

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Тамбовцева Александра Сергеевича
«Исследование сценариев диффузионного горения микроструй водорода при их
взаимодействии» представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.1.9. – Механика жидкости, газа и плазмы**

Диссертационная работа А.С. Тамбовцева посвящена решению важной научно-практической задачи – экспериментальному исследованию диффузионного горения одиночных и взаимодействующих микроструй водорода при истечении в атмосферу. На фоне нестабильной ситуации на мировых энергетических рынках последних лет наблюдается новый всплеск интереса к водороду и водородной энергетике, как перспективному направлению в использовании неуглеродных источников энергии. Развитию водородной энергетики способствует возможность получения водорода из возобновляемых источников энергии, экологичность, высокий потенциал для применения в качестве среды для хранения выработанной электроэнергии. Исследование микроструйных течений актуализировано быстрым развитием в последние десятилетия различной микросистемной техники в различных областях, таких как энергетика, химия, биология, медицина. Таким образом, тематика диссертации, безусловно, актуальна.

Исследования проведены автором экспериментальным методом теневой регистрации течений в широком диапазоне скоростей потока, некоторые режимы также исследованы при помощи тепловизора. Во второй главе диссертации исследовано истечение водорода в неподвижное затопленное пространство (в атмосферу), в третьей и четвертой главах рассмотрено горение микроструи водорода в спутном потоке воздуха. Показано, что увеличение скорости водорода при истечении в атмосферу приводит к последовательной реализации качественно различных режимов горения – ламинарного, двухзонного, турбулентного, при этом возможно погасание отдельных участков струи и формирование приподнятого над срезом сопла факела. Результаты проанализированы с точки зрения чисел Маха и Рейнольдса, сопоставлены с литературными данными. При соосной подаче водорода и воздуха исследованы режимы горения для различных комбинаций газов, подаваемых через центральное и кольцевое сопла.

В пятой главе диссертации исследовано взаимодействие двух горящих микроструй водорода, при варьировании расстояния между источниками и угла между направлениями струй. Показано, что горящие струи могут как гореть индивидуально, так и взаимодействовать, сливаясь в общее диффузионное пламя. С научной точки зрения представляются важными впервые полученные экспериментально сценарии взаимодействия микроструй водорода при их истечении из микросопел, ориентированных под углом. Режимы совместного диффузионного горения взаимодействующих микроструй, установленные автором диссертации, имеют несомненную практическую ценность, поскольку они позволяют разрабатывать микрогорелочные устройства с более эффективными тепломассообменными характеристиками. К важным результатам диссертации можно отнести и установленную возможность управления турбулизацией пламени за счет изменения взаимного расположения источников и ориентации микроструй.

Полученные в работе результаты, несомненно, найдут практическое применение при создании новых микроустройств с горением водорода. Результаты, вошедшие в диссертационную работу, достаточно полно опубликованы в ведущих отечественных и периодических изданиях, неоднократно докладывались на профильных российских и международных конференциях. Автореферат написан ясным языком, изложение сопровождается богатым иллюстративным материалом.

По автореферату диссертации имеются следующие замечания:

- Не совсем понятно при каких соотношениях скоростей водород/воздух справедливы выводы, сделанные по четвертой главе. Следовало бы дополнить эту информацию экспериментально полученными данными.
- Теневые фотографии процесса горения и фотографии, полученные с помощью тепловизора, в четвертой главе получены при различных параметрах истечения, что затрудняет или даже делает невозможным их сопоставление. Было бы интересно получить такие фотографии при одинаковых условиях и наложить их для выявления положения зоны горения в водородном пламени по отношению к горячей струе продуктов горения.
- Отсутствие на некоторых теневых фотографиях масштабных шкал также затрудняет восприятие материала и сопоставление экспериментальных результатов.
- В тексте автореферата имеются отдельные опечатки (см., например, предпоследний вывод на стр. 22).

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы. Содержание автореферата позволяет утверждать, что рассматриваемая диссертация «Исследование сценариев диффузионного горения микроструй водорода при их взаимодействии» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне. Диссертация соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г. (в действующей редакции), а ее автор, Александр Сергеевич Тамбовцев, несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы.

Отзыв составил

Директор Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, заведующий лабораторией термогазодинамики и горения, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН

Сергей Евгеньевич Якуш
«28» февраля 2024 г.

Адрес электронной почты: yakush@ipmnet.ru, тел +7(495)434-34-83

Организация - место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, ИПМех РАН). 119526, Москва, пр-т Вернадского, д. 101, корп. 1. <http://www.ipmnet.ru/>

Согласен на включение в диссертационного совета, и

и, связанные с работой

Подпись С.Е. Якуша удостоенный
Ученый секретарь ИПМех
к.ф.-м.н.
119526, Москва, пр-т Верна:

М.А. Котов
kotov@ipmnet.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, ИПМех РАН) 119526, Москва, пр-т Вернадского, д. 101, корп. 1. +7 (495) 434-00-17, ipm@ipmnet.ru