

# 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°С и 738°С.*

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

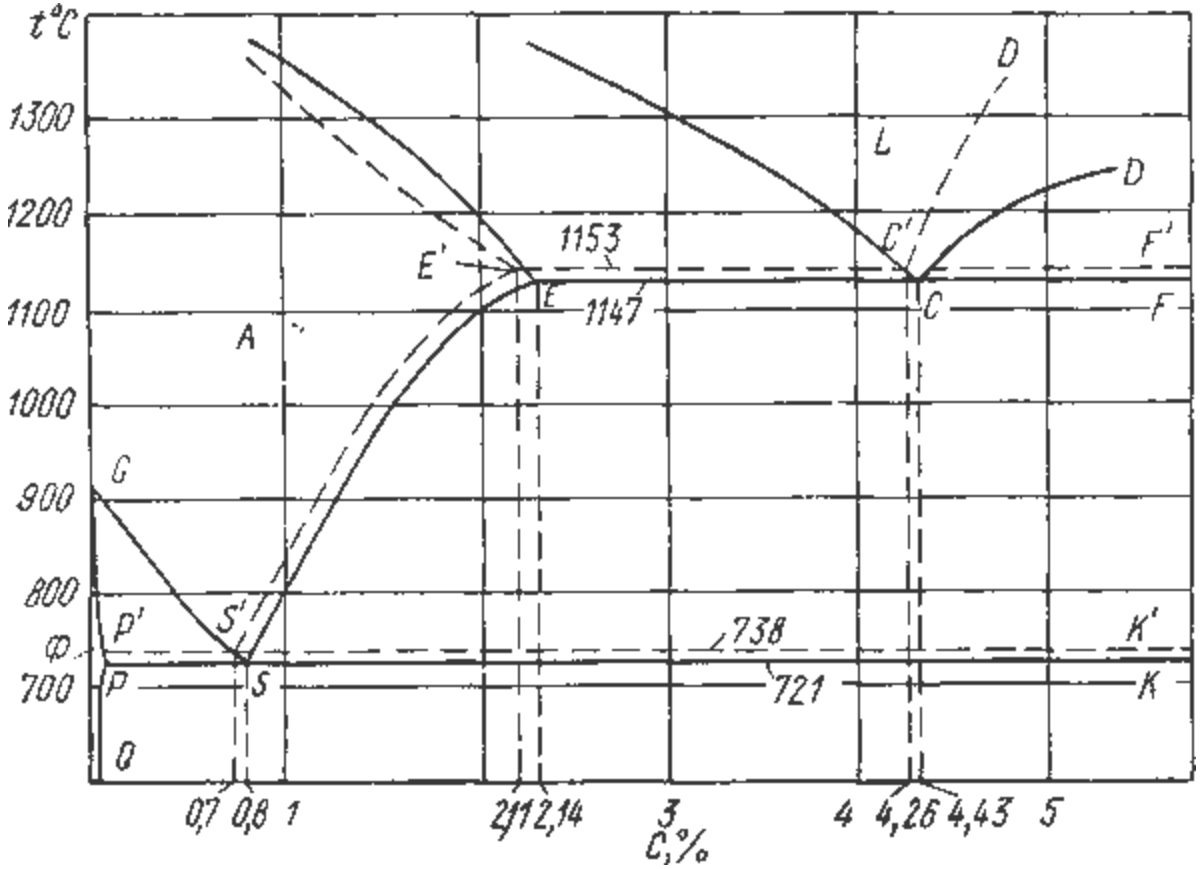



**Диаграмма состояния железо – углерод: сплошные линии – цементитная система; пунктирные – графитная**

**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 чугуне.**

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

$$Fe_3C \rightarrow 3Fe_\gamma(C) + C(графит)$$

При температурах ниже 738С разложение цементита осуществляется по схеме:

$$Fe_3C \rightarrow 3Fe_\alpha(C) + C(графит)$$

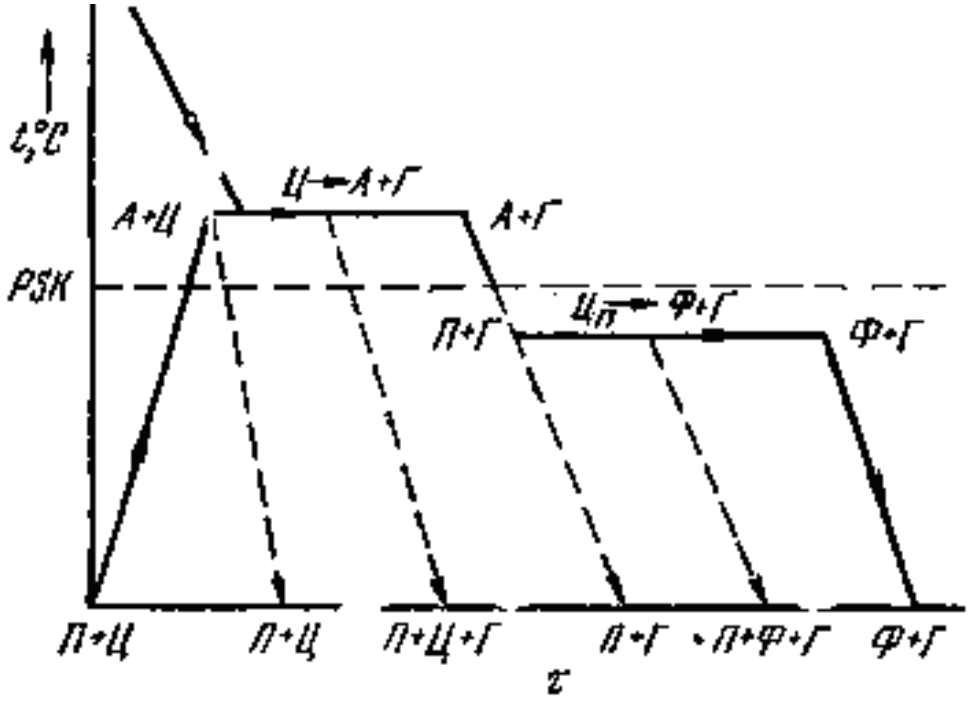
**При малых скоростях охлаждение степень разложения цементита больше.**

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

# Выводы лекции:

Процесс графитизации и диаграмма "Fe–графит": Свойства чугунов определяются степенью графитизации, зависящей от химического состава (влияния кремния, марганца и др.) и скорости охлаждения отливок.

Влияние формы графита на свойства: Форма включений свободного углерода (пластинчатая, шаровидная или хлопьевидная) определяет механические характеристики и делит чугуны на серые, высокопрочные и ковкие.

Преимущества графитизированных чугунов: Наличие графита обеспечивает чугунам отличные литейные и антифрикционные свойства, высокую демпфирующую способность и хорошую обрабатываемость резанием.

Классификация и маркировка: Маркировка (например, серых чугунов) отражает их прочностные характеристики и структуру металлической основы, позволяя точно подбирать материал под конкретные условия эксплуатации.

## Вопросы для контроля изучаемого материала:

1. В чём отличие диаграммы Fe–C (железо–графит) от диаграммы $FeFe_3C$?
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.: Металлургия, 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., Липеций Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1980, -320 с