**Министерство образования и науки Хабаровского края**

Краевое государственное бюджетное

профессиональное образовательное учреждение

«Хабаровский дорожно-строительный техникум»

(КГБ ПОУ ХДСТ)

**План – конспект**

**урока по теме: «Определение фазового состава железоуглеродистой системы»**

**в группах** 2 курса по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей.

**Автор урока**: Гридасова Анастасия Владимировна, преподаватель.

**Предмет**: Материаловедение.

**Класс**: студенты 2 курса по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей

**Цель урока**: усвоение новых знаний для определения фазового состава железоуглеродистой системы, применение правила отрезков, правила концентраций на диаграмме состояния «Железо-цементит».

**Задачи урока**:

- Образовательные:

* закрепить знания о диаграмме состояния железо-цементит;
* изучить правила отрезков и правило концентраций, определить область их применения для расчета массовых долей фаз;
* научить студентов определять фазовый состав железоуглеродистой системы при заданной температуре и концентрации углерода;
* закрепить полученные знания и навыки применения изученных правил.

- Развивающие:

* развить навыки анализа, сравнения и обобщения информации;
* развить логическое мышление и умение решать практические задачи.

- Воспитательные:

* воспитывать внимательность, аккуратность и ответственность при выполнении заданий;
* формировать интерес к изучаемой дисциплине и будущей профессии;

**Методы урока**: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, практический.

**Литература**: базовый учебник «Материаловедение» 4-е издание, переработанное и дополненное В.В. Плошкин, Москва «Юрайт», 2024 г.

**Ход занятия**:

1. **Организационный момент**. Приветствие студентов и проверка их готовности к уроку.
2. **Актуализация знаний**. Постановка вопросов о том, что студенты уже знают о диаграммах состояния сплавов, критических температурах и полиморфных состояниях компонентов диаграммы.
3. **Объяснение нового материала**. Рассказ о правилах отрезков и концентрации, особенностях их применения. Основные понятия и определения. Решение задач с заданной концентрацией углерода, температуры.
4. **Практическое задание**. Построение диаграммы железо-цементит, решение задач на определение фазового состава железоуглеродистой системы применяя изученные правила. Объяснения как правильно это сделать.
5. **Проверка понимания материала**. Постановка вопросов, чтобы убедиться, что ученики поняли материал.
6. **Рефлексия**. Опрос студентов, что они узнали на уроке и что им понравилось.
7. **Самостоятельное выполнение типовых заданий**. Студенты выполняют задания на решение задач по изученной теме. Контроль процесса и оказание помощи, если возникают трудности.
8. **Итоги урока**. Подведение итогов урока, оценивание работы студентов и выставление оценок.

**Ожидаемые результаты после проведения урока**:

* Студенты усвоили новые знания о диаграмме железо-цементит и научились определять фазовый состав железоуглеродистой системы с применением изученных правил отрезков и концентрации.
* Студенты закрепили полученные знания и навыки.

**План урока:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Этап урока | Время | Деятельность преподавателя | Деятельность студентов | Методы и приемы | Примечание |
| 1. Организационный момент | 2 | Приветствие, проверка присутствующих, проверка готовности к уроку. | Подготовка к уроку, приветствие преподавателя | Визуальный контроль |  |
| 2. Актуализация знаний, повторение пройденного материала | 5 | Опрос по вопросам. | Отвечают на вопросы, вспоминают ключевые понятия | Фронтальный опрос, беседа | Использование доски для демонстрации ключевых понятий |
| 3. Мотивация учебной деятельности. Постановка цели и задач урока | 3 | Объяснение значимости умения определять фазовый состав для понимания свойств и выбора материалов. Формулировка цели и задач урока | Осознание необходимости изучения темы, принятие целей и задач урока | Беседа, проблемная ситуация (примеры применения знаний в профессии) | Привести примеры из реальной практики применения знаний о фазовом составе (термическая обработка стали, выбор чугуна для отливок и т.д) |
| 4. Изучение нового материала (лекция с элементами беседы) | 15 | Краткий обзор диаграммы состояния железо-цементит (напоминание основных линий и областей), подробное объяснение алгоритма определения фазового состава в двухфазных областях. Объяснение правила отрезков (правила рычага) и правила концентрации. Демонстрация решения задачи с подробным объяснением каждого шага | Слушают, конспектируют, задают вопросы | Лекция, объяснение с использованием слайдов презентации, наглядная демонстрация на диаграмме железо-цементит | Использовать доску для наглядной демонстрации расчетов перемещения по диаграмме |
| 5. Первичное закрепление материала | 10 | Выдача бланков с заданием (определение фазового состава для разных сплавов и температур). Оказание индивидуальной помощи студентам при необходимости. Контроль за правильностью выполнения заданий. | Самостоятельное решение задач с применением изученных правил. Решение одной из задач у доски с подробным объяснением | Практическая работа, индивидуальная консультация | Предусмотреть задания разной сложности для дифференци-  рованного подхода |
| 6. Закрепление материала. Обсуждение результатов практической работы | 5 | Разбор типичных ошибок, допущенных при решении задач. Ответы на вопросы студентов | Анализируют свои ошибки, задают вопросы, участвуют в обсуждении | Фронтальная работа, объяснение. |  |
| 7. Подведение итогов урока. Рефлексия | 3 | Оценка работы студентов на уроке. Вывод о достижении целей урока. Вопросы: какие трудности возникли при выполнении заданий? Что нового узнали на уроке? Что было самым интересным? | Анализируют свою работу, делятся впечатлениями | Беседа, самоанализ |  |
| 8. Домашнее задание | 2 | Повторить теоретический материал по теме урока. Решить задачи по определению фазового состава. Подготовиться к самостоятельной работе про теме. | Записывают домашнее задание. | Инструктаж по выполнению домашнего задания. |  |

