаканчик с испытуемым топливом. Закрыв пальцем отверстие широкого колена, топливо с помощью груши засасывают в узкое колено вискозиметра до метки между капилляром и расширением.

После этого вискозиметр переворачивают в нормальное положение и тщательно обтирают узкое колено от топлива.

Используемые в работе вискозиметры представляют собой очень хрупкие и дорогие приборы. В связи с этим при работе с ними надо проявлять максимум осторожности и, в частности, держать и закреплять их следует только за одно колено. Наиболее часто поломка вискозиметров происходит при надевании и снятии резиновой трубки, поэтому при этой операции нужно держать их именно за то колено, на которое надевается или снимается резиновая трубка.

Следует учитывать, что при попадании во внутреннюю полость вискозиметра воды или даже ее паров он становится неработоспособен.

Затем вискозиметр погружают в термостат (баню) так, чтобы шарик вискозиметра оказался полностью в термостатной жидкости (рис. 2.3).

Выдерживают вискозиметр в термостате не менее 15 мин при температуре  $20^\circ\text{C}$ . При заполнении и выдерживании вискозиметра в нем не должно образовываться разрывов и пузырьков воздуха. Затем, не вынимая вискозиметр из термостата, при помощи резиновой груши создают разрежение в трубке 7 (см. рис. 2.2), медленно набирая в шарик 3 несколько выше метки А топливо (из расширения 6).

Подняв топливо выше метки А, отключают резиновую грушу и наблюдают за перетеканием топлива через капилляр 5 и расширение 6. В момент достижения уровня топлива метки А

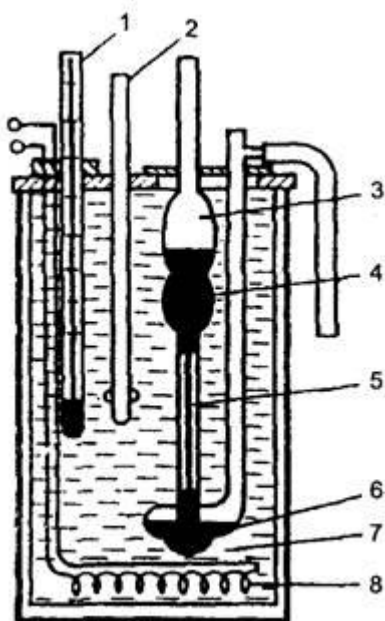


Рис. 2.3. Прибор для определения вязкости нефтепродуктов. 1 — термометр; 2 — мешалка; 3, 4, 6 — расширения вискозиметра; 5 — капилляр вискозиметра; 7 — термостат (баня); 8 — электроподогреватель пускают секундомер, а в момент прохождения уровня метки Б, его останавливают. Замер времени производят с точностью до 0,1 с. С той же порцией топлива испытание проводят несколько раз. Необходимо получить пять результатов времени истечения топлива, максимальная

разность между которыми не превышала бы 1 % от абсолютного значения одного из них.

Для заполнения термостата применяют следующие жидкости: при температуре 100 °С — нефтяное прозрачное масло или глицерин, при 50 °С — воду, при 0 °С — смесь воды со льдом, при более низких температурах — этиловый спирт с твердой углекислотой.

#### **2.3.4. Определение температуры застывания**

Основные нарушения в системе подачи топлива при низких температурах связаны с температурой помутнения и застывания топлива. В отличие от бензинов в дизельных топливах может находиться довольно много углеводородов с высокой температурой плавления, в первую очередь парафиновых (алкановых) углеводородов.

При понижении температуры наиболее высокоплавкие углеводороды выпадают из топлива в виде кристаллов различной формы, топливо мутнеет.

Для обеспечения бесперебойной подачи топлива необходимо, чтобы температура помутнения топлива была ниже температуры воздуха, при которой эксплуатируется машина.

При дальнейшем охлаждении топлива кристаллы высокоплавких углеводородов начинают соединяться, образуя пространственную решетку, в ячейках которой остаются жидкие углеводороды. Затем образующаяся структура настолько упрочняется, что топливо теряет текучесть — застывает.

Температурой застывания считается температура, при которой налитое в пробирку дизельное топливо при охлаждении в определенных условиях не изменяет положения мениска в течение 1 мин при наклоне пробирки под углом 45° от вертикали (ГОСТ 20287-91).

Температура застывания дизельного топлива — величина условная и служит лишь ориентиром для определения условий применения топлива.

### **2.4. Экспериментальная часть**

#### **2.4.1. Определение наличия механических примесей и воды (качественно)**

Оборудование:

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;
- образец испытуемого дизельного топлива.

