ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Практическая работа №1. Построение кривых охлаждения

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

Краткие теоретические сведения.

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

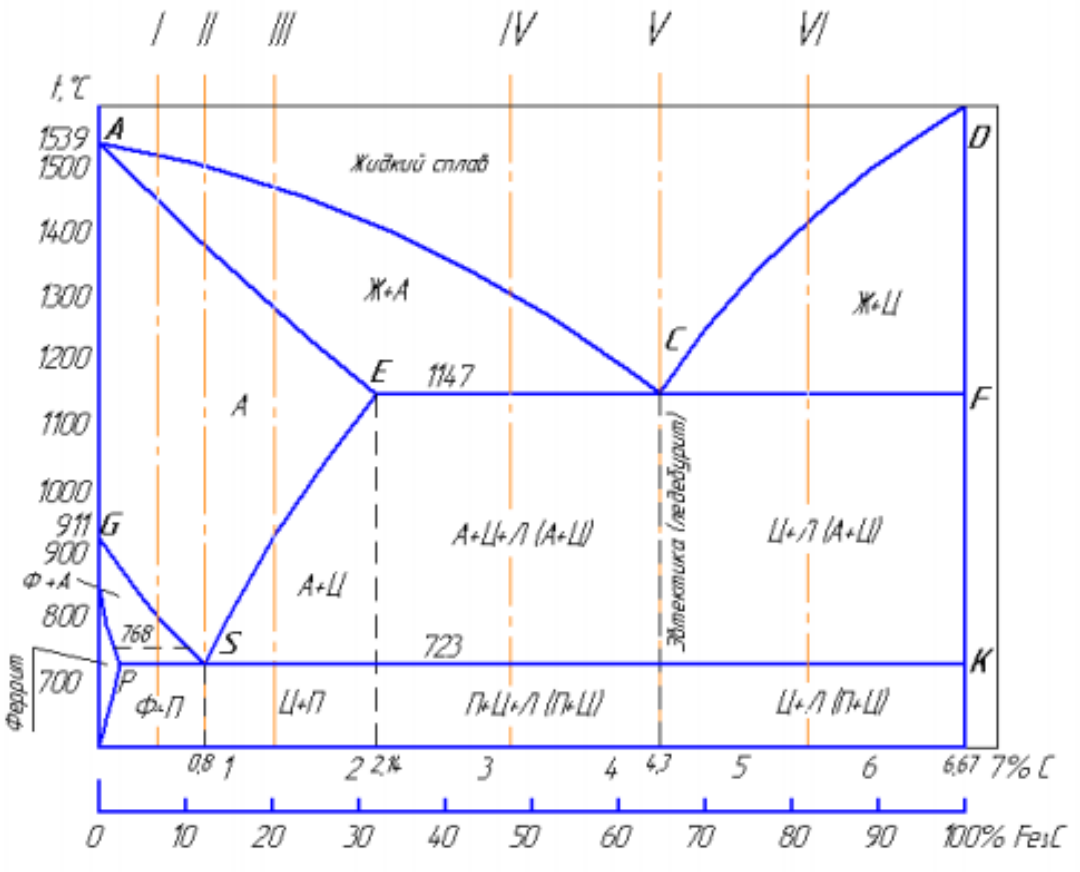


Рисунок 1.1 – Диаграмма состояния сплавов Fe-Fe3C

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.

Задание :

1. По диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов (рисунок 1.1) построить кривую охлаждения для сплава с указанным в таблице 1.1 содержанием углерода.

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

Таблица 1.1 – Исходные данные

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

Пример.

По диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов (рисунок 1.2) 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°С Данный сплав представляет собой заэвтектический чугун.

При температурах выше 1420°С сплав находится в жидком состоянии.

При температуре 1420°С в сплаве начинают образовываться твердые частицы первичного цементита.

Рисунок 1.2 – Диаграмма состояния

При температуре 1147°С 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°С 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.

Содержание отчета

- название практической работы;
- цель работы;
- задание;
- кривая охлаждения;
- название данного сплава;
- анализ структурных превращений в критических точках кривой охлаждения.

Контрольные вопросы

1. Дать 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 №2. Определение основных свойств чугуна по их маркам

Цель работы: Научиться определять свойства, химический состав, структуру и назначение чугунов по их маркам.

Краткие теоретические сведения.

Чугун – сплав Fe (основа) с С (обычно 2...4 %), содержащий постоянные примеси (Si, Mn, S, P), а иногда и легирующие элементы (Cr, Ni, V. A1 и др.); как правило, хрупок.

Углерод в чугуне может находиться в виде цементита, графита или одновременно в виде цементита и графита. Механические свойства литейных чугунов зависят от свойств металлической основы и, главным образом, от количества, формы и размеров графитных включений. Перлитная основа обеспечивает наибольшие значения показателей прочности и износостойкости.

