



**Университет гражданской защиты
МЧС Республики Беларусь**

**ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И
ТЕОРИИ СВАРОЧНЫХ РАБОТ**

Практическое занятие № 1.

**Общие сведения о металлах и сплавах,
их свойства**

Учебный слайд-фильм

Минск 2020 г.

Тема занятия. Основы теории металлических сплавов

Учебные вопросы:

- 1. Внутреннее строение и кристаллизация сплавов.**
- 2. Понятие о диаграмме состояния.**
- 3. Особенности диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.**



Сплавы - металлические, однородные макроскопические системы, состоящие из двух или более металлов (реже металлов и неметаллов), с характерными металлическими свойствами.

В широком смысле - **сплавами** называются любые однородные системы, полученные сплавлением металлов, неметаллов, оксидов, органических веществ и т.д. (Советский энциклопедический словарь М. 1983 г.).



В сплавах элементы могут различно взаимодействовать между собой, *образуя* различные, по химическому составу, типу связи и строению кристаллические *фазы*.

Химические элементы, образующие сплав называют *компонентами*.

Фазой называется однородная обособленная часть металла или сплава, имеющая одинаковый состав, строение и свойства.



В сплавах в зависимости от физико-химического взаимодействия

компонентов могут образовываться

следующие фазы:

жидкие растворы;

твердые растворы;

химические соединения;

механическая смесь



СПЛАВ

КОМПОНЕНТ

ФАЗА

Жидкий
раствор

Твердый
раствор

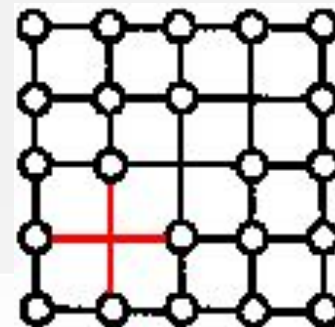
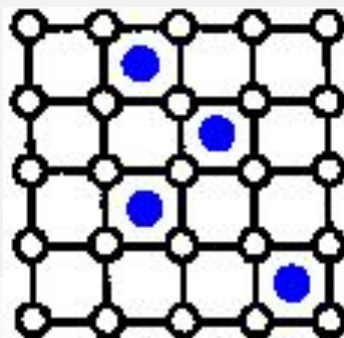
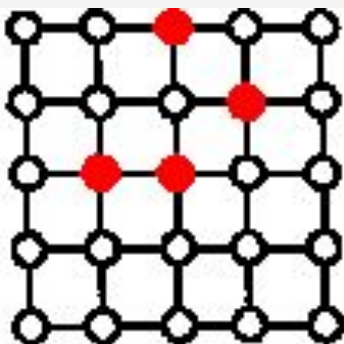
Хим.
соединение

Мех.
смесь

ЗАМЕЩЕНИЯ

ВНЕДРЕНИЯ

ВЫЧИТАНИЯ



Сплавы типа “механической смеси” образуются из веществ, не растворяющихся и не вступающих в химическое взаимодействие между собой в твердом состоянии с образованием соединений.

Такие сплавы состоят из смеси кристаллитов веществ, сохраняющих свои кристаллические решетки. При этом кристаллы каждого компонента в сплаве полностью сохраняют свои индивидуальные свойства.

Свойства сплава будут определяться соотношением компонентов, входящих в его состав.



Сплавы типа **“химического соединения”** образуются при взаимодействии компонентов, входящих в состав сплава, причем содержание компонентов должно быть *строго определенным*.

Химическое соединение характеризуется образованием новой кристаллической решетки с упорядоченным расположением в ней атомов компонентов. При этом новая решетка значительно отличается от решеток компонентов, поэтому обладает и другими свойствами (механическими, физическими, химическими и др.).

Химические соединения существуют при строгом соотношении компонентов, и выражается химической формулой. Например,

