

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В ПЛАЗМЕ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА

Штеренберг А. М., Шацкий А. В., Сафонов А. А., Андреева А. В.

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

physics@samgtu.ru

Экспериментально изучены механические свойства покрытий, синтезированных в тлеющем разряде в парах тетрафторэтилена и адамантана на стальных и алюминиевых подложках. Установлено, что нанесение тонких пленок толщиной 40 – 700 нм в тлеющем разряде пониженного давления способствует повышению износостойкости образцов и снижению в 2– 4 раза коэффициента трения. Значительное повышение качества модификации образцов имеет место при условии достижения прежде всего высокой адгезионной прочности соединения покрытия с основой, при формировании покрытий с высокими когезионными и упругими свойствами. Нанесение на поверхность алюминиевых образцов хрома перед синтезом полимерного покрытия в плазме тлеющего разряда приводит к увеличению адгезии покрытия и влияет на процессы адсорбции молекулярных фрагментов и структуру покрытия. Синтез покрытия проходил при значениях давления в реакционной камере от 60 до 100 Па, мощности низкочастотного разряда 70 Вт при различных длительностях обработки до 800 секунд.

Определение модуля упругости производилось методом наноиндентирования, заключающемся во вдавливании в поверхность образца твердой иглы известной формы, при постоянной скорости и контроле силы давления. Твердость и модуль упругости материала определялись по экспериментальной зависимости величины нагружения иглы и соответствующей глубины внедрения в поверхность образца. Стальные, алюминиевые и медные подложки были выбраны для оценки влияния на результаты исследования упругости подложки.

В результате было установлено, что модуль Юнга пленок тетрафторэтилена составляет 27-29 ГПа в зависимости от плотности тока разряда. Влияние плотности и структуры материала подложки (сталь, медь или алюминий) сказывалось на кинетических характеристиках. Так пленки адамантана, синтезированные в диапазоне плотностей токов разряда 1– 11 А/м², обладают модулем Юнга от 43 до 47 ГПа, причём при равных временах обработки на алюминиевых подложках значения выше, чем на стальных. Зафиксировано неравномерное распределение твердости полимерной пленки по поверхности подложки. При обработке поверхности порядка 10 - 12 минут значения твердости пленок адамантана в центре образцов составили 3.2 ± 0.3 ГПа, а у границ - 2.8 ± 0.3 ГПа. Для пленок тетрафторэтилена подобного распределения обнаружено не было, их твердость была постоянной по всей поверхности подложек и равнялась 1.8 ± 0.2 ГПа.

Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 гг. Проект: «Пленки и покрытия из адамантана, его производных и фторорганических соединений, сформированные в тлеющих разрядах пониженного давления». Государственный контракт П808 от 24 мая 2010 г.