Чугуны с графитом в зависимости от формы последнего разделяют на серые, ковкие и высокопрочные. *Серыми* называют чугуны, в структуре которых графит имеет пластинчатую форму. В ковких чугунах графит имеет хлопьевидную форму, в высокопрочных чугунах - шаровидную.

Серые чугуны. Структура серого (литейного) чугуна состоит из металлической основы с графитом пластинчатой формы, вкрапленным в эту основу. Марки серых чугунов согласно ГОСТ 1412—85 состоят из букв «СЧ» и цифр, соответствующих минимальному пределу прочности при растяжении σв, МПа / 10. Чугун СЧ10 — ферритный; СЧ15, СЧ18, СЧ20 — ферритноперлитные чугуны, начиная с СЧ25 — перлитные чугуны. На долю серого чугуна с пластинчатым графитом приходится около 80 % общего производства чугунных отливок.

Серые чугуны обладают высокими литейными качествами (жидкотекучесть, малая усадка, незначительный пригар металла к форме и др.), хорошо обрабатываются и

сопротивляются износу, однако из-за низких прочности и пластических свойств в основном используются для неответственных деталей.

В станкостроении серый чугун является основным конструкционным материалом (станины станков, столы и верхние салазки, колонки, каретки и др.); в автомобилестроении из ферритно-перлитных чугунов делают картеры, крышки, тормозные барабаны и др., а из перлитных чугунов — блоки цилиндров, гильзы, маховики и др. В строительстве серый чугун применяют, главным образом, для изготовления деталей, работающих при сжатии (башмаков, колонн), а также санитарнотехнических деталей (отопительных радиаторов, труб). Значительное количество чугуна расходуется для изготовления тюбингов, из которых сооружается туннель метрополитена. Из серого чугуна, содержащего фосфор (0,5 %), изготавливают архитектурно-художественные изделия.

Ковкие чугуны. Ковкие чугуны с хлопьевидной формой графита получают из белых доэвтектических чугунов, подвергая их специальному графитизирующему отжигу. Ковкие чугуны с перлитной металлической основой обладают высокими твердостью (235...305 НВ) и прочностью (σв = 650...800 МПа) в сочетании с небольшой пластичностью (δ = 3,0...1,5 %). Ковкий ферритный чугун характеризуется высокой пластичностью (δ = 10...12 %) и относительно низкой прочностью (σв = 370...300 МПа). Ковкие чугуны согласно ГОСТ 1215—79 маркируются двумя буквами (КЧ — ковкий чугун) и двумя группами цифр.

Первые две цифры в обозначении марки соответствуют минимальному пределу прочности при растяжении (σв, МПа / 10, цифры после тире — относительному удлинению при растяжении, Чугуны марок КЧЗО—6, КЧЗЗ—8, КЧ35—10, КЧ37—12, имеющие повышенное значение удлинения при растяжении, относятся к ферритным, а марок КЧ45—7, КЧ50—5, КЧ55—4, КЧ60—3, КЧ65—3, КЧ70—2, КЧ80—1.5 — к перлитным чугунам.

Ковкие чугуны, обладая высокими пластическими свойствами, находят применение при изготовлении разнообразных тонкостенных (до 50 мм) деталей, работающих при ударных и вибрационных нагрузках, — фланцы, муфты, картеры, ступицы и др. Масса этих деталей — от нескольких граммов до нескольких тонн.

Высокопрочные чугуны. Высокопрочный чугун (ЧШГ — чугун с шаровидным графитом) получают модифицированием жидкими присадками (магния церия, иттрия и некоторых других элементов). При этом перед вводом модификаторов необходимо снизить содержание серы до 0,02...0,03 %. Рекомендуемый химический состав высокопрочного чугуна (2,7...3,7 % С; 0,5...3,8 % Si) выбирается в зависимости от толщины стенок отливки (чем тоньше стенка, тем больше углерода и кремния). Структура высокопрочного чугуна состоит из металлической основы (феррит, перлит) и включений графита шаровидной формы. Шаровидный графит, имеющий минимальную поверхность при данном объеме, значительно меньше ослабляет металлическую основу, чем пластинчатый графит, и не является активным концентратором напряжений. Ферритные чугуны имеют $\sigma_в$ = 220...310 МПа, δ = 22...10 %, 140...225 НВ, перлитные — σв = 370...700 МПа, δ = 7...2 % и 153...360 НВ. Марки высокопрочных чугунов согласно ГОСТ 7293—85 состоят из букв «ВЧ» и цифр, соответствующих минимальному пределу прочности при растяжении σв, МПа / 10: ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45 — ферритные чугуны; ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ 100—перлитные чугуны.

Высокопрочные чугуны обладают хорошими литейными и потребительскими свойствами (обрабатываемость резанием, способность гасить вибрации, высокая износостоикость и др.) свойствами. Они используются для массивных отливок взамен стальных литых и кованых деталей — цилиндры, шестерни, коленчатые и распределительные валы и др.