Порядок выполнения работы

Проводится теми же методами, которые рассмотрены в работе № 1 практикума (см. 1.4.1).

#### **2.4.2. Определение плотности дизельного топлива при 20 °С**

Оборудование:

- стеклянные мерные цилиндры на 250 мл;
- набор ареометров (нефтеденситометров);
- термометр ртутный стеклянный (в том случае, если ареометр без термометра) до 50 °С с ценой деления в 1 °С.

Порядок выполнения работы

Проводится теми же методами, которые рассмотрены в работе № 1 практикума (см. 1.4.3).

#### **2.4.3. Определение кинематической вязкости при 20 °С**

Оборудование:

- прибор для определения кинематической вязкости;
- набор вискозиметров;
- резиновая трубка с грушей;
- секундомер;
- дистиллированная вода.

Порядок выполнения работы

1. Выбрать вискозиметр с требуемым диаметром капилляра. При выборе исходить из того, чтобы время истечения топлива находилось в пределах не менее 200 секунд (ГОСТ 33—2000). При меньшем времени истечения уменьшается точность замера времени секундомером, а при большем — удлиняется время анализа. В зависимости от температуры испытания и вязкости топлива рекомендуются капилляры со следующими диаметрами в мм:

Температура +50° +20° 0°

Диаметр капилляра 0,4—0,6 0,8—1,0 1,0—1,2

2. Заполнить вискозиметр топливом, для чего:

- на его боковой отвод надеть резиновую трубку с грушей;
- перевернуть на 180° и погрузить узкое колено в испытуемое топливо;
- закрыв пальцем отверстие широкого колена, засосать топливо с помощью груши в узкое колено;
- по достижении топливом метки Б (см. рис. 2.2) прекратить отсос воздуха грушей и перевернуть вискозиметр открытыми концами колен вверх;
- протереть узкое колено 2 (рис. 2.2) от топлива.

3. Установить вискозиметр в термостат в строго вертикальное положение (при этом верхняя метка должна быть ниже уровня воды) и выдержать его в бане не менее 15 мин при температуре 20 °С. Температуру термостата во время работы поддерживать постоянной. Допускается отклонение не более 0,1 °С.

4. Сжатием груши перегнать топливо несколько выше кольцевой метки между расширениями. При этом вискозиметр находится в термостате, а широкое колено его закрывается пальцем.

Во время проведения работы следить, чтобы не образовались пузырьки воздуха, разрывы и пленки.

5. Определить при помощи секундомера время истечения топлива, для чего:

- отнять палец от широкого колена и вести наблюдение за перетеканием топлива;
- когда уровень топлива достигнет верхней метки А (см. рис. 2.2), включить секундомер и выключить его, когда уровень топлива минует нижнюю метку Б.

6. Повторить испытание три—пять раз.

7. Подсчитать кинематическую вязкость по формуле (2.1).

#### **2.4.4. Определение температуры помутнения и застывания**

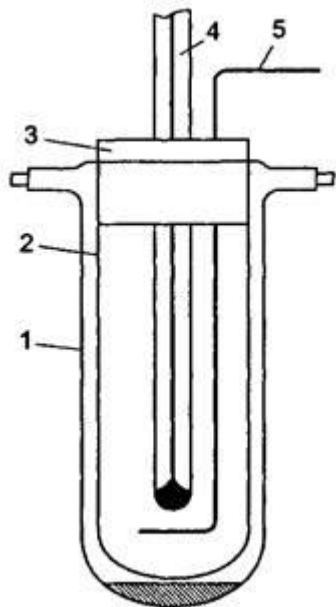
Оборудование:

- прибор для определения температуры помутнения топлива (рис. 2.4);
- штатив лабораторный;
- реактивы для охлаждающих смесей (соль—лед для температуры до минус 20 °С; спирт и углекислота — сухой лед — для температуры ниже минус 20 °С);
- пробирка;



— образец топлива;

Рис. 2.4. Прибор для определения температуры помутнения и застывания топлива: 1 — пробирка наружная; 2 — пробирка внутренняя; 3 — пробка; 4 — термометр; 5 — мешалка



— серная кислота.

Сущность определения температуры помутнения топлива заключается в глубоком его охлаждении и визуальном наблюдении за изменением его состояния.

Сущность определения температуры застывания заключается в глубоком охлаждении топлива до состояния потери подвижности.

