

Групповой проект. Тема: Рост дендритов

Этап 1

Артамонов Тимофей Евгеньевич

Федорина Эрнест Васильевич

Морозов Михаил Евгеньвич

Коротун Илья Игоревич

Маслова Анастасия Сергеевна

Содержание

1	Введение	3
2	Формирование и описание научной проблемы	4
2.1	Проблема управления и предсказания морфологии дендритной кристаллизации в переохлажденных расплавах	4
3	Алгоритм модели роста дендритов	5
4	Важные формулы	6

1 Введение

Дендриты — это древовидные кристаллические структуры, которые образуются в процессе кристаллизации из переохлажденного расплава. Они играют ключевую роль в определении микроструктуры и, следовательно, физических свойств материалов. Процесс роста дендритов зависит от множества факторов. Если исследовать механизм формирования дендритов, то можно научиться изменять свойства различных сплавов, а значит исследование полезно не только для теории, но и для практики.

2 Формирование и описание научной проблемы

2.1 Проблема управления и предсказания морфологии дендритной кристаллизации в переохлажденных расплавах

В процессе формирования кристаллических структур из переохлажденных расплавов ключевым является понимание и управление механизмами роста дендритов, поскольку именно они определяют конечные физические свойства материалов. Дендритный рост, происходящий в результате кристаллизации, существенно влияет на микроструктуру и, как следствие, на механические, электрические и тепловые характеристики материалов. Особенностью дендритного роста является его чувствительность к множеству факторов, включая переохлаждение расплава, скорость охлаждения, наличие примесей и поверхностное натяжение. Таким образом, научная проблема заключается в разработке теоретических и численных моделей, способных точно предсказывать динамику роста дендритов и их влияние на микроструктуру сформированных материалов.

Решение этой проблемы откроет новые возможности для оптимизации процессов производства материалов с высокими эксплуатационными характеристиками и для создания новых материалов с уникальными свойствами.

3 Алгоритм модели роста дендритов

- Написать программу, моделирующую теплопроводность. Задать начальную температуру равной нулю везде, кроме центральной точки и посмотреть, как меняется распределение температуры.
- Добавить затвердевание, исследовать влияние начального переохлаждения S и величины капиллярного радиуса λ на форму образующихся дендритов.
- Исследовать зависимость от времени числа частиц в агрегате и его средне-квадратичного радиуса в разных режимах.
- Определить фрактальную размерность полученных образцов
- Исследуйте, как влияет величина теплового шума δ на вид образующихся агрегатов.

4 Важные формулы

- **Безразмерное переохлаждение:**

$$S = \frac{c_p(T_m - T_\infty)}{L}$$

- **Уравнение теплопроводности:**

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \nabla^2 T$$

- **Условие Стефана для скорости (V):**

$$V = \frac{\kappa}{\rho L} (\nabla T|_s - \nabla T|_l)$$

- **Условие Гиббса-Томсона:**

$$T_b = T_m \left(1 - \frac{\gamma T_m}{\rho L^2 R} \right)$$

- **Кинетическая модификация температуры на границе:**

$$\Delta T_b = -T_m \beta V$$