

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС МОДИФИКАЦИИ ТВЁРДОТЕЛЬНЫХ СТРУКТУР В ПЛАЗМЕ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА

Солдатенко А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Бордусов С. В. – профессор, докт. техн. наук

Описание влияния различных технологических параметров на процесс плазменной модификации твердотельных структур на примере конструкционных сталей 40X и 35XГСА.

Развитие микро– и нанозлектроники и машиностроения непосредственно связано с совершенствованием существующих методов обработки материалов, и созданием новых технологических процессов [1]. В этом направлении, важную роль имеют плазменные методы обработки материалов, имеющие множество преимуществ относительно традиционных способов обработки изделий. Плазменная модификация поверхности материалов отличается комплексным улучшением свойств обрабатываемой поверхности, универсальностью относительно обрабатываемых материалов. Для достижения определённого эффекта в ходе процесса модификации материала, требуется грамотно и правильно управлять технологическими параметрами процесса. Основными управляющими параметрами являются:

- Т - температура;
- С - состав газовой среды;
- F - Частота электрического поля;

Температура обрабатываемого изделия в процессах модификации оказывает определяющее влияние на диффузию азота в глубину обрабатываемого изделия. Температурный диапазон весьма большой и может быть изменен в диапазоне от 300 до 620 °С [2].

Низкотемпературным диапазоном обрабатываемых изделий является диапазон от 300 до 500 °С. Данный диапазон характеризуется сохранением исходной твёрдости сердцевины образцов, высокой стабильностью размеров и формы образца и значительное упрочнение образцов. Так при обработке образца при 450 °С, микротвёрдость поверхностного слоя была равна 700HV, что на 150 единиц выше, чем при обработке образцов с температурой равно 560 °С.

Среднетемпературным диапазоном является диапазон от 500 до 580 °С. Исходя из опытов данный диапазон характеризуется более низкими параметрами микротвёрдости относительно низкотемпературного диапазона, но глубина модифицированного слоя глубже, а изменения микротвёрдости, по всей глубине залегания атомов азота, более стабильные.

Высокотемпературный диапазон характеризуется температура свыше 590 °С и при определённых условиях может ухудшить прочностные свойства обрабатываемых изделий. На рисунке 1 изображена зависимость значения микротвёрдости и глубины модифицированных слоёв в зависимости от температуры образцов.

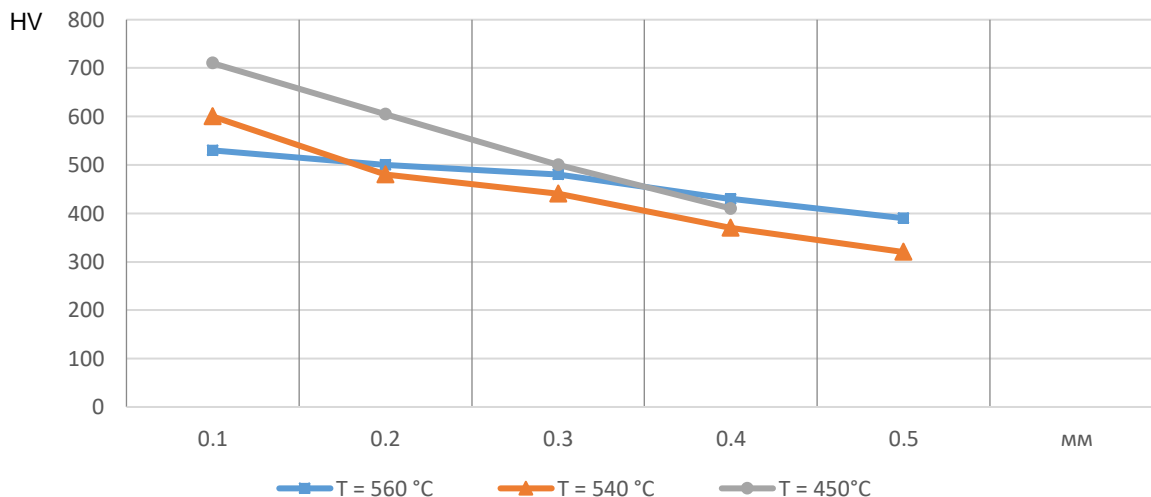


Рисунок 1 – Зависимость микротвёрдости и глубины модифицированного слоя стали 40X от температуры образцов