Порядок выполнения работы

1. Испытуемое топливо тщательно перемешать и налить во внутреннюю пробирку до метки (40 мм от дна нанесена метка). Пробирку закрыть корковой пробкой с термометром. Термометр вставить так, чтобы его ртутный шарик находился в пробирке на расстоянии 15 мм от дна и равном расстоянии от стенок.
2. Налить испытуемое топливо в другую пробирку, которую использовать в качестве эталона прозрачности.
3. Заполнить сосуд прибора охлаждающей смесью, уровень которой поддерживать на 30—40 мм выше уровня топлива в пробирке. Температура охлаждающей смеси при испытании все время должна быть на  $15 \pm 2$  °С ниже температуры испытуемого топлива.
4. Укрепить внутреннюю пробирку с топливом и термометром во внешней пробирке. Во избежание запотевания внутренних стенок между пробирками заливают серную кислоту в количестве 0,5—1,0 мл.
5. Поместить собранный прибор в охлаждающую смесь. Топливо во время охлаждения все время перемешивать.
6. За 5 °С до ожидаемой температуры помутнения пробирку вынуть из охлаждающей смеси, быстро вытереть ватой, смоченной спиртом, и сравнить с эталоном. Продолжительность определения сравнения не более 12 с.
7. Если топливо по сравнению с прозрачным эталоном не изменилось, то пробирку снова опускают в сосуд прибора и дальнейшее наблюдение производят через каждый градус, понижая температуру топлива. Эти

сравнительные наблюдения с прозрачным эталоном производят до тех пор, пока топливо не станет отличаться от эталона, т. е. когда в нем появится муть. При определении температуры помутнения неизвестного образца топлива сначала устанавливают значения этих температур приблизительно путем наблюдения за состоянием топлива через каждые 5 °С.

8. Для определения температуры застывания топлива в соответствии с пунктами 1 и 2 подготовить прибор с испытуемым обезвоженным (с помощью свежепрокаленного хлористого кальция) топлива.

Подготовленный прибор поместить в сосуд с охлаждающей жидкостью.

Температура охлаждающей смеси должна быть на 5 °С ниже предполагаемой температуры застывания топлива.

9. Не вынимая из охлаждающей смеси, наклонить прибор под углом 45° и держать в таком положении в течение одной минуты, до тех пор, пока испытуемое топливо в пробирке примет температуру, соответствующую температуре его застывания.

10. Вынуть пробирку из охлаждающей смеси, протереть стенки ватой, смоченной в спирте, и наблюдать, не сместился ли мениск топлива. Если мениск не сместился, то топливо остается застывшим, и наоборот. Если температура топлива неизвестна даже приблизительно, испытание по смещению мениска проводят через каждые 5 °С понижения температуры топлива. Температуру смеси в этом случае поддерживают на 4—5° ниже температуры топлива. После проведения испытания прибор и рабочее место привести в первоначальное положение.

#### 2.4.5. Составление отчета

1. По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

##### Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Основные показатели качества оцениваемого образца		
	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов
	Цвет		
	Механические примеси вода		
	Плотность, кг/м <sup>3</sup> при 20 °С		
	Вязкость кинематическая при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с		
	Температура застывания, °С, не выше		
Температура помутнения, °С, не выше			
Заключение о пригодности образца к применению			

2. На основании данных анализа топлива определить возможные области его применения (сезонные, климатические).

#### Контрольные вопросы

1. Что такое динамическая и кинематическая вязкость?

2. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства дизельных топлив?
3. Дайте определение температуры помутнения и застывания топлива.
4. В чем заключается физическая сущность помутнения и застывания топлива?
5. В чем заключается эксплуатационная оценка дизельного топлива по температуре помутнения и застывания?
6. При какой температуре наружного воздуха может применяться данный образец топлива?

### **№15. Определение качества моторного масла**

**Цель работы:** ознакомиться и закрепить знания по качеству основных марок моторных масел, с нормативно-технической документацией по качеству моторных масел (ГОСТами на показатели качества и методы их определения), ознакомиться и изучить методы проведения контрольного анализа моторного масла (оценке его качества), а также приобрести навыки по расчету вязкостных показателей нефтепродуктов с помощью номограмм, контролю и оценке качества моторных масел, и по определению пригодности их для применения в двигателях внутреннего сгорания автомобилей.

