

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МАТЕРИАЛЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Методические указания для лабораторных и практических занятий

Направление подготовки – 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Невинномысск, 2020

УДК:
ББК
С24

Печатается по решению УМС НТИ (филиал)
Северо-Кавказского федерального
университета

Рецензенты: доцент кафедры химической технологии, машин и аппаратов химических производств, канд. хим. наук *А.Л. Проскурнин*; начальник отдела технического развития АО «Невинномысский Азот» *А.М. Новоселов*

Составитель: А.И. Свидченко

С24 Материалы химической техники. Методические указания для лабораторных и практических занятий. / – Невинномысск: Изд-во НТИ (филиал) СКФУ, 20120. – 27 с.

Методические указания подготовлены в соответствии с программой дисциплины «Материалы химической техники», разработанной в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки бакалавров. Последовательно изложены основы теории в соответствии с темой занятия, порядок проведения лабораторных работ, перечень вопросов для обсуждения и самоподготовки. Содержит отдельные теоретические вопросы, примеры расчетов и задачи для решения по разделам изучаемого теоретического материала, вынесенным на практические занятия, а также список рекомендуемой литературы [1-8]. Предназначено для получения знаний по дисциплине «Материалы химической техники» студентами направления подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

УДК
ББК

© Свидченко А.И.
© ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Невинномысский технологический институт (филиал), 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
РАЗДЕЛ 1. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.....	5
Лабораторная работа №1. Изучение микроструктуры чугунов.....	5
Лабораторная работа №2. Изучение конструкционных легированных сталей.....	14
РАЗДЕЛ 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	19
Практическое занятие №1. Описание назначения и устройства основных частей машины.....	19
Практическое занятие №2. Определение состава и группы стали.....	22
ЛИТЕРАТУРА.....	25

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания составлены на современном научном уровне и рассчитаны на студентов, обладающих достаточной подготовкой по разделам дисциплин: физика, химия, механика.

Методические указания составлены для проведения лабораторных и практических занятий курса «Материалы химической техники» с учетом требований стандарта третьего поколения ФГОС ВО для подготовки бакалавров направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

При подготовке издания учтены основные изменения в программе дисциплины и тенденции ее развития. Последовательность разделов соответствует логической структуре курса. Предлагаемые методические указания состоят из двух разделов, материал которых используется при подготовке и проведении лабораторных и практических занятий. В конце каждого материала занятий представлены вопросы для контроля знаний студента. В результате освоения материала методических указаний по дисциплине «Материалы химической техники» ОП студент приобретает следующие компетенции:

профессиональные: ПК-15: умеет выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин; ПК-16: умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

Содержание методических указаний соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к содержанию дисциплины «Материалы химической техники» для студентов направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

ВВЕДЕНИЕ

Приобретаемые компетенции ОП при освоении материала методических указаний – ПК-15, ПК-16. Изучив этот материал, бакалавр будет:

- знать: о физико-химических основах строения и свойствах конструкционных металлических и неметаллических материалов, применяемых в химической технике; основы термической обработки и поверхностного упрочнения деталей химического аппаратостроения; основы технологических процессов производства современных конструкций химического машиностроения;
- уметь: использовать оборудование, приспособления и инструменты при изготовлении изделий химической техники; выбирать конструкционный материал на основе анализа их физических и химических свойств и с учетом эксплуатационных требований; использовать справочный материал по выбору конструкционных материалов, теплофизических и физико-химических параметров;
- владеть: способами контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проведения анализа причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разработки мероприятий по их предупреждению; методами определения механических и физико-химических свойств конструкционных материалов; способами выполнения металлических и неметаллических неразъемных соединений в химическом аппаратостроении.

Ниже приведены материалы для лабораторных и практических занятий, рассматриваемые по основным темам дисциплины, согласно ФГОС ВО и рабочей учебной программы.

РАЗДЕЛ 1. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1. Изучение микроструктуры чугунов

Цель: Практическое изучение микроструктуры и свойств чугунов.

Организационная форма занятия – традиционная

Цель заданий: Исследовать металлографически микроструктуру белых и графитизированных чугунов. Изучить маркировку и практическое применение графитизированных чугунов.

Методические рекомендации

К чугунам относятся сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14 %C (рис. 1).

