

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЯ НА СТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА**

*Белорусский национальный технический университет  
г. Минск Республика Беларусь  
Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В.М.*

Проблему повышения стойкости инструмента для обработки зубчатых колес (резцы) можно решить за счет формирования износостойких покрытий. Наличие износостойкого покрытия сокращает количество тепла, распространяющегося в инструментальный материал, т.е. в результате уменьшается нагрев инструментального материала. Покрытие создает химический барьер, увеличивая стойкость инструмента против окисления и других химических воздействий. Таким образом, наличие покрытия замедляет все основные процессы износа инструментального материала. Этим фактом можно воспользоваться не только для повышения стойкости, но и для существенного повышения производительности.

В нашем случае покрытие наносили на острозаточенные резцы, которые устанавливаются в зубонарезную головку. Материал резцов – твердый сплав марки ST15F. Материал покрытия – AlTiN (25 % Al, 75 % Ti) (метод формирования покрытия – вакуумный электродуговой). Испытания твердосплавных резцов с вакуумно-плазменным покрытием AlTiN проводились на зубофрезерном станке модели Gleason Phoenix 600 HC

На первом этапе определяли зависимость стойкости резцов от тока дугового разряда (рисунок 1).

Анализ полученных результатов показывает, что величина тока дугового разряда оказывает существенное влияние на стойкость покрытия. В диапазоне 70...100 А стойкость покрытия AlTiN изменяется незначительно. Дальнейшее повышение тока дугового разряда приводит к существенному снижению стойкости покрытия. Это обусловлено тем, что увеличение тока дуги, особенно в диапазоне 100...140 А, приводит к резкому увеличению количества и раз-

меров капель алюминия и титана (материал катода) в плазменном потоке, что в конечном итоге влияет на снижение стойкости инструмента (покрытия).

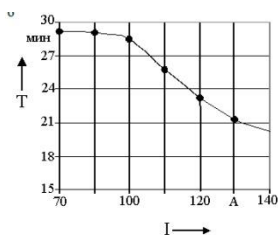


Рис. 1. Зависимость стойкости покрытия AlTiN от тока дуги при  $P = 6 \times 10^{-1}$  Па и  $U_{\text{П}} = 80$  В (подложка твердый сплав ST15F)

На втором этапе определяли зависимость стойкости резцов от напряжения на подложке (рисунок 2).

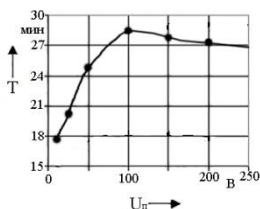


Рис. 2. Зависимость стойкости покрытия AlTiN от напряжения на подложке при  $P = 6 \times 10^{-1}$  Па и  $I = 70$  А (в) (подложка твердый сплав ST15F)

С увеличением потенциала на подложке от 0 до 100 В стойкость покрытия увеличивается. Это связано с тем, что при данных значениях потенциала на подложке энергии ионов алюминия и титана и связанной с ней температуры подложки достаточно для эффективного протекания плазмохимической реакции металлической плазмы с реактивным газом на поверхности конденсации. В результате при нормальном давлении азота конденсат практически полностью состоит из  $\alpha$ -Ti, а покрытие имеет серый или серо-желтый цвет. В то же время в рабочем диапазоне (100...200 В), используемом на практике, потенциал подложки на стойкость покрытия снижается. Это связано с тем, что в приданных напряжениях количе-

ство алюминия в протекающей плазмо-химической реакции уменьшается. В результате чего образуются в основном соединения нитрид титана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иващенко, С.А. Влияние режимов нанесения вакуумно-плазменных покрытий на изменение микротвердости покрытия / С. А. Иващенко, С. Г. Койда // Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь : материалы VII Международной научно-практической конференции (28–29 ноября 2013 года). В 2 ч. Ч. 2 / ред. кол.: Б.М. Хрусталеv [и др.]. – Минск : БНТУ, 2013. – С. 41–45.

УДК 621.9.048

Сяхович П.В.

## ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ ИСПАРЕНИЕ

*Белорусский национальный технический университет  
г. Минск Республика Беларусь  
Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В.М.*

Одной из разновидностей термического осаждения покрытий является метод электронно-лучевого испарения в вакууме. Метод основывается на испарении осаждаемого материала с помощью электронной бомбардировки. Такой способ нагрева обладает рядом преимуществ, позволяет осуществлять качественную подготовку и активацию поверхности. Методом электронно-лучевого испарения в вакууме получают покрытия из сплавов металлов, полупроводников и даже диэлектриков.

Устройства для электронно-лучевого испарения оснащаются электронными пушками (ЭП). Источником электронов обычно служит вольфрамовый катод. Эмитированные электроны ускоряют до потенциала в несколько киловольт [1].

Работа электронно-лучевого испарителя начинается с эмиссии свободных электронов с поверхности катода ЭП и формирования пучка электронов под воздействием фокусирующей системы элек-