**В результате выполнения лабораторной работы, подготовки и защиты отчета студенты должны:**

знать:

- основные марки моторных масел, применяемых на автомобильном транспорте, их свойства и особенности;
- основные нормативно-технические документы по качеству моторных масел (ГОСТы на показатели качества и методы их определения);
- основные методы проведения контрольного анализа моторных масел,

уметь:

- дать характеристику определённым видам автомобильных моторных масел;
- использовать нормативно-технические документы по качеству моторных масел (ГОСТы на показатели качества и методы их определения);
- применять основные методы проведения контрольного анализа моторных масел, навыки по расчету вязкостных показателей нефтепродуктов с помощью номограмм;
- применять навыки по контролю, оценке качества моторных масел и установлению условий их применения для двигателей внутреннего сгорания на автомобильном транспорте.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Рассмотреть требования к качеству, свойства, показатели, основные марки моторных масел и их применение.
2. Оценить испытуемый образец моторного масла по внешним признакам: прозрачность, цвет, запах, наличие воды и видимых невооруженным глазом механических примесей. Ознакомиться с имеющейся в лаборатории коллекцией стандартных моторных масел, а затем сравнить с ними по внешним признакам испытуемый образец и дать предварительное заключение о принадлежности образца к той или иной марке моторного масла.
3. Определить кинематическую вязкость образца при 50<sup>o</sup>C, 70<sup>o</sup>C и 100<sup>o</sup>C.
4. Определить по номограмме индекс вязкости моторного масла.
5. Установить по имеющимся стандартным параметрам марку исследуемого моторного масла, соответствие его ГОСТу и решить вопрос о применении его для автомобилей в качестве моторного масла для двигателей внутреннего сгорания, с указанием необходимых ограничений и, в частности, величины предельно низкой температуры, до которой на нем возможен пуск двигателя без использования средств разогрева.
6. Оформить отчет, сделать техническое заключение. Ответить на контрольные вопросы.

**Краткие теоретические сведения, состав и последовательность выполнения работы.**

## Оценка моторного масла по внешним признакам

Присутствие в масле механических примесей и воды безусловно снизит смазочные свойства масел, увеличивает абразивный износ деталей. Оценку смазочных масел по внешним признакам следует выполнять теми же методами, которые рассмотрены применительно к бензинам и дизельным топливам (в лабораторных работах 1 и 2).

Механические примеси можно выявить тремя способами. Первый и самый простой заключается в просмотре на свету тонкого слоя масла, нанесенного на стекло. Муть, потеки и крупинки укажут на присутствие в масле механических примесей. При их отсутствии слой масла будет выглядеть совершенно прозрачным.

При втором способе масло взбалтывают и подогревают до 40-50 °С. Затем 25-50 мл масла смешивают с двух-, четырехкратным количеством профильтрованного бензина. Раствор фильтруют через бумажный фильтр, после чего просматривают фильтр через увеличительное стекло. Темные точки и крупинки на фильтре указывают на присутствие в масле механических примесей.

При третьем способе масло в количестве 50-100 мл разбавляют в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина. Смесь перемешивают и дают отстояться в течение 5-10 мин. Затем смеси придают вращательное движение. При наличии примесей они соберутся в центре на дне стакана. Для обнаружения примесей стакан просматривают на свету, проходящем снизу вверх. Наличие воды в масле определяют по ГОСТу 1547-84. Смысл определения заключается в нагреве масла, помещенного в пробирку, до температуры 130 °С. При наличии воды масло начнет пениться, будет слышен треск, а слой масла на стенках пробирки помутнеет.

Современные моторные и трансмиссионные масла содержат значительно больше смол, чем дизельные топлива, поэтому по сравнению с последними они имеют более интенсивную окраску вплоть до того, что в слое толщиной 40-55 мм становятся непрозрачными.

В связи с этим для жидких масел, кроме цвета в проходящем свете, необходимо еще дополнительно фиксировать цвет и оттенок в отраженном свете.

Оборудование: стеклянный цилиндр диаметром 40-55 мм; образец испытуемого масла; два отрезка чистого сухого стекла размером 100x150 мм; профильтрованный неэтилированный бензин; стеклянный цилиндр с притертой пробкой емкостью 250 мл; бумажный фильтр; лупа 2-, 3-кратного увеличения; химический стакан на 250-300 мл;

Порядок выполнения работы:

### 1 вариант

1. На отрезок стекла нанести несколько капель испытуемого масла.
2. Вторым отрезком стекла провести по первому до образования тонкой масляной пленки.
3. Оба отрезка стекла просмотреть на свет.
4. Результат наблюдения записать в отчет.

### 2 вариант

1. Подогреть масло до 40-50 °С.
2. Отмерить в химический стакан 25-50 мл подогретого масла и смешать с двух-, четырехкратным количеством профильтрованного бензина.
3. Профильтровать раствор через бумажный фильтр.
4. Осмотреть фильтр с помощью лупы.
5. Результат наблюдения записать в отчет.

### 3 вариант

1. Масло в количестве 50-100 мл разбавить в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина.
2. Смесь перемешать и дать отстояться в течение 5-10 мин.
3. Придать смеси вращательное движение.
4. Для обнаружения примесей осмотреть стакан на свету, проходящем снизу вверх.
5. Результат записать в отчет.

