

Введение

Данное учебное пособие рассматривается как самостоятельный теоретический раздел модульной программы по подготовке учащихся по профессиям, связанным с обработкой и сборкой деталей, ремонтом и обслуживанием машин и механизмов. Учебное пособие «Железоуглеродистые сплавы» разработано и апробировано в соответствии с модульной технологией обучения, основанной на компетентностном подходе к профессиональной деятельности, и является частью курса «Материаловедение». Сочетание различных модулей позволяет обучать учащихся по разным специальностям в соответствии с государственным стандартом данной профессии.

Модульное обучение, возникшее как альтернатива традиционному обучению, интегрирует в себя всё то, прогрессивное, что накоплено в педагогической деятельности. Сущность модульного обучения состоит в том, что обучающийся самостоятельно (с направляющей помощью педагога-мастера производственного обучения) достигает определённой компетентности в процессе работы с модулем. Модульное обучение, и в том одна из его особенностей, ориентировано на учащихся с различной мотивацией и разным уровнем допрофессионального обучения.

Другой важной особенностью является построение модуля по принципу структурирования деятельности и формирования профессиональной компетентности.

Модульная программа содержит три результата, которые формируют основные знания теории сплавов, практические навыки по классификации и расшифровке марок чугунов и сталей и обеспечивает следующие результаты освоения дисциплины по ФГОС:

1) обучающийся должен уметь:

выбирать материалы для осуществления профессиональной деятельности;

2) обучающийся должен знать: основные сведения о металлах и сплавах, стали и их классификацию, наименование, маркировку и свойства обрабатываемого материала

Словарь терминов

А, Д

Аллотропия (полиморфизм) - способность иметь разные кристаллические решётки при разных температурах.

Диаграмма состояния сплава - графическое изображение фазового состояния сплава.

К

Кристаллизация первичная – процесс образования кристаллов при переходе из жидкого агрегатного состояния в твёрдое.

Кристаллизация вторичная - процесс изменения кристаллического строения в твёрдом агрегатном состоянии.

Критическая точка – температура, при которой в сплаве происходят изменения.

Компонент – одно простое вещество сплава.

КОЦ - кубическая объёмно-центрированная решётка.

КГЦ - кубическая гранецентрированная решётка.

Л, М

Ликвидус – линия начала первичной кристаллизации.

Легирование- введение в сплав легирующих элементов.

Модифицирование - введение в сплав элементов, измельчающих зерно.

Р, С

Раскисление - удаление из расплава кислорода.

Солидус - линия окончания первичной кристаллизации.

Сплав – сложное вещество, полученное сплавлением двух или более компонентов.

Сталь-сплав железа с углеродом, где углерода менее 2,14%.

Структура - внутреннее строение сплава

Ф, Ч

Фаза – однородная часть сплава, имеющая свою структуру, свойства

Флюсы - вещества, вводимые в шихту для образования шлаков с заданными химическими и механическими свойствами.

Чугун - сплав железа с углеродом, где углерода более 2,14%.

Ш, Э

Шихта - смесь исходных материалов.

Шлаки - расплав оксидов, покрывающих поверхность жидкого металла.

Эвтектика - механическая смесь двух фаз, образующаяся из жидкого сплава.

Эвтектоид — механическая смесь двух фаз, образующаяся из твердого раствора.

Результат 1

Объяснить фазовые превращения в железоуглеродистых сплавах при нагреве и охлаждении в соответствии с физико-химическими закономерностями

Темы:

Тема 1. Компоненты, фазы и структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.

Тема 2 Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов.

Тема 3. Практическое применение диаграммы железоуглеродистых сплавов.

Тема 1. Компоненты, фазы и структурные составляющие сплавов железа с углеродом

Учебный материал 1

Сплавы железа с углеродом являются основными компонентами так называемых чёрных сплавов - сталей и чугунов, которые служат важнейшими конструкционными материалами в технике. Изучением железоуглеродистых сплавов занимались такие учёные: Ледебур, Аустен, Осмонд, Ле-Шателье, Гудцов, Байков. Учёный Дмитрий Чернов впервые

указал на существование критических точек в сплавах и дал первое представление о диаграмме состояния сплавов железа с углеродом.

Сталь- сплав железа с углеродом, где углерода до 2,14%.

Чугун- сплав железа с углеродом, где углерода от 2,14% до 6,67%.

Сталь и чугун также содержат небольшое количество примесей: полезных - кремний и марганец, вредных - сера и фосфор. Структура и свойства любого сплава зависят, прежде всего, от свойств базового компонента и элементов- добавок, а также от характера их взаимодействия. Рассмотрим свойства основных компонентов железоуглеродистых сплавов

Железо и его свойства — пластичный металл серебристо-белого цвета. При комнатной температуре чистое железо - мягкий пластичный металл с невысокой твердостью (НВ 80). Относительное удлинение 45-55%. Железо имеет две полиморфные модификации: *альфа*-железо и *гамма*-железо (Рис. 1).

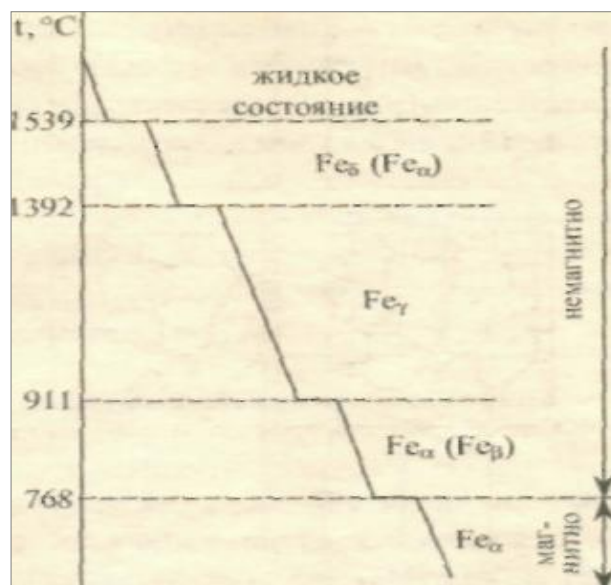


Рис.1 Кривая охлаждения железа

Альфа-железо магнитно до температуры 768°C (точка Кюри), решётка КОЦ.. При нагреве выше 911°C происходит перекристаллизация: образуется *гамма*-железо, имеющее решётку КГЦ. В результате дальнейшего нагревания (при температуре выше 1441°C) железо снова меняет свою решётку на КОЦ . Температура 1539°C является

температурой плавления чистого железа. При охлаждении все эти процессы протекают в обратном порядке. В результате полиморфных превращений происходит вторичная кристаллизация, являющаяся основной предпосылкой проведения термической обработки. С углеродом железо образует химическое соединение и твёрдые растворы.

Углерод и его свойства - неметаллический элемент. Температура плавления — 3500°C . В природе может существовать в двух полиморфных модификациях: алмаз и графит. В железоуглеродистых сплавах в свободном виде углерод находится в форме графита. Кристаллическая структура графита слоистая. Прочность и пластичность его очень низкие. Углерод растворим в железе, в жидком и твёрдом состояниях может образовывать химическое соединение - цементит, может находиться в свободном виде - в форме графита.

Структурные составляющие сплавов железа с углеродом

В сплавах могут образовываться следующие фазы: жидкие растворы, химические соединения, а также твёрдые растворы. В сплавах железа с углеродом могут образовываться следующие структурные составляющие:

Цементит (Ц) — химическое соединение железа с углеродом (карбид железа) Fe_3C . Характеризуется очень высокой твердостью (НВ 800), крайне низкой пластичностью и высокой хрупкостью. Цементит неустойчив и в определённых условиях распадается с образованием свободного графита.

Феррит (Ф) - твердый раствор углерода в α - железе. Благодаря малому содержанию углерода свойства феррита близки к свойствам чистого железа - низкая твердость (НВ 80-100) и высокая пластичность(50%).

Аустенит (А) — твердый раствор углерода в γ - железе. Имеет твердость НВ 220, непрочный, средняя пластичность(40%).

Перлит (П) — это механическая смесь феррита с цементитом, содержит 0,8% углерода, образуется из аустенита при температуре 727°C . Имеет пластинчатое строение, т.е. его зерна состоят из чередующихся пластинок феррита и цементита. Цементит придаёт перлиту высокую прочность(800МПа), низкую

пластичность(15%).Твёрдость перлита невысокая (НВ160). Перлит является эвтектоидом. *Эвтектоид* — это механическая смесь двух фаз, образующаяся из твердого раствора (а не из жидкого сплава, как эвтектика).

Ледебурит (Л) представляет собой эвтектику - механическую смесь аустенита с цементитом. Содержит 4,3% углерода, образуется из жидкого сплава при температуре 1147°C. При температуре 727°C аустенит, входящий в состав ледебурита превращается в перлит и ниже этой температуры ледебурит представляет собой механическую смесь перлита с цементитом.

Графит - аллотропическая модификация углерода. Графит мягок, прочность его очень низкая. В чугунах содержится в виде включений различной формы: пластинки, хлопья и шары.

Закрепляющий материал

Задание 1.2

1) Используя учебный материал, заполните таблицу:

Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов

Структурные составляющие	Определение
Феррит Ф	
Аустенит А	
Цементит Ц	
Перлит П	
Ледебурит Л	
Графит Г	

2) Ответьте письменно на следующие вопросы.

