ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/129

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЯ TiN НА
МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СИСТЕМЫ «ПОКРЫТИЕ-ПОДЛОЖКА»**

^{1,2}Еремина Г.М., ^{1,2}Смолин А.Ю.

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

²*Томский государственный университет, Томск, Россия*

Одной из самых распространенных и в то же время тяжелых операций по эндопротезированию крупных суставов человека является замена тазобедренного сустава. Выбор эндопротеза (ЭП) осуществляется индивидуально насколько это возможно для каждого человека исходя из его анатомических особенностей и физической активности. Одним из ключевых факторов, влияющих на долговечность ЭП являются пара трения «головка протеза - вертлужная чаша». Известно, что определяющая роль в процессе изнашивания принадлежит структуре поверхностных слоев и покрытий пары трения. Кроме того, износ элементов ЭП в паре трения оказывает существенное влияние на распределение напряжений в самом эндопротезе и окружающих его тканях в целом. Для улучшения трибологических характеристик металлических эндопротезов, которые в настоящее время распространены наиболее широко, применяют упрочняющие покрытия. При этом в качестве металла как правило используется титан, а в качестве покрытия – нитрид титана (TiN). Структура покрытия определяется режимами его нанесения. Самым распространенным способом нанесения покрытия является вакуумное напыление (PVD). Систему с покрытием нанесенным данным способом отличает отсутствие широкой переходной зоны между материалом покрытия и подложки, кроме того с помощью данного метода нанесения возможно, как получения многослойного покрытия, так и однослойного одинаковой толщины. Многослойность значительно влияет на эксплуатационные характеристики покрытия, поэтому актуальным является исследование влияния данного параметра на механическое поведения в целом. Кроме того, покрытия TiN обладают разбросом прочностных свойств. Так как покрытие существует только на подложке, то определить его механические свойства стандартными методами на растяжение, сжатие представляется невозможным, поэтому для исследования покрытий используются испытания на трехточечный изгиб. С помощью данного метода можно оценить значение прочности на изгиб системы «покрытие-подложка». Отдельно оценить такой фактор влияния, как разброс прочностных свойств в покрытии на механический отклик системы с помощью проведения натурных экспериментов не представляется возможным. Поэтому большую популярность приобретают методы компьютерного моделирования, с помощью которых возможно проведения виртуального эксперимента с целью исследования влияния на механическое поведения материала отдельно взятого фактора.

Для численного исследования влияния разброса прочностных свойств покрытия на ее механическое поведение системы «покрытие-подложка» при трёхточечном изгибе применялся метод подвижных клеточных автоматов. Главным преимуществом метода для решения поставленных задач является возможность явного учета несплошностей материала и моделирование разрушения. Была построена численная модель трехточечного изгиба двухкомпонентной системы «покрытие-подложка» и системы с многослойным покрытием. Разброс прочностных свойств задавался с помощью распределения Вейбулла. Значение параметра формы, согласно данным литературных источников, варьировалось от 0 до 15. В случае многослойного покрытия прочность сцепления слоев покрытия задавалась на 30% ниже прочности цельного материала.

По результатам моделирования было установлено, что наибольшее влияние на прочность при изгибе системы оказывает изменение параметра формы распределения Вейбулла в диапазоне от 5 до 10. Также было установлено, что многослойность покрытия существенно не влияет на механическое поведение системы в целом.

Исследование выполнено в рамках стипендии Президента РФ СП-2013.2018.4