

**Отзыв**  
**на автореферат диссертации Лязгина Александра Олеговича «ЗАКОНОМЕРНОСТИ**  
**ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ**  
**ЗОЛОТА ПРИ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ», представленной на соискание**  
**ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности**  
**01.04.07 Физика конденсированного состояния**

Диссертационная работа Лязгина А.О. посвящена изучению механизмов изнашивания гальванических покрытий Au-Ni и Au-Co с различными структурами покрытия и материалами промежуточного подслоя, а также выработке на этой основе новых подходов к повышению износостойкости гальванических покрытий рассматриваемого типа. **Актуальность работы** обусловлена все возрастающим интересом к износостойким материалам для скользящих и разъемных контактных соединителей с целью обеспечения дальнейшей миниатюризации электронных приборов.

В работе проведен углубленный анализ многоуровневого характера деформации и разрушения гальванических покрытий Au-Ni и Au-Co в условиях сухого трения, влияния подслоя Ni и Ni-B и его ионной обработки на характер контактного взаимодействия, износостойкость и механизмы изнашивания покрытий, влияния импульсного электролитического осаждения на микроструктуру, физико-механические и трибологические характеристики гальванических покрытий, а также рассмотрена возможность количественной оценки накопления повреждений в гальванических покрытиях в процессе их трибологических испытаний с использованием фрактального анализа и резистивного метода.

Это позволило получить важные **научные результаты**, связанные: 1) с выявлением многоуровневого характера изнашивания гальванических покрытий Au-Ni, нанесенных на подложку из бериллиевой бронзы БрБ2 с твердым промежуточным подслоем Ni-B (2 вес. % В); 2) с возможностью использовать фрактальную размерность АСМ-изображений профиля поверхности трения гальванических покрытий Au-Ni для численной оценки эволюции ее морфологии в процессе изнашивания; 3) с установлением в процессе трибологических испытаний роли твердого подслоя Ni-B в локализации пластической деформации, способствующей более интенсивному деформационному упрочнению и уменьшению износа рассматриваемых покрытий; 4) с выявлением положительного влияния обработки пучками ионов циркония промежуточного подслоя Ni-B на дополнительное увеличение твердости его поверхностного слоя и, соответственно, повышением износостойкости покрытий Au-Ni; 5) с обоснованием возможности за счет варьирования параметров импульсного электролитического осаждения (пиковая плотность тока, частота импульсов, рабочий цикл) эффективно управлять шероховатостью поверхности, микроструктурой, механическими и трибологическими свойствами гальванических покрытий Au-Ni на подложке с промежуточным подслоем Ni-B.

**Практическая значимость** работы заключается в возможности использования результатов исследования при разработке и совершенствовании технологий получения функциональных износостойких покрытий на основе золота.

**Замечание по автореферату:**

На стр. 10 автореферата отмечается, что образующийся на стадии приработки слой переноса частиц износа гальванического покрытия Au-Ni на контртело играет роль твердой смазки и обеспечивает снижение коэффициента трения без приведения количественных данных о коэффициентах трения. Однако массоперенос при трибологических испытаниях приводит к формированию одноименных пар трения, для которых, как правило, характерны, напротив, повышенные коэффициенты трения вследствие абсолютного сродства контактирующих материалов.

Отмеченное замечание не изменяет безусловно положительной оценки диссертационной работы. Диссертационная работа Лязгина А.О. представляет собой законченное научное исследование, выполненное на самом современном уровне. Материалы диссертационной работы достаточно полно опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК РФ и включенных в базу данных цитирования Web of Science, а также доложены на научно-технических конференциях. Работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Лязгин Александр Олегович заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Заведующий отделом материаловедения и лабораторией механических свойств  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук,  
доктор технических наук

Макаров  
Алексей Викторович

620137, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 18  
Телефон (343) 378-36-40 e-mail: avm@imp.uran.ru



Идпись заверяю	<i>Макаров</i>
Главный специалист общего отдела	<i>Кудряшова</i>
	М.Н.Кудряшова
« 17 »	10 20 16 г.