

Введение

1.1. Классификация способов обработки материалов потоками излучения.

1.2. Общие черты и особенности воздействия на вещество различных видов потоков заряженных частиц.

1.3. Структура, цели и задачи настоящего курса.

Основные блоки задач в проблеме радиационной обработки материалов

- создание техники (оборудования), генерирующей потоки ионов, электронов, нейтральных атомов, плазмы, кластеров и т.д.;
- исследование явлений, лежащих в основе эффекта воздействия (например, имплантации, распыления, осаждения, перемешивания, нагрева, деформирования и т.д.);
- разработка технологий решения конкретных задач, например, изменения топографии поверхности, активации поверхности, изменения структуры или химического состава, нанесения или удаления слоев, отжига дефектов и др.,
- анализ результатов обработки: измененной шероховатости поверхности, глубины (толщины) модифицирующего слоя, его структуры, состава и фазового состояния, количества нанесенных слоев, адгезионной способности нанесенного покрытия, уровня остаточных напряжений и др.,
- исследование эксплуатационных и других свойств, созданных обработкой (например: износостойкости, эрозионной и коррозионной стойкости, прочности, твердости, выносливости, термостойкости, сопротивления трению и др.).

Основная задача настоящего курса

Для решения всех этих многочисленных и разнообразных задач необходимы знания фундаментальных закономерностей взаимодействия отдельных частиц и образованных ими потоков с веществом.

Задача курса - изучение этих закономерностей.

Классификация способов обработки материалов потоками излучения

1. По природе взаимодействия энергетических частиц с материалами:
 - физическое взаимодействие;
 - химическое взаимодействие

Классификация способов обработки материалов потоками излучения

2. По типу частиц:

- ионные пучки;**
- электронные пучки;**
- потоки плазмы;**
- потоки электромагнитного излучения;**
- комбинированное воздействие разных видов частиц.**

Классификация способов обработки материалов потоками излучения

3. По мощности вводимой энергии:

- потоки излучения невысокой мощности (ниже 10^5 Вт/см²), например:
 - ионные пучки непрерывного действия;
 - электронные пучки непрерывного действия;
 - потоки низкотемпературной плазмы;
 - комбинированное воздействие плазмы и пучков заряженных частиц;

- концентрированные потоки энергии, создаваемые:
 - мощными импульсными электронными пучками;
 - мощными импульсными ионными пучками;
 - потоками высокотемпературной импульсной плазмы;
 - лазерным излучением.

- При невысокой мощности потока излучения во многих случаях основу эффекта воздействия излучения на вещество составляет чисто радиационный аспект взаимодействия отдельных частиц с атомами вещества.
- При увеличении мощности энергии, переносимой частицами, характер их воздействия на поверхность твердого тела утрачивает чисто радиационный аспект. Он является результатом коллективного действия частиц и становится термическим.

Пучки заряженных частиц

- Пучок - направленное движение совокупности ускоренных частиц, причем, как правило, одного знака.
- Пучки бывают:
 - моноэнергетическими (когда все частицы имеют одинаковую кинетическую энергию);
 - полиэнергетическими (имеется некоторое спектральное распределение частиц по энергиям).

Пучки заряженных частиц

Параметры пучков:

- вид частиц;
- их начальная энергия, т.е. та энергия, с которой они попадают на поверхность мишени;
- плотность тока в пучке, которая определяется количеством частиц, приходящихся на единицу площади поперечного сечения пучка;
- флюенс пучка (доза облучения);
- плотность энергии пучка;
- длительность облучения и др.

Пучки заряженных частиц

С точки зрения воздействия во времени пучки могут быть:

- непрерывными,**
- импульсными,**
- частотно-импульсными.**

Особенности плазменного воздействия

- Плазма есть совокупность различных частиц: нейтралей, радикалов (химически активных частиц), ионов, электронов.
- Процессы, происходящие в плазме и в твердом теле взаимосвязаны.

Рабочим телом плазмы являются газы (Ar, He, H₂, O₂, N₂ и др.) и воздух.

В ней также могут содержаться ионы и атомы веществ, с поверхностями которых она соприкасается.

Особенности плазменного воздействия

- В изучении воздействия плазмы на вещество очень часто ее подразделяют на:
 - низкотемпературную ($T \sim 10^4$ К);
 - высокотемпературную.
- Высокотемпературная плазма, которую изучают применительно к управляемому термоядерному синтезу (воздействие на стенки термоядерного реактора), имеет энергию частиц порядка нескольких десятков кэВ.
Ее воздействие очень сходно с воздействием пучков заряженных частиц.

Особенности плазменного воздействия

- Низкотемпературная плазма образована различными частицами с относительно низкими энергиями: от тепловых до нескольких десятков или даже сотен эВ.
- Природа основных рабочих частиц плазмы определяет, будет ли механизм воздействия на материал физическим или химическим.