

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Донской государственный  
технический университет» в г. Шахты Ростовской области  
(ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты)  
КОЛЛЕДЖ ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА

# **Материаловедение**

**Методические указания**  
по выполнению практических работ  
для подготовки обучающихся специальности  
23.01.03 Автомеханик  
очной форм обучения

Шахты  
ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты  
2018

### Составитель:

Преподаватель  
КЭС ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты \_\_\_\_\_ Л.Ф.Касинова  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

### Рецензенты:

Преподаватель высшей категории  
КЭС ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты \_\_\_\_\_ А.Л.Лагун  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Индивидуальный предприниматель «А-Сервис» \_\_\_\_\_ А.Б.Салимов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**Материаловедение:** метод. указания по выполнению практических работ для подготовки обучающихся. специальности 23.01.03 Автомеханик оч. форм обучения / сост. Л..Ф.Касинова. , преп. КЭС : Шахты, 2018. – 24с.

Настоящие методические указания определяют цели и задачи, содержание практических работ, общие требования к оформлению практических работ.

Использование данных методических указаний позволит обучающимся качественно подготовиться по дисциплине «Материаловедение» и самостоятельно выполнить практические работы.

Предназначено для обучающихся специальности 23.01.03 Автомеханик

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Общие положения	5
Общие указания к практическим работ	6
Порядок выполнения практических работ и сдачи отчета	6
Практическая работа №1	7
Изучение структуры чугунов	
Практическая работа №2	11
Изучение температурного режима обработки по диаграмме железо-углерод	
Практическая работа №3	14
Сравнительный анализ свойств и применения цветных материалов в автомобилестроении	
Практическая работа №4	18
Определение химической стойкости и твердости пластмасс	22
Практическая работа №5	
Выбор материала для деталей машин на основе анализа их свойств	
Библиографический список	25

## **ВВЕДЕНИЕ**

Практические занятия являются составной частью дисциплины «Материаловедение».

Методические указания по выполнению практических работ содержат тематику, задания и методические рекомендации по самостоятельной подготовке студента к выполнению практических работ, закреплению пройденного материала и проверки знаний.

Задачей методических указаний является определение содержания, формы и порядка выполнения практических занятий.

В процессе подготовки к практическим занятиям студент должен просмотреть пройденный материал по теме лекции, изучить рекомендуемую дополнительную научно-техническую и методическую литературу.

Методические указания содержат тематическое наименование практических работ, согласно тематическому плану учебной программы теоретического курса. Для каждого практического занятия изложены цель и задачи работы, порядок выполнения и форма отчетности. В конце каждой темы имеются контрольные вопросы для закрепления полученных знаний и навыков. В конце указан библиографический список рекомендуемой литературы.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Выполнение практических работ ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций в соответствии с программой подготовки специалистов среднего звена по специальности 23.01.03 Автомеханик:

Код	Наименование результатов обучения
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценить их эффективность и качество.
ОК 3	Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.
ОК 4	Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 7	Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).
ПК 2.1	Управлять автомобилями категорий "В" и "С".
ПК 2.2	Выполнять работы по транспортировке грузов и перевозке пассажиров.
ПК 2.3	Осуществлять техническое обслуживание транспортных средств в пути следования.
ПК 2.4	Устранять мелкие неисправности, возникающие во время эксплуатации транспортных средств.

## **ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

Практические работы выполняются после изучения теоретического материала соответствующих тем.

Перед началом выполнения задания внимательно, вдумчиво прочитайте данное пособие, чтобы обязательно понять суть работы.

Выполнение каждой практической работы состоит из следующих этапов:

- самостоятельная подготовка студентов;
- проверка преподавателем готовности студентов к выполнению практической работы;
- выполнение практической работы;
- организационно-техническое обслуживание рабочего места, оформление отчета и защита результатов работы.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ И СДАЧИ ОТЧЕТА**

Тематика и очередность выполнения практических работ определяется программой курса и сообщается преподавателем на первом занятии группы.

Практические работы выполняются в соответствии с расписанием учебных занятий. Работа студентов на рабочем месте производится в соответствии с методическими указаниями к каждой практической работе. Обучающийся должен быть подготовлен к выполнению очередной практической работе, изучив необходимый материал учебных и методических пособий.

По всем практическим работам оформляются отчеты. Отчет по практической работе составляется каждым студентом самостоятельно.

Все отчеты выполняются на листах формата А4. Отчет выполняется в течение практического занятия и при необходимости оформляется за счет самостоятельной работы. Выполненный отчет представляется на следующее занятие.

В начале каждого отчета указывается тема работы, приводится цель и краткое содержание.

Общий зачет по практическим работам выставляется студенту после выполнения им всех работ, оформления и защиты отчетов. Форма проведения зачета – собеседование по всем темам практических занятий.

## Практическая работа №1

**Тема:** Изучение структуры чугунов.

**Цель :** Изучение микроструктуры отожженных углеродистых сталей.

**Ход работы:**

1. Прочитайте внимательно основные сведения по теме работы и разберитесь с классификацией чугунов, их строением, свойствами, областью применения каждой группы материалов.

2. Изучите чугунную часть диаграммы железо-углерод.

3. Изучите под микроскопом металлографические шлифы чугунов и зарисуйте их структуры. На рисунках обозначьте все структурные составляющие и

определите, к какой группе относится каждый из изучаемых образцов чугуна.

4. Выполните 1-2 задания, данные преподавателем, по выбору материала для изготовления изделий.

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Чугун** – это железоуглеродистый сплав с содержанием углерода от 2,14 до 6 %. Кроме этих элементов, в чугуне содержится еще ряд примесей (кремний, марганец, сера, фосфор и др.). С целью улучшения свойств в чугуны могут вводиться легирующие элементы, такие как хром, никель, медь и др.