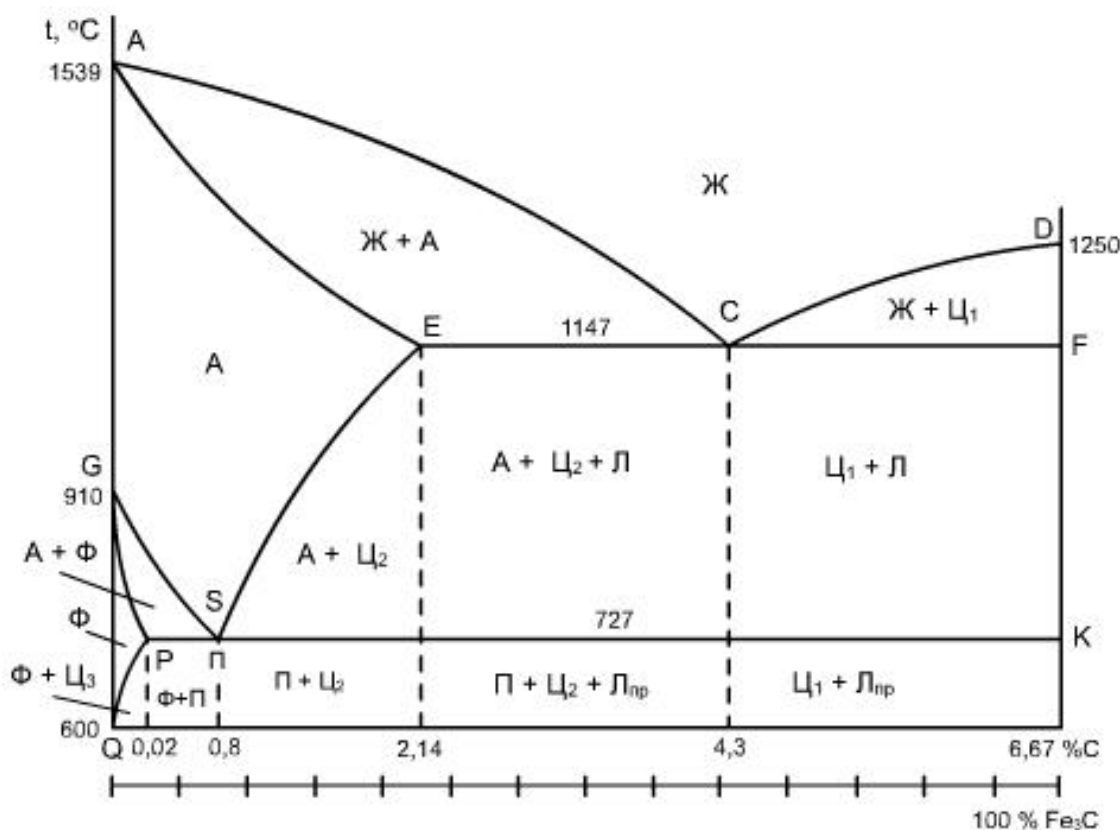


Рис. 1. Структурная диаграмма состояния системы железо-цементит (в упрощенном виде)

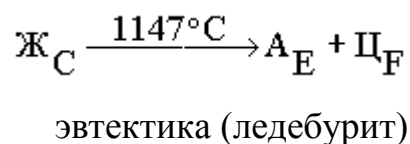
Практическое применение находят чугуны с содержанием углерода до 4 – 4,5 %. При большем количестве углерода, механические свойства существенно ухудшаются.

Промышленные чугуны не являются двойными сплавами, а содержат кроме Fe и C, такие же примеси, как и углеродистые стали Mn, Si, S, P и др. Однако в чугунах этих примесей больше и их влияние иное, чем в сталях. Если весь имеющийся в чугуне углерод находится в химически связанном состоянии, в виде карбида железа (Fe_3C - цементит), то такой чугун называется белым. Чугуны, в которых весь углерод или большая часть, находится в свободном состоянии в виде графитных включений той или иной формы, называются графитизированными.

Белые чугуны

Микроскопический анализ белых чугунов проводят, используя диаграмму состояния Fe – Fe_3C (рис. 1). Из-за присутствия большого количества цементита белый чугун обладает высокой твердостью ($HV = 4500 - 5500$ МПа), хрупок и практически не поддается обработке резанием. Поэтому белый чугун имеет ограниченное применение, как конструкционный материал.

Обычной структурной составляющей белых чугунов является ледебурит. **Ледебуритом** называют смесь аустенита и цементита, образующуюся по эвтектической реакции при переохладении жидкости состава точки C (4,3 % углерода) ниже температуры $1147^\circ C$.



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

При охлаждении чугуна в интервале температур от $1147^\circ C$ до $727^\circ C$ аустенит обедняется углеродом, его состав изменяется по линии ES и выделяется вторичный цементит. При небольшом переохладении ниже $727^\circ C$ аустенит состава точки S по эвтектоидной реакции распадается на перлит ($\Phi + Ц$)

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

Таким образом, при комнатной температуре в доэвтектических белых чугунах находятся три структурные составляющие – перлит, ледебурит и вторичный цементит (рис. 2).