Fe_3C , Mg_2Pb , WC , TiC , TiN



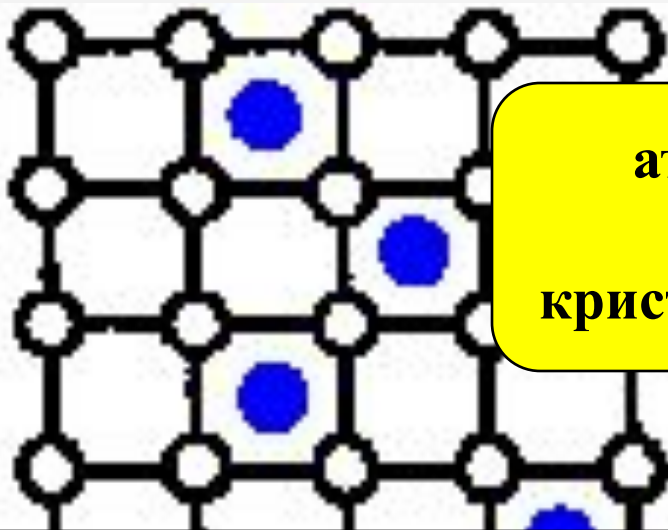
“Твердыми растворами” называют фазы, в которых один из компонентов сплава сохраняет свою кристаллическую решетку, а атомы других компонентов располагаются в его решетке, изменяя ее размеры (периоды).

Твердые растворы характеризуются образованием общей пространственной решетки с атомами основного металла - растворителя.

Твердый раствор, состоящий из двух или нескольких компонентов, имеет один тип решетки и представляет собой одну фазу.



Твердые растворы по расположению атомов в кристаллической решетке подразделяются на твердые растворы *внедрения и замещения.*



атомы растворенного компонента располагаются в междоузлиях кристаллической решетки растворителя

в узлах кристаллической решетки атомы растворяемого компонента занимают места атомов основного металла

внедрения



твердый раствор замещения



“Кристаллизация”, - это переход сплава из жидкого в кристаллическое (твердое) состояние

Кристаллизация начинается при понижении температуры расплава ниже температуры плавления.

При переохлаждении сплава ниже $T_{пл}$, во многих участках жидкого расплава образуются устойчивые, способные к росту кристаллические *зародыши* - центры кристаллизации.

На их поверхности с понижением температуры начинают оседать атомы из жидкости, постепенно увеличивая как количество, так и величину этих зародышей.



Диаграммы состояния

Особенности процессов кристаллизации сплавов экспериментально отражаются в виде *кривых охлаждения сплава* и *диаграмм состояния сплавов*.

Диаграммы состояния обычно строят в координатах *температура - концентрация в процентах*, а кривые охлаждения - в координатах - *температура - время*.

Диаграмма состояния показывает изменение фазового состояния сплава от температуры и концентрации при постоянном давлении.



Для построения диаграмм экспериментально получают **кривые охлаждения для сплавов различной концентрации**

По перегибам на этих кривых, связанных с тепловыми эффектами превращений, определяют температуры этих превращений для разных концентраций сплава.

