

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Палесского Федора Станиславовича на тему «Моделирование волн фильтрационного горения в пористых средах с радиационным теплопереносом», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «механика жидкости газа и плазмы»

Среди первостепенных актуальных задач научных и прикладных исследований научным советом по горению и взрыву РАН отмечена разработка способов управления сгоранием топлива в энергетических и силовых установках для достижения высокой эффективности при низком уровне вредных выбросов. Одним из таких способов получения тепла и электроэнергии является фильтрационное горение. Инфракрасное излучение от фильтрационных газовых горелок играет наиболее важную роль для получения полезной энергии. Знание механизмов и закономерностей радиационного теплопереноса в фильтрационных горелках позволят получить соответствующие зависимости эффективности и мощности инфракрасного излучения от геометрии горелок.

Как показывают современные экспериментальные исследования, тепловая радиация существенно увеличивает эффективность работы теплогенераторов за счет выхода потока излучения не только с внешней поверхности конвертера, но также от внутренних слоев пористого тела или от внутренних стенок канала с горением газов. Помимо этого, горение газов в пористых средах позволяет использовать бедные горючие смеси и уменьшать выброс экологически вредных веществ в окружающую среду. В настоящее время эта технология может быть использована при промышленном

производстве тепла. Также на базе этих исследований могут быть сконструированы портативные источники тепловой и электрической энергии.

Научная новизна диссертации Палесского Ф.С. заключается в новом подходе к теоретической оценке теплового излучения от цилиндрической фильтрационной горелки из непрозрачного пористого материала с коэффициентом пористости порядка 0.7. Рассмотрен механизм выхода излучения от внутренних слоев пористого тела в окружающую среду с переносом теплового излучения в пористом теле. Это позволило объяснить экспериментальные результаты исследований других авторов и дает методику качественной оценки мощности и эффективности работы фильтрационных газовых излучателей.

В диссертационной работе показано существование двух принципиально различных режимов сжигания газов в цилиндрической пористой горелке, при которых наблюдается стационарное пламя внутри пористого конвертера или на внешней поверхности. Продемонстрирована устойчивость этих режимов по отношению к малым тепловым возмущениям, а также возможность перехода от внешнего режима к внутреннему при изменении условий теплового баланса на внешней поверхности горелки.

Практическая ценность и применимость результатов исследований заключается в том, что предложенные модели сжигания газов в микроканалах и пористых средах позволяют осуществить параметрический анализ горелочных устройств и исследовать различные конфигурации конвертеров, например работу цилиндрической или сферической горелки. Рассмотренные в работе модели позволяют исследовать устойчивые стационарные режимы горения этих устройств и делать качественные оценки значений мощности теплового излучения и излучательной эффективности. Результаты численных исследований показали, что внутренний режим работы пористых излучателей является предпочтительным, поскольку в этом режиме достигаются более высокие значения эффективности и мощности

теплового излучения от горелки. Это согласуется с литературными экспериментальными данными.

Диссертация состоит из 4 глав. Литературный обзор охватывает достаточно современные исследования. В трех главах рассмотрены части одного более масштабного исследования по изучению механизмов радиационного теплопереноса в пористых средах и микроканальных системах. Не затрагивая вопросы грамматических ошибок необходимо отметить следующие вопросы и замечания к работе:

1. В мотивации к работе упоминается использование радиационных горелок для термо-фото-вольтаики, однако в главе 1 недостаточно раскрыта эта область исследований. Между тем это новая область применения фильтрационного горения, не имеющая аналогов в России. Работы по созданию нового типа электрогенерации в мире только начаты и рекомендации по зависимости эффективности от геометрии горелок были бы крайне важны.
2. В 4 главе проведено численное исследование стационарных режимов горения газов внутри полой цилиндрической горелки. В качестве прототипа была использована экспериментальное устройство, разработанное в г.Томск. Получено хорошее согласие с экспериментальными данными. Однако, с практической точки зрения, были бы интересны результаты исследования зависимости эффективности от геометрии горелки в широком диапазоне размеров.
3. В работе пренебрегается излучением от газов, хотя оно может давать существенный вклад в общий поток излучения при горении смесей близких к стехиометрии. Здесь важно получить закономерности влияния на геометрию и эффективность. Есть основание предполагать о не существенности этого явления, но показать было бы важно.
4. Для описания кинетических параметров используется одностадийный механизм. Как изменяться результаты расчетов при использовании

многостадийного механизма? Этот вопрос остался не раскрытым. Особенно это важно знать для случая, если используется биотоплива в виде эфиров, когда возможны режимы с низкотемпературная и высокотемпературная кинетика.

5. К этой же проблеме относится вопрос влияния каталитических реакций. Есть ли необходимость использовать в устройствах специальные функциональные материалы?