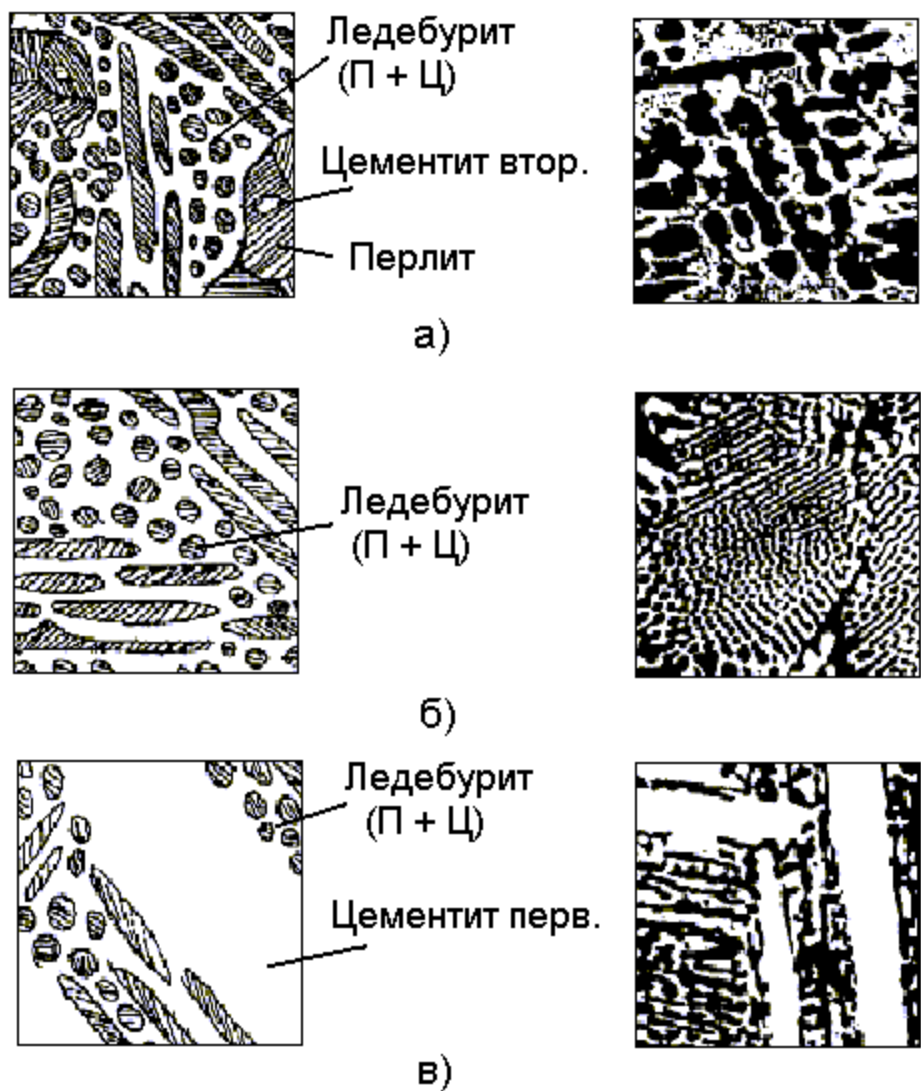


Рис. 2. Микроструктура белых чугунов (слева схематическое изображение):
а) доэвтектический; б) эвтектический; в) заэвтектический

Эвтектический белый чугун при комнатной температуре состоит из одной структурной составляющей – ледебурита. Последний, в свою очередь, состоит из перлита и цементита и называется ледебуритом превращенным.

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

При комнатной температуре заэвтектический белый чугун содержит две структурные составляющие: первичный цементит и ледебурит.

Фазовый состав белых чугунов при комнатной температуре такой же, как в углеродистых сталях в равновесном состоянии, все они состоят из феррита и цементита.

Графитизированные чугуны.

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

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

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

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

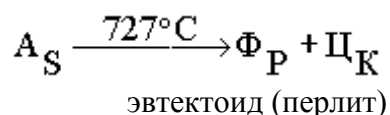
Графит в сером чугуне наблюдается в виде темных включений на светлом фоне нетравленного шлифа. По нетравленному шлифу оценивают форму и дисперсность графита, от которых в сильной степени зависят механические свойства серого чугуна.

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

Полнота графитизации зависит от многих факторов, из которых главными являются скорость охлаждения и состав сплава. При быстром охлаждении кинетически более выгодно образование цементита, а не графита. Чем медленнее охлаждение, тем больше степень графитизации. Кремний действует в ту же

сторону, что и замедление охлаждения, т.е. способствует графитизации, а марганец – карбидообразующий элемент – затрудняет графитизацию.

Если графитизация в твердом состоянии прошла полностью, то чугун содержит две структурные составляющие – графит и феррит. Такой сплав называется серым чугуном на ферритной основе (рис. 3а). Если же эвтектоидный распад аустенита прошел в соответствии с метастабильной системой



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

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

В металлической основе серого чугуна фосфидная эвтектика обнаруживается в виде светлых, хорошо очерченных участков.

Высокопрочный чугун с шаровидным графитом получают модифицированием серого чугуна щелочно-земельными элементами. Чаще для этого используют магний, вводя его в жидкий расплав в количестве 0,02 – 0,03 %. Под действием магния графит кристаллизуется в шаровидной форме (рис.3б). Шаровидные включения графита в металлической матрице не являются такими сильными концентраторами напряжений, как пластинки графита в сером чугуне. Чугуны с шаровидным графитом имеют более высокие механические свойства, не уступающие литой углеродистой стали.

