

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ФГКУ «Национальный
горноспасательный центр»

С.А. Петров

« 26 » ноября 2024 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

о научно-практической значимости диссертации

Попова Максима Дмитриевича

на тему: «**Расчет воздухораспределения в рудничных вентиляционных сетях с учетом тепловой депрессии в наклонных горных выработках**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

Актуальность темы выполненной работы и её связь с соответствующими отраслями науки и практической деятельности

Подземные экзогенные пожары являются одним из наиболее опасных и часто встречающихся типов аварий на опасных производственных объектах ведения подземных горных работ (далее – ОПО). Рост интенсивности ведения горных работ приводит к возникновению «узких мест» в технологической схеме горнодобывающего предприятия, в том числе таких её элементов, как магистральный конвейерный транспорт, электрохозяйство и вспомогательные системы, включая самоходные дизельные транспортные средства. Совокупность этих факторов значительно увеличивает вероятность возникновения аварийной ситуации в подземных горных выработках, связанной с возгоранием. Это также подтверждается статистическими данными по авариям в горнодобывающей промышленности России.

Опасными факторами при ведении работ по локализации и ликвидации последствий аварий являются как высокая температура рудничного воздуха вблизи очага пожара, так и пожарные газы (задымление), распространяющиеся

по сети горных выработок и затрудняющие движение по ним. В связи с чем представляет интерес для изучения возникающие нестационарные процессы проветривания аварийных участков при пожарах. Особое значение при этом имеет величина возникающей тепловой депрессии в условиях наклонных выработок, изменение расхода воздуха, в том числе возможное опрокидывание вентиляционной струи, и, соответственно, пути распространения задымления. Этим обуславливается необходимость прогноза параметров устойчивости проветривания шахтных вентиляционных сетей с учётом величины тепловой депрессии.

Данные инженерные методики расчёта являются неотъемлемой частью планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, обязательность составления которой регламентируется законодательными и нормативными правовыми актами. В федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах, на которых ведутся горные работы», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.12.2020 № 520, указывается, что расчеты параметров развития пожара, режимов проветривания и противопожарного водоснабжения, устойчивости проветривания при пожаре в вертикальных или наклонных горных выработках, зон поражения при пожарах и взрывах проводятся с использованием программного обеспечения на электронно-вычислительных машинах на основе моделей топологии горных выработок, предоставляемых ОПО.

В связи с этим актуальной задачей является разработка программных средств, обеспечивающих расчёты указанных параметров, на трёхмерных моделях сети горных выработок с учётом комплексирования системы «источники тяги – сопротивления выработок – воздухораспределение».

Научная новизна диссертации

В научной квалификационной работе на основе численного и физического методов моделирования получена регрессионная зависимость, характеризующая величину расхода воздуха, в том числе с возможностью опрокидывания струи, в зависимости от перепада давления и величины аэродинамического сопротивления на участке сети, мощности источника тепловыделения.

Результаты исследования использованы автором для обоснования алгоритма расчёта параметров воздухораспределения в шахтных вентиляционных сетях с учётом величины тепловой депрессии.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается соответствием фундаментальным физическим законам, сопоставимостью результатов аналитических, численных решений и натурных измерений, большим объемом экспериментальных исследований в лабораторных условиях, а также сходимостью результатов численного моделирования и натурных данных.

Примененные методы основывались на комплексном подходе к решению задач и включали анализ и обобщение научного и практического опыта, лабораторные исследования влияния тепловых депрессий на процессы теплопереноса в подземных горных выработках, статистическую обработку экспериментальных данных, численное моделирование процессов в трехмерной постановке. Проводилась обработка и анализ результатов моделирования при разных исходных параметрах, а также анализ функциональных зависимостей между различными параметрами задачи, который позволил определить критерии устойчивости проветривания наклонных горных выработок при пожаре.

Научные результаты и их ценность

В ходе выполнения исследования автором обоснована применимость подхода RANS (Reynolds-averaged Navier-Stokes) к описанию процессов теплопереноса при действии мощного источника тяги (тепловой депрессии) в наклонных выработках. Подтверждены выбранные критерии подобия модели. Аргументирована возможность использованием полученного коэффициента конвективной дисперсии, как критерия устойчивости направления вентиляционной струи. Кроме того, предложен алгоритм, позволяющий выполнять одномерные сетевые расчеты шахтных вентиляционных сетей с учетом действия дополнительного источника тяги – тепловой депрессии.

