

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.07,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 07 июня 2019 г. № 9

О присуждении Абаимову Николаю Анатольевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Интенсификация термохимических процессов поточной воздушной газификации угля применительно к энергетике» по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите 18 марта 2019 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом Д 212.285.07, созданным на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 763/нк от 05.11.2013 г.

Соискатель, Абаимов Николай Анатольевич, 1989 года рождения, в 2013 году окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника; в 2017 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты; работает в должностях инженера I категории и старшего преподавателя (по совместительству) на

кафедре «Тепловые электрические станции» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Тепловые электрические станции» Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Рыжков Александр Филиппович, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Уральский энергетический институт, кафедра «Тепловые электрические станции», профессор.

Официальные оппоненты:

Стрижак Павел Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Исследовательская школа физики высокоэнергетических процессов, профессор;

Тугов Андрей Николаевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», г. Москва, отделение парогенераторов и топочных устройств, заведующий отделением дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск – в своем положительном отзыве, подписанном Клером Александром Матвеевичем, д-ром техн. наук, проф., заведующим отделом теплосиловых систем, указала, что диссертационная работа Абаимова Н.А., посвященная решению важной научной задачи использования различных способов интенсификации термохимических процессов, способствующих повышению эффективности процесса, увеличению теплоты сгорания синтез-газа и соотношения H_2/CO в нем, имеет существенное значение для совершенствования технологий ПГУ-

ВЦГ. Диссертация Абаймова Н.А. полностью соответствует паспорту специальности 01.04.14 и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней (п. 9), а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликована 21 работа, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 15 работ.

Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 1 патента РФ на полезную модель, глав в 2-х коллективных монографиях; 3 статей, опубликованных в сборниках докладов всероссийской (1) и международных (2) научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 11,89 п.л., авторский вклад – 7,76 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК:

1. Abaimov N.A. Development of a model of entrained flow coal gasification and study of aerodynamic mechanisms of action on gasifier operation / Abaimov N.A., Ryzhkov A.F. // Thermal Engineering. - 2015. - Vol. 62. № 11. - pp. 767-772; 0,35 п.л./0,3 п.л. (CA(pt), Scopus, Springer).

2. Abaimov N.A. Comparative analysis of turbulence model effect on description of the processes of pulverized coal combustion at flow swirl / Chernetskiy M.Y., Kuznetsov V.A., Dekterev A.A., Abaimov N.A., Ryzhkov A.F. // Thermophysics and Aeromechanics. - 2016. - Vol. 23. № 4. - pp. 591-602; 0,64 п.л./0,2 п.л. (Scopus, Springer, WoS).

3. Abaimov N.A. Experimental and computational study and development of the bituminous coal entrained-flow air-blown gasifier for IGCC / Abaimov N.A., Osipov P.V., Ryzhkov A.F. // Journal of Physics: Conference Series. - 2016. - Vol.

754. № 11. - UNSP 112001; 0,35 п.л./0,3 п.л. (Scopus).

4. Abaimov N.A. Development of advanced air-blown entrainedflow two-stage bituminous coal IGCC gasifier / Abaimov N.A., Ryzhkov A.F. // EPJ Web of Conferences. - 2017. - Vol. 159. - UNSP. 0001; 0,35 п.л./0,33 п.л. (Scopus).

5. Abaimov N.A. Investigation of two-stage air-blown and air-steam-blown entrained-flow coal gasification / Abaimov N.A., Ryzhkov A.F., Butakov E.B., Burdukov A.P. // Journal of Physics: Conference Series. - 2017. - Vol. 899. № 9. - UNSP. 092001; 0,35 п.л./0,3 п.л. (Scopus, WoS).

6. Abaimov N.A. Investigation of steam-air-blown two-stage entrained-flow gasification of mechanoactivated coal / Abaimov N.A., Butakov E.B., Burdukov A.P., Ryzhkov A.F.// AIP Conference Proceedings. - 2018. - Vol. 2015(1). - UNSP. 020001; 0,42 п.л./0,33 п.л. (Scopus).

7. Abaimov N.A. Modernization of air-blown entrained-flow gasifier of integrated gasification combined cycle plant / Ryzhkov A.F., Abaimov N.A., Donskoi I.G., Svishchev D.A. // Combustion Explosion and Shock Waves. - 2018. - Vol. 54, № 3. - pp. 337-344; 0,41 п.л./0,2 п.л. (Scopus, Springer, WoS).

Патенты

1. Патент на полезную модель № 137358 Российская Федерация, МПК F 28 F 1/40. Теплообменная труба с внутренней вставкой / В.А. Микула, А.Ф. Рыжков, Т.Ф. Богатова, Н.А. Абаймов, В.Л. Шульман; заявитель и патенто-обладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». – № 2013140134/02; заявл. 28.08.13; опубл. 10.02.14.

