



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
В Г. ТАГАНРОГЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению лабораторных занятий
по учебной дисциплине ОП.04 Материаловедение
специальности 15.02.08 Технология машиностроения

Таганрог
2018 г.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных занятий

Составитель:

Преподаватель

«27» 08 2018 г.

 С.И. Иванов

Методические рекомендации по выполнению лабораторных занятий рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии «Сварочное производство»

Протокол № 1 от 28 » 08 2018 г.

Председатель ЦМК _____ С.И. Иванов

«28» 08 2018 г.

Рецензенты:

АО «Красный Гидропресс»

главн. конструктор-начальник СКБ

А.В.Окуневич

ЗАО «Хоффман Профессиональный

руководитель представительства в ЮФО


Инструмент»

А.В.Даренский

СОГЛАСОВАНО:


Зам. директора по УМР

«01» 08 2018 г.

 Д. И. Стратан

Зав. УМО

«01» 08 2018 г.

 Т. В. Воловская

Содержание

Пояснительная записка (общие методические указания).....	4
Лабораторное занятие №1	5
Лабораторное занятие №2.....	9
Лабораторное занятие №3.....	16
Лабораторное занятие №4.....	19
Лабораторное занятие №5.....	21
Лабораторное занятие №6.....	24
Список используемых источников	31

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате освоения дисциплины ОП.04 Материаловедение обучающийся должен уметь:

- распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;
- определять виды конструкционных материалов;
- выбирать материалы для конструкций по их назначению и условиям эксплуатации;
- проводить исследования и испытания материалов;
- рассчитывать и назначать оптимальные режимы резания.

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей по специальности по основной образовательной программе по специальности СПО 15.02.08 Технология машиностроения и овладению профессиональными компетенциями (ПК):

С целью овладения соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения учебной дисциплины для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических умений и навыков предусматривается проведение лабораторных и практических занятий. Каждое занятие содержит отчёт по теории и выполнение необходимого задания. Для выполнения расчётов, обучающиеся должны научиться правильно пользоваться справочными таблицами, графиками. Выполнение расчётно-практических работ должно сопровождаться анализом параметров и формулировкой грамотных выводов.

Критерии оценок за выполнение практической работы

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся: • правильно, по плану выполняет лабораторную работу; • работу выполняет самостоятельно, правильно формулирует вывод и аккуратно оформляет результаты работы.

Оценка «4» ставится в том случае, если учащийся: • правильно, по плану выполняет лабораторную работу, но допускает не-дочёты и неточности в процессе выполнения практической работы; • правильно формулирует выводы, но имеются недостатки в оформлении лабораторной работы.

Оценка «3» ставится в том случае, если учащийся: • допускает неточности в выполнении лабораторной работы; • допускает недочёты в определениях определяемых величин; • допускает неточности в формулировке выводов; • имеются недостатки в оформлении лабораторной работы.

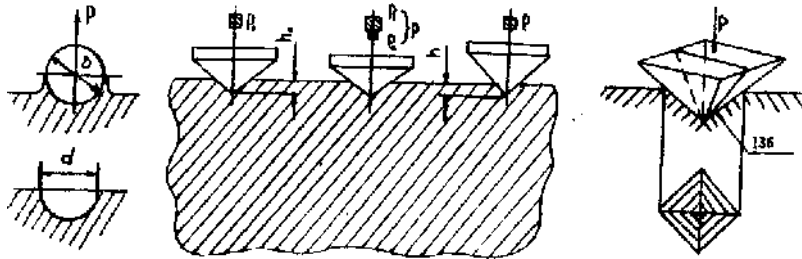
Лабораторное занятие №1
Проведение испытания свойств материалов.
Определение твердости сплавов по методу Роквелла.

Цель лабораторного занятия – получение практических навыков при испытании свойств материалов. ознакомление с методикой определения твердости по методу Роквелла, сравнение методов испытаний твердости, перевод чисел твердости. определение механических свойств стали по ее твердости.

Оборудование: Твердомер ТК-2 (Приложение 1), стальные образцы с разной твердостью, шлифовальная бумага.

Краткие теоретические сведения

Под твёрдостью понимают способность материала сопротивляться внедрению в его поверхность более твёрдого недеформируемого тела – индентера.



А) Б) В)

Рис. 1. Схема определения твердости по методу Бринелля (А), Роквелла(Б), Виккерса(В).

Существует несколько методов испытания материалов на твёрдость. Схема определения твердости по методу Бринелля, Роквелла, Виккерса представлена на рис.1. правила проведения испытания регламентируются ГОСТами.

Наиболее применяемыми являются метод Бринелля и метод Роквелла.

При испытании материала на твёрдость по методу Бринелля (ГОСТ 9012-59) используется в качестве индентора стальной закалённый шарик диаметром от 1 до 10 мм. Нагрузка от 30 до 3000 кг. После снятия нагрузки на плоской поверхности образца остаётся отпечаток (лунка).

Измеряют диаметр лунки d (Приложение 2) и находят твердость по прилагаемым к прибору таблицам (Приложение 3). Обозначение числа твердости записывают HV и числовое значение.

Метод Бринелля не рекомендуется применять для металлов с твердостью более $HV450$, так как шарик может деформироваться, что исказит результаты измерений.

Толщина образца зависит от диаметра шарика и диаметра отпечатка. Расстояние между центрами двух соседних отпечатков должно быть не менее 4-х диаметров отпечатков, расстояние от центра отпечатка до края образца должно быть не менее 2,5 диаметров отпечатка. В противном случае результаты будут недостоверными (Приложение 4).

При испытании материала по методу Роквелла (ГОСТ 9013-59) используется алмазный конус с углом при вершине 120° или стальной шарик диаметром 1,588 мм.

При измерении твердости должны соблюдаться условия: Плавное приведение индентора в контактс рабочей поверхностью образца, время выдержки под основной нагрузкой 10-15 с, расстояние между центрами двух соседних отпечатков должно быть не менее 4-х диаметров отпечатков, расстояние от центра отпечатка до края образца должно быть не менее 2,5 диаметров отпечатка. По глубине вдавливания судят о твёрдости, которая является безразмерной величиной и показывается сразу цифровом дисплее или на круглом циферблате индикаторной шкалы (Приложение 5). Для достоверности результата необходимо произвести не менее 3 замеров на изделии (образце) и найти среднее значение. Образец для замера твердости должен быть толщиной не менее чем в 3 раза превышающей глубину проникновения индентора. В противном случае результаты будут недостоверными. Возможные нагрузки — 60, 100 и 150 кгс.

Шкала	Индентор	Нагрузка, кгс
A	Алмазный конус с углом 120° при вершине	60
B	Шарик диаметром 1/16 дюйма из карбида вольфрама (или закалённой стали)	100
C	Алмазный конус с углом 120° при вершине	150

Простота метода Роквелла (главным образом, отсутствие необходимости измерять диаметр отпечатка) привела к его широкому применению в промышленности для проверки твёрдости.

