

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

о присуждении **Лариной Ольге Михайловне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Экспериментальные исследования особенностей пиролизической переработки органических отходов жизнедеятельности в синтез-газ»** в виде рукописи, по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы, принята к защите 11.10.2017 г. (протокол № 6) Диссертационным советом Д 002.110.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН) (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2), утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 75/нк от 15.02.13 г.

Соискатель **Ларина Ольга Михайловна**, 1989 года рождения, в 2013 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1).

В 2017 году окончила очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Работает научным сотрудником в лаборатории 2.1.3.1 – распределенной генерации, отдела № 2.1.3 – распределенных энергетических систем, отделения

№ 2.1 – энергетики и энерготехнологий Научно-исследовательского центра физико-технических проблем энергетики (НИЦ-2) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории 2.1.3.1 НИЦ-2 ОИВТ РАН.

Научный руководитель – доктор технических наук, старший научный сотрудник **Зайченко Виктор Михайлович**, заведующий отделом 2.1.3 НИЦ-2 ОИВТ РАН.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, старший научный сотрудник **Рябов Георгий Александрович**, заведующий лабораторией специальных котлов Открытого акционерного общества «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени Теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ») (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14) дал положительный отзыв на диссертацию.

кандидат технических наук **Исьёмин Рафаил Львович**, ведущий научный сотрудник Управления фундаментальных и прикладных исследований Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ТГТУ) (392000, Тамбов, ул. Советская, д. 106) дал положительный отзыв на диссертацию.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет» (170026, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, д. 22) в своем положительном заключении, принятом на заседании кафедры биотехнологии и химии (протокол № 4 от 20.11.2017 г.), составленном заведующим кафедрой биотехнологии и химии, д.х.н., профессором Сульман Э.М. (утверждено ректором ФГБОУ ВО ТвГТУ д.ф.-м.н., профессором Твардовским А.В.), указала, что диссертация выполнена на актуальную тему, результаты, полученные лично диссертантом, способствуют развитию и

совершенствованию эффективных методов термической обработки биогенных отходов и могут быть рекомендованы для использования в научно-исследовательских и конструкторских организациях: ОАО «ВТИ», АО «Мосводоканал», ООО «НПФ «Бифар» и др.

Соискатель имеет 15 опубликованных по теме диссертации работ, из которых 1 статья – в журнале из перечня ВАК и 4 статьи – в журналах, входящих в реферативную базу данных Scopus. Основные работы:

1. Kosov V.F., **Umnova O.M.** (Larina O.M.), Zaichenko V.M. The pyrolysis process of sewage sludge // Journal of Physics: Conference Series. – 2015. – Vol. 653. – 012032.
2. Kosov V.F., Lavrenov V.A., **Larina O.M.**, Zaichenko V.M. Use of two-stage pyrolysis for bio-waste recycling // Chemical Engineering Transactions. – 2016. – Vol. 50. – P. 151-156.
3. Лавренов В.А., **Ларина О.М.**, Синельщиков В.А., Сычев Г.А. Двухстадийная пиролизическая конверсия различных видов биомассы в синтез-газ // ТВТ. – 2016. – Т. 54. – № 6. – С. 950–956.
4. **Larina O.M.**, Sinelshchikov V.A., Sytchev G.A. Comparison of Thermal Conversion Methods of Different Biomass Types into Gaseous Fuel // Journal of Physics: Conference Series. – 2016. – Vol. 774. – 012137.
5. **Larina O.M.**, Zaichenko V.M. Energy Production from Chicken Manure by Pyrolysis and Torrefaction // Proceedings of the 25th European Biomass Conference and Exhibition EUBCE-2017. – 2017. – P. 1205–1209.

На диссертацию и автореферат **поступили отзывы:**

К.т.н. **Потапов О.П.**, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии использования твердых топлив **Акционерного общества «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского»** (119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 19) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Одновременно с крекингом летучих продуктов пиролиза ОСВ на древесном угле происходит его активация вследствие взаимодействия углерода с водяным паром, образовавшимся из влаги ОСВ и пирогенетической воды. В

результаты этой реакции должна уменьшиться масса углерода в древесном угле и увеличиться его удельная поверхность. Этот процесс преобразования древесного угля не был учтен в диссертации.

