

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ



8

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ДЕФОРМАЦИЯ И РАЗРУШЕНИЕ
МАТЕРИАЛОВ И НАНОМАТЕРИАЛОВ



imetran.ru

УДК 669.66-96

ББК 34.2.34.3.95

Д 39

Д 39 VIII Международная конференция «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». Москва. 19-22 ноября 2019 г./ Сборник материалов. – М: ИМЕТ РАН, 2019, 860с.

ISBN 978-5-4465-2550-8

Организаторы конференции:

- Министерство науки и высшего образования рф
- Российский фонд фундаментальных исследований
- Российская академия наук
- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук
- ООО «Мелитэк»
- Межгосударственный координационный совет по физике прочности и пластичности
- Журнал «деформация и разрушение материалов»
- Journal of materials new horizons
- PiscoMed publishing pte ltd

*Мероприятие проведено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-08-20115*

Материалы публикуются в авторской редакции.

Сборник материалов доступен на сайте <http://dfmn.imetran.ru/>

© ИМЕТ РАН 2019

ISBN 978-5-4465-2550-8



МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРО- И НАНОСТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ

Грановский А.Ю.¹, Невский С.А.¹, Сарычев В.Д.¹, Мелехов Д.Л.¹, Громов В.Е.¹

¹*Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия
nevskiy.sergei@yandex.ru*

MODELING OF THE FORMATION OF MICRO - AND NANOSTRUCTURED SURFACE CONDITIONS OF METALS AND ALLOYS UNDER THE INFLUENCE OF CONCENTRATED ENERGY FLUXES

The aim of the work is to establish the conditions and physical nature formation of micro-and nanostructured states at the surface modification of metals and alloys by concentrated energy flows. The physical nature of formation is scientifically proved nanostructured layers in metals and alloys when exposed to the surface concentrated energy flows, consisting in the occurrence and development of hydrodynamic instabilities.

В настоящее время активно разрабатываются и исследуются технологии обработки металлов с помощью концентрированных потоков энергии, под которыми понимаются такие внешние воздействия как: гетерогенные плазменные потоки продуктов электрического взрыва проводников, электронно-пучковая обработка, наплавка, электрическая сварка. Как известно, химический состав и структура металлов и сплавов определяют эксплуатационные свойства изделий. Поэтому выявление механизмов формирования структур при воздействии концентрированных потоков энергии является важной научно-практической задачей для материаловедения. Градиентные структуры, образованные при воздействии концентрированных потоков энергии на металлы и сплавы, обладают высокими физико-механическими свойствами. При этом физическая природа формирования микро и наноструктурных состояний в металлах до конца не исследована и является одной из важнейших научных проблем физики конденсированного состояния. В этой связи целью настоящей работы является установление механизмов формирования микро- и наноструктурных состояний при поверхностном модифицировании металлов и сплавов концентрированными потоками энергии. Для достижения поставленной цели была решена задача создания математической модели формирования микро- и наноразмерных состояний металлов и сплавов при возникновении гидродинамических неустойчивостей в расплавленных поверхностных слоях на примере гетерогенных плазменных потоков (ГПП).

При формировании ГПП возникает магнитогидродинамическая ситуация, включающая формирование двух зон: центральной – под электродом, и зоны истечения. Вначале на мишень действует высокоскоростной поток, который расплавляет мишень, а затем с расплавом мишени начинает взаимодействовать гетерогенный поток продуктов электрического взрыва фольги. В итоге получается покрытие из продуктов взрыва. Получена математическая модель течения конечных слоев вязкой и идеальной жидкости, включающая в себя уравнения Навье-Стокса и динамические и кинематические граничные условия. Линейный анализ созданной модели показал, что зависимости

инкремента от длины волны для вязкой и вязко-потенциальной жидкости практически одинаковые в широком диапазоне параметров. Этот факт позволяет использовать дисперсионное уравнение вязко-потенциальной жидкости для качественного анализа неустойчивости Кельвина-Гельмгольца границы раздела между идеальной и вязкой жидкостью. Численные расчеты зависимости инкремента от длины волны при определенных значениях параметров, соответствующих образованию внутренних

нанослоев при воздействии гетерогенных плазменных потоков на железо, показали, что в случае тонкого движущегося слоя в зависимости инкремента от длины волны наблюдается два максимума (рисунок 2): в микро- и нанодиапазоне. Это соответствует развитию двухмодовой неустойчивости. Микроволновая мода соответствует взаимодействию слоев идеальной жидкости. Нановолновая мода образуется благодаря вязкости.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента для государственной поддержки молодых ученых МК-118.2019.2 и государственного задания Министерства науки и высшего образования № 3.1283.2017/4.6