Главы в монографиях

1. Абаймов Н.А., Осипов П.В., Рыжков А.Ф. Экспериментальные и численные исследования поточной газификации проектного топлива // Анализ технологических решений для ПГУ с внутрицикловой газификацией угля / под редакцией А.Ф. Рыжкова. Екатеринбург. - 2016. - С. 296-323; 1,57 п.л./1,2 п.л.

2. Абаимов Н.А., Донской И.Г., Кузнецов В.А., Свищёв Д.А., Чернецкий М.Ю. Численные исследования работы перспективного поточного газогенератора // Анализ технологических решений для ПГУ с внутрицикловой газификацией угля / под ред. А.Ф. Рыжкова. Екатеринбург. - 2016. - С. 324-397; 4,24 п.л./3,3 п.л.

На автореферат диссертации поступили положительные отзывы:

1. Щинникова Павла Александровича, доктора технических наук, профессора, профессор кафедры «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет». Содержит замечания, касающиеся оформления рисунков и объема автореферата.

2. Кейко Александра Владимировича, доктора технических наук, главного специалиста Отдела №1 ФГБУН Институт энергетических исследований Российской академии наук, г. Москва. Содержит замечания, касающиеся описания термодинамической модели и полученных с ее помощью результатов; степени разработанности проблемы; формулировки выводов.

3. Пономаревой Алины Александровны, кандидата технических наук, доцента, старшего научного сотрудника Международной лаборатории горения и энергетики, и Штыма Константина Анатольевича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой теплоэнергетики и теплотехники ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток. Содержит замечания, касающиеся размера частиц; замеру концентраций газов; увеличению теплоты сгорания; программной платформы; температуры газа; экспериментальной кривой на рис. 7а.

4. Мессерле Владимира Ефремовича, доктора технических наук, профессора, председателя секции теплоэнергетики Национального научного совета Республики Казахстан по приоритетному направлению «Энергетика и машиностроение» ГНС НИИ экспериментальной и теоретической физики Казанского научного центра им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан. Без замечаний.

5. Заворина Александра Сергеевича, доктора технических наук, профессора, руководителя Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики, и Кузнецова Геня Владимировича, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». Содержит замечание: для обоснования выбора трёх установок, реализующих каждая свой набор способов и переменных параметров интенсификации процессов газификации, с целью проведения физических экспериментов и последующего моделирования, следовало бы уделить внимание предполагаемому взаимному влиянию этих групп способов и параметров друг на друга применительно к случаям их совместного использования.

6. Коробейничева Олега Павловича, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника Лаборатории кинетики процессов горения ФГБУН Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск. Содержит вопросы: 1) за счёт чего при механоактивации угля повышается его реакционная способность? 2) почему получаемый в поточных газификаторах синтез-газ имеет околонулевое содержание метана? 3) чем обусловлен выбор именно диффузионно-кинетической подмодели гетерогенного реагирования твёрдого топлива?

7. Дектерева Александра Анатольевича, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой теплофизики ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Содержит замечания, касающиеся верификации CFD-модели; результатов CFD-моделирования; размещению рисунков на разных страницах; совершенствованию CFD-модели.

8. Шестакова Николая Сергеевича, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией сжигания жидких и газообразных топлив отдела проектирования, наладки и исследования котельных установок ОАО «Научно-производственное объединение по иссле-

дованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы, касающиеся отложений частиц в газоходах; использования золы; выбора переменной величины.

9. Алехновича Александра Николаевича, доктора технических наук, старшего научного сотрудника, профессора кафедры эксплуатации теплоэнергетического оборудования ТЭС Челябинский филиал ФГАОУ ДПО «Петербургский энергетический институт повышения квалификации», г. Челябинск. Содержит замечание, касающееся расчёта выхода летучих веществ.

10. Мингалеевой Гузель Рашидовны, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой энергетического машиностроения ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет». Содержит вопросы: 1) почему технологию ПГУ-ВЦГ принято считать самым экологичным способом энергетического использования твёрдого топлива и в частности угля? 2) с чем связан выбор именно воздушного газификатора, а не кислородного или парокислородного? 3) за счёт чего при повышении отношения H_2/CO в синтез-газе уменьшается генерация NO_x при его сжигании в камере сгорания газовой турбины?

11. Теплицкого Юрия Семеновича, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника лаборатории дисперсных систем, и Пицухи Евгения Александровича, доктора технических наук, главного научного сотрудника лаборатории дисперсных систем Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь. Содержит вопросы, касающиеся корректировки моделей турбулентности и реагирования газовых компонент; ограничения применимости модели турбулентности $k-\omega$ SST; рекомендаций по выбору режимов и основных геометрических параметров.

