БЕРЕЗОВСКИЙ ФИЛИАЛ КРАЕВОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ЕМЕЛЬЯНОВСКИЙ ДОРОЖНО–СТРОИТЕЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»

**Методические указания к практическим работам по профессии**

**15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)**

**(код, наименование профессии)**

***учебной дисциплины ОП.04 Основы материаловедения***

Березовка 2020

Содержание

[1. Практическая работа №1 «Определение методов исследования металлов» 3](#_Toc56263794)

[1.1 Критерии оценки практической работы № 1 Определение методов исследования металлов 5](#_Toc56263795)

[2. Практическая работа № 2Анализ диаграммы «железо - углерод» 6](#_Toc56263796)

[2.1 Критерии оценки практической работы № 2Анализ диаграммы «железо - углерод» 10](#_Toc56263797)

[3. Практическая работа № 3 Маркировка сталей. 10](#_Toc56263798)

[3.1 Критерии оценки практической работы № 3 Маркировка сталей. 13](#_Toc56263799)

[4. Практическая работа № 4 Микроанализ цветных металлов и их сплавов 14](#_Toc56263800)

[4.1 Критерии оценки практической работы № 4 Микроанализ цветных металлов и их сплавов. 20](#_Toc56263801)

[Практическая работа № 5 Полимеры и пластические массы. Номенклатура конструкционных материалов. 20](#_Toc56263802)

[5.1 Критерии оценки практической работы № 5 Полимеры и пластические массы, Номенклатура конструкционных материалов. 25](#_Toc56263803)

[Литература 26](#_Toc56263804)

# 1. Практическая работа №1 «Определение методов исследования металлов»

**Тема:** Определение методов исследования металлов.

**Цель работы:** научиться использовать методы исследования металлов

**Оборудование:** конспекты рабочей тетради

**1. Порядок выполнения практической работы:**

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.

2. Заполнить таблицу

3. Ответить на контрольные вопросы.

**2.Краткие теоретические сведения**

**Твердость** - это сопротивление материала проникновению в него другого более твердого тела.

При испытании на твердость в поверхность материалов вдавливают  
пирамиду, конус или шарик (индентор), в связи с чем различают методы ис-  
пытаний, соответственно, по Виккерсу, Роквеллу и Бринеллю. Кроме того,  
существуют менее распространенные методы испытания твердости: метод  
упругого отскока (по Шору), метод сравнительной твердости (Польди) и не-  
которые другие.

При испытании материалов на твердость не изготавливают стандарт-  
ных специальных образцов, однако к размерам и поверхности образцов и из-  
делий предъявляются определенные требования.

**Метод Бринелля.**

Метод измерения твердо­сти металлов по Бринеллю регламентирует ГОСТ 9012 — 59 (ИСО 6506 — 81, ИСО 410 -82).

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

Твердость по Бринеллю обозначают симво­лом НВ или HBW:

НВ — при применении стального шарика (для металлов и сплавов твердостью  менее 450 единиц);

HBW — при применении шарика из твер­дого сплава (для металлов и сплавов твердо­стью более 450 единиц).

Символу НВ (HBW) предшествует число­вое значение твердости из трех значащих цифр, а после символа указывают диаметр шарика, значение приложенной силы (в кгс), продолжительность выдержки, если она отли­чается от 10 до 15 с.

*Примеры обозначений:*

**250 Н В 5/750**— твердость по Бринеллю 250, определенная при применении стального шарика диаметром 5 мм при силе 750 кгс

(7355 Н) и продолжительности выдержки от 10 до 15 с;

**575 HBW 2,5/187,5/30**— твердость по Бринеллю 575, определенная при применении шарика из твердого сплава диаметром 2,5 мм при силе 187.5 кгс (1839 Н) и продолжитель­ности выдержки 30 с.

При определении твердости стальным ша­риком или шариком из твердого сплава диа­метром 10 мм при силе 3000 кгс (29420 Н) и продолжительности выдержки от 10 до 15 с твердость по Бринеллю   обозначают   только числовым значением твердости и символом НВ или HBW.

Пример обозначения: 185 НВ, 600 HBW.

**Метод Виккерса.**

Метод измерения твердости черных и цветных металлов и сплавов при нагрузках от 9,807 Н (1 кгс) до 980,7 Н (100 кгс) по Виккерсу регламентирует ГОСТ 2999 — 75\* (в редакции 1987 г.).

Измерение твердости основано на вдавливании алмазного наконечника в форме правильной четырехгранной пирамиды в образец (изделие) под действием силы, приложенной в течение определенного времени, и измерении диагоналей отпечатка, оставшихся на поверхности образца после снятия нагрузки.

Твердость по Виккерсу при условиях испытания — силовое воздействие 294,2 Н (30 кгс) и время выдержки под нагрузкой 10 … 15 с, обозначают цифрами, характеризующими величину твердости, и буквами HV.

Пример обозначения: 500 HV — твердость по Виккерсу, полученная при силе 30 кгс и времени выдержки 10 … 15 с.

При других условиях испытания после букв HV указывают нагрузку и время выдержки.

Пример обозначения: 220 HV 10/40 — твердость по Виккерсу, полученная при силе 98,07 Н (10 кгс) и времени выдержки 40 с.

Общего точного перевода чисел твердости, измеренных алмазной пирамидой (по Виккерсу), на числа твердости по другим шкалам или на прочность при растяжении не существует. Поэтому следует избегать таких переводов, за исключением частных случаев, когда благодаря сравнительным испытаниям имеются основания для перевода.

**Метод Роквелла.**

Метод измерения твердости металлов и сплавов по Роквеллу регламентирует ГОСТ 9013 — 59\* (в редакции 1989 г.).

Сущность метода занимается во внедрении в поверхность образца (или изделия) алмазного конусного (шкалы А. С, D) или стального сферического наконечника (шкалы В, Е, F, G. Н, К) под действием последовательно прилагаемых предварительной и основной сил и в определении глубины внедрения наконечника после снятия основной силы.

Твердость по Роквеллу обозначают символом HR с указанием шкалы твердости, которому предшествует числовое значение твердости из трех значащих цифр.

Пример обозначения: 61,5 HRC — твердость по Роквеллу 61,5 единиц по шкале С.

**Сравнение чисел твердости металлов и сплавов по различным шкалам**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виккерс  HV | Бринелль  НВ | | Роквелл  HRB | | σв,  МПа | Виккерс  HV | | Бринелль  НВ | | Роквелл  HRC | σв, | |
| МПа | |
| 100 | 100 | | 52,4 | | 333 | 245 | | 245 | | 21,2 | 815 | |
| 105 | 105 | | 57,5 | | 350 | 250 | | 250 | | 22,1 | 835 | |
| 110 | 110 | | 60,9 | | 362 | 255 | | 255 | | 23,0 | 855 | |
| 115 | 115 | | 64,1 | | 382 | 260 | | 260 | | 23,9 | 865 | |
| 120 | 120 | | 67,0 | | 402 | 265 | | 265 | | 24,8 | 880 | |
| 125 | 125 | | 69,8 | | 410 | 270 | | 270 | | 25,6 | 900 | |
| 130 | 130 | | 72,4 | | 430 | 275 | | 275 | | 26.4 | 910 | |
| 135 | 135 | | 74,7 | | 450 | 280 | | 280 | | 27,2 | 930 | |
| 140 | 140 | | 76,6 | | 470 | 285 | | 285 | | 28.0 | 950 | |
| 145 | 145 | | 78,3 | | 480 | 290 | | 290 | | 28,8 | 970 | |
| 150 | 150 | | 79,9 | | 500 | 295 | | 295 | | 29,5 | 980 | |
| 155 | 155 | | 81,4 | | 520 | 300 | | 300 | | 30,2 | 1000 | |
| 160 | 160 | | 82,8 | | 530 | 310 | | 310 | | 31,6 | 1030 | |
| 165 | 165 | | 84,2 | | 550 | 320 | | 319 | | 33,0 | 1060 | |
| 170 | 170 | | 85,6 | | 565 | 330 | | 328 | | 34,2 | 1090 | |
| 175 | 175 | | 87,0 | | 580 | 340 | | 336 | | 35,3 | 1120 | |
| 180 | 180 | | 88,3 | | 600 | 350 | | 344 | | 36.3 | 1150 | |
| 185 | 185 | | 89,5 | | 620 | 360 | | 352 | | 37,2 | 1180 | |
| 190 | 190 | | 90,6 | | 640 | 370 | | 360 | | 38,1 | 1200 | |
| 195 | 195 | | 91,7 | | 650 | 380 | | 368 | | 38,9 | 1230 | |
| 200 | 200 | | 92,8 | | 665 | 390 | | 376 | | 39,7 | 1260 | |
| 205 | 205 | | 93,8 | | 685 | 400 | | 384 | | 40.5 | 1290 | |
| 210 | 210 | | 94,8 | | 695 | 410 | | 392 | | 41,3 | 1305 | |
| 215 | 215 | | 95,7 | | 715 | 420 | | 400 | | 42,1 | 1335 | |
| 220 | 220 | | 96,6 | | 735 | 430 | | 408 | | 42,9 | 1365 | |
| 225 | 225 | | 97,5 | | 745 | 440 | | 416 | | 43,7 | 1385 | |
| 230 | 230 | | 98,4 | | 765 | 450 | | 425 | | 44,5 | 1410 | |
| 235 | 235 | | 99,2 | | 785 | 460 | | 434 | | 45,3 | 1440 | |
| 240 | 240 | | 100,0 | | 795 | 470 | | 443 | | 46,1 | 1480 | |
| 490 | 47,5 | 600 | | 54,2 | | 720 | 60,2 | | 840 | | | 65,1 |
| 500 | 48,2 | 620 | | 55,4 | | 740 | 61,1 | | 860 | | | 65,8 |
| 520 | 49,6 | 640 | | 56,5 | | 760 | 62,0 | | 880 | | | 66,4 |
| 540 | 50,8 | 660 | | 57,5 | | 780 | 62,8 | | 900 | | | 67,0 |
| 560 | 52 | 680 | | 58,4 | | 800 | 63,6 | | 1114 | | | 69 |
| 580 | 53,1 | 700 | | 59,3 | | 820 | 64,3 | | 1220 | | | 72 |

Примечание.   Погрешность перевода чисел твердости по Виккерсу в единицы Бринелля ± 20 НВ; в единицы Роквелла — до ± 3 HRC (HRB); значения σв до ± 10 %.

