

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
ВОЛГОГРАДСКИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ КАДРОВЫХ РЕСУРСОВ

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

КУРС ЛЕКЦИЙ
(заочная форма обучения)

Преподаватель **Шевелева Наталья Евгеньевна**

контактная информация sh_ne@mail.ru

МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ СПЛАВ

вещество, полученное сплавлением двух и более металлов или частично неметаллов

сохраняет комплекс характерных металлических свойств

ТЕОРИЯ СПЛАВОВ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

СИСТЕМА

металлы и металлические сплавы

КОМПОНЕНТ

вещества, образующие систему: элементы (металлы и неметаллы) и химические соединения элементов

Пример: чистый металл – однокомпонентная система
сплав двух металлов – двухкомпонентная система

ФАЗА

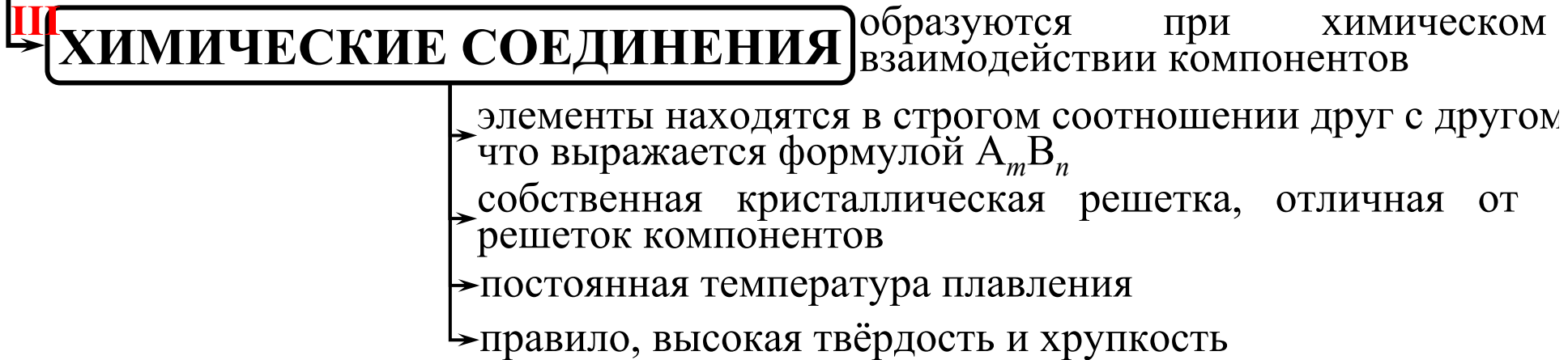
однородная часть системы, отделенная от другой части системы поверхностью раздела (границей зерна)

при переходе через поверхность раздела скачком изменяются химический состав или структура, а так же свойства

Пример: кристаллизация чистого металла

система
однокомпонентная → две фазы: **жидкая** – из расплавленного металла
твёрдая – из закристаллизовавшихся зерен этого же металла

ФАЗЫ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВАХ

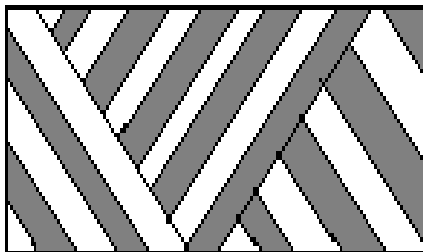


Пример: Соединения металлов с металлами → интерметаллиды $CuAl_2$, Ni_3Al
Соединения металлов с неметаллами → карбиды Fe_3C (цементит), VC , WC
→ нитриды TiN , Cr_2N , Fe_2N
→ бориды CrB , Ni_3B , TiB_2

МЕХАНИЧЕСКАЯ СМЕСЬ

НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ФАЗОЙ

смесь двух фаз, сформированная при определенной постоянной температуре и определенном постоянном химическом составе сплава



