

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

«Повышение эффективности дистанционного контроля газовой обстановки при ведении аварийно-спасательных работ в шахтах»

Агаркова Александра Владиславовича, представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (по отраслям) (технические науки)

1. Актуальность работы

В настоящее время ископаемый уголь продолжает оставаться важнейшим сырьевым продуктом для металлургической, энергетической и химической отраслей промышленности. При этом в последнее время в России наблюдается устойчивый рост угледобычи. Так если в 2010 г. объём добытого угля составлял 323,4 млн т, то в 2021 г. – 438,4 млн т. Согласно «Долгосрочной программе развития угольной промышленности России на период до 2030 г.» планируется наращивание объёмов добычи угля при оптимистичном варианте развития и технологической модернизации до 500 млн. т угля в год, из которых 165 млн. т запланировано на добычу подземным способом. Увеличение угледобычи на шахтах на современном этапе обеспечивается, главным образом, за счёт интенсификации производственных процессов, связанной с внедрением высокопроизводительных механизированных комплексов и проходческого оборудования. Зачастую отрабатываются высокогазоносные и склонные к самовозгоранию угольные пласты.

Согласно статистике аварийности горных предприятий за период с 2015 по 2019 гг. на горных предприятиях России произошло 138 аварий, из которых 85 (62 %) – пожары (45 (32 %) – подземные пожары, 41 (30 %) – пожары на поверхностных объектах). Подземные пожары – один из наиболее опасных и распространённых видов аварий. Они могут сопровождаться нарушением проветривания выработок, а в газовых шахтах приводить к накоплению горючих газов и их взрывам, что сопряжено с более тяжкими социальными последствиями и экономическими потерями. На долю загазований горных выработок и взрывов приходится 9 аварий (около 6 %) за указанный выше период.

При ведении аварийно-спасательных работ (далее – АСР) на подземных опасных производственных объектах, связанных с локализацией и ликвидацией пожаров, немаловажную роль имеет своевременный анализ аварийной обстановки и прогноз её дальнейшего развития. Для этой цели необходимым условием является оперативное получение достоверных данных о газовом составе рудничной атмосферы на аварийном участке. Но несмотря на ранее выполненные научные исследования, на основании которых обоснованы, разработаны и доведены до практического применения методы и средства

с.д.д.д.
09.11.2022

контроля рудничной атмосферы, задача до сих пор остаётся окончательно нерешённой.

Сопоставление различных методов оперативного получения достоверной информации показывает, что наибольшей эффективностью обладает дистанционный отбор проб рудничного воздуха с последующей их разделкой и анализом. В этой связи актуальность темы рассматриваемой диссертации, заключающейся в повышение эффективности дистанционного контроля газовой обстановки при ведении АСР в шахтах, сомнений не вызывает.

2. Содержание работы

Структура диссертации включает введение, четыре раздела основной части, заключение, список литературы из 166 наименований и шесть приложений. Работа изложена на 184 страницах машинописного текста, содержит 65 рисунков и 20 таблиц.

Во введении обоснована актуальность диссертации и раскрыта её связь с научными планами Института, приведены цель и задачи исследований, аргументирована научная новизна, изложены защищаемые положения, охарактеризованы теоретическая и практическая значимость результатов, указаны данные об основных публикациях и апробации результатов диссертации на Учёных советах, форумах и конференциях.

Первый раздел посвящён анализу аварийности на предприятиях угольной промышленности и оценке дистанционного контроля газовой обстановки при ведении АСР в шахтах. Среди основных недостатков применяемых технических средств газового контроля соискателем выделены точечный отбор проб дистанционным способом, отсутствие оперативности газового анализа и разбавление их воздухом нормальной среды вследствие нарушения герметичности трубопроводов, скапливание влаги в результате провисаний трубопроводов в выработках и другие. Анализ теоретических исследований показал, что методы контроля газовой обстановки не позволяют осуществлять предварительную оценку динамики температуры и концентраций газов, а также опасности слоевых скоплений метана в горных выработках при авариях по ограниченному количеству данных в нескольких точках дистанционного контроля.

Во втором разделе приведены результаты теоретических исследований, посвящённые прогнозу газовой обстановки, исследованию температурного поля и поля концентраций газов, а также оценке опасности слоевых скоплений метана в горных выработках шахт.

Разработана математическая модель процесса загазования горной выработки на основе модели нестационарной конвективной диффузии газов и предложен алгоритм определения уровня накопления газов в зависимости от стационарного и нестационарного процесса проветривания, скорости воздуха,

геометрических размеров выработки, коэффициентов массопереноса и других параметров, что позволяет:

- определять скорость распространения пожарных газов и темп нарастания концентраций в горной выработке для оптимизации газового контроля аварийного участка дистанционным способом;
- по имеющимся данным в ограниченном числе мест (в нескольких точках дистанционного контроля) определять газовую обстановку на всём протяжении аварийной выработки.