Чугун, по сравнению со сталью, имеет как преимущества, так и недостатки. Положительными свойствами этого материала являются: хорошие литейные свойства (более низкая, чем у стали, температура плавления, меньшая усадка, хорошая жидкотекучесть), хорошая обрабатываемость резанием (кроме одной разновидности – белого чугуна), достаточно высокая работоспособность в условиях трения, способность гасить вибрации, небольшая стоимость.

Недостатком чугуна являются его низкие пластические свойства и ударная вязкость, что препятствует использованию чугуна для изготовления деталей, работающих при значительных динамических, ударных нагрузках, и делает невозможным в большинстве случаев использование обработки давлением (ковки, штамповки, прокатки и т. д.) для изготовления чугунных изделий.

По структуре различают чугуны, в которых углерод находится в виде химического соединения с железом  $Fe_3C$  – цементита, и чугуны, в которых углерод, в основном, находится в свободном состоянии, в виде графита.

Первая разновидность называется **белым чугуном**. Структура белых

чугунов описывается чугушной частью диаграммы железо-углерод (рис. 1).

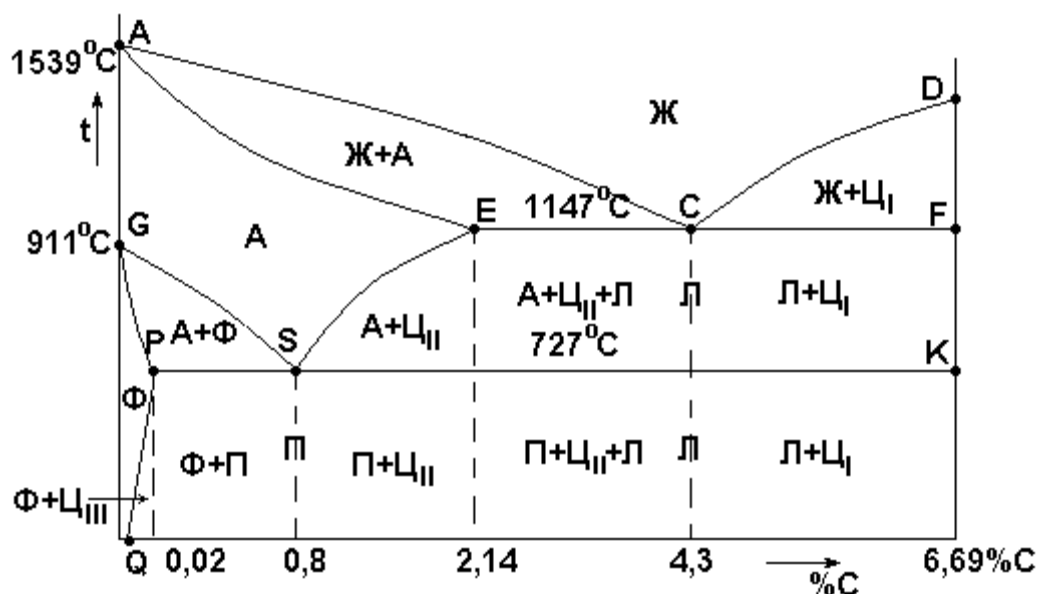


Рис. 1. Диаграмма железо-углерод:

Ж – жидкий раствор; А – аустенит (твердый раствор углерода в -Fe);  
 Ц – цементит ( $Fe_3C$ ); Ф – феррит (твердый раствор углерода в -Fe);  
 П – перлит (эвтектоидная смесь феррита и цементита);  
 Л – ледебурит (эвтектическая смесь аустенита и цементита, ниже линии *PSK* – смесь перлита и цементита)

Согласно диаграмме, существует три разновидности белых чугунов: доэвтектический со структурой перлит, ледебурит и вторичный цементит, эвтектический со структурой ледебурит и заэвтектический со структурой ледебурит и первичный цементит (рис. 2).



Получают белый чугун при ускоренном охлаждении в процессе отливки деталей, заготовок. Способствует также получению этой разновидности чугуна повышенное содержание в нем хрома, марганца. Структура белого чугуна определяет его механические свойства: это твердый хрупкий материал, имеющий предел прочности при растяжении  $\sigma = 100-400$  МПа (10-40 кг/мм<sup>2</sup>), твердость НВ 300-700 и относительное удлинение 0,1-0,2 %. Вследствие низкой пластичности, белый чугун



применяется очень редко, в основном, для изделий, работающих в условиях абразивного и гидроабразивного износа, когда его повышенная хрупкость не играет решающей роли.

В ряде случаев изготавливают детали с так называемой отбеленной поверхностью. Их поверхностный слой представляет собой белый чугун и имеет повышенную твердость и износостойкость, а сердцевина имеет структуру другой разновидности чугуна (с наличием графита), что обеспечивает необходимый комплекс механических свойств. *Примерами таких изделий с отбеленной поверхностью являются валки для холодной прокатки металла, шары для шаровых мельниц.*

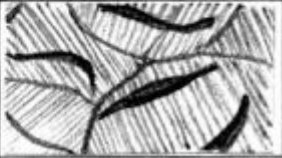

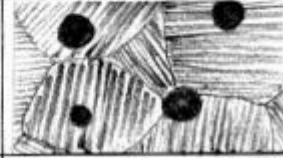


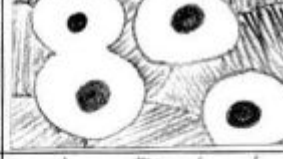


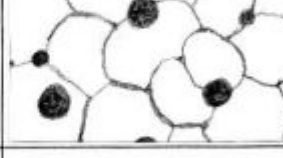
Чугуны, в которых углерод находится в свободном виде, классифицируют по форме графитовых включений:

**Серый чугун.** В нем содержится графит в виде пластинчатых включений.

1. **Ковкий чугун** с хлопьевидными включениями графита.

