

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе и
международному сотрудничеству
Федерального государственного
образовательного учреждения
высшего образования «Кузбасский
государственный технический
университет им. Т.С. Горбачева»
К.С. Костиков
«18» 02 2024 г



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
Коссович Елены Леонидовны «Теоретическое и экспериментальное
обоснование критериальных показателей для прогноза пылеобразования при
разрушении углей и их склонности к самовозгоранию»,
представленную на соискание учёной степени
доктора технических наук по специальности
2.6.12 - «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

**Актуальность темы выполненной работы и ее связь с планами
соответствующих отраслей науки и народного хозяйства**

В соответствии с Программой развития угольной промышленности России на период до 2035 года (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 июня 2020 г. № 1582-р) к числу основных системных проблем отрасли относится негативное воздействие на окружающую среду и риски введения экологических ограничений, связанные с ухудшением динамики показателей охраны окружающей среды от выбросов предприятий угольной отрасли. В связи с этим, основными целями Программы являются научно-технические и технологические мероприятия, направленные на предупреждение самовозгорания углей и породных отвалов и внедрение наилучших доступных технологий при добыче, переработке и перевалке угля в целях минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Для достижения целей в соответствии с Указом Президента Российской Федерации 19 апреля 2017 года № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года», с учетом вызовов и угроз экологической безопасности страны должна быть решена

задача активизация фундаментальных и прикладных научных исследований в области охраны окружающей среды и природопользования, включая экологически чистые технологии. В связи с вышеуказанным, разработка новых фундаментальных подходов, направленных на установление критериальных показателей, отражающих склонность углей к самовозгоранию и образованию тонкодисперсной угольной пыли в процессах добычи, хранения и перевалки углей, соответствует современным экологическим вызовам и является актуальной научной проблемой.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автор приводит критический обзор литературных источников и убедительно доказывает необходимость разработки новых теоретических и экспериментальных подходов оценки критериальных показателей, обуславливающих склонность углей к самовозгоранию и образованию тонкодисперсной пыли при разрушении углей.

Автором впервые установлен факт трансформации характера деформирования витринита углей в ряду метаморфизма. Установлено влияние разномасштабной нарушенности угольного вещества на величину твердости, измеряемую при разных величинах нагрузки при микро- и наноиндентировании. Впервые на основании разработанных математических моделей показано, что при индентировании углей, в зоне контакта с индентором происходит разрушение угольного вещества с образованием ядра раскрошенного материала, размеры частиц в котором не превышают 10 мкм; выявлены три механизма разрушения углей с образованием тонкодисперсной пыли: «локальное разрушение», «разрушение в объеме» и «переходная зона»; введен новый количественный показатель для ранжирования углей по механизму разрушения. Впервые показано, что механизм разрушения углей определяется соотношением аморфных и кристаллитных форм соединений углерода в витрините углей. Установлено, что содержание тонкодисперсной пыли в пылевой фракции рядового угля определяется механизмом разрушения угля и соотношением аморфных и кристаллитных форм соединений углерода в витрините, что позволило обосновать критериальные показатели для прогноза образования тонкодисперсной пыли при разрушении углей. К ним отнесены: структурный показатель, отражающий соотношение аморфных и кристаллитных форм соединений углерода в витрините и количественный показатель,

отражающий механизм разрушения углей с образованием тонкодисперсной пыли.

Для оценки химической активности углей при окислении автором разработана новая кинетическая модель взаимодействия углей с озоном, позволяющая оценивать активность двух типов центров, различающихся скоростью деактивации. На основании анализа результатов экспериментов по изотермической калориметрии для характеристики тепловыделения при низкотемпературном окислении углей, термогравиметрического анализа углей и кинетического моделирования процессов высокотемпературного окисления (горения) углей, впервые обоснованы критериальные показатели, позволяющие оценивать склонность углей к окислению и самовозгоранию в части оценки их химической активности. К этим показателям отнесены: структурный показатель, отражающий соотношение аморфных и кристаллитных форм соединений углерода в витрините углей, и отношение активности центров разных типов по отношению к озону.

Значимость для науки и производства, полученных автором диссертации результатов, сопоставление полученных результатов с уровнем современной науки.

Результаты, полученные автором в диссертационном исследовании, значительно расширяют существующие представления о влиянии генезиса углей на их структуру и свойства, определяющие поведение углей при внешних воздействиях различной природы. Предложенные автором теоретические модели и результаты экспериментальных исследований позволили установить фундаментальные взаимосвязи между особенностями надмолекулярной структуры углей и механизмом их разрушения на масштабных уровнях, сопоставимых с размерами тонкодисперсной пыли. Построение кинетической модели взаимодействия углей с озоном и соответствующие экспериментальные исследования позволили автору объяснить особенности поведения углей разного генезиса и метаморфизма в процессах окисления и самовозгорания. Научные результаты работы имеют хорошие перспективы практического применения, в том числе для ранжирования углей по их склонности к окислению и самовозгоранию, что позволит, в дальнейшем, перейти к разработке мероприятий по условиям хранения и транспортировки угольной продукции в части предотвращения потери качества и рисков эндогенного возгорания. Критериальные показатели, отражающие способность углей к образованию при разрушении тонкодисперсной пыли, уже на стадии геологической разведки и эксплуатации месторождений, даст возможность планировать технологии

