

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**Перспективные материалы
с иерархической структурой
для новых технологий
и надежных конструкций**

19 - 23 сентября 2016 г.

Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

5. Деградации тонких пленок и многослойных покрытий как иерархически организованных структур

биологических исследований был выявлен бактериостатический эффект покрытий на кишечную палочку (e.Coli).

Исследование проведено при участии института керамических технологий и систем, г. Дрезден, Германия, и института Людвиг Больцмана, г. Вена, Австрия.

Работа выполнена по государственному заданию ИФПМ СО РАН на 2015-2017 г.г., проект 23.2.5.

ВЛИЯНИЕ АДГЕЗИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ НАНОСТРУКТУРИРУЮЩЕМ ВЫГЛАЖИВАНИИ

Кузнецов В.П.^{1,2}, Тарасов С.Ю.^{2,3}, Никонов А.Ю.^{3,4},
Филиппов А.В.^{2,3}, Дмитриев А.И.^{2,3,4}

¹Уральский Федеральный государственный университет, Екатеринбург, Россия,

²Томский политехнический университет, Томск, Россия,

³Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,

⁴Томский государственный университет, Томск, Россия

tsy@ispms.ru

Получение качественных и упрочненных поверхностей, в том числе методом наноструктурирующего выглаживания, является актуальной задачей современного машиностроения. Ранее была изложена концепция управления наноструктурирующим выглаживанием, где одним из критических параметров процесса названа сила трения, а другим - фактор кратности нагружения. При этом в качестве силы трения рассматривается сила, обратная направленной скорости выглаживания. Поскольку подача осуществляется в перпендикулярном направлении, то неизбежно возникает составляющая силы трения и в этом направлении. До некоторой степени эта составляющая учитывается фактором кратности нагружения, поскольку по определению он зависит от подачи. Испытания показали, что поверхность выглаживания при малых скоростях характеризуется особым типом рельефа, в котором наряду с шероховатостью можно отметить наличие волнистости. Кроме того, для этих образцов характерен рельеф, выступы которого состоят из двух пиков. С увеличением скорости выглаживания эта картина сохраняется до достижения области сдвиговой неустойчивости, однако соотношение высот пиков меняется. Эта последняя область характеризуется наличием нерегулярного рельефа, дефектами в виде «язычков», далеко выступающих от гребней, следами адгезионного изнашивания в виде борозд и посторонними частицами. Направление «язычков» противоположно направлению подачи, это значит, что они возникают на задней стороне поверхности инструмента под действием боковой составляющей силы трения вследствие пластичности материала в пятне контакта из-за высокой скорости.

С другой стороны, ранее было показано, что существует адгезионный перенос металла на поверхности выглаживающего инструмента. При этом количество слоя переноса на инструменте зависит от материала инструмента и увеличивается в ряду: природный алмаз -> синтетический алмаз -> кубический нитрид бора -> твердый сплав. Адгезионный перенос металла зависит от нескольких причин: шероховатости поверхности, сродства материалов, условий выглаживания, в частности от скорости выглаживания как основного фактора увеличения температуры в контакте. В связи с этим он должен оказывать влияние и на шероховатость образцов. Поскольку формирующийся в результате деформации материал нароста обладает повышенной твердостью, то, следовательно, следует ожидать проявления индентирования и царапанья обрабатываемой поверхности. Таким образом, данный фактор может способствовать формированию регулярного рельефа, наблюдаемого на образцах со

5. Деградации тонких пленок и многослойных покрытий как иерархически организованных структур

средней скоростью выглаживания. Далее при увеличении скорости фрагменты слоя переноса могут отрываться и прилипать к поверхности, формируя частицы.

Влияние адгезии металла к инструменту на формирование рельефа поверхности изучалось теоретически с помощью моделирования методом молекулярной динамики. С этой целью рассматривался контакт индентора с поверхностью в случае, когда в качестве индентора выступало силовое поле заданного профиля и материальный объект. Результаты исследования показали прямую связь величины сил адгезии контактирующих материалов с характером воздействия, оказываемым инструментом на обрабатываемую поверхность. Полученные результаты находятся в полном соответствии с высказанным предположением о причине формирования регулярного профиля выглаживаемых поверхностей.

О ЗАЩИТЕ КВАРЦЕВЫХ СТЕКОЛ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОТОКА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЧАСТИЦ ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ Al-Si-N

Рыбалко Е.В.¹, Божко И.А.^{1,2}, Калашников М.П.^{1,2}, Христенко Ю.Ф.³, Сергеев В.П.^{1,2}

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,

²НИ Томский политехнический университет, Томск, Россия,

³Научно-исследовательский институт прикладной математики
и механики Томского государственного университета, Томск, Россия
evgeniaribka@yandex.com, vsereg@mail.tomsknet.ru, kmp1980@mail.ru,
hrs@niipmm.tsu.ru, bozhko_irina@mail.ru, avor@sibmail.com

Одной из основных задач является разработка новых конструкционных материалов способных защитить космические аппараты (КА) от воздействия частиц космического мусора, движущихся с высокими скоростями. Наиболее распространенными повреждениями стекол иллюминаторов КА являются кратеры, образующиеся на их поверхности в результате ударного воздействия микрометеороидов. Одним из эффективных способов защиты может стать нанесение покрытий на основе системы AlN/Si₃N₄, которая позволяет значительно повысить ударную прочность и твердость стекол, сохраняя их прозрачными в видимой области спектра.

Целью данной работы является исследование структурно-фазового состояния и механических свойств покрытий на основе Al-Si-N, а также их влияния на стойкость поверхностного слоя кварцевого стекла при ударном воздействии микрочастиц железа, движущимися со скоростями 5-8 км/сек. Исследования проводили на образцах из кварцевых стекол с покрытиями на основе Al-Si-N и без покрытия. Покрытия наносили методом импульсного магнетронного распыления на вакуумной установке УВН-05МД «КВАНТ», изменяя при этом толщину покрытий от ~ 0,6 до 8,4 мкм.

С помощью рентгеновских дифрактограмм установлено, что образцы с покрытиями содержат фазу нитрида алюминия (AlN) с ГПУ-решеткой. Причем, рефлексы этой фазы приобретают наибольшую интенсивность в покрытиях с толщиной 8,4 мкм, что свидетельствует об увеличении доли кристаллической фазы в покрытиях. Также для исследуемых образцов была измерена микротвердость и рассчитаны значения приведенного модуля упругости и коэффициента упругого восстановления. Микротвердость стеклянных образцов с покрытием Al-Si-N в ~2,7 раз превышает микротвердость исходных стекол; также у них наблюдаются более высокие значения коэффициента упругого восстановления поверхностного слоя на ~10 %.

Критерием стойкости поверхностного слоя стекла к ударному воздействию являлась плотность кратеров, образующихся на поверхности образцов после их бомбардировки высокоскоростными микрочастицами на легкогазовой пушке МПХ23/8