



Лекция 10

**Тема Лекции:
Чугуны.**

Диаграмма состояния железо – графит

*к.ф.-м.н., PhD, ассоциированный
профессор Тулегенова Аида Тулегенкызы*

Цель лекции:

Ознакомление с особенностями строения и свойств чугунов, рассмотреть диаграмму состояния железо–графит, формы выделения углерода, а также классификацию и принципы маркировки серых чугунов в зависимости от структуры и назначения.

Основные вопросы:

1. Классификация чугунов
2. Диаграмма состояния железо – графит.
3. Процесс графитизации.
4. Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов
5. Влияние состава чугуна на процесс графитизации.
6. Влияние графита на механические свойства отливок.
7. Положительные стороны наличия графита.
8. Серый чугун.
9. Высокопрочный чугун с шаровидным графитом.
10. Ковкий чугун
11. Отбеленные и другие чугуны

Классификация чугунов

Чугун отличается от **стали**: по составу – более высокое **содержание углерода** и примесей; по технологическим свойствам – более высокие литейные свойства, малая способность к **пластической деформации**, почти не используется в сварных конструкциях.

В зависимости от состояния углерода в чугуне различают:

- **белый чугун** – углерод в связанном состоянии в виде цементита, в изломе имеет белый цвет и металлический блеск;
- **серый чугун** – весь углерод или большая часть находится в свободном состоянии в виде графита, а в связанном состоянии находится **не более 0,8 % углерода**. Из-за большого количества графита его излом имеет серый цвет;
- **половинчатый** – часть углерода находится в свободном состоянии в форме графита, но **не менее 2 % углерода** находится в форме **цементита**. Мало используется в технике.

Диаграмма состояния железо – графит

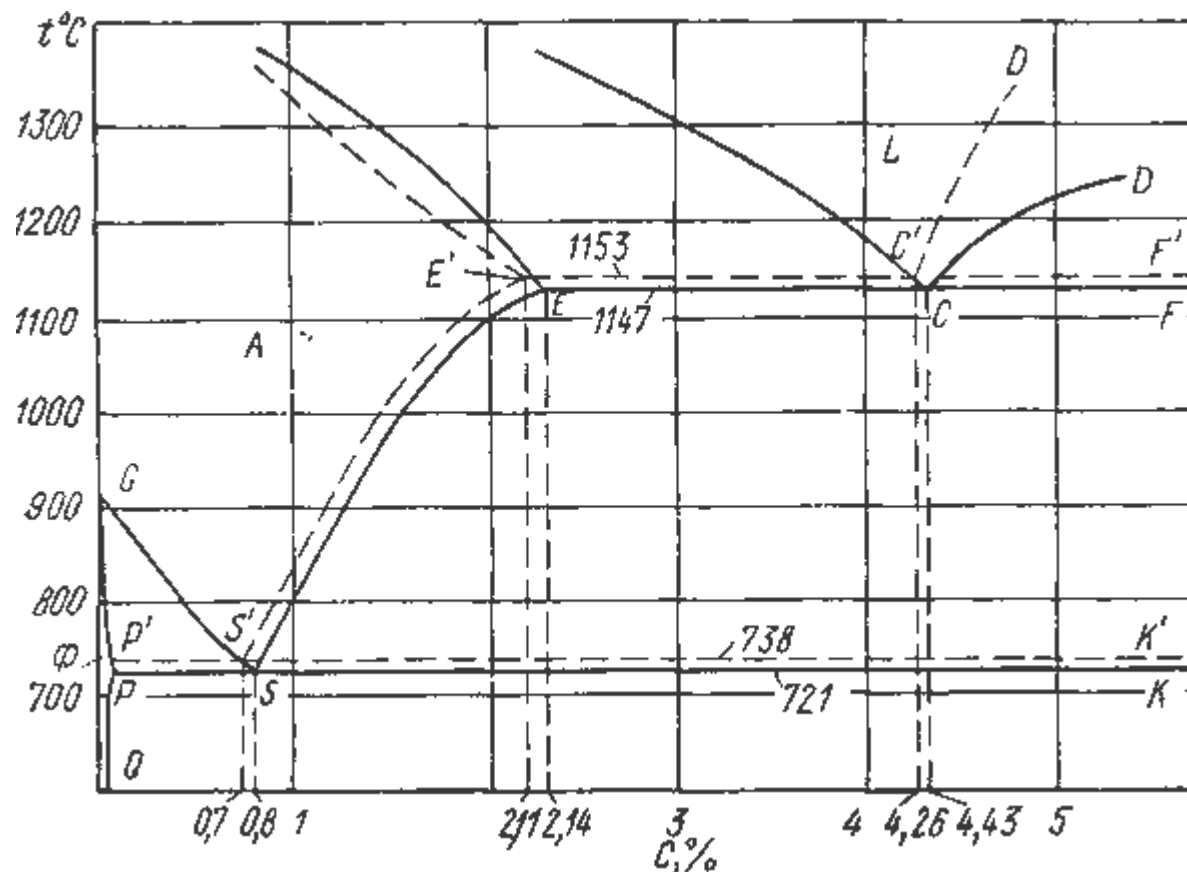
В результате превращения углерод может не только химически взаимодействовать с железом, но и выделяться в элементарном состоянии в форме графита.

Жидкая фаза, аустенит и феррит могут находиться в равновесии и с графитом.

Линии диаграммы находятся выше линий диаграммы железо – цементит.

Температуры эвтектического и эвтектоидного превращений, соответственно, 1153°C и 738°C .

Точки C, E, S – сдвинуты влево, и находятся при концентрации углерода 4,24, 2,11 и 0,7 %, соответственно.