Маркируют высокопрочный чугун буквами ВЧ и далее следуют величины предела прочности при растяжении (в *кгс/мм²*) ВЧ 40, ВЧ 45, ВЧ 80 (ГОСТ

7293-85). Так же, как и серые чугуны, они подразделяются по микроструктуре металлической основы в зависимости от полноты графитизации и бывают на ферритной, феррито-перлитной, перлитной основах. Высокопрочный чугун используется во многих областях техники взамен литой и ковкой стали, серого и ковкого чугунов. Высокие механические свойства дают возможность широко применять его для производства отливок ответственного назначения, в том числе и в судовом машиностроении: головок цилиндров, турбокомпрессоров, напорных труб, коленчатых и распределительных валов и т.п.

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

Графитизация идет путем растворения метастабильного цементита в аустените и одновременного выделения из аустенита более стабильного графита. Чем больше время выдержки при отжиге и меньше скорость охлаждения, тем полнее проходит графитизация. В зависимости от графитизации встречаются те же три основные типа структур, что и в сером чугуне с пластинчатым графитом: ковкие чугуны на ферритной, феррито-перлитной и перлитной основах (рис. 3, в). От серых (литейных) чугунов ковкие чугуны отличаются по микроструктуре только формой графита.

Если на шлифах (рис. 3, а) серых чугунов графит имеет форму извилистых прожилок, то в ковких чугунах графит, называемый углеродом отжига, находится в форме более компактных хлопьевидных включений с рваными краями. Более компактная форма графита обеспечивает повышение механических свойств ковкого чугуна по сравнению с серым чугуном с пластинчатым графитом. Обладая механическими свойствами, близкими к литой стали и высоко-

прочному чугуну, высоким сопротивлением ударным нагрузкам, износостойкостью, обрабатываемостью резанием, ковкий чугун находит свое применение во многих отраслях промышленности. Из него изготавливают поршни, шестерни, шатуны, скобы, иллюминаторные кольца и др.

Чугуны с вермикулярным графитом получают как и высокопрочные чугуны модифицированием, только в расплав при этом вводится меньшее количество сфероидизирующих металлов. Маркируют чугуны с вермикулярным графитом буквами ЧВГ и далее следует цифра, обозначающая величину предела прочности при растяжении ($кгс/мм^2$), например, ЧВГ 30, ЧВГ 45 (ГОСТ 28394-89). Вермикулярный графит подобно пластинчатому графиту виден на металлографическом шлифе в форме прожилок, но они меньшего размера, утолщенные, с округлыми краями (рис. 3, г). Микроструктура металлической основы ЧВГ также как у других графитизированных чугунов может быть ферритной, перлитной и феррито-перлитной.

По механическим свойствам чугуны с вермикулярным графитом превосходят серые чугуны и близки к высокопрочным чугунам, а демпфирующая способность и теплофизические свойства ЧВГ выше, чем у высокопрочных чугунов. Чугуны с вермикулярным графитом более технологичны, чем высокопрочные и соперничают с серыми чугунами. Для них характерны высокая жидкотекучесть, обрабатываемость резанием, малая усадка. Чугуны с вермикулярным графитом широко используются в мировом и отечественном автомобилестроении, тракторостроении, судостроении, дизелестроении, энергетическом и металлургическом машиностроении для деталей, работающих при значительных механических нагрузках в условиях износа, гидрокавитации, переменном повышении температуры. Например, ЧВГ используется взамен СЧ для производства головок цилиндров крупных морских дизельных ДВС.

Приборы и материалы

Металлографические микроскопы. Коллекция микрошлифов чугунов.

Методика выполнения работы

Проведите внешний осмотр шлифов, сделайте необходимые наблюдения

при помощи микроскопов, сделайте эскизы.

Указания по технике безопасности

Для безопасного проведения лабораторной работы необходимо:

- соблюдать осторожность при работе с микроскопами и шлифами;
- проводить работу только в присутствии преподавателя;
- выполнять работу в строгом соответствии с методическими указаниями.

Порядок проведения работы

1. Получите задание для выполнения работы от преподавателя.
2. Выполните задание в соответствии с методикой (см. выше).
3. Составьте отчет о выполненной работе.

Содержание отчета

1. Дата проведения работы.
2. Название работы.
3. Цель работы.
4. Фрагмент диаграммы Fe – Fe₃C (2,14 – 6,67 %C).
5. Схемы микроструктур исследованных образцов с указанием их марок.
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие сплавы относятся к чугунам?
2. На какие группы подразделяют чугуны?
3. Какую диаграмму состояния используют при анализе микроструктуры белых чугунов?
4. Почему белый чугун имеет ограниченное использование?
5. Что называют ледебуритом?
6. Какой процесс протекает в белых чугунах при переохлаждении расплава ниже 1147 °C ?
7. Сколько углерода содержится в эвтектическом белом чугуне?
8. Сколько структурных составляющих можно увидеть при комнатной температуре в белом доэвтектическом чугуне?

9. Сколько структурных составляющих, можно увидеть при комнатной температуре в белом эвтектическом чугунае?
10. Сколько структурных составляющих можно увидеть при комнатной температуре в белом заэвтектическом чугунае?
11. Каким методом получают серые чугуны?
12. Каким методом получают ковкий чугун?
13. Каким методом получают высокопрочный чугун?
14. Каким методом получают чугун с вермикулярным графитом?
15. Как маркируются чугуны?
16. От каких факторов зависит степень графитизации?
17. Сколько структурных составляющих содержит чугун, если графитизация в твердом состоянии прошла полностью?
18. Чем отличаются микроструктуры графитизированных чугунов на одинаковой основе?
19. В чем сущность эвтектического превращения в чугунаах?