**Раздаточный материал**:

Раздаточный материал включает в себя таблицу с данными для построения диаграммы, задания для определения фазового состава системы Fe - С в равновесном (отожженном) состоянии с заданным содержанием углерода при комнатной и указанной по варианту температурах, диаграмму состояния железо-цементит для решения индивидуальных заданий.

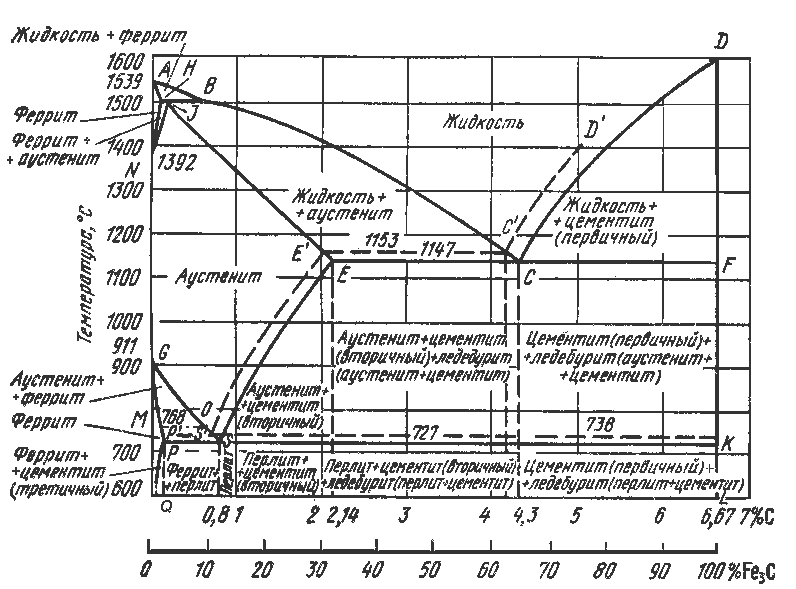
* 1. Таблица с данными для построения диаграммы:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| * А | 15390С | Критическая температура плавления железа |
| * D | 15500С | Температура распада цементита |
| * Q | 0.006%C |  |
| * Р | 0,02%С, 7270С | Феррит предельно насыщенный углеродом |
| * S | 0.8%, 7270С | Аустенит, испытывающий эвтектическое превращение |
| * G | 9110С | Температура полиморфного превращения железа |
| * E | 2,14%, 11470С |  |
| * C | 4,3%, 11470С | Жидкая фаза, испытывающая эвтектоидное превращение |
| АCD | Ликвидус | Линия начала кристаллизации |
| AECF | Солидус | Линия окончания кристаллизации |
| ECF | Эвтектическое превращение | «Из жидкого в твердое» |
| SE |  | Линия предельной растворимости углерода в аустените |
| PSK | Эвтектоидное превращение | «Из твердого в твердое» |
| PQ |  | Линия предельной растворимости углерода в феррите |
| 0,02% - 2,14% |  | Стали |
| 2,14% - 6,67% |  | Чугуны |

|  |
| --- |
| * 1. Задания по вариантам:   Решить задачи по диаграмме состояния при данных условиях:  Вариант 1: Определите фазовый состав железоуглеродистой системы с содержанием углерода 2,5% при: а) комнатной температуре; б) при 850°С.  Вариант 2: Определите фазовый состав железоуглеродистой системы с содержанием углерода 1,8% при: а) комнатной температуре, б) при температуре 8800С.  Вариант 3: Определите фазовый состав железоуглеродистой системы с содержанием углерода 3,2% при: а) комнатной температуре, б) при температуре 9800С.  Вариант 4: Определите фазовый состав железоуглеродистой системы с содержанием углерода 4% при: а) комнатной температуре; б) при 1000°С.   * 1. Диаграмма состояния железо-цементит для решения индивидуальных заданий.   My form 2 |

**Пример определения фазового состава** железоуглеродистой системы на диаграмме железо-цементит с применение правила отрезков и правила концентраций:

Диаграмма строится в координатах температура — концентрация углерода. По оси абсцисс откладывается концентрация углерода в процентах, а по оси ординат — температура в градусах Цельсия.



