

6D073100 - "Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды"

Сулейменова Нурлана Мухтаровича

на соискание ученой степени доктора философии (PhD)

Диссертация на тему «Оценка эндогенной пожароопасности в угольных шахтах по составу газов в рудничной атмосфере»

АННОТАЦИЯ

Общая характеристика диссертационного исследования.

Определение температуры в очаге самонагревания угля на основе численных критериальных отношений содержания пожарных индикаторных газов в составе шахтной атмосферы.

Актуальность диссертации. Эндогенная пожароопасность – возможное самовозгорание веществ с наличием органических составляющих - представляет серьезную опасность во всех областях производственной и хозяйственной деятельности предприятий. Наиболее тяжелые последствия вызывает самовозгорание промышленных материалов и твердых горючих полезных ископаемых.

Самовозгорание твердых полезных ископаемых – угля, сульфидных руд, горючих сланцев – на всех этапах добычи, обогащения, хранения и транспортировки до сих пор ставит перед учеными все новые задачи по своевременному его прогнозированию и предупреждению. Особенно этот процесс может привести к катастрофическим последствиям при подземной добыче угля, когда эндогенный пожар вызывает взрыв пылегазовоздушной смеси.

Разработаны и практически используются теоретические методы и инструментальные способы прогнозирования самовозгорания угля, в основном, предназначенные для условий определенных угольных месторождений или бассейнов. Наиболее распространенные, теоретически обоснованные и апробированные способы базируются на анализе индикаторных газов в пробах шахтной атмосферы. При отсутствии доступа к возможным очагам эндогенных пожаров это единственный способ хотя бы косвенной оценки ситуации.

Несмотря на достигнутые успехи, научное обоснование признаков и распознавание ранних стадий самовозгорания угля все еще считается одной из самых актуальных проблем горнодобывающей отрасли.

Цель исследования: Разработка и обоснование методических положений и критериев оценки стадий самонагревания угля на основе анализа состава шахтной (рудничной) атмосферы для своевременного предупреждения эндогенной пожароопасности в шахте.

Задачи исследования:

- исходя из химического и термодинамического характера процесса окисления угля кислородом, установить наиболее стабильные газообразные продукты на стадиях низкотемпературного окисления, интенсивного самонагревания и самовозгорания;

- установить и проанализировать на основе известных теоретических и экспериментальных методов исследований самовозгорания угля количественные соотношения газообразных продуктов окисления, которые могут быть использованы в процедурах идентификации стадий возникновения и развития эндогенных пожаров;

- выполнить количественную и качественную оценку стадий самонагрева и самовозгорания угля на основе анализа состава рудничной атмосферы;

- апробировать на известных случаях самовозгорания угля в шахтах полученные результаты исследований;

- разработать практические рекомендации для служб противопожарной защиты шахт (рудников) по определению стадий возникновения и развития эндогенных пожаров.

Объекты исследования. Шахты угольного департамента «Арселор Миттал» (Костенко, Абайская, Кузембаева).

Предмет исследования. Предметом исследования являются выявление очагов самонагрева и самовозгорания угольных пластов, предупреждение и прогнозирование стадии изменения температуры.

Методы исследования. Работа выполнена с анализом открытых литературных источников по теме диссертации, с использованием теоретических и экспериментальных методов исследований, численных методов моделирования, с применением современных пакетов прикладных программ для научных исследований, математико-статистических методов обработки данных и построением прогнозирующих численных моделей.

Научная новизна диссертации:

- впервые получены корреляционные уравнения для расчета температуры с целью прогнозирования и распознавания стадии самонагрева угля пожароопасных пластов Карагандинского бассейна на базе критериев, включающих соотношения индикаторных газов;

- установлена возможность моделирования методом конечных элементов распространения температуры в угольном скоплении от самонагрева угля с использованием фундаментальных уравнений теплопроводности.

- термодинамика последовательных процессов окисления, самонагрева и самовозгорания твердых горючих полезных ископаемых достаточно исследована на качественном уровне. Определены температурные границы этих процессов, разработаны теоретические и экспериментальные методы установления этих границ.

- важной граничной характеристикой процесса окисления установлена критическая температура самовозгорания и инкубационный период ее достижения для разных марок угля, разработаны методы его определения, что очень важно для планирования пожарной безопасности процессов угледобычи.

- разработанные и апробированные методы математического моделирования процессов самонагрева и самовозгорания угля, способы численного решения сложных дифференциальных уравнений,

специализированные программные продукты позволяют с достаточной для практики точностью рассчитать температурное поле, прогнозировать зарождение и возникновение очагов возможных эндогенных пожаров в угольных скоплениях.

Практическая значимость работы. Полученных в диссертации результатов состоит в том, что использование предлагаемых методических рекомендаций, корреляционных зависимостей между температурой и интегрированными критериями содержания индикаторных газов позволяют с приемлемой достоверностью идентифицировать стадии самонагревания или самовозгорания угля, на этой основе обоснованно принимать решения по предупреждению эндогенной пожароопасности и, в конечном итоге, повысить уровень безопасности горных работ в угольной шахте в части пожаров или взрывов.

