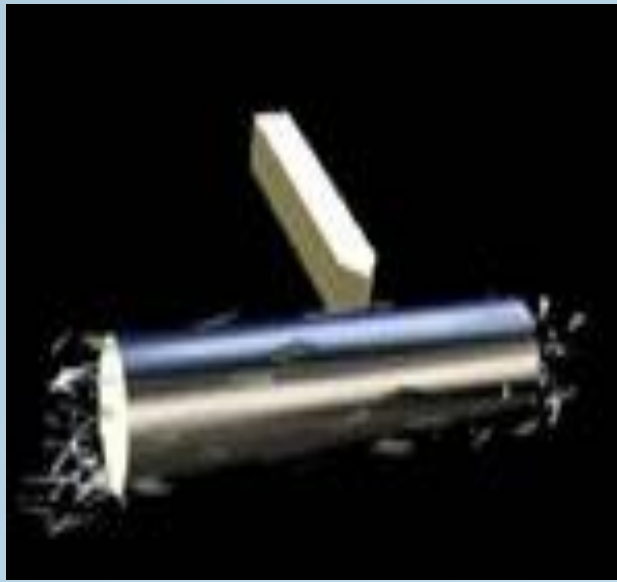


# Ионно- диффузионные методы ХТО





Вакуумное ионно-плазменное упрочнение.

Методы ионно-плазменной обработки:

- Ионное распыление.
- Ионное легирование (имплантация).
- Ионное осаждение покрытий.
- Ионно-диффузионное насыщение.

## **Вакуумное ионно-плазменное упрочнение**

Основано на воздействии на поверхность детали потоков частиц и квантов с высокой энергией.

Это прямое преобразование эклектической энергии в энергию технологического воздействия, основанной на структурно-фазовых превращениях в осажденном на поверхности конденсате или в самом поверхностном слое детали, помещенной в вакуумную камеру.

**Вакуумные ионно-плазменные методы упрочнения поверхностей деталей включают следующие процессы:**

генерацию (образование) корпускулярного потока вещества;

его активизацию, ускорение и фокусировку;

конденсацию и внедрение в поверхность деталей (подложек).

- **Генерация:** корпускулярного потока вещества возможна его испарением (сублимацией) и распылением.
- **Испарение:** переход конденсированной фазы в пар осуществляется в результате подводок тепловой энергии к испаряемому веществу.
- Твердые вещества обычно при нагревании расплавляются, а затем переходят в газообразное состояние. Некоторые вещества переходят в газообразное состояние, минуя жидкую фазу. Такой процесс называется *сублимацией*.

**Достоинством** данных методов является возможность создания высокого уровня физико-механических свойств материалов в тонких поверхностных слоях, нанесение плотных покрытий из тугоплавких химических соединений, а также алмазоподобных, которые невозможно получить традиционными методами.

**Эти методы обеспечивают:**

- высокую адгезию покрытия к подложке;
- равномерность покрытия по толщине на большой площади;
- позволяют варьировать состав покрытия в широком диапазоне, в пределах одного технологического цикла;
- позволяют получить высокую чистоту поверхности покрытия;
- обеспечивают экологическую чистоту производственного цикла.



## **С помощью методов вакуумной ионно-плазменной технологии можно выполнить:**

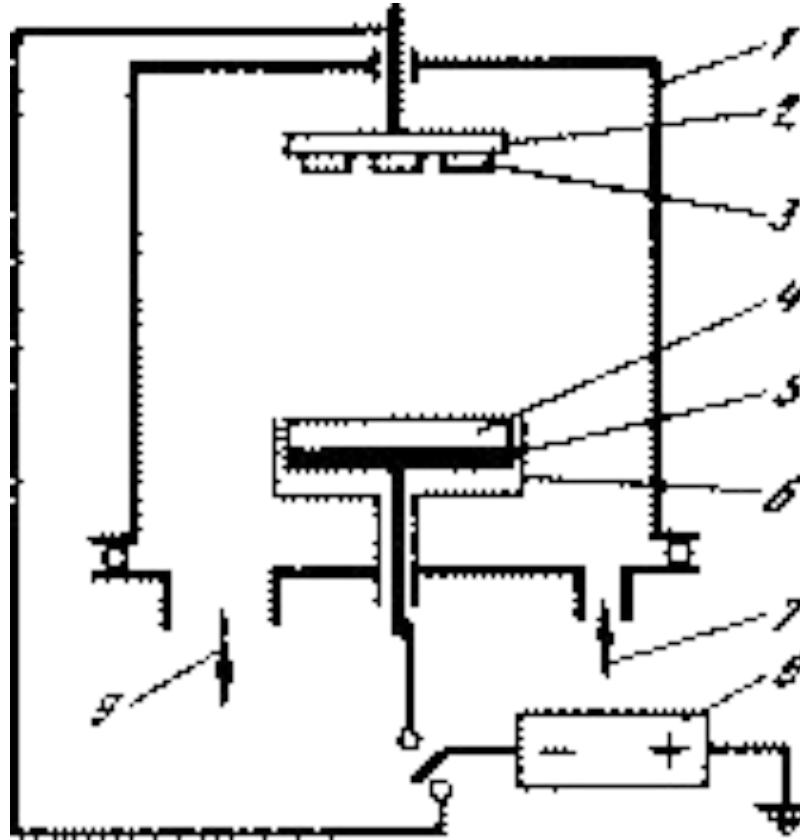
### **1) модифицирование поверхностных слоев:**