Задание.

Расшифровать марки чугунов в соответствии с вариантом, представленные в таблице 2.1, и выписать структуру, свойства и применение – таблица 2.2.

Таблица 2.1

№ варианта	Марки	№ варианта	Марки
1	СЧ 10; КЧ 30-6; ВЧ 50	16	СЧ 35; КЧ 50-4; ВЧ 60
2	СЧ 15; КЧ 33-8; ВЧ 60	17	СЧ 40; КЧ 56-4; ВЧ 45
3	СЧ 20; КЧ 35-10; ВЧ 45	18	СЧ 45; КЧ 60-3; ВЧ 40
4	СЧ 25; КЧ 37-12; ВЧ 40	19	СЧ 10; КЧ 63-2; ВЧ 50
5	СЧ 30; КЧ 45-6; ВЧ 50	20	СЧ 15; КЧ 30-6; ВЧ 60
6	СЧ 35; КЧ 50-4; ВЧ 60	21	СЧ 10; КЧ 30-6; ВЧ 50
7	СЧ 40; КЧ 56-4; ВЧ 45	22	СЧ 15; КЧ 33-8; ВЧ 60
8	СЧ 45; КЧ 60-3; ВЧ 40	23	СЧ 20; КЧ 35-10; ВЧ 45
9	СЧ 10; КЧ 63-2; ВЧ 50	24	СЧ 25; КЧ 37-12; ВЧ 40
10	СЧ 15; КЧ 30-6; ВЧ 60	25	СЧ 30; КЧ 45-6; ВЧ 50
11	СЧ 10; КЧ 30-6; ВЧ 50	26	СЧ 35; КЧ 50-4; ВЧ 60
12	СЧ 15; КЧ 33-8; ВЧ 60	27	СЧ 40; КЧ 56-4; ВЧ 45
13	СЧ 20; КЧ 35-10; ВЧ 45	28	СЧ 45; КЧ 60-3; ВЧ 40
14	СЧ 25; КЧ 37-12; ВЧ 40	29	СЧ 10; КЧ 63-2; ВЧ 50
15	СЧ 30; КЧ 45-6; ВЧ 50	30	СЧ 15; КЧ 30-6; ВЧ 60

Таблица 2.2

Марка	Структура	Свойства	Применение

Содержание отчета

- название практической работы;
- цель работы;
- задание;
- расшифровка марок чугунов;
- таблица со свойствами.

Контрольные вопросы

1. Чугун это сплав _____ с углеродом.

2. Чугун, который используют для переплавки его в сталь, называется _____.
3. Чугун, в котором весь углерод находится в виде графита, называется _____.
4. _____ чугун более пластичный, чем серый.
5. Графит шаровидной формы находится в _____ чугуне.

Практическая работа №3. Определение основных свойств углеродистых сталей по их маркам

Цели работы: научиться определять химический состав, свойства и применение углеродистых сталей по их маркам.

Краткие теоретические сведения.

Маркировка углеродистых сталей зависит от их качества и назначения. Стали обыкновенного качества имеют 3 группы поставки: А, Б, В.

Стали группы А поставляются с гарантированными механическими свойствами, химический состав не регламентируют. Стали группы Б поставляются с гарантированным механическим составом, ме- ханические свойства не гарантируются. Стали группы В поставляются с гарантированными химическим составом и механическими свойствами. О механических свойствах и химическом составе информацию получают в сопроводительных документах.

Все эти стали обыкновенного качества (ГОСТ 380-71) маркируются буквами Ст, после которых ставится цифра от 0 до 6. Впереди марки – буква, указывающая группу поставки (для стали группы А – не ставится). В конце марки указывается степень раскисления: пс, кп (для спокойных – не указывают). Ст3кп – углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества, группы поставки А, с номером 3, кипящая. ВСт4пс – углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества, группы поставки В, с номером 4, полуспокойная.

Качественные конструкционные углеродистые стали (ГОСТ 1050-74) маркируют цифрами 08, 10, 15, 20, 25… до 85. Цифры означают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Если сталь содержит повышенное количество марганца (0,8-1,2%), то после цифр ставится буква Г. В конце марки указывают степень раскисления (кп или пс). Сталь 40 – качественная конструкционная углеродистая сталь с содержанием углерода 0,4 % , спокойная. Сталь 65Гпс – качественная конструкционная углеродистая сталь с содержанием углерода 0,65%, более 0,8% марганца, полуспокойная.

Инструментальные углеродистые стали (гост 1435-74) маркируются большой буквой У и цифрами, которые означают содержание углерода в десятых долях процента. Эти стали чаще всего качественные. Однако, если сталь имеет повышенное качество, то в конце марки ставится буква А. У8 – инструментальная углеродистая со средним содержанием углерода 0,8% (имеет точно такой же химический состав, что и Сталь 80, но отличается структурой и свойствами). У12А – углеродистая инструментальная сталь, 1,2% углерода, высококачественная.

