

Отзыв официального оппонента

на диссертацию Маковеевой Евгении Васильевны

«Математическое моделирование роста кристаллов на промежуточной и заключительной стадиях фазового превращения»

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Диссертация Е.В. Маковеевой обладает несомненной практической актуальностью, поскольку все основные характеристики кристаллических материалов формируются именно на завершающих стадиях процесса кристаллизации, поэтому математическое их описание важно для процесса производства таких материалов.

Научная актуальность работы заключается в том, что различные стадии кристаллизации рассматриваются в рамках единого математического подхода с использованием преимущественно аналитических методов. Эти методы (перевала, разделения и замены переменных) известны и надежны, а их комплексное применение формирует определенный стиль и позволяет добиться новых результатов при описании процесса кристаллизации, которые заключаются в учете нестационарности роста кристаллов, эффекта Гиббса – Томсона, отвода кристаллов из рабочего объема, а также в решении уравнений с подвижной границей. Таким образом, диссертация обладает научной и практической значимостью, новизной и достоверностью результатов.

Основное внимание в работе уделяется промежуточной и конечной стадиям кристаллизации (зародышеобразованию и т.н. Оствальдову созреванию или коалесценции). На стадии зародышеобразования решалось уравнение Фоккера – Планка для распределения частиц по размерам в предположении об их сферичности. Рассматривались однокомпонентные и бинарные системы, производился учет отвода частиц при различных механизмах зародышеобразования. Полученные решения использовались как начальные

распределения для конечной стадии, для которой проводился учет нестационарности и кривизны. При этом были получены поправки к теории Лифшица и Слезова, улучшающие согласие с экспериментом.

В качестве замечаний нужно высказать следующее.

1. Некоторые построения имеют слишком абстрактный характер. Например, учет отвода кристаллов решается в предположении о равномерной по объему скорости этого отвода (стр.28). Вместе с тем ясно, что это можно делать только через некоторую поверхность. Поэтому задачу с отводом через поверхность и следовало бы решать. Понятно, что она сложнее, но в данном случае упрощение в виде рассмотрения, например, плоского или линейного кристаллизатора было бы более уместным.

2. При рассмотрении коалесценции полученные поправки к теории Слезова и Лифшица сравниваются с экспериментальными данными для металлических систем, в которых не выполняется базовое приближение о сферичности зародышей. Согласие с экспериментом означает, что это приближение не является существенным, а теория может быть сформулирована универсальным по отношению к форме зародыша способом. Причины этой универсальности остались не выявленными.

3. Есть замечание технического характера. Фраза «опуская утомительные математические манипуляции» более или менее уместна в литературном обзоре (при выводе выражения 1.10), но при изложении оригинального материала этого «опускания» (стр. 74) делать не стоило. Можно было бы вынести эти манипуляции в приложение, тем более что такой прием в диссертации используется.

Высказанные замечания не снижают общего впечатления от работы. Ее содержание хорошо отражено в автореферате и в публикациях, уровень которых весьма высок.

Считаю, что диссертационная работа Маковеевой Е.В. по основному содержанию материала, его новизне и актуальности, по значимости полученных результатов, а также по сделанным в работе выводам полностью