→ фазами могут быть чистые компоненты, твердые растворы и химические соединения

ЭВТЕКТИКА

формируется при одновременной кристаллизации зерен двух фаз из жидкости

ЭВТЕКТОИД

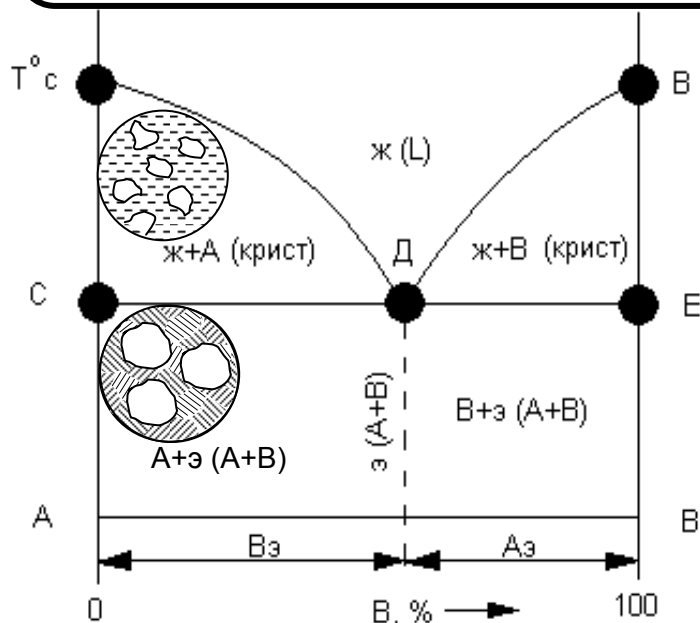
формируется из твердой фазы при ее полиморфном превращении из высокотемпературной модификации в низкотемпературную модификацию с выделением второй фазы

ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ

графическое изображение состояния сплава в зависимости от температуры и концентрации компонентов
 строится по кривым охлаждения сплава

позволяет изучать фазы и структурные составляющие сплава

С ПОЛНОЙ НЕРАСТВОРИМОСТЬЮ КОМПОНЕНТОВ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ (МЕХАНИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ КОМПОНЕНТОВ)



такая форма сплава возникает при большом различии в свойствах образующих его металлов

компоненты в жидком состоянии неограниченно растворимы друг в друге

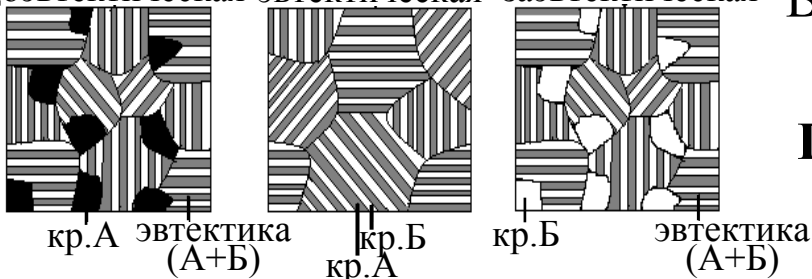
компоненты в твердом состоянии не вступают в химическое взаимодействие друг с другом и не растворяются друг в друге

линия АДВ – линия ликвидус, выше неё сплав находится в жидком состоянии

линия СДЕ – линия солидус, ниже неё сплав находится в твердом состоянии

точка Д – происходит кристаллизация из жидкости механической смеси кристаллов А и В – эвтектики

СТРУКТУРЫ СПЛАВОВ после кристаллизации (в зависимости от концентрации компонентов)
 доэвтектическая эвтектическая заэвтектическая



Пример: Al – Si, Sn – Zn

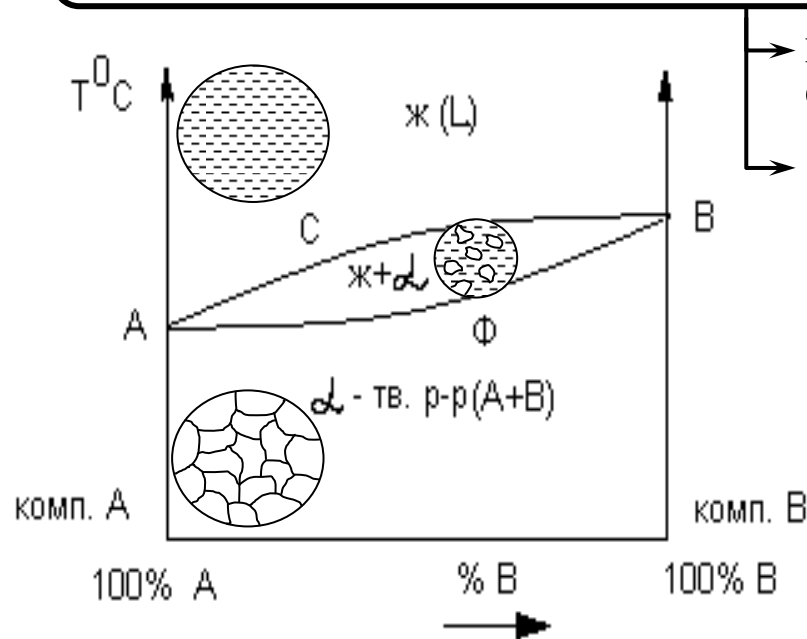
ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ

