

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

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 15.12.2016 г. № 13

О присуждении Козлову Александру Николаевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Экспериментальное определение теплофизических характеристик и кинетико-термодинамический анализ гетерогенных систем на примере твердых топлив» по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите 11 октября 2016 г., протокол № 10 диссертационным советом Д 212.285.07 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, Козлов Александр Николаевич, 1983 года рождения, в 2005 году окончил Иркутский государственный университет по специальности «Химия»; в 2008 г. окончил очную аспирантуру ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ; работает в должности научного сотрудника отдела теплосиловых систем ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения

Российской академии наук (г. Иркутск), Федеральное агентство научных организаций.

Диссертация выполнена в отделе теплосиловых систем ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (г. Иркутск), Федеральное агентство научных организаций.

Научный руководитель – доктор технических наук, Кейко Александр Владимирович, АО «Фармасинтез» (г. Иркутск), генеральный директор.

**Официальные оппоненты:**

**Коробейничев Олег Павлович**, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБУН Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск), лаборатория кинетики процессов горения, главный научный сотрудник;

**Королев Владимир Николаевич**, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург), кафедра теплоэнергетики и теплотехники, профессор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ОАО Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт, г. Москва – в своем положительном заключении, подписанном Туговым Андреем Николаевичем, д-ром техн. наук, зав. отделением парогенераторов и топочных устройств, Туркиным Анатолием Васильевичем, канд. техн. наук, зав. физико-техническим отделением, и Рябовым Георгием Александровичем, канд. техн. наук, зав. лабораторией специальных котлов, указала, что кандидатская диссертация Козлова Александра Николаевича «Экспериментальное определение теплофизических характеристик и кинетико-термодинамический анализ гетерогенных систем на примере твердых топлив» представляет собой научно-

квалификационную работу на актуальную тему и соответствует критериям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Соискатель имеет 23 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 23 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 9. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 2 статей, опубликованных в российских научных журналах; главы в коллективной монографии; 1 препринта и 10 тезисов докладов всероссийских (1) и международных (9) научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 8,81 п.л., авторский вклад – 2,37 п. л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Козлов А.Н. Превращение минеральной части древесного топлива в процессах термохимической конверсии / **А.Н. Козлов**, Д.А. Свищев // Химия твердого топлива. 2016. № 4. С. 22 – 27 (0,58 п.л./0,29 п.л.).

2. Kozlov A.N. A semi-empirical approach to the thermodynamic analysis of downdraft gasification / D.A. Svishchev, **A.N. Kozlov**, I.G. Donskoy, A.F. Ryzhkov // Fuel. 2016. V.168. P. 91 – 106 (1,73 п.л./0,43 п.л.).

3. Kozlov A.N. Impact of gas-phase chemistry on the composition of biomass pyrolysis products / **A.N. Kozlov**, D.A. Svishchev, I.G. Donskoy, V.A. Shamansky // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2015. V. 122. № 3. P. 1089 – 1098 (1,0 п.л./0,26 п.л.).

4. Kozlov A.N. A technique proximate and ultimate analysis of solid fuels and coal tar / **A.N. Kozlov**, D.A. Svishchev, I.G. Donskoy, V.A. Shamansky, A.F. Ryzhkov // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2015. V. 122. №3. P. 1213 – 1220 (0,92 п.л./0,18п.л.).

5. Козлов А.П. Математическое моделирование процесса ступенчатой пылеугольной газификации / И.Г. Донской, Д.А. Свищев, В.А. Шаманский,

**А.Н. Козлов** // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2015. № 1(58). С. 231-245 (1,62 н.л./0,41 н.л.).

6. Козлов А.Н. Расчет режимов слоевой газификации угля с помощью термодинамической модели с макрокинетическими ограничениями / И.Г. Донской, А.В. Кейко, **А.Н. Козлов**, Д.А. Свищев, В.А. Шаманский // Теплоэнергетика. 2013. № 12. С. 56-61 (0,58 п.л./0,14 н.л.).

7. Kozlov A.N. Thermal analysis for numerical thermodynamic modeling of solid fuel conversion / **A.N. Kozlov**, D.A. Svishchev, I.G. Donskoy, A.V. Keiko // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2012. V. 109. № 1. P. 1311 – 1317 (0,69 н.л./0,17 п.л.).