Также не требуется высокая чистота обработки измеряемой поверхности (например, методы Бринелля и Виккерса включают замер отпечатка с помощью микроскопа и требуют полировку поверхности).

Измерение твердости вследствие возможности судить о свойствах изделия без его разрушения получило широкое применение для контроля технологического и эксплуатационного качества металлических изделий.

Существует корреляция (зависимость) между значениями твёрдости, измеренной разными методами, а также связь между результатами проверки на твёрдость и прочностными характеристиками материалов (Приложение 6).

Выполнение занятия

1. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.
2. Проведите испытание твердости по методу Роквелла на предложенных стальных образцах - по 3 замера на каждом образце, результаты занесите в таблицу. Для каждого образца найдите среднее значение, занесите в таблицу.
3. Найдите по сравнительной таблице в приложении 6 значение твердости по методу Бринелля и значение предела прочности, соответствующие замеренной твердости по Роквеллу, занесите в таблицу.

Результаты испытания на твердость

№ образца	№ испытания	Значение твердости по Роквеллу, HRC	Среднее значение твердости по Роквеллу для образца, HRC	Значение твердости по Бринеллю HB (из сравнительной таблицы Приложение 6)	Предел прочности, кг/мм ² (из сравнительной таблицы Приложение 6)
1	1				
	2				
	3				
2	1				
	2				
	3				

4. Сделайте необходимые выводы, сравнивая полученные величины твердости.

5. Напишите отчет о проведенной работе, в которой напишите краткие теоретические сведения по теме, результаты испытания и выводы.

Контрольные вопросы

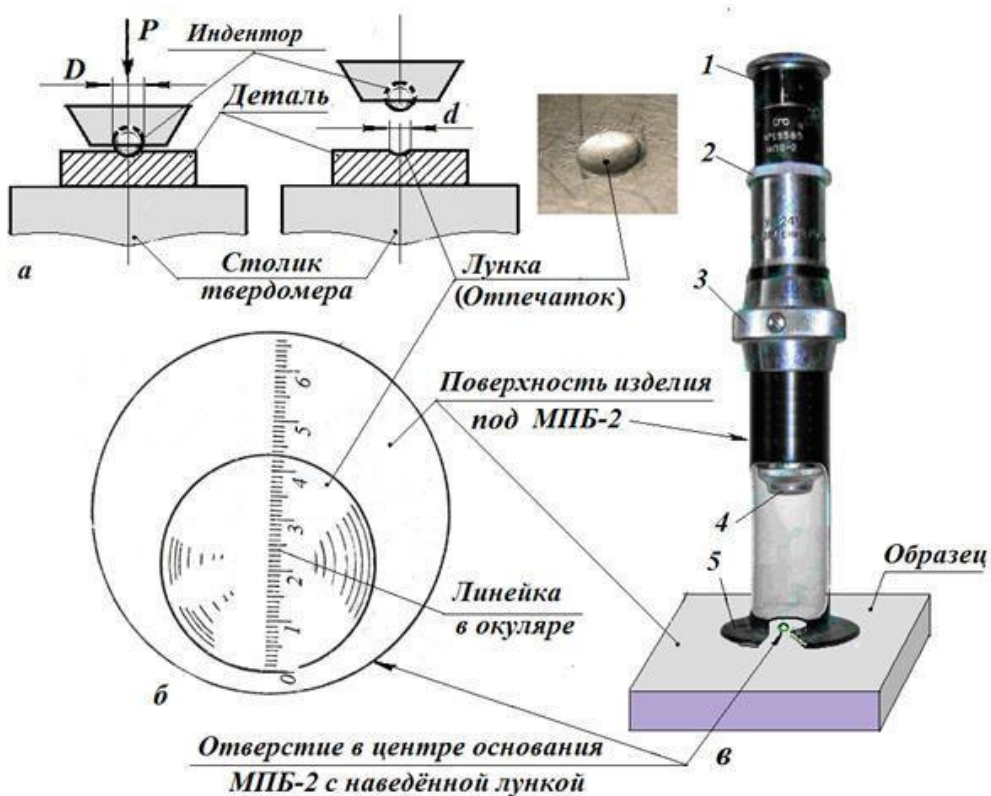
1. Что такое твердость?
2. В каких единицах измеряется твердость?

Приложение 1

Универсальный твердомер для определения твердости по методам Бринелля, Роквелла, Виккерса.



Замер диаметра лунки



Фрагмент таблицы определения числа твёрдости по диаметру отпечатка по методу Бринелля.

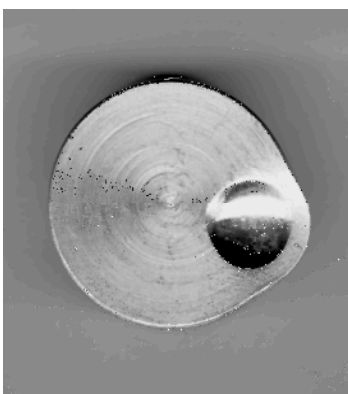
Нагрузка 3000 кг, диаметр шарика 10 мм.

диаметр отпечатка в мм	Твёрдость по Бринеллю HB
5,9	HB 100
5,5	HB 115
5,4	HB 120
5,3	HB 125
5,2	HB 130
5,1	HB 135
5,0	HB 140

4,9	<i>HB 152</i>
4,7	<i>HB 161</i>
4,6	<i>HB 170</i>
4,50	<i>HB 179</i>
4,4	<i>HB 185</i>
4,2	<i>HB 200</i>
4,1	<i>HB 209</i>
4,0	<i>HB 229</i>
3,9	<i>HB 239</i>
3,8	<i>HB 252</i>
3,7	<i>HB 263</i>
3,6	<i>HB 282</i>
3,5	<i>HB 295</i>
3,3	<i>HB 325</i>
3,2	<i>HB 363</i>
3,1	<i>HB 388</i>
3,0	<i>HB 409</i>
2,9	<i>HB 444</i>
2,8	<i>HB 477</i>

Приложение 4

Недопустимое расположение отпечатка шарика.