графическое изображение состояния сплава в зависимости от температуры и концентрации компонентов
строится по кривым охлаждения сплава

позволяет изучать фазы и структурные составляющие сплава

II

С НЕОГРАНИЧЕННОЙ РАСТВОРИМОСТЬЮ КОМПОНЕНТОВ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ



→ компоненты и в жидком, и в твердом состоянии образуют растворы

→ в твердом состоянии формируется твердый раствор замещения с полной растворимостью компонентов

линия **АСВ** – ликвидус

линия **АФВ** – солидус

α – неограниченный твердый раствор компонентов А и В друг в друге



Пример: Cu – Ni, Fe – Cr, Co – Cr

ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ

графическое изображение состояния сплава в зависимости от температуры и концентрации компонентов
 строится по кривым охлаждения сплава

позволяет изучать фазы и структурные составляющие сплава

III

С ОГРАНИЧЕННОЙ РАСТВОРИМОСТЬЮ КОМПОНЕНТОВ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

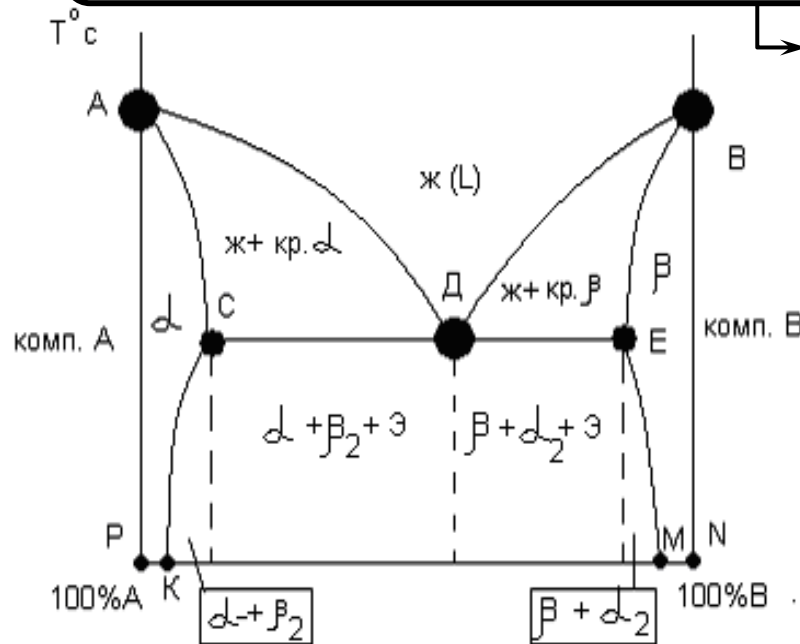


диаграмма состояния двух компонентов, образующих твёрдые растворы в ограниченных областях сплавов, за пределами которых образуется механическая смесь из кристаллов твёрдых растворов

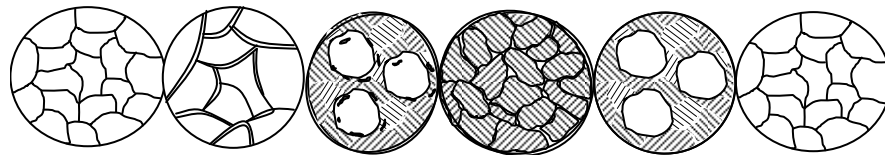
линия АДВ – ликвидус

линия АСДЕВ – солидус

область АСКРА – область существования твёрдого раствора α (твёрдого раствора компонента В в кристаллической решетке компонента А)

