

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.110.03
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ
ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22.02.2017 г., протокол № 1

О присуждении Лавренову Владимиру Александровичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Экспериментальное исследование процесса двухстадийной термической конверсии древесной биомассы в синтез-газ» в виде рукописи по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы принята к защите 29.11.2016 г. (протокол № 8) диссертационным советом Д 002.110.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2, jiht.ru, +7 (495) 485-83-45), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 15.02.2013 г. № 75/нк.

Соискатель Лавренов Владимир Александрович, 1989 года рождения, в 2012 году окончил МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В 2016 году окончил аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Объединенном институте высоких температур Российской академии наук.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Объединенном институте высоких температур Российской академии наук.

Работает младшим научным сотрудником Лаборатории № 2.1.3.1 – распределенной генерации НИЦ-2 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор технических наук, старший научный сотрудник Зайченко Виктор Михайлович, заведующий отделом № 2.1.3 НИЦ-2

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

- кандидат технических наук, доцент Кузьмин Сергей Николаевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры "Энергообеспечение предприятий и теплотехника";

- доктор технических наук, старший научный сотрудник Тугов Андрей Николаевич, Открытое акционерное общество «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», заведующий отделением парогенераторов и топочных устройств электростанций

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва) в своем положительном заключении, составленном сотрудниками кафедры Газотурбинных и нетрадиционных энергоустановок (ЭЗ) к.т.н., доцентом Ивановым В.Л., к.т.н. Куникеевым Б.А. и д.т.н., профессором Манушиным Э.А. (утвержденном первым проректором по научной работе, д.т.н., профессором Зиминим В.Н.), отметила актуальность, научную новизну и практическую значимость работы. По диссертации имеются следующие замечания:

1. В литературном обзоре следовало бы уделить больше внимания подробному анализу публикаций, непосредственно касающихся исследуемого метода двухстадийной термической конверсии биомассы.
2. Методика расчета объема реактора крекинга модуля термохимической конверсии не является универсальной, поскольку представляет собой масштабирование экспериментальной установки до размеров промышленного реактора в предположении подобия процессов. Неясно, до каких размеров реактора приемлем такой подход.
3. Следовало бы изучить влияние плотности «загрузки» биомассы на показатели процесса двухстадийной термической конверсии, поскольку плотность и размеры частиц коксового остатка биомассы в реакторе крекинга должны

напрямую влиять на интенсивность взаимодействия пиролизных продуктов и коксового остатка.

4. Оценка экономической эффективности электростанции на базе установки двухстадийной конверсии представляется несколько завышенной, поскольку предполагается годовая наработка 8000 часов (что маловероятно), а выбранное значение ставки дисконтирования меньше принятых значений инфляции и роста тарифов.

Результаты диссертационного исследования могут быть рекомендованы для использования в Объединенном институте высоких температур РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана, НИУ «Московский энергетический институт», ОАО «ВТИ» Тамбовском государственном техническом университете и других научных учреждениях, а также при модернизации существующих котельных небольшой мощности.

Соискателем опубликованы 22 печатные работы, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК и 2 статьи в журналах, входящих в реферативные базы данных Scopus и Web of Science. Результаты исследований докладывались на 19 российских и международных научных конференциях.

Основные работы:

1. В.М. Зайченко, В.А. Лавренов, В.А. Синельщиков. Исследование характеристик газообразного топлива, получаемого методом двухстадийной пиролизической конверсии древесных отходов // Альтернативная энергетика и экология. – 2016. – № 23-24. – С. 42–50.
2. В.М. Зайченко, В.В. Качалов, В.А. Лавренов и др. Двухстадийная термическая конверсия древесной биомассы в синтез-газ // Экология и промышленность России. – 2016. – Том 20. – № 11. – С. 4–9.
3. М.А. Ершов, В.М. Зайченко, В.А. Лавренов и др. Синтез базового компонента авиабензина из синтез-газа, полученного из биомассы // Экология и промышленность России. – 2016. – Том 20. – № 12. – С. 25–29.
4. V.F. Kosov, V.A. Lavrenov, V.M. Zaitchenko. Simulation of a process for the two-stage thermal conversion of biomass into the synthesis gas // Journal of Physics: Conference Series. – 2015. – Vol. 653. – Conf. 1. – 012031. – DOI: 10.1088/1742-6596/653/1/012031.
5. V.V. Kachalov, V.A. Lavrenov, I.I. Lishchiner et al. Scientific bases of biomass processing into basic component of aviation fuel // Journal of Physics: Conference

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ») (профессор кафедры Инженерной теплофизики, д.т.н. Яньков Георгий Глебович) – отзыв положительный, с замечаниями:

- предложение на с. 3 «При производстве электроэнергии путем конверсии древесной биомассы в газообразное топливо ... одним из эффективных и коммерчески жизнеспособных методов является газификация» представляется неудачным. В чем смысл этого предложения?