2. Значение высшей теплоты сгорания измерялось с помощью калориметра сжигания БКС-2Х. Зная высшую теплоту сгорания, влажность и содержания водорода, можно было бы рассчитать низшую теплоту сгорания ОСВ и ПМ. Однако в диссертации низшая теплота сгорания рассчитывалась по менее точной формуле Менделеева.

Д.т.н., профессор **Ефимов Н.Н.**, профессор кафедры «Тепловые электрические станции и теплотехника» **Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»** (346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, д. 132) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. В автореферате не представлена схема установки получения синтетических моторных топлив. Возможно, это схема устройства Фишера-Тропша. Однако даже названия такой установки в автореферате нет.
2. В работе нет данных о повторяемости, погрешности и достоверности результатов исследований, в то время как на рис. 7 показано значительное расхождение экспериментальных и расчётных данных.
3. На стр. 6 (последняя строка) представлено понятие керамики как Al_2O_3 , которая используется в качестве материала-наполнителя реактора крекинга. С этим трудно согласиться.

К.т.н. **Чернявский А.А.**, главный специалист по экономике и возобновляемым источникам энергии **Филиала «ЭНЕРГО-ЮГ» Общества с ограниченной ответственностью «Ростовтеплоэлектропроект»** (344002, г. Ростов-на-Дону, пр. Буденовский, д. 2) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. При описании методики проведения экспериментальных исследований сказано, что велись отборы проб газа для хроматографического анализа в процессе нагрева перерабатываемого сырья. В автореферате такие данные

отсутствуют, а вопрос зависимости состава газа от температуры нагрева сырья не обсуждается.

2. В автореферате сказано, что использовавшийся в данной работе метод двухстадийной пиролитической переработки ранее применялся для конверсии биомассы растительного происхождения в газообразное топливо. В то же время, применительно к ОСВ, автор ограничился рассмотрением вопроса об использовании получаемого синтез-газа только для производства компонентов жидких моторных топлив.

К.т.н. Кузьмин А.М., доцент кафедры «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» **Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»** (190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Масса или объем материала, используемого в качестве наполнителя реактора крекинга, по-видимому, оказывают существенное влияние на степень конверсии летучих продуктов пиролиза. В то же время из автореферата не понятно, исходя из каких соображений выбиралась масса древесного угля и керамики, использовавшихся в эксперименте.

2. Из автореферата не понятна роль холодильника в схеме лабораторного стенда, использовавшегося для исследования процесса пиролиза (рис. 1), поскольку он дублирует расположенный выше конденсатор.

К.т.н. Беляева С.Д., директор по научной работе **Общества с ограниченной ответственностью Научно-производственной фирмы «БИФАР»** (125371, г. Москва, Волоколамское ш., д. 87, стр. 1) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Желательно было в автореферате отразить все стадии последовательных превращений, в результате которых из исходного сырья (ОСВ) получается конечный продукт (бензиновая фракция), с указанием массового выхода продуктов переработки, получаемых на промежуточных стадиях.

2. Целесообразно в автореферате провести сравнительный анализ указанного метода с традиционным методом сбраживания, указать экономический эффект исследованного метода переработки осадков сточных вод и куриного помета и проанализировать перспективность применения конечных продуктов пиролиза.

К.т.н. Бурцев С.А., доцент кафедры «Газотурбинные и нетрадиционные энергоустановки» **Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»** (105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. В тексте автореферата отсутствует оценка неопределенности измерений, хотя большинство исследуемых (определяемых) параметров приводится с точностью в четыре значащие цифры.
2. В «Материальном балансе... пиролиза с крекингом на керамике» (рис. 6) присутствует пиролизная жидкость, однако из автореферата не ясно, как определялась ее масса и элементный состав.
3. На стр. 5 автореферата сказано, что в данной работе исследована возможность применения метода «пиролиза... и гетерогенного крекинга...» для переработки осадка сточных вод и пометной массы, однако в дальнейшем для осадков сточных вод проведено подробное исследование, а по пометной массе представлены только данные по крекингу летучих продуктов пиролиза на древесном угле.