Построение диаграммы начинается с отметки точек, соответствующих критическим температурам плавления железа, распада цементита и полиморфного превращения железа, затем нанесения линий ликвидус и солидус. Затем на диаграмму наносятся линии, соответствующие фазовым переходам.

Правила определения количественного соотношения фаз. Имея диаграмму состояния, можно проследить за фазовыми превращениями любого сплава и указать состав и количественное соотношение фаз при любой температуре. Это осуществляется с помощью довольно простых правил, применение которых рассмотрим на примере. Определение правила концентраций и правила отрезков. Изучение применения этих правил для определения фазового состава железоуглеродистой системы.

Задача: Пусть требуется определить фазовый состав железоуглеродистой системы с содержанием углерода 2% при: а) комнатной температуре; б)при 800°С.

Решение:

а) С химической точки зрения в железоуглеродистых сплавах при комнатной температуре имеются только две фазы: феррита и цементита (карбида железа Fе3С), в то время как при 800°С кроме феррита и цементита может существовать еще фаза аустенита. При комнатной температуре, когда отсутствует аустенит, фазовый состав сплава можно определить прямо по второй шкале абсцисс: так 2%С соответствует содержанию карбида железа 30%, остальное феррит (70%). Подобный метод решения вопроса по координатам точек на диаграмме называется правилом определения фаз (правило концентраций).

б) В случае других температур вторая шкала абсцисс не отражает действительного соотношения фаз и не должна применяться. В данном случае применяем правило отрезков. Оно позволяет на основе диаграмм состояния определять для любого сплава при любой температуре относительное количество присутствующих в нем фаз или структурных элементов и определять количественный состав каждого из них, т.е. производить не только качественный, но и количественный анализ сплавов. Для этого, согласно правилу отрезков, через определенную точку, отвечающую данному сплаву, проводят на уровне заданной температуры (800°С) горизонталь (так называемую коноду) до пересечения ее с линиями фазовых и структурных превращений и делаем соответствующий анализ.

При 800°С сплав с данной концентрацией попадает в область CE (точка y). По начерченной нами коноде, опуская перпендикуляр из точки x пересечения ее с линией аустенитного превращения (линия SE) находим, что предел растворимости углерода в аустените при 800°С приблизительно равен 1%. Таким образом, содержание аустенитной фазы будет уменьшаться со 100% при содержании углерода 1% до 0% при содержании углерода 6,67%, когда весь сплав будет состоять только из цементита. При промежуточном содержании С фазовый состав линейно изменяется: постепенно падает содержание аустенита со 100% до нуля, а концентрация цементита растет с 0 до 100%. Для определения содержания цементита СЦ согласно правилу отрезков используем выражение:

Сц = ху/хz\*100, где xy и xz - длины отрезков, определяемые по шкале содержания углерода.

Учитывая что xy = 2 - 1=1, xz = 6,67 – 1 = 5,67 находим содержание цементита:

Сц = ху/хz\*100 = 1/5,67\*100 = 17 ,64%.

Длины отрезков, соответствующие фазам, следует брать в направлении, обратном расположению фаз на диаграмме.

Содержание аустенита находим из:

Са = 100% - Сц

Вычислим: Са = 100 - 17,64 = 82,36%.

В конце урока подведение итогов, выставление оценок и постановка домашнего задания.

**Критерии оценки:**

* Активность на уроке (ответы на вопросы, участие в обсуждении);
* Правильность выполнения практической работы (точность расчетов, понимание принципов);
* Умение применять полученные знания для решения практических задач;
* Самостоятельность в работе;

**Указания по выполнению домашнего задания работы:**

- Самостоятельно проработать конспект прилагаемого изученного материала, уяснить учебные вопросы по данной теме. В конспекте аккуратно нарисовать диаграмму состояния системы "железо-цементит" с подробным указанием характерных температур и наличия фаз. Рекомендуется штриховкой цветными карандашами обозначить границы существования структурных составляющих. Определить фазовый состав системы Fe - С в равновесном (отожженном) состоянии с заданным содержанием углерода при комнатной и указанной по варианту температурах. Графические построения и ход расчета, а также полученные результаты должны быть отражены в отчете по работе.