Приложение 5

Циферблат прибора для проверки твёрдости по Роквеллу



Сравнительная таблица значений твердости

Предел прочности на растяжение, твердость по Бринеллю, Викерсу и Роквеллу (выдержки из стандарта DIN 50150)

Предел прочности на растяжение R_m Н/мм ²	Твердость по Виккерсу HV	Твердость по Бринеллю HB	Твердость по Роквеллу HRC
255	80	76,0	
270	85	80,7	
285	90	85,5	
305	95	90,2	
320	100	95,0	
335	105	99,8	
350	110	105	
370	115	109	
385	120	114	
400	125	119	
415	130	124	
430	135	128	
450	140	133	
465	145	138	
480	150	143	
495	155	147	
510	160	152	
530	165	156	
545	170	162	
560	175	166	
575	180	171	
595	185	176	
610	190	181	
625	195	185	
640	200	190	
660	205	195	
675	210	199	
690	215	204	
705	220	209	
720	225	214	
740	230	219	
755	235	223	
770	240	228	20,3
785	245	233	21,3
800	250	238	22,2
820	255	242	23,1
835	260	247	24,0
850	265	252	24,8
865	270	257	25,6
880	275	261	26,4
900	280	266	27,1
915	285	271	27,8
930	290	276	28,5
950	295	280	29,2
965	300	285	29,8
995	310	295	31,0
1030	320	304	32,2
1060	330	314	33,3
1095	340	323	34,4
1125	350	333	35,5
1155	360	342	36,6
1190	370	352	37,7
1220	380	361	38,8
1255	390	371	39,8
1290	400	380	40,8
1320	410	390	41,8
1350	420	399	42,7
1385	430	409	43,6

Предел прочности на растяжение R_m Н/мм ²	Твердость по Виккерсу HV	Твердость по Бринеллю HB	Твердость по Роквеллу HRC
1420	440	418	44,5
1455	450	428	45,3
1485	460	437	46,1
1520	470	447	46,9
1555	480	(456)	47,7
1595	490	(466)	48,4
1630	500	(475)	49,1
1665	510	(485)	49,8
1700	520	(494)	50,5
1740	530	(504)	51,1
1775	540	(513)	51,7
1810	550	(523)	52,3
1845	560	(532)	53,0
1880	570	(542)	53,6
1920	580	(551)	54,1
1955	590	(561)	54,7
1995	600	(570)	55,2
2030	610	(580)	55,7
2070	620	(589)	56,3
2105	630	(599)	56,8
2145	640	(608)	57,3
2180	650	(618)	57,8
	660		58,3
	670		58,8
	680		59,2
	690		59,7
	700		60,1
	720		61,0
	740		61,8
	760		62,5
	780		63,3
	800		64,0
	820		64,7
	840		65,3
	860		65,9
	880		66,4
	900		67,0
	920		67,5
	940		68,0

Значения твердости, конвертированные в соответствии с данными таблицами, являются приблизительными. См. DIN 50150.

Предел прочности на растяжение	Н/мм ²	R_m
Твердость по Виккерсу	Алмазная пирамида 136° Испытательное усилие $F \geq 98$ Н	HV
Твердость по Бринеллю	$0,102 \times F/D^2 = 30$ Н/мм ² F = испытательное усилие в Н D = диаметр сферы в мм	HB
Твердость по Роквеллу	Алмазный конусный наконечник 120° Общее испытательное усилие 1471 ± 9 Н	HRC

Лабораторное занятие №4

Распознавание и классификация конструкционных и сырьевых материалов по внешнему виду, происхождению свойствам

Цель—получение практических навыков при распознавании и классификации конструкционных и сырьевых материалов по внешнему виду, происхождению свойствам

Оборудование: образцы конструкционных и сырьевых материалов, справочные материалы.

Краткие теоретические сведения

Конструкционные материалы — основные виды материалов, из которых изготавливаются машины, оборудование, приборы, сооружаются каркасы зданий, мосты и другие конструкции и которые несут основную силовую нагрузку при их эксплуатации. Конструкционные материалы классифицируются по широкому кругу признаков: по применимости в машиностроении, в строительстве; по природе образования металлические, неметаллические, композиционные; по реакции на внешние воздействия горючие, коррозионно-устойчивые, жаростойкие, хладостойкие; по свойствам, проявляемым при различных методах обработки, пластичные, тугоплавкие, свариваемые, склонные к образованию трещин, закаливаемые и т. д.; по способам получения сплавы, прессованные, катаные, тканые, формованные, пленки. Важными показателями конструкционных материалов являются их прочностные качества — сопротивление сжатию, растяжению, работа на изгиб, выносливость при вибрационных нагрузках, а также ряд специальных свойств, учитываемых при проектировании машин, оборудования, строительных сооружений. Среди них легкость при определенных прочностных качествах, сопротивляемость износу, электро- и теплопроводность, способность пропускать газы и др.

Выполнение работы

1. Изучите краткие теоретические сведения.
2. Внимательно изучите внешние особенности предложенных образцов, проанализируйте их свойства. По результатам заполните таблицу.

Таблица 1

Анализ внешних особенностей и свойств материалов

№ п/п	Наименование материала	Внешние признаки	Характерные свойства
-------	------------------------	------------------	----------------------

4. Проведите испытания материалов по простукиванию с целью определения наличия неплотностей в детали.

3. Сделайте необходимые выводы по результатам анализа свойств.

Контрольные вопросы

1. Где применяют конструкционные материалы?
2. Как классифицируются конструкционные материалы?
3. Какие показатели качества характерны конструкционным материалам?

Лабораторное занятие №2

Диаграмма железо-углерод. Построение кривых охлаждения сплавов железо-углерод

Цель работы: Закрепить знание диаграммы железо-углерод. Приобрести навыки в построении кривых охлаждения. Научиться рассматривать процесс охлаждения сплавов с учётом фазовых превращений.

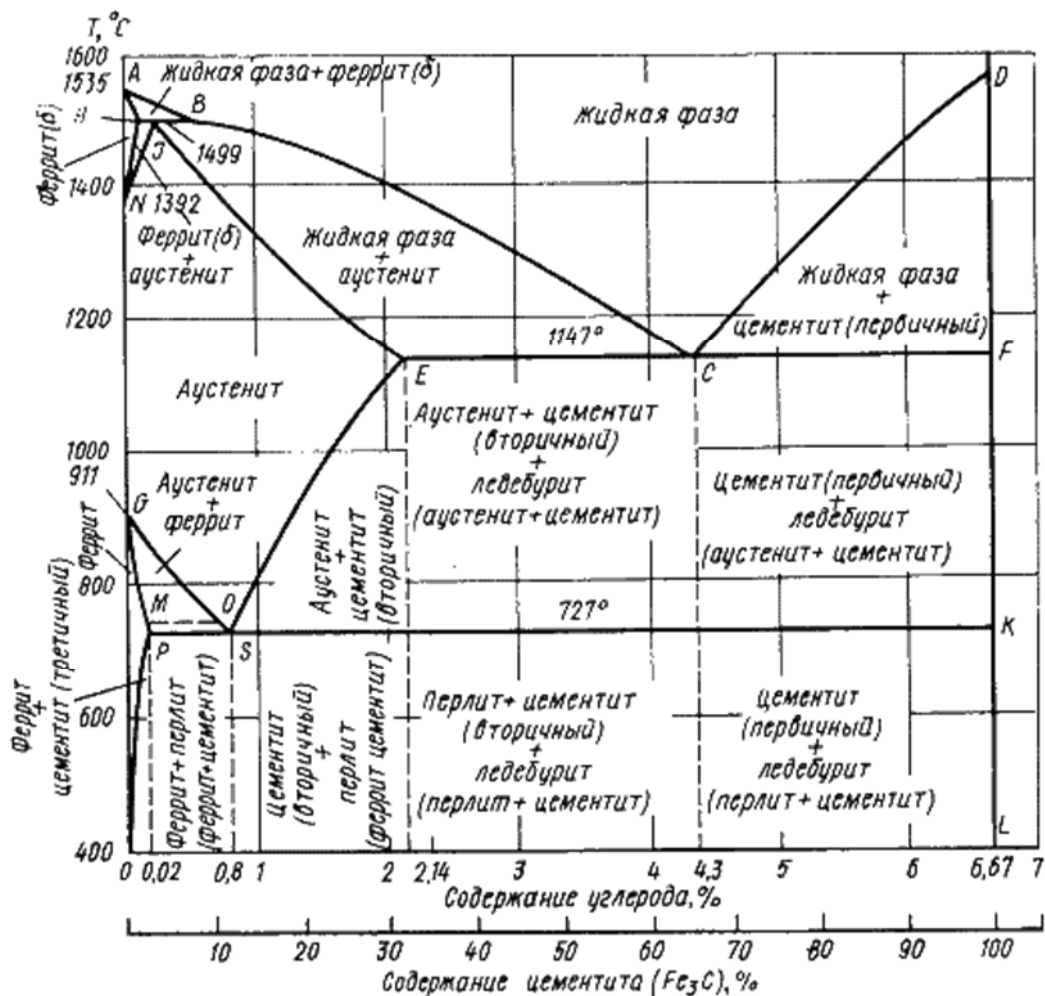
Оборудование – справочные материалы.