Лабораторная работа №2. Изучение конструкционных легированных сталей

Цель: Практическое изучение микроструктуры и свойств конструкционных легированных сталей.

Организационная форма занятия – традиционная

Вопросы для обсуждения

1. Основные виды конструкционных сталей.
2. Основные легирующие элементы для сталей.
3. Области применения конструкционных сталей.
4. Способы улучшения свойств конструкционных сталей.
5. Принципы маркировки конструкционных сталей.

Методические рекомендации

Для подготовки к проведению лабораторной работы необходимы знания теоретических материалов, связанных с обозначением, структурой и составом конструкционных сталей, используемых в химическом аппаратостроении.

Конструкционные легированные стали делят по назначению на: цементуемые и улучшаемые, широко используемые для изготовления деталей машин; строительные, применяемые в строительных и корпусных конструкциях; рессорно-пружинные и др. Кроме того, их классифицируют по химическому составу. Например: хромистые, хромоникелевые.

По ГОСТ 4543-71* принято обозначать: хром – Х; никель – Н; марганец – Г; кремний – С; молибден – М; вольфрам – В; алюминий – Ю; медь – Д; ниобий – Б; бор – Р; кобальт – К; титан – Т; ванадий – Ф. Цифра, стоящая после буквы, указывает среднее содержание легирующего элемента в процентах. Если цифра отсутствует, то содержание легирующего элемента до 1 %. Цифры в начале марки конструкционной легированной стали соответствуют содержанию углерода в сотых долях процента.

Например, сталь 40ХН в среднем содержит 0,40 % С, 1 % Cr, 1 % Ni.

Буквы в конце марки означают, что сталь высококачественная – А или особовысококачественная – Ш.

Некоторые стали содержат дополнительные обозначения. Например, марки шарикоподшипниковых сталей начинаются с буквы Ш.

Легированные цементуемые (нитроцементуемые) стали. К легированным конструкционным сталям, упрочняемым в поверхностном слое цементацией и нитроцементацией, относятся низкоуглеродистые стали, содержащие до 0,2 % С по массе. В таблице 1.1 приведена массовая доля элементов (%) сталей этой группы.

Таблица 1.1 - Массовая доля элементов (%) в легированных цементуемых сталях

Марка стали	С	Si	Mn	Cr	Ni не более	Другие
15X	0,12 – 0,18	0,17 – 0,37	0,40 – 0,70	0,70 – 1,00	0,30	–
20X	0,17 – 0,23	0,17 – 0,37	0,50 – 0,80	0,70 – 1,00	0,30	–
15XM	0,11 – 0,18	0,17 – 0,37	0,40 – 0,70	0,80 – 1,10	0,30	Mo – 0,4 – 0,55
18XГТ	0,17 – 0,23	0,17 – 0,37	0,80 – 1,10	1,00 – 1,30	0,30	Ti – 0,03 – 0,09

В равновесном состоянии они имеют феррито-перлитную структуру. На рисунке 1.1а представлена схема микроструктуры стали 15X после отжига.

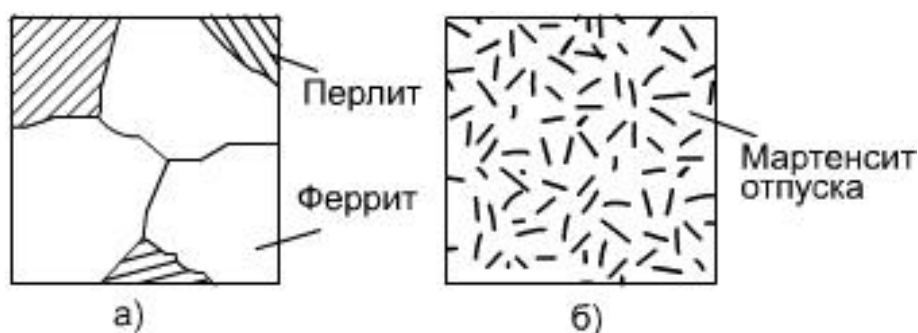


Рисунок 1.1 - Схема микроструктуры стали 15X: а) после отжига; б) после закалки и низкого отпуска

Растворение хрома в феррите происходит путем замещения в решетке атомов железа атомами Cr, что вызывает изменение параметров кристаллической решетки феррита, его свойств и свойств стали в целом. Так добавление 1%

Cr приводит к увеличению пластичности и ударной вязкости стали и небольшому росту прочности. Сталь 15X после отжига имеет низкую твердость, хорошо обрабатывается резанием.

Готовую деталь подвергают упрочняющей химико-термической обработке – цементации или нитроцементации и последующей закалке и низкому отпуску. При этом, поскольку легирование способствует повышению прокаливаемости стали при закалке, сердцевина детали будет несколько упрочнена. Получают структуру мартенсита отпущенного (рисунок 1б). Твердость поверхности детали после такой обработки будет HRC 60, а сердцевины – HRC 15 – 20.