1) Какие сплавы называют чёрными? Дайте определения этих сплавов.

2) Какие полиморфные модификации имеет железо, какие кристаллические решётки присущи этим модификациям?

3) В каком виде может содержаться углерод в сплавах?

- 4) Какой учёный дал первое представление о диаграмме железоуглеродистых сплавов?

Проверка степени усвоения

Задание 1.3

Вариант 1

- 1) Какие сплавы называют чёрными сплавами?
- 2) Какие виды сплавов по характеру взаимодействия компонентов могут образовывать между собой железо с углеродом?
- 3) Какой сплав называют сталью?
- 4) Какая структурная составляющая является эвтектикой?
- 5) К каким типам сплавов относятся структуры феррит, аустенит, ледебурит, перлит и цементит? Ответ оформите в виде таблицы.

Твёрдые растворы	Химические соединения	Механические смеси

Вариант 2

- 1) Какие учёные занимались изучением железоуглеродистых сплавов?
- 2) Какие полиморфные модификации имеет железо?
- 3) Какой сплав называют чугуном?
- 4) Какая структурная составляющая является эвтектоидом?
- 5) К каким типам сплавов относятся структуры, аустенит, перлит и цементит, феррит, ледебурит? Ответ оформите в виде таблицы.

Механические смеси	Твёрдые растворы	Химические соединения

Тема 2: Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов

Учебный материал 2

Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов дает представление о строении основных конструкционных сплавов — сталей и чугунов.

На рис.2 приведена диаграмма состояния сплавов железа с цементитом. На горизонтальной оси концентраций отложено содержание углерода от 0 до

6,67%. Левая вертикальная ось соответствует 100% содержанию железа. На ней отложены температура плавления железа и температуры его полиморфных превращений. Правая вертикальная ось (6,67% углерода) соответствует 100% содержанию цементита. Буквенное обозначение точек диаграммы принято согласно международному стандарту и изменению не подлежит. Диаграмма представлена в упрощённом виде, построена на основе опытов при условии: нагрев-охлаждение ведутся медленно; кроме железа и углерода других элементов нет. Диаграмма показывает фазовый состав и структурные превращения в железоуглеродистых сплавах, содержит много информации о поведении сплавов при нагреве-охлаждении и необходима для понимания процессов термообработки.

Линия АСД диаграммы является линией **ликвидус** (начало первичной кристаллизации). Выше этой линии сплавы находятся в расплавленном состоянии. При температурах, соответствующих точкам на этой линии начинается процесс кристаллизации: на участке АС аустенита и СД первичного цементита. Линия АЕСФ является линией **солидус** диаграммы (окончание первичной кристаллизации). При температурах ниже этой линии все сплавы находятся в твёрдом состоянии. Линии на диаграмме ниже линии АЕСФ соответствуют превращениям в твёрдом состоянии.

В рассматриваемой системе существуют следующие фазы: жидкий сплав Ж-выше линии ликвидус; твёрдые растворы(феррит и аустенит), химическое соединение(цементит).

Линия GSECF – начало вторичной кристаллизации: в связи с уменьшением растворимости с понижением температуры по линиям FD и EG происходит выделение вторичных кристаллов. Линия PSK- окончание вторичной кристаллизации.

Точка S на диаграмме с содержанием углерода 0,8% является эвтектоидом и соответственно сталь в этой точке называется эвтектоидной, Сталь с содержанием углерода до 0,8% называется доэвтектоидной, при содержании углерода больше 0,8% сталь называется заэвтектоидной.

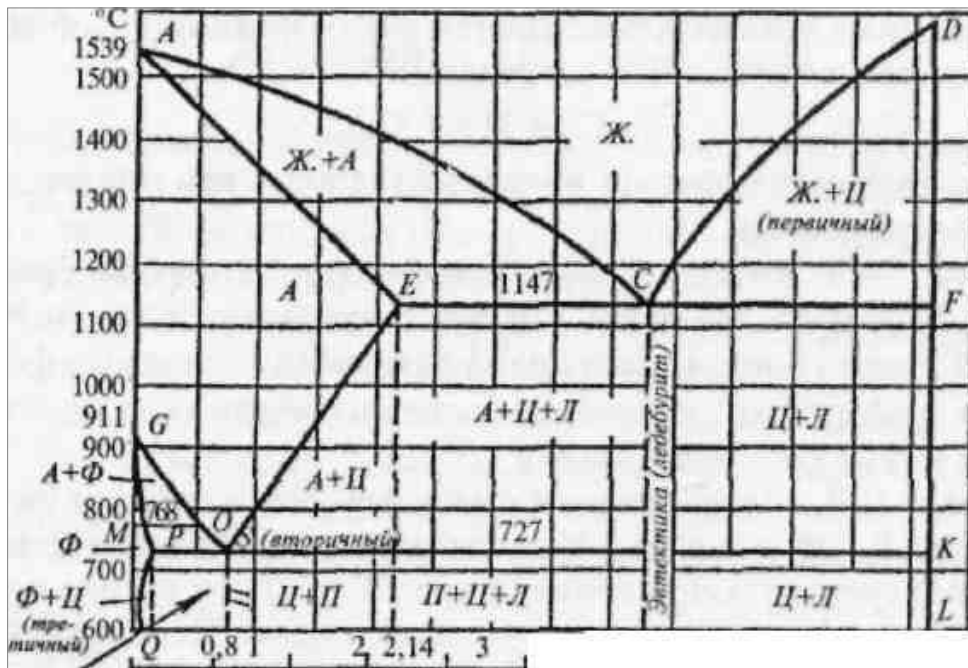


Рис 2. Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов

Закрепляющий материал

Задание 2.1

Ответьте письменно на вопросы.

- 1) При каких условиях построена данная диаграмма?
- 2) Какими буквами на диаграмме обозначается линия ликвидус? В каком агрегатном состоянии находятся сплавы выше этой линии?
- 3) Какими буквами на диаграмме обозначается линия солидус? В каком агрегатном состоянии находятся сплавы выше этой линии?
- 4) Какими буквами на диаграмме обозначается линия начала вторичной кристаллизации? Какие изменения происходят со сплавами ниже этой линии?
- 5) Какими буквами на диаграмме обозначается линия окончания вторичной кристаллизации?
- 6) Выше какой линии на этой диаграмме весь сплав находится в жидком состоянии?

Проверка степени усвоения

Задание 2.2

Вариант 1.

- 1) Определите по диаграмме температуру плавления чистого железа.

- 2) Какие параметры являются координатами диаграммы сплава?
- 3) Как называется линия начала первичной кристаллизации?
- 4) Что такое солидус?
- 5) Какие стали называют доэвтектоидными ?

Вариант 2.

- 1) Что такое ликвидус?
- 2) Как называется линия окончания первичной кристаллизации?
- 3) Какие стали называют заэвтектоидными?
- 4) В чём назначение диаграммы?
- 5) Какое химическое соединение образуют железо с углеродом?

Тема 3. Практическое применение диаграммы железо-углерод

Практическая работа №1

Учебный материал 3

Значение диаграммы (рис.2) состоит в том, что она позволяет объяснить зависимость структуры и, соответственно, свойств, сталей и чугунов от содержания углерода, а также определить режимы термической обработки. С помощью диаграммы можно определить температуру плавления, кристаллизации и полиморфных превращений у различных сплавов, а также тип, количество и химический состав фаз в конкретных сплавах при любой температуре. При совместном использовании диаграммы и таблицы 2 «Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов» можно определить механические свойства, и как следствие- обрабатываемость конкретных сплавов. Практическое применение диаграммы и таблицы рассмотрим на примерах.

Таблица 2. Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов

Структурные составляющие	Определение	Прочность	Пластичность %	Твёрдость, НВ	Примечание
		-	-		

		МПа			
Феррит Ф	Твёрдый раствор С в α -Fe	250	50	80-100	Существует только при $C \leq 0,8\%$ и $t \leq 911^\circ\text{C}$
Аустенит А	Твёрдый раствор С в γ -Fe	≈ 0	40-50	200	Существует только при $t > 727^\circ\text{C}$
Цементит	Химическое соединение Fe ₃ C карбид железа	≈ 0	≈ 0	800	Неустойчив, распадаясь выделяет графит
Перлит П	Механическая смесь Ф + Ц	800	15	160	Эвтектоид для стали.
Ледебурит Л	Механическая смесь А + Ц	≈ 0	≈ 0	600-700	Эвтектика для чугуна
Графит Г	Углерод в свободном виде	≈ 0	≈ 0	≈ 3	Бывает в виде шаров, хлопьев, пластинок.

Пример №1. Используя диаграмму (Рис.2) и таблицу 2 «Структурные составляющие» определить температуру плавления для сплава Fe и C, где $C = 0,5\%$. На координате диаграммы «Содержание углерода» находим точку $C = 0,5\%$. Поднимаясь вверх по вертикали, находим точку пересечения с линией АСД, выше которой сплавы переходят в жидкое состояние. Проведя горизонталь на координату «Температура» находим: $t_{пл.} = 1510^\circ\text{C}$.

