

ОТЗЫВ на автореферат

диссертации Фомина Павла Аркадьевича «Моделирование взрывных и детонационных течений в многофазных средах с химическими реакциями» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Исследования взрывных и детонационных процессов в газовых, газожидкостных и газопылевых системах необходимы для повышения удельных энергетических характеристик ракетных и авиационных двигателей, для прогноза последствий взрыва и детонации топливно-воздушных облаков, образующихся при утечках жидких и газообразных горючих, при аварийных разрушениях трубопроводов и других технических устройств.

Цель работы: теоретическое моделирование детонационных процессов в газовых, газожидкостных и газопылевых системах с учетом описания межфазных взаимодействий и химических превращений по предложенным моделям химической кинетики и химического равновесия.

В диссертации анализируется совокупность взаимосвязанных задач моделирования детонационных течений в газовых, газожидкостных и газопылевых смесях, общим для которых является способ описания химических превращений на основе обобщенных моделей химического равновесия и химической кинетики.

Научная новизна исследований.

Впервые, разработанная обобщенная модель химического равновесия в газовых углеводородно-кислородных смесях использована для расчетов химического равновесия и параметров детонационных волн в согласии с экспериментальными данными.

Впервые, разработанные обобщенные модели химического равновесия в гетерогенных газопылевых смесях с химически инертной твердой компонентой и газожидкостных смесях при наличии межфазного массообмена позволили рассчитать взрывные и детонационные течения в газокапельных, газопленочных и пузырьковых смесях и ослабление волны газовой детонации химическими инертными микрочастицами.

Высокая точность и эффективность моделей химического равновесия для метана, монотоплива и бинарной смеси синтез-газа подтверждена данными численных двумерных расчетов параметров и многофронтной структуры детонационной волны.

Впервые, предложенная модель стационарной детонационной волны в газокапельной среде с учетом сдвига химического равновесия при наличии межфазного массообмена для около-стехиометрических водородно- и углеводородно-кислородных смесей. Расчеты согласуются с экспериментами.

Впервые, предложенная модель стационарной детонации в системе газ-пленка, показала непостоянство термодинамических параметров по сечению трубы, сдвиг химического равновесия и наличие сажи в продуктах реакции. Результаты расчетов параметров и структуры волны удовлетворительно соответствуют экспериментальным данным.

Впервые, показана не известная ранее возможность распространения волны пузырьковой детонации со сверхзвуковой (относительно “замороженной” по физическим процессам скорости звука) скоростью при достаточно больших начальных давлениях в

пузырьковой смеси. Предвестник в такой волне отсутствует, а давление на ее переднем фронте испытывает скачок.

Впервые, показано (на примере паров циклогексана, смешанных с окислителем), что сильно переобогащенные парами, и потому изначально негорючие смеси, могут, тем не менее, взрываться в ударной волне, если конденсация сместит состав смеси в область воспламенения.

Впервые, предложены алгоритмы расчета минимальной концентрации химически инертных микрочастиц, обеспечивающих подавление волны газовой детонации, и предела распространения детонационной волны в зависимости от химического состава газа и концентрации конденсированной фазы в двухфазной смеси. Результаты расчетов удовлетворительно соответствуют эксперименту.

Предложенные модели химического равновесия и химической кинетики позволяют просто, и вместе с тем с удовлетворительной точностью, описывать химические превращения при моделировании взрывных и детонационных процессов в газовых, газожидкостных и газопылевых системах состава C-H-O.

Результаты диссертации имеют достаточную публикационную апробацию. Список публикаций по теме диссертации включает 104 наименования, в том числе 46 статей в рецензируемых научных журналах (36 индексируются в SCOPUS/Web of Science и входят в список ВАК), 7 статей в рецензируемых сборниках научных статей, 3 монографии, 1 патент, 46 полномасштабных трудов российских и международных научных конференций.

Диссертация состоит из Введения, пяти Глав, Заключения и Списка литературы. Она изложена на 291 странице, включает 212 рисунков и 5 таблиц. Список литературы содержит 104 публикации, написанные соискателем по теме диссертации, и 267 ссылок.

Автореферат диссертации написан лаконично с четкой постановкой задач и ясным изложением полученных результатов. Содержание автореферата диссертации соответствует паспорту специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

По автореферату можно сделать следующие замечания.

1. В автореферате отсутствуют данные о расчетах детонационных волн в углеводородо-воздушных смесях, в которых химические превращения в зоне индукции заменяются брутто-реакцией разложения углеводородов с образованием окислов азота.

2. Трудно согласиться с утверждением о том, что «использование детальных кинетических схем для описания детонационного сгорания газообразных углеводородов неудобно своей громоздкостью, наличием большого числа констант, огромным объемом численных вычислений». Применение детальных кинетических схем и их редуцированных аналогов для численных расчетов детонации в одномерной, двухмерной и трехмерной постановке общепринято, прежде всего, из-за высокой точности такого моделирования.

Указанные замечания не снижают ценность и значимость диссертационной работы П. А. Фомина.

По актуальности темы научного исследования, объему полученных результатов, по научной значимости, практическому применению результатов диссертация П. А. Фомина на тему «Моделирование взрывных и детонационных течений в многофазных средах с химическими реакциями»

соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор Павел Аркадьевич Фомин заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Заведующий кафедрой
"Химическая физика" НИЯУ МИФИ
докт.физ.-мат.наук, профессор

Телефон: 916-964-61-10
e-mail: SAGubin@mephi.ru



Губин Сергей Александрович



О.П. Нейко