В исходном отожженном состоянии свойства сталей этой группы практически одинаковы: $\sigma_b = 500 - 600$ МПа; $\sigma_{0,2} = 350 - 450$ МПа; $\delta = 30\%$; $\psi = 60\%$. Поэтому основным критерием выбора марки стали для изготовления детали служит критический диаметр, определяющий размер сечения изделия, прокаливающегося насквозь.

После закалки и низкого отпуска прочность стали повышается, пластичность снижается незначительно. У стали 15X: $\sigma_b = 750$ МПа; $\sigma_{0,2} = 650$ МПа; $\delta = 15\%$; $\psi = 55\%$ – после закалки в масле и отпуска при 200 °С.

Улучшаемые легированные стали. Улучшаемые (среднеуглеродистые) стали содержат 0,3 – 0,5 % С и до 5 % различных легирующих элементов.

Стали этой группы подвергают обычно (улучшению) закалке в масле и высокому отпуску (600 °С). Прокаливаемость стали при увеличении количества легирующих элементов в ней возрастает.

На рисунке 1.2 представлена схема микроструктуры стали 40X, после отжига и после улучшения.

Основным параметром, по которому выбирается марка улучшаемой стали является прокаливаемость (критический диаметр), так как механические свойства в случае прокаливаемости у сталей разных марок этой группы отличаются незначительно.

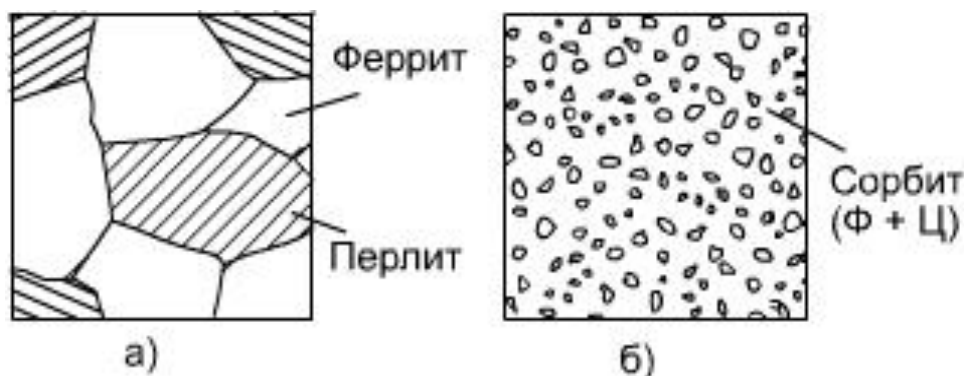


Рисунок 1.2 - Схема микроструктуры стали 40X: а) после отжига; б) после закалки и высоко-го отпуска

В таблице 1.2 приведены массовые доли элементов (%) и назначение некоторых легированных улучшаемых сталей, критические диаметры и порог хладноломкости.

Таблица 1.2 - Массовая доля элементов (%) в улучшаемых легированных сталях

Марка стали	C	Si	Mn	Cr	Ni не бо- лее	S не бо- лее	P не бо- лее	Критич. диаметр, мм	Порог хладно- ломкости, °C
40X	0,36 – 0,44	0,17 – 0,37	0,5 – 0,8	0,8 –1,1	0,3	0,035	0,035	15 – 25	-50
30XГСА	0,28 – 0,34	0,90 – 1,20	0,8 – 1,1	0,8 –1,1	0,3	0,025	0,025	30 – 40	-20
40XН	0,36 – 0,44	0,17 – 0,37	0,5 – 0,8	0,45 – 0,75	1,0 – 1,4	0,035	0,035	40 – 50	-70

Приборы и материалы

Металлографические микроскопы, коллекции микрошлифов легированных сталей, таблицы химических составов сталей.

Методика выполнения работы

Проведите внешний осмотр шлифов, сделайте необходимые наблюдения при помощи микроскопов, сделайте эскизы.

Указания по технике безопасности

Для безопасного проведения лабораторной работы необходимо:

- соблюдать осторожность при работе с микроскопами и шлифами;
- проводить работу только в присутствии преподавателя;

- выполнять работу в строгом соответствии с методическими указаниями.

Порядок проведения работы

4. Получите задание для выполнения работы от преподавателя.
5. Выполните задание в соответствии с методикой (см. выше).
6. Составьте отчет о выполненной работе.

Содержание отчета

В отчете о выполненной лабораторной работе должны содержаться следующие данные:

1. Дата проведения работы.
2. Название работы.
3. Цель работы.
4. Схема микроструктур исследуемых сталей с указанием структурных составляющих.
5. Химический состав заданных сталей, их механические свойства, термическая обработка и применение.
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют конструкционные легированные стали?
2. Каким образом маркируют легированные стали?
3. Какое количество углерода содержат цементуемые легированные конструкционные стали?
4. Какую микроструктуру они имеют?
5. Какие изменения происходят при легировании феррита?
6. Какой термической обработке подвергают цементуемые стали после цементации?
7. Как изменяются механические свойства стали в процессе термической обработки?
8. Что такое улучшение?
9. Какие легированные стали подвергают улучшению?

