



УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИПКОН РАН
академик РАН

[Signature]
Захаров В.Н.

» *февраля* 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института проблем комплексного освоения недр им. академика
Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН)
на диссертацию Докучаевой Анастасии Игоревны на тему
«Установление закономерностей термического разложения углей и
критериев склонности к самовозгоранию», представляемую на
соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.8.6. – «Геомеханика, разрушение горных пород,
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»**

Диссертация «Установление закономерностей термического разложения углей и критериев склонности к самовозгоранию» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук.

Докучаева А.И., 11.10.1995 г.р., в 2019 году с отличием окончила Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» с присуждением квалификации горный инженер (специалист) по специальности 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства». После окончания университета в 2019 г. трудоустроилась на должность ведущего инженера в Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН). В 2019 г. поступила в ИПКОН РАН в аспирантуру на очную форму обучения по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика». В 2023 г. переведена на должность младшего научного сотрудника. В 2023 г. подготовила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по

специальности 2.8.6 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2024 году Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор технических наук Малинникова Ольга Николаевна, главный научный сотрудник Отдела «Центр проблем метана и газодинамических явлений угольных и рудных месторождений», лаборатории «Лаборатория многофазных процессов в массивах горных пород при разработке месторождений» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук.

По результатам рассмотрения диссертации «Установление закономерностей термического разложения углей и критериев склонности к самовозгоранию» принято следующее заключение:

Представленная Докучаевой Анастасией Игоревной к защите диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, посвящённую решению актуальной научно-практической задачи обоснования критериев разделения углей по склонности к самовозгоранию, определенных методом термогравиметрического анализа на основе установленных закономерностей термического разложения углей в низкотемпературной области.

Цель диссертации заключается в выявлении закономерностей термического разложения углей для установления критериев их склонности к самовозгоранию.

Актуальность диссертационной работы. Ископаемый уголь является самым распространённым в мире ресурсом для производства электроэнергии. Эндогенные пожары, спровоцированные самовозгоранием угля, наносят ущерб здоровью человека и окружающей среде из-за выбросов в атмосферу парниковых и токсичных газов, некоторых микроэлементов, образующихся в результате сгорания угольного вещества, и являются причинами аварий, травматизма рабочих и снижения качества добываемого полезного ископаемого. Выявление склонных к самовозгоранию углей позволяет заранее принимать меры, предупреждающие возникновение возгорания. Известно, что причинами самовозгорания угля являются: окисление угольного вещества кислородом воздуха, накопление и повышение тепла в результате процессов окисления угля.

В разных странах применяют различные методы определения склонности углей к самовозгоранию, которые зачастую обоснованы статистически и дают приемлемые результаты для конкретных месторождений. Главными недостатками применяемых методов являются: трудоемкость, длительность по времени проведения и невысокая точность получаемых результатов. В настоящее время существуют приборы, которые позволяют свести к минимуму вышеперечисленные недостатки. Для изучения склонности угля к самовозгоранию широкую популярность приобретает высокоточный и быстрый метод термогравиметрического анализа (ТГА), который позволяет установить особенности взаимодействия угля с кислородом воздуха в заданных условиях по термограммам изменения массы угля и подходит для изучения кинетики процессов термического разложения угля. Но для определения самовозгорания углей методом ТГА до настоящего времени не разработаны режимы исследования углей и критерии их разделения по склонности к самовозгоранию. Поэтому установление закономерностей процессов термического разложения углей для определения склонности к самовозгоранию является актуальной научно-практической задачей.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, постановка и формулирование цели и задач исследований; сбор, изучение и анализ существующих материалов по теме диссертации; непосредственное участие в организации и проведении лабораторных исследований; анализ, систематизация и обобщение результатов исследований; определение критериев склонности углей к самовозгоранию.

Достоверность положений, выводов и рекомендаций обеспечивается надёжностью и представительностью исходных данных, подтверждением теоретических выводов результатами экспериментальных и лабораторных испытаний, выполненным по апробированным методикам в ИПКОН РАН.