Задание.

Расшифровать марки углеродистых сталей (таблица 3.1) в соответствии с вариантом. Для каждой марки выписать свойства и применение, занести в таблицу 3.2

Таблица 3.1

1	Ст0	БСт2пс	ВСт5кп	05кп	25	60Г	У7	У10А
2	Ст1кп	БСт3сп	ВСт4пс	08	30	70Г	У8	У11А
3	Ст2пс	БСт4	ВСт3сп	08кп	35	75Г	У9	У12А
4	Ст3сп	БСт5кп	ВСт2	08пс	40	80Г	У10	У13А
5	Ст4	БСт6пс	ВСт1кп	10	45	65Г	У11	У7А
6	Ст5кп	БСт0	ВСт4сп	10кп	50	60Г	У12	У8А
7	Ст6пс	БСт1сп	ВСт3	10пс	55	70Г	У13	У9А
8	Ст0	БСт2Г	ВСт5пс	15	60	75Г	У7А	У10
9	Ст1сп	БСт3кп	ВСт2пс	15кп	65	80Г	У8А	У11
10	Ст2	БСт4пс	ВСт1сп	15пс	70	65Г	У9А	У12
11	Ст3кп	БСт5сп	ВСт4	18кп	75	60Г	У10А	У13
12	Ст4пс	БСт6	ВСт3кп	20	80	70Г	У11А	У7
13	Ст5сп	БСт0	ВСт1пс	20кп	25	75Г	У12А	У8
14	Ст6	БСт1пс	ВСт2сп	20пс	30	80Г	У13А	У9
15	Ст0	БСт2сп	ВСт5	05кп	35	65Г	У7	У11А
16	Ст1пс	БСт3	ВСт2кп	08	40	60Г	У8	У12А
17	Ст2сп	БСт4кп	ВСт3пс	08кп	45	70Г	У9	У13А
18	Ст3	БСт5пс	ВСт4кп	08пс	50	75Г	У10	У7А
19	Ст4кп	БСт6сп	ВСт1	10	55	80Г	У11	У8А
20	Ст5пс	БСт0	ВСт1кп	10кп	60	65Г	У12	У9А
21	Ст6сп	БСт1	ВСт2пс	10пс	65	60Г	У13	У10А
22	Ст0	БСт2кп	ВСт3сп	15	70	70Г	У7А	У11
23	Ст1	БСт3пс	ВСт4кп	15кп	75	75Г	У8А	У12
24	Ст2кп	БСт4сп	ВСт5	15пс	80	80Г	У9А	У13
25	Ст3пс	БСт5	ВСт1сп	18кп	25	65Г	У10А	У7
26	Ст4сп	БСт6кп	ВСт2	20	30	60Г	У11А	У8
27	Ст5Г	БСт0	ВСт3кп	20кп	35	70Г	У12А	У9
28	Ст6кп	БСт1пс	ВСт4	20пс	40	75Г	У13А	У10
29	Ст0	БСт2сп	ВСт5пс	05кп	45	80Г	У7	У11А
30	Ст1пс	БСт3кп	ВСт4сп	08пс	50	65Г	У8	У12А

Таблица 3.2

Марка	Свойства	Применение

Содержание отчета

- название практической работы;
- цель работы;
- задание;
- расшифровка марок сталей;
- таблица со свойствами.

Контрольные вопросы

1. Что такое сталь?

2. По каким признакам классифицируют углеродистую сталь?

3. На какие группы по качеству делятся угдеродистые стали?

4. Какие группы сталей обыкновенного качества различают в зависимости от назначения?

5. Как подразделяются качественные углеродистые стали по содержанию марганца?

6. На какие группы подразделяются углеродистые стали по способу раскисления?

Практическая работа №4. Определение основных свойств легированных сталей по их маркам

Цели работы. Научиться определять химический состав, свойства и применение углеродистых сталей по их маркам.

Краткие теоретические сведения.

Сочетания букв и цифр дают характеристику легированной стали. Если впереди марки стоят две цифры, они указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Одна цифра впереди марки указывает среднее содержание углерода в десятых долях процента. Если впереди марки нет цифры, это значит, что углерода в ней либо 1%, либо выше 1%.

Цифры, стоящие за буквами, указывают среднее содержание данного элемента в процентах, если за буквой отсутствует цифра – значит содержание данного элемента около 1% (не более 1,5%). Буква А в конце марки обозначает высококачественную сталь, т.е. сталь, содержащую меньше серы и фосфора. Указанная система маркировки охватывает большинство существующих легированных сталей.

Исключение составляют отдельные группы сталей, которые дополнительно обозначаются определенной буквой: Р – быстрорежущие, Е – магнитные, Ш – шарикоподшипниковые, Э – электротехнические.

