

УДК 621.793:66.088

ГИБРИДНЫЕ МЕТОДЫ УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Е. В. ОВЧИННИКОВ

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров
ГрГУ им. Янки Купалы

Е. И. ЭЙСИМОНТ

Гродненский государственный университет им. Янки Купалы
Гродно, Беларусь

Н. М. ЧЕКАН

Физико-технический институт НАН Беларуси
Минск, Беларусь

Формирование тонкослойных вакуумных покрытий с различными эксплуатационными параметрами позволяет существенно увеличить диапазон применения модифицированных материалов. Для интенсификации модифицирующего действия тонкослойных покрытий применяют различные методы активации субстрата [1]. Так, в [2] рассмотрены вопросы влияния импульсного ВЧ напряжения, подаваемого на подложку, на размер кристаллитов при осаждении покрытия TiN. Установлено, что при импульсном осаждении покрытий происходит значительное уменьшение размеров кристаллитов с 60 до 10...15 нм. Характер такого структурного поведения связан с формированием высокодисперсной неравновесной зернистой структуры с высокой плотностью дислокаций. Предлагаются методы обработки твердого диэлектрического субстрата плазмой высокой частоты, что приводит к определяющему влиянию на процесс осаждения металлических пленок электретной структуры, сформировавшейся вследствие перераспределения индуцированных и адсорбированных заряженных частиц в поверхностных слоях диэлектрической подложки. В результате применения данного метода технологической обработки подложки формируются покрытия с повышенной адгезионной прочностью, микротвердостью.

Целью данной работы является разработка гибридных методов упрочнения металлообрабатывающего инструмента, заключающихся в комбинировании методов плазмохимического осаждения и криогенной обработки. Триботехнические исследования проводили на машине трения типа FT-2, которая работает по схеме возвратно-поступательного движения. Длина хода индентора, выполненного из стали и отшлифованного на ровной плоской поверхности наждачной шкуркой или шлифовальной пастой до

среднего арифметического отклонения профиля поверхности $R_a = 0,1 \dots 0,3$ мкм, равна от 5...50 мм в условиях сухого трения (контртела). Образцы закрепляли в зажиме машины трения, протирали тканью «бязь», отбеленной, смоченной в этиловом спирте, рабочую сферу и рабочую поверхность стального диска (контртела), после чего сушили две минуты при комнатной температуре. Испытания проводили при нормальной нагрузке на образец до 20 Н, линейной скорости скольжения 0,036 м/с, температуре поверхности стали (20 ± 5) °С. В ходе проведенных исследований установлено, что при криогенной обработке покрытий карбонитрида циркония при небольших интервалах выдержки (120...360 мин) в криогенной жидкости прочностные характеристики покрытий возрастают, дальнейшее увеличение времени выдержки (24...48 ч) не приводит к дальнейшему увеличению прочностных характеристик. Увеличение прочностных характеристик можно объяснить образованием мелкозернистой структуры в слое покрытия, а также формированием нанодисперсной фазы. Исследованы триботехнические характеристики композиционных покрытий на основе карбонитрида циркония, подвергнутых криогенной обработке. Установлено увеличение износостойкости покрытий при проведении криогенной обработки. С увеличением выдержки в криогенной среде увеличивается износостойкость и уменьшаются значения коэффициента трения. Криогенная обработка покрытий сложного химического состава, полученных по вакуумным технологиям в среде реакционного газа при осаждении, на стальных субстратах приводит к неоднозначным результатам. Согласно данным акустической эмиссии, обработка соединений ZrCN, сформированных на быстрорежущей стали, в жидком азоте приводит к снижению адгезионного взаимодействия с подложкой. Данный эффект проявляется в большей степени при больших временах выдержки покрытия в криогенной жидкости. Термообработка покрытий ZrN, сформированных на стали Р6М5, при небольших временных интервалах воздействия криогенных жидкостей может увеличивать адгезионное взаимодействие в системе «подложка-субстрат».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vickers hardness properties of structural materials for superconducting magnet at cryogenic temperatures / Y. Yoshino [et al.] // *Cryogenics*. – 2001. – Vol. 41. – P. 505–511.
2. **Wanstrand, O.** Wear Resistant Low Friction Coatings for Machine Elements / O. Wanstrand // *Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology, Acta Universitatis Upsaliensis*. – Uppsala, 2000. – 32 p.