

Суша Ю. И., Комаровская В. М., Латушкина С. Д.  
**ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИИ TiN/Cu ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

В научно-технической литературе вопросам измерения адгезии тонких пленок уделяется достаточное внимание. Однако, применительно к вакуумно-плазменным электродуговым покрытиям сведения о количественных характеристиках адгезии и влиянии предварительной подготовки поверхности недостаточны.

При проведении экспериментальных исследований в качестве образцов использовали детали типа «пуансон». Формирование покрытий осуществляли на установке модели УРМЗ.279.048. При формировании покрытий первоначально наносили присоединительный слой титана (Ti) (продолжительность нанесения около 5 минут), затем наносился промежуточный слой нитрида титана (продолжительность около 15 минут) и рабочий слой TiN/Cu (продолжительность около 25 минут). Адгезию TiN/Cu покрытий измеряли по методу Ц. Вивера (метод царапания).

Результаты исследования адгезии TiN/Cu покрытий. Так как эксплуатационные характеристики вакуумно-плазменных покрытий в значительной степени зависят от качества очистки основы, то на первом этапе исследований определялось влияние времени ионной обработки на адгезию покрытий [1]. Полученная зависимость представлена на рисунке 1.

Анализ полученной зависимости показывает, что при формировании покрытия без ионной обработки основы адгезия покрытия минимальна (10-20 МПа). Также следует отметить, что такое покрытие после хранения на воздухе в течение 30 дней тускнело и при протирке сухой фланелевой салфеткой в отдельных местах происходил отрыв покрытия от основы, о чем свидетельствовал темный налет на салфетке.

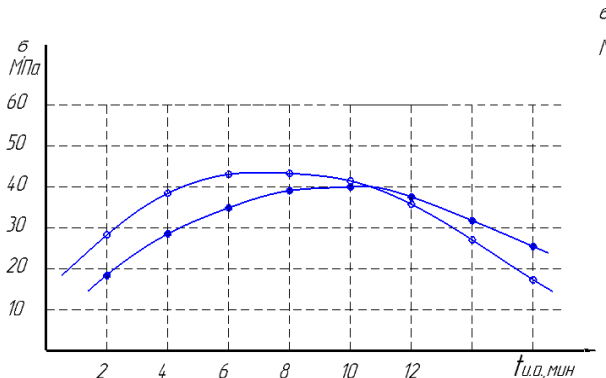


Рисунок 1 – Зависимость адгезии TiN/Cu покрытий на детали от времени ионной обработки

Это объясняется тем, что остаточные напряжения в покрытии превышали силу сцепления покрытия с основой.

С увеличением времени ионной обработки значение адгезии покрытия увеличивается, при чем как в случае обработки ионами катода (Ti), так и ионами аргона (Ar). Это связано с тем, что поверхность основы очищается от всех видов загрязнений, оставшихся после предварительной подготовки, и частичек пыли, осевших при загрузке изделий в вакуумную камеру[2]. Образцы с покрытием, которые были подвергнуты ионной обработке в течение 6-10 минут при хранении на воздухе не тускнели, а после протирки фланелевой салфеткой цвет салфетки оставался без изменений. При дальнейшем увеличении времени ионной обработки (более 8 минут) для ионов Ti и более 12 минут ионов Ar адгезия покрытия к основе начинает уменьшаться в связи с расстраиванием поверхности и значительным увеличением температуры поверхности основы.

На рисунке 2 представлена зависимость адгезии покрытия от времени ионной обработки при импульсном режиме. Из данных графика видно, что при наличии паузы ( $t=30$  с) между ионной обработкой как ионами Ti, так и ионами Ar, адгезия увеличи-

вается, так как за время паузы температура основы снижается, а это в свою очередь уменьшает вероятность перегрева деталей.

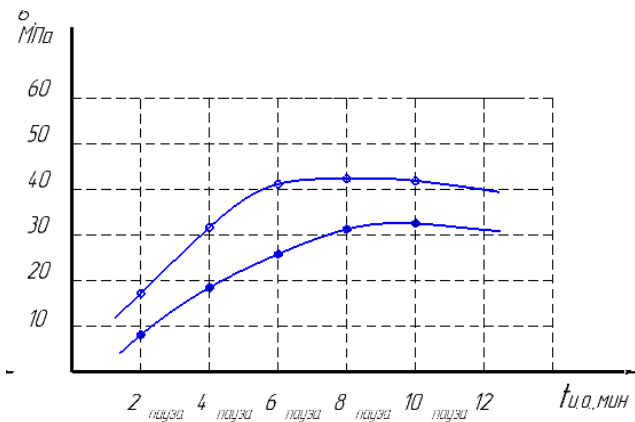


Рисунок 2 – Зависимость адгезии TiN/Cu покрытий на детали от времени ионной обработки при импульсном режиме

На следующем этапе определяли зависимость адгезии от исходной шероховатости основы. Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 3.

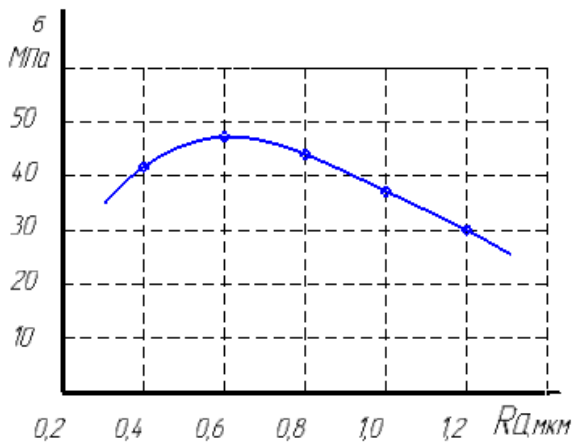


Рисунок 3 – Зависимость адгезии TiN покрытия от исходной шероховатости поверхности основы

Из полученных результатов следует, что адгезия покрытия к основе возрастает с уменьшением исходной шероховатости поверхности, достигая своего максимума при исходной шероховатости поверхности  $Ra=0,4$  мкм. Это, скорее всего, связано с тем, что с уменьшением шероховатости снижается количество загрязнений, оставшихся на поверхности основы после предварительной подготовки, которые обычно задерживаются во впадинах микронеровностей и препятствуют образованию химических связей покрытия с основой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Локтев, Д. Методы и оборудование для нанесения износостойких покрытий / Д. Локтев, Е. Ямашкин // Журн. Нанотехнологии. – 2007. – №4. – С.18-24.

2. Професионал [электронный ресурс] / АНО «Литературное Агентство «Професионал». – Санкт-Петербург, 2007 – Режим доступ: [http://www.naukaspb.ru/spravochniki/Demo%20Metall/2\\_6.htm](http://www.naukaspb.ru/spravochniki/Demo%20Metall/2_6.htm). – Дата доступа : 20.09.2014.

3. Вакуумно-плазменные процессы и технологии [электронный ресурс] / Баринов С.М. – Иваново, 2010. – Режим доступа: <http://www.bars-barinov.narod.ru/plazm/-glava4/07.htm>. – Дата доступа: 09.03.2015.