Пример №2. Определить температуру полного затвердевания (окончания первичной кристаллизации - линия солидус) этого сплава.

По этой же вертикали находим точку пересечения с линией АЕСФ-окончания первичной кристаллизации. Проведя горизонталь, получаем: **Ток.крист. =1460°С.**

Пример №3. Какое агрегатное состояние имеет этот сплав при $t=1100^{\circ}\text{C}$?

Используя эту же вертикаль, проводим горизонталь на $t=1100^{\circ}\text{C}$, находим точку пересечения.

Данная точка находится ниже линии солидус (АЕСФ), следовательно, сплав в этой точке имеет: **твёрдое агрегатное состояние.**

Пример №4. Какую структуру и свойства имеет этот сплав в этой точке?

Найденная точка в примере 3, находится в зоне аустенита. По таблице 1 определяем: **прочность аустенита 0, пластичность 40%, твёрдость 200НВ.**

Пример №5. Постройте цепочку структурных превращений для этого же сплава при его нагревании.

Используя диаграмму и проведённую вертикаль из точки $C = 0,5\%$ определяем, что при температуре до 727°C структура – перлит+феррит, выше 727 до 825°C - аустенит+феррит, далее до 1460 - аустенит, выше начинается расплавление сплава и выше 1510°C -сплав переходит в жидкое состояние. Цепочка структурных превращений выглядит следующим образом:



Задание 3.1

Используя диаграмму Рис.1 и таблицу 2 определите критические температуры, структуру, свойства, фазовое состояние сплавов и заполните следующую таблицу для сплавов Fe и C.

	1 вариант	2 вариант
	C =1,5 %	C =0,5 %
t° плавления		

Т° начала первичной кристаллизации		
Т° окончания первичной кристаллизации		
Т° начала вторичной кристаллизации		
Т° окончания вторичной кристаллизации		
Агрегатное состояние при $t^{\circ}=1100^{\circ}\text{C}$		
Свойства в этой точке		
Цепочка структурных превращений при нагреве		

Результат 2

Характеризовать чугуны по их марке согласно принятому обозначению

Темы:

Тема 4. Получение чугунов.

Тема 5. Виды чугунов. Маркировка чугунов.

Тема 6. Легированные чугуны. Влияние примесей на свойства чугунов.

Тема 7. Лабораторно-практическая работа «Классификация и маркировка чугунов»

Тема 4. Получение чугунов

Учебный материал 4

Чугун - сплав железа с углеродом, где углерода от 2,14% до 6,67% и небольшим количеством примесей: полезных - кремний и марганец, вредных - сера и фосфор.

1) **Железная руда** - источник железа. Различают следующие виды железной руды:

магнитный железняк, красный железняк, бурый и шпатовый железняк.

2) **Каменный уголь** в виде кокса - источник топлива и углерода. Для снижения влажности, повышения пористости каменный уголь подвергают коксованию (нагрев без доступа воздуха).

3) **Флюсы** - известняк и кремнезём - для понижения температуры плавления пустой породы. Они сплавляются с пустой породой руды и золой, образуя шлаки. Шлаки имеют низкую температуру плавления и малую плотность, поэтому легко всплывают на поверхность и удаляются из печи.

Выплавка чугуна из железной руды производится в доменной печи, представляющей шахтную, т.е. вертикальную, печь непрерывного действия (Рис.3)

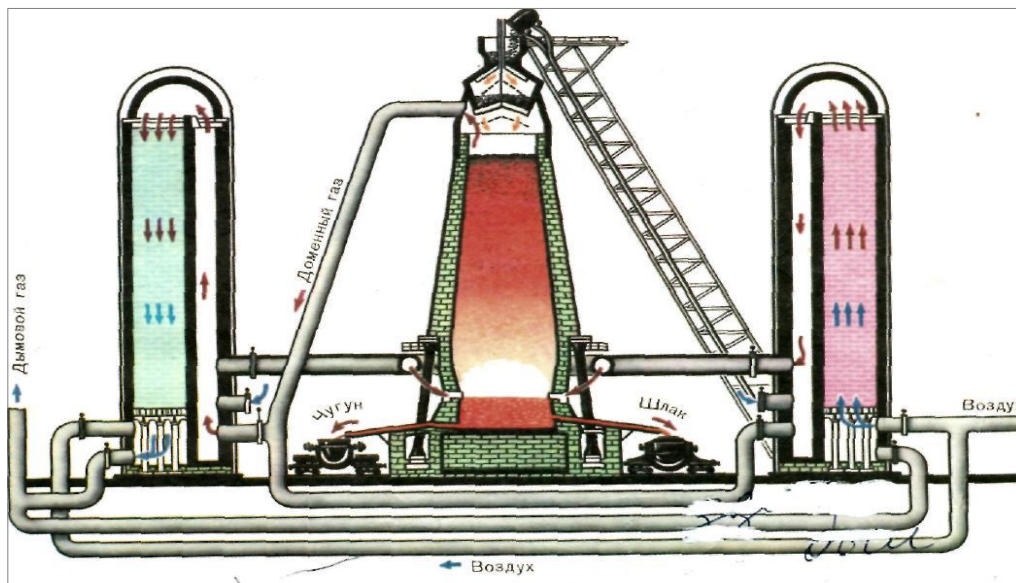


Рисунок 3. Доменная печь

В результате протекающих в печи химических процессов железная руда отдаёт свой кислород; выделяющееся при высокой температуре железо обладает способностью поглощать углерод. В итоге образуется сплав железа с углеродом (чугун). Таким образом, доменный процесс состоит из следующих этапов:-
горение кокса с выделением углерода

- восстановление железа из его окислов
- науглероживание железа и превращение его в чугун
- шлакообразование.

Продукты доменного производства

Слитый чугун транспортируется в хранилище (для переделки в сталь) или в виде чугунных чушек направляется на машиностроительные заводы (для изготовления деталей путём отливки). Шлак используется как строительный материал (шлакоблоки, шлакобетон). Выделяющиеся доменные газы после очистки применяются как высококалорийное топливо. Поэтому доменное производство чугуна является безотходным..

Закрепляющий материал

Задание 4.3

Заполните пропуски в предложениях:

- 1) Чугун- это сплав __с ____, где С от ____ до ____% и небольшим количеством примесей: полезных -- __ и ____, вредных -- __ и ____.
- 2) Исходными продуктами при производстве чугуна являются:
 - А) железная руда, как источник _____.
 - Б) каменный уголь, как источник _____ и _____.
 - В) флюсы — вещества для _____.
- 3) Железо плавится, восстанавливается из _____ и соединяется с ____, выделяющимися при горении - _____.Этот процесс называют _____ железа.
- 4) На поверхности жидкого сплава собирается лёгкий _____, который периодически сливается и используется как _____.

- 5) В самом низу печи собирается жидкий _____, который сливается через свою летку и отправляется _____ или _____.
- 6) Выделяющиеся при горении газы очищаются и используются как _____.
- 7) Доменное производство чугуна служит примером _____ производства.

Проверка степени усвоения

Задание 4.4

Вариант 1.

- 1) Как называется печь для выплавки чугуна?
- 2) Что является исходными продуктами при этом производстве?
- 3) В чём заключается назначение железной руды?
- 4) В чём заключается назначение флюсов?
- 5) Почему доменный процесс называют безотходным?

Вариант 2

- 1) Для чего предназначена доменная печь?
- 2) В чём заключается назначение каменного угля?
- 3) Что такое шихта?
 - 4) Где используются шлаки?
- 5) Сформулируйте полное определение сплава - чугун.

Тема 5. Виды чугунов

Учебный материал 5

Характерной особенностью чугунов является то, что углерод в сплаве может находиться не только в растворенном и связанном состоянии (в виде химического соединения – цементита Fe_3C), но также в свободном состоянии – в виде графита. При этом форма выделения графита и структура металлической основы определяют основные типы чугуна и их свойства.

Белый чугун получают путем первичной кристаллизации из жидкого сплава при быстром охлаждении. В белом чугуне весь углерод находится в связанном состоянии – в виде цементита, который придает чугуну беломатовый цвет. Белый чугун обладает высокой твердостью, хрупкостью и плохо

обрабатывается. Поэтому для изготовления деталей он не используется и применяется как передельный, т.е. идет на производство стали и других видов чугунов.

Серый чугун получают путем первичной кристаллизации при медленном охлаждении. В сером чугуне углерод находится в виде графита, включения которого имеют пластинчатую форму, которые сильно ослабляют металлическую основу. Серый чугун имеет наиболее низкие характеристики, как прочности, так и пластичности. Свойства графита образовывать смазочные пленки обуславливает снижение коэффициента трения, а значит сопротивление износу, хорошие антифрикционные свойства. Серые чугуны хорошо обрабатываются резанием, обладают способностью рассеивать колебания при вибрациях и переменных нагрузках. Эти чугуны отличаются хорошей жидкотекучестью и малой усадкой. Применяется серый чугун, как конструкционный материал в строительстве и машиностроении для изготовления малоответственных и средненагруженных деталей.

