

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.269.13, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГАОУ
ВО) «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.12.2018 г. №118

О присуждении Слюсарскому Константину Витальевичу, гражданину
Российской Федерации, **ученой степени кандидата физико-математических наук.**

Диссертация «Исследование процессов термического окисления и зажигания
твердых топлив»

по специальности: 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика
экстремальных состояний вещества

принята к защите 25.10.2017 г. (протокол заседания № 116) диссертационным
советом Д 212.269.13 созданным на базе ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и
высшего образования Российской Федерации, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30,
приказом Минобрнауки России № 105/НК от 11.04.2012 г.

Соискатель Слюсарский Константин Витальевич 1990 года рождения.

В 2014 г. соискатель окончил ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», в 2018 году окончил очную аспирантуру
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический
университет»,

работает ассистентом научно-образовательного центра им. И.Н. Бутакова
Инженерной школы энергетики (ИШЭ) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и
высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ФГАОУ ВО
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель, доктор физико-математических наук, профессор **Коротких Александр Геннадьевич** НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», профессор.

Официальные оппоненты:

1. **Каленский Александр Васильевич**, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, кафедра химии твердого тела и химического материаловедения, профессор;

2. **Карпов Александр Иванович**, доктор физико-математических наук, ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН», г. Ижевск, лаборатория физико-химической механики, главный научный сотрудник.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБУН «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» (г.Кемерово) **в своем положительном отзыве**, подписанном **Зинфером Ришатовичем Исмагиловым**, доктором химических наук, профессором, членом-корреспондентом РАН, директором ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН, **указала, что** диссертация Слюсарского Константина Витальевича является законченным научно-квалификационным исследованием, выполненным лично автором, обладает научной новизной и содержит решение актуальной задачи – определение характерных параметров процессов зажигания угля в условиях различных скоростей нагрева. Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 21.04. 2016 г. №335) ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Слюсарский Константин Витальевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работ, опубликованных в научных изданиях индексируемых базами

данных Scopus и Web of Science 12 работ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах (авторский вклад в основных работах по диссертации составляет от 30 до 90 %, общий объем более 5 условных печатных листов).

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Слюсарский, К.В. Методика комплексного исследования характеристик зажигания и горения твердых топлив / А.Г. Коротких, А.В. Архипов, В.Е. Зарко, О.Г. Глотов, А.Б. Кискин, С.А. Янковский, К.В. Слюсарский // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2014. – Т. 57, № 8/2. – С. 165–173.

2. Слюсарский, К.В. Исследование кинетики газификации угольного кокса в среде углекислого газа / А.Г. Коротких, К.В. Слюсарский, А.А. Дитц // Химическая физика. – 2016. – Т. 35, № 7. – С. 16–22.

3. Слюсарский, К.В. Влияние температуры окислительной среды на процесс газификации угольного кокса / А.Г. Коротких, К.В. Слюсарский // Химическая физика и мезоскопия. – 2017. – Т. 19, № 1. – С. 20–30.

4. Slyusarskiy, K.V. Non-isothermal kinetic study of bituminous coal and lignite conversion in air and in argon/air mixtures / K.V. Slyusarskiy, K.B. Larionov, V.I. Osipov, S.A. Yankovsky, V.E. Gubin, A.A. Gromov // Fuel. – 2017. – Vol. 191. – P. 383–392.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. От ведущей организации ФГБУН «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» (г. Кемерово), подписанный **Зинфером Ришатовичем Исмагиловым**, доктором химических наук, профессором, членом-корреспондентом РАН, директором ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН (отзыв с замечаниями). **2. От официального оппонента** **Каленского Александра Васильевича**, доктора физико-математических наук, профессора кафедры химии твердого тела и химического материаловедения ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово (отзыв с замечаниями). **3. От официального оппонента** **Карпова Александра Ивановича**, доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника лаборатории физико-химической механики ФГБУН «Удмуртский федеральный

исследовательский центр УрО РАН», г. Ижевск. **4. От Салганского Евгения Александровича**, доктора физико-математических наук, ФГБУН Институт проблем химической физики РАН, ведущего научного сотрудника лаборатории горения в высокоскоростных потоках, г.Черноголовка (отзыв с замечаниями). **5. От Егорова Александра Григорьевича**, доктора технических наук, ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», директора научно-образовательного центра «Физика горения энергоемких материалов», г. Тольятти (отзыв с замечаниями). **6. От Крайнова Алексея Юрьевича**, доктора физико-математических наук, профессора, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», профессор кафедры математической физики, г. Томск (отзыв с замечаниями). **7. От Коржавина Алексея Анатольевича**, доктора технических наук, Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, заведующего Лабораторией физики и химии горения газов, г. Новосибирск (отзыв с замечаниями). **8. От Коробейничева Олега Павловича**, доктора физико-математических наук, Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, главного научный сотрудник, г. Новосибирск (отзыв с замечаниями).

