

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки
Института теплофизики Уральского
отделения Российской академии наук



В.Г. Байдаков

ноября 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертацию Терентьева Павла Сергеевича «**Кинетические закономерности роста морфологически сложных диссипативных структур**», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Диссертационная работа Терентьева Павла Сергеевича посвящена исследованию динамики роста диссипативных структур и поиску универсальных соотношений при неравновесных фазовых переходах различной природы.

Актуальность работы. Сложность неравновесных открытых систем предопределяет широкие возможности для существования в них кооперативных явлений, приводящих к образованию пространственных, временных и пространственно-временных структур. При больших отклонениях от состояния термодинамического равновесия в системе становятся возможными процессы самоорганизации, которые рассматриваются как неравновесные фазовые переходы. При образовании структур вдали от состояния равновесия конструктивную роль играет диссипация, и для таких структур был введен термин диссипативные структуры. Диссипативные структуры могут образовываться в различных системах, но, несмотря на это, им присущи многие общие черты, не зависящие от конкретной природы системы. Общность поведения связана с существенной ролью кооперативных эффектов в таких системах, когда специфика конкретных межструктурных (межмолекулярных) взаимодействий отходит на второй план. Типичным примером кооперативного поведения, приводящего к универсальным закономерностям, являются критические явления. Поиск универсальных соотношений при формировании диссипативных структур остается по сегодняшний день важной задачей, поэтому тема диссертационной работы П.С. Терентьева является достаточно актуальной. Помимо

Вх. №05-19/1-392
от 05.12.14 г.

общих вопросов неравновесной термодинамики, актуальность диссертации определяется также прикладными задачами прогнозирования и совершенствования технологических процессов, связанных с неравновесным затвердеванием.

Научная новизна и значимость работы определяется получением новых экспериментальных данных о динамике роста дендритных кристаллов, нахождением универсального степенного соотношения, определяющего массовый рост различных частей кристалла и обобщением этого соотношения на неравновесный рост различных диссипативных структур.

Среди полученных автором новых результатов можно выделить следующие:

1. На примере дендритного роста кристаллов хлористого аммония получены подробные экспериментальные данные о зависимости массы закристаллизовавшегося вещества от времени. Разработана методика обработки цифровых видеокadres, алгоритмы сегментации, дающие наименьшую погрешность, создан программный модуль, позволяющий в автоматическом режиме производить сегментацию кадров и выполнять расчёт площадей двумерных кристаллов по массиву изображений.
2. Из обработки экспериментальных данных получена формула, описывающая зависимость прироста массы различных частей растущего кристалла от времени, которая для случаев кинетического и диффузионного роста имеет теоретическое обоснование.
3. На основе анализа литературных данных о росте биологических объектов показана применимость степенной зависимости, полученной для роста двумерных дендритов, для описания прироста массы живых организмов. Из чего сделан вывод о наличии универсальных характеристик структурообразования вдали от равновесия.

Результаты работы развивают представления о физических закономерностях роста кристаллов и универсальном характере образования диссипативных структур.

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов определяется тщательностью проведения экспериментов, их воспроизводимостью, корректностью обработки видеоизображений. Для обобщения полученных результатов использовался современный аппарат неравновесной термодинамики и теории роста кристаллов, а также большой объем литературных данных.

Практическая значимость работы обусловлена тем, что ее результаты могут быть полезны при расчете и прогнозировании технологических процессов, связанных с неравновесным затвердеванием. Созданные программные модули могут быть

использованы для обработки видеоизображений различных процессов образования и роста различных структур.

Результаты диссертации могут быть рекомендованы к использованию в исследовательских учреждениях, связанных с изучением неравновесных переходов в различных системах, в частности, Институте кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН, Институте Metallургии и Материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Институте физической химии РАН, Институте прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, в Удмуртском государственном университете.

Автореферат отражает содержание и результаты диссертации.

Результаты работы опубликованы в ведущих журналах и докладывались на конференциях.

Замечания по диссертационной работе:

1. Одним из результатов диссертации является предложенная модель для описания величины удельного прироста массы растущих кристаллов, которая затем обобщается на рост биологических структур. По-видимому, имеет смысл говорить не о модели, а об аппроксимационной формуле, дающей прирост массы обратно пропорциональный времени. То, что эта формула имеет теоретическое обоснование для случаев кинетического и диффузионного роста кристаллов (хотя и в этих случаях коэффициент b вводится эмпирически), вряд ли дает основание говорить о модели роста.
2. Диссертант рассматривает только двумерный дендритный рост. Каков будет закон прироста массы для трехмерного роста, роста нитевидных кристаллов и т.д.?
3. Для обобщения полученного закона массового роста наряду с ростом простого дендрита сразу рассмотрены очень сложные биологические системы. Почему диссертант не попытался рассмотреть более простые примеры неравновесных фазовых переходов в теплофизических системах, при которых происходит массообмен на межфазной границе: плавление (растворение), кризис кипения, горение и т.д.?
4. В тексте диссертации имеются отдельные опечатки.

В целом, указанные замечания носят скорее характер пожеланий для дальнейшей работы.

Диссертационная работа П.С.Терентьева обсуждалась на семинаре лаборатории фазовых переходов и неравновесных процессов Института теплофизики УрО РАН 26.11.2014 (протокол №9).

Таким образом, П.С. Терентьевым получены новые научные результаты, направленные на более глубокое понимание явлений, протекающих при тепломассопереносе и агрегатных изменениях в физических системах. Диссертация П.С. Терентьева является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи определения универсальных соотношений при росте диссипативных структур, имеющей значение для развития теплофизики. Работа соответствует паспорту специальности 01.04.14 –Теплофизика и теоретическая теплотехника и удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Терентьев Павел Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 –Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Отзыв составили:

Коверда Владимир Петрович



доктор физ.-мат. наук, член-корреспондент РАН,
зав. лабораторией фазовых переходов и неравновесных процессов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института теплофизики Уральского отделения Российской академии наук
тел. (343)26788809, e-mail: koverda@itp.uran.ru
620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 107а

Скоков Вячеслав Николаевич



доктор физ.-мат. наук, профессор,
ведущий научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института теплофизики Уральского отделения Российской академии наук
тел. (343)26788809, e-mail: vnskakov@itp.uran.ru
620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 107а

27.11.2014 г.

Людмила Коверда
Зав. канцелярией



В.Н. Скоков
В.И. Валова