

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Москаленко Ольги Александровны «Численное моделирование детонации газочапельных смесей в каналах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы»

В диссертации О.А. Москаленко проведено исследование детонационных волн в газочапельных средах, разработаны вычислительные алгоритмы и программы моделирования многофазных реагирующих сред.

Актуальность темы исследования

Большой научный и практический интерес к изучению высокоскоростного горения и детонации газочапельных горючих смесей связан как с необходимостью создания систем взрывобезопасности, направленных на подавление детонации, так и с желанием научиться управлять детонационным горением при создании перспективных технологических и энергетических установок.

Численное моделирование, как альтернатива и дополнение к экспериментальным исследованиям, является необходимым этапом научных исследований и конструкторских разработок. Причем, в тех случаях, когда используются хорошо апробированные математические модели и вычислительные алгоритмы, дополнительная информация, получаемая с помощью численного моделирования, не уступает по надежности экспериментальным данным и превосходит последние по своей полноте.

Поэтому, крайне важно создание отечественного научного задела, включающего многомасштабные физико-математические модели, оригинальные вычислительные алгоритмы и комплексы программ для моделирования детонации и дефлаграции газочапельных смесей.

Достоверность и обоснованность результатов, представленных в диссертационной работе, обеспечивается строгостью математических постановок, разработкой адекватных физико-математических моделей, устойчивостью и сходимостью используемых численных методов, тестированием вычислительных алгоритмов, а также сравнением результатов численного моделирования с результатами экспериментальных и расчетно-теоретических исследований других авторов.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложена универсальная физико-математическая модель, описывающая высокоскоростные течения многокомпонентного газа и капель жидкости, для случая равновесных и неравновесных химических превращений в газовой фазе, в которых участвуют, как вещества, входящие в состав газа, так и продукты испарения капель.

2. Предложен эффективный вычислительный алгоритм, обеспечивающий сохранение элементного состава, совместного решения одномерных уравнений физической газовой динамики, межфазного сопротивления и тепломассообмена при

наличии газофазных химических превращений, описываемых многостадийными кинетическими механизмами.

3. Решены задачи о стационарных волнах детонации и дефлаграции в канале в многокомпонентной газовой среде, химические превращения в которой описываются многостадийными кинетическими механизмами, а капли могут испаряться. Рассчитаны равновесные адиабаты и структура волн ряда горючих газовых смесей с добавлением капель воды и горючих газокapельных смесей метанола и керосина с воздухом.

4. Разработана методика восстановления формулы температурной части потенциала Гиббса для жидкого и газообразного состояния углеводородных горючих сложного состава (бензина, керосина и дизельного топлива), моделируемого в рамках модели однокомпонентной жидкости.

5. Расчетным путем получена нестационарная картина инициирования детонации в газокapельной керосино-воздушной смеси падающей ударной волной, включающая наблюдаемое в экспериментальных исследованиях, двухочаговое воспламенение горючей смеси.

Научная и практическая значимость работы состоит в том, что:

1. Разработанные вычислительные алгоритмы и комплекс программ могут использоваться для экспресс-анализа реагирующих многофазных течений в энергетических и технологических установках (в которых реализуются высокоскоростные течения, в том числе с детонацией или дефлаграцией), а также в качестве элемента в составе комплексов программ многомерного моделирования.

2. Предложенные в диссертации методики математического моделирования позволяют рассчитывать для газовых и газокapельных топлив произвольного состава: скорости волн детонации и дефлаграции, а также состав продуктов сгорания, температуру, давление и др., в том числе и в режиме Чепмена-Жуге; определять задержку воспламенения и структуру волн, вплоть до выхода системы на равновесное состояние.

Публикации и апробация работы

Основные результаты работы апробированы на научных семинарах по физической газовой динамике, а также на Международных конференциях и опубликованы в 15 работах, включая 3 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК.

Замечания по диссертационной работе:

1. К сожалению, в работе приведено мало результатов расчетов течений с детонацией в ударной трубе, что делает затруднительным сопоставление полученных в работе результатов с экспериментальными данными.

2. В работе рассмотрены из жидких топлив метанол и керосин, интересно было бы рассмотреть другие высокомолекулярные углеводороды (пропан, н-декан).

Заклучение

Сделанные замечания не отражаются на высокой оценке уровня диссертации, которая в целом содержит результаты исследований, проведенных квалифицированно и с глубоким пониманием вопросов, связанных с особенностями протекания детонации и

дефлаграции газокapельных горючих смесей. Высказанные замечания имеют целью дать автору диссертации рекомендации в его дальнейшей работе. Диссертация представляет законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне. Автореферат диссертации и опубликованные статьи автора дают правильное и достаточно полное представление о диссертации.

В целом, считаю, что диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Москаленко Ольга Александровна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы».

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ:

доктор физико-математических наук, профессор,

заведующий отделом физической газовой динамики

Объединенного института высоких температур РАН

Адрес: 125412, Россия, Москва,

Ижорская ул., д. 13-2

Тел: +7(495) 484-21-38

Email: golub@ihed.ras.ru



Голуб Виктор Владимирович

07.12.2016 г.

Подпись Голуба В.В. удостоверяю

Ученый секретарь ОИВТ РАН

Д.ф.-м.н.



Амиров Р.Х.