В табл. 2 приводятся приближенные соотношения между числами твердости, определенные различными методами. С достаточной степенью точности для конструкционных углеродистых и легированных сталей перлитного класса, для которых 150 НВ, можно принять σ0,2 = 0.367 НВ, для стали НВ < 150  σ0,2 ≈ 0,2 НВ. Для конструкционных сталей низко-тегированных и углеродистых (НВ > 150) σв \* ≈ 0,345 НВ. Для более точного пересчета НВ на HRC рекомендуется пользоваться ГОСТ 22761-77.

**2. Содержание отчета:**

1. Описать методы определения твердости по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу.
2. Сравнить методы измерения твердо­сти металлов и числа твердости по таблице.
3. Ответить на контрольные вопросы:
4. Для чего определяют твердость металла
5. Каким ГОСТ нужно пользоваться при подсчете твердости

## Критерии оценки практической работы № 1 Определение методов исследования металлов

**5 «отлично»** студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий в соответствии с заданием; полностью выполнил задания в отчете, ответил на все контрольный вопросы.

**Контрольные вопросы:**

- правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий;

- строит ответ по собственному плану, сопровождает ответ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации;

- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин

**4 «хорошо»** студент выполнил требования к оценке "отлично", но не ответил на контрольные вопросы. Либо допущены 5-6 недочетов в выполнении заданий отчета.

**3 «удовлетворительно»** студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в целом оформил отчет, в ходе подготовки отчета были допущены ошибки, не ответил на контрольные вопросы.

**2 «неудовлетворительно»** студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; не подготовил отчет в соответствии с заданием и не ответил на контрольные вопросы.

# Практическая работа № 2Анализ диаграммы «железо - углерод»

**Тема:**Анализ диаграммы «железо - углерод»

**Цель работы:** проанализировать диаграмму «железо – углерод»

**Оборудование:** конспекты рабочей тетради

**1. Порядок выполнения практической работы:**

1. Ознакомиться с диаграммой состояния железо-углерод.

2. Ознакомиться с построением кривых охлаждения отдельных

сплавов системы железо-углерод.

3. Ознакомиться с зависимостью механических свойств углеродистых сталей от содержания углерода.

4. Изучить и зарисовать микроструктуры углеродистых сталей и

чугунов. Дать описание структурных составляющих железоуглеродистых сплавов, проанализировать диаграмму.

**2.Краткие теоретические сведения**

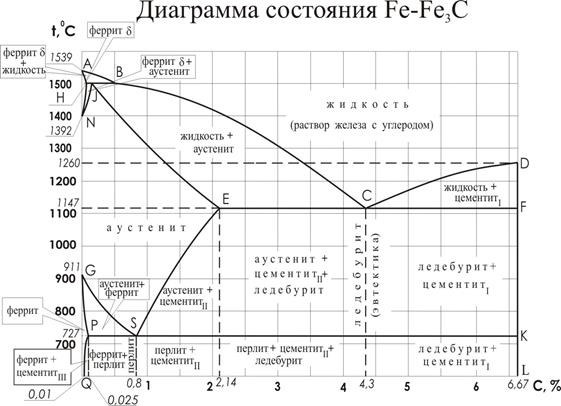
**Диаграмма состояния**

Железо образует с углеродом химическое соединение Fe3C [цементит](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%82). Так как на практике применяют металлические сплавы на основе железа с содержанием углерода до 5 %, практически интересна часть диаграммы состояния от чистого железа до цементита. Поскольку цементит — [метастабильная](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5) фаза, то и соответствующая диаграмма называется *метастабильной* (сплошные линии на рисунке).

Для [серых чугунов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D1%8B%D0%B9_%D1%87%D1%83%D0%B3%D1%83%D0%BD) и [графитизированных сталей](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C&action=edit&redlink=1) рассматривают *стабильную* часть диаграммы железо—графит (Fe—Гр), поскольку именно [графит](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%82) является в этом случае стабильной фазой. Цементит выделяется из расплава намного быстрее графита и во многих сталях и [белых чугунах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BB%D1%8B%D0%B9_%D1%87%D1%83%D0%B3%D1%83%D0%BD) может существовать достаточно долго, несмотря на метастабильность. В серых чугунах графит существует обязательно.

На рисунке тонкими пунктирными линиями показаны линии стабильного равновесия (то есть с участием графита), там, где они отличаются от линий метастабильного равновесия (с участием цементита), а соответствующие точки обозначены штрихом. Обозначения фаз и точек на этой диаграмме приведены согласно неофициальному международному соглашению.

**Фазы диаграммы железо-углерод**



В системе железо — углерод существуют следующие [фазы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%B0): жидкая фаза, [феррит](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%B8%D1%82_(%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%B0)), [аустенит](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%82), цементит, [графит](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%82).

**Жидкая фаза**. В жидком состоянии железо хорошо растворяет углерод в любых пропорциях[[*источник не указан 1172 дня*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%8F:%D0%A1%D1%81%D1%8B%D0%BB%D0%BA%D0%B8_%D0%BD%D0%B0_%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8)] с образованием однородной жидкой фазы.

[**Феррит**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%B8%D1%82_(%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F)) — [Твёрдый раствор](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D1%91%D1%80%D0%B4%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80) внедрения углерода в α-железе с [объёмно-центрированной кубической решёткой](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%B1%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%8F).

Феррит имеет переменную, зависящую от температуры предельную растворимость углерода: минимальную — 0,006 % при комнатной температуре (точка Q), максимальную — 0,02 % при температуре 700 °C (точка P). Атомы углерода располагаются в центре грани или (что кристаллогеометрически эквивалентно) на середине рёбер куба, а также в [дефектах решетки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%8B_%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B0).

При температуре выше 1392 °C существует высокотемпературный феррит с предельной растворимостью углерода около 0,1 % при температуре около 1500 °C (точка H).

Свойства феррита близки к свойствам чистого железа. Он мягок ([твёрдость по Бринеллю](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D1%91%D1%80%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BF%D0%BE_%D0%91%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D1%8E) — 130 НВ) и пластичен, [ферромагнитен](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA) (при отсутствии углерода) до [точки Кюри](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0_%D0%9A%D1%8E%D1%80%D0%B8) — 770 °C.

[**Аустенит**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%82) (γ) — твёрдый раствор внедрения углерода в γ-железе с гранецентрированной кубической решёткой.

Атомы углерода занимают место в центре [гранецентрированной кубической ячейки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%B1%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%8F). Предельная растворимость углерода в аустените — 2,14 % при температуре 1147 °C (точка Е). Аустенит имеет твёрдость 200—250 НВ, пластичен, [парамагнитен](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA). При растворении других элементов в аустените или в феррите изменяются свойства и температурные границы их существования.

[**Цементит**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%82) (Fe3C) — химическое соединение железа с углеродом ([карбид железа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4_%D0%B6%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%B0)), со сложной ромбической решёткой, содержит 6,67 % углерода. Он твёрдый (свыше 1000 HВ), и очень хрупкий. Цементит — метастабильная фаза и при длительном нагреве самопроизвольно разлагается с выделением [графита](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%82).

В железоуглеродистых сплавах цементит как фаза может выделяться при различных условиях:

* цементит первичный (выделяется из жидкости),
* цементит вторичный (выделяется из аустенита),
* цементит третичный (из феррита),
* цементит эвтектический и
* [эвтектоидный](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%B2%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) цементит.

Цементит первичный выделяется из жидкой фазы в виде крупных пластинчатых кристаллов. Цементит вторичный выделяется из аустенита и располагается в виде сетки вокруг зёрен аустенита (после эвтектоидного превращения они станут зёрнами [перлита](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BB%D0%B8%D1%82_(%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5))). Цементит третичный выделяется из феррита и в виде мелких включений располагается у границ ферритных зёрен.

Эвтектический цементит наблюдается лишь в белых чугунах. Эвтектоидный цементит имеет пластинчатую форму и является составной частью [перлита](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BB%D0%B8%D1%82_(%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)). Цементит может при специальном сфероидизируюшем отжиге или закалке с высоким отпуском выделяться в виде мелких сфер. Влияние на механические свойства сплавов оказывает форма, размер, количество и расположение включений цементита, что позволяет на практике для каждого конкретного применения сплава добиваться оптимального сочетания твёрдости, прочности, стойкости к хрупкому разрушению и т. п.

[**Графит**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%82) — фаза, состоящая только из углерода со слоистой гексагональной решёткой. Плотность графита (2,3 г/см3) много меньше плотности всех остальных фаз (около 7,5—7,8 г/см3) и это затрудняет и замедляет его образование, что и приводит к выделению цементита при более быстром охлаждении. Образование графита уменьшает усадку при кристаллизации, графит выполняет роль смазки при трении, уменьшая износ, способствует рассеянию энергии вибраций.

Графит имеет форму крупных крабовидных (изогнутых пластинчатых) включений (обычный [серый чугун](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D1%8B%D0%B9_%D1%87%D1%83%D0%B3%D1%83%D0%BD)) или сфер ([высокопрочный чугун](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8B%D1%81%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%87%D1%83%D0%B3%D1%83%D0%BD)).