8. Козлов А.Н. Исследование управляемости процессов слоевой термохимической конверсии твердого топлива / А.В. Кейко, Д.А. Свищев, **А.Н. Козлов**, И.Г. Донской // Теплоэнергетика. 2012. № 4. С. 40 – 49 (1,0 п.л./0,26 п.л.).

9. Козлов А.Н. Учет макрокинетики в термодинамическом моделировании процессов слоевой газификации / Д.А. Свищев, **А.Н. Козлов**, А.В. Кейко // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2008. Т. 1 (58). С. 18 – 24 (0,69 п.л./0,23 п.л.).

На автореферат диссертации поступили положительные отзывы:

1. Федчишина Вадима Валентиновича, канд. техн. наук, доцента, директора Института энергетики ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет». Замечание: в автореферате недостаточно представлено сопоставление рассчитанных кинетических коэффициентов для стадии конверсии кокса с литературными источниками.

2. Осинцева Константина Валентиновича, канд. техн. наук, доцента, зав. кафедрой «Промышленная теплоэнергетика» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск. Замечание: в автореферате в формуле (1) на стр. 11 следует величину теплового потока записать в числитель, а изменение

температуры – в знаменателе.

3. Печенегова Юрия Яковлевича, д-ра техн. наук, профессора кафедры «Машины и аппараты нефтегазовых, химических и пищевых производств» Энгельского технологического института (филиала) ФГАОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Энгельс, Саратовская обл. Замечание: как следует из уравнения (1), теплоемкость исследуемых образцов топлива определялась в опытах как эффективная величина, включающая в себя тепловые эффекты реакций. Эффективная теплоемкость не является чисто физическим параметром вещества, она зависит как от процесса, так и от условий его проведения. По этой причине применимость данных автором диссертации по теплоемкости ограничена. К тому же, зависимость от температуры эффективной теплоемкости твердого топлива в процессе его термической обработки обычно имеют экстремумы. Автор диссертации по результатам своих опытов получил монотонную такого рода зависимость. С чем связано несоответствие?

4. Степанова Сергея Григорьевича, д-ра техн. наук, директора ООО «Термококс», г. Красноярск. Замечания: из текста автореферата не совсем понятно, какие методы кинетического анализа использовались при описании кинетики выхода летучих и конверсии кокса? Влияет ли размер частиц инертного наполнителя на результаты анализа?

5. Бухмирова Вячеслава Викторовича, д-ра техн. наук, профессора, зав. кафедрой «Теоретические основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново. Замечание: в автореферате следовало бы указать организации (научные, проектные и образовательные), заинтересованные в использовании полученных диссертантом результатов.

6. Алехновича Александра Николаевича, д-ра техн. наук, ст. науч. сотр., профессора кафедры «Эксплуатация теплоэнергетического оборудования» ФГАОУ ДПО «Петербургский энергетический институт повышения

квалификации» Челябинский филиал, г. Челябинск. Замечания: 1) в автореферате используется показатель реакционной способности углей PC, как отношение связанного углерода к выходу летучих. Это показатель «Fuel Ratio» принят как стандартный в США. По сути он строго равен  $FR=(C^{fix}/V)-1$ . Приводимые в автореферате значения согласуются в качественном отношении, но необъяснено закономерно отличаются в количественном; 2) автор для промежуточного продукта конверсии твердых топлив использует термин «огарок». В отечественной технической литературе, по-видимому, нет устоявшегося термина. За рубежом широко применяется термин «char, чар», использование которого представляется предпочтительным.

7. Филиппова Сергея Петровича, акад. РАН, д-ра техн. наук, директора ФГБУН Институт энергетических исследований Российской академии наук, г. Москва. Замечания: 1) что подразумевает автор под переходными процессами? Конверсии твердого топлива в аппаратах плотного слоя протекает в пространственно неоднородной среде, в которой пространственная неоднородность является установившейся; 2) утверждение о том, что рассчитанные теплоемкости снимают неопределенность в задании стандартных значений термодинамических потенциалов, является не совсем верным. Это связано с тем, что теплоемкости, традиционно применяемые при задании термодинамических потенциалов индивидуальных веществ, не используются для расчета потенциалов твердых топлив.

