

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 05.05.12
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «04» июня 2021 г. № 5

о присуждении Никитину Александру Дмитриевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Влияние водяного пара на физико-химические процессы в парогазовой установке с внутрицикловой газификацией твердого топлива» по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите диссертационным советом УрФУ 05.05.12 «26» апреля 2021 г., протокол № 4.

Соискатель, Никитин Александр Дмитриевич, 1993 года рождения, в 2016 г. окончил ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника;

в 2020 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника (Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты); с 25.12.2020 г. по 24.06.2021 г. был прикреплен в качестве экстерна по направлению 03.06.01 Физика и астрономия (Теплофизика и теоретическая теплотехника) к ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» для сдачи кандидатских экзаменов;

работает в должностях инженера 2 категории и преподавателя (по совместительству) на кафедре «Тепловые электрические станции» Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

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:

Кузнецов Гений Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Инженерная школа энергетики, Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова, профессор;

Рябов Георгий Александрович – доктор технических наук, старший научный сотрудник, ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», г. Москва, отделение парогенераторов и топочных устройств, лаборатория специальных котлов, заведующий лабораторией;

Лавров Владислав Васильевич, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Институт новых материалов и технологий, Департамент металлургии и металловедения, кафедра теплофизики и информатики в металлургии, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них 10 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ и входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science; 1 патент РФ на полезную модель. Общий объем опубликованных работ – 6,19 п.л., авторский вклад – 2,51 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

статьи в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ

1. **Nikitin A. D.** Effect of steam conversion parameters on the activated coal characteristics / **A. D. Nikitin**, G. I. Nikitina, S. V. Buinachev, A. F. Ryzhkov // AIP

Conference Proceedings. – 2018. – Vol. 2015. – 020064; 0,45 п.л. / 0,3 п.л. (*Scopus, Web of Science*).

2. **Nikitin A. D.** Production of nanoporous sorbents by partial steam-air conversion of charcoal / **A. D. Nikitin**, G. I. Nikitina, A. F. Ryzhkov // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2018. – Vol. 1128(1). – 012073; 0,4 п.л. / 0,3 п.л. (*Scopus, Web of Science*).

3. **Nikitin A. D.** Determining kinetic constants for reactions of zinc oxide sorbents with syngas components / Y. A. Kagramanov, A. F. Ryzhkov, V. G. Tuponogov, **A. D. Nikitin** // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1359(1). – 012091; 0,35 п.л. / 0,05 п.л. (*Scopus, Web of Science*).

4. **Nikitin A. D.** Effect of steam supply to the air-blown gasifier on hot syngas desulphurization / **A. D. Nikitin**, N. A., Abaimov, E. B. Butakov, A. P. Burdukov, A. F. Ryzhkov // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1369(1). – 012029; 0,45 п.л. / 0,15 п.л. (*Scopus*).

5. **Nikitin A. D.** Influence of the coal-derived synthesis gas composition on the thermal stability of ZnO sorbents in the desulfurization process / Y. A. Kagramanov, A. F. Ryzhkov, V. G. Tuponogov, **A. D. Nikitin** // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1369(1). – 012030; 0,37 п.л. / 0,09 п.л. (*Scopus*).

6. **Nikitin A. D.** The particle size effect on the steam-air conversion process of charcoal / **A. D. Nikitin**, G. I. Nikitina, A. F. Ryzhkov // *AIP Conference Proceedings*. – 2019. – Vol. 2174. – 020144; 0,45 п.л. / 0,35 п.л. (*Scopus*).

7. **Nikitin A. D.** Multiple gas-solid reactions in a porous sorbent applied to warm gas desulfurization / Y. A. Kagramanov, V. G. Tuponogov, A. F. Ryzhkov, **A. D. Nikitin** // *Industrial and Engineering Chemistry Research*. – 2020. – Vol. 59(29). – P. 12943–12954; 0,95 п.л. / 0,1 п.л. (*Scopus*).

8. **Nikitin A. D.** Investigation of multistage air-steam-blown entrained-flow coal gasification / **A. D. Nikitin**, N. A., Abaimov, E. B. Butakov, A. P. Burdukov, A. F. Ryzhkov // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2020. – Vol. 1677(1). – 012043; 0,42 п.л. / 0,15 п.л. (*Scopus*).