К.т.н. Готовцев П.М., заместитель руководителя отдела Биотехнологий и Биоэнергетики **Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»** (123182, г. Москва, пл. академика Курчатова, д. 1) – отзыв положительный, с замечаниями:

1. Из автореферата не ясно, почему при исследовании возможности получения компонентов жидких моторных топлив использовалась модельная смесь синтез-газа, а не газ, полученный на экспериментальном стенде методом двухстадийной пиролитической конверсии.

2. В автореферате не указано, каким образом определялось интегральное содержание серы, осевшей на наполнителе реактора крекинга (древесный уголь и керамика).

К.т.н. **Дербасова Н.М.**, доцент кафедры «Радиоэкологии и экологической безопасности» Института ядерной энергии и промышленности **Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Севастопольский государственный университет»** (299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33) – отзыв положительный, без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что:

Рябов Георгий Александрович является крупным специалистом в области термохимических способов переработки биомассы. В настоящее время основные исследования Г.А. Рябова связаны с изучением процесса сжигания различных видов биомассы (в том числе отходов жизнедеятельности) в топках с псевдоожиженным слоем, с расчетами уноса золы и потерь тепла с механическим недожогом в слое при сжигании биомассы, с исследованием гидродинамики циркуляционных контуров в реакторах с циркулирующим псевдоожиженным слоем, с разработкой технологии сжигания твёрдых топлив, позволяющей наносить меньший вред окружающей среде.

Основные публикации Рябова Г.А., связанные с тематикой диссертационной работы Лариной О.М.:

1. Литун Д.С., Рябов Г.А. Расчет уноса золы и потерь тепла с механическим недожогом в слое при сжигании биомассы в топках с псевдоожиженным слоем // Известия РАН. – 2015. – № 5. – С. 90-102.

2. Ryabov G.A., Folomeev O.M., Sanki D.A., Melnikov D.A. Results of Theoretical and Experimental Studies of Hydrodynamics of Circulation Loops in Circulating Fluidized Bed Reactors and Systems with Interconnected Reactors // Thermal Engineering. – 2015. – № 62 (2). – P. 110-116.

3. Tumanovskii A.G., Chugaeva A.N., Bragina O.N., Ryabov G.A., Volodin A.M. Prospects for Implementing Best Available Technologies for Environmental

Protection at Thermal Power Plants // Power Technology and Engineering. – 2017. – № 5. –Р. 1-5.

Исьёмин Рафаил Львович является ведущим специалистом в области процессов сжигания и пиролитической переработки сельскохозяйственных отходов и отходов жизнедеятельности. Основные направления исследований Исьёмина Р.Л. в настоящее время – усовершенствование процесса горения органических отходов с низкой температурой плавления золы в псевдоожиженном слое, а также применение метода низкотемпературного пиролиза для переработки сельскохозяйственных отходов.

Основные публикации Исьёмина Р.Л., связанные с тематикой диссертационной работы Лариной О.М.:

1. 4. Is'emin R.L., Kuz'min S.N., Konyakhin V.V. Development and testing of a reactor model for low-temperature pyrolysis of biomass // Chemical and Petroleum Engineering. – 2013. – Vol. 49. – № 7. – P. 440-442.

2. Isemin R., Klimov D., Mikhalev A., Milovanov O., Muratova N., Zaichenko V. Fluidized bed straw pellets combustion with minimal emissions of carbon monoxide // Chemical Engineering Transactions. – 2016. – Vol. 53. – P. 13-18.