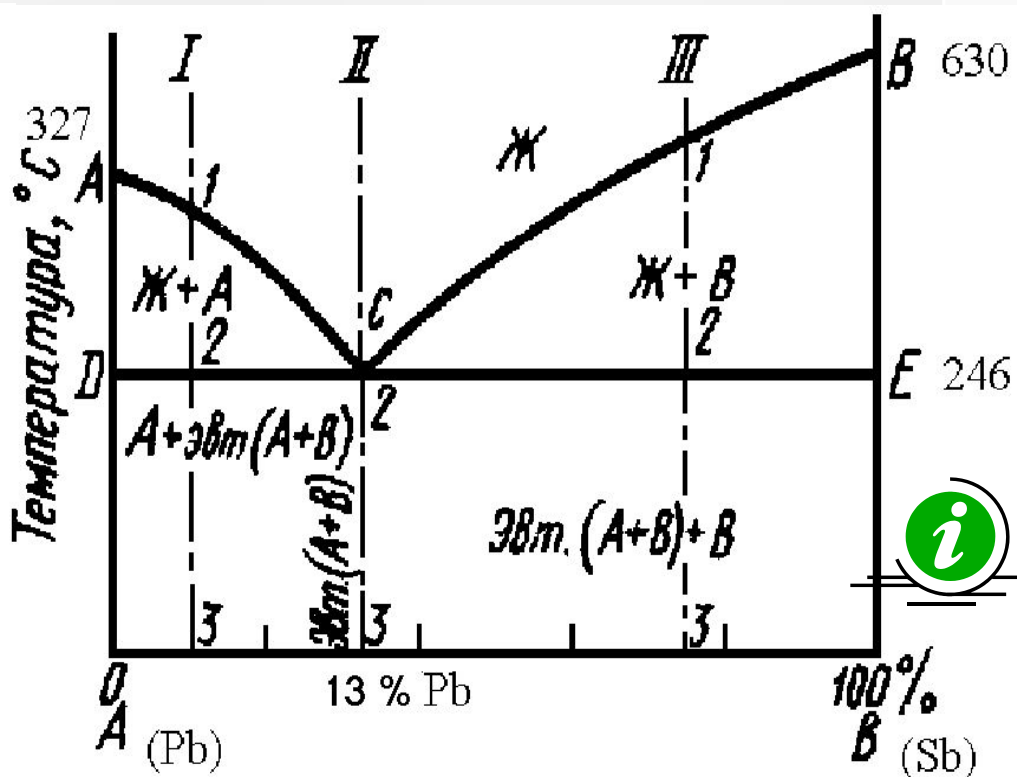
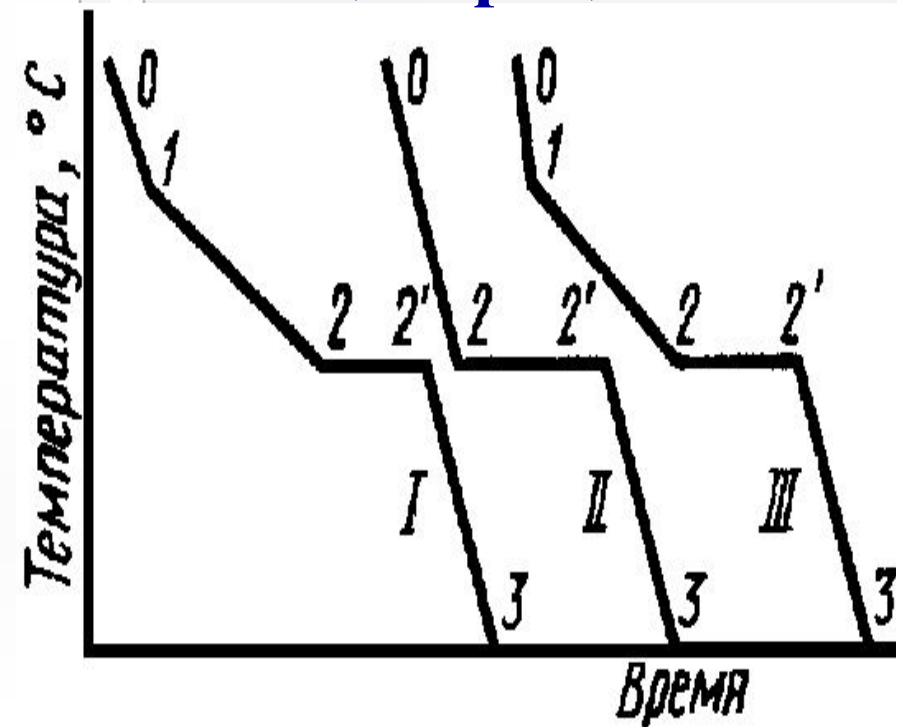
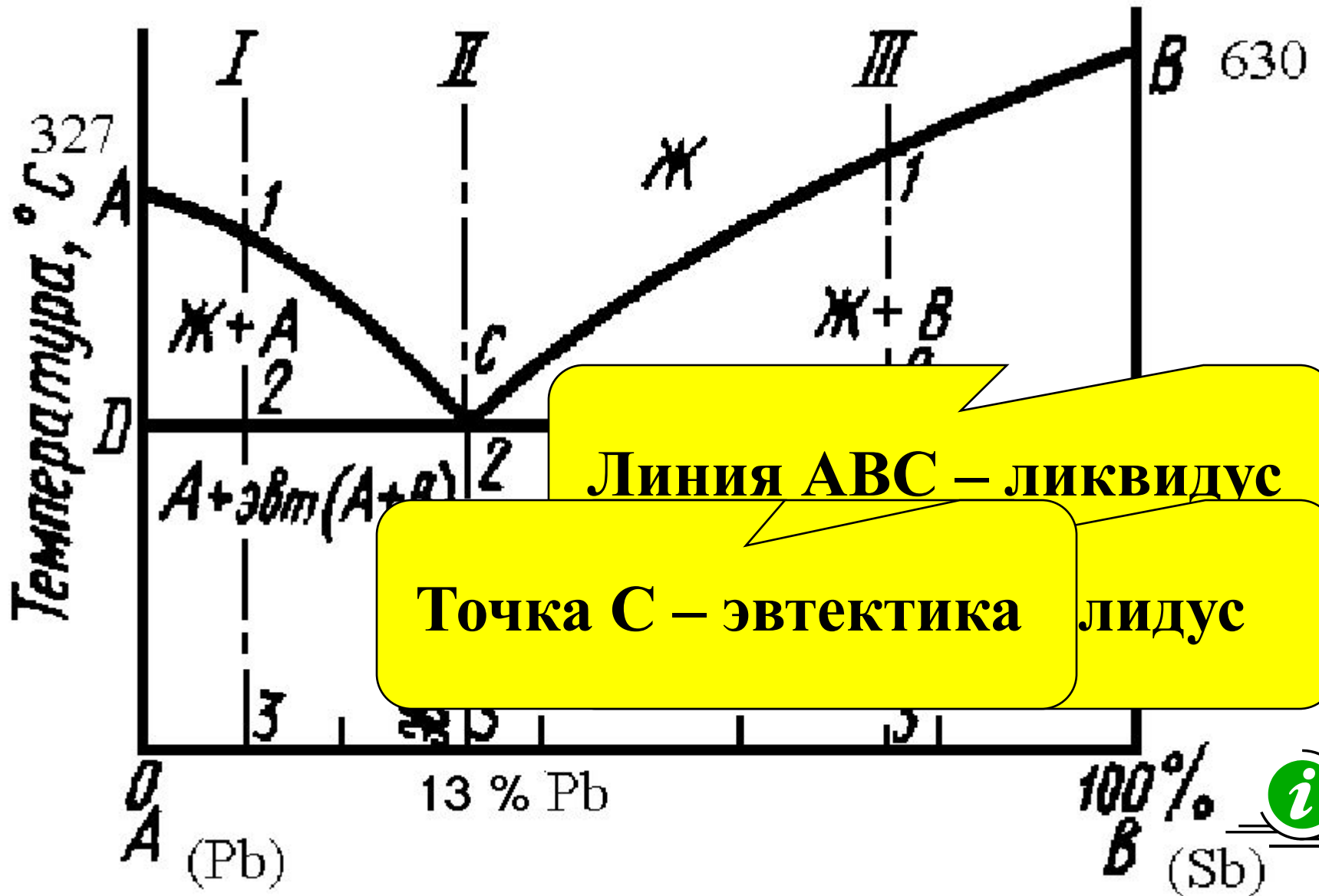