Задание: Построить для заданного сплава кривую охлаждения и описать процесс охлаждения от температуры 1600°C до комнатной с учётом фазовых превращений.

Краткие теоретические сведения.

В данной работе представлена диаграмма состояния железо-углерод, (железо-цементит (Fe-Fe₃C)), которая рассматривает процессы кристаллизации железоуглеродистых сплавов (стали и чугуна) и превращения в их структурах при медленном охлаждении от жидкого расплава до комнатной температуры.

Диаграмма состояния Fe-C (Fe-Fe₃C) (рис. 1).



Первичная кристаллизация, т. е. затвердевание жидкого сплава, начинается при температурах, соответствующих линии ликвидуса. Скорость охлаждения при начале кристаллизации становится меньше, на кривой охлаждения наблюдается перелом.

Линия солидуса соответствует температурам конца затвердевания. Скорость охлаждения в момент окончания кристаллизации увеличивается, на кривой охлаждения наблюдается перелом.

Вторичная кристаллизация (превращение в твёрдом состоянии или перекристаллизация) происходит при температурах, соответствующих линиям на диаграмме ниже линии солидуса.

Преобразования в твёрдом состоянии происходят вследствие перехода железа из одной модификации в другую (γ в α) и в связи с изменением растворимости углерода в аустените и феррите. При этом снова скорость охлаждения изменяется и на кривой охлаждения наблюдается очередной перелом.

Феррит (Φ) – твёрдый раствор внедрения углерода в α -железо.

Свойства феррита близки к свойствам железа. Феррит мягок, твёрдость – 130 НВ, пластичен, магнитен до 768°C.

Аустенит (A) – твёрдый раствор внедрения углерода в γ -железо.

Аустенит имеет твёрдость НВ 200...250, пластичен, парамагнитен.

Цементит (Fe_3C) – химическое соединение железа с углеродом (карбид железа), содержит 6,67% углерода. Твёрдость цементита более 800 НВ.

Перлит – это эвтектоидная механическая смесь двух фаз: феррита и цементита.

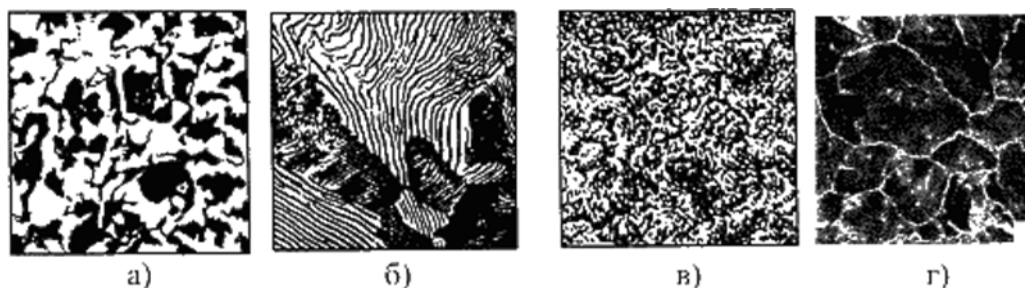


Рис. 2. Микроструктуры сталей: а – доэвтектоидная сталь ($\Phi + \Pi$); б – эвтектоидная сталь (пластинчатый перлит); в – эвтектоидная сталь (зернистый перлит); г – заэвтектоидная сталь ($\Pi + \Psi$).

Диаграмма состояния железо-цементит имеет большое практическое значение. Её применяют для определения тепловых режимов термической обработки и горячей обработки давлением (ковка, горячая штамповка, прокатка) железоуглеродистых сплавов.

Её используют также в литейном производстве для определения температуры плавления, которую необходимо знать для назначения режима заливки жидкого железоуглеродистого сплава в литейные формы.

Методические указания по выполнению лабораторного занятия

1. Задан сплав - 1 % массовая доля углерода в железе.
2. На диаграмме состояния Fe-C обозначьте структурные составляющие во всех областях диаграммы для сплавов близких к заданному.
3. Нанесите на диаграмму вертикальную линию заданного сплава.
4. Постройте кривую охлаждения заданного сплава.
5. Какие фазовые превращения происходят при охлаждении данного сплава от температуры 1600°C до комнатной температуры и какую фазовую структуру и микроструктуру имеет заданный сплав при комнатной температуре.

Контрольные вопросы для защиты лабораторного занятия

1. Какое превращение происходит в железоуглеродистых сплавах при температуре 1147°C?
2. Какое превращение происходит в железоуглеродистых сплавах при температуре 727°C?
3. Какой сплав называют техническим железом?
4. Когда на кривой охлаждения должна быть горизонтальная площадка? О чём это свидетельствует?