Пример расшифровки марки стали 40ХН3МФА – конструкционная легированная высококачественная сталь со средним содержанием углерода 0,4%, ~1% хрома, ~3% никеля, ~1% молибдена, ~1% ванадия,. 18ХГТ – конструкционная легированная качественная сталь с содержанием углерода 0,18% и по 1% (приблизительно) хрома, марганца и титана. ХВГ – инструментальная легированная сталь, углерода более 1%, приблизительно около 1% хрома, вольфрама, марганца. 7ХГ2 - инструментальная легированная сталь, углерода 0,7%, приблизительно около 1% хрома, марганца 2%. Р18 – инструментальная высоколегированная быстрорежущая сталь, 18% вольфрама Р6М5К4 – инструментальная высоколегированная быстрорежущая сталь, содержание вольфрама 6%, молибдена 5%, 4% кобальта.

Задание.

Расшифровать марки легированных сталей (таблица 4.1) в соответствии с вариантом. Для каждой марки выписать свойства и применение, занести в таблицу 4.2

Таблица 4.2

1	09Г2	38ХА	65С2ВА	8Х3	Р6К10
2	55С2	50ХФА	14ХГС	Х12	Р12Ф3
3	20Х	12ГС	60С2ХФА	В2Ф	Р6М5Ф3
4	30Х	09Г2С	20ХГР	5ХГМ	Р6М5К5
5	10Г2	38ХМА	14Х2ГМР	9Х2	Р18
6	40Х	50ХФА	20ХГ2Ц	ХГС	Р10К5Ф5
7	50Г2	70С3А	20ХНР	Х12	Р9М4К8
8	17ГС	15Х25Т	75ХСМФ	В2Ф	Р6К10
9	45Г2	60С2А	20ХГСФ	7Х3	Р12Ф3
10	38ХА	35ГС	10Г2БД	Х12М	Р6М5Ф3
11	45Х	18ХГТ	15Г2СФД	ХГС	Р6М5К5
12	38ХЮ	40ХФА	34ХН3М	8Х3	Р18К5Ф2
13	15ХА	60С2	36Г2С	9ХС	Р10К5Ф5
14	30ХМ	40Х9С2	15Х11МФ	4ХС	Р9
15	09Г2	20ХГРА	55С2	6ХВГ	Р6К10
16	55С2	38ХА	20Х3МВФ	4ХС	Р12Ф3
17	12ГС	20Х	38Х2МЮА	6ХВГ	Р6М5Ф3
18	09Г2С	30Х	20ХГНР	9ХС	Р6М5К5
19	10Г2	38ХМА	14Х2ГМР	7Х3	Р18К5Ф2
20	40Х	50ХФА	20ХГ2Ц	9Х1	Р10К5Ф5
21	50Г2	70С3А	20ХНР	8Х3	Р9М4К8
22	17ГС	20ХГСА	75ХСМФ	9Х1	Р6К10
23	38ХА	35ГС	10Г2БД	8Х3	Р12
24	45Х	25ХГСА	15Г2СФД	9ХВГ	Р6М5Ф3
25	38ХЮ	18ХГТ	40ХФА	Х12М	Р6М5К5
26	60С2	15ХА	13Х2НА	9ХВГ	Р18К5Ф2
27	30ХМ	40Х9С2	36НХТЮ	6ХВ2С	Р10К5Ф5
28	55С2	09Г2	20ХГР	Х12	Р9
29	50ХФА	14ХГС	55С2	5ХНМ	Р6К10
30	45Г2	60С2А	20ХГ2Ц	6ХВГ	Р12Ф3

Таблица 3.2

Марка	Свойства	Применение

Содержание отчета

- название практической работы;
- цель работы;
- задание;
- расшифровка марок сталей;
- таблица со свойствами.

Контрольные вопросы

1. Что такое сталь?
2. Какие стали называются легированными?
3. Какие элементы являются легирующими?
4. Для чего легируют стали?
5. Каковы правила обозначения легированных сталей?

Практическая работа №5. Применение методов термической обработки материалов

Цели работы. Ознакомиться с видами термической обработки, их характеристиками и применением; научиться назначать режимы термической обработки.

Термической обработкой называют технологические процессы теплового воздействия, которые проводят с целью изменения внутреннего строения, структуры и свойств. Термическая обработка используется в качестве предварительной или промежуточной операции для улучшения обрабатываемости резанием, давлением и др. и как окончательная операция технологического процесса, обеспечивающая заданный уровень физикомеханических свойств детали.

Любой процесс термической обработки характеризуется температурой и скоростью нагрева, временем выдержки при заданной температуре и определенной скоростью охлаждения. Режим термообработки можно представить графиком в координатах температура – время (t – τ). Пример такого графика представлен на рисунке 5.1. Скорость нагрева и охлаждения характеризуется углом наклона линий на графике.

