

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

«10» апреля 2025 г



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
Агаркова Кирилла Владимировича «Трансформация структуры и свойств
углей при воздействии отрицательных температур»,
представленную на соискание учёной степени
кандидата 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 Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 июля 2024 года № 1838-р «О Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2050 года», одним из приоритетов научно-технологического развития в сфере геологического изучения недр, поисков, оценки и разведки месторождений полезных ископаемых является технологическое обеспечение геолого-геофизических исследований на континентальном шельфе Российской Федерации, в Мировом океане, Арктике и Антарктике. В Программе развития угольной промышленности России на период до 2035 года, утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации №1582-р от 13.06.2020 г. указано, что в рамках подпрограммы «Развитие сырьевой базы угольной промышленности и рациональное природопользование» приоритетным является создание сырьевой базы угля новых кластеров угледобычи в Арктической зоне. В связи с этим особую важность приобретают научные исследования, направленные на изучение низкотемпературных воздействий на структуру и свойства добываемых в Арктической зоне и северных регионах углей, обуславливающие их качество и безопасность при добыче, транспортировке и переработке. В связи с этим, диссертационная работа К.В. Агаркова, целью которой является установление закономерностей влияния отрицательных температур на изменение показателей, характеризующих качество углей, их склонность к окислению и самовозгоранию, а также на

механические свойства на разных масштабных уровнях, является актуальной и своевременной.

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

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и одного приложения. Основной текст диссертации содержит 47 рисунков, 15 таблиц, список использованных источников из 115 наименований. Объем диссертационной работы составляет 127 л.

Автор провел критический обзор исследований зарубежных и российских авторов о влиянии отрицательных температур на структуру и свойства углей разной стадии метаморфизма, и убедительно доказал, что в настоящее время отсутствует систематизированная информация в этой области. На основании проведенного анализа литературных источников автором предложена гипотетическая модель трансформации структуры углей, учитывающая разрушение угольного вещества при изменении агрегатного состояния влаги при замораживании и уплотнение вещества за счет смыкания мезо-и микропор при размораживании. Применение этой модели позволило автору объяснить изменение склонности к окислению и самовозгоранию, а также механизм разрушения на макро- и микроуровне углей разных видов и генотипов при воздействии отрицательных температур. Разработанная автором методология исследований включала: выбор репрезентативной коллекции бурых и каменных углей в ряду метаморфизма, отличающихся петрографическим составом и генотипом по степени восстановленности витринита, приуроченных преимущественно к месторождениям Арктической зоны и северных регионов Российской Федерации; выбор наиболее информативных параметров, отражающих склонность углей к окислению и самовозгоранию, их физико-механические свойства на разных масштабных уровнях, а также методов их определения; разработку режимов низкотемпературного воздействия (в том числе циклических) на угли в лабораторных условиях для оценки влияния отрицательных температур на структуру и свойства углей. На основании разработанной методологии автором впервые установлено, что замораживание-размораживание исследованных каменных углей может приводить к их окислению с образованием на поверхности частиц светлых плотных пленок, которые с увеличением числа циклов замораживания-оттаивания отслаиваются с образованием новых реакционных поверхностей, обуславливающих увеличение склонности углей к окислению и самовозгоранию. Впервые установлено, что при снижении температуры замораживания механическая прочность изометаморфных каменных углей изменяется по-разному: для угля I генотипа механическая прочность возрастает, в то время как для угля III генотипа - последовательно снижается. Показано, что такие изменения механической прочности углей разных генотипов обусловлены различиями в структуре из витринита.

Исследования физико-механических свойств каменных углей методом инструментального наноиндентирования позволило автору получить новые результаты, свидетельствующие о том, что замораживание углей при температуре $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к снижению модуля упругости угольного вещества и изменению механизма его разрушения при циклическом нагружении с увеличивающейся нагрузкой. При этом показано, что для каменных углей Апсатского месторождения, подвергавшихся многолетнему криогенному выветриванию, изменение модуля упругости происходит в значительно меньшей степени, чем для углей Печорского бассейна, добываемых закрытым способом. Эти результаты позволили автору объяснить различия в образовании мелкодисперсной аэрозольной пыли при воздействиях на угли отрицательных температур.