Научную новизну работы составляет применение метода ТГА для разделения углей по склонности к самовозгоранию на основании прироста массы угля при поглощении кислорода; разработка методики лабораторного исследования углей методом ТГА и установление оптимального режима термогравиметрического анализа для получения закономерностей, показателей и критериев склонности углей к самовозгоранию; установление величины температуры начала прироста массы $T_{нач}$, как начальной температуры процесса сорбции кислорода, в качестве температурной характеристики, позволяющей разделить угли по склонности к самовозгоранию; установление закономерностей термического разложения углей для определения склонности к самовозгоранию по

термогравиметрическим параметрам: приросту массы M и температуре начала реакции сорбции кислорода $T_{\text{нач}}$.

Практическая значимость результатов заключается в установленные закономерности термического разложения углей, которые дают представление о величине и скорости термического эффекта окисления углей при их саморазогреве и позволяют разделить угли, склонные и не склонные к самовозгоранию. Разработанная методика лабораторных исследований методом ТГА позволила сократить время проведения лабораторных исследований и повысить точность получаемых величин при определении склонности углей к самовозгоранию. Полученные закономерности и установленные критерии склонности углей к самовозгоранию применяются при проведении лабораторных исследований углей в ИПКОН РАН.

Ценность научной работы заключается в возможности применения установленных закономерностей термического разложения углей в низкотемпературной области для определения склонности к самовозгоранию углей различных месторождений и разработке на основе полученных данных методологических аспектов оценки склонности угля к самовозгоранию.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Результаты диссертационного исследования Докучаевой А.И. опубликованы в 15 работах, в том числе 5 статей - в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ.

В изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

1. Докучаева А.И. Особенности газообменных процессов при нагреве в углях, склонных к самовозгоранию // Маркшейдерия и недропользование. – 2023. – № 2 (124). – С. 56-61.

2. Захаров В.Н., Докучаева А.И., Малинникова О.Н. Адекватность применимости критериев оценки склонности к самовозгораемости углей Печорского и Кузнецкого бассейнов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 6. – С. 5-15.

3. Харченко А.В., Докучаева А.И. Анализ свойств углей и выделившегося газа при определении их газоносности и склонности к самовозгоранию // Маркшейдерия и недропользование. – 2023. – № 6 (128). – С. 38-77.

4. Ульянова Е.В., Малинникова О.Н., Докучаева А.И., Пашичев Б.Н. Влияние неоднородности структуры угольного вещества на склонность угля к самовозгоранию // Химия твердого топлива. – 2022. – № 6. – С. 18–24.

5. Докучаева А.И., Малинникова О.Н., Палкин А.Б. Усовершенствованный метод оценки химической активности углей при

определении их склонности к самовозгоранию // Химия в интересах устойчивого развития. – 2022. – Т. 30. – № 5. – С. 464–468.

В прочих изданиях:

6. Докучаева А.И., Пашичев Б.Н., Долгова М.О. Особенности углей, склонных к самовозгоранию // В сборнике: Труды Международного совещания «Инновационные процессы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья (Плаксинские чтения – 2020)». – 2020. – С. 260–262.

7. Пашичев Б.Н., Докучаева А.И., Ульянова Е.В. Выявление особенностей микроструктуры ископаемых углей с использованием метода «энтропия-сложность» // В сборнике: Труды Международного совещания «Инновационные процессы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья (Плаксинские чтения – 2020)». – 2020. – С. 97-100.

8. Докучаева А.И., Малинникова О.Н., Палкин А.Б. Термогравиметрический анализ углей для определения их склонности к самовозгоранию // В сборнике: Материалы X Международного Российско-Казахстанского Симпозиума «Углекимия и экология Кузбасса». – 2021. – С. 57.

9. Докучаева А.И. Использование метода термогравиметрического анализа для оценки склонности углей к самовозгоранию // В сборнике: 76-я Международная молодежная научная конференция «Нефть и газ – 2022». – 2022. – Т.1. – С. 454-455.

10. Докучаева А.И., Малинникова О.Н., Палкин А.Б. Усовершенствованный способ расчета химической активности углей при определении их склонности к самовозгоранию // В сборнике: Материалы XI Международного Российско-Казахстанского Симпозиума «Углекимия и экология Кузбасса». – 2022. – С. 29.

11. Ульянова Е.В, Малинникова О.Н., Пашичев Б.Н., Докучаева А.И. Связь неоднородности микроструктуры угольного вещества с опасными проявлениями в шахтопластах // В сборнике: Материалы 5 конференции Международной научной школы академика РАН К.Н.Трубецкого «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр». – 2022. – С. 284-287.