Ковкий чугун получают из белого путем термической обработки – отжига, который заключается в длительной выдержке при температуре 950°C и медленном охлаждении. В результате графитные включения примут хлопьевидную форму. Эти включения более компактны, они меньше надрезают металлическую основу, и такой чугун оказывается более прочным. Он уже может работать на растяжение, его называют ковким, хотя в действительности он не настолько эластичен, чтобы его можно было «ковать». Ковкий чугун используют для изготовления мелких и средних тонкостенных отливок ответственного назначения, работающих в условиях динамических знакопеременных нагрузок (детали приводных механизмов, коробок передач, тормозных колодок, шестерен, ступиц и т.д.), однако ковкий чугун – малоперспективный материал из-за сложной технологии получения и длительности производственного цикла изготовления деталей из него.

Высокопрочный чугун получают после модифицирования серого чугуна (чаще всего магнием, который измельчает и округляет графитные включения в

шаровидные). Шаровидные включения графита в наименьшей степени ослабляют металлическую основу, поэтому высокопрочный чугун имеет более высокие механические свойства, чем серый. При этом сохраняет хорошие литейные свойства, обрабатываемость резанием, способность гасить вибрации. Этот чугун успешно конкурирует с углеродистыми сталями и к тому же он дешевле ковкого чугуна и стали. Применяется для изготовления ответственных деталей в автомобилестроении (коленчатые валы, зубчатые колеса, цилиндры и др.).

Маркировка чугунов: буквы показывают названия чугунов: СЧ – серый чугун, КЧ – ковкий чугун, ВЧ – высокопрочный чугун. Цифры после букв указывают предел прочности в десятых долях мегапаскаля. В ковких чугунах дополнительно через тире указывается относительное удлинение в процентах. Во всех видах чугуна может в скобках указываться твердость по Бринеллю. Например: КЧ 45-7 – ковкий чугун, предел прочности на растяжение 450МПа, относительное удлинение 7%.

Закрепляющий материал

Задание 5.1

1) Продолжите заполнение таблицы для серого, ковкого и высокопрочного чугунов по аналогии заполнения для белого чугуна.

<p><i>Белый чугун</i> <i>Получение:</i> быстрым охлаждением <i>Углерод в виде:</i> цементита <i>Свойства:</i> твёрдый, хрупкий <i>Применение:</i> переделывается в сталь и другие виды чугунов</p>	<p><i>Серый чугун</i> <i>Получение:</i> <i>Углерод в виде:</i> <i>Свойства:</i> <i>Применение</i></p>
<p><i>Высокопрочный чугун</i> <i>Получение:</i> <i>Углерод в виде:</i> <i>Свойства:</i> <i>Применение:</i></p>	<p><i>Ковкий чугун</i> <i>Получение:</i> <i>Углерод в виде:</i> <i>Свойства:</i> <i>Применение:</i></p>

--	--

2) Расшифруйте марки чугуна: а) СЧ18(178) б) ВЧ 56-4(269)

Проверка степени усвоения

Задание 5.2

1) Выполните задание, отвечая на вопросы. Форма ответа: сочетание цифры вопроса и буквы ответа. Варианты ответа: а) серый б) белый в) ковкий д) высокопрочный

- 1) Как называется чугун, в котором углерод содержится в виде цементита?
- 2) Как называется чугун, получаемый медленным охлаждением?
- 3) Как называется чугун с шаровидными включениями графита?
- 4) Какой чугун переделывается в сталь?
- 5) Как называется чугун, получаемый в результате отжига?
- 6) Как называется чугун, в котором углерод содержится в виде пластинок графита?
- 7) Как называется чугун ,получаемый в результате модифицирования?
- 8) Как называется чугун с графитом в виде хлопьев?
- 9) Какой чугун имеет высокую пластичность?
- 10) Какой чугун обладает высокими литейными свойствами?

Тема 6. Легированные чугуны

Учебный материал 6

Влияние химического состава на свойства чугуна

В состав чугуна входят: железо, углерод (2—4,5%), а также кремний, марганец, сера и фосфор и некоторые другие химические элементы.

Углерод — наиболее важная после железа составляющая часть чугуна. Он может находиться в чугуне либо в виде химического соединения с железом — цементита Fe_3C , либо в виде мелких включений графита. На состояние

углерода в чугуне большое влияние оказывает скорость охлаждения: чем она больше, тем больше в чугуне цементита.

Кремний попадает в чугун во время плавки из кремнезема. Он улучшает литейные свойства, повышает жидкотекучесть, способствует процессу графитизации и, следовательно, получению серого чугуна.

Марганец переходит в металл из марганцевистой руды, добавляемой в доменную печь. С углеродом он образует карбид марганца Mn_3C . При небольшом содержании марганец повышает прочность чугуна. При значительном содержании он препятствует процессу графитизации.

Сера — вредная примесь. Она попадает в чугун из топлива и частично из руды. Сера увеличивает хрупкость чугуна, понижает прочность, снижает жидкотекучесть (чугун плохо заполняет форму), придаёт *красноломкость*.

Фосфор переходит в чугун из руды и находится в нем в виде химического соединения с железом. Он понижает механические свойства чугуна, придает ему *хладноломкость*. Содержание фосфора в отливках должно быть не более 0,3%. Поскольку фосфор увеличивает жидкотекучесть чугуна, чем обеспечивается хорошее заполнение формы, его содержание при изготовлении художественного литья доходит до 1,2%.

В легированных чугунах, кроме обычных примесей, содержатся легирующие элементы: хром, молибден, никель, ванадий, титан, улучшающие свойства чугуна и придающие ему особые физико-механические свойства. Содержание серы и фосфора в этих чугунах минимальное. Легирующие элементы повышают прочность, твёрдость, износоустойчивость, коррозионную стойкость.

Наиболее широкое применение получили: жаростойкие легированные чугуны ЧХ2, ЧХ3; жаропрочные ЧНМШ, ЧН1Г7Х2Ш; коррозионно-стойкие ЧХ1, ЧНХТ и антифрикционные чугуны. Антифрикционные чугуны используются в качестве подшипниковых сплавов, способных работать в условиях трения. Различают антифрикционные серые чугуны АЧС-1—АЧС-6; антифрикционные высокопрочные чугуны - АЧВ-1---АЧВ

2 и антифрикционные ковкие чугуны-АЧК-1—АЧК-2. Цифры показывают степень легирования.

Закрепляющий материал

Задание 6.1

1. Заполните таблицу «Влияние примесей на свойства чугуна»

Примесь	В каком виде находится в чугуне	Какое влияние оказывает на состав и свойства чугуна
Кремний		
Марганец		
Сера		
Фосфор		

2. Какие чугуны называют легированными? Какими свойствами они обладают?

3. Приведите примеры антифрикционных чугунов. Какими свойствами они обладают?

Проверка степени усвоения

Задание 6.2

Ответьте на вопросы.

Вариант 1.

- 1) Какое влияние оказывает на свойства чугуна кремний?
- 2) Какой элемент вызывает хладноломкость?
- 3) Что обозначает запись АЧК-2?

Вариант 2.

- 1) Какое влияние оказывает марганец на свойства чугуна?
- 2) Какой элемент вызывает красноломкость?
- 3) Что обозначает запись АЧВ-1?

Тема 7. Практическая работа

«Классификация и расшифровка марок чугунов»

Цель: формирование навыков классификации и расшифровки марок чугунов.

Задание 7.1.

- 1) Напишите определение: Чугун- это _____
- 2) Определите, какие из предложенных процессов протекают в доменной печи:
 - А) окисление железа
 - Б) восстановление железа водородом
 - В) восстановление железа из окислов
 - Г) науглероживание железа
- 3) Выберите чугуны, которые вы считаете передельными:
 - А) серые
 - Б) белые
 - В) ковкие
 - Г) высокопрочные
 - Д) легированные
- 4) Используя информационный банк, запишите марки серых чугунов:
 - А) невысокой прочности
 - Б) повышенной прочности
 - В) наибольшей прочностиИнформационный банк: СЧ10, СЧ15, СЧ18, СЧ21, СЧ24, СЧ30, СЧ 35.
- 5) Какова форма графитных включений в серых чугунах? Как происходит образование данной формы включений?
- 6) Какие виды чугунов можно применить для изготовления корпусных деталей?

Задание 7.2

Произведите классификацию и определите механические свойства следующих марок чугунов:

	Вид чугуна	Режим получения	Форма графитных включений	Прочность	Пластичность	Твёрдость
	СЧ 30					
	КЧ 35-10					
	КЧ 70-2					
	ВЧ 45-5					

Задание 7.3

Используя таблицу 4, объясните применение СЧ 30 в сравнении с СЧ 10, исходя из механических свойств и металлической основы.

Таблица 4. Возможные области применения серого литейного чугуна с пластинчатым графитом

Марка	Области применения
<i>Ферритный чугун</i>	
СЧ 10	Отливки с толщиной стенок до 15мм для малоответственных изделий
СЧ 15,18	Отливки с толщиной стенок 10-30мм для малоответственных изделий
<i>Ферритно-перлитный чугун</i>	
СЧ 20	Отливки с толщиной стенок 10-20мм для ответственных изделий
СЧ 24	Отливки с толщиной стенок 30 мм для ответственных изделий
<i>Перлитный чугун</i>	
СЧ 30	Отливки с толщиной стенок 40мм для ответственных изделий
СЧ 35	Отливки с толщиной стенок 60мм для ответственных изделий

СЧ 40	Отливки с толщиной стенок 100мм для ответственных высоконагруженных изделий
СЧ 45	Отливки с массивными стенками для наиболее ответственных высоконагруженных изделий

Результат 3

Характеризовать стали по их марке согласно принятой классификации

Темы:

Тема 8. Производство сталей.

