

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Лаврука Сергея Андреевича «Математическое моделирование процессов плавления и детонационного горения ультрадисперсных частиц металлов», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Актуальность темы диссертационного исследования Лаврука С.А. обусловлена необходимостью в получении новых знаний о свойствах ультрадисперсных взвесей в связи с развитием порошковых технологий и расширением применения нанодисперсных частиц в различных областях. Основное внимание уделено теплофизическим свойствам и вопросам детонационного горения частиц металлов нанометрового диапазона размеров.

Задачи, поставленные перед диссертантом, включали анализ процессов плавления наноразмерных частиц, как методами молекулярной динамики, так и в рамках феноменологических моделей, а также моделирование детонационных течений газовзвесей субмикронных частиц алюминия в областях сложной геометрии.

В диссертационной работе Лаврука С. А. получены следующие основные результаты:

Методами молекулярной динамики проведен анализ процессов плавления и кристаллизации наночастиц металлов (золота, железа и алюминия). Получены аппроксимационные формулы для коэффициентов теплоемкости наночастиц и объемного материала.

Эти формулы использованы в феноменологическом моделировании процессов плавления наночастиц. Установлено, что для различных материалов времена плавления и внутреннее распределение температур различным образом зависят от представления коэффициентов

теплоемкости, и этому дано физическое обоснование. В моделировании детонации газовзвесей микро- и наночастиц алюминия влияние зависимости теплоемкости от температуры на структуру Чепмена-Жуге не выявлен.

На основе численного моделирования двумерных течений исследованы процессы распространения детонации в расширяющихся каналах в газовзвесах частиц алюминия микронных и субмикронных размеров. В рамках приведенной кинетики учитывался переходной характер режима горения от диффузионного к кинетическому. Выявлены существенные различия волновых картин в основных режимах распространения и срыва детонации (закритическом, критическом и докритическом) в микро- и нанодисперсных взвесах, обусловленные различиями соотношений релаксационных зон и кинетических механизмов горения.

Получены и проанализированы критические условия распространения детонации в каналах с расширением. Для микродисперсных взвесей определена немонотонная зависимость критической ширины канала от угла расширения. Для взвесей субмикронных частиц установлены промежуточные свойства между газовой детонацией и гетерогенной детонацией микронных частиц.

Достоверность результатов основана на использовании классических уравнений механики и апробированных и протестированных численных методик, а также многочисленными сравнениями с имеющимися в литературе или полученными по альтернативным методикам данными.

Все полученные результаты либо являются новыми, либо получены по новым методикам и, таким образом, дополняют систему знаний о свойствах субмикронных и наноразмерных частиц.

Практическая значимость результатов обусловлена возможностью их использования в дальнейших фундаментальных исследованиях процессов

фазовых переходов, горения и детонации нанодисперсных частиц, а также в прикладных исследованиях, связанных с развитием порошковых технологий и вопросами взрывобезопасности.

В отношении автора диссертационной работы, отмечу следующее. Лаврук С.А. работает в ИТПМ СО РАН с 2014 года. В 2014 г. Он поступил в аспирантуру ИТПМ СО РАН после окончания факультета элитного образования и магистратуры ОмГТУ. С 2018 года, после окончания аспирантуры, работает в должности младшего научного сотрудника. По теме диссертации, с участием Лаврука С.А., опубликовано 10 работы, включая 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК. Основные результаты работы были представлены на 7 российских и 6 международных конференциях. Кроме работы над диссертацией, он принимал активное участие в исследованиях по госбюджету, грантам РФФИ и РФФИ, является стипендиатом Правительства РФ в 2017г и Президента РФ в 2018г.

В ходе работы и подготовки диссертации Лаврук С.А. проявил себя как высококвалифицированный специалист, характеризующийся высокой работоспособностью, навыками самообучения и быстрого овладения новыми методиками теоретического анализа и численных исследований. Ему свойственны такие качества как целеустремленность, ответственность и творческий подход.

Диссертация Лаврука С.А. является завершенным научным исследованием, оформлена в полном соответствии с требованиями Высшей Аттестационной Комиссии. В автореферате диссертации изложены наиболее существенные положения и выводы диссертационной работы. Считаю, что Лаврук С.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – “Механика жидкости, газа и плазмы”.

Научный р:
доктор физ

.. Хмель