Графит обязательно присутствует в серых чугунах и их разновидности — высокопрочных чугунах. Графит присутствует также и в некоторых марках стали — в так называемых графитизированных сталях.

**Фазовые переходы**

Линия ACD — это линия [ликвидуса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BA%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%83%D1%81), показывающая температуры начала затвердевания (конца плавления) сталей и белых чугунов. При температурах выше линии ACD — жидкий сплав. Линия AECF — это линия [солидуса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B4%D1%83%D1%81), показывающая температуры конца затвердевания (начала плавления).

По линии ликвидуса АС (при температурах, отвечающих линии АС) из жидкого сплава кристаллизуется [аустенит](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%82), а по линии ликвидуса CD — [цементит](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%82), называемый первичным цементитом. В точке С при 1147 °С и содержании 4,3 % углерода из жидкого сплава одновременно кристаллизуется аустенит и цементит первичный, образуя эвтектику, называемую [ледебуритом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B8%D1%82). При температурах, соответствующих линии солидуса AE, сплавы с содержанием углерода до 2,14 % окончательно затвердевают с образованием структуры аустенита. На линии солидуса EC (1147° С) сплавы с содержанием углерода от 2,14 до 4,3 % окончательно затвердевают с образованием [эвтектики](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%B2%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) ледебурита. Так как при более высоких температурах из жидкого сплава выделялся аустенит, следовательно, такие сплавы после затвердевания будут иметь структуру аустенит + ледебурит.

На линии солидуса CF (1147 °С) сплавы с содержанием углерода от 4,3 до 6,67 % окончательно затвердевают также с образованием эвтектики ледебурита. Так как при более высоких температурах из жидкого сплава выделялся цементит (первичный), следовательно, такие сплавы после затвердевания будут иметь структуру — первичный цементит + ледебурит.

В области ACEA, между линией ликвидуса AC и солидуса AEC, будет жидкий сплав + кристаллы аустенита. В области CDF, между линией ликвидуса CD и солидуса CF, будет жидкий сплав + кристаллы цементита (первичного). Превращения, протекающие при затвердевании сплавов, называют первичной кристаллизацией. В результате первичной кристаллизации во всех сплавах с содержанием углерода до 2,14 % образуется однофазная структура — аустенит. Сплавы железа с углеродом, в которых в результате первичной кристаллизации в равновесных условиях получается аустенитная структура, называют сталями.

Сплавы с содержанием углерода более 2,14 %, в которых при кристаллизации образуется эвтектика ледебурит, называют чугунами. В рассматриваемой системе практически весь углерод находится в связанном состоянии, в виде цементита. Излом таких чугунов светлый, блестящий (белый излом), поэтому такие чугуны называют белыми.

В железоуглеродистых сплавах превращения происходят также и в твердом состоянии, называемые вторичной кристаллизацией и характеризуемые линиями GSE, PSK, PQ. Линия GS показывает начало превращения аустенита в феррит (при охлаждении). Следовательно, в области GSP будет структура аустенит + феррит.

Линия SE показывает, что с понижением температуры растворимость углерода в аустените уменьшается. Так, при 1147 °С в аустените может раствориться углерода 2,14 %, а при 727°С — 0,8 %. С понижением температуры в сталях с содержанием углерода от 0,8 до 2,14 % из аустенита выделяется избыточный углерод в виде цементита, называемого вторичным. Следовательно, ниже линии SE (до температуры 727°С) сталь имеет структуру: аустенит + цементит (вторичный). В чугунах с содержанием углерода от 2,14 до 4,3 % при 1147 °С, кроме ледебурита, есть аустенит, из которого при понижении температуры тоже будет выделяться вторичный цементит. Следовательно, ниже линии EC (до температуры 727 °С) белый чугун имеет структуру: ледебурит + аустенит + цементит вторичный.

Линия PSK (727° С) — это линия эвтектоидного превращения. На этой линии во всех железоуглеродистых сплавах аустенит распадается, образуя структуру, представляющую собой механическую смесь феррита и цементита и называемую [перлитом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BB%D0%B8%D1%82_(%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)). Ниже 727°С железоуглеродистые сплавы имеют следующие структуры.

* Стали, содержащие углерода менее 0,8 %, имеют структуру феррит + перлит и называются доэвтектоидными сталями.
* Сталь с содержанием углерода 0,8 % имеет структуру перлита и называется эвтектоидной сталью.
* Стали с содержанием углерода от 0,8 до 2,14 % имеют структуру цементит + перлит и называются заэвтектоидными сталями.
* Белые чугуны с содержанием углерода от 2,14 до 4,3 % имеют структуру перлит + вторичный цементит + ледебурит и называются доэвтектическими чугунами.
* Белый чугун с содержанием углерода 4,3 % имеет структуру ледебурита и называется эвтектическим чугуном.
* Белые чугуны с содержанием углерода от 4,3 до 6,67 % имеют структуру цементит первичный + ледебурит и называются заэвтектическими чугунами.

Линия PQ показывает, что с понижением температуры растворимость углерода в феррите уменьшается от 0,02 % при 727 °С до 0,006 % при комнатной температуре. При охлаждении ниже температуры 727° С из феррита выделяется избыточный углерод в виде цементита, называемого третичным. В большинстве сплавов железа с углеродом третичный цементит в структуре можно не учитывать из-за весьма малых его количеств. Однако в низкоуглеродистых сталях в условиях медленного охлаждения третичный цементит выделяется по границам зерен феррита. Эти выделения уменьшают пластические свойства стали, особенно способность к холодной штамповке

**2. Содержание отчета:**

1. подготовить отчет по выполнению практического задания;
2. ответить на контрольные вопросы:
3. Что называется сплавом железа с углеродом?
4. Какой сплав называется чугуном?
5. Как подразделяются стали по процентному содержанию углерода?

## Критерии оценки практической работы № 2Анализ диаграммы «железо - углерод»

**5 «отлично»** студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий в соответствии с заданием; полностью выполнил задания в отчете, ответил на все контрольный вопросы.

**Контрольные вопросы:**

- правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий;

- строит ответ по собственному плану, сопровождает ответ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации;

- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин

**4 «хорошо»** студент выполнил требования к оценке "отлично", но не ответил на контрольные вопросы. Либо допущены 5-6 недочетов в выполнении заданий отчета.

**3 «удовлетворительно»** студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в целом оформил отчет, в ходе подготовки отчета были допущены ошибки, не ответил на контрольные вопросы.

**2 «неудовлетворительно»** студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; не подготовил отчет в соответствии с заданием и не ответил на контрольные вопросы.

# Практическая работа № 3 Маркировка сталей.

**Тема:** Маркировка сталей.

**Цель работы:** ознакомление с основными марками сталей, их назначением и применением

**Оборудование:** Методическое пособие к практической работе; конспекты рабочей тетради

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.

2. Заполнить таблицу

3. Ответить на контрольные вопросы.

**1. Краткие теоретические сведения.**

**Сталями** называют сплавы железа с углеродом (+ разные примеси), в которых углерода содержится не более 2,14%.

**Углеродистые стали**

*Конструкционные углеродистые стали*. Разделяются на стали обыкновенного качества и качественные. В обозначении марок стали углеродистой обыкновенного качества (ГОСТ 380-2005) входят символы **Ст, обозначающий сталь, и цифры от 0 до 6 – условный номер марки** в зависимости от химического состава стали и механических свойств. Чем больше условный номер, тем выше прочность и ниже пластичность.

Сталь углеродистую обыкновенного качества выпускают следующих марок: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6.

Например: Ст3 - сталь конструкционная, углеродистая, обыкновенного качества, условный номер которой 3.

В обозначении марки стали конструкционной углеродистой качественной (ГОСТ 1050-88) цифры указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Выпускают такую сталь следующих марок: 05; 08; 10; 15; 20; 25; 30; …60.

Например: Сталь 15 - конструкционная, углеродистая, качественная, содержащая в среднем 0,15% углерода.

*Инструментальные углеродистые стали* (ГОСТ 1435-99). В обозначении марок этих сталей на первом месте ставят букву У (углеродистые). Цифры, следующие за буквами, указывают среднее содержание углерода в десятых долях процента.

Различают качественную и высококачественную инструментальную сталь. Марки инструментальной углеродистой стали:

* качественной – сталь У7, У8, У9, У10, У12;
* высококачественной – У7А, …У12А.

Например: У10А - инструментальная, углеродистая, высококачественная сталь, которая содержит в среднем 1% углерода.

**Легированные стали (ГОСТ 4543-71)**

В основу обозначения марок легированных сталей положена буквенно-цифровая система: 40ХН, 20Х2Н4А, Х12, 9ХФ.

Легирующие элементы обозначают русскими буквами

Б – ниобий; П – фосфор;

В – вольфрам; С – кремний;

Г – марганец; Т – титан;

Д – медь; Ф – ванадий;

К – кобальт; Х – хром;

М – молибден; Ц – цирконий;

Н – никель; Ю – алюминий;

А – азот (если буква стоит Р – бор (если буква стоит

не в начале и не в конце марки); не в начале марки)/

Первые цифры, стоящие перед буквой, показывают среднее содержание углерода: если две или три цифры – в сотых долях процента (сталь 15ХФ, 110Г13Л), одна – в десятых долях процента (сталь 9ХС). Если первых цифр нет, то это значит, что углерода в стали около 1% (сталь Х12М).

Цифры стоящие после букв, обозначающих легирующий элемент, указывают среднее содержание данного элемента в целых единицах процента (сталь 12Х2Н4). Если за буквой отсутствует цифра, значит содержания данного элемента около 1% (сталь 30ХГС).

Буква А в конце, как и для углеродистой, стали, обозначает высококачественную сталь (30ХГСН2А), буква Л - литейную (сталь 110Г13Л).