область ВЕМНВ – область существования твёрдого раствора β (твёрдого раствора компонента А в кристаллической решетке компонента В)

область КСДЕМ – область существования механической смеси двух твёрдых растворов α и β



линии КС и ЕМ являются линиями переменной растворимости. Ниже этих линий из твёрдых растворов α и β выделяются вторичные кристаллы β_2 и α_2

физические и химические свойства вторичных кристаллов такие же, что и первичных кристаллов той же фазы

Пример: Pb – Sn (используют в качестве припоев в электронике)

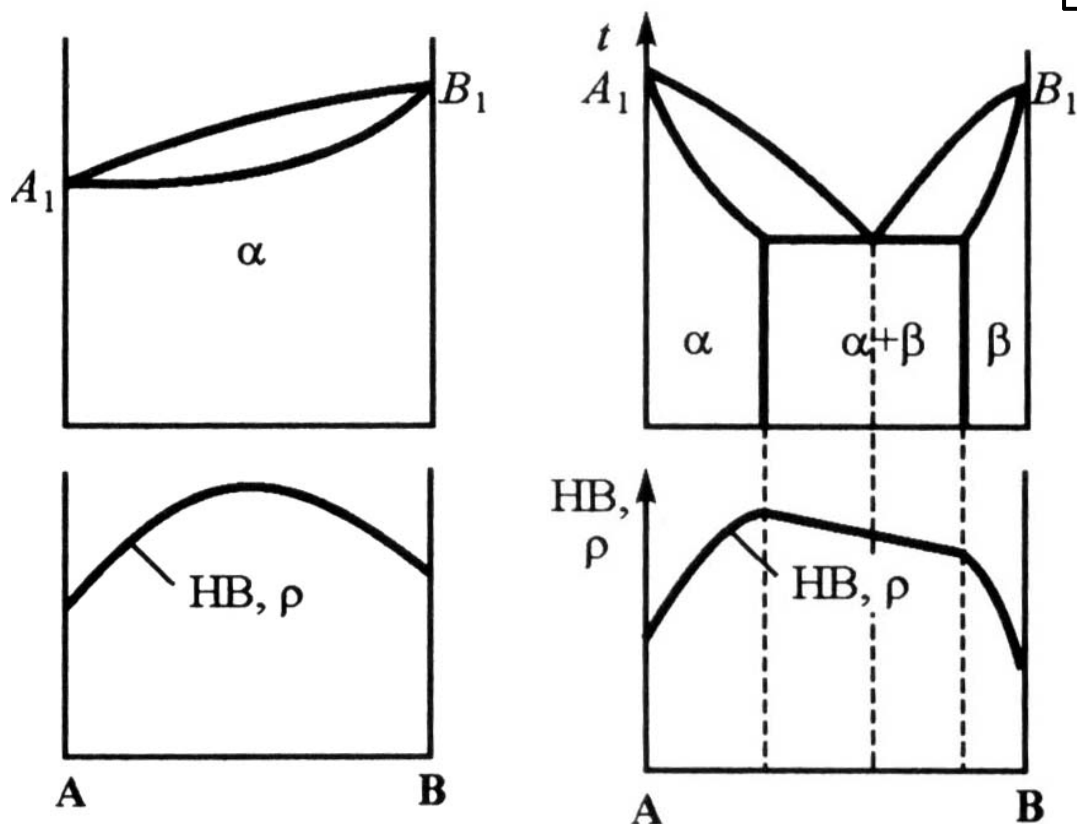
ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ

графическое изображение состояния сплава в зависимости от температуры и концентрации компонентов

позволяет изучать фазы и структурные составляющие сплава

ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ

свойства сплавов в значительной степени определяются фазовым составом, о котором можно судить по диаграмме состояния



системы, образующие твердые растворы

зависимость свойств от состава изображается кривыми

двухфазные смеси

зависимость свойств от состава изображается прямыми линиями

ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ

КОМПОНЕНТЫ

ЖЕЛЕЗО

$T_{пл} = 1539 \text{ } ^\circ\text{C}$

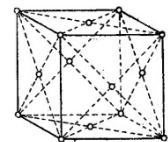
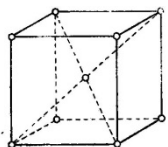
ферромагнитное до температуры $768 \text{ } ^\circ\text{C}$ (точка Кюри),
выше парамагнитное

