

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТ СО РАН
Академик РАН Маркович Д.М.



«11» сентября 2020 г.
М.П.

Заключение

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе
Сибирского отделения Российской академии наук

Диссертация на соискание степени кандидата технических наук «Исследование горения жидкого топлива в условиях паровой газификации» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН).

В период подготовки диссертации соискатель Копьев Евгений Павлович работал в научно-исследовательской лаборатории радиационного теплообмена Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук в должности младшего научного сотрудника.

В 2020 году Копьев Евгений Павлович окончил в очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника. Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2020 году Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институте теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – д.ф.-м.н. Шарыпов Олег Владимирович работает в должности главного научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории радиационного теплообмена Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность работы.

Задачи повышения эффективности технологий производства тепловой энергии, автономного теплоснабжения производственных и жилых объектов обуславливают возрастающий интерес к применению запасов доступных низкокачественных видов топлива, не востребованных энергетикой в настоящее время. К ним относятся, в том числе низкокачественные виды жидкого углеводородного топлива и отходы производства. Накапливаемые опасные отходы производства создают угрозу экологическому благополучию населения, лишь относительно небольшая их часть перерабатывается, а основная – может найти применение в производстве тепловой энергии. Основная причина их низкого удельного веса в топливно-энергетическом балансе заключается в отсутствии технологий, отвечающих современным требованиям к эффективности и экологической безопасности. Тем самым, актуальными являются исследования, направленные на

развитие научного задела и обоснование разработки новых устройств и технологий, обеспечивающих высокие технические и экологические показатели при производстве энергии с использованием низкокачественных видов углеводородного топлива.

Одной из перспективных технологий является сжигание низкокачественных видов жидкого углеводородного топлива в режиме с подачей в зону горения струи перегретого водяного пара и паровой газификацией продуктов термического разложения топлива. Для создания высокоэффективных горелочных устройств, работающих в таком режиме, требуются научные данные о влиянии режимных параметров на структуру факела, тепловые характеристики и экологические показатели при горении различных видов топлива.

Целью настоящей работы является определение влияния параметров водяного пара на тепловые, газодинамические и экологические характеристики процесса горения жидких углеводородов на примере дизельного топлива и отработанного машинного масла, обоснование перспективных научно-технических решений.

Поставлены и решены следующие **задачи**:

- разработка новых технических решений и создание лабораторных образцов оригинальных прямоточных жидкотопливных горелочных устройств испарительного типа мощностью до 10 кВт с подачей в зону горения перегретого водяного пара или воздуха;
- диагностика структуры высокотемпературного турбулентного потока и измерение распределения температуры в факеле в широком диапазоне режимных параметров;
- контроль полноты сгорания топлива и газовый анализ состава продуктов сгорания, определение режимов с низким содержанием токсичных компонентов (СО и NO_x) при различных параметрах подаваемого потока пара и воздуха;
- обоснование способа управления экологическими показателями горения жидких углеводородов в режиме с подачей перегретого водяного пара в зону реакции – применительно к проблеме эффективной и безопасной утилизации производственных отходов.

Научная новизна работы заключается в комплексном подходе к изучению влияния параметров пара на тепловые и экологические характеристики горения жидких углеводородов применительно к важным практическим задачам, получении новых зависимостей в сопоставлении с показателями режимов горения с подачей воздуха, определении способа управления процессом, а также связана с новизной объектов исследования – оригинальных прямоточных жидкотопливных горелочных устройств испарительного типа с различными способами генерации перегретого водяного пара, разработанных на основе новых технических решений, на которые получены патенты.

Теоретическая значимость работы связана с важностью получения новых научных данных о влиянии перегретого водяного пара на основные характеристики горения жидких углеводородов в конкретных условиях, обоснованием способа управления процессом для достижения высоких тепловых и экологических показателей.

Практическая значимость работы определяется перспективами использования результатов исследований при создании эффективных и экологически безопасных горелочных устройств, реализующих новый способ утилизации низкокачественных видов жидкого углеводородного топлива и производственных отходов с получением тепловой энергии. Практическое использование полученных результатов подтверждено заключенными лицензионными договорами.