Все отзывы положительные. Имеются следующие критические замечания:

На рис. 3.3 представлены данные измерений потери массы и скорости реакции при пиролизе твердого горючего в инертной атмосфере. Полная возможная газификация здесь приведена только для бурого угля, тогда как кривые для антрацита и каменного угля приведены до температуры 1000 С, хотя, как отмечено в п.2.2.2 диссертации, используемая установка позволяет проводить измерения до температуры 2500 С. Так, для бурого угля достигнуто содержание летучих продуктов 50% (в таблице 2.1 – 32 %). Отсутствуют уточненные значения кинетических параметров для антрацита. На стр. 118 диссертации уравнение разрешается относительно комплекса QA , тогда как Q представляет собой измеряемую характеристику. Название диссертации охватывает очень большую область исследований, в тоже время в работе представлены результаты по закономерностям окисления и лазерного зажигания углей. Отдельные характеристики состава исследуемых образцов углей не соответствуют

классификационным признакам марок. При исследовании закономерностей взаимодействия интенсивного лазерного излучения с веществом необходимо учитывать возможность экранирования продуктами абляции инициирующего импульса: рассеяние на субмикронных вылетающих частицах, интенсивное поглощение продуктами реакции. Не указан критерий, использованный для окончательного выбора кинетической функции. Не учтена возможность раздробления, вспучивания или спекания образцов. При рассмотрении модели сужающейся сферы доказательство кинетической модели выполнялось без использования спрямляющих координат и перекрывания растущих зон продуктов. Оцененные значения энергии активации, интерпретируются автором недостаточно подробно. Приводимая точность определения энергии активации (с. 123 диссертации) выше точности калориметрических определений. Данное в работе описание термина «механизм реакции» не согласуется с энциклопедическим. Имеются опечатки и неточности в формулировках.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается научным авторитетом и высокой квалификацией специалистов в области химической физики, теоретических и практических исследований в сфере зажигания и горения твердых топлив, наличием публикаций в рецензируемых изданиях за последние пять лет в области химической физики и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана экспериментальная методика исследования процесса зажигания твердого топлива лучистым потоком тепла со скоростями нагрева до $2 \cdot 10^4$ °C/с;

предложены методика определения влияния дисперсного состава топлива на форму кинетической функции для расчета энергии активации при его окислении, методика определения характерных времен и температур зажигания, а также термокинетических параметров;

установлены значения характерных времен и температур, а также взаимосвязь между характерными термокинетическими параметрами при зажигании твердых топлив;

доказано, применительно к рассмотренным видам натуральных твердых топлив, что значения энергии активации зажигания коррелируют со значениями энергии активации окисления коксового остатка.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказано влияние скорости нагрева на значения параметров и констант формальной кинетики процесса зажигания твердых топлив;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы современные методики и регистрирующая аппаратура, в частности, квадрупольный масс-спектрометр QMS 403 C Aeolos, термоанализатор Netzsch STA 449 F3 Jupiter (Netzsch, Germany), электронный микроскоп (РЭМ) Quanta 200 3D (FEI, США) с увеличением от 10 до 100 000 крат, термоэлектрический преобразователь Ophir FL400A, CO₂-лазер непрерывного действия максимальной мощностью до 200 Вт, тепловизионная камера Jade J530 SB;

изложены результаты исследований процессов термического окисления и зажигания при нагреве лучистым тепловым потоком углей трех марок в условиях различных скоростей нагрева;

раскрыто влияние функции распределения частиц по размеру топлива на кинетику процесса окисления и скорости нагрева на значения характерных температур и констант формальной кинетики;

изучены основные закономерности процесса зажигания образцов антрацита, каменного и бурого углей в условиях лазерного нагрева;

обоснована возможность использования полученных значений констант формальной кинетики для решения математических задач зажигания и горения твердого топлива;

разработаны рекомендации по применению результатов термического анализа для описания процесса зажигания твердого топлива лучистым потоком тепла.

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

определены значения характерных температур и констант формальной кинетики процесса зажигания угля при скоростях нагрева до $2 \cdot 10^4$ °C/с, соответствующих условиям эксплуатации энергетических установок, а также значения констант

формальной кинетики процессов термического разложения и окисления твердого топлива;

создана методика оценки влияния дисперсного состава твердого топлива на кинетику его окисления;

представлена методика исследования процесса зажигания твердого топлива при нагреве лучистым потоком тепла, позволяющая одновременно регистрировать значения времени задержки зажигания и температуры поверхности образца топлива.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с применением современного, сертифицированного, высокоточного оборудования. Обработка результатов была проведена с применением современной вычислительной техники и современных методов оценки погрешностей результатов измерений основных характеристик исследуемых процессов;

идея базируется на допущении о возможности применения твердофазной модели зажигания при определении кинетических параметров процесса зажигания твердого топлива лучистым потоком тепла;

использовано сопоставление результатов исследований, полученных соискателем, с опытными данными по данной тематике; основные полученные результаты не противоречат принятым представлениям о процессах термического окисления и зажигания углей;

использованы современные методики сбора и обработки информации, современная регистрирующая аппаратура.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методики оценки влияния дисперсного состава топлива на кинетику процессов его термического окисления; разработке экспериментальной методики исследования процессов зажигания твердых топлив при нагреве лучистым потоком постоянного действия; постановке, планировании экспериментальных исследований и их проведении; обработке, анализе и обобщении полученных результатов; формулировке защищаемых положений и выводов; в формировании рекомендаций по практическому использованию полученных результатов; подготовке статей к опубликованию в изданиях.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи определения характеристик зажигания твердого топлива при высокоскоростном нагреве лучистым тепловым потоком постоянного действия, имеющей значение для теплоэнергетики, и соответствует п. 9 абз. 2 Положения о присуждении ученых степеней.

На заседании 27 декабря 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Слюсарскому К.В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности 01.04.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества, участвовавших в заседании из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 12, против 4, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета



Кузнецов Гений Владимирович

Ученый секретарь

диссертационного совета



Матвеев Александр Сергеевич

«27» декабря 2018 г.