Основные результаты, рекомендуемые к защите:

- критерии, включающие количественные соотношения между индикаторными газами в пробах рудничной атмосферы, позволяют более точно прогнозировать температуру самонагревания угля по сравнению с отдельными показателями концентрации газов;
- корреляционные уравнения, полученные на основе обработки известных экспериментальных исследований и апробированные в реальных шахтных условиях, позволяют идентифицировать стадию самонагревания угля для принятия своевременных мер по предотвращению эндогенных пожаров в угольных шахтах;
- газоаналитические методы контроля самовозгорания угля принимаются и используются как наиболее проверенные и несложные в теории и практике предупреждения эндогенных пожаров в шахтах во многих угледобывающих странах;
- на шахтах и рудниках должен быть определен регламент периодического контроля шахтной (рудничной) атмосферы для соблюдения нормативного безопасного состава воздуха рабочей зоны и прогнозирования пожароопасных ситуаций;
- детальная обработка ранее выполненных экспериментальных исследований показала наличие тесной корреляционной связи количества выделяющихся индикаторных газов с температурой при самонагревании углей.
- в условиях отсутствия возможностей непосредственного инструментального измерения температуры в предполагаемом очаге самовозгорания угля применение полученных и апробированных эмпирических зависимостей может оказать практическую помощь для принятия обоснованных решений и разработки эффективных мероприятий по предотвращению аварийных ситуаций.

Вклад докторанта в подготовке публикаций. По теме диссертации опубликовано 20 статей. Общий объем вклада докторанта составляет 55-60%. Вклад в статьи представляют такие составляющие, как проведение экспериментальных исследований, обработка результатов в виде табличных значений и графических зависимостей, получение расчетных уравнений.

Результаты исследований представлены в Международном журнале инженерных исследований и технологий, входящем в базу данных Scopus: «Computerized analytical system for assessing fire and environmental safety of mines in the Karaganda coal basin», 2020, Том 13, Выпуск 6, стр. . 1133–1136; В журнале Известия Национальной академии наук Республики Казахстан Серия геолого-технических наук «Numerical simulation modelling of temperature distribution in the process of coal self-heating in the mined-out spaces», 2021, 2 (446), с. 167–173.; - Всего опубликовано 2 статьи. В журналах, представляемых МОН РК: Научный Республиканский журнал. Труды университета. КарГТУ опубликованы две статьи – «Использование концентратции газов в пробах воздуха для оценки температуры самонагревания угля в выработанных пространствах» (2019 г., №2 с. 46-50) и «Көмір шахталарында эндогендік өрттің пайда болу және даму сатыларын анықтау» (2019 г., №4 с.64-67), Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан «Recognition of stages of emergence and development of the endogenous fire in coal mines» (2018 г. с.107-112), Известия Национальной академии наук Республики Казахстан «Cumulative influence of informative features on the assessment of the condition of the fire situation in the sealed areas of coal mines» (2018 г.с. 56-61) Опубликовано в Сборниках Республиканской конференции: V Международной научно-практической конференции «Промышленные технологии и машиностроение», посвященной 75-летию Южно-Казахстанского государственного университета им. академик Сулейменов Султан Таширбаевич проведение в рамках 4.0 Промышленная революция. ICITE-« Experimental determination of sulphide ores thermophysical properties of the oryol deposit of eastern Kazakhstan» 2018, Том I, IV, 28 ноября, Шымкент-2018.(Шымкент, 2018) Материалы Международной научно-практической конференции «Сагиновские чтения-№11» Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», «Тотығу процесінің термодинамикасы және көмірдің өздігінен қызуы» (2019, с.188-190); «Жер асты жағдайларында кеніш атмосферасының құрамын талдау және сынамалар алу тәсілдері мен мақсаттары» (2019, с.186-187); «Көмірдің және өздігінен жанатын материалдардың тотығуының химиялық процесі» (2019, с.183-185); «Определение стадий самовозгорания угля для условий шахт Карагандинского бассейна» (2019, с.206-208); зарубежные конференция: Международная научно-практическая конференция.- Перспективы разработки науки и техники.-Przemysl, Польша, «Термодинамика окислительного процесса и самонагревания угля» (ноябрь 2018 г.С.103-105), «Способы и цели отбора проб и анализа состава рудничной атмосферы в подземных условиях» (ноябрь 2018 г.С.106-108), Международная научно-практическая конференция.- Наука и образование.-Прага, «Химический процесс окисления угля и самовозгорающихся материалов» (Чехия, ноябрь 2018 г. С.7-10.); Proceedings of the 1 st international scientific practical conference «New opportunities for developing the scientific partnership in Europe» «Компьютеризованная аналитическая система оценки эндогенной пожароопасности шахт

Карагандинского угольного бассейна», (20-21 April 2020); «Innovative processes management in the context of education and science modernization» Materials of the II international scientific-practical conference, « Численное имитационное моделирование распространения температуры при самонагревании угля в выработанных пространствах », Munich, Germany (April 8-10 2020); Международная научно-практическая конференция.- Новейшие научные достижения «Study of the dependence of the content of indicator gases on the stage of spontaneous heating of coal» – София, Болгария (март 2022 г. С.91-93); «Investigation of spontaneous heating and spontaneous combustion of coal plates by grades k_{12} and d_6 based on the analysis of the content of indicator gases» – София, Болгария (март 2022 г. С.94-98); «Criteria for calculating oxygen consumption when sampling the composition of indicator gases and model of the dependence equation» – София, Болгария (март 2022 г. С.99-102);

Информация о публикациях. Основные положения, результаты, выводы и заключения диссертации представлены в 20 публикациях, в том числе в международных научных изданиях, входящих в базу данных Scopus – 2; В журналах, рекомендованных ЦЭСБ МОН РК - 4; В материалах международных конференций - 6 статей, зарубежных - 8 статей.

Структура и объем диссертации. Диссертация набрана на 112 страницах, включает 30 рисунков и 14 таблиц. Список использованной литературы 118. Содержание диссертации состоит из введения, литературного обзора, материалов и методов исследования, результатов исследования и их обсуждения и выводов.