

## ПРОГРАММА КУРСА "ФАЗОВЫЕ ДИАГРАММЫ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ"

### **Основные понятия, используемые при изучении фазовых равновесий.**

Фазы, независимые компоненты, стабильные и метастабильные равновесия. Правило фаз Гиббса. Изотермические и изобарические сечения.

### **Диаграммы однокомпонентных систем.**

Ограничения на взаимное расположение линий стабильного равновесия вблизи тройной точки, вытекающие из возможности метастабильных равновесий. Температуры плавления стабильных и метастабильных фаз. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Уравнение Вант-Гоффа для переходов газ – твердое тело. Критическая точка типа жидкость-пар. Правило фаз и поведение изохор на Т-Р диаграммах веществ с положительным и отрицательным объемным эффектом плавления. Приведенное уравнение ван-дер-Ваальса, правило Максвелла, закон соответственных состояний.

### **Диаграммы двухкомпонентных систем.**

Условия равновесия двух фаз, метод общей касательной. Правило рычага. Твердые растворы. Энтальпия ( $\Delta H_{см}$ ) и энтропия смешения. Анализ возможных типов диаграмм состояния исходя из взаимного расположения кривых свободной энергии фаз. Пути конденсации и кристаллизации.

Системы с неограниченной растворимостью компонентов ( $\Delta H_{см} < 0$ ). Диаграммы типа сигары, кривые плавления с максимумом и минимумом, точки равной концентрации. Расслоение растворов ( $\Delta H_{см} < 0$ ). Связь критической температуры расслоения с энергией смешения. Пересечение линии испарения с линией критических точек, ретроградная конденсация. Пересечение кривых плавления с куполом расслоения твердых растворов, псевдоэвтектические и псевдоперитектические равновесия. Слабые растворы. Фазовые границы вблизи чистого вещества.

Основные типы диаграмм систем с различной кристаллической структурой компонентов, промежуточными соединениями и полиморфными модификациями: эвтектические, перитектические, монотектические, синтектические, метатектические, диаграммы с ретроградным плавлением.

Системы с псевдокомпонентами (внутренними параметрами). Фазовые превращения в системах металл-газ. Изоморфные превращения в системах с переменной валентностью. Превращения между аморфными фазами.

### **Диаграммы трехкомпонентных систем.**

Правила рычага для концентрационного треугольника Гиббса (I и II правило Свенсона, правила касательной и секущей).

Системы без твердых растворов. Теорема Алкемаде. Проекция диаграмм. Свойства треугольников Алкемаде. Основные типы диаграмм состояния, пути кристаллизации, изотермические сечения: система с одной тройной эвтектикой, с одной тройной перитектикой, с двойной и тройной перитектикой, с двойным соединением, имеющим только тройное поле кристаллизации.

Системы с твердыми растворами. Теорема Райнза. Построение конод. Правило креста. Ограничения на взаимное расположение границ фазовых областей вблизи точки пересечения на изотермических и политермических разрезах. Простейшие типы диаграмм состояния: система с непрерывными жидкими и твердыми растворами, с бинадальной поверхностью, с моновариантным эвтектическим равновесием, с моновариантным перитектическим равновесием, с инвариантным эвтектическим равновесием.

### **Диаграммы четырехкомпонентных систем.**

Особые сечения и проекции концентрационного тетраэдра. Изотермические тетраэдры. Пример системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии – изотермические сечения и пути кристаллизации.

Теорема Палатника о соприкосновении областей состояния и ее применение к двух- и трехмерным сечениям диаграмм. Геометрические образы равновесий различного числа фаз. Правило Палатника для критических элементов фазовых диаграмм.

### **Рекомендуемая литература**

#### **а) основная литература**

- 1а. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Часть 1 (Том V). М., Наука, Физматлит, 1995, 608 с.
- 2а. Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. М., Metallurgia, 1990.
- 3а. Захаров А.М. Диаграммы состояния четверных систем. М., Metallurgia, 1964.

#### **б) дополнительная литература**

- 1б. Древинг В.П, Калашников Я.А. Правило фаз. Изд. Московского университета, 1964.
- 2б. General discussion on phase diagrams. In: Phase Diagrams for Ceramists, V. 1, P. 5–31.
- 3б. Райнз Ф. Диаграммы фазового равновесия в металлургии. М., Metallurgizdat, 1960, 376 с. {Rhines F.N. Phase diagrams in metallurgy. Their development and application. N.-Y. –Toronto – L., McGraw Hill Book Co., 1956}
- 4б. Палатник Л.С., Ландау А.И. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах. Изд. Харьковского университета, 1961.