Тема 9. Классификация сталей.

Тема 10. Влияние углерода и примесей на свойства сталей.

Тема 11. Углеродистые стали.

Тема 12. Влияние легирующих элементов на свойства сталей.

Тема 13. Легированные стали.

Тема 14. Расшифровка сталей по алгоритму.

Тема 15. Лабораторно-практическая работа «Классификация и расшифровка марок сталей»

Тема 8. Производство стали

Учебный материал 8

Сталь — это сплав железа с углеродом, который содержит менее 2,14 % углерода. Постоянными примесями в сталях являются: полезные - марганец, кремний; вредные- фосфор и сера.

Главной составляющей, определяющей свойства сталей, является углерод. С увеличением процентного содержания углерода прочность стали повышается, а способность к пластической деформации понижается. Кроме углеродистых в автомобилестроении широко применяют *легированные стали*, в состав которых для улучшения тех или иных свойств дополнительно вводят хром, никель, молибден и другие элементы.

Сера и фосфор относятся к вредным примесям. Сера уменьшает способность к ковке и свариваемость, делает сталь ломкой при нагреве (красноломкость). Фосфор придает стали хрупкость в холодном и горячем состоянии (хладноломкость).

Исходными материалами для получения стали служат: переделный чугун, стальной лом и ферросплавы. Состав, свойства и качества сталей в значительной степени зависят от способа ее производства. Основными способами производства стали являются: кислородно-конвертерный; мартеновский; электродуговой (рис. 4).

Конвертерный способ производства стали заключается в том, что через жидкий чугун, заливаемый в конвертер, продувается воздух. Кислород, находящийся в воздухе, вступает в реакцию с углеродом, кремнием, марганцем и другими примесями в чугуне и окисляет их.

Процесс выплавки стали осуществляется только за счет теплоты химических реакций окисления примесей с учетом физической теплоты жидкого чугуна.

Благодаря вращению конвертера вокруг оси жидкая сталь в ванне хорошо перемешивается, металл получается более однородным по химическому составу. Кроме того, происходит максимальное удаление серы и фосфора. Недостатком конвертерного производства сталей является невозможность использовать металлолом.

Мартеновский процесс. Для выплавки стали в мартеновских печах применяется белый чугун, железная руда, флюсы, металлолом.

Мартеновская сталь получается в пламенной печи, где высокая температура образуется за счёт сжигания газообразного (смесь доменного и коксового газов) или жидкого (мазут) топлива, Необходимая температура для получения стали в жидком состоянии обеспечивается также за счет регенерации тепла отходящих газов. Такое инженерное сложно

в обслуживании. Основная часть мартеновской печи – рабочее пространство в виде ванны. Исходные материалы (жидкий и твёрдый чугун, железная руда,

флюсы и металлолом) загружают через окна в передней стенке. Окна позволяют также наблюдать за ходом плавки и забирать пробы для определения химического состава.

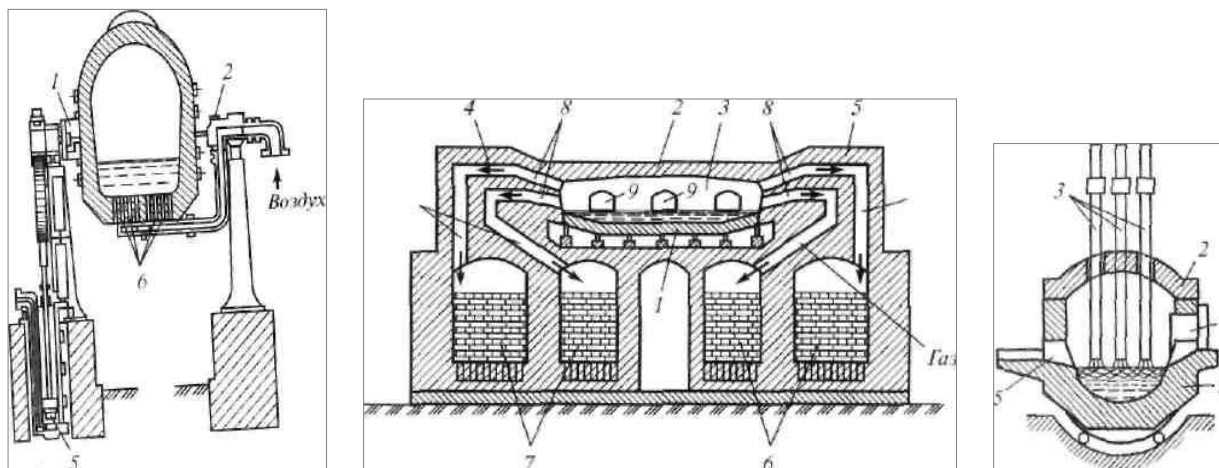


Рис .4. Печи для выплавки стали: конвертерная, мартеновская, электродуговая.

Производство стали в электропечах - наиболее совершенный способ получения стали. Электрические печи бывают дуговые и индукционные.

Плавка стали идёт за счёт тепла электрического тока - электрической дуги, возникающей между графитовыми электродами и металлической шихтой. Поэтому главным недостатком этого способа является дорогая электроэнергия.

Бесспорным преимуществом этого способа является точность и простота регулирования температур плавки, что в свою очередь значительно уменьшает угар металла и особенно легирующих элементов.

Закрепляющий материал

Задание 8.1

1) Составьте конспект о различных способах получения сталей, по предложенной схеме:

- 1.Наименование способа.
- 2.Исходные продукты.
- 3.Особенности способа (печь, топливо и т.д.)
- 4.Плюсы и минусы способа.

2) Ответьте на вопрос:

Чем объясняются преимущества:

- А) конвертерного способа
- Б) электрического способа

Проверка степени усвоения

Задание 8.2

Ответьте на вопросы

Вариант 1.

1. Какие способы производства сталей вы знаете?
2. Какой способ заключается в использовании тепла электрического тока?
3. Какой способ не позволяет использовать металлолом?

Вариант 2.

1. Какой способ получения сталей самый длительный?
2. Какой способ получения сталей осуществляется за счёт тепла химических реакций?
3. Чем объясняются преимущества электрического способа получения стали?

Тема 9. Классификация сталей

Учебный материал

Стали и чугуны являются железоуглеродистыми сплавами сложного состава. Стали отличаются от чугунов более низким содержанием углерода и всех постоянных примесей.

В сталях углерода содержится менее 2,14%, а в чугунах – больше 2,14%.

По степени раскисления стали подразделяются на кипящие, спокойные и полуспокойные. Спокойные стали полностью раскислены Mn, Si и Al. Кипящие стали раскислены не полностью (только Mn), и процесс их раскисления продолжается в ковше. При этом кислород, содержащийся в сталях, взаимодействует с углеродом и образуются пузырьки газа CO, которые при бурном выделении создают эффект кипения. Полуспокойные стали занимают промежуточное положение.

По структуре стали подразделяются на доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные. Доэвтектоидные стали содержат менее 0,8 % углерода и

имеют структуру, состоящую из зёрен феррита и перлита. Эвтектоидные стали содержат 0,8 % углерода. Их структурой является перлит, т.е. механическая смесь феррита с цементитом. У заэвтектоидных сталей, содержащих более 0,8 % углерода, в структуре кроме перлита присутствует вторичный цементит, который располагается в виде сетки по границам зёрен перлита.

По способу производства стали подразделяют на мартеновские, кислородно-конверторные и электростали.

По химическому составу различают углеродистые стали и легированные. Легированными называют стали, в которые специально вводят те или иные химические элементы с целью изменения структуры и свойств сталей. Наиболее распространенными легирующими элементами, из-за своего благоприятного влияния на свойства сталей, являются хром и никель. Также в сталь достаточно часто вводят молибден, кобальт, титан, вольфрам, ниобий и другие элементы.

По качеству стали подразделяются на стали обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особовысококачественные. Качество сталей определяется содержанием в них вредных примесей (серы, фосфора, кислорода, азота, водорода). Чем меньше содержится в сталях вредных примесей, тем выше их качество и, соответственно, выше цена.

По назначению стали подразделяются на конструкционные, инструментальные и стали специального назначения.

Конструкционные стали – это обрабатываемые стали, используемые для изготовления различных заготовок, деталей машин и элементов конструкций.

Инструментальные стали используют для изготовления измерительного, ударного и режущего инструмента.

Стали специального назначения – это стали, обладающие особыми физическими, химическими и механическими свойствами. Например, высокотвердые быстрорежущие стали, используемые для изготовления режущего инструмента. Различают шарикоподшипниковые, рессорно-

пружинные, жаропрочные, коррозионно-стойкие, электротехнические и другие специальные стали.

Задание 9.1

Закрепляющий материал

Заполните таблицу.