Диаграмма состояния Рв-Св.



Линия ABC – ликвидус

Точка C – эвтектика



Структуру, состоящую из определенного сочетания двух или более твердых фаз, одновременно кристаллизовавшихся из жидкого сплава, называют **эвтектикой**.

Эвтектика соответствует равновесию между жидким расплавом и двумя или более кристаллическими фазами.

Эвтектическая (*греч. легкоплавкая*) точка диаграммы имеет всегда **наиболее низкую** температуру плавления, по сравнению с другими концентрациями сплава.



Температура *начала затвердевания* (кристаллизации) сплава называется температурой **ликвидуса** (греч. – жидкий).

Кривая соответствующая температуре *конца затвердевания* называется температурой **солидуса** (греч. – твердый).



Диаграмма состояния сплавов Fe - C представляет собой *графическое изображение* равновесного состояния сплавов в зависимости от *температуры и концентрации*.

Структура и свойства железоуглеродистых сплавов, к которым относятся стали и чугуны, зависят от двух элементов - **железа и углерода**.

Сплавы с содержанием:

0,2-2,14 % C - стали;

2,14-6,67 % C - чугуны.



Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.

Железо - углерод

КОМПОНЕНТ

ФАЗА

Железо

Углерод

Цементит

Феррит

Аустенит

Перлит

Ледебурит



Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.

Железо-серебристый металл, плотность 7,86 г/куб.см и $T_{п} = 1539^{\circ}\text{C}$.

Углерод -Неметаллический элемент с плотностью 2,25 г/см³ и температурой плавления 3500⁰С.

Цементит-Химическое соединение углерода с железом (*карбид железа Fe_3C*). Содержание углерода — 6,67 %.

Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.

Феррит - Твердый раствор углерода в альфа-железе (**α -Fe**). *Пределы растворимости углерода — 0,02 % при 727 °C и 0,006 % при комнатной температуре.*

Аустенит-Твердый раствор углерода в гамма-железе (**γ -Fe**); *предел растворимости углерода — 2,14 % при 1147 °C. При t ниже 727 °C распадается с образованием перлита.*

Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.