2. **Высокопрочный чугун**, в котором графит имеет шаровидную форму.

Металлическая основа этих чугунов может быть *перлитной*, *ферритной* или *феррито-перлитной*. рассматриваемых чугунов показаны на рис. 3.

Структура металлической основы (твердость)	Тип чугуна и форма графита		
	Серый с пластинчатым графитом	Ковкий с хлопьевидным графитом	Высокопрочный с шаровидным графитом
Перлит (250 НВ)			
Перлит и феррит (200 НВ)			
Феррит (150 НВ)			
δ, %	0,2-0,5	5-10	10-15

Поскольку графитовые включения отрицательно сказываются на механических свойствах металла, особенно на пластичности, то чем менее

разветвленную форму они имеют, тем меньше их отрицательное влияние.

Самая неудачная, с точки зрения механических свойств, форма графита –

пластинчатая (пластичность при этом самая низкая), а наиболее благоприятная – шаровидная форма включений, обеспечивающая максимальную пластичность. Это связано с тем, что графитовые включения играют роль трещин, пустот в чугуне и являются концентраторами напряжений.

Чем более компактную форму имеют эти включения, тем более «мягкий» получается концентратор напряжений и тем меньше снижение механических свойств металла за счет графита.

**Серый чугун** получают при медленном охлаждении металла при литье

изделий, а также при повышенном содержании кремния, углерода.

Обозначается он буквами СЧ, после которых ставится цифра, показывающая предел прочности при растяжении. Например, СЧ12

Применяется серый чугун для изготовления слабонагруженных деталей, работающих в легких условиях. *Например, корпуса редукторов, насосов, электродвигателей, различные крышки, отопительные батареи и т.п.*

**Ковкий чугун** получают из белого чугуна путем специального отжига.

Это длительная термическая обработка, при которой белый чугун медленно нагревается до температур 950-1000 °С и после определенной выдержки медленно охлаждается. При таком отжиге происходит графитизация цементита белого чугуна с образованием хлопьевидных включений графита. Обозначается ковкий чугун буквами КЧ, после которых следуют цифры, показывающие предел прочности при растяжении в кг/мм<sup>2</sup> – первая цифра, и относительное удлинение в % – вторая цифра (ГОСТ 1215 в редакции 1992 г.). Например, КЧ30-6. Применяется этот чугун для изготовления деталей, работающих в более тяжелых условиях по сравнению с деталями из серого чугуна – при повышенных нагрузках, при знакопеременных и небольших

ударных нагрузках. *Например, картеры редукторов, коробок передач автомобилей, кронштейны рессор, различные крюки, фланцы и т.п.*

**Высокопрочный чугун** получают путем модифицирования его при выплавке магнием или церием в количестве 0,05 %. Модификаторы способствуют формированию шаровидных включений графита. Обозначаются высокопрочные чугуны буквами ВЧ и цифрой, показывающей предел прочности при растяжении. Например, ВЧ 40

Применяется высокопрочный чугун для изготовления ответственных деталей, работающих в довольно сложных условиях при повышенном

нагрузении. *Например, коленчатые и распределительные валы легковых*

*автомобилей, прокатные валки, корпуса турбин, детали кузнечнопрессового оборудования и др.*

Представляет интерес использование чугунов для деталей, работающих в

специфических условиях (агрессивные среды, высокие температуры и др.). Для этого в чугуны вводят легирующие элементы, способствующие повышению необходимых свойств. Такие чугуны называют *легированными* или чугунами специального назначения. Они дешевле легированных сталей и вследствие лучших литейных свойств оказываются предпочтительнее для получения отливок.

### **Контрольные вопросы:**

1. В какой последовательности проводится рассмотрение микрошлифа и изучение микроструктуры?
2. Из каких химических элементов (компонентов) состоят чугуны?
3. Что представляют собой феррит, цементит, перлит, ледебурит?
4. Какие структурные классы имеют чугуны?
5. Какую геометрическую форму имеют включения графита в чугунах ЧПГ, ВЧШГ, ЧХГ, ЧВГ?
9. Применение и механические свойства чугунов.

### **Практическая работа №2**

**Тема:** Изучение температурного режима обработки по диаграмме железо-углерод

**Цель:** Научиться определять температурный режим и строить кривую охлаждения железоуглеродистого сплава с определенным содержанием углерода по диаграмме состояния сплавов; пояснять структурные превращения для заданного сплава в критических точках кривой охлаждения.

#### **Ход работы:**

1. По диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов (рис.4) построить кривую охлаждения для сплава с указанным в таблице 1 содержанием углерода.

2. Провести анализ структурных превращений для заданного сплава в критических точках кривой охлаждения

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для определения температурных интервалов, видов термической обработки, температуры плавления и заливки сплава в литейные формы пользуются специальными диаграммами состояния сплавов.

Диаграмма состояния сплавов - графическое изображение фазового состояния сплавов в зависимости от температуры и концентрации компонентов.

Для построения диаграмм состояния сплавов используют множество кривых охлаждения сплавов с различными концентрациями компонентов в зависимости от температуры и времени охлаждения. Однотипные критические точки (например, соответствующие температурам плавления сплавов) кривых охлаждения соединяют линией. Замкнутая область на диаграмме состояния, ограниченная линиями, имеет однотипную структуру.