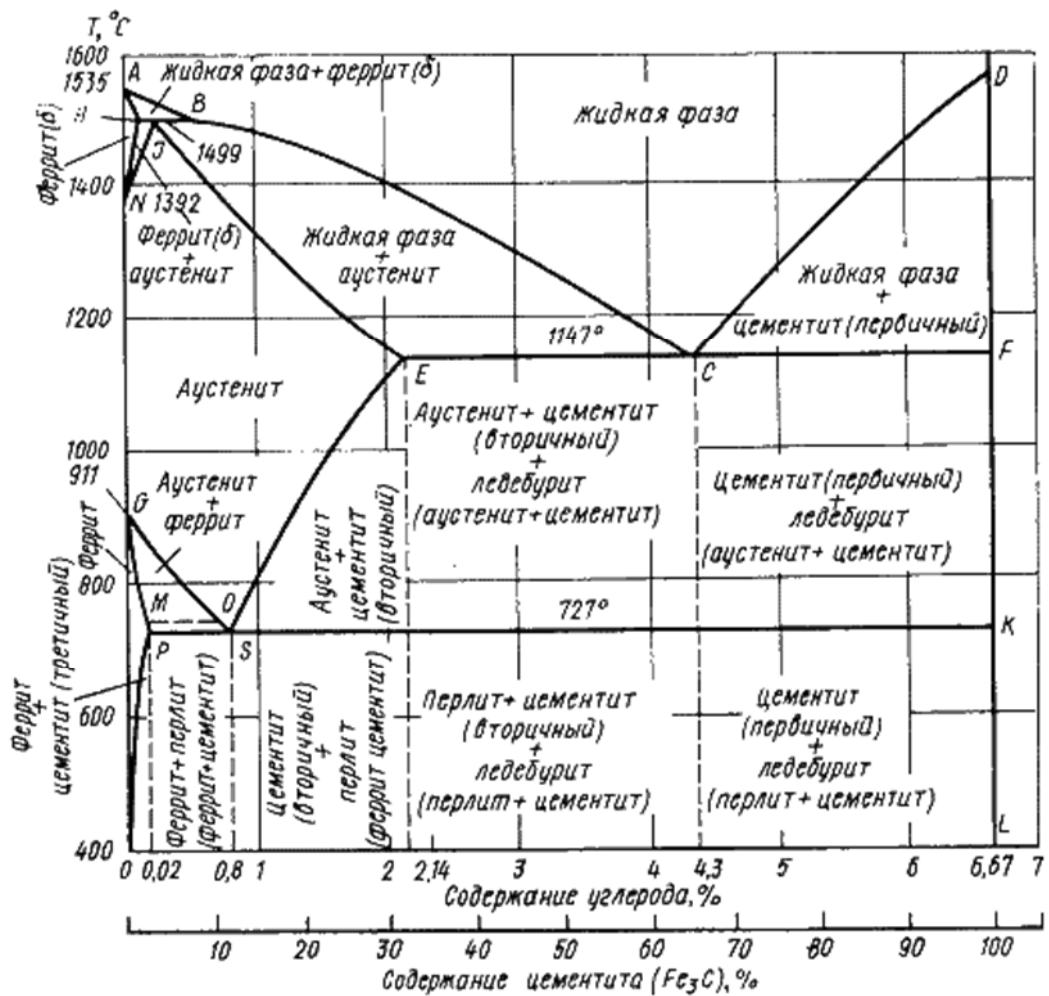
Литература . Адаскин, А. М. Материаловедение (металлообработка) : учеб. для нач. проф. образования /

Ответы на контрольные вопросы:

1. 1147°C – это линия солидус - окончание кристаллизации сплавов.
2. 727°C - начало перекристаллизации сплавов.
3. Техническое железо (или АРМКО-железо) — технически чистое железо, в котором суммарное содержание примесей — до 0,08–0,1%, в том числе углерода — до 0,02%.
4. Чистые компоненты (в том числе химические соединения), кристаллизуются при постоянной температуре и на кривой охлаждения наблюдается горизонтальная площадка.

Выполнение лабораторного занятия:

1. 2. 3. 4 (заготовка для выполнения заданий)



5.1. Фазовые превращения при охлаждении данного сплава (1% углерода в железе) от температуры 1600°C до комнатной температуры:

-От 1600°C до температуры порядка 1485°C охлаждается жидкая фаза сплава.

-При температуре порядка 1485°C жидкая фаза начинает кристаллизоваться, образуются центры кристаллизации аустенита (твёрдый раствор углерода γ -железе).

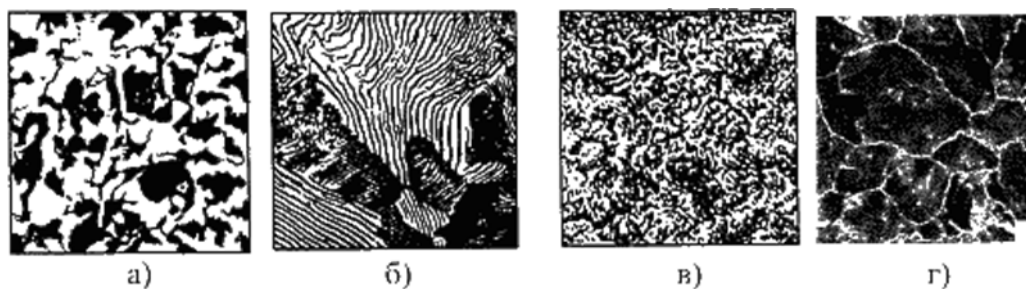
-При температуре порядка 1350 °C кристаллизация аустенита заканчивается, жидкой фазы в структуре уже нет. Далее охлаждается аустенит.

-При температуре 800°C начинается фазовая перекристаллизация. По границам аустенитных зерен образуются зародыши цементита вторичного, при дальнейшем охлаждении их количество растёт.

-При температуре 727°C начинается вторичная перекристаллизация – оставшийся аустенит превращается в перлит (эвтектоид с 0,8% углерода в железе, представляющий собой механическую смесь феррита и цементита).

5.2. Фазовая структура заданного сплава при комнатной температуре –перлит и цементит вторичный.

5.3. Микроструктура заданного сплава при комнатной температуре:



Лабораторное занятие №5

Определение режима отжига, закалки и отпуска стали

Цель - получить практические навыки при определении режимов термической обработки.

Оборудование: справочные материалы.

Краткие теоретические сведения

При термической обработке в сплаве должны произойти необратимые изменения структуры.

Все виды термообработки разделены на группы.

Первая группа – отжиг – термическая операция, заключающаяся в нагреве металла, находящегося в неравновесном состоянии и переводе его в более равновесное состояние, для подготовки к механической обработке, снятия напряжений, подготовке к последующей термообработке.

Вторая группа – закалка – нагрев сплава до температуры выше фазовых превращений и последующим быстрым охлаждением с целью перевода в неравновесное состояние, получения высокой твердости.

Третья группа – отпуск – термическая операция нагрева закалённой стали до температур ниже фазовых превращений для перевода его в более равновесное состояние, для снятия напряжений.

Все эти превращения в группах связаны с диаграммами состояния, у которых есть превращения в твёрдом состоянии; полиморфные, эвтектоидные, ограниченная растворимость твёрдых фаз. Для сталей эта часть диаграммы состояния Fe–C с концентрацией углерода до точки *E* (2,14% C), называется «стальной» участок диаграммы (рис. 1).

