

АНАЛИЗ СТАЦИОНАРНОГО ПРОЦЕССА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ С КВАЗИРАВНОВЕСНОЙ ДВУХФАЗНОЙ ОБЛАСТЬЮ

Глебова А.Е.¹, Корозникова И.Е.¹, Александров Д.В.^{1,2}

¹⁾ Лаборатория стохастического транспорта наночастиц в живом организме,
Лаборатория многомасштабного математического моделирования, Уральский
Федеральный Университет, Ленина 51, Екатеринбург, 620000, Российская Федерация

²⁾ Департамент теоретической и математической физики, Уральский Федеральный
Университет, Ленина 51, Екатеринбург, 620000, Российская Федерация

E-mail: alexandra.e.glebova@gmail.com

ANALYSIS OF STATIONARY SOLIDIFICATION PROCESS WITH QUASI-EQUILIBRIUM TWO-PHASE REGION

Glebova A.E.¹, Koroznikova I.E.¹, Alexandrov D.V.^{1,2}

¹⁾ Laboratory of Stochastic Transport of Nanoparticles in Living Systems, Laboratory of
Multi-Scale Mathematical Modeling, Ural Federal University, Lenin ave., 51, Ekaterinburg,
620000, Russian Federation

²⁾ Department of Theoretical and Mathematical Physics, Ural Federal University, Lenin ave.,
51, Ekaterinburg, 620000, Russian Federation

The study is devoted to the crystallisation process with two-phase region. The mathematical model takes into account the values of the solid phase fraction at both boundaries of the two-phase region and results in an alternative view of crystal growth, different from the classical representation.

Процесс направленной кристаллизации при наличии квазиравновесной двухфазной области, расположенной между твердым материалом и жидкой фазой, изучается теоретически. Математическая модель процесса основана на уравнениях тепло- и массопереноса в твердой, жидкой и двухфазной областях, а также граничные условия на границах раздела фаз "твердая фаза" - "двухфазная область" и "двухфазная область" - "жидкая фаза", которые движутся с постоянной скоростью.

Процесс направленной кристаллизации задается фиксированными температурными градиентами температуры в твердой и жидкой фазах, которые определяют постоянную скорость застывания расплава. Точное аналитическое решение нелинейной задачи с двумя подвижными границами фазовых превращений, основано на переходе к новой независимой переменной. В результате решения задачи получены распределения температуры и концентрации, доли твердой фазы в двухфазной области, законы и скорости движения ее межфазных границ.

Аналитически показано, что концентрация и температура примеси в двухфазной области являются функциями только доли твердой фазы, которая, зависит от пространственной координаты. Анализ полученных результатов

решений показывает, что доля твердой фазы в двухфазной области, может быть как убывающей, так и возрастающей функцией пространственной координаты, направленной от твердого материала к расплаву. Это определяет внутреннюю структуру двухфазной области, ее проницаемость, среднее междендритное расстояние, распределение растворенных примесей, скорость кристаллизации и закономерности границ двухфазной области [1].

1. Makoveeva E. V., Alexandrov D. V., Galenko P. K. The impact of convection on morphological instability of a planar crystallization front //International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2023. – Т. 217. – С. 124654.