Состав газовой среды, один из важнейших параметров, так как можно использовать различные сорта газа. В случае плазменной модификации одним из важнейших параметров состава газовой среды, является концентрация азота, так как азот является газом, который и формирует упрочненный поверхностный слой за счёт нитридов металла, формирующиеся при диффузии атомов азота в обрабатываемый материал. Так же влияние оказывают различные газы для интенсификации процесса, такие как водород и аргон, но высокая концентрация данных газов может приводить к понижению микротвёрдости поверхностных слоёв.

Электрические параметры импульсов напряжения источника формирования тлеющего разряда – частота следования, длительность и форма рабочей части импульса, скважность и амплитуда одни из важнейших параметров, отвечающих за формирование плазмы с определёнными свойствами. Управляя данными параметрами, была установлена закономерность, что при повышении частоты начинает падать скорость диффузии атомов азота в материал и уменьшается толщина модифицированного слоя, но происходит это до повышения частоты до 15 кГц [3]. После повышения свыше 15 кГц, модифицированный слой становится значительно глубже, а микротвёрдость повышается. На рисунке 2 показана зависимость значения поверхностной микротвёрдости от частоты пульсации.

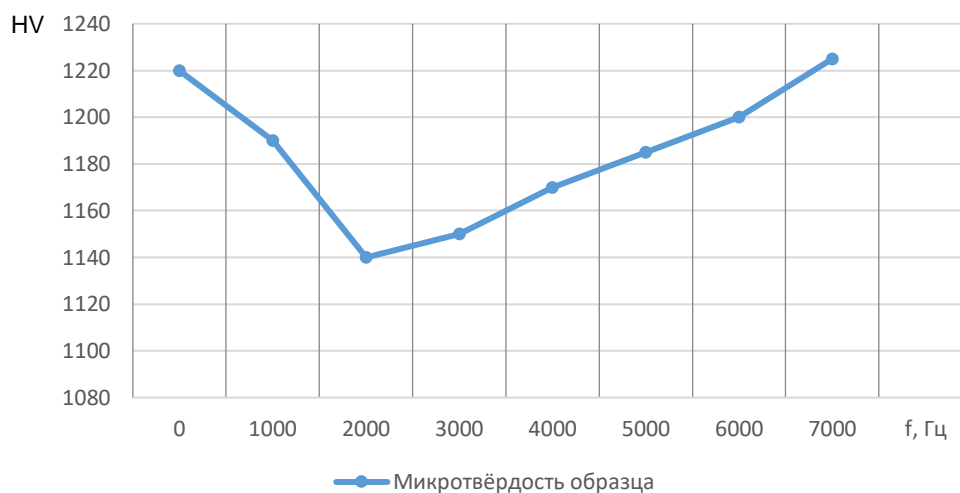


Рисунок 2 – Влияние частоты пульсации на значение поверхностной микротвёрдости стали 35ХГСА

Скважность и величина напряжения на разрядном промежутке влияют на скорость образования нитридов обрабатываемого материала, а также на такие характеристики поверхности образца, как проводимость, микротвёрдость и др.

Как следствие управление данными параметрами позволяет получать модифицированные слои с требуемыми характеристиками в обрабатываемых изделиях.

Список использованных источников:

1. Вакуумная ионно-плазменная обработка: учебное пособие / А.А. Ильин [и др.]. – Москва. :Альфа-М : ИНФРА-М, 2018. – 160 с.
2. Тюрин, Ю.Н. Плазменные упрочняющие технологии / Ю.Н. Тюрин, М.Л. Жадкевич – Киев : “Науковая думка”, 2008. – 320 с.
3. Интенсификация процессов формирования твердотельных структур сконцентрированными потоками энергии: монография / А. П. Достанко [и др.] под общ ред. А.П. Достанко и Н.К. Толочко – Минск 2005 – 862 с.