- ионно-диффузионное насыщение; (ионное азотирование, науглероживание, борирование и др.);
- ионное (плазменное) травление (очистка);
- ионная имплантация (внедрение);
- отжиг в тлеющем разряде;
- ХТО в среде несамостоятельного разряда;

### **2) нанесение покрытий:**

- полимеризацию в тлеющем разряде;
- ионное осаждение (триодной распылительной системе, диодной распылительной системе, с использованием разряда в полном катоде);
- электродуговое испарение;
- ионно-кластерный метод;
- катодное распыление (на постоянном токе, высокочастотное);
- химическое осаждение в плазме тлеющего разряда.

# □ Ионное распыление



1 – камера; 2 – подложкодержатель; 3 – детали (подложки); 4 – мишень;  
5 – катод; 6 – экран; 7 – подвод рабочего газа; 8 – источник питания; 9 –  
откачка.

**Принципиальная система распыления**

# □ Ионная цементация



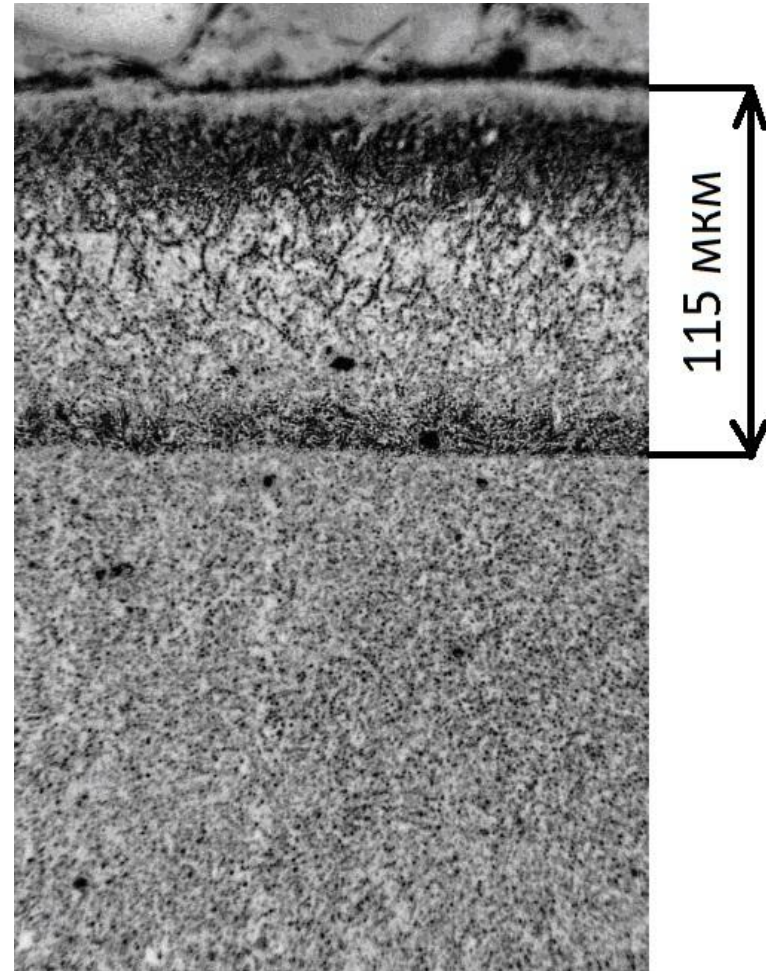
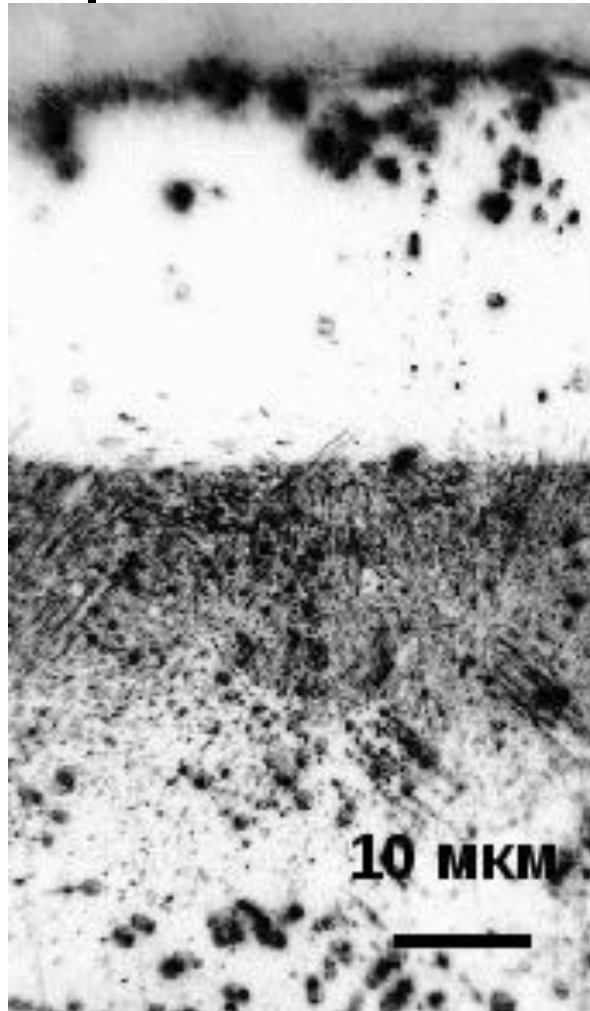
Установка ионной цементации ЭВТ 25