Классификация сталей

<i>По степени раскисления</i>				
<i>По структуре</i>				
<i>По способу производства</i>				
<i>По химическому составу</i>				
<i>По качеству</i>				
<i>По назначению</i>				

Проверка степени усвоения**Задание 9.2**

1) Продолжите фразу или ответьте на вопрос, используя банк данных.

Форма ответа: сочетание цифры вопроса и букв ответа.

Банк данных:

- а) Мартеновская б) Качество в) Специальная
 г) Конверторная д) Раскисление е) Углеродистая
 ж) Конструкционная з) Легированная и) Инструментальная к)
 Электросталь

1. Удаление кислорода из расплава называется...
2. Содержание вредных примесей в стали определяет ее _____
3. По химическому составу стали делятся на: _____
4. На какие группы делятся стали по назначению?
5. На какие группы делятся стали по способу производства?

Тема 10. Влияние углерода и примесей на свойства стали**Учебный материал 10**

Наиболее сильное влияние на структуру и свойства сталей оказывает *углерод*. Чем больше в сталях углерода, тем больше в их структуре твёрдого и хрупкого цементита и меньше мягкого и пластичного феррита. По этой причине с увеличением содержания углерода возрастает твёрдость сталей, но снижается их пластичность и вязкость. По содержанию углерода различают : А) низкоуглеродистые - если углерода до 0,3%

Б) среднеуглеродистые - если углерода от 0,3% до 0,6%

В) высокоуглеродистые - если углерода больше 0,6%.

Кремний специально вводят в сталь на заключительном этапе её выплавки с целью раскисления. Si препятствует растворению в стали кислорода в виде соединения FeO, ухудшающего свойства сплава. Обычно Si растворяется в

феррите и повышает его прочность. Таким образом, Si в сталях является полезной примесью.

Фосфор попадает в сталь в основном из руды. Он, как и Si, растворяется в феррите, но приводит к снижению его пластических свойств и увеличению хрупкости. Увеличение содержания P способствует хладноломкости стали (образование трещин в холодном состоянии). Таким образом P в сталях является вредной примесью, полностью избавиться от которой не просто.

Сера также является вредной примесью. Она попадает в сталь из руды и золы топлива. В сталях S не растворяется, а образует соединение FeS, вызывая красноломкость. Таким образом, S ведёт к красноломкости сталей (образование трещин в горячем состоянии).

Марганец, как и Si, специально вводят в сталь на этапе раскисления. Он не только оказывает полезное раскисляющее действие, но и препятствует вредному влиянию на сталь серы. Таким образом, Mn является полезной примесью.

Задание 10.1

Закрепляющий материал

1: Заполните таблицу.

Форма заполнения: в графе «изменения» впишите изменяемые свойства добавляя знак ↑, если показатели повышаются (увеличиваются), или знак ↓, если снижаются (уменьшаются) при условии увеличения содержания указанного элемента.

Влияние углерода и примесей на свойства стали.

Вещество	Содержание в %	Изменения
Углерод		
Марганец	Mn 0,8%	
Кремний	Si 0,4%	
Фосфор	0,045%	
Сера	0,05%	

2. Перепишите, вставляя пропущенное

А) низкоуглеродистая сталь содержит углерода

Б) среднеуглеродистая сталь содержит углерода.....

В) высокоуглеродистая сталь содержит углерода

Проверка степени усвоения

Задание 10.2

Ответьте на вопросы.

1. На какие группы делятся стали по содержанию углерода?
2. Как изменяются механические свойства стали с повышением содержания углерода?
3. Какие примеси в сталях являются вредными?
4. Какие примеси в сталях считаются полезными?

Тема 11. Классификация и маркировка углеродистых сталей

Учебный материал 11

Углеродистые стали классифицируют по структуре, по способу производства, по степени раскисления, по назначению и по качеству.

1) Конструкционные стали.

А) *обыкновенного качества* - имеют 3 группы поставки: А, Б и В. *Стали группы А* поставляются с гарантированными механическими свойствами. Эти

стали используют в состоянии поставки без дополнительной обработки давлением или сварки. *Стали группы Б* поставляются с гарантированным химическим составом, свойства при этом не гарантируются. Такие стали подвергают термообработке или обработке давлением, в результате которых структура и свойства сталей изменяются. *Стали группы В* поставляются с гарантированными механическими свойствами и химическим составом. Эти стали используют, главным образом, для изготовления сварных конструкций, в которых часть материала подвергается термообработке, а часть - нет. По этой причине и требуются гарантии на механические свойства и химический состав данных сталей.

Все стали обычного качества маркируют буквами Ст, после которых стоит цифра от 0 до 6, показывающая порядковый номер стали. Для сталей группы Б и В в начале марки ставят соответствующую букву. У сталей группы А букву не ставят.

Например: Ст3 - сталь углеродистая, конструкционная, обыкновенного качества, группы А(с гарантированными механическими свойствами), номер 3.

Б) **Качественные стали**, используемые для изготовления деталей машин или конструкций, т.е. *конструкционные стали* маркируют цифрами: 0,8; 10; 15; 20 и т.д. до 85. Цифра означает среднее содержание углерода в *сотых* долях процента.

Например: Сталь 40 - качественная углеродистая конструкционная сталь, содержащая 0,4 % углерода, спокойная.

В) **Инструментальные углеродистые стали** маркируют буквой У, после которой ставится цифра, означающая среднее содержание углерода в *десятых* долях процента. Содержание углерода в этих сталях от 0,7 до 1,3 % обычно такие стали используются для изготовления ударного или режущего инструмента.

Например:

У7 - инструментальная углеродистая сталь, содержащая 0,7 % углерода.

У13 - инструментальная углеродистая сталь, содержащая 1,3 % углерода.

Г) Особенности маркировки углеродистых сталей.

- В конце марки указывают степень раскисления стали : «кп» – кипящая, «пс» - полуспокойная, «сп» - спокойная. Допускается для спокойных сталей степень раскисления не указывать.

- Если сталь содержит повышенное количество Mn ($0,8 \leq \text{Mn} \leq 1,2 \%$), то в конце марки стали ставится буква Г.

Например: Сталь 60Гпс - качественная углеродистая конструкционная сталь, содержащая 0,6% углерода, с повышенным содержанием Mn, полуспокойная.

Д) Автоматная сталь- с повышенной обрабатываемостью резанием

(благодаря содержанию селена, серы и фосфора). Имеет ломкую, хрупкую стружку, что позволяет повышать скорость резания при изготовлении мелких, неотчетственных деталей в массовом производстве на станках-автоматах. Маркируется буквой А и цифрами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Например: А12- сталь углеродистая, конструкционная, качественная, автоматная, содержит 0,12% углерода.

Закрепляющий материал

Задание 11.1

1) Составьте конспект по предложенной схеме:

Углеродистые конструкционные стали – используются для.....

1. Обыкновенного качества.

а) сталь группы А – с гарантированными

б) сталь группы Б – с гарантированным

в) сталь группы В – с гарантированными

2. Качественные стали – маркируются цифрами, обозначающими ...

Углеродистые инструментальные стали –

используютсяМаркируются буквойи цифрой показывающей

Углеродистые автоматные стали - применяются для изготовленияв массовом производстве. Маркируются буквой.....и цифрой показывающей

Особенности маркировки углеродистых сталей.

- Степень раскисления стали указывается в конце марки следующим образом: кипящая - ... , полуспокойная - ... , спокойная - ... или
- повышенное содержание марганца указывается в конце марки

2) Расшифруйте марки сталей: Ст4 , сталь 50, У10.

Проверка степени усвоения**Задание 11.2****Вариант 1.**

Выполните задания, отвечая на вопросы:

1. Что обозначает цифра в стали Ст4?
2. Что обозначают цифры в стали 45?
3. Что обозначает цифра в стали У8?
4. Что обозначает первая буква А в марке стали?
5. Расшифруйте марку стали БСт5пс, указав ее качество, назначение, степень раскисления, значение буквы Б и цифры 5.

Вариант 2.

Выполните задания, отвечая на вопросы:

1. Что обозначает цифра в стали Ст5?
2. Что обозначает цифра в стали 50?
3. Что обозначает цифра в стали У12?
4. Как обозначается автоматная сталь?
5. Расшифруйте марку стали ВСт4, указав ее качество, назначение, степень раскисления, значение буквы В и цифры 4.

Тема 12. Влияние легирующих элементов на свойства сталей

Учебный материал 12

Для увеличения конструктивной прочности в сталь вводят один-два легирующих элемента. Для получения комплекса физико-химических свойств, вводят несколько легирующих элементов.

Марганец — естественная постоянная примесь в углеродистых сталях (до 0,6%). При искусственном увеличении массовой доли марганца (свыше 1 %) увеличивается твердость, износостойкость, ударная вязкость. Пластичность стали не снижается. Сам марганец нейтрализует вредное влияние серы, связывая ее.

Кремний — также постоянная примесь в сталях (до 0,4 %). С увеличением массовой доли кремния увеличиваются конструктивная прочность и упругость. Высокая массовая доля кремния придает стали специальные физические свойства, благодаря которым кремнистые стали широко используются в электротехнической промышленности. Кремний придает стали также кислото- и окалиностойкость. Высокое содержание кремния способствует распаду структуры цементита с образованием ферритно-перлитной структуры и придает стали упругость. Рессорная, пружинистая сталь является, как правило, кремнистой.

