

## Кинетика физических процессов в твердых телах

### Матвеев Л.В.

В курсе лекций рассматриваются условия термодинамического равновесия между различными фазами, применение этих условий для моделирования диффузионных процессов при формировании реакционной зоны в многофазных структурах, кинетика фазовых превращений, а также формирование и миграция точечных и протяженных дефектов в кристаллических структурах в нормальных условиях и под облучением.

№	Тема	Содержание
1	Термодинамическое равновесие между различными твердыми фазами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие условия фазового равновесия; правило фаз Гиббса.</li> <li>2. Фазовые превращения.</li> <li>3. Диаграммы состояния: растворимость в твердом состоянии, образование промежуточных фаз и эвтектик.</li> <li>4. Твердые растворы и сплавы: типы структур и полиморфизм.</li> </ol>
2	Диффузионные процессы в твердых телах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Микроскопические механизмы диффузии.</li> <li>2. Граничная кинетика и образование диффузионной зоны.</li> <li>3. Феноменологическое описание взаимной диффузии в сплавах.</li> <li>4. Реакционная диффузия и формирование фаз в диффузионной зоне.</li> <li>5. Окисление металлов.</li> <li>6. Неустойчивость движения межфазной границы и формирование двухфазной области; рост дендритов.</li> </ol>
3	Кинетика фазовых превращений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теория Фольмера - Зельдовича зарождения новой фазы.</li> <li>2. Процессы выделения из твердого раствора; спинодальный распад.</li> <li>3. Процессы упорядочения сплавов.</li> <li>4. Плавление и кристаллизация; рост кристаллов.</li> <li>5. Кинетика фазовых превращений при сверхбыстром охлаждении расплавов; аморфизация металлов и сплавов.</li> <li>6. Процессы разрушения активной зоны реактора при тяжелых авариях на АЭС.</li> </ol>
4	Дефекты кристаллов и радиационное материаловедение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Радиационные точечные дефекты и пары Френкеля.</li> <li>2. Радиационная сегрегация и зернограничная хрупкость.</li> <li>3. Дислокации и пластические свойства кристаллов; радиационно - стимулированная ползучесть и упрочнение кристаллов.</li> <li>4. Формирование вакансионных пор и набухание материалов под облучением.</li> <li>5. Формирование газовой пористости в кристаллах; механизмы роста и высвобождения пузырей и вылет радионуклидов из ядерного топлива.</li> </ol>

#### Вопросы по курсу

1. Условие равновесия фаз и графическое правило нахождения равновесных составов в бинарных сплавах; эвтектические фазовые диаграммы.
2. Термодинамический потенциал бинарного сплава в рамках модели решеточного газа с взаимодействием ближайших соседей и построение простейшей фазовой диаграммы.
3. Тройные фазовые диаграммы и области сосуществования двух и трех фаз.
4. Анализ неустойчивости при спинодальном распаде твердого раствора.
5. Выпадение и рост зародышей новой фазы из пересыщенного твердого раствора.
6. Взаимная диффузия в бинарных системах: эффект Киркендалла и расчет Даркена.
7. Кинетика перемещения межфазной границы при диффузионном массопереносе по фазам.

#### Литература

1. Ч.Киттель, Введение в физику твердого тела, Москва «Наука», 1978.
2. Г.Шульце, Металлофизика, Москва «Мир», 1971.
3. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, Статистическая физика, Москва «Наука», 1976.
4. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, Физическая кинетика, Москва «Наука», 1979.
5. Я.Е.Гегузин, Диффузионная зона, Москва «Металлургия», 1976.