### 4 вариант - определение наличия воды в масле

1. В стакане из термостойкого стекла нагреть глицерин до температуры 175±5 °С.
2. В чистую и сухую пробирку налить испытуемое масло до высоты 85±3 мм.
3. В пробирку вставить термометр с таким расчетом, чтобы шарик термометра был на равных расстояниях от стенок пробирки, а также на расстоянии 25±5 мм от дна пробирки.

4. Пробирку с маслом и термометром поместить в стакан с нагретым глицерином и наблюдать за маслом до момента достижения температуры в пробирке 130 °С.

5. Результат наблюдения записать в отчет.

#### **Составление отчета**

1. По результатам анализов заполнить таблицу по следующей форме.

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Результат наблюдения				

2. Отчет о лабораторной работе по оценке качества моторного масла.

3. Ответить на контрольные вопросы.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое динамическая и кинематическая вязкость?
2. Что такое вязкостно-температурные свойства масел и какими показателями они оцениваются?
3. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства масел?
4. С какими вязкостями применяются масла на автомобилях зимой и летом?
5. Перечислите марки моторных и трансмиссионных масел и их применение.
6. Что такое индекс вязкости?

### **№16. Определение качества пластичной смазки**

**Цель:** Знакомство с методами определения контрольного анализа пластичных смазок, приобретение навыков по контролю и оценке качества пластичных смазок.

#### **Приборы и реактивы:**

- стеклянная пластинка, шпатель, образец испытуемой смазки, пробирки, дистиллированная вода, бензин неэтилированный, электроплитка, водяная баня, прибор для определения температуры каплепадения смазок (термометр Уббеллоде), термометр, глицерин.

#### **Теоретические основы**

Пластичные смазки предназначены для применения в узлах трения, где масло не удерживается или невозможно обеспечить непрерывное пополнение его запаса. Пластичные смазки применяются в качестве защитных, герметизирующих, антифрикционных и противоизносных материалов.

Эксплуатационные требования к качеству смазок: должны быть однородными; обладать определенными механическими свойствами; оказывать минимальное коррозионное действие на металлы; не должны содержать воды и механических примесей.

При оценке смазки по внешним признакам обращается внимание на ее цвет, состояние поверхностного слоя и однородность. Цвет зависит от состава смазки и технологии ее приготовления. Однородность – одно из важнейших требований, предъявляемых к пластичным смазкам. При внешнем осмотре определяется отсутствие выделения из смазки жидкой фазы (масла). При рассмотрении тонкого слоя смазки (1-2мм) в проходящем свете не должны обнаруживаться капли масла, комки загустителя, твердые включения.

Испытание пластичной смазки на растворимость в воде и бензине позволяет определить загуститель данной смазки (натриевые смазки обладают слабой водоустойчивостью, а кальциевые и литиевые не растворимы в воде и бензине).

Переход смазки из пластичного состояния в жидкое выражают температурой каплепадения. Температура каплепадения смазки определяется на специальном приборе, в состав которого входят: термометр Уббеллоде, пробирка, глицериновая баня.

#### **Порядок выполнения работы**

##### **1. Оценка пластичной смазки по внешним признакам.**

- Смазку при помощи шпателя нанести на стеклянную пластинку слоем

1 - 2мм. При этом допускается образование пузырьков воздуха.

- Осмотреть слой смазки в проходящем свете и определить наличие или отсутствие в ней капелек масла, комков загустителя, посторонние твердые включения.

- Записать результат оценки пластичной смазки.

## **2. Определение растворимости смазки в воде и бензине.**

- Образец смазки в количестве по 1 грамму при помощи стеклянной палочки поместить на самый низ двух пробирок.

- В одну из пробирок добавить четырехкратное количество дистиллированной воды.

- Во вторую пробирку добавит четырехкратное количество бензина.

- Довести до кипения воду в первой пробирке, так как полное растворение смазки возможно только в нагретой до кипения воде. При этом будет образован мутный раствор с плавающим на его поверхности слоем жидкого масла, что говорит о принадлежности данного образца к натриевым смазкам. Однако если после охлаждения вода станет прозрачной или слегка мутной, а на поверхности ее будет находиться слой смазки, то данная смазка считается нерастворимой в воде.

- Определить растворимость смазки в воде и записать результат.

- Подогреть вторую пробирку до температуры 60<sup>0</sup>С. Если при этом образуется совершенно прозрачный раствор, имеющий при просвечивании цвет испытуемого образца, то смазка считается растворимой в бензине.