железо технической чистоты
обладает малой твердостью (80 НВ)
и прочностью ($\sigma_B = 250 \text{ МПа}$), но
высокой пластичностью ($\delta = 50 \%$)
ОЦК решетка ($a = 0,286 \text{ нм}$),
существует до $911 \text{ } ^\circ\text{C}$ и выше 1392
 $^\circ\text{C}$

α -ЖЕЛЕЗО

γ -ЖЕЛЕЗО

ГЦК решетка ($a = 0,365 \text{ нм}$),
существует в интервале $911\text{--}1392 \text{ } ^\circ\text{C}$.



полиморфные
модификации

УГЛЕРОД

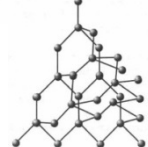
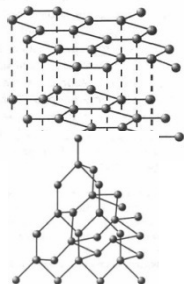
неметалл

ГРАФИТ

слоистая диагональная решетка

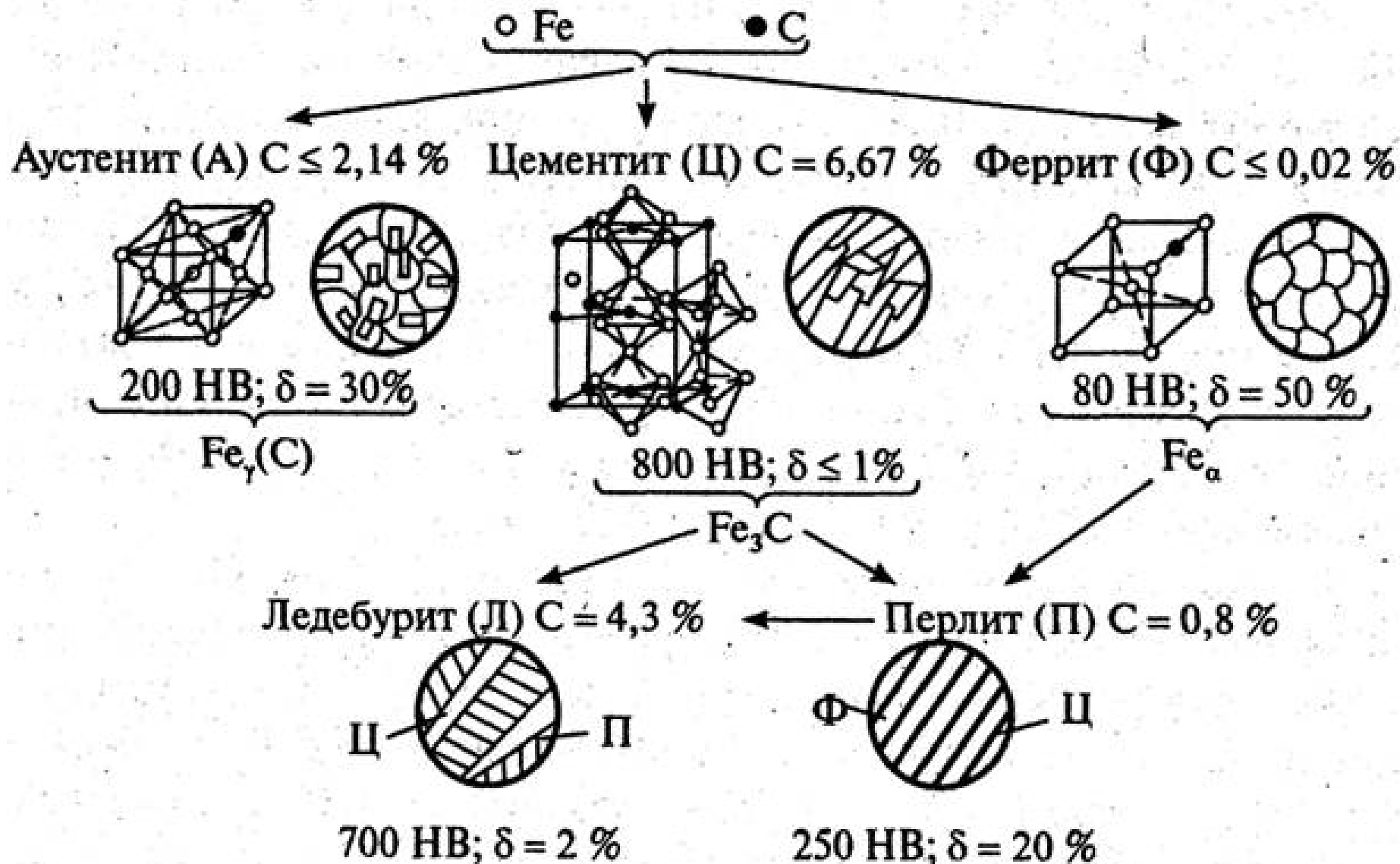
АЛМАЗ

метастабильная модификация с
кубической решеткой



ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ

ФАЗЫ И ДВУХФАЗНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ



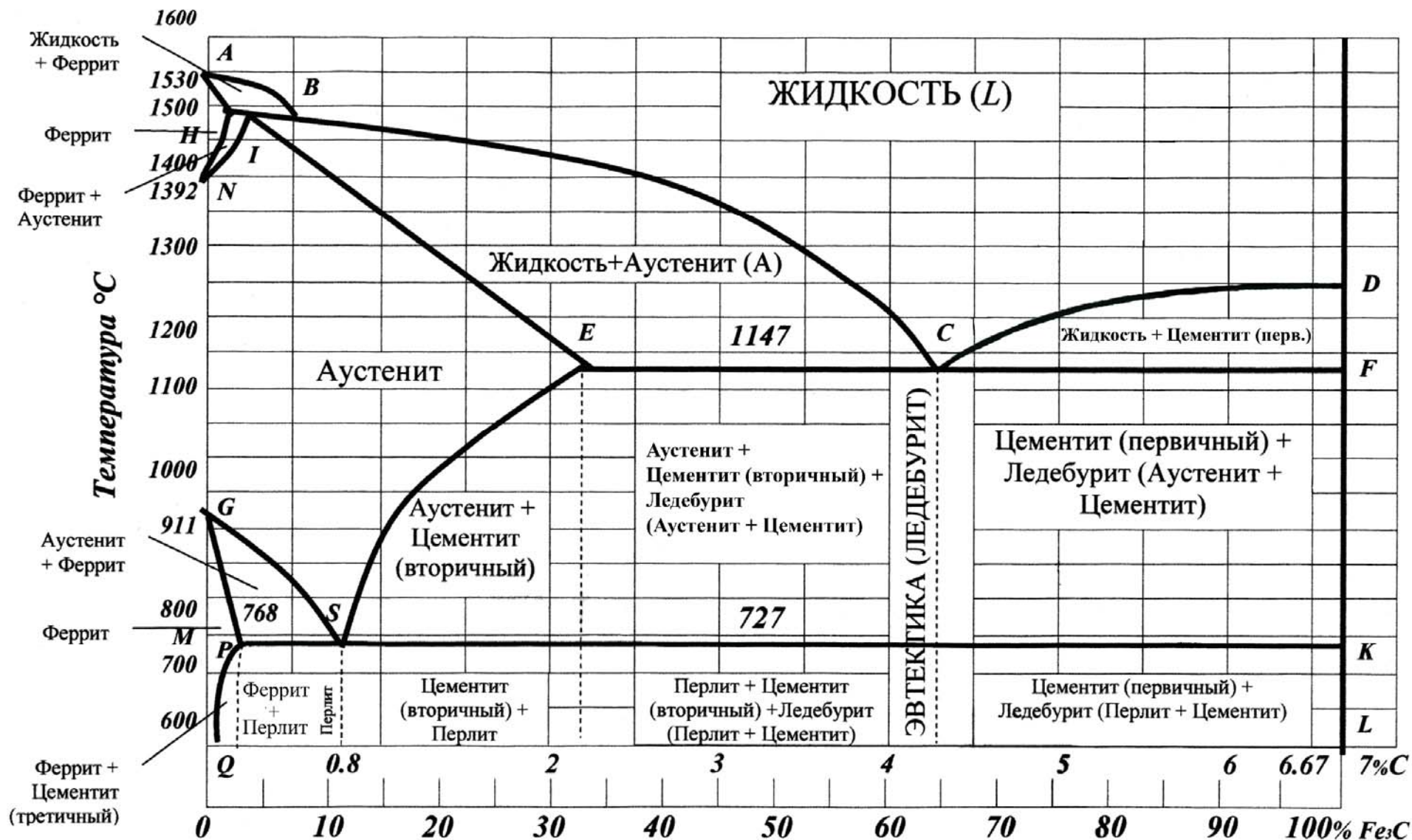
ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ

ФАЗЫ И ДВУХФАЗНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ

Наименование	Краткое описание	Условие образования	Температуры устойчивости структуры	Физические свойства	Твердость НВ
АУСТЕНИТ	Твердый раствор углерода и других элементов в γ -железе. Содержит до 2% углерода	При затвердевании жидкого раствора с содержанием углерода не более 4,3%	Выше A_{c3} , A_{c1}	Мягко, немагнитен, тягуч, мало упруг, обладает электрическим сопротивлением	170-220
ФЕРРИТ	Твердый раствор углерода и других элементов в α -железе. Содержит до 0,006% углерода	При медленном охлаждении доэвтектоидной стали ниже A_{r3} , выделяется из аустенита	Ниже A_{c3}	Мягко, очень тягуч, мало упруг, магнитен при температуре ниже точки Кюри	60-100
ЦЕМЕНТИТ	Химическое соединение железа с углеродом - карбид железа Fe_3C . Содержит 6,67% углерода	Первичный - из жидкого раствора при содержании углерода свыше 4,3%; вторичный - из аустенита при медленном охлаждении	Ниже A_{c3}	Тверд, хрупко, магнитен до температуры 210 °С	820
ПЕРЛИТ двухфазная смесь	Эвтектоидная смесь цементита с ферритом	При медленном охлаждении аустенита в результате диффузии углерода	Ниже 723 °С	Более тверд и прочен, чем феррит, но менее пластичен, магнитен	160-230
Мартенсит	Твердый раствор углерода и других элементов в α -железе с искаженной тетрагональной решеткой	При охлаждении аустенита со скоростью выше критической	Ниже 150 °С	Хрупко, тверд, магнитен, теплопроводность и электропроводность низкая	650-700
Троостит	Высокодисперсная смесь феррита и карбидов	При нагреве мартенсита до 250-400 °С	До 500 °С	Магнитен, менее прочен и более электропроводен чем мартенсит	350-450
Игольчатый троостит	Высокодисперсная смесь феррита и карбидов	При изотермическом превращении аустенита в пределах температур 250-400 °С	До 500 °С	Тверд, малопластичен, магнитен	Свыше 350
Сорбит	Дисперсная смесь феррита и карбидов	При нагреве мартенсита в пределах от 400 °С до A_{c1}	До A_{c1}	Пластичен, вязок, магнитен	230-320
БЕДВУХФАЗИТ	Эвтектическая смесь аустенита и				

ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ

ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ



ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ

ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ

Основные превращения в железоуглеродистых сплавах при медленном нагревании и охлаждении

Линия на диаграмме	Температура превращения, °С	Описание превращения	Обозначение критических точек
PSK	723	Превращение перлита в аустенит. Превращение аустенита в перлит	Ac1, Ar1
MO	768	Потери магнитных свойств для сталей с содержанием углерода до 0,5%. Возникновение магнитных свойств для тех же сталей.	Ac2, Ar2
GS	723-910	Окончание растворения феррита в аустените в доэвтектоидных сталях. Начало выделения феррита из аустенита в доэвтектоидных сталях.	Ac3, Ar3
SE	723-1130	Окончание растворения цементита в аустените в заэвтектоидных сталях. Начало выделения цементита из аустенита в заэвтектоидных сталях.	Ac _m , Ar _m
IE	-	Начало плавления стали при нагреве. Окончание затвердевания стали при охлаждении	-
ECF	-	Начало плавления чугуна при нагреве. Окончание затвердевания чугуна при охлаждении	-