Например: сталь 30ХГСН2А - конструкционная, легированная, высококачественная, содержащая 0,3% углерода, 1% хрома, 1% марганца, 1% кремния, 2% никеля.

**Инструментальные легированные стали** **(ГОСТ 5950 – 2000)**

К этой группе относятся, стали марок 9ХС, Х12М, 9ХФ, Х12Ф, Х, 7Х3, В2Ф. В обозначении марок первые цифры показывают среднее содержание углерода в десятых долях процента. Если первых цифр (перед буквами) нет, содержание углерода около 1%.

Принципы расшифровки остальных букв и цифр этих марок изложены выше.

Например: сталь 9Х5ВФ означает инструментальная, легированная, качественная, содержащая 0,9% углерода, 5% хрома, 1% вольфрама, 1% ванадия.

**МАРКИРОВКА ЧУГУНОВ**

**Чугунами** называют сплавы железа с углеродом, в которых углерода свыше 2%. В зависимости от формы графита (графит – 100% углерод) различают серые, ковкие и высокопрочные чугуны.

*Серый чугун* (ГОСТ 1412-85) маркируют буквами СЧ, после которых указывают цифры, соответствующие пределу прочности (σb ) при растяжении (МПа 10-1). Марки серого чугуна: СЧ10, СЧ15, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35.

Например: СЧ20 означает серый чугун, характеризующий пределом прочности при растяжении (200МПа х10-1).

*Ковкий чугун* (ГОСТ 1215-79) маркируется буквами КЧ, после которых указывают два числа: первое соответствует пределу прочности (σb ) при растяжении МПа х10-1, второе – относительному удлинению (%, ε). Марки ковких чугунов: КЧ30-6, КЧ33-8, … КЧ80-1,5.

Например: КЧ35-10 - ковкий чугун, характеризующийся пределом прочности при растяжении 350МПа х10-1 и относительным удлинением 10%.

*Высокопрочный чугун* (ГОСТ 7293-85) маркируют буквами ВЧ и цифрами аналогично серому чугуну. Марки высокопрочных чугунов: ВЧ35, ВЧ40, … ВЧ100.

**МАРКИРОВКА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

*Алюминиевые сплавы* имеют буквенно-цифровую систему обозначения марок. Буквы означают соответствующую группу, а цифры указывают или номер сплава, или содержание основного легирующего элемента.

Алюминиевые сплавы подразделяют на пять групп:

1. деформируемые (обрабатываемые давлением);
2. высокой прочности (дуралюмины и сплавы типа В95);
3. ковочные;
4. для сварных конструкций;
5. литейные (силумины).

*Дуралюмин* расшифровывают как твёрдый алюминий. Это сплав Al, Cu, Mg, Mr, Si, Fe. Марки дуралюминов: Д1, Д16, Д18, Д20 и т.д.

Буква Д означает дуралюмин, цифра – порядковый номер сплава.

*Литейные алюминиевые сплавы* (силумины) маркируют в соответствии с ГОСТом 1583-93 буквами АЛ (алюминиевый литейный) и числом, соответствующим номеру сплава. Марки силуминов: АЛ2, АЛ3, АЛ4, … АЛ32.

Например: АЛ28 означает алюминиевый литейный сплав (силумин) с условным номером 28

**МАРКИРОВКА МЕДНЫХ СПЛАВОВ**

В медных сплавах основные компоненты обозначают русскими буквами:

А – алюминий; О – олово;

Б – бериллий; С – свинец;

Ж – железо; Су – сурьма;

К – кремний; Т – титан;

Мц – марганец; Ф – фосфор;

Н – никель; Ц – цинк.

В промышленности наиболее распространёнными медными сплавами являются латуни и бронзы. В начале обозначения марки латуни указывают букву Л, бронзы – Бр. Буква Л в конце марки означает литейная. В марках всех литейных латуней и некоторых литейных бронз букву Л в конце марки опускается.

**Латуни**

*Латунями* называют сплавы меди с цинком (Cu + Zn). Кроме цинка могут быть введены и другие (легирующие) элементы: Fe, Mn, Al, Sn, Ni, Si, Pb.

В зависимости от назначения (технологических свойств) различают латуни:

* обрабатываемые давлением (ГОСТ 15527-2004);
* литейные (ГОСТ 17711-93).

У каждого вида латуней свой способ маркировки.

*Латуни, обрабатываемые давлением*, разделяют на латуни простого и сложного химического состава. В марках латуней простого химического состава (Cu+Zn) после буквы Л указывают цифры, соответствующие среднему содержанию меди в сплаве.

Например: Л60 - латунь, обрабатываемая давлением, содержащая в среднем 60% меди.

В марках латуней сложного химического состава (кроме Cu+Zn имеются другие компоненты) после буквы Л указывают буквы, обозначающие добавки, затем цифры, соответствующие среднему содержанию (%) меди и компонентов в последовательности написания букв. Между цифрами ставят тире, между буквами нет.

Например: ЛЖМц 59-1-1 - латунь, обрабатываемая давлением, содержащая в среднем 59% меди, 1% железа, 1% марганца.

*Латуни литейные*. Маркировка латуней литейных аналогична маркировке легированных сталей, т.е. после Л указывают букву, обозначающую компонент, а за ней цифры, соответствующие среднему содержанию его в сплаве.

Например: ЛЦ40Мц3А означает марка латуни литейная, содержащая в среднем 40% цинка, 3% марганца, 1% алюминия.

**Бронзы**

*Бронзы* – это сплавы меди с оловом (Cu+Sn). Кроме олова вводится Fe, Ni, Mn, Pb, Zn, P, Sb, Be и т.д. Ввиду дефицитности олова производят безоловянистые бронзы. В зависимости от назначения (технологических свойств) бронзы, как и латуни, делят на два вида:

• обрабатываемые давлением оловянные (ГОСТ 5017-2006) и

безоловянные (ГОСТ 18175-78);

• литейные оловянные (ГОСТ 613-79) и безоловянные (ГОСТ 493-79).

Маркировка бронз аналогична маркировке соответствующих видов латуней (литейных и обрабатываемых давлением).

Например: БрОЦ 4-3 – бронза, обрабатываемая давлением, оловянная, содержащая в среднем 4% олова, 3% цинка; БрКН 1-3 – бронза, обрабатываемая давлением, безоловянная, содержащая в среднем 1% кремния, 3% никеля; Бр05С25 – бронза, литейная, оловянная, содержащая в среднем 5% олова, 25% свинца; БрА11Ж6Н6 – бронза, литейная, безоловянная, содержащая в среднем 11% алюминия, 6% железа, 6% никеля.

1. **Содержание отчета**
2. Выполнить задание

А) Расшифровать марки углеродистых сталей: Ст5, Ст 25, У8, У12А

Расшифровать марки легированных сталей: 20Х2Н4А , 9ХС, 7Х3

Расшифровать марки: ВЧ100, Д16, АЛ22, БрО5С25, МА8, Л60, МЛ12

Б) Из приведенных букв и цифр составьте марки сталей: **У, Х, М, 20, 11, Х, 13, 15, Р, 5, К, Х, 5, 6, Ш, 9.** Одну и ту же букву и цифру нельзя использовать дважды

1. контрольные вопросы:
2. Какое содержание углерода в стали обеспечивает хорошую ее свариваемость?
3. В чем особенность химического состава коррозионностойких сталей?
4. Каково основное достоинство таких сталей?

## 3.1 Критерии оценки практической работы № 3 Маркировка сталей.

**5 «отлично»** студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий в соответствии с заданием; полностью выполнил тест-задания, ответил на все контрольный вопросы.

**Контрольные вопросы:**

- правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий;

- строит ответ по собственному плану, сопровождает ответ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации;

- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин

**4 «хорошо»** студент выполнил требования к оценке "отлично", но не ответил на контрольные вопросы. Либо допущены 25-30% в выполнении тест-отчета.

**3 «удовлетворительно»** студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в целом выполнил тест-задание, в ходе выполнения были допущены ошибки, не ответил на контрольные вопросы.

**2 «неудовлетворительно»** студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; не выполнил 50% тест-задание и не ответил на контрольные вопросы.

# 4. Практическая работа № 4 Микроанализ цветных металлов и их сплавов

**Тема:** Микроанализ цветных металлов и их сплавов.

**Цель работы:** изучить структуру цветных металлов и сплавов.

**Оборудование:** Методическое пособие к практической работе; конспекты рабочей тетради

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.

2. Заполнить таблицу

3. Ответить на контрольные вопросы.

**1. Краткие теоретические сведения.**

***1. Алюминий и его сплавы***

Алюминий — металл серебристо-белого цвета, харак­теризуется низкой плотностью 2,7 г/см3, высокой элек­тропроводностью, температура плавления 660°С. Меха­нические свойства алюминия невысокие, поэтому в чистом виде как конструкционный материал применя­ется ограниченно.

Для повышения физико-механических и технологи­ческих свойств алюминий легируют различными эле­ментами Cu, Mg, Si, Zn. Железо и кремний являются постоянными примесями алюминия.

В зависимости от содержания постоянных примесей различают:

- алюминий особой чистоты марки А 999 (0,001 % примесей);

- алюминий высокой чистоты — А 935, А 99, А 97, А 95 (0,005-0,5 % примесей);

- технический алюминий — А 85, А 8, А 7, А 5, А 0 (0,15-0,5% примесей).

Технический алюминий выпускают в виде полуфаб­рикатов для дальнейшей переработки в изделия. Алю­миний высокой чистоты применяют для изготовления фольги, токопроводящих и кабельных изделий.

К неупрочняемым термической обработкой относятся сплавы:

- алюминия с марганцем марки АМц;

- алюминия с магнием марок АМг, АМгЗ, АМг5В, АМг5П, АМг6.