- Определить растворимость смазки в бензине и записать результат.

## **3. Определение температуры каплепадения смазки.**

- Испытуемую смазку вмазывают шпателем в капсюль прибора, следя за тем, чтобы в продукте не было воздушных пузырьков, и срезают излишки ножом.

- Вставляют заполненный и обтертый снаружи капсюль в гильзу термометра Уббелоде. Верхний край капсюля должен упереться в буртик гильзы. Избыток смазки, вытекающий из нижнего отверстия, срезают.

- На дно сухой чистой пробирки кладут кружок белой бумаги и вставляют в эту пробирку подготовленный термометр так, чтобы нижний край капсюля отстоял на 25мм от кружка бумаги на дне пробирки.

- Переносят пробирку в глицериновую баню.

- За температуру каплепадения испытуемой смазки принимают температуру, при которой упадет первая капля или дна пробирки коснется столбик смазки, выступивший из отверстия капсюля. Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать 1<sup>0</sup>С.

- Записать результат.

## **4. Сделать заключение о пригодности испытуемого образца пластичной смазки к применению.**

### **Контрольные вопросы:**

1. Для чего предназначены пластичные смазки и где применяются?
2. Эксплуатационные требования к качеству пластичных смазок.
3. На что необходимо обращать внимание при оценке смазки по внешним признакам?
4. Что позволяет определить испытание пластичной смазки на растворимость в воде и бензине?
5. Что характеризует температура каплепадения смазки?

## **№17. Определение качества антифриза**

**Цель работы:** оценка качества антифриза по внешнему виду, температуре кристаллизации, выполнение расчета добавки воды для исправления антифриза.

### **Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме**

При сгорании топлива в двигателе, часть тепла расходуется на нагрев цилиндров и камер сгорания двигателя. Чтобы предотвратить перегрев деталей двигателя их охлаждают.

В качестве охлаждающих агентов используют воздух или жидкости.

В двигателях с жидкостным охлаждением охлаждающая рубашка заполняется жидкостью, которая отводит тепло от стенок и головки цилиндров и отдает тепло воздуху, который пропускается вентилятором через радиатор.

Охлаждающая жидкость непрерывно циркулирует в замкнутой системе охлаждения, нагреваясь в головке цилиндров и охлаждаясь в радиаторах.

Надежность работы двигателей во многом зависит от состояния систем охлаждения и качества охлаждающей жидкости, которая должна удовлетворять требованиям, вытекающими из ее назначения и условий работы:

- иметь большую удельную теплоемкость и теплопроводность;
- по возможности меньше образовывать накипь в системе охлаждения;
- иметь оптимальную вязкость;
- не должна кипеть и замерзать при всех режимах работы двигателя;
- не воспламеняться;
- не вспениваться;
- не вызывать коррозию соприкасающихся с ней материалов;
- жидкость должна быть недефицитной, дешевой, пожаробезопасной и безвредной для здоровья.

Жидкость, которая отвечает всем требованиям еще не получена. Лучше всего почти всем предъявляемым требованиям удовлетворяет умягченная вода. Вода обладает высокой удельной теплоемкостью и теплопроводностью, не ядовита, пожаробезопасна, дешевая, доступная, имеет небольшую вязкость, которая обеспечивает легкость циркуляции в системе охлаждения и отсутствия подтекания через сальниковые уплотнения. Но вода имеет некоторые недостатки. Природную воду можно использовать как охлаждающую жидкость после соответствующей подготовки: устранение солей жесткости, механических примесей, нейтрализация.

Вода имеет высокую температуру замерзания, а при переходе из жидкого в твердое состояние объемное увеличение составляет 10 %, поэтому в холодное время года для охлаждения применяют специальные низкотемпературные жидкости (антифризы). В качестве антифризов могут быть использованы водные растворы спиртов, солей и других соединений (табл. 1).

Таблица 1

Название спирта	Формула	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура кипения, °С
Метиловый	СН <sub>3</sub> -ОН	700	64,7
Этиловый	С <sub>2</sub> Н <sub>5</sub> -ОН	920	78,3
Изопропиловый	С <sub>3</sub> Н <sub>7</sub> -ОН	700	82,2
Этиленгликоль	С <sub>2</sub> Н <sub>4</sub> -(ОН) <sub>2</sub>	1114	197,2
Глицерин	С <sub>3</sub> Н <sub>7</sub> -(ОН) <sub>3</sub>	1260	290,0

Большое применение получил антифриз на основе двухатомного спирта этиленгликоля С<sub>2</sub>Н<sub>4</sub>-(ОН)<sub>2</sub> – вязкая ( $\eta = 25 \text{ мм}^2/\text{с}$ ), бесцветная жидкость, плотность при 20 °С равна 1,11 г/см<sup>3</sup>, температура кипения 197,5 °С, температура замерзания минус 12 °С, обладает неограниченной растворимостью в воде.