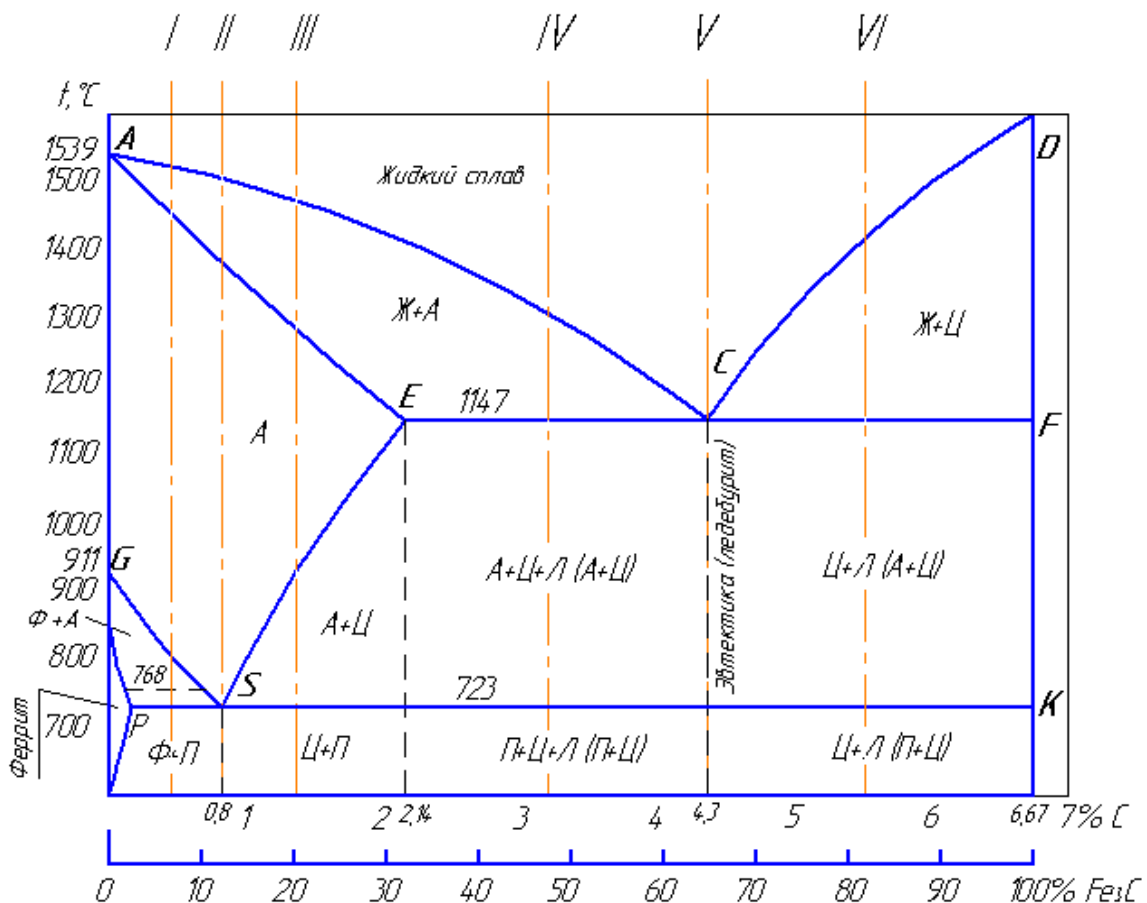


Рис.1. Диаграмма состояния сплавов Fe – Fe<sub>3</sub>C

**Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов (рис.1):**

*Феррит (Ф)* - твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha$ -железе. Наибольшая растворимость углерода в феррите 0,02 % при 727°C. Феррит имеет незначительную твердость (НВ 80 - 100) и прочность ( $\sigma_b=250$  МПа), но высокую пластичность ( $\delta=50$  %;  $\Psi=80$  %).

*Аустенит (А)* - твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma$ -железе. Существует только при высоких температурах. Предельная растворимость углерода в  $\gamma$ -железе 2,14 % при температуре 1147°C и 0,8 % при 727°C. Аустенит имеет твердость НВ 160 - 200 и пластичность  $\delta=40 - 50$  %

*Цементит (Ц)* - химическое соединение железа с углеродом (карбид железа Fe<sub>3</sub>C). В цементите содержится 6,67% углерода. Температура плавления цементита около 1600°C. Имеет сложную кристаллическую решетку. Самая твердая (НВ~800) и хрупкая составляющая железоуглеродистых сплавов.

Вариант	Содержание углерода в сплаве	Вариант	Содержание углерода в сплаве
1	0,2	16	0,5
2	0,6	17	0,8
3	1	18	1,2
4	1,4	19	1,8
5	2	20	2,5
6	3	21	3,5
7	4	22	4,5
8	5	23	1,2
9	2,6	24	1,5
10	1,6	25	2,4
11	2,8	26	3,2
12	3,4	27	3,6
13	3,8	28	4,3
14	0,7	29	0,9
15	1,1	30	1,3

*Перлит* - механическая смесь феррита и цементита, содержащая 0,8% углерода. Образуется при перекристаллизации (распаде) аустенита при температуре 727°C. Этот распад называется *эвтектоидным*, а перлит - *эвтектоидом*, т.е. подобный эвтектике, но образующийся из твердой фазы. При комнатной температуре перлит имеет предел прочности  $\sigma_b=800$  МПа; относительное удлинение  $\delta=15$  %; твердость НВ 160.