В основе теории термической обработки лежат фазовые и структурные превращения, протекающие при нагреве и охлаждении металлов и сплавов. Эти превращения характеризуются определенными критическими точками. Регулируя температуру нагрева, время выдержки и скорость охлаждения, можно в очень широких пределах изменять свойства материала, подвергаемого термообработке. t, ºC t_2 t_1 τ, с Основными видами термической обработки являются отжиг, нормализация, закалка, отпуск и старение.

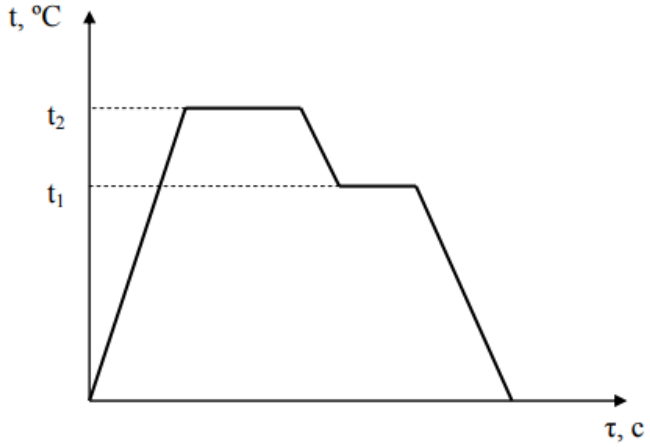


Рисунок 5.1

Содержание отчета

- название практической работы;
- цель работы;
- задания;
- вид термообработки;
- режим термообработки.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность термической обработки?
2. Чем характеризуется любой процесс термообработки?
3. Какие существуют виды термической обработки стали?
4. Каковы разновидности процесса отжига и их назначение?
5. Для какой цели производят закалку стальных изделий?
6. Для чего после закалки проводят отпуск стали?

Практическая работа №6. Определение основных свойств сплавов цветных металлов их маркам

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

Краткие теоретические сведения.

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% 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 и 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, изготовляемых 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, прессованных 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.

Титановые сплавы применяются в авиационной (самолетостроении, ракетосроении, 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.

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

Задание.

Расшифровать марки сплавов цветных металлов (таблица 6.1) в соответствии с вариантом. Для каждой марки выписать свойства и применение, занести в таблицу 6.2

Таблица 6.1

1	АМц	Л63	МА8	ВТ1	Б83С	ЛК80-3	БрО10Ф1	БрН3Ц3С20Ф
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	БрОЦС4-4-4
4	АМг3	МЛ2	Л60	ВТ4	БрБ2,5	Б92	ЛКС80-3-3	БрОФ7-0,2
5	МА6	АК2	БТ	Л85	ВТ14Л	БрА5	ЛС59-1	БрОЦС4-4-2,5
6	Л80	АЛ4	МЛ3	БН	БрС30	ВТ5	БрОЦ4-3	ЛАЖ60-1-1

7	ВТ6	Л70	Д16	МА5	БК2	ЛМц58-2	БрКМц3-1	БрО3Ц8С4Н1
8	МЛ4	АК4	Л68	БС2	ВТ5Л	БрА5	БрКН1-3	ЛМцНЖ60-2-1-1
9	АЛ3	МА4	Б92	Л60	БрБНТ1,7	ВТ14	БрО3Ц13С4	ЛА85-0,6
10	Л63	АМг5	МЛ5	ВТ15	Б83	БрО10Ц2	ЛМцЖ55-3-1	БрАМц9-2
11	МА3	Б6	Д18	Л65	ВТ14Л	ЛА77-2	БрО4Ц7С5	БрАЖН10-4-4
12	Б16	МЛ6	Л68	АК6	БрБ2	ВТ1	БрО10Ц2	ЛАНК75-2-2-1
13	ВТ3	Л70	МА2	АЛ4	БТ	БрКМц3-1	БрБНТ1,7	ЛК80-3
14	Л72	БС6	АЛ9	МЛ1	ВТ5Л	БрА7	ЛКС65-1,5-3	БрО3Ц7С5Н
15	Л96	АМг6	МА1	Б83С	БрО10Ф1	ВТ4	БрБНТ1,9	ЛН65-5
16	Д20	Л93	ВТ5	МЛ2	Б16	БрС60Н2,5	ЛМцА57-3-1	БрКМц3-1
17	МА2	АК8	Л90	Б83	ВТ14Л	ЛО90-1	БрО5Ц6С5	БрКМц3-1
18	Б92	МЛ3	АЛ7	Л85	БрС30	ВТ6	БрОФ4-0,5	ЛМцОС58-2-2-2
19	АЛ13	ВТ14	МА3	Л83	БТ	БрБ2,5	ЛС63-3	БрОЦСН3-7-5-1
20	БН	АМц	Л80	МЛ4	ВТ5Л	БрС30	ЛМцЖ55-3-1	БрО3Ц12С5
21	МА4	Л75	Д1	БК2	БрКН1-3	ВТ15	ЛО70-1	БрАЖН11-6-6
22	Л70	МЛ5	ВТ1	АК2	БрБНТ1,9	БС2	ЛМцС58-2-2	БрОФ7-0,2
23	Б92	Л68	АЛ8	МА5	ВТ14Л	БрС30	ЛС74-3	БрАЖН10-4-4
24	МЛ6	АЛ27	Л65	Б16	БрО10Ц2	ВТ3	ЛАЖ60-1-1	БрКМц3-1
25	АМг	МА6	ВТ4	Л63	Б83	БрКМц3-1	БрОЦС4-4-4	ЛО62-1
26	Л60	Д16	МЛ1	БН	ВТ5Л	БрКН1-3	ЛАН59-3-2	БрО3Ц7С5Н
27	Б83С	Л85	АК4	МА7	БрА5	ВТ5	ЛС60-1	БрАЖМц10-3-1,5
28	МЛ2	ВТ6	Л96	АЛ19	БрБ2,5	БК2	ЛЖС58-1-1	БрАЖН10-4-4
29	АЛ6	МА8	Б6	Л75	ВТ14Л	БрС60Н2,5	ЛО60-1	БрОЦС3-12-5
30	БС2	Д18	Л63	МЛ3	БрОЦ4-3	ВТ7	ЛМш68-0,05	БрС60Н2,5