При ионной цементации в граничном слое создается высокий градиент концентрации углерода. Скорость роста науглероженного слоя материала составляет 0,4...0,6 мм/ч, что в 3...5 раз превышает этот показатель для других способов цементации. Продолжительность ионной цементации для получения слоя толщиной 1...1,2 мм сокращается до 2...3 часов.

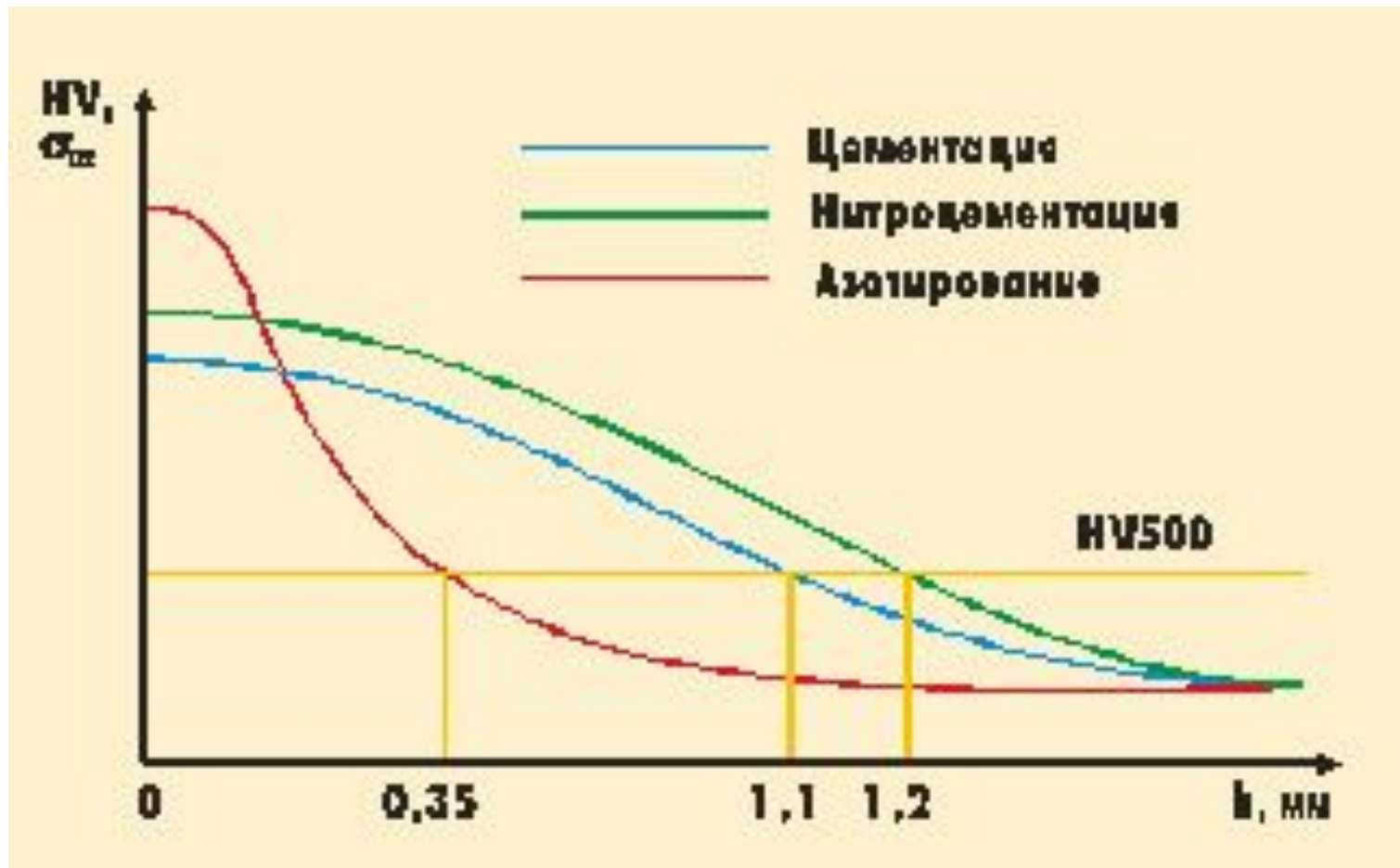


- **Ионно-плазменное азотирование (ИПА)** – это разновидность химико-термической обработки деталей машин, инструмента, штамповой и литейной оснастки, обеспечивающая диффузионное насыщение поверхностного слоя стали (чугуна) азотом или азотом и углеродом в азотно–водородной плазме при температуре 450 – 600 °С, а также титана или титановых сплавов при температуре 800 – 950 °С в азотной плазме.
- Сущность ионно-плазменного азотирования заключается в том, что в разряженной до 200– 1000 Па азотсодержащей газовой среде между катодом, на котором располагаются обрабатываемые детали, и анодом, роль которого выполняют стенки вакуумной камеры, возбуждается аномальный тлеющий разряд, образующий активную среду (ионы, атомы, возбужденные молекулы). Это обеспечивает формирование на поверхности изделия азотированного слоя, состоящего из внешней – нитридной зоны с располагающейся под ней диффузионной зоной.