*Ледебурит* - механическая смесь (эвтектика) аустенита и цементита, содержащая 4,3 % углерода. Ледебурит образуется при затвердевании

жидкого расплава при 1147°C. Ледебурит имеет твердость HB 600 - 700 и большую хрупкость. Поскольку при температуре 727°C аустенит превращается в перлит, то при более низких температурах ледебурит представляет собой уже смесь перлита и цементита.

Таблица

### **Пример выполнения работы**

По диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов (рис. 1) построить кривую охлаждения для сплава с содержанием углерода 5,5 % с последующим анализом структурных превращений.

Для заданного сплава по диаграмме состояния критические точки будут при температурах 1420, 1147 и 727°C

Данный сплав представляет собой заэвтектический чугун.

При температурах выше 1420°C сплав находится в жидком состоянии. При температуре 1420°C в сплаве начинают образовываться твердые частицы первичного цементита.

При температуре 1147°C сплав полностью переходит в твердое состояние. Структура состоит из включений цементита и эвтектики (ледебурита), который представляет собой механическую смесь аустенита и цементита.

При температуре 727°C аустенит перекристаллизуется в перлит, поэтому структура сплава при более низких температурах состоит из включений первичного цементита и ледебурита, представляющего собой механическую смесь перлита и цементита.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение следующим терминам:  
- структура;- кривая охлаждения;- критическая точка;- диаграмма состояния сплавов;- солидус;- ликвидус;
2. Какие структурные составляющие могут присутствовать в железоуглеродистых сплавах и что они собой представляют?
3. Как построить диаграмму состояния сплавов?
4. Что можно узнать по диаграмме состояния сплавов?

### **Практическая работа №3**

**Тема:** Сравнительный анализ свойств и применения цветных материалов в автомобилестроении

**Цели:** Научиться определять химический состав, свойства и применение сплавов цветных металлов по их маркам.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Различают три группы медных сплавов:

- латуни
- бронзы
- сплавы меди с никелем

*Латуни.* Латунями называют двойные (томпак, где 90% и более - меди и 10% цинка и полутомпак, где меди 79-86% и остальное цинк) или многокомпонентные сплавы на основе меди, в которых основным легирующим элементом является цинк. При введении других элементов (кроме цинка) латуни называют специальными по наименованию элементов, например, железофосфорномарганцевая латунь и т.п.

По сравнению с медью латуни обладают большей прочностью, коррозионной стойкостью. Механическая прочность латуней выше, чем меди, и они лучше обрабатываются (резанием, литьем, давлением). Большим их преимуществом является более низкая стоимость, так как входящий в состав латуней цинк значительно дешевле меди. Латуни нашли широкое применение в приборостроении, в общем и химическом машиностроении.

Латуни обозначают начальной буквой Л, затем ставят цифру, указывающую средний процент меди в этом сплаве.

Л96 – латунь, меди 96%, цинка 4% (томпак).

Латуни более сложного состава в обозначении имеют после буквы Л другую букву, а цифры, размещенные после цифры, указывающей процент меди, указывают процент добавок в марке латуни. Все добавляемые к латуни элементы обозначают русскими буквами:

Ц- цинк; А – алюминий; О – олово; Н – никель; К – кремний; С – свинец; Мц – марганец; Ж – железо; Ф – фосфор; Б – бериллий. Цифры, помещенные за буквами, указывают среднее процентное содержание элементов.

ЛАЖМц66-6-3-2 – алюминиевожелезомарганцовистая латунь, содержащая 66% меди, 6% алюминия, 3% железа и 2% марганца, остальное составляет цинк.

ЛЦ40Мц3Ж – латунь, содержащая 40% цинка, 3% марганца, около 1% железа, остальное медь

### *Бронзы*

Бронзы (медь, олово) – сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, марганцем, свинцом, бериллием. В зависимости от введенного элемента бронзы бывают: оловянные, алюминиевые, кремнистые, марганцовистые, свинцовистые, бериллиевые.

Бронзы обладают высокой стойкостью против коррозии, хорошими литейными и высокими антифрикционными свойствами и обрабатываемостью резанием. Благодаря хорошим литейным качествам из бронз отливают пушки, колокола и статуи. Также бронзы используются при изготовлении арматуры газовых и водопроводных линий и в химическом машиностроении, где важна также высокая коррозионная стойкость бронз. Малый коэффициент трения и устойчивость к износу делает бронзы незаменимыми при изготовлении вкладышей подшипников, червяков и червячных колес, шестерен и других деталей ответственных и точных приборов.

Бронзы легируют для повышения механических характеристик и придания особых свойств. Введение марганца способствует повышению коррозионной стойкости, никеля – пластичности, железа – прочности, цинка – улучшению литейных свойств, свинца – улучшению обрабатываемостью.

Бронзы маркируют русскими буквами Бр. Справа ставят обозначение элементов, входящих в состав бронзы:

О – олово; Ц – цинк; С – свинец; А – алюминий; Ж – железо; Мц – марганец.

Далее идут цифры, обозначающие среднее содержание дополнительных элементов в бронзе в процентах (цифры, обозначающие процентное содержание меди в бронзе, не ставят).

БрОЦС5-5-5 – бронза содержит по 5% олова, свинца, цинка, остальное – медь (85%).

БрА9Мц2Л – бронза литейная, содержит 9% алюминия, 2% марганца, остальное – медь.

*Алюминиевые сплавы* делят на деформируемые и литейные.

Деформируемые алюминиевые сплавы применяют для получения листов, ленты, проволоки и различных деталей методами обработки давлением: штамповкой, прессованием, ковкой.