8. Попеля Олега Сергеевича, д-ра техн. наук, доцента, зам. директора по научной работе ФГБУП Объединенный институт высоких температур Российской академии наук, г. Москва. Замечание: излишнее число значащих цифр у свободного члена уравнения теплопроводности (см. табл. 2), не коррелирующее с точностью первого члена уравнения, что вызывает вопрос о погрешности определения приведенных в уравнении коэффициентов.

9. Логвиненко Владимира Александровича, д-ра хим. наук, ведущего научного сотрудника лаборатории «Синтез кластерных соединений и материалов» ФГБУП Институт неорганической химии имени А.В. Николаева

Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск. Замечания: 1) для заявленных целей работы достаточно применение порядковых кинетических уравнений  $F_n$  (найденных по программе Netzsch Thermokinetics), – вместо обычной аппроксимации уравнением первого порядка, – но нет информации о величинах коэффициентов корреляции, полученных при таких расчетах (например, в таблице 5); 2) термин «кинетические коэффициенты» используется в линейных соотношениях термодинамики неравновесных процессов; в неизотермической кинетике обычный термин – кинетические параметры; 3) если анализируется зависимость, приведенная на рисунке 6, то следовало бы назвать ее так, как обычно именуется в физико-химической литературе: «кинетический компенсационный эффект», а не «зависимость кинетических коэффициентов».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области теории и переработки твердых топлив; их высокой научной компетентностью в вопросах исследования кинетики термохимической конверсии твердых топлив, наличием публикаций в данных областях науки, способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

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

– **разработана** методика определения технических характеристик различных видов твердых топлив, которая имеет высокую практическую значимость;

– **впервые осуществлено** постадийное исследование конверсии углей из месторождений Сибирского, Уральского и Дальневосточного Федеральных округов;

– **установлено** влияние процессов, протекающих в поверхностном слое частицы, на концентрацию радикалов в газовой фазе.

**Теоретическая значимость исследования обоснована** тем, что:

– **определены** особенности кинетики реакций твердых топлив в атмосферах различных окислителей и получены уравнения для расчета скорости срабатывания топлива, которые позволяют объяснить наблюдаемые эффекты в реальных установках;

– рассчитанные кинетические константы **применяются** для формирования макрокинетических ограничений в термодинамических моделях расчета процессов конверсии ТТ. Учет макрокинетических ограничений позволил уточнить физическое описание процессов газификации топлив вдали от состояния конечного равновесия;

– **разработана** методика технического анализа твердых и жидких образцов средствами термоаналитических измерений;

– **оценена** точность масс-спектрометрических измерений в условиях быстропротекающих термохимических превращений.

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

– разработанные методики являются универсальными и могут быть применены как для качественного сортового топлива (каменные угли), так и для низкосортных твердых топлив (шлам-лигнины, ТБО, отходы углеобогачительных фабрик и промышленных производств);

– проведенное в работе комплексное исследование кинетико-термодинамических свойств твердых топлив может быть использовано для их классификации по реакционной способности;

– рассчитанные кинетические параметры могут быть использованы при моделировании различных термохимических процессов и их отдельных стадий.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:** что она обеспечивается применением современного высокоточного оборудования для исследования термохимической конверсии твердых топлив, воспроизводимостью результатов измерений и сопоставлением полученных



результатов с известными литературными данными, а также сопоставлением численных оценок с результатами физического эксперимента.


**Личный вклад соискателя заключается** в том, что все теоретические и методические положения, экспериментальные данные, а также аналитические результаты, изложенные в диссертации, были получены лично соискателем. В работах, опубликованных в соавторстве, автору принадлежат результаты, сформулированные в защищаемых положениях и выводах.

Диссертация Козлова А.Н. соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки методик исследования термохимической конверсии твердых топлив, имеющие существенное значение для развития энергетической отрасли России.

На заседании 15 декабря 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Козлову А.Н. ученую степень кандидата технических наук.


При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Бродов Юрий Миронович

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Аронсон Константин Эрленович

15 декабря 2016 г.