ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/305

**НАНОКОМПОЗИТНЫЕ Ti-Ni-Nb И Ti-Ni-Ta ПОВЕРХНОСТНЫЕ СПЛАВЫ:
МОДЕЛИРОВАНИЕ, АДДИТИВНЫЙ ТОНКОПЛЕНОЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННО-
ПУЧКОВЫЙ СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОСТРУКТУРЫ**

^{1,2}Мейснер Л.Л.

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

²*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск*

В настоящее время существует актуальная потребность в легко интегрируемых и миниатюризируемых материалах, способных совершать механическую работу, обратимо деформироваться с максимально долгим сохранением эксплуатационных характеристик. Для этих целей лучшим выбором являются TiNi сплавы с эффектами памяти формы и сверхэластичности (ЭПФ-СЭ) в виде низкоразмерных изделий (проволока, листовой прокат и пр. субмикронной толщины). Соотношение приповерхностного объема, подвергаемого наибольшей деформации и опасности разрушения, и внутреннего объема, обеспечивающего эксплуатационные характеристики материала, в этих случаях становятся соизмеримыми. В этой связи проблемой является создание тонкого (толщиной до нескольких микрометров) функционального поверхностного слоя, обеспечивающего высокие усталостные характеристики в интервале значительных циклических нагрузок (~10 %).

В последнюю декаду набирают темп исследования, связанные с разработкой и использованием тонкопленочных аморфных/наноккомпозитных покрытий, чаще всего полученных магнетронным методом, для повышения поверхностно-чувствительных свойств и, прежде всего, усталостных характеристик конструкционных сплавов (сплав Ti-6Al-4V и др.). Последнее связано с тем, что развитие полос локализованного сдвига в подложке и зарождение усталостных трещин на ее поверхности тормозятся за счет однородного пластического течения тонкой аморфной пленки. Ключевым фактором, определяющим усталостное поведение подобных систем, является адгезия пленки к подложке: чем выше адгезия, тем выше их усталостная долговечность.

Проблема адгезии функциональных тонкопленочных покрытий, ограничивающая их потенциальные применения, может быть решена путем формирования на металлических подложках тонких (≤ 1 мкм) поверхностных сплавов (ПС) с наноккомпозитной структурой.

В докладе обсуждаются результаты: (1) термодинамического моделирования и тепловых расчетов, использованных для выбора составов сплавов на основе Ti-Ni-Nb и Ti-Ni-Ta с заданным типом атомного структурного состояния (аморфное, аморфно-наноккристаллическое (наноккомпозитное), наноккристаллическое) и режимов их синтеза на подложках из TiNi сплава; (2) экспериментального исследования микроструктуры поверхностных Ti-Ni-Nb и Ti-Ni-Ta сплавов; (3) исследования физико-механических и биохимических свойств образцов с поверхностными сплавами. Показано, что эти поверхностные сплавы, толщиной 1-2 мкм, сформированные путем 10-30 кратного повторения отдельного цикла синтеза – осаждения пленок Ti-Nb/Ti-Ta толщиной 50-100 нм на TiNi подложку и с последующим 5-кратным электронно-пучковым плавлением и перемешиванием с TiNi подложкой, имеют, многослойную аморфно-наноккомпозитную структуру с градиентно изменяющимся химическим составом. Переходная зона между поверхностными сплавами и подложкой толщиной ~1 мкм, характеризуется монотонным по глубине замещением ниобия или тантала никелем и диффузионным переходом к подложке из никелида титана, обеспечивая высокую адгезию поверхностного сплава с подложкой.

Разработка способа электронно-пучкового синтеза и исследования структуры поверхностных сплавов выполнены при финансовой поддержке проектом РНФ №18-19-00198 (26.04.2018). Исследования физико-механических и биохимических свойств образцов выполнены в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, проект III.23.2.1.