*Деформируемые алюминиевые сплавы* можно подразделить на две подгруппы:

- не упрочняемые термообработкой
- упрочняемые термообработкой

Первые характеризуются невысокой прочностью, но хорошей пластичностью. К ним относятся сплавы алюминия с марганцем и магнием, содержащие его до 6%. Эти сплавы почти всегда однофазные. Они хорошо свариваются, устойчивы против коррозии и применяются для малонагруженных деталей, изготавливаемых холодной штамповкой с глубокой вытяжкой, и для свариваемых конструкций. Упрочнение этих сплавов возможно только путем холодной деформации, так как упрочнение термической обработкой не удается.



АМц - сплав алюминия деформируемый не упрочняемый термообработкой, содержит 1% марганца.

Из группы деформируемых алюминиевых сплавов, упрочняемых термообработкой, наиболее распространены дуралюмины (или дюралюмины) - сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем (для повышения коррозионной стойкости сплава). Также распространены сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем и цинком (сплавы высокой прочности).

Дуралюмины маркируют буквой Д, после которой стоит цифра, обозначающая условный номер сплава. Дуралюмины выпускают в виде листов, пресованных и катаных профилей, прутков, труб. Особенно широко применяют дуралюмины в авиационной промышленности и строительстве.

Д1 – деформируемый алюминиевый сплав, упрочняемый термообработкой (дуралюмин), содержит 4% меди, примерно по 0,5% магния, марганца, кремния.

*Литейные алюминиевые сплавы* содержат почти те же легирующие компоненты, что и деформируемые сплавы, но в значительно большем количестве (до 9-13% по отдельным компонентам). Литейные сплавы предназначены для изготовления фасонных отливок. Эти сплавы маркируются буквами АЛ с последующим порядковым номером: АЛ2, АЛ9 и т.п.

По химическому составу их можно разделить на несколько групп, например, алюминий с кремнием или алюминий с магнием. Иногда их маркируют по химическому составу, например АК7М2. Буква М означает медь.

Сплавы на основе алюминия и кремния называют силуминами. Силумин обладает высокими механическими и литейными свойствами: высокой жидкотекучестью, небольшой усадкой, достаточно высокой прочностью, удовлетворительной пластичностью. Сплавы на основе алюминия и магния имеют высокую удельную прочность, хорошо обрабатываются резанием и имеют высокую коррозионную стойкость.

*Титановые сплавы* применяются в авиационной (самолетостроении, ракетостроении, при производстве реактивных двигателей) и химической промышленности. Также титан широко применяют в судостроении благодаря его устойчивости против воздействия морской воды. Из сплавов на основе титана изготавливаются лопатки паровых и газовых турбин, выпускных клапанов дизельных двигателей, лопаток и дисков компрессоров, поршневых пальцев, шатунов и других деталей.

Титан и его сплавы маркируют буквами ВТ и порядковым номером, например ВТ8.

*Магниеые сплавы* широко применяют в транспортном машиностроении, особенно в авиации и ракетостроении. В зависимости от способа получения магниевые сплавы подразделяют на:

- литейные – эти сплавы используют в виде отливок, маркируются буквами МЛ и порядковым номером.

- деформируемые – сплавы используют в виде проката (листов, ленты, труб) и поковок, маркируются буквами МА и порядковым номером.

### Ход работы:

#### 1. Расшифровать марки сплавов цветных металлов

1	АМц	Л63	МА8	ВТ1	Б83С	ЛК80-3	БрО10 Ф1	БрНЗЦ3 С20Ф
2	Л90	АМг	Б16	МЛ1	ВТ5Л	БрКН1- 3	БрОФ8- 0,3	ЛА- ЖМц66 -6-3-2
3	Д1	Л96	МА7	Б83	ВТ3	ЛА67- 2,5	БрБНТ1 ,7	БрОЦС 4-4-4
4	АМг3	МЛ2	Л60	ВТ4	БрБ2,5	Б92	ЛКС80- 3-3	БрОФ7- 0,2
5	МА6	АК2	БТ	Л85	ВТ14Л	БрА5	ЛС59-1	БрОЦС 4-4-2,5
6	Л80	АЛ4	МЛ3	БН	БрС30	ВТ5	БрОЦ4- 3	ЛАЖ60 -1-1
7	ВТ6	Л70	Д16	МА5	БК2	ЛМц58- 2	БрКМц 3-1	БрОЗЦ8 С4Н1
8	МЛ4	АК4	Л68	БС2	ВТ5Л	БрА5	БрКН1- 3	ЛМцН Ж60-2- 1-1
9	АЛ3	МА4	Б92	Л60	БрБНТ1 ,7	ВТ14	БрОЗЦ1 3С4	ЛА85- 0,6
10	Л63	АМг5	МЛ5	ВТ15	Б83	БрО10Ц 2	ЛМцЖ5 5-3-1	БрАМц 9-2
11	МА3	Б6	Д18	Л65	ВТ14Л	ЛА77-2	БрО4Ц7 С5	БрАЖН 10-4-4

2. Для каждой марки выписать свойства и применение. Результат оформить в виде таблицы

Марка	Свойства	Применение
-------	----------	------------

### Контрольные вопросы

1. На какие группы делятся алюминиевые сплавы?

2. На какие группы делятся медные сплавы?
3. Как называются литейные алюминиевые сплавы?
4. Как называются деформируемые алюминиевые сплавы?
5. Особенности и применение титановых сплавов.
6. Какие химические элементы входят в состав бронз?
7. Какие химические элементы входят в состав латуней ?

