

**СОЗДАНИЕ НЕРАВНОВЕСНЫХ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ
В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ
НОВЫХ ВАКУУМНЫХ ЭЛЕКТРОННО-ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ С ВЫСОКИМИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ.
ПРОЕКТ № 7**

Координаторы: акад. Коровин С. Д., д-р физ.-мат. наук Псахье С. Г.

Исполнители: ИСЭ, ИФПМ, ИЯФ, ОФП БНЦ СО РАН, НГТУ

На основе теоретических и экспериментальных исследований специфических форм сильноточных разрядов низкого давления разработаны эффективные источники низкотемпературной однородной плазмы в больших объемах и источники низкоэнергетических электронных пучков для научных исследований и технологических целей, которые по совокупности основных параметров превосходят мировые аналоги. В результате теоретических исследований и численного моделирования процессов формирования и свойств неравновесных структурно-фазовых состояний в по-

верхностных слоях материалов при воздействии концентрированных потоков энергии разработаны модели неизотермической диффузии в системе материал—покрытие, которые позволяют прогнозировать свойства модифицированных слоев.

Разработаны фундаментальные основы и реализован ряд новых перспективных процессов модификации поверхности материалов и изделий:

импульсное электронно-пучковое плавление системы Ti—Zr, позволившие на порядок повысить коррозионную стойкость подложки из сплава ВТ6 и до четырех раз — сплава TiNi;

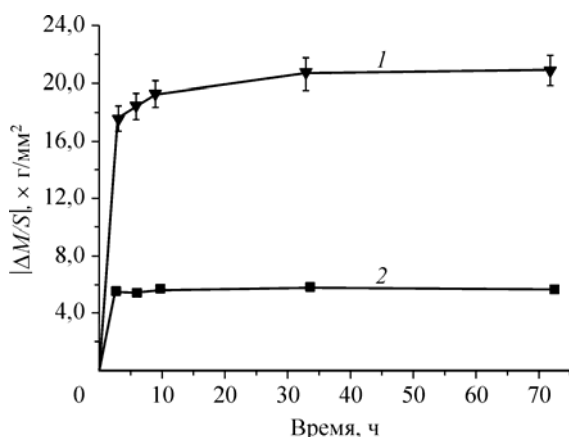
электронно-пучковая модификация металлокерамических твердых сплавов, позволившая до двух раз повысить стойкость инструмента;

электродуговое плазменно-ассистированное напыление наноструктурных нитридных покрытий с твердостью свыше 40 ГПа, перспективных для упрочнения поверхности материалов и изделий;

электронно-лучевое борирование конструкционных и инструментальных сталей, позволившее повысить трещиностойкость боридных слоев.

Из наиболее важных достижений, полученных при выполнении проекта, можно отметить следующие:

Установлено, что в результате оплавления прилегающего к поверхности никелида титана под воздействием низкоэнергетического сильноточного электронного пучка (НСЭП) в нем сформировался модифицированный слой, унаследовавший сингонию В2, но с большими



Абсолютная скорость коррозии в зависимости от длительности взаимодействия с раствором 2 % NaCl необлученных (1) и облученных электронным пучком (2) образцов сплава $Ti_{49,5}Ni_{50,5}$.

Dependence of the corrosion rate modulus of $Ti_{49,5}Ni_{50,5}$ samples on time length interaction with the 2 % NaCl solution. Curve 1 — initial (unirradiated) samples, curve 2 — samples impacted by the Low-Energy High Current Electron Beams (LEHCEBs).

искажениями кристаллической структуры. В результате такой обработки механические напряжения, при которых процессы пластической деформации приносят заметный вклад в общую деформацию образца, почти в два раза превышают напряжения, при которых начинает развиваться пластическая деформация в немодифицированном материале, т. е. НСЭП-слои препятствуют развитию пластической деформации, приводящей к деградации эффекта памяти формы. Модифицированные поверхностные слои никелида титана обладают повышенной коррозионной стойкостью (см. рисунок), превышающей коррозионную стой-

кость немодифицированного материала более чем в три раза, что дает возможность повысить параметры биосовместимости TiNi при сохранении характеристик эффекта памяти формы и сверхэластичности.

Получены наноструктурные покрытия (размер кристаллитов 10—15 нм) на основе нитрида титана с твердостью порядка 40—50 ГПа с использованием композиционных катодов. Это открывает возможность замены деталей и инструмента из высоколегированных сталей и сплавов на более дешевые сплавы с композиционными покрытиями.

Основные публикации

1. *Овчаренко В. Е., Псахье С. Г., Проскуровский Д. И., Озур Г. Е.* Способ повышения износостойкости твердосплавного инструмента или изделия. Патент РФ RU № 2259407 C1 21 D 9/22 от 27.08.2005 г. БИ № 24.
2. *Мейснер Л. Л., Лотков А. И., Сивоха В. П. и др.* Материал с эффектом памяти формы. Патент РФ RU № 2259415 C1 22 C 14/00 от 27.08.2005 г. БИ № 24.
3. *Goncharenko I. M., Ivanov Y. F., Koval N. N. et al.* The mechanisms of nanocrystal nitride films deposition by arc spattering of composite cathodes. II. Structure, phase content and mechanical properties of coating// Proc. 7th Intern. Conf. on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows. Tomsk, 2004. P. 163—166.
4. *Семенов А. П., Семенова И. А., Булина Н. В. и др.* Особенности выращивания фуллеренсодержащих тонких пленок распылением в вакууме фуллереновых смесей с В, Fe, Se, Gd и Na ионным пучком// Письма в ЖТФ. 2005. Т. 31, вып. 23. С. 61—67.