Таблица 6.2

Марка	Свойства	Применение

Содержание отчета

– название практической работы;

– цель работы;
– задания;
– расшифровка марок;
– таблица.

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 №7. Расчет твердости

Цель работы: Научиться определять свойства металлов и сплавов по результатам испытаний.

Краткие теоретические сведения.

Выбор материала для какой-либо определенной цели делают на основе его механикотехнологических, физических и химических свойств. Контролировать эти свойства необходимо как в процессе изготовления, так и в ходе эксплуатации для выявления недопустимых изменений, а в случае повреждения изделия – определять его причину.

Механические и технологические методы испытаний используются для исследования прочности, деформируемости, пластичности, вязкости и характера разрушения изделия. К этой же группе относят определение свойств поверхности, например, твердости и сопротивления износу.

Статические испытания на растяжение. Из всех способов механических испытаний наибольшее распространение имеют испытания на растяжение. Качественное сравнение материалов производят по диаграммам напряжение – относительное удлинение. По ним видно различие материалов по характеристикам прочности и пластичности.

Характеристики прочности играют существенную роль при определении геометрических размеров статически нагруженных элементов несущих конструкций. Модуль упругости определяет жесткость строительных сооружений и геометрическую устойчивость деталей механизмов и машин, а также находит применение при выборе коэффициента запаса. Характеристика пластичности используется в качестве показателя, определяющего в какой-то мере вероятность хрупкого разрушения, а также для оценки обрабатываемости материалов.

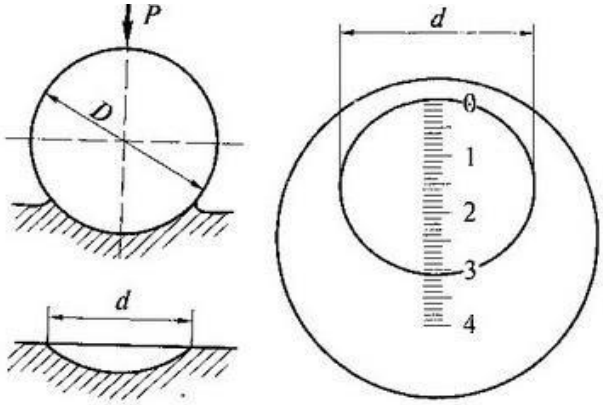
Определение твердости. В технике наиболее часто понятие «твердость» определяют как сопротивление, оказываемое телом при внедрении в него другого, более твердого тела.

Методы измерения твердости отличаются друг от друга формой индентора (шарик, пирамида, конус), его материалом (закаленная сталь, твердый сплав, алмаз) и величиной приложенной нагрузки (измерение при больших нагрузках – макротвердости, твердости при малых нагрузках – микротвердости), а также способом выражения характеристик твердости.

К испытаниям макротвердости относят способы определения твердости по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу. Получившийся большой отпечаток выбирают в качестве параметра макротвердости, характерного для структуры в целом.