#### **Практическая работа №4**

**Тема** Определение химической стойкости и твердости пластмасс

**Цель:** ознакомиться с методами определения химической стойкости пластмасс.

#### *ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ*

Химическая стойкость является одной из важных характеристик пластмасс, поскольку от нее во многом зависит выбор основных областей применения. Большинство пластмасс отличаются высокой химической стойкостью и превосходят в этом отношении традиционные природные материалы: металлы, дерево и др. Химическая стойкость обусловлена особенностями строения полимеров, наличием или отсутствием функциональных групп, способных претерпевать превращения в среде различных реагентов, наличием и частотой поперечных сшивок и др. Наибольшей химической стойкостью по отношению к действию кислот и щелочей отличаются полимеризационные карбоцепные полимеры, не имеющие активных функциональных групп: полиолефины, полистирол, галоидсодержащие полимеры (поливинилхлорид, перхлорвинил, фторопласты). Последние по своей химической стойкости превосходят наиболее стойкий к агрессивным средам металл – золото, которое растворяется в “царской водке” (смеси азотной и соляной кислот), в то время как фторопласты выдерживают без заметных изменений 24-часовое кипячение в этом реагенте.

Поликонденсационные полимеры обычно имеют в основной цепи гетероатомы и обладают более низкой стойкостью в химических средах, что обусловлено взаимодействием полимера с реагентами, сопровождающимся разрушением цепи. Так, в полиамидах в кислой среде происходит гидролиз амидной группы в сильных кислотах и щелочах.

Химическая стойкость карбоцепных полимеров с функциональными группами зависит от химической активности

последних. В таких полимерах под действием химических агентов происходит взаимодействие функциональных групп при сохранении основной цепи. Так, полиакрилонитрил неустойчив в концентрированных кислотах и щелочах из-за омыления нитрильной группы и образования полиакриловой кислоты. То же происходит с полиметилметакрилатом, который вследствие гидролиза сложных групп превращается в полиметакриловую кислоту; поливинилацетат в аналогичных условиях переходит в поливиниловый спирт.

Растворимость полимеров, как и химическая стойкость, зависит от особенностей строения, наличия разветвлений, поперечных сшивок, присутствия полярных групп, длины макромолекулы и других фактов.

Чем меньше разветвлений в макромолекуле, больше ее длина и больше полярных групп, тем выше степень межмолекулярного взаимодействия и ниже растворимость полимеров. Растворимость уменьшается при увеличении упорядоченности макромолекул и повышении частоты поперечных сшивок. Кристаллические полимеры, как правило, обладают меньшей растворимостью, чем аморфные того же химического строения. Отвержденные термореактивные смолы обычно не растворяются и даже не набухают в растворителях.

Пластические массы, используемые как конструкционные материалы, должны обладать высокой химической стойкостью по отношению к тем средам, с которыми изделия контактируют в процессе эксплуатации: мыльно-содовым растворам, растворителям, растворам кислот, пищевым средам. Поэтому знание химической стойкости пластических масс является обязательным для специалиста. Оно позволяет установить правильность выбора пластмасс для изготовления тех или иных изделий.

### **Ход работы:**

1. В работе проводится определение химической стойкости пластических масс по отношению к растворителям, растворам кислот и щелочей (концентрированным и разбавленным), бытовым химическим средам (мыльно-содовому раствору, уксусному раствору) по визуально определенным изменениям образцов при выдержке в соответствующих средах в течение установленного времени при определенной температуре.

Образцы пластмасс помещаются в пробирки с соответствующим реагентом и выдерживаются в них в течение двух часов при комнатной температуре, периодическом перемешивании стеклянной палочкой или встряхивании. По окончании выдержки осторожно сливают реагент,

вытряхивают содержимое пробирок на керамическую пластинку и при внешнем осмотре образцов устанавливают изменения: растворение, набухание, изменение характера поверхности, вымывание пластификатора, изменение цвета и др. Естественно, полученные результаты дают только ориентировочное представление о химической стойкости пластмасс.

Точные данные о химической стойкости получают при испытании образцов стандартных размеров по изменению веса, размеров, физико-механических свойств в условиях, установленных соответствующими стандартами.

2. Для определения твердости пластмасс пользуются минералогической шкалой твердости (шкала Маоса), состоящей из набора эталонных минералов, подобранных таким образом, что каждый из них при нажиме оставляет царапину на предыдущем и, в свою очередь, чертится последующим.

Шкала состоит из 10 минералов (тальк, гипс, кальцит, плавиковый шпат, апатит, полевой шпат, кварц, топаз, корунд, алмаз), которым соответственно присвоены номера от 1 до 10.

При испытании острым углом одного из минералов со средним нажимом проводят по поверхности испытываемой пластмассы и наблюдают за образованием царапины.

Если царапины нет, то рядом наносят черту более твердым материалом до получения видимой невооруженным глазом царапины, не стирающейся пальцем.

Твердость пластмассы обозначают порядковым номером минерала, оставившего след на поверхности.

Метод определения твердости с использованием минералогической шкалы отличается доступностью, простотой, быстротой, но дает результаты невысокой точности. Тем не менее этот метод позволяет охарактеризовать сравнительную твердость пластмасс.

Более точные результаты получают при проведении испытаний методом вдавливания стального шарика на приборах ТШСП, Бринеля в соответствии с утвержденными стандартами, методиками.

Для проведения испытания используют те виды пластмасс, которые изучались в предыдущей работе. В качестве реагентов применяют растворители: спирты, кетоны, хлорированные, ароматические,

алифатические углеводороды, сложные эфиры, а также концентрированные и разбавленные кислоты (серная и уксусная), щелочи (едкий натр), мыльно-содовый раствор.

Отчет оформляется в виде таблицы, где отмечаются все изменения, которые произошли с образцами пластмасс: Р (растворение), С (стойк), НС (нестоек), НАБ (набухает) и т.д.