добычи, прогнозировать состав рудничной атмосферы по пылевому фактору, запыленность атмосферы рабочей зоны и эмиссию тонкодисперсной пыли, эффективность обогащения и качество угольной продукции.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты работы автора использованы на АО «Разрез Харанорский» (АО СУЭК) для определения склонности к самовозгоранию бурых углей предприятия и разработки мероприятий по снижению рисков при хранении углей и их транспортировке; теоретические и методические подходы, разработанные в диссертации, внедрены ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) в ходе выполнения плановой НИР «Разработка метода термогравиметрического анализа для определения степени участия смесей угольной и сланцевой пыли во взрыве и определения возможности повторных взрывов в ходе ликвидации ЧС» (утверждённого приказом МЧС России от 29 января 2021 № 37) для оценки пылеобразования углей при их разрушении и прогноза дисперсного состава и концентрации витающей пыли. Разработанное автором «Руководство по определению способности углей к разрушению с образованием тонкодисперсной пыли» принято к использованию группой предприятий АО «Стройсервис» для ранжирования углей по «пылевому» фактору и применения дифференцированного подхода на всех стадиях производства для минимизации пылеобразования и его негативного влияния на окружающую среду.

Разработанное автором Руководство рекомендуется к использованию на предприятиях по добыче и переработке углей для прогноза состава рудничной атмосферы по пылевому фактору, запыленности рабочей зоны в процессах добычи и переработки углей, выбросов загрязняющих веществ при перегрузках продукции на морских и речных терминалах, для планирования мероприятий, направленных на снижение загрязнения окружающей среды в местах хранения, транспортировки и перевалки углей. Предложенные автором критериальные показатели склонности углей к самовозгоранию и методы их определения, рекомендуется использовать в деятельности проектных, научно-исследовательских организаций и надзорных органов для разработки нормативной и методической документации, регламентирующей порядок пожаробезопасного хранения и перемещения углей, профилактические мероприятия по предотвращению их возгорания и сохранения качества продукции.

Замечания

1. В разделе 2.5 диссертационной работы описан метод определения активности углей по отношению к озону, основанный на обработке слоя угля внутри герметичного реактора с известной геометрией потоком газовой смеси с фиксированной концентрацией озона и получении зависимостей содержания остаточного озона на выходе из слоя угля от времени эксперимента. Однако автором не приведена информация о массе пробы угля и геометрии слоя угля, в том числе его высота и форма поперечного сечения. Были ли они одинаковы для всех исследованных углей?
2. Автору следовало бы более подробно пояснить, каким образом построение карт распределения модуля упругости и показателя нарушенности витринита углей позволит на качественном уровне прогнозировать склонность к внезапным выбросам.
3. Автор предлагает проводить прогноз склонности углей к образованию тонкодисперсной пыли по показателям, определяемым только для витринита. Каково, по мнению автора, влияние инертинита на разрушение углей и образование тонкодисперсной пыли?
4. В разделе 5 автор представляет кинетическую модель активности углей по отношению к озону, основанную на предположении, что на поверхности угля есть два типа центров, различающихся по скорости деактивации. В разделе 5.2 автор высказывает предположение о том, что центры первого типа (с более высокой степенью деактивации) представляют собой поликонденсированные соединения углерода в органической массе угля. Однако по тексту диссертации не даны предположения о химической природе активных центров второго типа (с более низкой скоростью деактивации). Какова, по мнению автора, химическая природа активных центров второго типа по отношению к озону?
5. В тексте диссертации и автореферата допущены орфографические ошибки, опечатки, пропущенные слова. Например, на 18 «...а также по мероприятий по предотвращению...», и т.д.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы.

Основные положения диссертации опубликованы в 37 печатных работах, из которых 29 в изданиях, индексируемых в базах RSCI и Scopus, 20 – в журналах, рекомендуемых ВАК по специальности 2.6.12 - «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Основные научные положения, результаты и выводы работы соответствует паспорту специальности 2.6.12 - «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» (п. 6, 13). Автореферат соответствует структуре и содержанию диссертации.

Диссертационная работа Е.Л. Коссович является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании теоретических и экспериментальных исследований решена актуальная научная проблема обоснования критериальных показателей для прогноза пылеобразования и самовозгорания углей, что имеет важное значение для повышения качества продукции и снижение экологической нагрузки на окружающую среду в местах добычи, переработки и перевалки углей. Работа соответствует п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней НИТУ МИСИС, в том числе условиям пункта 2.6. Автор Коссович Елена Леонидовна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.12 - «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» по результатам публичной защиты.

Настоящая работа обсуждалась на заседании кафедры химической технологии твердого топлива ИХНТ КузГТУ 30 января 2024 г

Директор института
химических и нефтегазовых технологий
д.х.н., профессор

Черкасова Т.Г.

Зав. кафедрой ХТТТ
к.т.н., доцент

Неведров А.В.



Подписи Черкасовой Т.Г., Неведрова А.В.

ЗАВЕРЯЮ
учебный секретарь совета

И.М. Коссович

30 01 2024г.