3. Isemin R., Mikhalev A., Klimov D., Grammelis P., Margaritis N., Kourkoumpas D.-S. Torrefaction and combustion of pellets made of a mixture of coal sludge and straw // Fuel. – 2017. – Vol. 210. – № 15. P. 859-865.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет» – является одним из широко известных институтов России в области процессов каталитического пиролиза различных категорий биомассы. Также в последние годы в ФГБОУ ВО ТвГТУ проводятся исследования процесса синтеза Фишера-Тропша в различных условиях.

Основные публикации сотрудников ФГБОУ ВО ТвГТУ, близкие к тематике диссертации:

1. Kosivtsov Y.Y., Chalov K.V., Lugovoy Y.V., Sulman E.M., Stepacheva A.A., Molchanov V.P. Catalytic pyrolysis of volatile tars contained in gaseous

products of fast pyrolysis of agricultural waste // Chemical Engineering Transactions. – 2016. – Vol. 52. – P. 607-612.

2. Kosivtsov Y., Sulman E., Lugovoy Y., Kosivtsova A., Stepacheva A. Experimental investigation of the biomass catalytic pyrolysis process to produce the combustible gases with the high calorific value // Bulletin of Chemical Reaction Engineering and Catalysis. – 2015. – Vol. 10. – № 3. – P. 324-331.

3. Маркова М.Е., Степачёва А.А., Гавриленко А.В., Сульман М.Г., Сульман Э.М. Синтез Фишера-Тропша в присутствии катализаторов, синтезированных в субкритических условиях // Научно-технический вестник Поволжья. – 2017. – № 4. – С. 26-28.

Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:

экспериментально доказана возможность полной конверсии органической составляющей ОСВ и ПМ в синтез-газ с содержанием монооксида углерода и водорода более 95 об.%;

получена газовая смесь с отношением объемных долей водорода и монооксида углерода, соответствующим требованию к синтез-газу для производства компонентов жидких моторных топлив;

показано, что при соответствующем подборе режимных параметров процесса пиролизической переработки ОСВ и выборе материала наполнителя реактора крекинга в синтез-газе не содержатся примеси тяжелых металлов и существенно снижается концентрация серы, а твердый остаток от пиролиза меньший по массе и объему и представляет значительно меньшую экологическую опасность, чем исходное сырье;

предложен и обоснован метод энергетической утилизации органических отходов жизнедеятельности, позволяющий существенно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

экспериментально показана возможность утилизации ОСВ и производства компонентов жидких моторных топлив из осадка сточных вод без получения промежуточной пиролизной жидкой фракции.

Полученные результаты могут быть рекомендованы для использования в научно-исследовательских и конструкторских организациях, занимающихся разработкой, совершенствованием и внедрением методов утилизации отходов жизнедеятельности в частности: ОАО «ВТИ», АО «Мосводоканал», ООО «НПФ «Бифар» и др.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены на сертифицированном оборудовании;

идея диссертационной работы **базируется** на анализе научно-технической литературы в предметной области исследования, обобщении передового опыта работы других научных групп, лабораторий и технологических компаний и является шагом вперед в решении проблемы утилизации вредных продуктов жизнедеятельности;

использованы современные методы и приборы для исследования теплофизических характеристик отходов жизнедеятельности;

установлено удовлетворительное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии в выборе темы исследования, постановке задачи; с участием автора разработаны основные узлы лабораторного стенда для исследования процесса пиролиза сырья с крекингом летучих продуктов. Автором лично получены исходные данные, проведены все научные эксперименты. Обработка и интерпретация экспериментальных данных выполнена также при его непосредственном участии. Апробация результатов исследования проводилась на 15 научных конференциях, в которых автор принимал личное участие. Основные публикации по выполненной работе подготовлены лично Лариной О.М.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием

последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, основной идейной линии, концептуальности и взаимосвязи выводов.

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 18.12.2017 г. Диссертационный совет принял решение присудить Лариной О.М. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования Диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы и 9 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

Ученый секретарь диссертационного совета Д-002.110.03

д.т.н.



Вараксин А.Ю.

Директор Л.Б.

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