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

Выполненные автором исследования во многом являются новаторскими, так как выявленные закономерности влияния отрицательных температур на физико-механические свойства и реакционную способность углей в процессах низкотемпературного окисления, пиролиза и горения получены на представительной коллекции углей разных стадий метаморфизма и генотипов, что позволяет прогнозировать на стадии разведки и эксплуатации угольных месторождений безопасность угольной продукции в части рисков самовозгорания углей при хранении и транспортировке, а также образования аэрозольной пыли при добыче и переработке углей в условиях северных регионов. Для этого может быть применена разработанная автором методология в части выбора наиболее информативных показателей (и методов их определения), отражающих восприимчивость структуры углей к низкотемпературным воздействиям и соответствующим изменениям их физико-механических свойств и реакционной способности. Это определяют и практическую значимость работы, так как вопросы обеспечения качества углей и повышение безопасности их хранения, транспортировки и переработки являются ключевыми на всех этапах жизненного цикла продукции.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Полученные автором результаты были использованы для оценки смерзаемости и пыления товарных углей на предприятии АО «УК Кузбассразрезуголь». В результате выполнения этой работы автором была определена оптимальная влажность угольной продукции, обеспечивающая минимальную смерзаемость углей в условиях железнодорожных перевозок в зимний период. Результаты выполненных работ соискателя применяются АО «УК «Кузбассразрезуголь» при разработке мероприятий по реагентной обработке углей при их транспортировке в условиях низких температур и помогают обеспечить качество товарной продукции, в том числе снижение

пыления углей при перевалке на угольных терминалах. Полученные автором результаты рекомендуется использовать на угольных и обогатительных предприятиях, в проектных и научно-производственных организациях для разработки мероприятий по предотвращению смерзания углей, а также для планирования качества и безопасности угольной продукции в регионах Крайнего Севера и Арктики при разведке и эксплуатации угольных месторождений.

Замечания и вопросы к диссертационной работе

1. В главе 1 автор приводит анализ литературных данных о роли влаги в трансформации структуры углей при воздействиях отрицательных температур, и на основании этого анализа строит модель изменения трещиновато-пористой структуры угольного вещества после замораживания и последующего размораживания. Интересным направлением развития работы автора в области доказательства предложенной модели было бы изучение влияния влагонасыщения углей на изменение их структуры после низкотемпературных воздействий.
2. При изучении циклического низкотемпературного воздействия на угли автор ограничился четырьмя циклами заморозки-размораживания. Чем обусловлено такое количество циклов?
3. В разделе 5.2 автор пишет о том, что по результатам работы были разработаны рекомендации для предприятия по определению оптимальной влажности угольной продукции для снижения смерзаемости грузов. Однако сами рекомендации в диссертации не приведены.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 12 печатных изданиях, в том числе в тезисах и материалах конференций, 7 - в периодических изданиях, индексируемых в международных и Российских базах, в том числе 2 статьи опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК по научной специальности 2.6.12 – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Основные научные положения, результаты и выводы работы соответствуют паспорту специальности 2.6.12 – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ». Автореферат соответствует структуре и содержанию диссертации.

Диссертация Агаркова Кирилла Владимировича «Трансформация структуры и свойств углей при воздействии отрицательных температур», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, в которой на

основании теоретических и экспериментальных исследований фундаментальных закономерностей влияния отрицательных температур на структуру и свойства углей решена актуальная научная задача прогноза изменений показателей качества и безопасности углей при их добыче, транспортировке и хранении в условиях северных территорий.

Работа соответствует п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней НИТУ МИСИС, в том числе условиям пункта 2.6. Автор Агарков Кирилл Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата 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 Института химических и нефтегазовых технологий КузГТУ, протокол № 9 от 15 апреля 2025 г.

Директор института,
к.т.н., доцент



В.В. Тихонов

Научный руководитель
института, д.х.н., профессор



Т.Г. Черкасова

Зав. кафедрой ХТТТ,
к.т.н., доцент



А.В. Неведров