При смешивании этиленгликоля с водой плотность аддитивно изменяется, что позволяет по измеренной плотности определить температуру замерзания охлаждающей жидкости.

При нагревании этиленгликолевые жидкости расширяются, коэффициент объемного расширения 6 – 8 %. При замерзании объем жидкости практически не изменяется.

Этиленгликоль оказывает коррозионное действие на металл, поэтому в качестве антикоррозионных присадок в этиленгликолевую жидкость вводят динатрийфосфат 2,5 – 3,5 г/л, декстрин – 1г/л (для деталей, изготовленных из алюминия, меди, свинца, олова). Цинковые и хромовые покрытия защищают от коррозии, вводя в этиленгликолевую жидкость молибдат натрия Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> = 7,5 – 8 %.

В системах охлаждения автомобилей применяют охлаждающие жидкости – Тосол А - 40 и Тосол А - 65 с температурами начала замерзания не выше 40 и 65 °С соответственно. Водные растворы тосола приготавливают из этиленгликоля и комплекса различных присадок.

Наибольшее распространение получил антифриз на основе этиленгликоля, который в чистом виде кристаллизуется при температуре – 11 ... – 12 °С. С водой этиленгликоль образует так называемый эвтектический раствор – температура кристаллизации отдельных компонентов выше

температуры кристаллизации растворов этих компонентов. Можно получить смесь этиленгликоля с водой, которая не замерзает при температуре до  $-75^{\circ}\text{C}$ .

Промышленность выпускает два вида низкотемпературных жидкостей. В зависимости от наличия присадок эти жидкости называются «Антифриз» или «Тосол». Первый, например, агрессивнее по отношению к резине.

Антифриз «Лена» имеет в 2 раза меньшую агрессивность ко всем материалам системы охлаждения.

Таблица 2

#### Характеристика охлаждающей жидкости Тосол

Показатели	Тосол		
	65	40	
Внешний вид: цвет	Красный	Голубой	
Начало понижения температуры кипения $^{\circ}\text{C}$ , не ниже	115	108	
Плотность при $20^{\circ}\text{C}$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	1085 – 1095	1078 – 1085	
РН при $20^{\circ}\text{C}$	7,5 – 8,5	7,5 – 8,5	
Температура замерзания $^{\circ}\text{C}$ , не выше	$-65$	$-40$	

Температура кипения этиленгликоля и воды соответственно равен  $197,5$  и  $100^{\circ}\text{C}$ , поэтому при эксплуатации автомобилей, в первую очередь, испаряется вода. Исправление качества охлаждающей жидкости сводится к добавлению в систему охлаждения недостающего количества воды. Недопустимо попадание в этиленгликолевые жидкости нефтепродуктов, т.к. это вызывает резкое вспенивание жидкости, что может привести к выбросу жидкости из радиатора.

Этиленгликоль и его водные растворы ядовиты только при попадании в желудочно-кишечный тракт, поэтому специальных мер для защиты неповрежденной кожи и дыхательных путей при работе с антифризами не требуется.

#### Практическая часть.

##### Исходные данные:

Антифриз ТОСОЛ ОЖ-40 ГОСТ 28084-89 ЖИДКОСТИ ОХЛАЖДАЮЩИЕ Цвет: окрашена;

Прозрачность: прозрачный;

Механические примеси: отсутствуют;

Температура начала кристаллизации не выше минус  $40^{\circ}\text{C}$ .

##### 1. Оценка качества антифриза по внешнему виду

По цвету низкотемпературной жидкости можно определить тип свежего антифриза (см. приложение 7). По мере работы простой антифриз из оранжевого превращается в белый и мутный, «Тосол» из голубого сначала превращается в зеленый, затем обесцвечивается в мутно-желтоватый.

По внешнему виду можно определить наличие механических примесей и других инородных включений.

##### Результаты испытания.

- Цвет: голубой, прозрачный.

- Наличие механических примесей отсутствует.

##### Заключение.

Образец соответствует ГОСТ28084-89.

##### 2. Определение температуры кристаллизации антифриза

Температура кристаллизации определяется по плотности ареометром либо гидрометром, у которого вместо шкалы плотности имеется двойная шкала, одновременно показывающая содержание этиленгликоля в процентах и температуру кристаллизации антифриза.

Приборы, посуда, реактивы: образцы антифриза, мерный цилиндр, ареометр или гидрометр.