9. **Nikitin A. D.** The effect of steam on air gasification of mechanically activated coal in a flow reactor / **A. D. Nikitin**, A. F. Ryzhkov, E. B. Butakov, A. P. Burdukov // *Thermal Science*. – 2021. – Vol. 25(1A). – P. 321–330; 0,65 п.л. / 0,5 п.л. (*Scopus*).

10. **Nikitin A. D.** Anthropogenic emissions from the combustion of composite coal-based fuels / **A. D. Nikitin**, G.S. Nyashina, A. F. Ryzhkov, P. A. Strizhak // *Science of The Total Environment*. – 2021. – 144909; 1,7 п.л. / 0,52 п.л. (*Scopus*).

Патенты:

11. Патент на полезную модель № 181126 Российская Федерация, МПК C10J 3/20. Вихревой газогенератор / **А. Д. Никитин**, Г. И. Худякова, А. Ф. Рыжков; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». – № 2017141463; заявл. 28.11.17; опубл. 04.07.18.

На автореферат поступили отзывы:

1. **Мессерле Владимира Ефремовича**, доктора технических наук, профессора, заместителя Председателя Национального Научного Совета Республики Казахстан по приоритетному направлению «Энергетика и машиностроение», профессора кафедры теплофизики и технической физики физико-технического факультета НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», Республика Казахстан, г. Алматы. Содержит вопросы и замечания по расчетной схеме газогенератора, верификации расчетной модели, представлению полученных результатов.

2. **Теплицкого Юрия Семеновича**, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории химико-энергетических процессов Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Минск. Содержит вопросы и замечания по учету теплообмена при расчете паровоздушной газификации угля; необходимости оценки кинетики целевой реакции сероочистки; приоритете между увеличением КПД и снижением капитальных затрат ПГУ-ВЦГ.

3. **Шестакова Николая Сергеевича**, кандидата технических наук, заведующего лабораторией сжигания жидких и газообразных топлив отдела проектирования, наладки и исследования котельных установок ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы и замечания об оптимальном соотношении пар/воздух при газификации угля; необходимости кислородного дутья при газификации угля; влиянии давления на изменение порядка реакции паровой газификации; выборе параметров схемы ПГУ-ВЦГ.

4. **Бурдукова Анатолия Петровича**, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории экологических проблем теплоэнергетики, и **Бутова Евгения Борисовича**, кандидата технических наук, научного сотрудника лаборатории экологических проблем теплоэнергетики ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск. Содержит вопросы и замечания об учете эффекта механоактивации угля; режиме шлакоудаления газогенератора; оптимальном соотношении пар/уголь для других видов топлива.

5. **Снегирёва Александра Юрьевича**, доктора технических наук, доцента, профессора Высшей школы прикладной математики и вычислительной физики Института прикладной математики и механики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы и замечания об учете полидисперсности угля при расчетах; методике определения кинетических параметров реакций разложения сорбента.

6. **Кейко Александра Владимировича**, доктора технических наук, главного научного сотрудника отдела №1 ФГБУН Институт энергетических исследований Российской академии наук, г. Москва. Содержит вопросы и замечания по формулировке названия диссертационной работы; экспериментальному исследованию процесса паровоздушной газификации угля; коэффициенте

избытка воздуха в расчетной модели газогенератора; применению воздуходелительной установки в схеме ПГУ-ВЦГ; необходимости описания прибора СТА и методики обработки полученных на нем результатов; учете эксплуатационных затрат ПГУ-ВЦГ.

7. **Дектерева Александра Анатольевича**, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой теплофизики Института инженерной физики и радиоэлектроники ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Содержит вопросы и замечания о помоле и соотношении H_2/CO при экспериментальных исследованиях газификации угля, о расчете время пребывания частиц в газогенераторе, по оформлению рисунка 2.

8. **Глушкова Дмитрия Олеговича**, кандидата физико-математических наук, доцента Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск. Содержит вопросы и замечания по формулировке защищаемых положений; применимости полученных результатов для других видов топлива; списку публикаций.