Достоверность и апробация результатов.

Результаты диссертационной работы являются достоверными, они получены с использованием экспериментальных методов и научного оборудования, соответствующих поставленным задачам, проводились статистическая обработка данных и оценка погрешностей измерений, контролировалась воспроизводимость результатов в пределах определенных доверительных интервалов. Результаты исследований и используемые методики были вынесены на обсуждение 2014-2019 гг. как в форме публикации статей в ведущих рецензируемых научных журналах, так и в виде представления более 20

докладов на всероссийских и международных конференциях: Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс» (Новосибирск, 2014, 2015), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Теплофизические основы энергетических технологий» (Томск 2014), International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics (Новосибирск, 2014), Российской национальной конференции по теплообмену (Москва, 2014, 2018), Всероссийской конференции «Сибирский теплофизический семинар» (Новосибирск, 2014, 2017), Всероссийской школе-семинаре молодых ученых «Актуальные вопросы теплофизики и физической гидрогазодинамики» (Новосибирск, 2014, 2016), Всероссийской конференции с международным участием «Горение топлива: теория, эксперимент, приложения» (Новосибирск, 2015), Минском международном коллоквиуме по физике ударных волн, горения и детонации (Минск, 2015, 2017), Минском международном форуме по тепломассообмену (Минск, 2016), Всероссийской школе-конференции с международным участием «Химия и физика горения и дисперсных систем» (Новосибирск 2016), Всероссийской научной конференции с элементами школы молодых учёных «Теплофизика и физическая гидродинамика» (Ялта, 2016, 2018), Школе-семинаре молодых ученых и специалистов под руководством академика РАН А.И. Леонтьева «Проблемы газодинамики и тепломассообмена в энергетических установках» (Санкт-Петербург, 2017), Международной научно-технической конференции «Перспективы развития новых технологий в энергетике России» (Москва, 2017), International Seminar on Flame Structure (Новосибирск, 2017), International School of Young Scientists «Interfacial Phenomena and Heat Transfer» (Новосибирск, 2017).

Личный вклад соискателя заключается в участии Копьева Е.П. в создании и модернизации экспериментального стенда, проведении экспериментов, обработке полученных данных, анализе и обобщении результатов исследований, подготовке материалов к публикации. Копьев Е.П. внес определяющий вклад в получение результатов, обладающих научной новизной; результаты, выносимые на защиту, получены им лично.

Результаты диссертации отражены в основных публикациях:

1. Anufriev, I.S. Diesel fuel combustion in a direct-flow evaporative burner with superheated steam supply / I.S. Anufriev, S.V. Alekseenko, O.V. Sharypov, E.P. Kopyev // Fuel. – 2019. – Vol. 254. – Article No. 115723. DOI: 10.1016/j.fuel.2019.115723 (Web of Science)
2. Алексеенко, С.В. Влияние параметров перегретого водяного пара на процесс горения жидких углеводородов / С.В. Алексеенко, И.С. Ануфриев, С.С. Арсентьев, М.С. Вигриянов, Е.П. Копьев, О.В. Шарыпов // Теплофизика и аэромеханика. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 109–113. DOI: 10.1134/S0869864319010104 (Web of Science)
3. Копьев Е.П. Изучение характеристик пламени горелочного устройства при распылении жидких углеводородов паровой струей / Е.П. Копьев, И.С. Ануфриев, Е.Ю. Шадрин, Е.Л. Лобода, М.В. Агафонцев, М.А. Мухина // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2019. – Выпуск 2, № 43. – С. 38–55. (из перечня ВАК)
4. Алексеенко, С.В. Характеристики сжигания дизельного топлива в горелочном устройстве с подачей струи перегретого водяного пара / С.В. Алексеенко, И.С. Ануфриев, М.С. Вигриянов, Е.П. Копьев, О.В. Шарыпов // Физика горения и взрыва. – 2016. – Т. 52, № 3. – С. 37–44. DOI: 10.15372/FGV20160305 (Web of Science)
5. Алексеенко, С.В. Сажепаровый режим горения жидких углеводородов: распределение скорости в факеле горелки / С.В. Алексеенко, И.С. Ануфриев, М.С. Вигриянов, В.М. Дулин, Е.П. Копьев, О.В. Шарыпов // Теплофизика и аэромеханика. – 2014. – Т. 21, № 3. – С. 411–414. DOI: 10.1134/S0869864314030123 (Web of Science)
6. Пат. РФ № 2701970, F22B 1/28, F22B 27/14. Электрический парогенератор / Копьев Е.П., Вигриянов М.С., Ануфриев И.С., Шарыпов О.В., Осинцев Я.А. ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН). – № 2019101397 ; заявл. 17.01.2019 ; опубл. 02.10.2019, Бюл. № 28.