**Дополнительно:**

**- примеры** из реальной практики применения знаний о фазовом составе (термическая обработка стали, выбор чугуна для отливок и т.д):

1) Оценка качества термической обработки деталей:

•  Проблема: При замене шаровых опор обнаружено, что новые опоры (или их пальцы) слишком мягкие или, наоборот, слишком хрупкие.

Знание фазового состава: Шаровые опоры часто изготавливаются из стали, прошедшей термическую обработку (закалку и отпуск) для повышения прочности и износостойкости. Автомеханик, знакомый с диаграммой Fe-C и влиянием термической обработки на структуру стали, может сделать вывод о том, была ли термообработка проведена правильно. Например, если сталь слишком мягкая, то возможно, была выбрана слишком высокая температура отпуска, или закалка была проведена неправильно. Если слишком хрупкая – возможно, забыли сделать отпуск после закалки.

Решение: Отказ от использования некачественных деталей, обращение к поставщику с претензией, выбор другого производителя.

2) Выбор правильной сварочной проволоки или электрода для сварки:

•  Проблема: Необходимо заварить трещину в чугунном блоке двигателя.  
Знание фазового состава: Чугун, особенно серый чугун, имеет высокую склонность к образованию белого чугуна (цементита) в зоне сварки, что делает соединение хрупким. Специалист должен выбрать сварочный материал и режим сварки, которые минимизируют образование цементита и обеспечат получение прочного и пластичного соединения. Для этого используются специальные электроды для сварки чугуна (например, с никелевым сердечником).

Решение: Правильный выбор сварочного материала, применение специальных технологий сварки чугуна (например, холодной сварки или предварительного подогрева).

**- доклад студента**:

Диаграмма железо-цементит — это важный инструмент для понимания процессов, происходящих в металлах и сплавах. Она позволяет определить фазовые состояния сплава, а также его свойства и характеристики.

Применение диаграммы железо-цементит очень широко. Она используется в металлургии, машиностроении, судостроении, авиастроении и других отраслях промышленности. С её помощью можно определить оптимальные режимы термической обработки, сварки, литья и других процессов обработки металлов.

Например, с помощью диаграммы можно определить температуру, при которой происходит превращение аустенита в перлит. Это важно для термической обработки стали, которая позволяет улучшить её свойства. Также с помощью диаграммы можно определить состав сплава, который будет обладать необходимыми свойствами.

Таким образом, диаграмма железо-цементит является важным инструментом для проектирования и производства металлических изделий. Она позволяет оптимизировать процессы обработки металлов и повысить их качество.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| * А | 15390С | Критическая температура плавления железа |
| * D | 15500С | Температура распада цементита |
| * Q | 0.006%C |  |
| * Р | 0,02%С, 7270С | Феррит предельно насыщенный углеродом |
| * S | 0.8%, 7270С | Аустенит, испытывающий эвтектическое превращение |
| * G | 9110С | Температура полиморфного превращения железа |
| * E | 2,14%, 11470С |  |
| * C | 4,3%, 11470С | Жидкая фаза, испытывающая эвтектоидное превращение |
| АCD | Ликвидус | Линия начала кристаллизации |
| AECF | Солидус | Линия окончания кристаллизации |
| ECF | Эвтектическое превращение | «Из жидкого в твердое» |
| SE |  | Линия предельной растворимости углерода в аустените |
| PSK | Эвтектоидное превращение | «Из твердого в твердое» |
| PQ |  | Линия предельной растворимости углерода в феррите |
| 0,02% - 2,14% |  | Стали |
| 2,14% - 6,67% |  | Чугуны |

**Задания по вариантам:**

**Решить задачи по диаграмме состояния при данных условиях:**

**Вариант 1:** Определите фазовый состав железоуглеродистой системы с содержанием углерода 2,5% при: а) комнатной температуре; б) при 850°С.

**Задания по вариантам:**

**Решить задачи по диаграмме состояния при данных условиях:**

Вариант 2: Определите фазовый состав железоуглеродистой системы с содержанием углерода 1,8% при: а) комнатной температуре, б) при температуре 8800С.

**Задания по вариантам:**

**Решить задачи по диаграмме состояния при данных условиях:**

Вариант 3: Определите фазовый состав железоуглеродистой системы с содержанием углерода 3,2% при: а) комнатной температуре, б) при температуре 9800С.

**Задания по вариантам:**

**Решить задачи по диаграмме состояния при данных условиях:**

Вариант 4: Определите фазовый состав железоуглеродистой системы с содержанием углерода 4% при: а) комнатной температуре; б) при 1000°С.