Перлит - Механическая смесь феррита и цементита (*эвтектоид*), содержащая **0,83 %** углерода; *образуется при температуре ниже 727 °С при распаде аустенита.*

Ледебурит -Эвтектическая смесь аустенита и цементита; *образуется при 1147°С и содержании углерода 4,3 %.*

Диаграмма Fe-Fe₃C

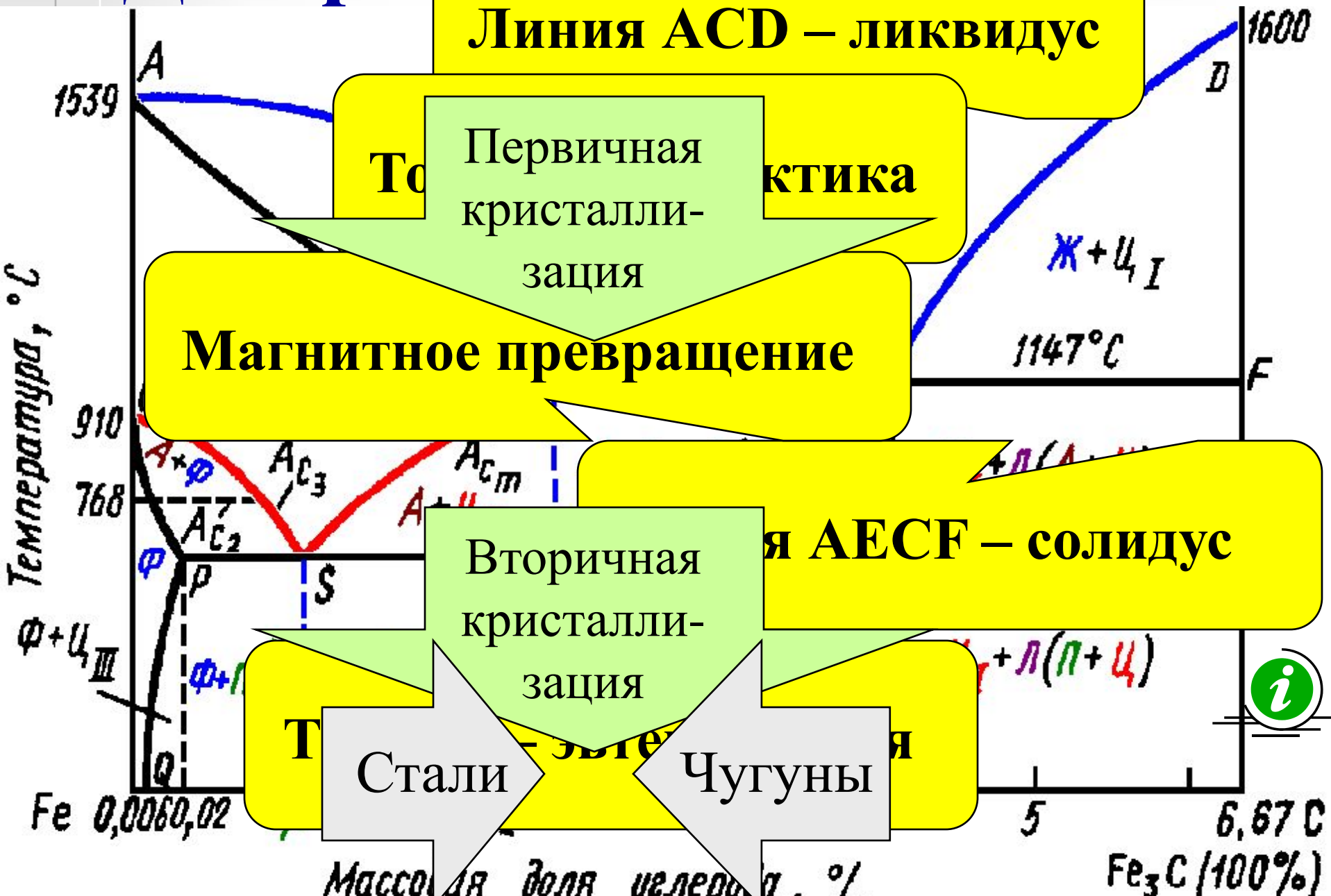


Схема взаимодействия Fe и C

ХИМ.СОЕД.
 $C+3Fe$ ($t < 1600^{\circ}C$)
цементит

ТВ. Р-Р
 $C+\alpha Fe$ ($t < 910^{\circ}C$)
феррит

ТВ. Р-Р
 $C+\gamma Fe$ ($t > 727^{\circ}C$)
аустенит

перлит ($t < 727^{\circ}C$)
ЭВТЕКТОИД

ледебурит ($t < 1135^{\circ}C$)
ЭВТЕКТИКА

ледебурит