Исследования температурного поля в горной выработке в окрестности очага пожара, проведённые соискателем, позволили определить, как именно распределяется средняя по сечению горной выработки температура в очаге пожара и за его пределами, а изучение поля концентраций газов в окрестности очага пожара позволило обосновать, как образующиеся в зоне горения пожарные газы распространяются по потоку воздуха и против него под действием турбулентной диффузии и конвекции. Предложенные расчётные методики позволяют оценивать изменение температурного поля в выработке при пожаре и определять стационарный уровень распространения газов при возникновении очага пожара.

С целью определения параметров слоевых скоплений в горных выработках при авариях Агарковым А. В. разработана математическая модель процесса формирования и определения мест слоевых скоплений метана при учёте совокупного влияния горнотехнических параметров, характеризующих геометрические размеры горной выработки, условия проветривания, дебит метана, наличие источников газовой выделения, что позволило повысить достоверность контроля газовой обстановки при авариях.

Третий раздел содержит методику проведения экспериментальных исследований по дистанционному контролю газовой обстановки в условиях штольни и подземного полигона и их результаты.

Исследования в экспериментальной штольне посвящены изучению распространения газов по длине выработки, динамике температуры газов по высоте и длине выработки при развитии экзогенного пожара. Результаты экспериментов предоставили значительный объём информации об изменении температуры пожарных газов по высоте и длине выработки, изменении концентраций газов во времени на различных расстояниях по длине выработки от очага пожара, что позволило соискателю подтвердить математические модели переноса газов и тепла, изложенные в теоретической части диссертации посредством сравнения результатов экспериментальных исследований с теоретическими данными.

Экспериментальные исследования в условиях подземного полигона проводились для определения достоверности контроля газовой обстановки загазованной выработки посредством дистанционного отбора и последующего

анализа проб шахтного воздуха с использованием разработанного устройства. Результаты испытаний показали, что оно позволяет повысить достоверность и оперативность дистанционного контроля газовой обстановки при ликвидации аварий в шахтах посредством определения состава рудничного воздуха на безопасном расстоянии от аварийного участка с целью оценки пожаро- и взрывобезопасности.

В четвёртом разделе представлены этапы разработки и внедрения усовершенствованной системы дистанционного отбора проб шахтного воздуха при ведении АСР в шахтах, которая позволяет осуществлять многоточечный отбор проб воздуха по сечению аварийных выработок, прокачивать газовоздушную смесь по протяжённым магистралям с фильтрующими элементами и выполнять экспресс-анализ отобранных проб непосредственно в шахте. Устройство получило внедрение в эксплуатацию горноспасательного подразделения.

Автором предложены способы дистанционного контроля газовой обстановки по сечению загазованной выработки, оценки максимальных концентраций газов по высоте выработки, дистанционного отбора проб из нескольких выработок или секционного отбора проб по длине одной протяжённой выработки.

Перспективные направления дальнейших научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в рамках тематики дистанционного контроля газовой обстановки шахт при авариях, отмеченные Агарковым А.В., предполагают разработку двух- или трёхмерных моделей тепло- и массопереноса по выработкам при пожарах, автономных комплексных систем дистанционного отбора и анализа проб шахтного воздуха, исследование возможности оценки максимальных концентраций газов по сечению выработки с использованием одной протяжённой магистрали трубопровода.

Заключение содержит обобщающие выводы по научной новизне диссертации, а также её практической значимости и перспективным направлениям дальнейших исследований.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертация представлена к защите впервые.

Научные положения, выносимые на защиту, а также выводы и рекомендации обоснованы Агарковым А. В. на основании результатов проведённых исследований, которые базируются на основных законах тепло- и массопереноса, теории дифференциальных уравнений и численных методов их решения при реализации математических моделей, методов математической статистики для обработки и сравнения результатов проведённых экспериментов с теоретическими данными.

Автореферат отражает основное содержание диссертации и содержит необходимые разделы.

Основные положения работы докладывались соискателем и получили положительные отзывы на 12 научных конференциях и форумах, проводимых в Российской Федерации, Республиках Беларусь, Казахстан и Приднестровской Молдавской Республике. Диссертация достаточно полно отражена в 24 научных и одной учебно-методической работах: 4 статьи – в изданиях ВАК Минобрнауки России, 7 статей – в изданиях ВАК Минобрнауки ДНР, 13 статей – в сборниках научных конференций, 1 работа в виде методических указаний.

4. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Научная новизна работы заключается в том, что автором:

- установлены аналитические зависимости температуры и концентраций газов для нестационарных и стационарных процессов распространения тепла и газов в зависимости от условий проветривания с учётом геометрических размеров выработки, коэффициентов массо- и теплопереноса в условиях пожара, которые отличаются от известных, возможностью определять динамику пожарных газов от очага пожара до места установки пробоотборного устройства системы дистанционного отбора и анализа проб шахтного воздуха. Это позволило повысить эффективность дистанционного контроля газовой обстановки в аварийных горных выработках;

- установлены зависимости процесса слоевого загазования метаном горной выработки, которые отличаются от известных учётом совокупного влияния горнотехнических параметров, характеризующих геометрические размеры выработки, условия проветривания, дебит метана, наличие источников газовыделения. Это позволило повысить достоверность контроля газовой обстановки при слоевых скоплениях метана в аварийных горных выработках.

- научно обоснованы конструктивные особенности системы дистанционного контроля газовой обстановки в выработке, обеспечивающие принципиально новый способ многоточечного отбора проб воздуха по сечению выработки, прокачивания газовоздушной смеси по магистрали с фильтрующими элементами и экспресс-анализа проб непосредственно в шахте. Это позволило повысить достоверность и оперативность определения состава шахтной атмосферы на безопасном расстоянии от аварийного участка посредством дистанционного контроля газовой обстановки для оценки пожаро- и взрывобезопасности.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена корректностью поставленных задач и системным подходом их решения с использованием теоретических и экспериментальных методов, адекватностью разработанных математических моделей и обоснованностью

принятых допущений при их решении, соответствием полученных зависимостей физическим законам и представлениям о процессах тепломассообмена в ограниченном пространстве, корректным применением методов математической статистики, достаточной сходимостью теоретических и экспериментальных данных (максимальная относительная погрешность не превышает 14 %), положительными результатами внедрения разработанного устройства.

5. Замечания

К рассмотренной научно-квалификационной работе есть ряд замечаний:

1. Третье научное положение, сформулированное автором, более относится к практическим результатам работы и не характеризует новое знание, установленное посредством исследований.

2. Во втором разделе диссертации приведены результаты сравнения расчётных и фактических данных длин метановых слоёв по концентрации метана 2 %. За основу автором взяты исследования К. З. Ушакова, выполненные в 70-х гг. для сечений горных выработок от 5 до 10 м², закреплённых рамной деревянной крепью. В настоящее время на угольных предприятиях, в целях разбавления выделяющихся вредностей на объектах проветривания, проводятся выработки сечениями 15-25 м² и более, закреплённых в основном рамной металлической и анкерной крепью.

3. В третьем разделе диссертации (подраздел 3.1) приведено описание методики проведения экспериментальных исследований в условиях пожарной штольни. Данные исследования выполнены С. Н. Осиповым и В. М. Жаданым в 60-х гг. Данный материал относится к анализу ранее выполненных научно-исследовательских работ, проводимому в первой главе.

4. В изложенном материале встречаются отдельные некорректные формулировки (например, стр. 53 – «осаждение пожарных газов», стр. 18 и 83 «газ-метан» и т. д.).

6. Заключение

Несмотря на отмеченные недостатки, в целом диссертация **А. В. Агаркова** *«Повышение эффективности дистанционного контроля газовой обстановки при ведении аварийно-спасательных работ в шахтах»* является завершённой научно-квалификационной работой. В ней решена актуальная научно-техническая задача, направленная на повышение эффективности дистанционного контроля газовой обстановки на аварийных участках шахт. Внедрение результатов позволит повысить уровень анализа аварийной обстановки и качество прогноза её дальнейшего развития.

По своей актуальности, научной значимости и практической ценности рассматриваемая работа соответствует требованиям, установленным п. 2.2

Положения о присуждении учёных степеней, а её автор, Александр Владиславович Агарков, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (по отраслям) (технические науки).

Официальный оппонент

кандидат технических наук
ведущий научный сотрудник
научно-исследовательского отдела
Федерального государственного
казённого учреждения дополнительного
профессионального образования
«Национальный аэромобильный
спасательный учебно-тренировочный
центр подготовки горноспасателей
и шахтёров»

Адрес: Российская Федерация,
654028, Кемеровская область – Кузбасс,
г. Новокузнецк, ул. Горноспасательная, 5,
Тел.: +7(923)636-5799,

E-mail: govorukhin_ym@mail.ru



Говорухин Ю.М.

Я, Говорухин Юрий Михайлович, даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных



Говорухин Ю.М.

Подпись кандидата технических наук Говорухина Ю.М. удостоверяю.