РАЗДЕЛ 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие №1. Описание назначения и устройства основных частей машины

Цель: приобретение знаний и умений по анализу назначения и конструкции машин для обработки материалов химической техники.

Организационная форма занятия – традиционная.

Исходя из результатов анализа сущности машин, можно утверждать, что любая машина имеет вполне определенный набор основных функциональных частей (блоков). В данном случае под термином блок понимается часть машины, представляющая собой группу функционально объединенных элементов. Структура – это общее, качественно определенное и относительно устойчивое строение рассматриваемого *объекта* (в данном рассмотрении – машины).

Современные наиболее распространенные машины, выполняющие механическую работу, включают следующие структурные составляющие.

1. Важной частью машины является рабочий (исполнительный) *орган*, которым машина выполняет полезную работу. Утверждается, что все остальные части машины – двигатель, передаточный механизм и устройства управления работой – второстепенны, так как предназначены для того, чтобы рабочий орган мог выполнять необходимые движения и передавать нужные усилия.

Понятие рабочий орган имеет больший объем и содержание, чем понятие орудие. Так, например, рабочим органом токарного станка является шпиндель, на котором установлен патрон для крепления детали, и суппорт, перемещающий резец во время работы. В данном случае орудием работы машины (токарного станка), входящим в состав рабочего органа и непосредственно воздействующим на обрабатываемое тело, является резец.

2. *Двигатель*, приводящий в движение рабочий орган.

3. *Передачный механизм* (трансмиссия) служит для преобразования и передачи движения от двигателя к рабочему органу в машинах механического действия.

4. *Управляющие устройства*, служащие для управления работой машины.

5. Наконец, все вышеперечисленные части машины соединяются воедино. Для этого у каждой машины имеется *рама* (станина или корпус).

Следовательно, в общем, структура любой машины может быть показана в виде блочной схемы (рисунок 2.1).

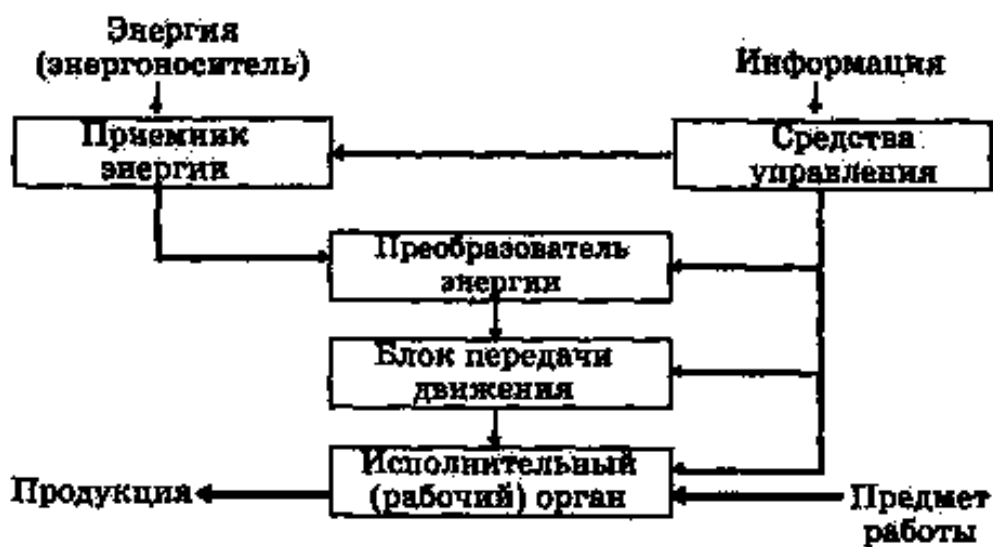


Рисунок 2.1 - Общая структура машины

ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задание выполняется по вариантам, задаваемым преподавателем (машины для сварки стальных и пластмассовых изделий, резки проката, труб.).

1. Привести эскиз машины с расшифровкой основных частей в соответствии с ее структурой.

2. Привести описание назначения и конструкции машины для обработки материалов химической техники.

Контрольные вопросы

1. Каково функциональное назначение рассматриваемой машины?
2. Из каких структурных частей состоит машина?

3.Какой вид энергии используется для привода машины в действие?

4.Какой вид передаточного устройства использован в машине?

5.Выполнение каких технологических операций предусмотрено в машине?

6.Что можно было бы улучшить в конструкции рассматриваемой машины?

Практическое занятие №2. Определение состава и группы стали

Цель: приобретение знаний и умений по определению состава и группы стали.

Организационная форма занятия – традиционная.

Из углеродистых качественных конструкционных сталей (ГОСТ 1050–74*) производят прокат, поковки, калиброванную сталь, сталь серебрянку, сортовую сталь, штамповки и слитки. Эти стали являются основным материалом для изготовления таких деталей машин, как валы, шпиндели, оси, зубчатые колеса, шпонки, муфты, фланцы, фрикционные диски, винты, гайки, упоры, тяги, цилиндры гидроприводов, эксцентрики, звездочки цепных передач, т.е. деталей различной степени нагружения. Они хорошо обрабатываются давлением и резанием, лются и свариваются, подвергаются термической, термомеханической и химико-термической обработке. Различные специальные виды обработки обеспечивают вязкость, упругость и твердость сталей, позволяют делать из них детали, вязкие в сердцевине и твердые снаружи, что резко увеличивает их износостойкость и надежность.

