

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології  
у промисловому виробництві**

**МАТЕРІАЛИ  
та програма**

*III Всеукраїнської міжвузівської  
науково-технічної конференції  
(Суми, 22–25 квітня 2014 року)*

**ЧАСТИНА 1**

*Конференція присвячена Дню науки в Україні*

Суми  
Сумський державний університет  
2014

## ВЛИЯНИЕ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ НА СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

*Шостак М. Н., студент, Говорун Т. П., ст. преподаватель, СумГУ, г. Сумы*

В течение последних лет интенсивно исследовались и развивались технологии поверхностной обработки материалов для их последующего промышленного применения. В первую очередь это такие методы обработки как плазменное нанесение защитных покрытий и создание тонких пленок с особыми свойствами на поверхности различных материалов, а также для модификации их свойств.

Ионная имплантация является одним из современных методов поверхностного легирования материалов. Этот метод основан на внедрении (имплантации) в твердое тело ускоренных ионизированных атомов и молекул. При этом возможны любые комбинации ион-мишень. Глубина внедрения ионов зависит от энергии и массы ионов, а также от массы атомов мишени. Ионная имплантация позволяет изменять практически все свойства приповерхностной области твердого тела: механические (износостойкость, твердость и прочность, коэффициент трения), электрофизические, коррозионные, каталитические, оптические и эмиссионные. С помощью ионной бомбардировки можно существенно повысить свойства и характеристики такие, как предел усталости, жаростойкость, сопротивление пылевой эрозии и горячей солевой коррозии изделий из сталей, титановых, молибденовых, никелевых и железоникелевых жаропрочных сплавов. Углерод оказывает существенное влияние на свойства сплавов молибдена и титана, которые являются активными карбидообразователями. Как легирующий элемент, титан вводят в молибден наряду с углеродом с целью создания жаропрочных сплавов [1].

Метод ионной имплантации имеет большое количество важных с технологической точки зрения преимуществ: сокращение длительности процесса введения примеси в  $10^2$  -  $10^4$  раз, возможность точного контроля количества вводимых атомов примеси простым интегрированием тока ионов на мишень, высокая чистота процесса, возможность осуществления процесса при различных условиях и режимах, в том числе и при относительно низкой температуре поверхности, возможность создания поверхностных слоев с высокими физико-механическими свойствами, малая глубина внедрения ионов (обычно менее нескольких микрон, а иногда до десятков нанометров), универсальность и гибкость процесса и т.д. Также достоинствами метода являются универсальность, легкость управления ионными пучками с помощью ЭВМ, то есть возможность полной автоматизации процессов.

Основные блоки ионно-лучевой установки для проведения ионной имплантации: источник ионов, ионный ускоритель, магнитный сепаратор,

система сканирования пучком ионов, и камера, в которой находится имплантируемый образец. Ионы имплантируемого материала разгоняются в электростатическом ускорителе и бомбардируют образец. Ионы ускоряются до энергий 10-5000 кэВ. Ионы с энергией 1-10 кэВ не вызывают изменений в структуре образца, тогда как более энергетичные потоки ионов могут значительно его разрушить. Ионная имплантация приводит к значительному изменению свойств поверхности по глубине: слой с измененным химическим составом до 1-9 мкм; слой с измененной дислокационной структурой до 100 мкм.

Имплантация высоких доз ионов титана приводит к сильному влиянию на трение и износ промышленных сталей. При проведении последовательной имплантации ионов титана и углерода или при одновременном присутствии этих ионов в пучке могут быть получены слои с максимально низкими коэффициентами трения и большим сопротивлением износу. Исследования трения и износа систем FeTi и FeTiC различных составов, перемешанных пучком ионов Хе (600 кэВ, доза  $10^{15}$  см<sup>2</sup>), показали, что наблюдаемое при Ti и Ti+C имплантации уникальное улучшение трибологических свойств, связано с образованием аморфных фаз [2].

Ионы азота применяются для упрочнения поверхности стальных режущих инструментов (фрезы, сверла и др). Имплантация этих ионов предотвращает образование трещин на поверхности металла и уменьшает коррозионные и фрикционные свойства стали. Последние свойства важны в медицине при изготовлении протезов, авиа- и космостроении. Использование вакуумных ионно-плазменных технологий из покрытий TiN, TiC для упрочнения режущего инструмента показали увеличение стойкости и долговечности в среднем в 2-4 раза по сравнению с инструментами без покрытия. Кроме того, покрытия позволили на 20 - 25 % повысить скорость резания при сохранении высокой стойкости инструментов. Высокая термостойкость многокомпонентных покрытий обеспечивает высокую работоспособность режущих инструментов при резании нержавеющей, хромоникелевых сталей. Ионно-плазменные технологии успешно применяются в узлах трения деталей машин. Так, покрытие на основе нитрида титана успешно используется для повышения стойкости лопаток - паровых турбин, авиационных газотурбинных двигателей [2].

#### Список литературы

1. Погребняк, А. Д. Модификация свойств материалов и осаждение покрытий с помощью плазменных струй// А. Д. Погребняк, Ю. Н. Тюрин УФН.- 2005. - Т. 175, №5. - С. 514-543.

2. Азаренков, Н. А., Береснев В. М., Погребняк А. Д. Структура и свойства защитных покрытий и модифицированных слоев/ Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк. – Харьков: ХНУ, 2007. - 560 с.