**Диаграмма состояния железо – углерод:
сплошные линии – цементитная система;
пунктирные – графитная**

При высоких температурах цементит разлагается с выделением графита, поэтому диаграмма состояния железо – цементит является метастабильной, а диаграмма железо – графит – стабильной.

Процесс образования графита в сплавах железа с углеродом называется *графитизацией*.

Процесс графитизации

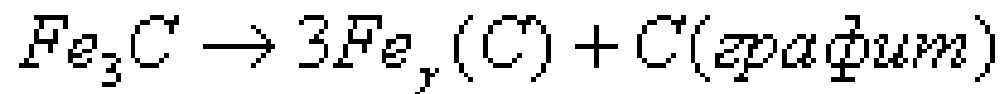
Графит – это полиморфная модификация углерода. Так как графит содержит **100% углерода**, а **цементит – 6,67 %**, то жидкая фаза и аустенит по составу более близки к цементиту, чем к графиту. Следовательно, образование цементита из жидкой фазы и аустенита должно протекать легче, чем графита.

С другой стороны, при нагреве цементит разлагается на железо и углерод. Следовательно, графит является более стабильной фазой, чем цементит.

Возможны два пути образования графита в чугунах.

1. При благоприятных условиях (наличие в жидкой фазе готовых центров кристаллизации графита и очень медленное охлаждение) происходит непосредственное образование **графита из жидкой фазы**.

2. При разложении ранее образовавшегося цементита. При температурах **выше 738С** цементит разлагается на смесь аустенита и графита по схеме



При температурах **ниже 738С** разложение цементита осуществляется по схеме:



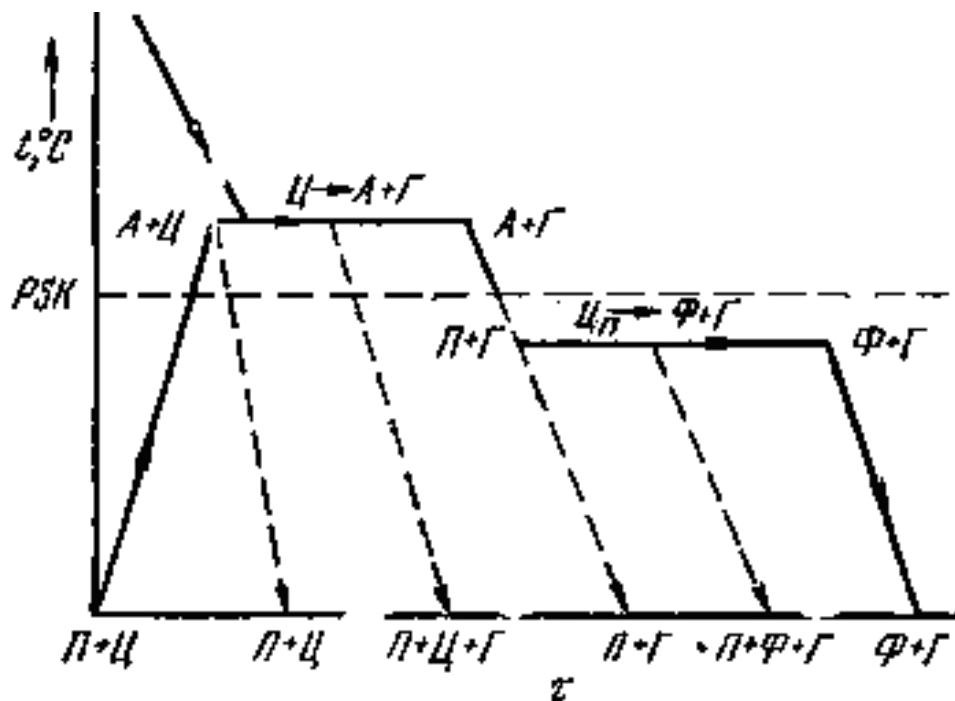
При малых скоростях охлаждения степень разложения цементита больше.

Графитизацию из жидкой фазы, а также от распада цементита первичного и цементита, входящего в состав эвтектики, называют *первичной стадией графитизации*.

Выделение вторичного графита из аустенита называют промежуточной стадией *графитизации*.

Образование эвтектоидного графита, а также графита, образовавшегося в результате распада цементита, входящего в состав перлита, называют *вторичной стадией графитизации*.

Структура чугунов зависит от **степени графитизации**, т.е. от того, сколько углерода находится в связанном состоянии.



Выдержка при температуре больше **738°C** приводит к графитизации избыточного **нерастворившегося цемента**. Если процесс завершить полностью, то при высокой температуре структура будет состоять из аустенита и графита, а после охлаждения – из **перлита** и **графита**.

Вопросы для контроля изучаемого материала:

1. В чём отличие диаграммы Fe–C (железо–графит) от диаграммы FeFe₃C?
2. Какие факторы способствуют выделению углерода в виде графита?
3. Какие типы чугунов выделяют по форме графита?
4. Чем серый чугун отличается от белого по строению и свойствам?
5. Как расшифровывается обозначение СЧ25?
6. Где применяются серые чугуны?

Список литературных источников:

1. Улицкий А. Р. Физика материалов. — М.: Физматлит, 2021.
2. Новиков И. И. Материаловедение. — М.: Metallurgy, 2019.
3. Callister W. D., Rethwisch D. G. Materials Science and Engineering: An Introduction. — Wiley, 2022.
4. Ashby M., Jones D. Engineering Materials 1–2. — Elsevier, 2021.
5. Лившиц Б.Г., Краношин В.С., Липецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М.: Metallurgy, 1980, -320 с