

Фазовые превращения и прочность кристаллов



ТЕЗИСЫ

**XI Международной конференции ФППК-2020,
посвященной памяти академика Г.В. Курдюмова**

Черноголовка, 26-30 октября 2020 г

Российская Академия наук
Министерство науки и высшего образования РФ
Научный Совет РАН по физике конденсированных сред.
Межгосударственный координационный совет по физике прочности
и пластичности материалов
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
Институт физики твердого тела РАН
Научный Центр металловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова
ФГУП "ЦНИИчермет им. И.П. Бардина"

Одиннадцатая Международная Конференция
**«Фазовые превращения и
прочность кристаллов»,**
памяти академика Г.В. Курдюмова

Под редакцией д.ф.-м.н. Б.Б.Страумала

XI International G.V. Kurdjumov conference
"Phase transformations and strengths of the crystals"

Черноголовка, 26 – 30 октября 2020 г.

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

**Черноголовка
2020**

Фазовые превращения и прочность кристаллов: сб. тезисов XI Международной конференции (26 – 30 октября 2020 года, Черногоровка) / под ред. Б.Б. Страумала. – Черногоровка, 210 с. – ISBN.

ISBN 978-5-6040418-0-2



© Российская Академия наук, 2020
© Страумал Б.Б. (редактор), 2020

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОСТРУКТУР ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКЕ

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

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

Изучен процесс возникновения наноструктурных слоев в силумине, подвергнутом электровзрывному легированию иттрием, при воздействии низкоэнергетических высокоточных электронных пучков. Установлено, что электронно-пучковая обработка приводит к образованию столбчатых структур размерами от 200 нм до 1 мкм, по границам которых расположены атомы кремния и иттрия. Предложен механизм образования данных структур на основе представлений о возникновении комбинированной неустойчивости Марангони и Кельвина-Гельмгольца вследствие наличия градиента температуры и поперечной скорости расплава. Рассматривалось течение вязкой двухслойной несжимаемой теплопроводной жидкости. Первый слой является неподвижным, его занимает силумин, а второй (его занимает иттрий) движется со скоростью параллельной плоскости подложки. Для каждого слоя записывались уравнения Навье-Стокса, теплопроводности, начальные и граничные условия, которые имеют вид:

$$\rho_n \frac{\partial \vec{u}_n}{\partial t} + \rho_n (\vec{u}_n \cdot \nabla) \vec{u}_n = -\nabla p_n + \mu_n \Delta \vec{u}_n, \nabla \cdot \vec{u}_n = 0$$

$$\rho_n C_{pn} \left(\frac{\partial T_n}{\partial t} + \vec{u}_n \cdot \nabla T_n \right) = \nabla \cdot (k_n \nabla T_n)$$

Начальные условия зададим следующим образом. Для слоя расплава задается возмущение скорости и температуры по оси:

$$u_2(0) = U_0, v_2(0) = V_0 \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right), T_2(0) = T_{2,v} + T_0 \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

Нижний слой в начальный момент находится в покое с температурой равной температуре плавления. Для учета эффекта Марангони на поверхности воздействия ЭПО ставилось следующее граничное условие: $\mu \frac{\partial u}{\partial y} = \sigma_T \frac{\partial T}{\partial x}$.

Решение уравнений проводилось с помощью метода конечных элементов. Показано, что вне зависимости от значения скорости наблюдается возмущения поверхности раздела, которые постепенно нарастают. При значении поперечной скорости 0 м/с в моменты времени от 80 до 150 мкс наблюдается превращение возмущений поверхности раздела в «капли», которые проникают на глубину ~ 20 – 60 мкм. Это на несколько порядков превышает глубину проникновения иттрия по механизму диффузии. Увеличение скорости до 4 м/с приводит к изменению картины течения расплава. Распад на возмущения на капли наблюдается при $t > 800$ мкс, что позволяет сделать вывод о стабилизирующем влиянии неустойчивости Кельвина-Гельмгольца.

Работа выполнена за счет гранта Президента № МК-118.2019.2