Эти сплавы обладают высокой пластичностью, кор­розионной стойкостью, хорошо штампуются и сварива­ются, но имеют невысокую прочность. Из них изготов­ляют бензиновые баки, проволоку, заклепки, а также сварные резервуары для жидкостей и газов, детали ва­гонов.

К упрочняемым термической обработкой относятся несколько групп сплавов.

**Сплавы нормальной прочности**. К ним относятся спла­вы системы Алюминий + Медь + Магний (дюралимины), которые маркируются буквой «Д». Дюралимины (Д1, Д16, Д18) характеризуются высокой прочностью, доста­точной твердостью и вязкостью.

Дюралимины широко используются в авиастроении: из сплава Д1 изготовляют лопасти винтов, из Д16 — несущие элементы фюзеляжей самолетов, сплав Д18 — один из основных заклепочных материалов.

**Высокопрочные сплавы алюминия** (В93, В95, В96) от­носятся к системе Алюминий + Цинк + Магний + + Медь. В качестве легирующих добавок используют марганец и хром, которые увеличивают коррозионную стойкость и эффект старения сплава.

Высокопрочные сплавы по своим прочностным по­казателям превосходят дюралимины, однако менее пла­стичны и более чувствительны к концентраторам напря­жений (надрезам). Из этих сплавов изготовляют высоконагруженные наружные конструкции в авиа­строении — детали каркасов, шасси и обшивки.

**Жаропрочные сплавы алюминия** (АК 4-1, Д 20) име­ют сложный химический состав, легированы железом, никелем, медью и другими элементами. Детали из жаропрочных сплавов используются после закалки и искусственного старения и могут эксплуатироваться при температуре до 300°С.

**Сплавы для ковки и штамповки** (АК 2, АК 4, АК 6, АК 8) относятся к системе Алюминий + Медь + Маг­ний с добавками кремния. Сплавы применяют для изготовления средненагружен­ных деталей сложной формы (АК 6) и высоконагружен­ных штампованных деталей — поршни, лопасти винтов, крыльчатки насосов и др.

**Литейные сплавы**. Для изготовления деталей методом литья применяют алюминиевые сплавы систем Al-Si, Al-Cu, Al-Mg. Для улучшения механических свойств сплавы титаном, бором, ванадием. Главным достоинством литейных сплавов является вы­сокая жидкотекучесть, небольшая усадка, хорошие механические свойства.

**Сплавы алюминия с кремнием** (силумины) получили наибольшее распространение среди алюминиевых ли­тейных сплавов в силу своих высоких литейных свойств и хороших механических и технологических характери­стик. Силумины (марок АЛ2, АЛ4, АЛ9) обладают до­статочной прочностью, хорошо обрабатываются резанием, легко свариваются, сопротивляются коррозии и устойчивы к образованию горячих трещин. Из этих сплавов изготавливают: корпуса агрегатов и приборов, компрессоров, блоки двига­телей, поршни цилиндров.

**Сплавы алюминия с магнием** (магналины) - АЛ 8, АЛ13, АЛ27, АЛ29 обладают наиболее высокой коррозионной стойкостью и более высокими механическими свойствами после термической обработки по сравнению с другими алюминиевыми сплавами, но литейные свой­ства их низкие.

Из сплавов АЛ 8 и АЛ 13 изготавливают подверженные кор­розионным воздействиям детали морских судов, а так­же детали, работающие при высоких температурах (головки цилиндров мощных двигателей воздушного охлаждения).

**Сплавы алюминия с медью** – АЛ7, АЛ12, АЛ19 обла­дают невысокими литейными свойствами и понижен­ной коррозионной стойкостью, но высокими механи­ческими свойствами.

Сплав АЛ7 применяют для изготовления отливок несложной формы, работающих с большими напряжениями (головки цилиндров маломощных двигателей воздушного охлаждения).

**Сплавы алюминия, меди и кремния** - AJI3, АЛ4, АЛ6 характеризуются хорошими литейными свойствами, но коррозионная стойкость их невысокая.

Эти сплавы широко применяют для изготовления от­ливок корпусов, арматуры и мелких деталей, корпусов карбю­раторов и арматуры бензиновых двигателей.

**Сплавы алюминия, цинка и кремния** — типичный пред­ставитель сплав АЛ11 (цинковый силумин), обладаю­щий высокими литейными свойствами. Используется для изготовления отливок сложной формы — картеров, блоков двигателей внутреннего сго­рания.

**Подшипниковые алюминиевые сплавы**.

Сплавы алюминия с сурьмой, медью и другими эле­ментами. Сплав САМ, содержащий сурьму до 6,5 % и 0,3-0,7% магния - хорошо работает при высоких нагрузках и больших скоростях в ус­ловиях жидкостного трения. По антифрикционным свойствам он близок к свинцовой бронзе, но превосходит ее по коррозионной стойкости и технологичности. Сплав приме­няют для изготовления вкладышей подшипников коленчатого вала автомобильных двигателей.

Сплавы алюминия с оловом и медью А020-1 (20 % олова и до 1,2 % меди) и А09-2 (9 % олова и 2 % меди). Они хорошо работают в условиях полужидкостного и сухого трения и по своим анти­фрикционным свойствам близки к баббитам. Их используют в автомобилестроении и общем машиностроении.

Сплав алюминия с сурьмой и свинцом - АСС-6-5 содержит в своем составе 5 % свин­ца, что придает ему высокие противозадирные свойства. Подшипники скольжения из сплавов АСМ и АСС-6-5 применяют взамен бронзовых в дизельных двигателях. Из алюминиевых сплавов, легированных оловом, изготовляют тяжелонагруженные подшипники сколь­жения.

Алюминиевые сплавы характеризуются более высо­ким коэффициентом теплового расширения, чем чугу­ны и стали. Поэтому более широкое распространение получили биметаллические материалы, представляющие собой слой алюминиевого сплава, нанесенный на стальное основание. Такие биметаллы обеспечивают надежную работу узлов трения при больших нагрузках 30 МПа) и высоких скоростях скольжения (до 20 м/с).

Материалы из **спеченных алюминиевых порошков** (САП) состоят из мельчайших частичек алюминия и его оксида Al2O3. Порошок для спекания получают из тех­нически чистого алюминия, распылением с последую­щим измельчением гранул в шаровых мельницах.

Технологический процесс получения изделий из САП состоит из операций изготовления заготовок и последующей механической обработки. Заготовки полу­чают брикетированием (холодным или с подогревом) порошка с последующим спеканием при и давлениях 260—400 МПа.

Спеченные алюминиевые порошки (марок САП-1 - САП-4) применяют для изготовления деталей повышен­ной прочности и коррозионной стойкости, эксплуати­руемых при рабочих температурах до 500°С.

**Спеченные алюминиевые сплавы** (САС) получают из порошков алюминия с небольшим содержанием легированных железом, никелем, хромом, марганцем, медью и другими элементами. Представителем этой группы материалов является САС-1, содержащий 25—30 % Si и 7 % Ni, применяемый взамен более тяжелых материалов в приборо- и маши­ностроении.

***2. Медь и ее сплавы.***

Медь в чистом виде имеет красный цвет, темпе­ратура плавления меди 1083°С, плотность 8,92 г/см3.

Выпускают медь следующих марок:

- катодная - МВ4к, МООк, МОку, М1к;

- бескислородная - МООб, МОб, М1б;

- катодная переплавленная – М1у;

- раскисленная — М1р, М2р, МЗр, МЗ.

По содержанию примесей различают марки меди:

- МОО (99,99 % Сu),

- МО (99,95 % Сu),

- M1 (99,9 % Сu),

- М2 (99,7 % Сu),

- МЗ (99,50 % Сu).

Главными достоинствами меди являются высокие тепло- и электропро-водность, пластичность, коррозионная стойкость в сочетании с достаточно высокими механическими свойствами. К недостаткам меди относят низкие литей­ные свойства и плохую обрабатываемость резанием.

Легирование меди осуществляется с целью придания сплаву требуемых механических, технологических, ан­тифрикционных и других свойств.

Химические элементы­, используемые при легировании, обозначают в мар­ках медных сплавов следующими индексами:

А — алюминий; Внм — вольфрам; Ви — висмут; В — ванадий; Км — кадмий; Гл галлий; Г— германий; Ж — железо; Зл — золото; К — кобальт; Кр — кремний; Мг - магний; Мц — марганец; М — медь; Мш — мы­шьяк; Н -никель; О — олово; С — свинец; Сн - селен; Ср серебро; Су — сурьма; Ти — титан; Ф — фосфор; Ц — цинк.

Широкое применение получи­ли следующие сплавы на основе меди.

**Латуни** — сплавы меди, в которых главным легирую­щим элементом является цинк. В зависимости от содер­жания легирующих компонентов различают:

- простые (двойные) латуни;

- многокомпонентные (легированные) латуни.

Простые латуни маркируют буквой «Л» и цифрами, показывающими среднее содержание меди в сплаве. Например, сплав Л 90 — латунь, содержащая 90 % меди, остальное — цинк.

В марках легированных латуней группы букв и цифр, стоящих после них, обозначают легирующие элементы и их содержание в процентах. Например, сплав ЛАН КМц 75-2-2,5-0,5-0,5 — латунь алюминиевоникелькремнисто-марганцевая, содержащая 75 % меди, 2 % алю­миния, 2,5 % никеля, 0,5 % кремния, 0,5 % марганца, остальное - цинк.

В зависимости от основного легирующего элемента различают следующие виды латуней.

Алюминиевые латуни — ЛА 85-0,6, ЛА 77-2, ЛАМш 77-2-0,05 обладают повышенными механическими свойствами и коррозионной стойкостью.

Кремнистые латуни — ЛК 80-3, ЛКС 65-1,5-3 и дру­гие отличаются высокой коррозионной стойкостью в атмосферных условиях и в морской воде, а также высо­кими механическими свойствами.

