

Отзыв

на автореферат диссертации Макавеевой Евгении Васильевны «Математическое моделирование роста кристаллов на промежуточной и заключительной стадиях фазового превращения», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника

В диссертационной работе сделан существенный шаг в развитии теории и моделировании систем роста кристаллов в метастабильных средах (переохлажденных и перенасыщенных), при этом учтена внешние потоки теплоты и вещества. Разработаны алгоритмы и программы для решения системы интегро-дифференциальных уравнений, описывающих такие системы.

Процессы кристаллизации приобретают особую актуальность в связи с развитием нанотехнологий, так что рецензируемая работа находится на переднем крае исследований.

В аппаратах кристаллизации содержится две фазы: жидкая среда и твердые кристаллы (агрегаты), взаимодействующие друг с другом. Внешние воздействия (потоки теплоты и вещества) влияют только на состояние среды. Подобные системы называют сегрегированными. Модели сегрегации характерны для процессов биотехнологии, где в жидкой среде эволюционируют частицы биомассы; для социальных процессов, где эволюция агрегата (семейной ячейки) зависит от ее собственных параметров и от общей для всех таких агрегатов среды (налоговой политики, своды слова...). Так что разработанные соискателем программы и алгоритмы могут быть адаптированы к решению широкого класса задач.

При сравнении моделей соискателя с аналогичными моделями других сегрегированных систем возникают некоторые вопросы:

1. В таких системах параметры среды меняются в календарном времени (в работе это уравнения (1), (2)), а параметры агрегатов (кристаллов) зависят от времени их пребывания в среде (уравнение (3)).

Это разные времена и, мне кажется, их надо было обозначать разными буквами. Время пребывания каждого агрегата случайно, определяется гидродинамикой агрегатов и само характеризуется плотностью распределения.

2. Плотности распределения времени пребывания агрегатов в объеме аппарата и распределения времени пребывания агрегатов, выходящих из аппарата, разные (они связаны друг с другом интегральным уравнением). И

это обстоятельство надо учесть при составлении уравнений материального баланса, определяющих эволюцию распределения по радиусам.

В разделе автореферата, посвященном задачам дальнейшей разработки темы (я высоко оцениваю само наличие такого раздела), как мне кажется, целесообразно упомянуть о задачах оптимизации процессов в кристаллизаторе. Для этого наряду с уравнениями балансов по теплоте и массе нужно рассмотреть баланс по энтропии, куда войдет производство энтропии при тепло- и массопереносе и кристаллизации. Появится возможность такого выбора внешних управлений (потоков) и конструктивных параметров, чтобы при технологических ограничениях производство энтропии было минимально. Это соответствует энергетически-оптимальной организации процесса.

Считаю, что диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование и полностью удовлетворяет требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а её автор Маковеева Евгения Васильевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Цирлин Анатолий Михайлович

«10» ноября 2021 г.

Доктор технических наук, профессор

Главный научный сотрудник-консультант Исследовательского центра системного анализа

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук

Россия, 152021, Ярославская обл., Переславский район, с. Веськово, ул. Петра Первого, д. 4 «а».

Телефон: +7-961-974-79-58

E-mail: tsirlin@sarc.botik.ru

Анатолий Михайлович Цирлин
Начальник отдела кадров Е.М.Мухоморова