- в таблице 2 приведена эффективность преобразования энергии древесной биомассы в энергию синтез-газа, равная 79,8%. Если, пользуясь таблицей 2, разделить теплоту сгорания полученного синтез-газа (24,5) на теплоту сгорания исходной биомассы (30,3) в единицу времени (мощность в кВт), то легко получить значение 80,9%. Не ясно как получено значение 79,8%;

- следовало бы пояснить определения КПД МТК в таблице 2 (37,1%) и в тексте, следующем за таблицей 3 (63,2–69,5%). Ясно, что «вдруг» КПД не может увеличиться почти в 2 раза при снижении энергетической эффективности с 79,8% (таблица 2) до 70,3% (с. 15). Как получить значение КПД равное 37,1%, пользуясь данными табл. 2, также не ясно.

2. ФГБУН Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (главный научный сотрудник, д.х.н., профессор Мясоедова Вера Васильевна) – отзыв положительный, с замечаниями:

- в работе отсутствуют сведения о содержании твердых частиц в получаемом газе. Данный показатель, наряду с содержанием смол, является одним из основных ограничивающих факторов для использования газа в двигателях внутреннего сгорания;

- в автореферате не представлены расчетные формулы для определения коэффициента полезного действия модуля термохимической конверсии.

3. Филиал «ЭНЕКС» ОАО «Ростовтеплоэлектропроект» (главный специалист по экономике и возобновляемым источникам энергии, к.т.н. Чернявский Адольф Александрович) – отзыв положительный, с замечаниями:

- не представлен подробный вывод формулы расчёта объёма реактора крекинга модуля термохимической конверсии;
- в расчёте показателей экономической эффективности инвестиционного проекта создания электростанции логичнее было бы вместо схемы, подразумевающей производство только электрической энергии, принять за основу когенерационную схему.

4. Национальный исследовательский центр «Курчатовский Институт» (заместитель заведующего отделом Биотехнологий и Биоэнергетики, к.т.н. Готовцев Павел Михайлович) – отзыв положительный, с замечаниями:

- на стр. 11-12 автореферата приведен перечень оборудования, на котором проводились измерения элементного состава, показателя выхода летучих и зольности биомассы, а также химического состава синтез-газа, однако не представлена информация о том, почему были выбраны соответствующие методики их определения;
- в автореферате было бы целесообразным дать информацию о методике расчета значений теплоты сгорания биомассы, коксового остатка и синтез-газа, приведенных в таблице 2.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что:

- к.т.н., доцент Кузьмин С.Н. является ведущим ученым в области возобновляемой энергетики, технологий пиролизической переработки биомассы, котельных установок с кипящим слоем и исследований теплофизических свойств материалов.

Основные публикации Кузьмина С.Н., близкие к тематике диссертации:

1. R.L. Isemin, S.N. Kuzmin, O.J. Milovanov, A.V. Mikhalev V.V. Konyakhin. Development and testing of reactor model for low-temperature pyrolysis of biomass // Chemical and petroleum engineering. – 2013. – Vol. 49. – № 7. – P. 440–442.
2. Исьемин Р.Л., Кузьмин С.Н., Милованов О.Ю., Михалев А.В., Коняхин В.В., Николополус Н., Граммелис П. Выбор наиболее энергоэффективного метода низкотемпературного пиролиза соломы // Промышленная энергетика. – 2013. – № 2. – С. 36–38.
3. S.N. Kuzmin, N. Nikolopoulos, P. Grammelis, M. Agraniotis, R.L. Isemin, O.J. Milovanov, A.V. Mikhalev. Two-stage model of the reactor for straw low temperature

pyrolysis // Вопросы современной науки и практики. – М.: Университет им. В.И. Вернадского. – 2012. – № 3 (41). – С. 345–354.

- д.т.н., старший научный сотрудник Тугов А.Н. является известным учёным в области термохимической переработки различных видов твёрдых топлив, в том числе проблемных (горючие сланцы, ТБО), а также специалистом по топочным устройствам и парогенераторам электростанций.

