

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Гидаспова Владимира Юрьевича на тему «Математическое моделирование высокоскоростных многофазных течений с физико-химическими превращениями», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

Актуальность диссертационной работы обусловлена следующими факторами:

- с одной стороны, необходим учет с высокой точностью влияния неравновесных физико-химических процессов на термогазодинамические параметры в высокоскоростных многофазных течениях ряда энергетических и технологических устройств, в том числе, в соплах и струях ракетных двигателей, химических и газодинамических лазерах и т.д.;

- с другой стороны, до настоящего времени отсутствуют численные модели, охватывающие существенные особенности неравновесных физико-химических процессов для указанных течений и обеспечивающие необходимую точность расчетного определения термогазодинамических параметров этих течений, что ограничивает возможности совершенствования указанных выше энергетических и технологических устройств.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- предложена комплексная физико-математическая модель высокоскоростных течений многокомпонентного газа и частиц при наличии равновесных и неравновесных процессов, описываемых многостадийными кинетическими механизмами, химических превращений в газовой фазе и на поверхности частиц;

разработаны эффективные алгоритмы численной реализации предложенной комплексной физико-математической модели;

- на этой основе получено численное решение ряда актуальных задач, в том числе:
 - о распаде разрыва в газах с произвольными, термодинамически допустимыми уравнениями состояния;

- о стационарной детонационной волне в канале переменного сечения со сверхзвуковым потоком на входе и выходе для случая, когда топливо и продукты сгорания представляют собой смесь совершенных газов в предположении, что течение до детонационной волны «замороженное», а за детонационной волной «равновесное»;

- исследована тонкая структура стационарных волн детонации и дефлаграции в газовых, газочапельных и металлогазовых горючих смесях;

- развита квазихимическая модель гомогенной конденсации и разработан алгоритм решения уравнений кинетики конденсации; рассчитаны неравновесные функции распределения по размерам кластеров аргона, меди, свинца, воды, серебра в условиях, характерных для технологических установок, в том числе в присутствии инертных газовых смесей.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. № 7
23 / 12 / 20 19

Достоверность результатов исследований обеспечена:

- разработкой адекватных физико-математических моделей на основе использования фундаментальных законов сохранения механики жидкости и газа, а также законов сохранения химического равновесия и химической кинетики;
- обеспечением устойчивости и сходимости используемых численных методов;
- тестированием вычислительных алгоритмов, а также согласованием результатов численного моделирования с результатами экспериментальных и расчетно-теоретических исследований других авторов;
- публикацией основных научных результатов диссертационной работы в 42 статьях в журналах, входящих в перечень ВАК, 4 монографиях и в более чем 100 статьях и тезисах докладов в материалах свыше 40 семинаров, симпозиумов и конференций российского и международного уровня;
- наличием 11 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Отметим, что результаты апробации предложенных В.Ю. Гидасповым численных методов в научно-исследовательском центре космической энергетики (далее НИЦ КЭ) Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П.Королева (далее Самарский университет) применительно к расчету течений в соплах жидкостных ракетных двигателей малой тяги (ЖРДМТ) и маршевых ракетных двигателей разгонных блоков космических аппаратов показали высокий уровень достоверности этих методов.

Практическая значимость диссертационной работы, по нашему мнению, состоит в том, что разработанные в ней вычислительные алгоритмы и программные комплексы могут использоваться на стадии проектирования ракетных двигателей, химических и газодинамических лазеров, а также других энергетических и технологических устройств в целях оптимизации их параметров, сокращения сроков проектирования и затрат.

Отметим в связи с этим, что в НИЦ КЭ Самарского университета использование разработанных диссертантом численных методов расчета сверхзвуковых течений с учетом химической кинетики позволило существенно повысить энергетическую эффективность ЖРДМТ, разрабатываемых рядом предприятий отечественной ракетно-космической отрасли для управления космическими аппаратами, в том числе пилотируемыми.

Кроме того, полученные в диссертационной работе результаты целесообразно использовать в учебном процессе исследовательских университетов для подготовки специалистов в области прикладной математики, механики и энергетического машиностроения. Так, в Самарском университете результаты диссертационной работы В. Ю. Гидаспова используются при подготовке специалистов по ракетным двигателям (направление подготовки «Проектирование авиационных и ракетных

двигателей», профиль подготовки «Инновационные технологии в ракетном двигателестроении»).

Замечание

В первой главе диссертации формулируется ряд допущений, в том числе о возможности использования модели сплошной среды, а в выражениях для гидродинамических потоков вещества, импульса и энергии допускается возможность пренебречь слагаемыми, описывающими диффузию, вязкость и теплопроводность и ограничиться только слагаемыми, описывающими конвективный перенос.

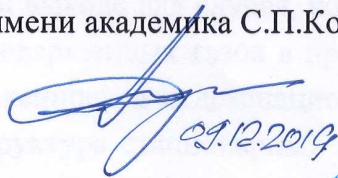
Однако в тексте автореферата отсутствуют указания на ограничения в использовании модели, полученной на основе использования выше упомянутых допущений. Например, для низких чисел Рейнольдса, когда влияние вязкости на течение в сверхзвуковых соплах становится весьма существенным, а режим течения становится переходным от сплошного к свободномолекулярному.

Указанное замечание не имеет принципиального значения и не снижает высокого научного уровня диссертационной работы В.Ю.Гидаспова.

В целом диссертационная работа В.Ю. Гидаспова на тему «Математическое моделирование высокоскоростных многофазных течений с физико-химическими превращениями» представляет законченную научно-квалификационную работу, которая вносит существенный вклад в область механики жидкости, газа и плазмы, полностью соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, ред. от 28.08.2017).

Автор диссертационной работы Гидаспов Владимир Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Доктор технических наук (специальность 05.07.05), профессор кафедры теории двигателей летательных аппаратов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.Королёва»



С.А. Шустов

e-mail:shustov.st@yandex.ru

Подпись Шустова С.А. удостоверяю

Ученый секретарь, д.т.н., профессор



В.С.Кузьмичёв

Почтовый адрес: Самара, ул. Московское шоссе, д.34
Телефон: +7(846) 335-18-26; официальный сайт: www.ssau.ru; e-mail ssau@ssau.ru