Несмотря на замечания, в целом диссертация Палесского Ф.С. является последовательной исследовательской работой по описанию физических явлений едиными уравнениями, что позволило провести аналогию между горением газов в микроканалах и сжиганием газовых топлив в пористых конвертерах. В микроканале существенную долю излучения составляет инфракрасный поток от внутренних стенок канала, а для пористой среды существенный вклад дает излучение от внутренних слоев пористого тела. К сильной стороне работы можно отнести то, что каждая отдельная глава является частью одного более масштабного исследования по изучению механизмов радиационного теплопереноса в пористых средах и микроканальных системах.

Заключение. Исследования, приведенные в диссертации, выполнены на достаточном профессиональном уровне. Проведено сравнение основных результатов численных расчетов с экспериментальными данными, опубликованными независимыми исследователями. Это позволяет судить о достоверности полученных результатов. Результаты исследований опубликованы в авторитетных научных журналах и в трудах крупных международных конференций. Тема диссертации соответствует специальности 01.02.05 – механика жидкости газа и плазмы. Задачи, поставленные в диссертации, решены в достаточном объеме. Автореферат отражает сущность диссертации в нужном объеме. Диссертация Палесского

Ф.С. является законченным научным исследованием, обладает научной новизной, актуальностью и соответствует стандартам ВАК для присуждения диссертанту степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Старший научный сотрудник «Лаборатории кинетики процессов горения»

ФГБУН Института химической кинетики и горения

В.В. Воеводского СО РАН

кандидат физико-математических наук

_____ Чернов Анатолий Альбертович

ФГБУН Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, Институтская, 3, Новосибирск, 630090, Россия, тел. +7(383) 330-91-50, факс +7(383) 330-73-50, e-mail: admin@kinetics.nsc.ru, <http://www.kinetics.nsc.ru>.

Ученый секретарь

доктор физико-математических наук _____

Какуткина Наталья Александровна

05.09.2019

Председателю
диссертационного совета
Д 003035.02
академику В.М. Фомину

ЛИЧНОЕ СОГЛАСИЕ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Я, Чернов Анатолий Альбертович, даю свое согласие выступить в качестве официального оппонента по диссертации Палесского Федора Станиславовича на тему: «Моделирование волн фильтрационного горения в пористых средах с радиационным теплопереносом» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

О себе сообщаю: Кандидат физико-математических наук, специальность 01.04.17: «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», тел: (383) 333-33-46, E-mail: chernov@kinetics.nsc.ru.

- Старший научный сотрудник, Лаборатория кинетики процессов горения, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук, Институтская, 3, Новосибирск, 630090, Россия, тел. +7(383) 330-91-50, факс +7(383) 330-73-50, e-mail: [admin\(at\)kinetics.nsc.ru](mailto:admin(at)kinetics.nsc.ru), <http://www.kinetics.nsc.ru>.
- Доцент кафедры «Техносферная безопасность», преподаватель предметов «Теории горения и взрыва» и «Пожарная безопасность», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», ул. Плеханова, 10, Новосибирск, Новосибирская обл., 630108, <https://sgugit.ru/>

По теме рассматриваемой диссертации имею 108 научных работ, в том числе в рецензируемых научных изданиях и трудах конференций за последние 5 лет (указать не более 15 работ):

1. Коробейничев О.П., Шмаков А.Г., Чернов А.А., Маркович Д.М., Дулин В. М., Шараборин Д.К., Пространственное и временное разрешение метода PIV при измерении скорости в пламени // Физика горения и взрыва, 2014, т. 50, N5, сс.13-21.
2. Чернов А.А., Коробейничев О.П., Шмаков А.Г., Торопецкий К. В. Изучение эффекта Ландау-Маркштейна в пламени и его практическое применение в камерах сгорания, Материалы 11-ой Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2016), 25-31 мая 2016 г., 159-162