Качественные конструкционные стали обладают более высокими механическими свойствами, чем стали обыкновенного качества, за счет меньшего содержания в них фосфора, серы и неметаллических включений. Но они на 10–15% дороже сталей обыкновенного качества, поэтому используются преимущественно для изготовления более нагруженных деталей. По видам обработки их делят на горячекатаную, кованую, калиброванную и серебрянку (со специальной отделкой поверхности). По требованиям к испытанию механических свойств различают пять категорий качественных конструкционных сталей:

1-я – без испытания механических свойств;

2-я – с испытанием механических свойств нормализованных образцов на растяжение и ударную вязкость;

3-я – с испытанием механических свойств нормализованных образцов на

растяжение;

4-я – с испытанием механических свойств термически обработанных образцов (закалка с отпуском) на растяжение и ударную вязкость;

5-я – с испытанием механических свойств нагартованных и термически обработанных образцов (отжиг или высокий отпуск) на растяжение.

Механические свойства рассматриваемых сталей регламентированы ГОСТ 1050–74*. В зависимости от состояния материала стали выпускаются без термической обработки, термически обработанные (Т) и нагартованные (Н). В соответствии с назначением горячекатаная и кованая стали делятся на подгруппы:

а – для горячей обработки давлением;

б – для механической обработки резанием на станках;

в – для холодного волочения.

Перечисленные сведения указываются в заказе на получение стали от завода-изготовителя.

ГОСТ 1050–74* предусматривает следующие марки качественных конструкционных сталей; 05кп, 08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 10, 11кп, 15кп, 15пс, 15, 18кп, 20кп, 20пс, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58 (55пп), 60. В обозначении марки стали цифра указывает на среднее содержание углерода в сотых долях процента. Например, сталь 25 содержит 0,25% углерода (допустимое количество углерода – 0,22 – 0,30%), сталь 60 – 0,60% (допустимое количество – 0,57 – 0,65%). В стали 58 (55пп) буквы означают повышенную прокаливаемость. Степень раскисления в марках спокойных сталей не отражается, а в марках полуспокойных и кипящих сталей, как и сталей обыкновенного качества, обозначается буквами «пс» и «кп» соответственно. В качественных конструкционных сталях всех марок допускается содержание серы не более 0,040% и фосфора – не более 0,035%. На чертежах марку стали обозначают в штампе, например: Сталь 15пс ГОСТ 1050–74* или Сталь 45 ГОСТ 1050–74*.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Задания выполняются по вариантам, задаваемым преподавателем.

1. Для 2-3 марок конструкционных сталей приведите расшифровку химического состава и определите групповую принадлежность.

2. Назначьте возможные варианты изделий для изготовления из рассматриваемых марок сталей.

3. Назначьте возможные варианты упрочняющей обработки изделий из рассматриваемых марок сталей.

Контрольные вопросы

1. Что собой представляет сталь как материал химической техники?
2. Какие разновидности сталей известны?
3. Чем отличается конструкционная сталь от других разновидностей?
4. Как установить состав стали?
5. Как установить групповую принадлежность стали?
6. Какие виды упрочняющей обработки конструкционных сталей используют на практике?

ЛИТЕРАТУРА

1. Носенко, В. А. Физико-химические методы обработки материалов : учеб. пособие / В. А. Носенко, М. В. Даниленко. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 196 с. : ил. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-327-4
2. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие. / Под ред. А.И. Батышева, А.А. Смолькина. - М.: ИНФРА-М, 2012.
3. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. - Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2002. Т 1,850 с.
4. Фетисов Г.П. и др. Материаловедение и технология металлов. - М.: Высшая школа, 2002.- 638 с.
5. Лахтин Ю.М., Леонтьев В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. - М.: Машиностроение, 1990. - 528 с.
6. Технология конструкционных материалов: Учебник для студентов вузов. /А.М. Дальский. - М.: Машиностроение, 1992. - 448 с.
7. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению./Под ред. С. Некрасова. - М.: Колос, 1978. - 256 с.
8. Тарасов В.В., Малышко С.Б. Лабораторный практикум по материаловедению. Владивосток – 2003. доступно//<http://www.msun.ru/div/kaf/tm/index.php>.

МАТЕРИАЛЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Методические указания для лабораторных и практических занятий

Направление подготовки – 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Составитель *доц. А.И. Свидченко*

Рецензенты *доц. А.Л. Проскурнин, доц. А.М. Новоселов*

Редактор

Подписано в печать	20	г.	Формат	60 x 84	1/16
Уч.-изд. л.	Усл. печ. л.		Тираж	Заказ №	
Невинномысский технологический институт (филиал)					
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»					

Отпечатано в типографии НТИ
357108, г. Невинномысск, ул. Гагарина, 1