# Микроструктуры сталей У8 и 20Х13 после ионно-плазменного азотирования

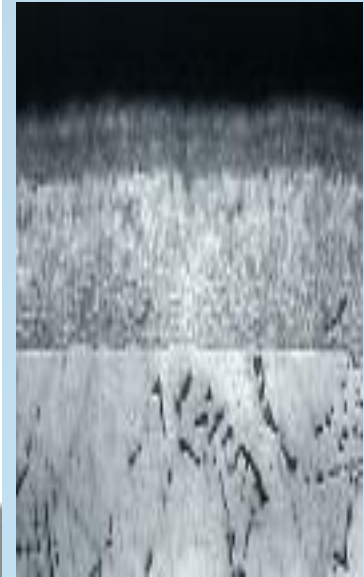
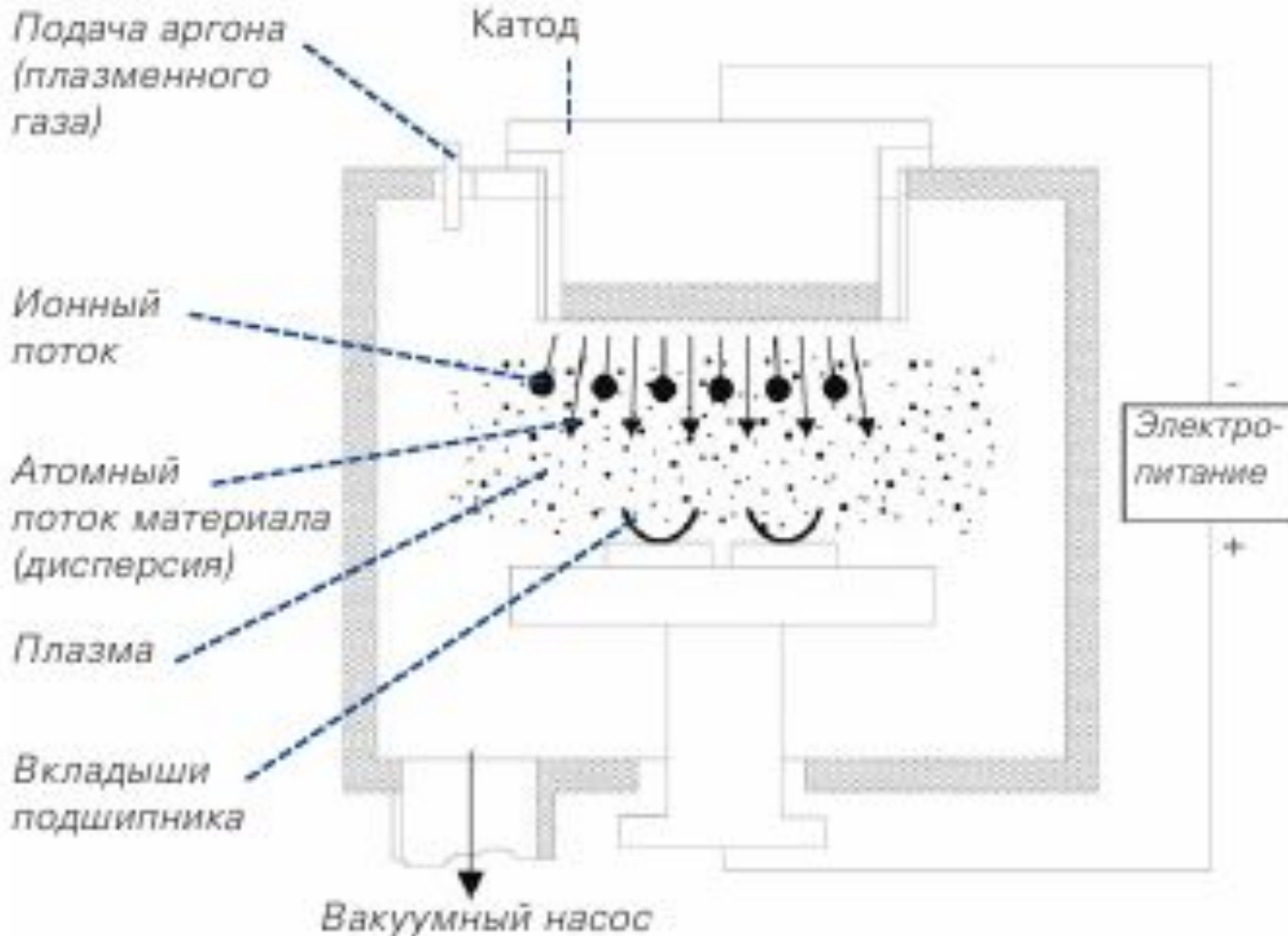


# Кривые изменения механических свойств по толщине слоя для различных способов ХТО



# Ионное напыление

## Процесс ионного напыления



## **Методом ионно-плазменного азотирования** обрабатываются

следующие изделия:

- форсунки для легковых автомобилей, несущие пластины автоматического привода, матрицы, пуансоны, штампы, пресс-формы (Daimler Chrysler);
- пружины для системы впрыска (Opel);
- коленчатые валы (Audi);
- распределительные (кулачковые) валы (Volkswagen);
- коленчатые валы для компрессора (Atlas, США и Wabco, Германия);
- шестерни для BMW (Handl, Германия);
- автобусные шестерни (Voith);
- упрочнения прессового инструмента в производстве алюминиевых изделий (Нугховенс, Скандекс, Джон Девис и др.).
- Есть положительный опыт промышленного использования данного метода странами СНГ: Беларусь – МЗКТ, МАЗ, БелАЗ; Россия – АвтоВАЗ, КамАЗ, ММПП «Салют», Уфимское моторостроительное объединение (УМПО).
- шестерни (МЗКТ);
- шестерни и другие детали (МАЗ);
- шестерни большого (более 800 мм) диаметра (БелАЗ);
- впускные и выпускные клапаны (АвтоВАЗ);
- коленчатые валы (КамАЗ).