

– не стоит использовать сложные и непонятные слова, особенно, если значение слова малознакомо;

– следует использовать как можно меньше общих фраз. Эссе должно быть уникальным, индивидуализированным, отражающим личность автора;

– важно не заикливаться на вступительной части. Вступление можно написать и после того, как будет написана основная часть. В этом случае уже ясно, о чем эссе, поэтому и введение написать проще;

– отражение личного опыта, воспоминаний и впечатлений – отличный способ подтверждения своей точки зрения и убеждения читателя;

– закончив эссе, следует перечитать его, убеждаясь в сохранении логики изложения на протяжении всего повествования;

– использование в эссе фактов, результатов исследований – отличный вариант для придания убедительности.

Особенность жанра эссе состоит в отсутствии жестких ограничений. Полная свобода творчества, возможность высказать свой взгляд и поделиться своими размышлениями, нестандартным решением проблемы – это черты, присущие эссе, делающие его привлекательным для человека творческого, генерирующего оригинальные идеи.

УДК 621.793.18

Иващенко С. А., Мрочек Ж. А.

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Известно, что основные свойства вакуумно-плазменных покрытий являются адгезионная прочность и плотность. Основное требование, предъявляемое к любому защитному покрытию, его высокая адгезионная прочность, так как в случае низкой адгезионной прочности покрытие не может выполнять свое функциональное назначение. Износ- и коррозионностойкие покрытия должны быть достаточно пластичны, выдерживать деформации (5–10 %) без разру-

шения и существенного увеличения пористости, обладать высокой пластичностью.

Покрытия из титана (Ti) и нитрида титана (TiN) осаждались на образец из стали 08 кп с использованием вакуумной низкотемпературной плазмы. Расстояние от образца до катода устанавливалось 400 мм. Давление остаточных газов при конденсации Ti покрытия составляло $1 \cdot 10^{-5}$ Торр. Для получения покрытий из нитрида титана в вакуумную камеру подавался химический чистый азот под давлением $6 \cdot 10^{-4}$, при этом TiN осаждался на образец в результате протекания плазмохимической реакции между адсорбированным на поверхности образца азотом и конденсированными ионами титана.

Поверхности образцов перед нанесением покрытий подвергались механической обработке для получения требуемой величины шероховатости, обезжиривались и очищались в вакууме бомбардировкой ускоренными до энергии $\sim 10^4$ эВ ионами титана в течении 3–5 мин. Температура образцов достигла 400 °С. Покрытия наносились при тоге дуги 100 А и ускоряющем отрицательном потенциале 125 В на образцах. Предварительные испытания с использованием известных методик [1] показали, что покрытия обладают высокой адгезионной прочностью, так как их отслаивание не наблюдалось при самых жестких условиях испытаний. Дальнейшее измерение адгезионной прочности покрытий проводилось способом отрыва приклеенных к покрытию цилиндрических штифтов и торцевой поверхности конического штифта от покрытия [2]. Для получения стабильных результатов путем исключения влияния несносности захватов разрывной машины, которая приводит к возникновению в системе покрытие-подложка изгибающих моментов и одновременному отрыву торца штифта от покрытия, образцы устанавливались во время испытаний в специально разработанные приспособления [3].

Пластичность определялась растяжением пластин-образцов с предварительно нанесенным покрытием на разрывной машине путем ступенчатого нагружения с шагом возрастания величины относительного удлинения образца 1 %. После достижения требуемой деформации покрытия поверхности образца обрабатывались раствором феррицианида калия и с помощью микроскопа определялось наличие трещин. Минимальное относительное удлинение образца \square_T , при котором в покрытии обнаружались трещины, принималось в качестве характеристики его пластичности.

Плотность покрытий определялась наложением на покрытие фильтровальной бумаги, смоченной индикаторным раствором феррицианида калия и подсчета количества сквозных пор на одном см².

Установлено (рисунок 1), что адгезионная прочность и пластичность уменьшаются с увеличением толщины покрытий. Как показало последующее исследование торцов штифтов с помощью металлографического микроскопа, у 75–85 % в партии из 10 образцов наблюдался чистый отрыв покрытия от подложки, а в 25–15 % – по слою покрытия. Так как в подавляющем большинстве результатов исследований осуществлялся чистый отрыв, то измеренная величина B_a принималась как искомая адгезионная величина прочности и рассчитывалась как среднее арифметическое.

Можно предположить, что уменьшение адгезионной прочности и пластичности покрытий с увеличением их толщин, вероятно, связано с увеличением уровня внутренних макронапряжений. Так по результатам исследований показали [4], что между адгезионной прочностью и макронапряжениями в покрытии, в большинстве случаев, наблюдается обратно пропорциональная зависимость. Снижение пластичности структуры и ослабление адгезионных связей.