№ п/п	Вид пластмассы	Эталон	Реагенты				Твердость по минералогической шкале Мооса
			Ацетон	Спирт	Толуол	...	
1	Полиэтилен						
2	Полипропилен						
3	Полистирол						
4	и т.д.						

*Примечание.* Для наглядности сравнения пластмассы и реагенты располагают в таблице в определенном порядке:

а) пластмассы – полимеризационные, поликонденсационные, на основе эфиров целлюлозы;

б) химические реагенты – мыльно-содовый раствор; органическая кислота разбавленная и концентрированная; минеральная кислота разбавленная, концентрированная; щелочь разбавленная, концентрированная; органические растворители: спирт, кетон, эфир; хлорированный, циклический и ароматический углеводороды.

В работе проводится определение химической стойкости 10-15 образцов по отношению к органическим растворителям различных классов, растворам кислот и щелочей (концентрированным и разбавленным), бытовым химическим средам.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Как отличить методом сжигания термопласты от реактопластов; полиэтилен от полипропилена; поливинилхлорид от поливинилиденхлорида; фенопласты от аминопластов; полистирол и его сополимеры от ненасыщенных полиэфиров, отвержденных стиролом?

2. Какие полимеры можно обнаружить, используя пробу Бельштейна, как она проводится?

3. Какие полимеры горят при вынесении из пламени горелки; какие полимеры гаснут?

4. Какие термопласты не плавятся?

5. Какие полимеры при горении выделяют формальдегид?

6. По каким внешним признакам можно отличить пластмассы?

7. Приведите примеры прозрачных пластмасс.
8. Сравните пластмассы по твердости.
9. Назовите пластмассы с самой низкой и самой высокой твердостью.

## **Практическая работа №5**

**Тема:** Выбор материала для деталей машин на основе анализа их свойств

**Цель:** Научиться выбирать марки сплавов для деталей машин, обосновывая выбор условиями работы при их эксплуатации и технологией изготовления.

### *ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ*

При выборе материала для деталей машин конструктор пользуется справочниками, где наряду с данными о механических свойствах, полученных при испытании стандартных образцов, учитывается также название типичных деталей, для которых данный материал используют. Однако трудность при выборе материала по справочнику заключается в том, что для изготовления детали одного и того же наименования справочник рекомендует различные марки материала. Поэтому при выборе материалов по справочнику в первую очередь следует исходить из условий работы детали и требуемых от нее свойств.

Рассмотрим, из решения каких задач складывается работа по выбору материала:

1. Материал должен обеспечить прочность, надежность и долговечность работы детали. Для выполнения этих требований необходимо учитывать жесткость нагружения в процессе работы и условия, в каких работает конструкция. В случае работы в агрессивных средах необходим учет влияния среды.

2. Выбранный материал должен быть технологичным, т.е. необходимо учитывать технологические свойства, оборудование и способы изготовления из него детали.

3. Выбранный материал должен быть как можно более дешевым и недефицитным.

### **Ход работы:**

1. Точно переписать задание.
2. Провести анализ условий работы детали и определить требования к материалу детали.

3. Из изученных основных классов конструкционных материалов выбрать те, которые, вероятно, могут обеспечить выполнение требований, предъявляемых к детали.

4. По справочнику определить марки материалов и упрочняющую обработку, которые обеспечивают у детали получение заданных свойств. Поскольку требуемые свойства могут обеспечить разные материалы, то данные о них из справочника следует представить в виде таблицы, что сделает последующий выбор материала более наглядным. Следует выбрать 2 – 3 материала.

5. На основе сравнения всех данных следует сделать заключение о том, какой материал следует считать оптимальным и по каким причинам.

6. Для выбранного материала дать расшифровку марки.

### **Задание на практическую работу**

1. Поршневой палец из цементуемой легированной стали
2. Ответственный коленчатый вал из легированной стали
3. Корпус карбюратора
4. Поршневой палец автомобиля, подвергаемый закалке ТВЧ
5. Стальная заклепка для клепания рамы автомобиля
6. Блок цилиндров из недефицитного литейного сплава
7. Плоская пружина
8. Стальное ребро тормозной колодки, изготовленное холодной штамповкой
9. Бензокраник, изготовленный методом литья под давлением
10. Выхлопной клапан автомобиля
11. Шатун, изготовленный методом горячей штамповки
12. Крыло грузового автомобиля, изготовленное холодной штамповкой
13. Неразъемный вкладыш подшипника скольжения
14. Корпус редуктора
15. Приводная звездочка цепной передачи
16. Картер мотора из алюминиевого сплава.

### **Контрольные вопросы**

1. Какими механическими и технологическими свойствами обладают стали, чугуны, латуни, бронзы, алюминиевые сплавы?
2. Как влияют на сплавы легирующие элементы?
3. Что необходимо учитывать при выборе конструкционного материала?



## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

### **Основная литература**

1. Материаловедение: Учебное пособие / Власова И.Л. - М.:ФГБУ ДПО "УМЦ ЖДТ", 2016. - 129 с.: ISBN 978-5-89035 -922-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/892555>
2. Материаловедение : учеб. пособие / В.А. Стуканов. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. — 368 с. — (Среднее профессиональное образование).[.http://znanium.com/catalog/product/929593](http://znanium.com/catalog/product/929593)

### **Дополнительная литература**

1. Материаловедение в машиностроении : учеб. пособие / В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 432 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <http://www.znanium.com>]. — (Среднее профессиональное образование) [.http://znanium.com/catalog/product/961460](http://znanium.com/catalog/product/961460)