9. **Щинникова Павла Александровича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Тепловые электрические станции», и **Францевой Алины Алексеевны**, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск. Содержит вопросы о выборе исследуемого топлива и оборудования в схеме ПГУ.

10. **Исаева Сергея Александровича**, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего лабораторией фундаментальных исследований ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы и замечания по формулировке результатов экспериментальных исследований газификации угля; пределах применимости разработанной модели для расчета паровоздушной газификации твердого топлива.

11. **Каревой Юлии Викторовны**, кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника, заведующей лабораторией «Энергетические системы и технологии» Института энергетики и перспективных технологий федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань. Содержит замечания по отсутствию в тексте автореферата сведений о теплоте сгорания исследуемого угля и составе получаемого синтез-газа.

12. **Клера Александра Матвеевича**, доктора технических наук, профессора, заведующего отделом теплосиловых систем, и **Донского Игоря Геннадьевича**, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника лаборатории термодинамики отдела теплосиловых систем ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск. Содержит вопросы и замечания о применимости результатов экспериментального исследования паровоздушной газификации угля для расчета промышленного газогенератора; восстановлении цинка из сульфида при сероочистке синтез-газа и условия проведения опытов по исследованию термической устойчивости сорбента; математических моделях газогенератора и узла сероочистки.

Выбор официальных оппонентов обосновывается широкой известностью их достижений и исследований в области тепломассообмена при горении и газификации твердых топлив и очистке продуктов конверсии твердых топлив, численного и натурного моделирования для изучения теплофизических процессов в тепловых и энергетических установках.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение научной задачи определения влияния добавки водяного пара на параметры тепломассообмена в процессах поточной газификации твердого топлива и взаимодействия оксида цинка с водородом, имеющей значение для развития теории тепломассообмена в химически реагирующих смесях.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

- определена зависимость порядка реакции паровой газификации в широком диапазоне концентрации H_2O для процесса паровоздушной газификации кузнецкого каменного угля в поточном реакторе;
- предложена и верифицирована одномерная модель двухступенчатого поточного газогенератора, учитывающая внутреннее реагирование, изменение размера частиц угля в ходе газификации, зависимость порядка реакции паровой газификации от концентрации H_2O , распределение частиц угля по размерам и рециркуляцию коксозольного остатка;
- экспериментально определены кинетические константы реакций разложения сорбента на основе оксида цинка при взаимодействии с компонентами синтез-газа, предложена модель для расчета предельной температуры процесса горячей сероочистки синтез-газа по условию термической устойчивости сорбента и получена зависимость предельной температуры сероочистки от соотношения пар/уголь при газификации угля;
- выполнена количественная оценка влияния добавки водяного пара на вход в ПГУ-ВЦГ на эффективность и материалоемкость ПГУ-ВЦГ с воздушной газификацией угля и горячей сероочисткой синтез-газа и сформулированы рекомендации по режиму работы ПГУ.


Полученные экспериментальные данные по процессам газификации твердого топлива и сероочистке синтез-газа могут быть использованы при верификации результатов математического моделирования указанных процессов. Предложенная модель двухступенчатого поточного газогенератора позволяет с использованием результатов лабораторных анализов пористой структуры коксового остатка твердого топлива уверенно рассчитывать режимные параметры паровоздушной и парокислородной газификации твердого топлива. Полученные зависимости режимных параметров ПГУ-ВЦГ от добавки водяного пара на вход ПГУ-

ВЦГ создают основу для разработки перспективной ПГУ для производства электрической и тепловой энергии с высокой эффективностью и минимальными выбросами вредных веществ. Кинетическая модель процесса газификации использована при разработке опытно-промышленной печи для производства активированного угля методом паровоздушной газификации древесного угля.

На заседании 04 июня 2021 г. диссертационный совет УрФУ 05.05.12 принял решение присудить Никитину А.Д. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет УрФУ 05.05.12 в количестве 14 человек, из них в удаленном интерактивном режиме – 4, в том числе 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, воздержались – нет.

Председатель
диссертационного совета
УрФУ 05.05.12


Бродов Юрий Миронович

Ученый секретарь
диссертационного совета
УрФУ 05.05.12


Аронсон Константин Эрленович

04.06.2021 г.