3. Чернов А.А., Коробейничев О.П., Шмаков А.Г., Торопецкий К. В. Каталитическое влияние частиц оксидов металлов на скорость горения метана, Материалы 11-ой Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2016), 25-31 мая 2016 г., 162-164
4. Абруков В.С., Чернов А.А. Применение искусственных нейронных систем для моделирования турбулентного горения, Материалы 11-ой Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2016), 25-31 мая 2016 г., 410-412
5. Большова Т.А., Коробейничев О.П., Торопецкий К. В., Шмаков А.Г., Чернов А.А. Каталитическое влияние субмикронных частиц TiO_2 на скорость распространения метано-воздушного пламени, Физика горения и взрыва, 2016, т.52, №2, с.35-48
6. Чернов А.А., Шмаков А.Г., Коробейничев О.П., Торопецкий К. В., Изучение влияния частиц на скорость горения метана методом PIV, Тезисы Всероссийской школы-конференции «Химия и физика горения и дисперсных систем», посвященной 110-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР А.А.Ковальского, Новосибирск, 19 - 20 сентября 2016 г.
7. Bolshova T.A., Shvartsberg V.M., Shmakov A.G., Korobeinichev O.P., Yakush S.E., Chernov A.A. Development and Validation of Skeletal Mechanism for Flame Inhibition by Trimethylphosphate. // Fire Science and Technology 2015, The Proceedings of 10th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, Editors: Kazunori Harada, Ken Matsuyama, Keisuke Himoto, Yuji Nakamura, Kaoru Wakatsuki, ISBN: 978-981-10-0375-2 (Print) 978-981-10-0376-9 (Online) P. 619 – 627. 2016.
8. Korobeinichev O.P., Tereshchenko A.G., Paletsky A.A., Shmakov A.G., Gonchikzhapov M.B., Chernov A.A., Kataeva L.Yu., Maslennikov D.A., Liu N. The velocity and structure of the flame front at spread of fire across the pine needle bed depending on the wind velocity. // Fire Science and Technology 2015, The Proceedings of 10th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, Editors: Kazunori Harada, Ken Matsuyama, Keisuke Himoto, Yuji Nakamura, Kaoru Wakatsuki, ISBN: 978-981-10-0375-2 (Print) 978-981-10-0376-9 (Online). P. 771 – 779. 2016.
9. Терещенко А.Г., Коробейничев О.П., Палецкий А.А., Шмаков А.Г., Чернов А.А. Скорость и структура фронта пламени при его распространении по слою хвои в зависимости от скорости ветра. // Материалы XX Всероссийской научной конференции с международным участием «Сопряженные задачи механики реагирующих сред, информатики и экологии», 21 – 23 Сентября 2016 г. Томск. С. 55 – 57. 2016.
10. Chernov A.A., Shmakov A.G., Korobeinichev O.P., Tatarenko V.I., Lyapina O.P., Toropetsky K.V., Experimental measurements and numerical simulation of stretch rate for methane-air flame, // Book of abstracts of the 9th International Seminar on Flame Structure, Novosibirsk, Russia, July 10-14, 2017, p 40. ISBN 978-5-89017-050-7 http://www.kinetics.nsc.ru/kcp/9ISFS/9ISFS_Book_of_abstracts.pdf
11. Chernov A.A., Shmakov A.G., Korobeinichev O.P., Tatarenko V.I., Lyapina O.P., Toropetsky K.V., Investigation of influence of catalytic and inhibitory particles for burning rate of methane by using PIV method // Book of abstracts of the 9th International Seminar on Flame Structure, Novosibirsk, Russia, July 10-14, 2017, p 99. ISBN 978-5-89017-050-7. http://www.kinetics.nsc.ru/kcp/9ISFS/9ISFS_Book_of_abstracts.pdf
12. Bolshova T.A., Knyazkov D.A., Chernov A.A., Shvartsberg V.M., Gerasimov I.E., Korobeinichev O.P., Shmakov A.G., Zhuravel M.A., Effect of chemically active inhibitors on concentration flammability limits and flames speed of dimethyl ether/air mixtures // Book of abstracts of the 9th International Seminar on Flame Structure, Novosibirsk, Russia, July 10-14, 2017, p 98. ISBN 978-5-89017-050-7. http://www.kinetics.nsc.ru/kcp/9ISFS/9ISFS_Book_of_abstracts.pdf
13. Чернов А.А., Шмаков А.Г., Коробейничев О.П., Татаренко В.И., Ляпина О.П., Торопецкий К.В., Чернов Г.А. «3-D моделирование эффекта Ландау-Маркштейна в метановоздушном пламени», // Сборник тезисов докладов XXXIII Сибирский теплофизический семинар, посвященный 60-летию Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Всероссийская конференция с элементами научной школы для молодых ученых. 2017, с.134, http://www.itp.nsc.ru/conferences/sts33/files/STS33_abstracts.pdf

14. Чернов А.А., Шмаков А.Г., Маркович Д.М., Дулин В.М., Торопецкий К.В., Чернов Г.А. Программно-аппаратный комплекс для калибровки численных моделей горения в жаровых камерах авиадвигателей, Материалы международной конференции по прикладной математике и механике в аэрокосмической отрасли, NPNJ2018, 24-31 мая 2018, с. 154-156, http://www.npnj.ru/files/npnj2018_web.pdf
15. D.A. Knyazkov, N. Alyanova, T. Bolshova, A. Chernov, V. Shvartsberg, A. Shmakov, Inhibition of Dimethyl Ether Combustion by Trimethyl Phosphate, 37-th International Symposium on Combustion, Dublin, 29 Juli - 3 August 2018,

Не являюсь членом экспертного совета ВАК.

Согласен на включение моих персональных данных в аттестационное дело соискателя и их дальнейшую обработку.

Дата 05.09.2019