Задание :

1. Изобразить схему испытания на приборе Бринелля и схему измерения диаметра отпечатка (рисунок 7.1).
2. Используя таблицу 7.1 «Результаты измерений твердости на приборе Бринелля» внести результаты испытаний, приведенные для вашего варианта, в таблицу 7.1 «Результаты измерений и расчетов»



а) б)

Рисунок 7.1 – Схема испытания на приборе Бринелля(а) и схему измерения диаметра отпечатка(б)

Таблица 7.1 – Результаты измерений и расчетов

№ варианта	Диаметр шарика D, мм	Нагрузка P, Н (кгс)	Измерения диаметра отпечатка d, мм	Среднее значение диаметра отпечатка d, мм	Число твердости HB	
					По таблице	По расчету

3. Произвести расчет твердости

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}.$$

Таблица 7.2 – Результаты измерений твердости на приборе Бринелля

№ варианта	Диаметр шарика D, мм	Нагрузка P, Н (кгс)	Измерения диаметра отпечатка d, мм		
			1	2	3
1	1	30	0,313	0,315	0,320
2	1	30	0,323	0,321	0,326
3	1	30	0,326	0,330	0,323
4	1	30	0,344	0,339	0,340
5	1	30	0,345	0,348	0,346
6	1	30	0,363	0,357	0,360
7	1	30	0,366	0,361	0,359
8	1	30	0,380	0,386	0,385
9	1	30	0,395	0,399	0,391
10	1	30	0,412	0,404	0,399
11	10	3000	2,401	2,409	2,420
12	10	3000	2,630	2,651	2,657
13	10	3000	3,456	3,501	3,485
14	10	3000	3,987	4,152	4,203
15	10	3000	5,234	5,360	5,346
16	10	3000	6,025	5,870	5,924
17	10	3000	4,576	4,612	4,487
18	10	3000	5,123	5,078	5,220
19	10	3000	4,382	4,350	4,400
20	10	3000	3,185	3,206	3,210
21	10	1000	4,412	4,399	4,391
22	10	1000	2,651	2,420	2,630
23	10	1000	5,360	5,397	5,520
24	10	1000	2,461	2,649	2,566
25	10	1000	4,152	3,986	4,087
26	10	1000	3,210	3,425	3,333
27	10	1000	5,870	5,934	5,822
28	10	1000	3,485	3,327	3,923
29	10	1000	2,657	2,521	2,582
30	10	1000	5,873	5,726	5,804

4. Изобразить образец для испытаний на разрывной машине до и после испытания.
5. Внести результаты испытаний, полученные по диаграмме растяжения (рисунок 7.2) в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Результаты измерений и вычислений

Длина образца до испытания l0, мм	Длина образца после разрыва l, мм	Относительное удлинение δ, %	Предел текучести σ_{∂}, МПа	Предел прочности $\sigma_{\hat{A}}$, МПа
100	120			

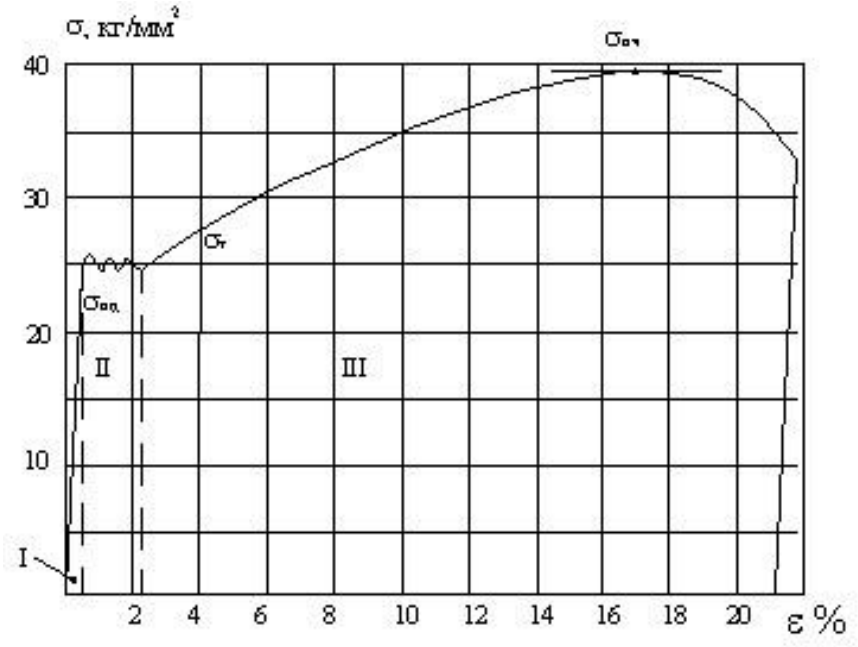


Рисунок 7.2 – Диаграмма растяжения

6. Произвести расчет относительного удлинения по формуле

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

7. Сформулировать вывод.

Содержание отчета

- название практической работы;
- цель работы;
- задание;
- схема испытания;
- таблица 1.1;
- расчеты;
- таблица 1.2;
- вывод.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные характеристики механических свойств металлов.
2. Назовите группы испытаний механических свойств металлов.
3. В чем состоит суть испытания на растяжение?
4. Что такое вязкость и пластичность твердых тел?
5. Что такое твердость?
6. Чем пользуются при определении твердости по Бринеллю?