Марганцевые латуни — ЛМц 58-2, ЛМцА 57-3-1, де­формируемые в горячем и холодном состоянии, облада­ют высокими механическими свойствами, стойкие к коррозии в морской воде и перегретом паре.

Никелевые латуни —ЛН 65-5 и другие имеют высо­кие механические свойства, хорошо обрабатываются давлением в горячем и холодном состоянии.

Оловянистые латуни —ЛО 90-1, ЛО 70-1, ЛО 62-1 отличаются повышенными антифрикционными свой­ствами и коррозионной стойкостью, хорошо обрабаты­ваются.

Свинцовые латуни — ЛС 63-3, ЛС 74-3, ЛС 60-1 ха­рактеризуются повышенными антифрикционными свойствами и хорошо обрабатываются резанием. Сви­нец в этих сплавах присутствует в виде самостоятельной фазы, практически не изменяющей структуры сплава.

**Бронзы** — это сплавы меди с оловом и другими эле­ментами (алюминий, кремний, марганец, свинец, бе­риллий).

Бронзы маркируют буквами «Бр», правее ставятся буквенные индексы элементов, входящих в состав. За­тем следуют цифры, обозначающие среднее содержание элементов в процентах (цифру, обозначающую содержа­ние меди в бронзе, не ставят). Например, сплав марки БрОЦС 5-5-5 означает, что бронза содержит олова, свинца и цинка по 5 %, остальное — медь (85 %).

Оловянные бронзы обладают высокими антифрикци­онными свойствами, нечувствительны к перегреву, мо­розостойки, немагнитны.

Для улучшения качества оловянные **бронзы легиру­ют**. Легирование **фосфором** повышает механи­ческие, технологические, антифрикционные свойства оловянных бронз. Введение **никеля** способствует повы­шению механических и противокоррозионных свойств. При легировании **свинцом** увеличивается плотность бронз, улучшаются их антифрикционные свойства и обрабатываемость резанием, однако заметно снижают­ся механические свойства. Легирование **цинком** улуч­шает технологические свойства. Введение **железа** (до 0,09 %) способствует повышению механических свойств бронз, однако с увеличением степени легирования рез­ко снижаются их коррозионная стойкость и технологи­ческие свойства.

Деформируемые оловянные бронзы содержат до 8 % олова. Эти бронзы используют для изготовления пру­жин, мембран и других деформируемых деталей. Литей­ные бронзы содержат свыше 6 % олова, обладают высо­кими антифрикционными свойствами и достаточной прочностью; их используют для изготовления ответ­ственных узлов трения (вкладыши подшипников сколь­жения).

Специальные (безоловянные) бронзы включают в свой состав алюми­ний, никель, кремний, железо, бериллий, хром, свинец и другие элементы. Алюминиевые бронзы обладают высокими механиче­скими, антифрикционными и противокоррозионными свойствами.

Кремнистые бронзы характеризуются высокими анти­фрикционными и упругими свойствами, коррозионной стойкостью. Кремнистые бронзы применяют взамен оловянных для изготовления антифрикционных дета­лей, пружин, мембран приборов и оборудования.

Свинцовые бронзы используют в парах трения, экс­плуатируемых при высоких относительных скоростях перемещения деталей.

Бериллиевые бронзы отличаются высокими прочнос­тными свойствами, и к воздействию коррозионных сред. Они обеспечивают работоспособность изделий при повышенных темпера­турах (до 500°С).

**Сплавы меди с никелем** подразделяют на конструкци­онные и электротехнические.

Куниали (медь-никель-алюминий) содержат 6—13 % Ni, 1,5—3 % А1, остальное — медь. Куниали служат для изготовления деталей повышенной прочно­сти, пружин и ряда электротехнических изделий.

Нейзильберы (медь-никель-цинк) содержат 15 % Ni, 20% Zn, остальное - медь. Они имеют белый цвет, близкий к цвету серебра. Нейзильберы хорошо сопро­тивляются атмосферной коррозии. Их применяют в приборостроении и производстве часов.

Мельхиоры (медь-никель и небольшие добавки железа и марганца - до 1 %) обладают высокой коррозионной стойкостью. Их применяют для изготовления теплооб­менных штампованных и чеканных изделий.

Копель (медь-никель-марганец) содержат 43 % Ni, 0,5Mn, остальное — медь. Это специальный сплав с вы­соким удельным электросопротивлением, используемый для изготовления электронагревательных элементов.

***3. Титан и его сплавы***

Титан — серебристо-белый металл низкой плотнос­ти (4,5 г/см3) с высокими механической прочностью, коррозионной и химической стойкостью. Температура плавления титана 1660 0С, с углеродом он образует очень твердые карбиды. Титан удовлетворительно куется, про­катывается и прессуется.

Для получения сплавов титана с заданными механи­ческими свойствами его легируют различными элемен­тами. **Алюминий** повышает жаропрочность и механи­ческую прочность титана. **Ванадий, марганец, молибден и хром** повышают жаропрочность титановых сплавов.

Деформируемые титановые сплавы по механической прочности выпускаются под марками:

- низкой прочности — ВТ 1;

- средней прочности — ВТ 3, ВТ 4, ВТ 5;

- высокой прочности ВТ 6, ВТ 14, ВТ 15.

***4. Магний и его сплавы***

Магний— самый легкий (плотность 1,74 г/см3) из технических цветных металлов, серебристого цвета, тем­пература плавления 6500С. При температуре, немногим более температуры плавления, легко воспламеняется и горит ярко-белым пламенем.

Главным достоинством магния как машинострои­тельного материала являются низкая плотность, техно­логичность. Однако его коррозионная стойкость во влажных средах, кислотах, растворах солей крайне низ­ка. Чистый магний практически не используют в каче­стве конструкционного материала из-за его недостаточ­ной коррозионной стойкости. Он применяется в качестве легирующей добавки к сталям и чугунам и в ракетной технике при создании твердых топлив.

Эксплуатационные свойства магния улучшают леги­рованием марганцем, алюминием, цинком и другими элементами. Легирование способствует повышению коррозионной стойкости (Zr, Mn), прочности (Al, Zn, Mn, Zr), жаропрочности (Th) магниевых сплавов, сни­жению окисляемости их при плавке, литье и термооб­работке.

Маркировка магниевых сплавов состоит из буквы, обозначающей соответственно сплав (М), буквы, ука­зывающей способ технологии переработки (А — для де­формируемых, Л — для литейных), а также цифры, обо­значающей порядковый номер сплава.

Деформируемые магниевые сплавы МА1, MA2, МАЗ, МА5, МА8 применяют для изготовления полуфабрика­тов — прутков, труб, полос и листов, а также для штам­повок и поковок.

Литейные магниевые сплавы МЛ1, МЛ2, МЛЗ, МЛ4, МЛ5, МЛ6 нашли широкое применение для производ­ства фасонных отливок. Некоторые сплавы МЛ приме­няют для изготовления высоконагруженных деталей в авиационной и автомобильной промышленности: кар­теры, корпуса приборов, колесные диски, фермы шас­си самолетов.

Ввиду низкой коррозионной стойкости магниевых сплавов изделия и детали из них подвергают оксидиро­ванию с последующим нанесением лакокрасочных по­крытий.

***5. Баббиты и припои***

5.1. Баббиты — антифрикционные материалы на основе олова и свинца. В состав баббитов вводятся легирующие элементы, придающие им специфические свойства: **медь** увеличивает твердость и ударную вязкость; **ни­кель** — вязкость, твердость, износостойкость; **кадмий** — прочность и коррозионную стойкость; **сурьма** — проч­ность сплава.

Баббиты применяют для заливки вкладышей подшип­ников скольжения, работающих при больших окружных скоростях и при переменных и ударных нагрузках.

Обозначения баббитов зависит от их химического состава:

- оловянные (Б83, Б88);

- оловянно-свинцовые (БС6, Б16);

- свинцовые (БК2, БКА).

В марках баббитов цифра показывает содержание олова. Например, баббит БС6 содержит по 6 % оловаисурьмы, остальное — свинец.

Лучшими антифрикционными свойствами обладают оловянные баббиты. Баббиты на основе свинца имеют несколько худшие антифрикционные свойства, чем оловянные, но они дешевле и менее дефицитны.

Подшипники скольжения из баббитов изготовляют в виде биметаллических деталей (вкладышей). Для уско­рения приработки на их рабочую поверхность наносят слой (0,007—0,05 мм) сплава на оловянной или свинцо­вой основах. Повышение темпе­ратуры в рабочей зоне свыше 70°С вызывает резкое па­дение износостойкости баббитовых – это определяет температурный режим работы двигателей.

5.2. Припои — это металлы или сплавы, используемые при пайке в качестве промежуточного металла (связки) между соединяемыми деталями.

Припои имеют более низкую температуру плавления, чем соединяемые ме­таллы. Незначительный нагрев, а вследствие этого от­сутствие изменения структуры соединяемых металлов являются основным преимуществом пайки в сравнении со сваркой.

По температуре расплавления припои подразделяют:

а)- легкоплавкие (140-450 0С):

Оловянно-свинцовые припои (ПОС-30, ПОС-61) широко применяются во всех отраслях промышленности. Однако они имеют низкую коррозионную стойкость во влажной среде. В таких случаях паяные соединения необходимо защи­щать лакокрасочными покрытиями.

Сурьмянистые припои (ПОССу-4-6) применяются при пайке и лужении в автомобильной промышленно­сти.

Легкоплавкие пастообразные припои обычно состоят из трех частей: порошкообразного припоя, флюса и за­густителя. Например, паста ПорПОССу-30-2 имеет со­став: 70% непосредственно припоя; 20% вазелина; 1,2% бензойной кислоты; 1,2% хлористого аммония и 0,6% эмульгатора ОП-7. Такие пастообразные припои применяют для пайки стальных, медных и никелевых изделий сложной формы и имеющих вертикальные швы.

