ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/41

**НЕРАВНОВЕСНЫЙ ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД ПЛАВЛЕНИЯ В НАНО- И
МИКРОСИСТЕМАХ, ИНИЦИИРОВАННЫЙ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОБЪЕМНОГО
ТЕПЛОВОГО ИСТОЧНИКА**

^{1,2}Слядников Е.Е., ¹Хон Ю.А., ¹Каминский П.П., ²Турчановский И.Ю.

¹ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

²ФГБУН Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск, Россия
nadiet@mail.ru

Частицы с размерами от нанометров до микрометров широко используются в аддитивных технологиях производства деталей сложной формы. Плавление таких частиц может осуществляться электронно-лучевым или лазерным тепловым воздействием различной интенсивности. В [1] разработана теоретическая модель, описывающая динамику плавления и течения расплава в чистом металлическом порошке, нагреваемом движущимся лазерным лучом. В этой работе неявно предполагается, что фазовый переход плавления происходит в условиях, близких к равновесным, поскольку плавление начинается со свободной поверхности образца. Это имеет место при малой скорости нагрева, когда температура меняется медленно, и система успевает релаксировать в равновесное состояние. В этом случае структурные превращения в структурно-неустойчивой системе описываются одной низкочастотной длинноволновой модой, интенсивность которой задается параметром порядка. Если мощность теплового источника велика, то система не успевает возвращаться в равновесное состояние, и может настолько от него удалиться, что сам процесс перехода из твердой фазы в жидкую становится неравновесным, нелинейным [2]. Целью настоящей работы является аналитическое и численное моделирование кинетики неравновесного фазового перехода плавления в малоразмерных системах, инициированного объемным тепловым источником. Построена кинетическая модель неравновесного фазового перехода плавления в малоразмерных системах, инициированного воздействием объемного теплового источника. Учтены термодинамические флуктуации параметра порядка, которые играют существенную роль в окрестности критической точки фазового превращения, особенно в случае достижения точки абсолютной неустойчивости системы. В предложенной модели неравновесный фазовый переход плавления, инициированный объемным тепловым источником, описывается полем температуры и полем параметра порядка. Изменение поля температуры определяется уравнением теплопроводности, а параметра порядка – уравнением Ландау-Халатникова для фазовых переходов первого рода. Неравновесность фазового перехода учитывается зависимостью коэффициентов разложения функционала Гинзбурга-Ландау от степени перегрева системы и мощности теплового источника. Получено, что процесс неравновесного фазового перехода плавления малоразмерной частицы, стимулированный объемным тепловым источником, может протекать в двух режимах. При небольших скоростях нагрева плавление начинается на свободной боковой поверхности путем возникновения большой критической флуктуации новой фазы. Этот процесс распространяется к центру в виде волн переключения из метастабильного кристаллического состояния в стабильное жидкое состояние. Перегрев в объеме образца незначительный (≈ 50 K). При больших скоростях в объеме частицы возникают локальные области перегрева кристалла с температурой, превышающей 270 K. Эти области становятся неустойчивыми относительно бесконечно малых флуктуаций жидкой фазы, в результате чего плавление начинается и в объеме частицы. Возникшие на свободной поверхности и в объеме фронты параметра порядка и температуры быстро пробегают и сливаются друг с другом.

Литература

- 1.Ji-Qin Li, Tai-Hsi Fan, Takashi Taniguchi, Bi Zhang // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2018. – V.117. – P. 412–424.
- 2.Слядников Е.Е., И.Ю. Турчановский // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2016. – Т.59. – № 9. – С.125–133.