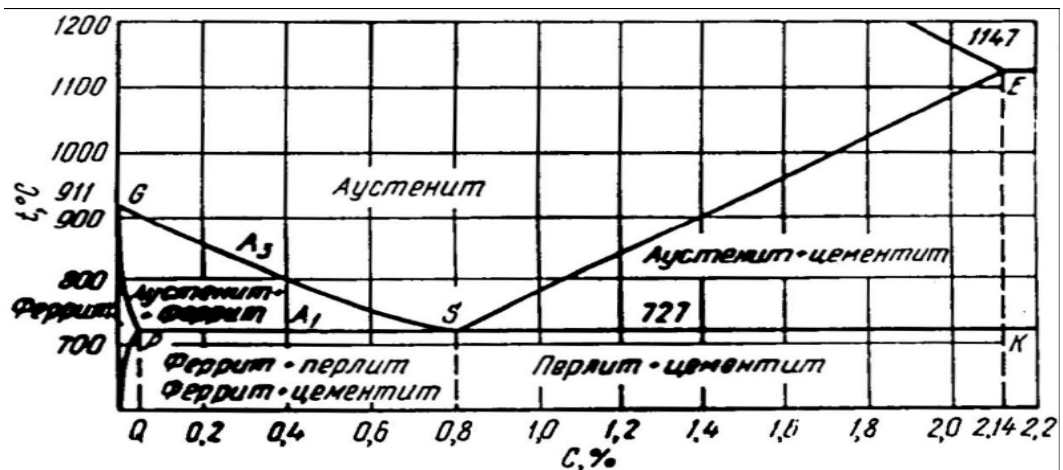


Рис. 1. «Стальной» участок диаграммы Fe–Ц

Приведём общепринятые обозначения на диаграмме.

Температуры, точки, в которых происходят фазовые превращения, называются критическими.

В теории термической обработки эти точки обозначаются буквой *A*.

Нижняя критическая точка, лежащая на линии *PSK*, обозначается буквой *A1* и соответствует превращению аустенит ↔ перлит.

Верхняя критическая точка *A3* лежит на линии *GSE* и соответствует выпадению кристаллов феррита за счёт полиморфного превращения в доэвтектоидной стали (*GS*) или цементита вторичного (*SE*) в заэвтектоидных сталях.

При охлаждении эти точки обозначают *Ar1* и *Ar3*, при нагревании *Ac1* и *Ac3*.

Отжиг – фазовая перекристаллизация, заключающаяся в нагреве выше *Ac3* с последующим медленным охлаждением. Если нагрев проводится в интервале температур *Ac1* – *Ac3*, такой отжиг называется неполным. При отжиге структура сталей – равновесная $\Phi + \Pi$, Π , $\Pi + \text{Ц}$ (после охлаждения).

Если охлаждение сталей проводить на воздухе, то такая обработка будет называться нормализацией.

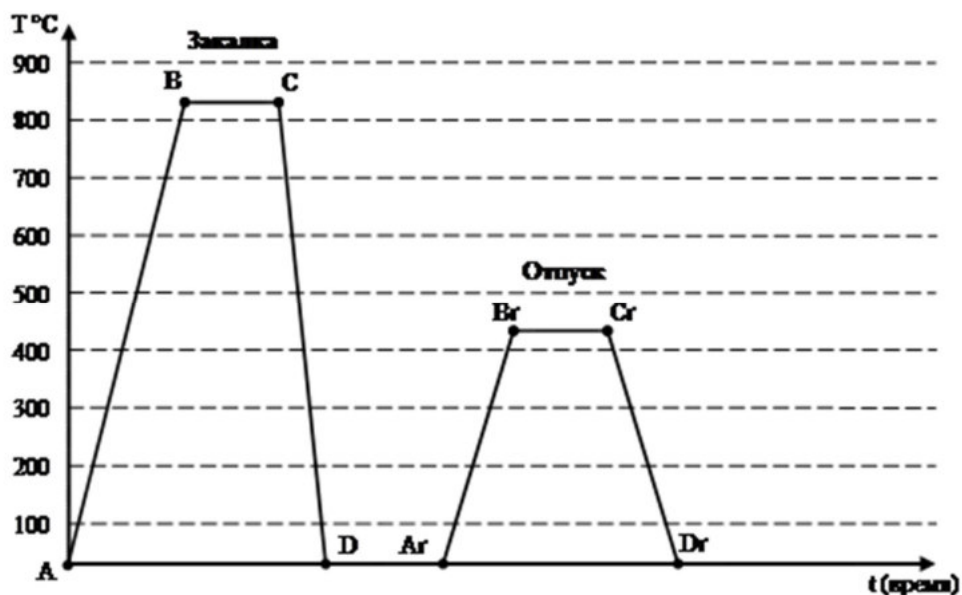
Закалка – нагрев выше температур *Ac3* с последующим быстрым охлаждением.

Нагрев в интервале температур *Ac1* + *Ac3* и последующее быстрое охлаждение называется неполной закалкой.

Отпуск – нагрев закалённой стали ниже *Ac1*.

Имеется множество справочных материалов с указанием режимов термообработки и получаемых при этом механических свойств. Пример -таблица, составленная технологами термического цеха крупного предприятия для использования в практической работе, позволяет быстро и правильно назначить соответствующий режим термической обработки для 30-ти марок стали наиболее применяемых в машиностроении (Приложение 1).

График термической обработки строят в координатах температура-время:



Выполнение работы

1. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.
2. Определите температуру нагрева для полного отжига стали 45, постройте график термической обработки.
3. Определите температуру нагрева для закалки и отпуска стали 35, постройте график термической обработки.

Контрольные вопросы

1. С какой целью используют закалку?
2. Какие виды термической обработки вам известны?
3. С какой целью проводят отжиг?
5. Какое назначение имеет отпуск стали?

Приложение 1

Режим термической обработки для некоторых сталей, наиболее применяемых в машиностроении

№ п/п	Марка стали	Твёрдость (HRCэ)	Температура закалки, град.С	Температура отпуска, град.С	Температура закл. ТВЧ, град.С	Температура цемент., град.С	Температура отжига, град.С	Закалка среда	Прим.
1	Сталь 20	57...63	790...820	160...200		920...950		Вода	
2	Сталь 35	30...34	830...840	490...510				Вода	
		33...35		450...500					

3	Сталь 45	42...48	820...840	180...200	860...880			Вода		
		20...25		550...600						
		20...28		550...580						
		24...28		500...550						
		30...34		490...520						
		42...51		180...220						
		49...57		200...220						840...880
							Сеч. до 40 мм			
								С печь ю		

Лабораторное занятие №6

Определение видов конструкционных материалов по микроструктуре.

Установление связи между составом, механическими свойствами и структурой серых, высокопрочных и ковких чугунов.

Цель: получить практические навыки в изучении микроструктуры серых, высокопрочных и ковких чугунов и установить связь между составом, механическими свойствами и структурой чугунов.

Оборудование: фотографии и схемы микроструктур серых, высокопрочных и ковких чугунов, справочные материалы.

