

5. высокотемпературное прямое окисление кислородом газообразных галогенидов или металлоорганических бескислородных соединений.

Диффузионное насыщение сорбцией паров и газов (контактные и неконтактные способы).

УДК 621.762.4

Бочарова Е.О.

**ЛЕГИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ  
ОБРАЗЦОВ АЛЮМИНИЯ АТОМАМИ ТИТАНА  
И МОЛИБДЕНА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ  
НА НИХ КОМПРЕССИОННЫМИ  
ПЛАЗМЕННЫМИ ПОТОКАМИ**

*БНТУ, Минск,*

*Научный руководитель Асташинский В.М.*

Ранее было показано, что легирование поверхностного слоя алюминия атомами титана приводит к увеличению твердости поверхностного слоя до  $\sim 2$  раз. В настоящей работе представлены результаты исследований по модификации поверхности алюминия марки А95 одновременно титаном и молибденом. С этой целью на поверхность образца алюминия предварительно наносили тонкие покрытия Ti толщиной 1,5 мкм и Mo ( $\sim 1$  мкм). На подготовленные таким образом образцы воздействовали компрессионными плазменными потоками с различной плотностью энергии в диапазоне от 9 до 22 Дж/см<sup>2</sup>.

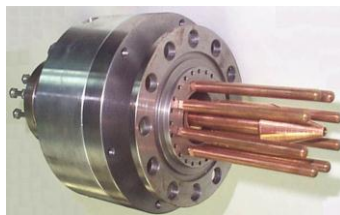
Компрессионные плазменные потоки получали с помощью газоразрядного квазистационарного плазменного ускорителя типа магнитоплазменный компрессор (МПК). В плазменных ускорителях подводимая к разрядному устройству энергия идет на увеличение кинетической энергии образующегося плазменного потока, то есть направленной скорости частиц

плазмы. Общий вид вакуумно-плазменного стенда и разрядного устройства ускорителя представлены на рисунке 1.

Обработка исследуемых образцов проводилась одним или серией импульсов воздействия КПП.



а



б

а – общий вид экспериментального стенда;

б – общий вид разрядного устройства

Рисунок 1 – Стенд МПК

Типичная фотография процесса воздействия представлена на рисунке 2.

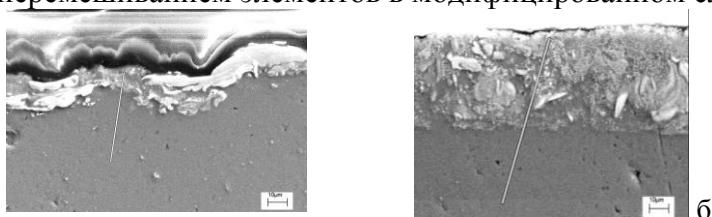
Наблюдаемое в экспериментах увеличение твердости модифицированной поверхности (до 0.7 ГПа) связано с быстрой закалкой образца в процессе быстрого нагрева поверхности выше температуры плавления и последующего отвода тепла вглубь образца на стадии быстрой кристаллизации.



Рисунок 2 – Фотография процесса воздействия компрессионного плазменного потока на образец

Структурно-фазовый анализ системы титан/алюминий А95, подвергнутой воздействию компрессионных плазменных потоков (КПП) с различным количеством импульсов воздействия, выявил образование нитридов ( $\text{AlN}$ ,  $\text{TiN}$ ) и интерметаллидов ( $\text{Al}_3\text{Ti}$ ,  $\text{Al}_2\text{Ti}$ ), что является еще

одной причиной увеличения микротвердости. Обработка пятью импульсами воздействия характеризуется более однородным перемешиванием элементов в модифицированном слое.



а – обработка при 13 Дж/см<sup>2</sup>; б – обработка при 22 Дж/см<sup>2</sup>

Рисунок 3 – Морфология поперечного сечения модифицированных образцов

Эксперименты показали, что обработка компрессионным плазменным потоком при плотности поглощенной энергии 13 Дж/см<sup>2</sup> приводит к неравномерному перемешиванию легирующих элементов в поверхностном слое, причем глубина проникновения атомов титана и молибдена достигает ~15 мкм (рисунок 3а). Увеличение плотности поглощенной энергии до 22 Дж/см<sup>2</sup> обеспечивает формирование более однородного перемешанного слоя толщиной ~ 45 мкм, рисунок 3б. Обработка компрессионными плазменными потоками приводит к существенному упрочнению поверхности модифицированных образцов (рисунок 4).

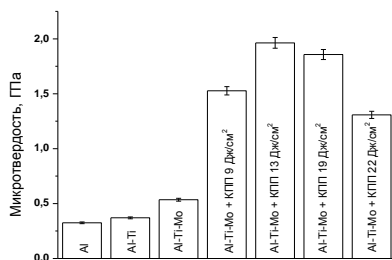


Рисунок 4 – Микротвердость исходных и модифицированных образцов

Максимальное значение микротвердости ( $\sim 2$  Гпа) достигается при обработке КПП при  $13 \text{ Дж/см}^2$ .

УДК 004

Бурак О.М., Путят А.Р.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЕБ-КВЕСТ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель Зуёнок А.Ю.*

Для формирования информационных и коммуникационных компетентностей на уроках можно использовать технологию веб-квест. Web-Quest – это интерактивная учебная деятельность, которая включает в себя три основных элемента, которые отличают ее от простого поиска информации в Интернете: наличие проблемы, которую нужно решить, поиск информации по проблеме осуществляемый в Интернете группой обучающихся, решение проблемы достигается путем ведения переговоров и достижения согласия всеми участниками проекта. Структура веб-квеста включает:

- введение (предназначено для привлечения интереса учащихся);
- задание (описывает конечный продукт деятельности);
- порядок работы и необходимые ресурсы (пошаговое описание процедуры того, что учащиеся должны сделать для реализации проекта; здесь также приводится список web-сайтов, на которых содержится необходимая информация). Работу обучающиеся могут представить в форме презентации, схемы, рисунка и т.д.;
- оценка (в этой части приводятся критерии оценки работы учащихся). В разделе Оценка учитель размещает критерии, по которым будет оцениваться проектная работа. Ученики знакомятся с этими критериями перед началом работы, чтобы