Основные публикации Тугова А.Н., близкие к тематике диссертации:

1. Тугов А.Н., Отс А., Сийрде А., Сидоркин В.Т., Рябов Г.А. Разработка мероприятий по усовершенствованию технологий энергетической утилизации газообразных отходов сланцепереработки // Теплоэнергетика. – 2016. – № 6. – С. 53–62.
2. А.Н. Тугов. Перспективы использования твёрдых бытовых отходов в качестве вторичных энергетических ресурсов в России // Теплоэнергетика. – 2013. – № 9. – С. 56–61.
3. А.Н. Тугов. Опыт использования твёрдых коммунальных отходов в энергетике (обзор) // Теплоэнергетика. – 2015. – № 12. – С. 13–22

Выбор ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» в качестве ведущей организации обусловлен тем, что в МГТУ им. Н.Э. Баумана активно ведутся работы по разработке и исследованию энергетических установок на основе возобновляемых источников энергии, в том числе биомассы.

Основные публикации сотрудников МГТУ им. Н.Э. Баумана, близкие к тематике диссертации:

1. Иванов В.Л. Газотурбинный энергопреобразователь для установки утилизации твердых бытовых и промышленных отходов методом газификации // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2012. – № 10. – С. 15.
2. Иванов В.Л., Скибин Д.А. Твердые бытовые отходы как топливо для газотурбинной установки // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2015. – № 3 (15). – С. 42–59
3. Марков В.А., Девянин С.Н., Шимченко С.П. Использование биогаза для получения электроэнергии в агропромышленных комплексах // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 6 (36). – С. 45–50.

Диссертационный совет отмечает, что **на основании выполненных соискателем исследований:**

- получены новые экспериментальные данные по влиянию режимных параметров процесса двухстадийной конверсии на потребительские характеристики получаемого газа: удельные значения объёмного выхода неконденсирующихся газов и объёмного содержания смол и влаги в газе;
- реализован принцип непрерывной двухстадийной термической конверсии древесной биомассы в синтез-газ в типовом модуле термохимической конверсии и получены экспериментальные данные об основных характеристиках процесса: удельном выходе и химическом составе синтез-газа;
- разработаны и реализованы принципиальные схемы когенерационного комплекса с газопоршневым электроагрегатом и отопительного комплекса на базе переоборудованного для совместного сжигания жидкого и газообразного топлив жидкотопливного котла, включающие типовой модуль термохимической конверсии древесной биомассы.

Научная новизна исследования заключается в том, что:

- впервые реализован непрерывный процесс двухстадийной термической конверсии древесной биомассы, сочетающий пиролиз и крекинг летучих продуктов в слое коксового остатка биомассы. Получены новые данные о химическом составе и удельном выходе синтез-газа;
- впервые получены экспериментальные данные о зависимости содержания в синтез-газе высокомолекулярных органических соединений (смол) и влаги от температуры в зоне крекинга.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- результаты проведённых экспериментальных исследований подтвердили возможность использования без дополнительной очистки от смол синтез-газа, полученного методом двухстадийной термической конверсии древесной биомассы, в газопоршневых двигателях внутреннего сгорания;
- создан и испытан типовой модуль термохимической конверсии по исходной биомассе. Выполнена оценка энергетической эффективности термохимической конверсии, а также получены результаты расчётов модернизированной схемы модуля термохимической конверсии;
- экспериментально осуществлена совместная работа модуля термохимической конверсии с газопоршневым электроагрегатом в составе когенерационного комплекса;

- произведена частичная замена жидкого топлива синтез-газом в котле отопительной системы производственного предприятия ООО «Энергонезависимость» (г. Нижний Новгород), переоборудованном для совместного сжигания дизельного топлива и синтез-газа, полученного при конверсии древесной биомассы.

Результаты диссертационного исследования могут быть рекомендованы для использования в Объединенном институте высоких температур РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана, НИУ «Московский энергетический институт», ОАО «ВТИ» Тамбовском государственном техническом университете и других научных учреждениях, а также при модернизации существующих котельных небольшой мощности.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- результаты получены на сертифицированном оборудовании;
- использованы стандартные методы и современные высокоточные приборы для исследования свойств биомассы, коксового остатка и синтез-газа;
- идея диссертационной работы отражает актуальное направление развития энергетики и базируется на анализе научно-технической литературы, обобщении передового опыта работы других научных групп, лабораторий и технологических компаний;
- установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в выборе темы и постановке задачи исследования, разработке методики проведения экспериментальных исследований процесса двухстадийной термической конверсии. Все лабораторные и экспериментальные исследования проведены соискателем либо лично, либо при его определяющем участии. Апробация результатов исследования проводилась на 19 российских и международных конференциях и симпозиумах, в которых соискатель принимал личное участие. Основные публикации по результатам работы подготовлены лично автором.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную для энергетики тему, и соответствует критериям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании от 22.02.2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Лавренову В.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы и 10 докторов наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета Д 002.110.03

чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор



Вараксин А.Ю.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.03

д.т.н.

Директор Л.Б.

A blue ink signature, likely belonging to the Director mentioned in the text below.

М.П.

22.02.2017 г.