12. Дунаевской Наталии Ивановны, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, директора института, и Чернявского Николая Владимировича, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией угольных проблем энергетики Института

угольных энерготехнологий Национальной академии наук Украины, г. Киев, Украина. Содержит замечания, касающиеся неточностей в написании формул; влияния водяного пара на протекание реакции водяного сдвига и гетерогенных реакций газификации.

13. Загрутдинова Разиля Шайхутдиновича, кандидата технических наук, технического директора ООО «Инженерный центр "Новые энергетические технологии"», г. Рязань. Содержит вопросы: 1) вследствие чего выбор был сделан именно в пользу нульмерной термодинамической модели и трёхмерной CFD, а не, например, одномерной и двухмерной? 2) можно ли использовать адаптированную CFD-модель для исследования газификации твёрдых коммунальных отходов или другого твёрдого топлива, или же её применимость ограничена лишь углями разной степени метаморфизма? 3) пятая глава полностью посвящена исследованию процесса газификации в установке типа МНІ. Будут ли полученные закономерности справедливы для газификатора другого типа?

14. Бурдукова Анатолия Петровича, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории экологических проблем теплоэнергетики ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск. Содержит замечания: недостаточное количество экспериментальных измерений не позволило показать профиля основных измеряемых параметров по длине и сечению экспериментального стенда; нет оценки значимости полученных данных для создания перспективных технологий газификации в потоке; не подчеркнуты преимущества CFD-модели при анализе поточной газификации угольной пылевзвеси по сравнению с существующими методами.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области теплофизики и теоретической теплотехники; их высокой научной компетентностью в вопросах конверсии твёрдого топлива, наличием публикаций в данных областях

науки, способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– адаптирована и верифицирована по литературным и полученным экспериментальным данным CFD-модель поточной воздушной газификации;

– получены экспериментальные данные по влиянию способов интенсификации термохимических процессов воздушной поточной газификации угля на теплоту сгорания синтез-газа и отношение H_2/CO в нём;

– исследована эффективность применения способов интенсификации термохимических процессов воздушной поточной газификации угля, происходящей в промышленном газификаторе с использованием адаптированной CFD-модели.

Теоретическая и практическая значимость исследования обоснована тем, что:

– адаптированная и верифицированная по литературным и полученным экспериментальным данным CFD-модель поточной газификации может использоваться для исследования поточной воздушной газификации твёрдого топлива в широком диапазоне рабочих параметров;

– экспериментальные результаты работы и их обработка с использованием термодинамической модели и адаптированной CFD-модели вносят свой вклад в понимание воздействия способов интенсификации термохимических процессов поточной газификации угля на основные параметры работы установок;

– полученные значения чувствительностей основных параметров работы промышленного газификатора к способам интенсификации термохимических процессов целесообразно использовать при модернизации конструкции или режима работы полномасштабных газификаторов твёрдого топлива.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– при проведении экспериментальных исследований использовались апробированные методики измерений и метрологически поверенные приборы. Полученные экспериментальные результаты согласуются с литературными данными. Относительная погрешность измерительных приборов не превышала 3-5%;

– термодинамическое моделирование равновесного состава продуктов реагирования выполнено с помощью метода максимизации энтропии. Метод основан на фундаментальных законах термодинамики и неоднократно верифицировался в литературе при решении задач такого рода;

– адаптированная CFD-модель включает в себя подмодели, необходимые для исследования способов интенсификации термохимических процессов, происходящих при воздушной поточной газификации угля. Верификация модели проведена с использованием, как собственных экспериментальных результатов, так и литературных данных. Результаты CFD-моделирования удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

Личный вклад соискателя состоит в анализе научно-технической информации и постановке задач исследования. Автором лично составлена программа исследований на трёх экспериментальных установках, принято участие в проведении экспериментов. Адаптирована и верифицирована по литературным и полученным экспериментальным данным CFD-модель поточной газификации. Исследована эффективность и определена чувствительность применения способов интенсификации термохимических процессов воздушной поточной газификации угля, происходящих в экспериментальных и в промышленном газификаторе с использованием адаптированной CFD-модели. Автором широко апробированы результаты исследования на научно-практических конференциях, подготовлены публикации по выполненной работе.

Диссертация Абаимова Н.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям п. 9 Положения о

присуждении ученых степеней, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки в области газификации твердого топлива, имеющие существенное значение для развития энергетики страны.

На заседании 07 июня 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Абаимову Н.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Ученый секретарь
диссертационного совета



Бродов Юрий Миронович

Аронсон Константин Эрленович

07 июня 2019 г.