Основные результаты направлению исследований изложены автором в 16 публикациях, в том числе 8 в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых Высшей

аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации, из них 8 в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science. Материалы неоднократно докладывались на конференциях различного уровня.

Теоретическая и практическая значимости

Результаты исследования позволяют выполнять расчеты устойчивости проветривания в наклонных горных выработках с учетом тепловой депрессии, вызванной пожаром, и прогнозировать распространение продуктов горения в шахтных вентиляционных сетях любой конфигурации. Разработанные алгоритмы внедрены в программный комплекс «Аэросеть». Теоретические выводы работы находят практическое применение при проектировании вентиляции шахт и рудников, а также в разработке мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, связанных с обоснованием аварийных вентиляционных режимов.

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты исследований могут быть рекомендованы к использованию при выполнении расчетов устойчивости проветривания наклонных горных выработок в условиях подземных пожаров с точки зрения прогноза направления распространения продуктов горения по горным выработкам как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации подземных рудников.

Разработанная математическая модель может быть использована для изучения процессов тепломассопереноса в наклонных горных выработках при наличии конвективных течений воздуха, обусловленных наличием тепловой депрессии.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Работа изложена на 157 страницах машинописного текста, содержит 48 рисунков и 12 таблиц. Список использованных источников состоит из 215 наименований, в том числе 101 зарубежного.

Язык и стиль изложения материала в диссертации и автореферате соответствует принятым при подготовке научно-квалификационных работ. Текст содержит достаточное количество рисунков и графиков.

Автореферат полностью освещает результаты исследований. Публикации автора в достаточной степени раскрывают полученные научные положения, выводы и рекомендации.

Замечания к работе

1. В формуле (7) и на рисунке 1.2 используется обозначение Δh , «как разность высот места пожара от ближайшего узла вентиляционной сети или от места, где происходит охлаждение струи до почти первоначальной температуры». Однако, в пояснениях к формуле применяется обозначение ΔH .

2. На рисунке 1.2 «Схема теплового действия шахтного пожара» не обозначен очаг пожара (как поясняющей выноски).

3. На странице 54 (последний абзац) приводится обозначение $X(X)X$, где «первое и последнее числа соответствуют минимальному и максимальному замеренному значению за выбранный период времени соответственно, второе значение соответствует осредненному по времени замеренному значению». В данном случае корректнее использовать разные буквенные обозначения для разных параметров, даже при равных числовых значениях.

Указанные замечания, тем не менее, не снижают целостности, научной ценности и практической значимости выдвигаемой на защиту работы.

Заключение

Диссертация Попова Максима Дмитриевича на тему «Расчет воздухораспределения в рудничных вентиляционных сетях с учетом тепловой депрессии в наклонных горных выработках», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» – является законченной научно-квалификационной работой.

Диссертация соответствует п.11 паспорта специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика». По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости, представленная работа соответствует требованиям ВАК при Министерстве науки и высшего образования России согласно п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Попов Максим

Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Отзыв на диссертацию и автореферат Попова Максима Дмитриевича обсужден и утвержден на заседании научно-технического совета ФГКУ «Национальный горноспасательный центр», протокол заседания № 16 от 26 ноября 2024 года.

Начальник научно-исследовательского
отдела ФГКУ «Национальный
горноспасательный центр» к.т.н.

Ю.М. Говорухин

Подпись Говорухина Юрия Михайловича заверяю:

Менеджер по персоналу



Л.А. Кузнецова

«26» ноября 2024 г.

Федеральное государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Национальный аэромобильный спасательный учебно-тренировочный центр подготовки горноспасателей и шахтеров»

654044, Кемеровская обл. – Кузбасс, г. Новокузнецк, пр-кт Авиаторов, 54

<https://ngc.organizations.mchs.gov.ru/>

Тел.: +7 (3843) 74-01-08

E-mail: ngc@ngc.42.mchs.gov.ru