

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шугурова Артура Рубиновича «Влияние кривизны границы раздела пленка/подложка на закономерности деформации и разрушения тонких металлических пленок и керамических покрытий при внешних воздействиях», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния

Актуальность диссертационной работы Шугурова А.Р., посвященной исследованию влияния границы раздела пленка/подложка и ее кривизны на характер разрушения пленочных структур, подвергнутых различным внешним воздействиям, не вызывает сомнений. Границы раздела между слоями в многослойных композициях представляют собой особую планарную подсистему, которая в значительной степени определяет их физико-механические свойства. Поскольку кривизна границ раздела играет существенную роль в распределении напряжений, а также в зарождении трещин в системе пленка-подложка, то изучение закономерностей деформации и разрушения пленок и покрытий в условиях сильной кривизны границы раздела является очень важным для разработки методов повышения их долговечности.

Путем обобщения результатов исследований механического поведения металлических пленок и керамических покрытий при термическом, механическом нагружении, а также при пропускании электрического тока высокой плотности автором диссертационной работы получены новые результаты, которые вносят существенный вклад в понимание физической природы и механизмов деформации и разрушения пленочных структур. Установлены закономерности вязкоупругого гофрирования тонких пленок на податливых подложках и роль в этих процессах периодического распределения напряжений, возникающего вдоль волнистой границы раздела пленка/подложка, которые позволяют расширить теоретические представления об особенностях формирования и локального упорядочения складчатых структур на поверхности тонких пленок. Предложены модели, связывающие сегрегацию Mg в оксидных пленках на подложках из Al-Mg сплавов, а также характер образования силицидов в пленках Cu с периодическим распределением напряжений вдоль границы раздела пленка-подложка.

Одним из результатов, обуславливающих практическую ценность диссертационного исследования, является установление экстремального характера зависимости износостойкости многослойных покрытий Zr-Y-O/Al-Si-N от толщины слоев. Рекомендации, выработанные на основе установленной зависимости, могут быть использованы для получения защитных покрытий, обладающих повышенной износостойкостью.

Достоверность полученных результатов и обоснованность научных положений и выводов определяются использованием современных взаимодополняющих методов исследования структуры и свойств тонких пленок и покрытий на сертифицированном исследовательском оборудовании, систематическим характером проведения исследований и обработки результатов,

а также непротиворечивостью полученных результатов, их согласием с опубликованными работами других авторов.

Диссертация Шугурова А.Р. является законченной научной работой, выполненной на высоком экспериментальном и теоретическом уровне. По актуальности, новизне и значимости полученных результатов, достоверности и обоснованности сформулированных научных положений и выводов работа полностью соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – Шугуров Артур Рубинович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук, по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Главный научный сотрудник  
ИМЕТ РАН им. Байкова  
д.т.н., профессор

Терентьев Владимир Федорович

Подпись В.Ф. Терентьева подтверждаю:



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт  
металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН  
Почтовый адрес: 119991, Москва, Ленинский пр. 49  
Тел.: (495)135-63-06  
E-mail: fatig@mail.ru