

Министерство науки и высшего образования РФ
Российская академия наук
Институт проблем сверхпластичности металлов РАН
Башкирский государственный университет

**Открытая школа-конференция стран СНГ
«УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ
И НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»**

**Уфа, Республика Башкортостан, Россия
3-7 октября 2022 г.**



УМЗНМ

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Уфа
РИЦ БашГУ
2022

УДК 539.3/.5+620.18+621.7
ББК 22.251+22.37+24.51+34.2+34.62
У51

Ультрамелкозернистые и наноструктурные материалы:

У51 сборник тезисов докладов Открытой школы-конференции стран СНГ
(г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 3-7 октября 2022 г.) / отв. ред.
А.А. Назаров. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2022. – 168 с.

ISBN 978-5-7477-5534-5

В сборнике представлены последние достижения в области разработки и исследования ультрамелкозернистых и наноструктурных материалов. Представленные доклады посвящены проблемам получения и изучения микро- и атомной структуры, физических и механических свойств этих материалов, а также результатам исследования фазовых превращений и структуры границ зерен в них. Рассмотрены вопросы обработки и практического применения ультрамелкозернистых и наноструктурных материалов.

Ultrafine grained and nanostructured materials:

Abstracts of the Open School-Conference of NIS countries (Ufa, 2022, october, 3-7). – Ufa, Bashkir State University, 2022. – 168 p.

The book presents the latest achievements in the development and study of ultrafine grained and nanostructured materials. The reports presented are devoted to the problems of processing and studies of the micro- and atomic structure, physical and mechanical properties of these materials and the results of studies of phase transformations and grain boundary structure in them as well. Problems of practical applications of ultrafine grained and nanostructured materials are considered

УДК 539.3/.5+620.18+621.7
ББК 22.251+22.37+24.51+34.2+34.62

ISBN 978-5-7477-5534-5

© БашГУ, 2022
© ИПСМ РАН, 2022

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА «ПОКРЫТИЕ/ПОДЛОЖКА» ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПЛАЗМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ПРОВОДНИКОВ

В.Д. Сарычев, А.Ю. Грановский, С.А. Невский, В.Е. Громов

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк
nevskiy.sergei@yandex.ru

Для защиты поверхности изделий от износа в настоящее время все большее применение находят композиционные покрытия из многокомпонентных сплавов, которые обладают высокой твердостью и износостойкостью. На сегодняшний день разработано множество методов нанесения покрытий на поверхность изделий ответственного назначения, из которых следует отметить гетерогенные плазменные потоки, которые создаются электрическим взрывом проводников. Преимуществом нанесения покрытий с помощью данного метода, является то, что он позволяет получить покрытия, обладающие большим сопротивлением процессу изнашивания за относительно короткое время (~100 мкс). При разработке режимов нанесения покрытий необходимо учитывать факт их отслоения от подложки в процессе эксплуатации. Одной из причин отслоения покрытий является возникновение при контактной нагрузке на границе покрытия и подложки механических напряжений вследствие несоответствия их модулей упругости. При этом большую роль играет геометрия поверхности раздела, которая приводит к перераспределению концентраторов напряжений, что позволяет сохранять функциональные свойства покрытия без формирования протяженных полос локализованной пластичности в матрице. Для обеспечения развитого рельефа поверхности раздела покрытие/подложка необходима информация механизмах его формирования. В настоящей работе предложен механизм образования рельефа поверхности за счет возникновения и развития комбинированной неустойчивости Кельвина-Гельмгольца-Рэлея-Тейлора. Проведен линейный анализ устойчивости поверхности раздела в коротковолновом приближении. Рассматривалась устойчивость плоского стационарного течения двухслойной несжимаемой жидкости в поле массовых сил. Направление оси x выбиралось вдоль границы раздела между слоями, а ось y - перпендикулярно x и направлялась в сторону второго слоя. Первый слой занимает жидкость с вязкостью ν_1 и плотностью ρ_1 . Второй слой является жидкостью с вязкостью ν_2 и плотностью ρ_2 , которая движется с постоянной скоростью u_0 , направленной вдоль оси x и с ускорением a , которое направлено вдоль оси y . Для каждого слоя записывались уравнения Навье-Стокса, а на границах слоев задавались кинематические и динамические условия.

Получены зависимости скорости роста возмущений от длины волны. Показано, что при значении скорости второго слоя максимум скорости роста приходится на длину волны 1,68 мкм для пары Ti-Zr и на $\lambda = 2,03$ мкм для пары Ti-Nb. Это обусловлено тем, что межфазное поверхностное натяжение в первом случае меньше, чем во втором. Получившиеся значения несколько ниже, чем наблюдаемые в экспериментах расстояния между «горбами». Такое различие может быть объяснено тем, что при взаимодействии покрытия и подложки проявляются эффекты, обусловленные влиянием градиента температуры, тогда как при выводе дисперсионного уравнения использовалось предположение, что изучаемые процессы происходят в изотермических условиях. Определены условия формирования волнообразного рельефа поверхности при электровзрывном напылении по механизму комбинированной неустойчивости границы раздела «покрытие /подложка». Установлено, что длина волны, на которую приходится максимум скорости роста возмущений, зависит от зарядного напряжения по закону $\lambda_m = aU^{-n}$ и от времени импульса по закону $\lambda_m = a_1\tau^{n_1}$.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-79-10229)

Научное издание

**ОТКРЫТАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ СТРАН СНГ
«УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ
И НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»**

Сборник тезисов докладов

**(г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия
3-7 октября 2022 г.)**

*За достоверность информации, изложенной в тезисах докладов,
ответственность несут авторы.
Статьи публикуются в авторской редакции*

*Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 021319 от 05.01.99 г.*

Подписано в печать 22.09.2022 г. Формат 60х84/16.

Усл.печ. л. 9,78. Уч.-изд. л. 10,2.

Тираж 300 экз. Изд. № 87. Заказ 599.

*Редакционно-издательский центр
Башкирского государственного университета
450076, РБ, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.*

*Отпечатано на множительном участке
Башкирского государственного университета
450076, РБ, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.*