7. Пат. РФ № 2705494, F23C 99/00, F23L 7/00. Автономное горелочное устройство длительного действия / Вигриянов М.С., Алексеенко С.В., Ануфриев И.С., Копьев Е.П., Арсентьев С.С., Осинцев Я.А. ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН). – № 2019101396; заявл. 17.01.2019; опубл. 07.11.2019, Бюл. № 31.

8. Пат. РФ № 2705495, F23Q 13/00, F23C 99/00, F23L 7/00. Пусковое горелочное устройство / Алексеенко С.В., Вигриянов М.С., Копьев Е.П., Ануфриев И.С., Шарыпов О.В. ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН). – № 2019101398; заявл. 17.01.2019 ; опубл. 07.11.2019, Бюл. № 31.

9. Kopyev, E.P. Thermography of flame during combustion of diesel fuel in the vaporizing burner / E.P. Kopyev, M.V. Agafontsev, E.L. Loboda, E.Yu. Shadrin // Journal of Physics: Conf. Series. – 2018. – Vol. 1128. – Article No. 012067. – 7 p. DOI: 10.1088/1742-6596/1128/1/012067 (Scopus).

10. Anufriev, I.S. Thermography of flame during diesel fuel combustion with steam gasification / I.S. Anufriev, S.S. Arsenyev, M.V. Agafontsev, E.P. Kopyev, E.L. Loboda, E. Shadrin, O.V. Sharypov // Journal of Physics: Conf. Series. – 2017. – Vol. 925. – Article No. 012014. – 6 p. DOI: 10.1088/1742-6596/925/1/012014 (Scopus).

11. Anufriev, I.S. Study of flame characteristics during liquid hydrocarbons combustion with steam gasification / I.S. Anufriev, E.P. Kopyev, E.L. Loboda // Proc. SPIE 9292, 20th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. – 2014. – 6 p. DOI: 10.1117/12.2086623 (Scopus).

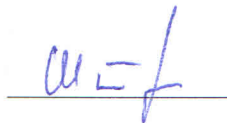
Решение о рекомендации к защите

Диссертация «Исследование горения жидкого топлива в условиях паровой газификации» Копьева Евгения Павловича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

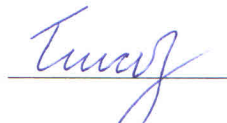
Решение принято на проведенном в режиме видеоконференции заседании семинара «Физическая гидродинамика» под руководством академика РАН Алексеенко С.В. с участием членов Секции «Теплофизические основы энергетики (включая горение)» Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук. Председатель заседания – д.ф.-м.н. Шторк Сергей Иванович, заведующий лабораторией экологических проблем теплоэнергетики ИТ СО РАН. Всего присутствовали на заседании 25 чел., из них: 1 академик РАН, 8 докторов наук, 7 кандидатов наук.

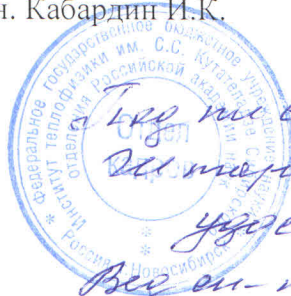
Результаты голосования: «за» – 25 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 6 от «08» сентября 2020 г.

Председатель заседания
д.ф.-м.н. Шторк С.И.



Секретарь семинара
к.т.н. Кабардин И.К.





Текст рукописи:
Шторк С.И., Кабардин И.К.
уведомлено
С.И. Шторк
по адресу:
Синенкина 3.9