

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Бивола Григория Юрьевича

«Влияние геометрии канала и покрытия стенок на распространение детонационных волн» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника

Проблема обеспечения безопасности при работе с газовыми топливами весьма актуальна. Обеспечение безопасности при производстве и хранении водорода является одной из наиболее важных задач в области водородной энергетики. В этих случаях для предотвращения детонации или тушения горения в замкнутых объемах необходимо разработать пассивные системы безопасности, которые препятствуют ускорению пламени и формированию детонации смеси водорода с воздухом или водорода с кислородом. Одним из способов подавления детонации, рассматриваемым в научной литературе, является нанесение различных пористых или упругих материалов на стенки детонационной трубы.

Диссертация Бивола Г.Ю. посвящена экспериментальному исследованию нестационарных режимов детонации, возникающих при использовании пористых покрытий на стенках канала либо канала со сложной геометрией.

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, четырех глав, заключения. Диссертация содержит 106 страниц, 7 таблиц и 60 рисунков. Список цитируемой литературы включает 88 наименований.

Во введении обосновывается актуальность выбранного направления исследования, сформулированы цели и задачи работы, кратко изложены основные результаты и положения, выносимые автором на защиту.

В литературном обзоре описаны работы, посвященные теории детонации, начиная с 19 века, распаду и повторному инициированию детонации в каналах переменного диаметра, влиянию пористых покрытий на распространение детонации, формированию нестационарных режимов детонации в каналах субкритического размера. Автор отмечает, что в опубликованных сравнениях различных материалов, используемых для подавления детонации, обычно использовались разбавленные инертными газами смеси водорода или углеводородов с кислородом при низком давлении.

Первая глава диссертации посвящена исследованию распада детонационной волны в канале переменного диаметра. При определенных начальных условиях после распада детонации на ударную волну и фронт пламени наблюдалось формирование пересжатой волны детонации. Определялись параметры пересжатой

волны детонации в канале переменного сечения как в покоящейся предварительно перемешанной смеси метана с кислородом, так и при отдельной подаче метана и кислорода в режиме потока. Было показано, что в случае режима потока детонация сохраняла параметры близкие к детонации Чепмена-Жуге в диапазоне ER от 0.5 до 2.5, в то время как для покоящейся смеси данный диапазон ER был от 0.75 до 1.75.

Вторая глава и третья главы посвящены экспериментальному исследованию подавления детонационных волн в смеси водород-воздух с помощью пористого покрытия на стенках канала. Было показано, что повторное возникновение детонации после пористой секции происходит в случае, когда скорость волны превосходит значение скорости звука в точке Чепмена-Жуге. Эксперименты показали, что ППУ и стальная вата приводят к распаду детонации и снижению давления ударной волны примерно вдвое относительно давления стационарной детонации. Было показано, что покрытие ППУ непроницаемой пленкой приводило к увеличению давления ударной волны под пористым материалом относительно давления стационарной детонации. В главе представлены теневые снимки распространения детонации в прямоугольных каналах с 2 пористыми стенками, полученные с помощью теневого прибора ИАБ-451 с импульсной подсветкой.

В четвертой главе рассмотрен процесс распространения фронта пламени в канале субкритического поперечного размера для смеси ацетилен-воздух. Были получены три режима распространения пламени: стационарная детонация, затухающая осциллирующая форма распространения горения и режим с распадом и последующим восстановлением детонации в узком канале. В случае режима реинициирования повторное возникновение детонации происходило на расстоянии 200 поперечных размеров от начала узкой секции.

В целом можно отметить высокую методическую оснащенность проведенных исследований.

В работе применено большое количество экспериментальных методик, адекватных поставленным задачам. Применена методика параллельного измерения давления импульсными датчиками и измерения световых потоков, весьма информативная для анализа переходных процессов газовой детонации. Кроме этого часть данных была получена в частотном режиме работы установки, что резко повышает информативность эксперимента.

Детализация процессов распада детонации проведена на теневом приборе с различными цифровыми способами регистрации.

В работе были использованы несколько установок со сменными конструктивными элементами.

В качестве объекта исследований выбрано несколько типов пористых материалов, несколько горючих газов, два типа окислителя.

Были применены два способа создания горючих смесей с различным соотношением компонентов.

Научная новизна заключается в том, что установлено влияние параметров пористых покрытий на динамику распространения и параметры детонационных/ударных волн. Были определены параметры пористых покрытий, приводящих к наибольшему ослаблению детонации. Зарегистрированы такие нестационарные режимы горения в смеси ацетилен-воздух, как затухающий осциллирующий режим горения и режим с повторным возникновением детонации в субкритическом канале.

Научная значимость заключается в расширении знаний об околокритических режимах распространения детонационных волн в каналах со сложной геометрией и различным покрытием стенок канала. Экспериментальные данные могут быть использованы для разработки и проверки расчетных кодов.

Результаты работы могут быть использованы для создания пассивных средств ослабления и подавления детонации, разработки пульсирующих детонационных устройств различного назначения, разработке фундаментальных основ безопасного хранения и использования ацетилена и водорода, тестировании схем химической кинетики, описывающих процессы распространения детонации в околокритических условиях. Представленные в диссертации результаты могут быть использованы в российских научных центрах, занимающихся проблемами горения и гидродинамики, таких как Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева, Научно-исследовательский институт механики МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, НИЯУ МИФИ, НИЦ «Курчатовский институт», ИХФ РАН им. Н.Н. Семенова

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на многих международных и российских конференциях, в том числе на 31 Международном симпозиуме по ударным волнам (31st International Symposium on Shock Waves) (2017 г.), V Минском международный коллоквиуме по физике ударных волн, горения и детонации (2017), XXV Всероссийском семинаре с международным участием по струйным, отрывным и нестационарным течениям (2018).

Материалы диссертации достаточно полно изложены в печати. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 25 печатных изданиях, 10 из которых в журналах, рекомендованных ВАК, 15 – в сборниках тезисов и трудах конференций.

Личный вклад автора заключается в разработке и создании экспериментальных стендов, получении и обработке экспериментальных данных, доработке методик экспериментального изучения детонационных волн и формулировке выводов.

В качестве замечаний по диссертации следует отметить следующие:

1. Незначительное количество опечаток, не искажающих смысл изложения материала.

2. Сравнение ППУ и стальной ваты в качестве покрытия стенок детонационной трубы проведено без привлечения анализа структуры пористости.

3. Отсутствует описание усилительно-регистрирующего комплекса сигналов давления и светового потока кроме названия датчиков. Отсутствует метрологическое обоснование погрешностей результатов измерений за исключением утверждения, что время нарастания фотодиода менее 1 мкс. Погрешности возникают в электрической схеме включения, в геометрии ввода пучка света в светопровод, в частоте дискретизации и динамическом диапазоне регистратора. Часть записей светового потока носят следы коррекции.

4. При исследовании детонации в смеси метан-кислород в потоке не сделано никаких предположений о причине различия скорости детонации по сравнению с неподвижной смесью.

Несмотря на отмеченные замечания, диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., а ее автор Бивол Григорий Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Официальный оппонент

к.ф.-м.н., доцент кафедры 4 «Химическая физика» НИЯУ МИФИ
7 (495) 788 56 99, доб. 9831, v.aksenov@mail.ru

 Аксенов В.С.
06.12.18г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
115409, г. Москва, Каширское шоссе, д. 31, +7 (495) 788-56-99; +7 (499) 324-77-77, info@mephi.ru



Подпись удостоверяю
Заместитель начальника отдела
документационного обеспечения
НИЯУ МИФИ
А.А. Абатурова