Хром повышает прочность, твердость, прокаливаемость. Пластичность хромистых сталей несколько уменьшается. Высокое содержание хрома (12% и более) делает сталь нержавеющей (коррозионно-стойкой) и придает ей магнитные свойства. Хром является экономически дешевым, недефицитным легирующим металлом.

Никель придает стали прочность, пластичность и ударную вязкость, понижает температуру отжига, нормализации и закалки. Никелевые стали имеют высокую прокаливаемость. Никелевые стали имеют низкий коэффициент теплового линейного и объемного расширения.

Титан повышает прочность, твердость и пластичность, а также температуру отжига, нормализации и теплостойкость (окалиностойкость)

стали. При небольшом содержании титана прокаливаемость стали увеличивается, при содержании более 12 % — уменьшается.

Медь увеличивает прокаливаемость, температуру отжига и нормализации, прочность, твердость и пластичность. Придает стали коррозионную стойкость. Медь вводят, главным образом, в строительные стали.

Кобальт понижает прокаливаемость и пластичность. Придает теплостойкость и магнитные свойства. Увеличивает жаропрочность и ударную вязкость.

Молибден повышает прочность, твердость, износостойкость, упругость, ударную вязкость и жаропрочность, незначительно понижает пластичность, увеличивает прокаливаемость, температуру отжига, нормализации и закалки.

Вольфрам резко увеличивает твердость, износостойкость, красностойкость, прокаливаемость и жаропрочность, повышает температуру отжига, нормализации и закалки.

Ванадий повышает износостойкость, твердость, прочность и пластичность, увеличивает прокаливаемость.

Закрепляющий материал

Задание 12.1

Заполните таблицу, записывая изменяемые свойства с добавлением знака ↑, если показатели повышаются (увеличиваются) или знак ↓, если снижаются (уменьшаются).

Влияние легирующих элементов

Элемент	Влияние на свойства стали
Хром	
Никель	
Титан	
Молибден	

Ванадий	
Медь	
Кобальт	
Вольфрам	
Кремний	
марганец	

Проверка степени усвоения

Задание 12.2

Ответьте на вопросы

Вариант 1.

1. Какие свойства придаёт стали хром?
2. Как влияет на свойства стали молибден?
3. Какие элементы повышают коррозионную стойкость стали?

Вариант 2.

1. Какие свойства придаёт стали титан?
2. Как влияет на свойства стали никель?
3. Какие элементы повышают твёрдость стали?

Тема 13. Легированные стали

Учебный материал 13

Легированные стали классифицируют по структуре, по количеству легирующих элементов, по качеству и по назначению.

По количеству легирующих элементов стали подразделяют на низколегированные, среднелегированные и высоколегированные. Общее количество легирующих элементов в низколегированных сталях не превышает 3%, а в среднелегированных – 10%. Высоколегированные стали содержат более 10% легирующих примесей.

По качеству легированные стали подразделяются на стали качественные, высококачественные и особовысококачественные. Качество сталей определяется содержанием в них вредных примесей (серы, фосфора, кислорода,

азота, водорода). Чем меньше содержится в сталях вредных примесей, тем выше их качество и, соответственно, выше цена.

По назначению легированные стали подразделяются на конструкционные, инструментальные и стали специального назначения.

Маркировка легированных сталей зависит от их назначения. В основе маркировки лежит буквенно-цифровой метод.

В начале марки *конструкционных* легированных сталей располагаются цифры, означающие среднее содержание углерода в *сотых* долях процента. Затем следуют большие буквы русского алфавита, означающие наличие в стали того или иного легирующего элемента:

Х- хром	Н- никель	Ф-ванадий	К - кобальт	С- кремний
Р - бор	Т- титан	В- вольфрам	М- молибден	Г- марганец

После букв могут стоять цифры, которые обозначают среднее, округлённое до целого процентное содержание соответствующего легирующего элемента. Если цифр нет, то содержание легирующего элемента равно примерно одному проценту или менее.

Буква «А» в середине марки стали означает наличие в сплаве азота. Если эта буква расположена в конце марки стали, она означает, что сталь является высококачественной. Буква «А» в начале марки стали означает, что сталь является автоматной, используемой в качестве конструкционного материала в станках-автоматах.

Например, сталь 40ХЗНМФА – конструкционная легированная высококачественная сталь, содержащая примерно 0,4% углерода, 3% хрома, по 1% никеля, молибдена и ванадия.

В начале марки *инструментальных* легированных сталей может стоять цифра, означающая среднее содержание углерода в *десятых* долях процента. Если цифры нет, то среднее содержание углерода в стали составляет 1%. Далее

следуют буквы и цифры, означающие то же самое, что и в случае конструкционных сталей.

Например, сталь ХВГ - инструментальная легированная сталь, содержащая примерно 1% углерода и по 1% хрома, вольфрама и марганца.

Стали специального назначения маркируются несколько иначе. В начале марки таких сталей располагается буква (буквы), означающая назначение стали (например, Р – быстрорежущая, Ш – шарикоподшипниковая, Э – электротехническая и т.д., смотри справочник). Затем следуют цифры, обозначающие среднее процентное содержание основного легирующего элемента. Для быстрорежущих сталей это-вольфрам, для электротехнических – кремний и т.д.(смотри справочник). Далее следуют буквы и цифры, означающие то же самое, что и в случае конструкционных сталей. Например, сталь Р6М5К4 – быстрорежущая сталь, содержащая примерно 6% вольфрама, 5% молибдена и 4% кобальта.

Закрепляющий материал

Задание 13.1

Составьте конспект по предложенной схеме.

Классификация легированных сталей

1) Легированными называют стали _____

2) Легированные стали классифицируют по , ,

и

1. По количеству легирующих элементов стали делятся на :

а) низколегированные – если сумма легирующих элементов до ... %

б) среднелегированные – если сумма легирующих элементов

в) высоколегированные – если сумма легирующих элементов

2. По качеству легированные стали делятся на , и

Качество определяется содержанием и

3. По назначению легированные стали делятся на:

а) конструкционные – используются..... Маркируются

б) инструментальные – используются..... Маркируются

в) специального назначения – используются..... Маркируются

Проверка степени усвоения**Задание 13.2****Вариант 1.**

1. Какие стали называют высоколегированными?
2. Что обозначают цифры после букв легирующих элементов?
3. На какие группы классифицируются легированные стали по качеству?
4. Расшифруйте марку стали 50НХС, указав ее назначение и химический состав.

Вариант 2.

1. Какие стали называют низколегированными?
2. Что обозначает отсутствие цифры после буквы легирующего элемента?
3. На какие группы классифицируются легированные стали по назначению?
4. Расшифруйте марку стали 20Х13, указав ее назначение и химический состав.

Тема 14. Расшифровка марок сталей по алгоритму**Учебный материал 14***Инструкция по применению алгоритма (таб. 3)*

Алгоритм для расшифровки марок сталей является удобным средством для оперативной классификации сталей. Применение алгоритма позволяет достаточно быстро определить химический состав, назначение, качество стали.

Работы по предложенному алгоритму заключается в последовательном выполнении следующих действий:

1. Строка: «Группа химического состава» предлагает 2 варианта для выбора. Читаем первый: если в марке нет букв легирующих элементов – сталь углеродистая. Читаем второй: если в марке есть буквы легирующих

элементов – сталь легированная. Например: сталь 45 не содержит букв легирующих элементов, поэтому относится к углеродистым. Сталь 9ХВГ – легированная, причем этот же столбик показывает, что Х – Хром, В – Вольфрам, Г – Марганец.

2. Следующая строка «Назначение» позволяет легко определить: сталь 45 – в начале марки две цифры, следовательно – конструкционная; сталь 9ХВГ – одна цифра, значит сталь инструментальная.
3. Строка «Качество» содержит 4 столбца. Прочитав каждый из них, делаем вывод: сталь 45 не содержит букв Ст в начале марки и буквы А в конце, значит -качественная.
4. Строка «Примерный химический состав» делится на две части, прочитав верхнюю можно определить, что сталь 45 содержит углерода 0,45%. Прочитав верхнюю и нижнюю, определяем, что сталь 9ХВГ содержит углерода 0,9% и по 1% Хрома, Вольфрама и Марганца.
5. Строка «Примерные свойства» позволяет определить механические свойства стали, характеризует ее применяемость и обрабатываемость.
6. Алгоритм не позволяет определить некоторые исключения. Например:
 - а) первая буква стали А – сталь автоматная, цифра после нее углерод в сотых долях
 - б) первая буква Р – сталь быстрорежущая, цифра после нее вольфрам в %
 - в) цифра в сталях обыкновенного качества показывает порядковый номер стали.

Единый алгоритм для расшифровки сталей. Таблица 3.