Краткие теоретические сведения

Наиболее широкое распространение получили чугуны с содержанием углерода 2,4...3,8%. Чем выше содержание углерода, тем больше образуется графита и тем ниже его механические свойства, следовательно, количество углерода не должно превышать 3,8 %. В то же время для обеспечения высоких литейных свойств (хорошей жидкотекучести) углерода должно быть не менее 2,4 %.

Химический состав серых чугунов приведен в приложении 1.

Схемы микроструктур чугуна в зависимости от металлической основы и формы графитовых включений представлены на рисунке:

Металлическая основа	Класс чугуна		
	Серый А	Ковкий Б	Высокопрочный В
Феррит			
Феррит + Перлит			
Перлит			

1. Микроструктура **серых чугунов** рассматривается в травленном и нетравленном виде. В структуре обязательно присутствует пластинчатый графит.

В травленном виде металлическая основа серых чугунов очень сходна с микроструктурой сталей и в зависимости от количества связанного углерода может быть ферритной, феррито-перлитной и перлитной.

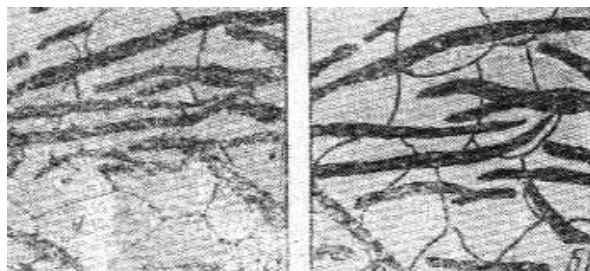


Рис.1. Ферритный серый чугун СЧ 10= феррит+ пластинчатый графит

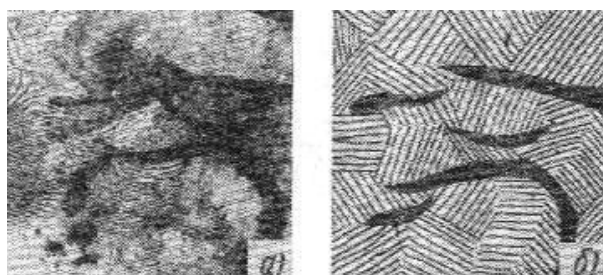


Рис.2. Перлитный серый чугун СЧ 25= перлит+ пластинчатый графит

2. В **высокопрочных чугунах** могут быть те же типы структур, которые указаны для серых чугунов, но графит в этих чугунах шаровидный.

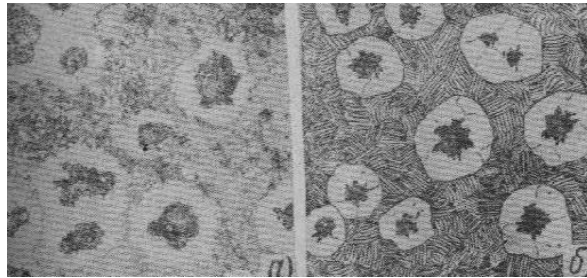


Рис.3. Феррито-перлитный высокопрочный чугун ВЧ 45– феррит+перлит + шаровидный графит

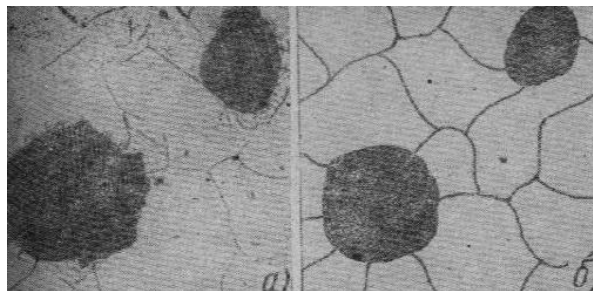


Рис.4. Ферритный высокопрочный чугун ВЧ 35– феррит+шаровидный графит

3. Металлическая основа **ковкого чугуна** может быть ферритной, феррито-перлитной и перлитной. К ней добавляется хлопьевидный графит (углерод отжига).

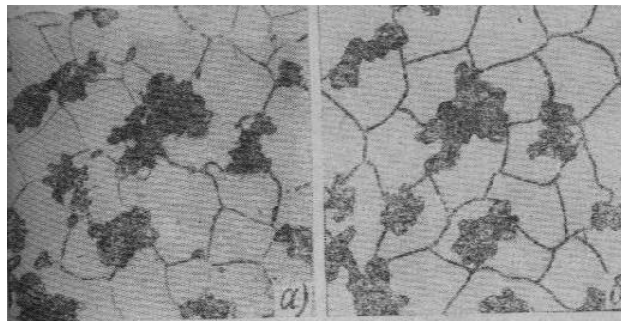


Рис. 5. Ферритный ковкий чугун КЧ 30-6 = феррит+ хлопьевидный графит

Выполнение работы

1. Изучить микроструктуры серых, высокопрочных и ковких чугунов.
2. Оформить таблицу с изображением соответствующих микроструктур.

№ п/п	Наименование и марка сплава	Предел прочности при растяжении, МПа	Хим. Состав (содержание углерода, кремния, марганца,%)	Микроструктура	
				фото	Расшифровка структуры
1	СЧ 10				
2	СЧ 25				
3	ВЧ 35				
4	ВЧ 45				
5	КЧ 30-6				

3. В серых, ковких и высокопрочных чугунах определить предел прочности по маркировке и хим. состав по Приложениям.

4. Сделайте необходимые выводы.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются чугуны в зависимости от вида углерода?
2. Где применяют серые чугуны?
3. Как получают ковкий чугун?

Выполнение задания:

Заготовка для заполнения таблицы:

№ п/п	Наименование и марка сплава	Предел прочности при растяжении, МПа	Хим. Состав (содержание углерода, кремния, марганца, %)	Микроструктура	
				фото	Расшифровка структуры
1	СЧ 10		C Si Mn		
2	СЧ 25		C Si Mn		
3	ВЧ 35		C Si Mn		
4	ВЧ 45		C Si Mn		
5	КЧ 30-6		C Si Mn		

Выводы: 1. Чем выше содержание углерода в составе серого чугуна, тем больше образуется графита и тем ниже его механические свойства.

2. Механические свойства высокопрочных чугунов выше, чем у серых чугунов, это вызвано отсутствием неравномерности в распределении напряжений из-за шаровидной формы графита.