12. Докучаева А.И., Малинникова О.Н., Долгова М.О. Подбор вводных термогравиметрических параметров при оценке склонности углей к самовозгоранию // В сборнике: Материалы 5 конференции Международной

научной школы академика РАН К.Н.Трубецкого «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр». – 2022. – С. 258-260.

13. Докучаева А.И., Малинникова О.Н., Филиппов Ю.А. Изучение механизма самовозгорания угля в зоне низкотемпературного окисления // В сборнике: Материалы Всероссийской конференции (с участием зарубежных ученых), посвящённой 65-летию Института геохимии им. А.П. Виноградова и 105-летию со дня рождения академика Л.В. Таусона. – 2022. – Т. 1. – С. 165-167.

14. Докучаева А.И., Малинникова О.Н., Долгова М.О. Влияние скорости нагрева на распределение температуры в образце угля при определении склонности к самовозгоранию ТГ-методом // В сборнике: Материалы XII Международного Российско-Казахстанского Симпозиума «Углекислотная химия и экология Кузбасса». – 2023. – С. 31.

15. Докучаева А.И., Малинникова О.Н., Филиппов Ю.А. Моделирование распределения температуры в тигле с углем при определении склонности угля к самовозгоранию // В сборнике: Тезисы докладов I Всероссийской научной конференции с международным участием «Енисейская теплофизика». – 2023. – С. 492-493.

В публикациях соискателя в полном объеме отражены основные результаты диссертационной работы, выводы и рекомендации. Сведения об опубликованных работах достоверны.

Материалы диссертации, представленные Докучаевой А.И. на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», рассмотрены на объединенном научном семинаре ИПКОН РАН (24.01.2024 г.), докладывались и широко обсуждались на общероссийских и международных научных конференциях, симпозиумах: 15, 16 Международная научная школа молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» (Москва, 2021, 2023); 4-я, 5-я конференция Международной научной школы академика К.Н.Трубецкого (Москва, 2020, 2022); X, XI, XII Международный Российско-Казахстанский Симпозиум «Углекислотная химия и экология Кузбасса» (Кемерово, 2021, 2022, 2023); IX, X, XI Семинар «Добыча метана из угольных отложений» (Москва, 2021, 2022, 2023); VI-ая Международная конференция «Триггерные эффекты в геосистемах» (Москва, 2022); 76-ая Международной молодежной научной конференции «НЕФТЬ И ГАЗ – 2022» (Москва, 2022); Международный научный симпозиум «Неделя горняка» (Москва, 2023), Всероссийская научная конференция с международным участием «Геодинамика и напряженное состояние недр Земли»

(Новосибирск, 2023), Российская научная конференция «Геохимия и петрография угля, горючих сланцев и битуминозных пород» (Сыктывкар, 2023).

Научная специальность, которой соответствует диссертация.
Диссертационная работа выполнена в соответствии с паспортом специальности 2.8.6. – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика: п.3. Изменения свойств горных пород и грунтов в образцах и в естественных условиях в массиве в результате воздействия механических, тепловых, электромагнитных, физико-химических и других полей; п.5. Теоретические основы, математические модели и способы управления состоянием и поведением массивов горных пород и грунтов с целью обеспечения устойчивости горных выработок, подземных и наземных сооружений, предотвращения проявлений опасных горно-геологических явлений; п.11. Гидро-, аэро-, газо- и термодинамические процессы, методы и средства управления ими в массивах горных пород и грунтов, горных выработках и выработанном пространстве.

Диссертация соответствует требованиям, установленным пунктом 14 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. N 842.

Диссертационная работа Докучаевой Анастасии Игоревны по теме «Установление закономерностей термического разложения углей и критериев склонности к самовозгоранию» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Заключение принято на расширенном заседании ИПКОН РАН. Присутствовало на заседании 38 чел., в том числе – 18 докторов наук. Результаты голосования: «за» - 38 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел., протокол заседания ИПКОН РАН от 24.01.2024.

Председатель семинара:

Заведующий отделом теории проектирования и геотехнологии комплексного освоения недр ИПКОН РАН, докт. техн. наук

Секретарь семинара:

Ученый секретарь ИПКОН РАН, проф., докт. техн. наук

Федотенко В.С.

Кубрин С.С.