Группа химического состава	Углеродистые Если в марке нет букв легирующих элементов.	Легированные Если в марке есть буквы легирующих элементов: ХРОМ – Х, КРЕМНИЙ – С, НИКЕЛЬ – Н, КОБАЛЬТ – К, АЛЮМИНИЙ – Ю, МЕДЬ – Д, ТИТАН – Т, ВОЛЬФРАМ – В, ВАНАДИЙ – Ф, АЗОТ – А, БОР – Р, МАРГАНЕЦ – Г, М – МОЛИБДЕН.		
Назначение	Конструкционные Если марка начинается с двух цифр или имеются буквы Ст	Инструментальные Если марка начинается с одной цифры, или буквы «У», или в начале марки цифр нет		
Качество	Обыкновенного качества Если в марке имеются буквы Ст	Качественные Если в начале марки нет букв Ст, а в конце нет А	Высококачественные, если в конце марки есть буква А	Особо высокого качества если в конце марки есть буква Ш
Примерный химический состав	Содержание углерода в процентах (%)			
	Буквы Ст показывают, что содержание углерода по марке не определяется	Две цифры в начале марки показывает сотые доли % углерода	Одна цифра в начале марки или цифра после буквы «У» показывают десятые доли % углерода	Отсутствие цифр в начале марки показывает 1 % углерода

Содержание легирующих элементов в процентах %	
Цифры после букв легирующих элементов показывает целую часть % данного элемента	Отсутствие цифр после легирующего элемента показывает 1 % данного элемента

Проверка степени усвоения**Задание 14.1**

Используя алгоритм и учебный материал:

1. Определите химический состав стали 4Х2ВМФ .
2. Определите назначение и качество стали Ст 4.
3. Определите назначение и качество стали У13А.
4. Напишите, какая первая буква в обозначении автоматной стали.
5. Напишите, какая первая буква в обозначении быстрорежущей стали.

Задание 14.2

Вариант 1.

- 1) Запишите марку стали, если она: конструкционная, легированная, качественная, содержит углерода 0,08%, хрома 17%, никеля 5%, молибдена 1%.
- 2) Информационный банк: 9ХВГ, 65, Ст5, 20Х13, У7А.

Используя информационный банк, выберите из предложенных сталей и запишите в соответствующую строку:

- а) конструкционные-
- б) легированные-
- в) высококачественные-
- г) инструментальные
- д) углеродистые-

Вариант 2.

- 1) Запишите марку стали, если она: конструкционная, углеродистая, обыкновенного качества, порядковый номер 5.

2) Информационный банк: X2M, У11А ,45, 30Х13Н, Ст6.

Используя информационный банк, выберите из предложенных сталей и запишите в соответствующую строку:

- а) конструкционные-
- б) легированные-
- в) высококачественные-
- г) инструментальные
- д) углеродистые

Тема 15. Практическая работа №3

« Классификация и расшифровка марок сталей».

Цель: Формирование навыков классификации и расшифровки марок сталей

Задание 1. Ответьте на вопросы.

- 1) Назовите признаки классификации сталей.
- 2) Как определяется химический состав сталей?
- 3) На какие группы классифицируются стали по назначению?
- 4) На какие группы классифицируются стали по качеству?
- 5) Каким образом в сталях указывается содержание углерода?

Задание 2. Работа с марками сталей.

Произведите классификацию (по назначению, качеству, химическому составу) и определите химический состав следующих сталей:

Вариант 1	Вариант 2
У 10А	У11
Р18К9	Р14Ф14
50ХНС	30ХГСА
37Х12Н18МФ5	12Х25Н16Г7
Ст4	Ст2
ХГС	25
А20	7ХФ

Материалы оценки компетентности

Оценка компетентности по результату 1

Вариант 1.

1) Выберите правильный ответ:

1. Линия начала первичной кристаллизации это...

а) эвтектика

б) ликвидус

в) солидус

2. Линия окончания первичной кристаллизации обозначается...

а) ACD

б) PSK

в) AECF

3. Если в сплаве $C = 2,9\%$, то это...

а) заэвтектоидная сталь

б) доэвтектический чугун

в) доэвтектическая сталь

4. Твердый раствор углерода в $\alpha - Fe$ – это...

а) Аустенит

б) Феррит

в) Перлит

2) Ответьте на вопросы.

1. Как называется линия АСД на диаграмме?

2. Какое агрегатное состояние имеют сплавы выше этой линии?

3) . Постройте цепочку структурных превращений для сплава с содержанием углерода 2%.

Вариант 2.

1) Выберите правильный ответ:

1. Углерод в свободном виде – это...

а) цементит

б) карбид железа

в) графит

2. Если в сплаве $C = 2,14\%$, то это...

а) граница между сталями и чугунами

б) эвтектика сталей

в) эвтектика чугунов

3. Равномерная механическая смесь кристаллов, выделившихся при кристаллизации одновременно – это...

а) аллотропия

б) ликвидус

в) эвтектика

4. Механическая смесь феррита и цементита -

а) ледебурит

б) перлит

2) Ответьте на вопросы:

1. Как называется линия АЕСF?

2. Какое агрегатное состояние имеют сплавы ниже этой линии?

3) Постройте цепочку структурных превращений для сплава с содержанием углерода $0,8\%$.

Оценка компетентности по результату 2

Вариант 1.

Вариант 2.

Выполните задание.

1. Перечислите исходные продукты, необходимые для производства чугуна.	1. Перечислите исходные продукты, необходимые для производства чугуна.
2. Какой химический элемент, необходимый для образования чугуна, «даст» руда?	2. Какой химический элемент, необходимый для образования чугуна, «даст» топливо?

<p>3. Заполните пропуски в «формуле» чугуна:</p> <p>Ч = «спл. _____ и _____, где _____ _____ %»</p>	<p>3. Заполните пропуски в «формуле» чугуна:</p> <p>Ч = «спл. _____ и _____, где _____ _____ %»</p>
<p>4. Быстрое охлаждение способствует получению какого вида чугуна?</p>	<p>4. Медленное охлаждение способствует получению какого вида чугуна?</p>
<p>5. Другое название этого продукта.</p>	<p>5. Другое название этого продукта.</p>
<p>6. Почему он так называется?</p>	<p>6. Почему он так называется?</p>
<p>8. Какую форму графитных включений имеет данный вид чугуна?</p>	<p>8. Какую форму графитных включений имеет данный вид чугуна?</p>
<p>9. Какую ещё форму графитных включений Вы знаете?</p>	<p>9. Какую ещё форму графитных включений Вы знаете?</p>
<p>10. Расшифруйте сплав ВЧ 42-12(140-200) с указанием формы графитных включений, свойств и применением данного вида чугуна.</p>	<p>10. Расшифруйте сплав КЧ 35-10(163) с указанием формы графитных включений, свойств и применением данного вида чугуна.</p>

Оценка компетентности по результату 3

Вариант 1.

1. Из предложенных марок сталей (а-к) выбрать (1-10). Форма ответа - сочетание цифры и букв.

- | | |
|--------------|-------------------------------------|
| а) 30Х | 1) углеродистые |
| б) ХВГ | 2) легированные |
| в) БСт2 | 3) конструкционные |
| г) 12Х2Н3М4А | 4) инструментальные |
| д) У9А | 5) обыкновенного качества |
| е) А12 | 6) высококачественные |
| ж) 9ХВГ | 7) углеродистые конструкционные |
| з) Х | 8) легированные инструментальные |
| и) сталь 30 | 9) угл., INSTR., высококачественные |
| к) У11 | 10) легир., CONSTR., качественные |

2. Заполните таблицу «Классификация сталей»

По назначению				
По качеству				
По химическому составу				

3. Расшифруйте следующие сплавы: 9Х5ВФ, У11А, ВСт3, Р6М5, 45

Вариант 2.

1. Из предложенных марок сталей (а-к) выбрать (1-10). Форма ответа - сочетание цифры и букв.

- | | |
|------------|---------------------|
| а) 18ХГТ | 1) углеродистые |
| б) Х12 | 2) легированные |
| в) 12Х2Н5Т | 3) конструкционные |
| г) У13А | 4) инструментальные |

- | | |
|-------------|-------------------------------------|
| д) 45 | 5) обыкновенного качества |
| е) 20ХГЗН4Т | 6) высококачественные |
| ж) Р9М4К8 | 7) углеродистые конструкционные |
| з) А20 | 8) легированные инструментальные |
| и) Ст5 | 9) угл., INSTR., высококачественные |
| к) 40ХС | 10) легир., CONSTR., качественные |

2. Заполните таблицу «Классификация сталей»

По способу производства				
По качеству				
По назначению				

3. Расшифруйте следующие сплавы: 50, 5ХВ2С, Р9К10, БСт5, У7А.

Литература

1. Заплатин В.Н. Основы материаловедения (металлообработка): Учеб. пособие для нач. проф. образования / В.Н. Заплатин, Ю.И. Сапожников, А.В.Дубов и др. ; под ред. В.Н. Заплатина.– 6 изд., перераб.- М.: Издательский центр «Академия», 2013.-272с.
2. Соколова Е.Н. Материаловедение (металлообработка): раб. тетрадь: учеб. пособие для нач. проф. образования / Е.Н. Соколова. – 6-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2013.- 96с.
3. Вишневецкий Ю.Т. Материаловедение для технических колледжей / Ю.Т. Вишневецкий. –5 изд.- М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2013.-332с.
4. Солнцев Ю.П. Материаловедение : учебник для студ.учреждений сред.проф.образования / Ю.П. Солнцев, С.А.Вологжанина, А.Ф.Иголкин – М.: Издательский центр «Академия», 2013.- 496с.