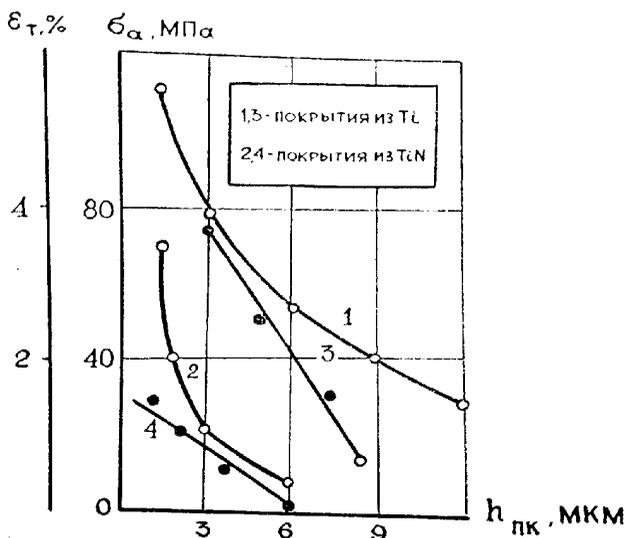


Рисунок 1 – Влияние толщины покрытий на адгезионную прочность (1, 2) и пластичность (3, 4)

Зависимость адгезионной прочности исследованных покрытий от шероховатости поверхности образца можно объяснить изменением площади фактического контакта поверхности образца с покрытием, и, следовательно, числом единичных связей между ними. Это согласуется с микрореологической теорией адгезии [4]. С дальнейшим ростом шероховатости поверхности образцов наблюдается снижение адгезионной прочности и существенное увеличение количества сквозных пор. Возрастание прочности можно предположить, связано с распределением нагрузки в зоне контакта покрытие – поверхность образца из-за концентрации макронапряжений на выступах поверхностей [4] на адгезионную прочность покрытий может оказать некоторое влияние число сквозных пор.

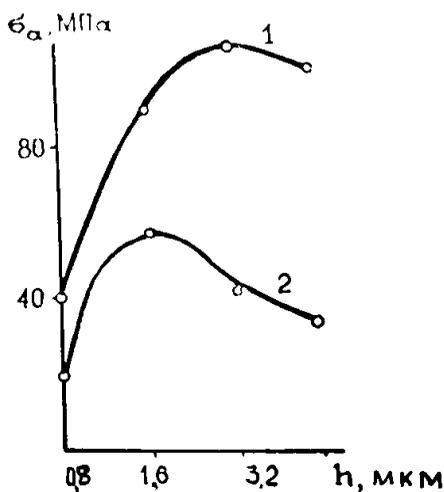


Рисунок 2 – Влияние шероховатости поверхности образцов на адгезионную прочность:
1 – покрытия из Ti (толщина 8 мкм); 2 – из TiN (толщина 3 мкм)

ЛИТЕРАТУРА

1. Покрытия металлические и керамические. Методы испытаний. ГОСТ 16875-71.
2. Пискунов, И. Ф. Устройство для измерения адгезионной прочности. Заводская лаборатория. – 1975, – № 8.

3. Мрочек, Ж. А. Быстрее и точнее. Промышленность Беларуси / Ж. А. Мрочек, В. А. Лойко. – 1980, – № 5.
4. Зимон, А. Д. Адгезия пленок и покрытий. – М.: Химия, 1977.

УДК 621.793

Комаровская В. М., Терещук О. И.

**ПОЛУЧЕНИЕ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПОКРЫТИЙ
НА ПОВЕРХНОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ
PVD-МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИОННО-ЛУЧЕВОГО ПЛАНАРНОГО ИСТОЧНИКА**

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Упрочнение поверхности нагруженных керамических деталей в машиностроении является актуальным направлением исследований. Повышение коррозионной стойкости и износостойкости, уменьшение коэффициента трения (μ) для трущихся деталей, таких как керамические втулки, подшипники, часто используемые в горнодобывающей технике, возможно с использованием покрытий, получаемых вакуумными ионно-плазменными методами.

В качестве образца использовалась плоская деталь из алюмокерамики (Al_2O_3), часто используемой в машиностроении. Технологический процесс проводился на вакуумной установке модели ВУ-1А, которая была модернизирована (см. рисунок 1).

Образец закреплялся на оснастке напротив ионно-лучевого планарного источника на выходе из реактора. Технологическая система, используемая для напыления, представлена на рисунке 2.

Экспериментально установлено, что для наилучшей равномерности осаждаемого на подложке покрытия подачу реактивного газа пропана (C_3H_8) в реактор необходимо проводить в шахматном порядке, не допуская расположения двух противоположащих выходных концов газовых трубок на одном уровне.

В реакторе ионизировались молекулы газа пропана и загоралось облако плазмы, в результате чего происходило осаждение атомов углерода PVD-методом на поверхности изделия. Для стабилизации разряда использовался магнетронный компенсатор, испускающий