б) - среднеплавкие (450-110 0С):

Медно-цинковые припои (латуни) широко применяют для пайки большинства металлов. Припоями марок ПМЦ-54, Л63, Л68 пользуются при пайке стали, жести, медных сплавов. Припой Мц-48-10 - для пайки чугуна.

в) - тугоплавкие (1100 -1480 0С):

Тугоплавкие порошкообразные припои применяют для закрепления твердосплавных пластин на режущем ин­струменте (сверла, резцы и т. п.). Припой состава: 40 % ферромарганца; 10% ферросилиция; 20 % чугунной и 5 % медной стружки; 15 % толченого стекла — плавит­ся при температуре 1190-1300 0С.

1. **Содержание отчета**
2. заполнить таблицу

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Краткая характеристика | Область применения |
| 1 | Алюминий и его сплавы |  |  |
| 2 | Медь и ее сплавы. |  |  |
| 3 | Титан и его сплавы |  |  |
| 4 | Магний и его сплавы |  |  |
| 5 | Баббиты и припои |  |  |

1. контрольные вопросы:
2. Как улучшают эксплуатационные свойства магния?
3. Что применяют для улучшения качества оловянные бронзы?
4. Какая температура плавления меди?

## 4.1 Критерии оценки практической работы № 4 Микроанализ цветных металлов и их сплавов.

**5 «отлично»** студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий в соответствии с заданием; полностью выполнил тест-задания, ответил на все контрольный вопросы.

**Контрольные вопросы:**

- правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий;

- строит ответ по собственному плану, сопровождает ответ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации;

- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин

**4 «хорошо»** студент выполнил требования к оценке "отлично", но не ответил на контрольные вопросы. Либо допущены 25-30% в выполнении тест-отчета.

**3 «удовлетворительно»** студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в целом выполнил тест-задание, в ходе выполнения были допущены ошибки, не ответил на контрольные вопросы.

**2 «неудовлетворительно»** студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; не выполнил 50% тест-задание и не ответил на контрольные вопросы.

# Практическая работа № 5 Полимеры и пластические массы. Номенклатура конструкционных материалов.

**Тема:** Полимеры и пластические массы, Номенклатура конструкционных материалов. Применение пластмасс при ремонте автомобилей

**Цель работы:** изучить классификацию, структуру и области применения

**Оборудование:** Методическое пособие к практической работе; конспекты рабочей тетради

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.

2. Заполнить таблицу

3. Ответить на контрольныевопросы.

**1. Краткие теоретические сведения.**

**1. Полимеры и пластические массы.**

**Полимеры** – высокомолекулярные вещества с очень большой молекулярной массой 105 … 107 атомных единиц массы (а.е.м.). Основа структуры полимеров -макромолекулы, которые построены из многократно повторяющихся звеньев – мономеров.

**Пластмассы** – это искусственные материалы, основой которых, т.е. связующим веществом, являются полимеры.

По происхож­дению полимеры разделяют на:

- природные;

- синтетические;

- искусственные.

Типичными представителями природных полимеров являются целлюлоза, крахмал, натуральный каучук.

Синтетические полимеры представляют собой про­дукт синтеза - целенаправленного получения сложных веществ из более простых.

Искусственные полимеры получают путем обработки (модифицирования) природных.

По химическому составу макромолекул различают полимеры:

- органические;

- неорганические;

К органическим полимерам относят соединения, моле­кулы которых содержат атомы углерода, водорода, азо­та, кислорода и серы, входящие в состав главной цепи и боковых групп полимера.

Неорганические полимеры — это соединения, которые не содержат в составе макромолекул атомов углерода.

В процессе получения полимерного соединения мо­номерные звенья выстраиваются в определенную цепь. По характеру строения полимерных цепей различают полимеры линейного, разветвленного и сетчатого (пространственного) стро­ения (рис. 1).

Полимерные материалы могут находиться в четырех физических состояниях:

- кристаллическом;

- стеклообразном;

- высокоэластическом (твердая фаза);

- вязкотекучем (жидкая фаза).

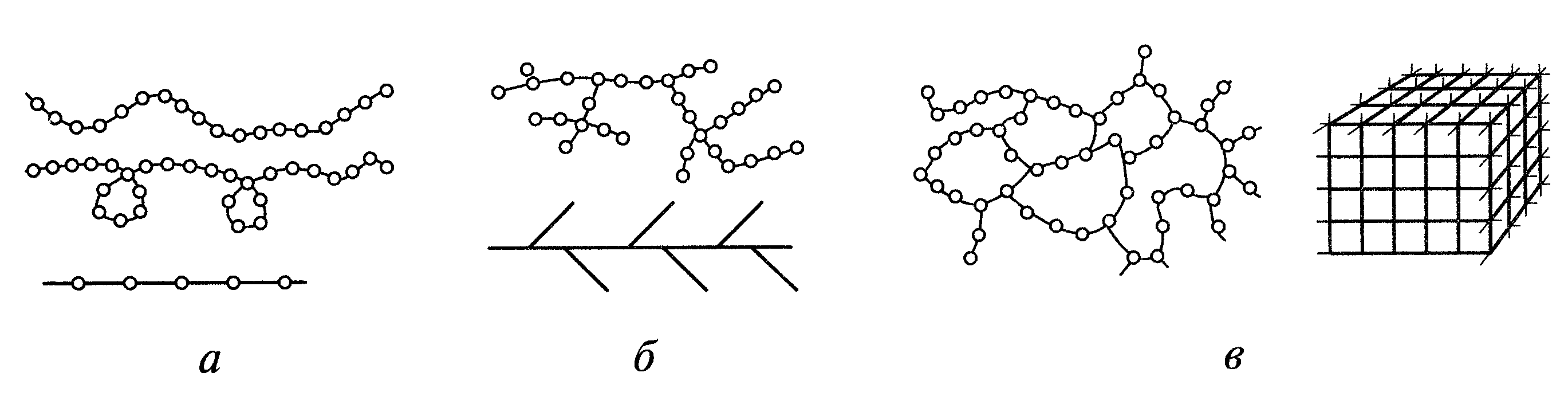


Рис. 1. Схемы строения полимерных цепей:

а — линейных; б— разветвленных; в — сетчатых

Для улучшения свойств полимерных материалов применяют их физическое и химическое модифициро­вание - введение в их состав:

- стабилизаторов;

- пластификаторов;

- отвердителей;

- смазок;

- антипиренов;

- красителей;

- легирующих элементов.

**2. Номенклатура конструкционных материалов.**

**Полиэтилен**. В зависимости от условий полимеризации (давление, вид катализатора, температура) получа­ют продукт различной молекулярной массы.

Различают полиэтилен:

- высокого давления и низкой плотности (ПЭВД и ПЭНП);

- низкого давления и высокой плотности (ПЭНД);

- среднего давления (ПЭСД);

- высокомолекулярный низкого давления (СВМПЭ).

Полиэтилен обладает рядом ценных свойств: влаго- и газонепроницаем, не набухает в воде, эластичен в широком интервале температур, устойчив к действию кислот и щелочей, обладает очень хорошими диэлект­рическими свойствами.

Полиэтилен обладает большей ме­ханической прочностью и жесткостью и используется для изготовления труб, шлангов, листов, пленки, дета­лей радиоаппаратуры, различных емкостей. Литьем давлением изготовляют вентили, краны, зубчатые коле­са, работающие с малой нагрузкой.

Однако ввиду недостаточной механической прочно­сти для изготовления деталей машин его применяют ограниченно. Главный недостаток полиэтилена — его невысокая теплостойкость, изделия из него рекоменду­ется использовать при температурах не выше 80°С.

**Полипропилен** — синтетический полимер, по сравне­нию с полиэтиленом отличается более высокой ударной вязкостью, прочностью, износостойкостью, обладает высокими диэлектрическими свойствами, низкой паро- ­и газопроницаемостью, устойчив к действию кипящей воды и щелочей, но обладает низкой термо- и свето­стойкостью. Применяется для изготовления деталей, ра­ботающих в контакте с агрессивными жидкостями.

**Винипласт**. Достоинствами винипластов являются высокие механические свойства, химическая стойкость, технологичность переработки в изделия, обрабатывае­мость резанием.

Рабочая температура винипласта от 0 до +400С, при резких колебаниях температуры коробится, а при нагре­ве выше 40°С - разупрочняется и теряет жесткость, не горит.

Винипласт выпускают преимущественно в виде лис­тов и профильного проката (труб, уголка и т. п.). Из винипласта изготовляют емкости в химическом машиностроении, корпуса и сепараторы для аккумуля­торных батарей, вентили, клапаны, фитинги для трубо­проводов, детали насосов и вентиляторов и другие из­делия.

**Фторопласты** – полимеры типа политетрафторэтилен (ПТФЭ) - фто­ропласт-3, фто­ропласт-4, тефлон, флюон. Достоинствами фторопластов является высокая стой­кость к воздействию агрессивных сред, в том числе сильных кислот, щелочей. Фторопласты тер­мостойки - температура их интенсивного термоокислительногоразложения составляет 4000С.

Коэф­фициент трения фторопласта-4 в семь раз ниже коэф­фициента трения хорошо полированной стали, что способствует его использованию в машиностроении для трущихся деталей;конден­саторных и электроизоляционных пленок, антифрикци­онных материалов, самосмазывающихся вкладышей подшипников, уплотнительных деталей — прокладок, набивок, работающих в агрессивных средах; труб, гибких шлангов, кранов, тары пищевых продуктов; его исполь­зуют в восстановительной хирургии. Фторопласты также нашли применение для зашиты металла от воздействия агрессивных сред.