Физические свойства чугуна с пластинчатым графитом

Марка чугуна	Плотность ρ , кг/м ³	Линейная усадка ϵ , %	Модуль упругости при растяжении, $E \cdot 10^3$ МПа	Удельная теплоемкость при температуре от 20 до 200 °С, Дж/(кг К)	Коэффициент линейного расширения при температуре от 20 до 200 °С $\alpha 1 / ^\circ\text{C}$	Теплопроводность при 20 °С λ , Вт/(м К)
СЧ10	$6,8 \cdot 10^3$	1,0	От 700 до 1100	460	$8,0 \cdot 10^{-6}$	60
СЧ15	$7,0 \cdot 10^3$	1,1	» 700 » 1100	460	$9,0 \cdot 10^{-6}$	59
СЧ20	$7,1 \cdot 10^3$	1,2	» 850 » 1100	480	$9,5 \cdot 10^{-6}$	54
СЧ25	$7,2 \cdot 10^3$	1,2	» 900 » 1100	500	$10,0 \cdot 10^{-6}$	50
СЧ30	$7,3 \cdot 10^3$	1,3	» 1200 » 1450	525	$10,5 \cdot 10^{-6}$	46
СЧ35	$7,4 \cdot 10^3$	1,3	» 1300 » 1550	545	$11,0 \cdot 10^{-6}$	42

Марка чугуна	Массовая доля элементов, %				
	Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера
				Не более	
СЧ10	3,5—3,7	2,2—2,6	0,5—0,8	0,3	0,15
СЧ15	3,5—3,7	2,0—2,4	0,5—0,8	0,2	0,15
СЧ20	3,3—3,5	1,4—2,4	0,7—1,0	0,2	0,15
СЧ25	3,2—3,4	1,4—2,2	0,7—1,0	0,2	0,15
СЧ30	3,0—3,2	1,3—1,9	0,7—1,0	0,2	0,12
СЧ35	2,9—3,0	1,2—1,5	0,7—1,1	0,2	0,12

Примечание. Допускается низкое легирование чугуна различными элементами (хромом, никелем, медью, фосфором и др.).

Приложение 1.

Физические. Механические свойства и химический состав серых чугунов.

Хим. состав серых чугунов

$$1 \text{ кгс/мм}^2 = 10 \text{ МПа}$$

$$1 \text{ кгс/мм}^2 = 10 \text{ Н/мм}^2$$

$$1 \text{ МПа} = 1 \text{ Н/мм}^2$$

Марка чугуна	Предел проч- ности, Н/мм ²		Твердость НВ, МПа	Марка чугуна	Предел проч- ности, Н/мм ²		Твердость НВ, МПа
	при растя- жении	при из- гибе			при растя- жении	при из- гибе	
СЧ10	98	274	1400...2200	СЧ30	294	490	1750...2450
СЧ15	147	314	1600...2200	СЧ35	343	539	1900...2600
СЧ18	176	358	1650...2200	СЧ40	392	558	2050...2800
СЧ20	196	392	1650...2350	СЧ45	441	637	2200...2850
СЧ25	245	451	1750...2450				

Механические свойства серых чугунов

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

Относительное удлинение и твердость чугуна

Марка чугуна	Относительное удлинение, δ , %, не менее	Твердость по Бринеллю, НВ
ВЧ 35	22	140—170
ВЧ 40	15	140—202
ВЧ 45	10	140—225
ВЧ 50	7	153—245
ВЧ 60	3	192—277
ВЧ 70	2	228—302
ВЧ 80	2	248—351
ВЧ 100	2	270—360

Примечание. Чугун марки ВЧ 35 с шаровидным графитом должен иметь среднее значение ударной вязкости KCV не менее 21 Дж/см² при температуре плюс 20 °С и 15 Дж/см² при температуре минус 40 °С, минимальное значение ударной вязкости должно быть не менее 17 Дж/см² при температуре плюс 20 °С и 11 Дж/см² при температуре минус 40 °С.

Чугун марки ВЧ 35 и ВЧ 40 с вермикулярным графитом должен иметь относительное удлинение δ не менее 1,0 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Рекомендуемый химический состав чугуна

Марка чугуна	Массовая доля элементов, %					
	Углерод			Кремний		
	Толщина стенки отливки, мм					
	до 50	св. 50 до 100	св. 100	до 50	св. 50 до 100	св. 100
ВЧ 35	3,3—3,8	3,0—3,5	2,7—3,2	1,9—2,9	1,3—1,7	0,8—1,5
ВЧ 40	3,3—3,8	3,0—3,5	2,7—3,2	1,9—2,9	1,2—1,7	0,5—1,5
ВЧ 45	3,3—3,8	3,0—3,5	2,7—3,2	1,9—2,9	1,3—1,7	0,5—1,5
ВЧ 50	3,2—3,7	3,0—3,3	2,7—3,2	1,9—2,9	2,2—2,6	0,8—1,5
ВЧ 60	3,2—3,6	3,0—3,3	—	2,4—2,6	2,4—2,8	—
ВЧ 70	3,2—3,6	3,0—3,3	—	2,6—2,9	2,6—2,9	—
ВЧ 80	3,2—3,6	—	—	2,6—2,9	—	—
ВЧ 100	3,2—3,6	—	—	3,0—3,8	—	—

Продолжение

Марка чугуна	Массовая доля элементов, %					
	Марганец	Фосфор	Сера	Хром	Медь	Никель
		Не более				
ВЧ 35	0,2—0,6	0,1	0,02	0,05	—	—
ВЧ 40	0,2—0,6	0,1	0,02	0,1	—	—
ВЧ 45	0,3—0,7	0,1	0,02	0,1	—	—
ВЧ 50	0,3—0,7	0,1	0,02	0,15	—	—
ВЧ 60	0,4—0,7	0,1	0,02	0,15	0,3	0,4
ВЧ 70	0,4—0,7	0,1	0,015	0,15	0,4	0,6
ВЧ 80	0,4—0,7	0,1	0,01	0,15	0,6	0,6
ВЧ 100	0,4—0,7	0,1	0,01	0,15	0,6	0,8

Приложение 2.

Механические свойства и химический состав высокопрочных чугунов.

σв, Мпа

350

400

450

Приложение 3.

Механические свойства и химический состав ковких чугунов.

Марка чугуна	σв, Мпа
КЧ 30-6	294
Кч 35-10	333

Лабораторное занятие №3

**Определение свойств конструкционных легированных сталей по справочнику
«Марочник стали и сплавов»**

Цель работы : научиться работать со справочной литературой, расшифровывать марку стали и определять свойства конструкционных легированных сталей.

Оборудование: справочник «Марочник стали и сплавов»

Содержание работы

Студент получает марку стали, кратко расшифровывает её, из «Марочника сталей и сплавов» выписывает:

Химический состав,

Механические свойства,

Технологические свойства,

Назначение.

Отвечает на вопрос: Как расшифровывать марку конструкционной легированной стали.

Необходимое оборудование и материалы: Справочник: «Марочник стали и сплавов» под редакцией Зубченко А.С., Машиностроение, 2003г.

Выполнение работы:

Дана марка материала- сталь 30ХГСА. Заполнить таблицу из справочника (заготовка таблицы):

Химический состав, %	C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
	Не более							
Механические свойства после термообработки: Закалка 860-880°C, масло; отпуск 200-250°C	Предел прочности при растяжении, σ_B , МПа		Относительное удлинение после разрыва, δ_5 , %			Твердость, HRC		
Технологические свойства	Температураковки, °C	Свариваемость		Обрабатываемость резанием		Склонность к отпускной хрупкости		
	Начала- Конца-							
Назначение								
Расшифровка марки стали								