### Проведение испытаний

В цилиндр налить 100 мл антифриза и опустить в него ареометр. Выждав некоторое время, необходимое для того, чтобы ареометр принял температуру антифриза, замерить по шкале плотность. Если температура этиленгликолевого антифриза отличается от + 20 °С, то привести замеренную плотность к + 20 °С по формуле:

$(t - 20 \text{ } ^\circ\text{C}),$

где – температурная поправка плотности этиленгликоля, которая на каждый градус равна 0,000525.

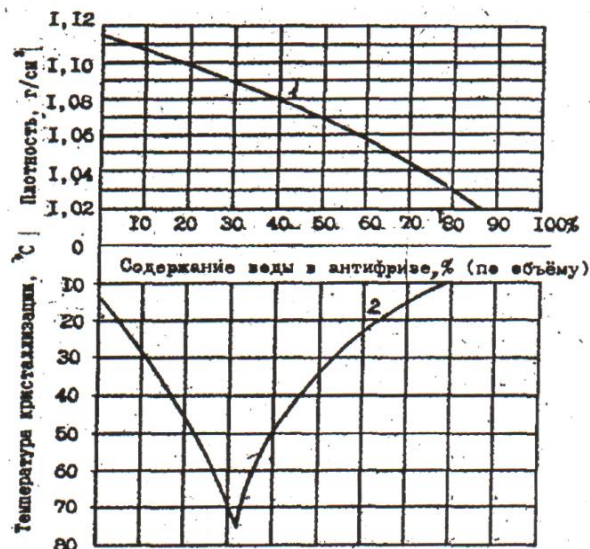


Рис. 1. Температура кристаллизации этиленгликоля и воды:

1 – кривая плотности; 2 – кривая кристаллизации

Величина приведенной плотности используется для определения состава антифриза и его температуры кристаллизации по диаграмме (рис. 1). Для этого провести горизонтальную линию от оси ординат со значением плотности до пересечения с кривой плотности 1, опустить перпендикуляр на ось абсцисс и определить состав этиленгликолевого антифриза. Продолжить перпендикуляр вниз до пересечения с кривой температур кристаллизации 2, затем провести горизонтальную линию влево до оси ординат и определить температуру кристаллизации данной смеси.

### Результаты испытания.

Охлаждающая жидкость содержит 48% воды и 58% этиленгликоля. Температура кристаллизации = 37°С.

### Заключение.

Плотность образца не соответствует требованиям ГОСТ28084-89. По остальным параметрам соответствует.

**Вывод:** в ходе выполнения лабораторной работы изучили образец охлаждающей жидкости ТОСОЛ марки ОЖ-40. Данный образец не соответствует требованиям ГОСТ 28084-89 ЖИДКОСТИ ОХЛАЖДАЮЩИЕ НИЗКОЗАМЕРЗАЮЩИЕ по плотности и температуре кристаллизации.

### Контрольные вопросы

- 1.Что такое антифриз?
2. Какой состав имеет антифриз, используемый для охлаждения автомобильных двигателей?
3. Какие особенности этиленгликолевых антифризов нужно учитывать при их эксплуатации?

### Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет-ресурсов, дополнительной литературы

#### Основные источники:

- 1.Адашкин А.М., Зуев В.М., Материаловедение (металлообработка). – М. Академия, 2008. – 350с.
2. Солнцев Ю.П., Вологжанин С.А., Материаловедение. - 9-е изд./ М. ИЦ Академия, 2014г. – 496с.

#### Дополнительные источники:

1. Адашкин А.М., Зуев В.М. Материаловедение (металлообработка): Учебное пособие, серия начальное профессиональное образование. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.
2. Черепяхин А.А., Технология обработки материалов.- Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования. – 4-е изд., М. Академия.- 2009г. – 273с
3. Моряков О.С., Материаловедение.- Уч./ 5-е изд., стер., М.ИЦ Академия, 2013г., 288с.
4. Солнцев Ю.П., Вологжанин С.А., Материаловедение.- 7-е изд./ М. ИЦ Академия, 2013г. – 496с.

**Интернет-ресурсы:**

1. Все о материалах и материаловедении// Materiall.ru: URL: <http://materiall.ru/>. (2009 – 2010)©.
2. Материаловедение // Material Science Group: URL: [www.materialscience.ru](http://www.materialscience.ru). (2007-2011)©.
3. Платков В.. Литература по материалам и материаловедению // Materialu.com.: URL: <http://materialu-adam.blogspot.com/> (2011) ©.
4. Сайт для студентов и преподавателей // twirpx.com: URL: <http://www.twirpx.com/files/machinery/material>. (2008-2011)©.