**Капрон**. Главным его достоин­ством является сочета­ние высокой прочности, износо-, тепло- и химической стойкости с технологичностью переработки в изделие. Износостойкость капрона в несколько раз выше, чем стали, чугуна и некоторых цветных металлов. Наилуч­шими антифрикционными свойствами обладает капрон с добавлением 3-5 % графита.

Для изготовления деталей из капрона и других поли­амидов наиболее широко используют метод литья под давлением. Например, втулки рессор, крестовины кардана, шкворня поворотной цапфы, а также шестерни приво­да спидометра, масленки подшипника выключения сцепления, краники сливные, кнопки сигнала, рукоят­ки рычага переключения передач и др.

Капрон хорошо обрабатывается резанием, склеивается и сваривается. Из него выполняют детали антифрикционного назначения, подшипники, зубчатые колеса, кронштейны, рукоятки, крышки, корпуса, трубо­проводную арматуру, прокладки, шайбы. Используют по­лиамиды также для изготовления нитей, корда, тканей.

**Полистирол** представляет собой продукт полимериза­ции стирола. Это бесцветный прозрачный материал, обладающий абсолютной водо­стойкостью, высокими электроизоляционными свой­ствами, светостойкостью и твердостью. Полистирол стоек к плесени, к щелочным и кислым средам. Отавное применение полистирола этого вида — детали радиоап­паратуры,

**Полиметилметакрилат** (органическое стекло) обла­дает прозрачностью, твердостью, стойкостью к атмо­сферным воздействиям, многим минеральным и органическим растворителям, высокими электроизоляционными и антикоррозийны­ми свойствами. Он выпускается в виде прозрачных ли­стов и блоков.

Органические стекла выгодно отличаются от мине­ральных низкой плотностью, упругостью, отсутствием хрупкости, более высокой легкой формуемостью в детали сложной формы, простотой механической обработки, а также свариваемостью и склеиваемостью. Однако органические стекла, в отли­чие от минеральных, обладают более низкой поверхно­стной твердостью. Поэтому поверхность органическо­го стекла легко повреждается, и его оптические свойства резко падают. Кроме того, органическое стекло легко воспламеняется.

**Поликарбонаты** обладают высокой прозрачностью и могут быть использованы вместо силикатного стекла. Применяются для изготовления зубчатых колес, втулок, клапанов, кулачков и т. п., а также электроизоляцион­ных деталей. Поликарбонаты перерабатываются в изде­лия всеми способами, применяемыми для изготовленияизделий из термопластов.

**Силиконы** – кремнийорганические полимеры. Важней­шими свойствами применяемых силиконов является высокая термическая стойкость, стойкость к воздей­ствию окислительных и сред, высокие ди­электрические свойства.

На основе силиконов разработаны клеи, лаки, эма­ли, смазки.

Силиконы широко при­меняются в электротехнической промышленности, ма­шино- и авиастроении. Каучуки, модифицированные силиконами, используют для получения морозостойких и теплостойких резин.

**Лавсан** – полиэтилентерефталат - представ­ляет собой сложный полиэфир. ПЭТФ не растворяется в большинстве органических растворителей, имеет высокую температуру плавления стоек к дей­ствию слабых щелочей, смазок, масел, спиртов, эфиров. В основном лавсан применяется в виде пленок и воло­кон, которые получают из расплава.

**Текстолит** — это слоистый полимерный материал, где в качестве наполнителя используется хлопчатобумажная ткань, а в качестве связующего — фенолформальдегид­ная смола.

Текстолит обладает относительно высокой механи­ческой прочностью, малой плотностью, высокими ан­тифрикционными свойствами, к вибрационным нагрузкам, износостойкостью и хоро­шими диэлектрическими свойствами.

Текстолит нашел широкое применение как замени­тель цветных металлов для вкладышей подшипников скольжения, для изготовления зубчатых шестерен в ав­томобилях и других технических изделий для авиа-и машиностроения. Текстолитовые шестерни в отличие от металлических работают бесшумно.

**Гетинакс** - изготовляют горячей прессовкой листов бумаги, пропитанной фенолформальдегидной смолой. Обладает высокими диэлектрическими свойствами, но меньшей, чем текстолит, механической прочностью. Гетинакс применяется для изготовления изоляцион­ных деталей электрооборудования, декоративных мате­риалов для отделочных работ.

**Карболит** представляет собой пластмассу, в которой наполнителем служат древесная мука или глина. Рабочая температура эксплуатации деталей из карболита не дол­жна превышать 800С и их следует оберегать от влаги.

Из карболита изготовляют крышку и ротор прерыва­теля-распределителя, изоляторы катушки зажигания и другие электротехнические детали.

**Эпоксидные смолы** - синтетические полимеры, обла­дающие высокой адгезией к металлам, стеклу, керами­ке и другим материалам. Отвержденные эпоксидные смолы устойчивы к воздействию щелочей, окислителей и большинства неорганических кислот, но разрушают­ся в органических кислотах, углеводородах.

Применяются эпоксидные смолы в качестве связую­щих в композиционных материалах, клеях, лаках.

**Стеклопластики** изготовляют из синтетических смол (связующих) и стеклянного волокна (армирующий, усили­вающий наполнитель). В качестве связующего чаще всего используют эпоксидные, фенолформальдегидные, поли­эфирные и кремнийорганические смолы. Наполнитель — стеклянное волокно толщиной в тысячные доли миллимет­ра пронизывает каждый миллиметр пластмассы.

Стеклопластики обладают особо высокой механиче­ской прочностью, теплостойкостью, хорошими электроизоляционными свойствами и стойкостью против воздействия воды, масел, топлив, разбавленных кислот и многих органических растворителей.

В автомобилестроении из стеклопластиков изготов­ляют кузова и другие крупногабаритные и высоконагруженные­ детали.

**Пенополиуретан** - получают насыщением расплав­ленной смолы вспенивателями, при этом происходит вспенивание полимера. Пенополиуретан ПУ-101, обладающий высокой эластичностью, используется для изготовления автомобильных сидений и спинок.

**Фольгированные пластмассы** представляют собой сло­истый пластик (гетинакс, стеклотекстолит), облицован­ный с одной или двух сторон медной фольгой 35 или 50 мкм. Фольгированные пластмассы имеют специальное на­значение: их применяют при изготовлении плат с печат­ным монтажом в радиоэлектронике, кодовых переключа­телей автомобильной охранной сигнализации, печатных якорей микроэлектродвигателей и других деталей.

**Неорганические полимеры.** Наибольшее практическое применение получи­ли углерод, кремний, германий, бор и селен. Полимер­ная форма углерода -графит используется не только как самостоятельный машиностроительный материал, но и как составляющая композиционных материалов. Гра­фит и материалы на его основе применяют в автомоби­лестроении для изготовления деталей узлов трения (вы­жимной подшипник сцепления), подвижных контактов приборов электрооборудования автомобилей (централь­ный контакт крышки прерывателя-распределителя, щетки генератора и стартера) и др. Кремний использу­ется при изготовлении полупроводниковых приборов. Кристаллический ~~бор~~ представляет собой вещество, по твердости уступающее только алмазу. Его применяют для повышения термостойкости и твердости деталей от­ветственного назначения. Например, для покрытия компрессионных поршневых колец.

1. **Содержание отчета**

1)заполнить таблицу

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Краткая характеристика | Область применения |
| 1 | Полимеры |  |  |
| 2 | Пластмассы |  |  |
| 3 | Полиэтилен |  |  |
| 4 | Полипропилен |  |  |
| 5 | Винипласт |  |  |
| 6 | Фторопласты |  |  |
| 7 | Капрон |  |  |
| 8 | Полистирол |  |  |
| 9 | Полиметилметакрилат |  |  |
| 10 | Поликарбонаты |  |  |
| 11 | Силиконы |  |  |
| 12 | Лавсан |  |  |
| 13 | Текстолит |  |  |
| 14 | Гетинакс |  |  |
| 15 | Карболит |  |  |
| 16 | Эпоксидные смолы |  |  |
| 17 | Стеклопластики |  |  |
| 18 | Пенополиуретан |  |  |
| 19 | Фольгированные пластмассы |  |  |
| 20 | Неорганические полимеры |  |  |

2)контрольные вопросы:

1. На какие виды подразделяются полимеры?
2. В каких физических состояниях могут находиться полимеры?
3. Что входит в состав при улучшении свойств полимерных материалов?

## 5.1 Критерии оценки практической работы № 5 Полимеры и пластические массы, Номенклатура конструкционных материалов.

**5 «отлично»** студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий в соответствии с заданием; полностью выполнил тест-задания, ответил на все контрольный вопросы.

**Контрольные вопросы:**

- правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий;

- строит ответ по собственному плану, сопровождает ответ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации;

- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин

**4 «хорошо»** студент выполнил требования к оценке "отлично", но не ответил на контрольные вопросы. Либо допущены 25-30% в выполнении тест-отчета.

**3 «удовлетворительно»** студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в целом выполнил тест-задание, в ходе выполнения были допущены ошибки, не ответил на контрольные вопросы.

**2 «неудовлетворительно»** студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; не выполнил 50% тест-задание и не ответил на контрольные вопросы.

# 

# Литература

**Основные источники:**

1. Основы материаловедения (металлообработка): Учеб. пособие для нач. проф. образования. (В.Н Заплатин, Ю.ИСаполжков, А.В Дубов и др.); под ред. В.Н Заплатина. – М: ИЦ «Академия», 2012.- 256 с.
2. Овчинников В.В. Основы материаловедения для сварщиков: учебник. - М: ИЦ «Академия», 2014. - 256 с.

**Дополнительные источники:**

1. Соколова Е.Н Материаловедение (металлообработка): раб. тетрадь: учеб. пособие для нач. проф. образования. - М: ИЦ «Академия», 2013. - 96 с.