

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель ректора - Первый проректор
Федерального государственного
бюджетного образовательного

учреждения высшего образования

«Санкт - Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II»,

доктор экономических наук, профессор

Пашкевич Наталья Владимировна

09 2024 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» на диссертационную работу Ольховского Дмитрия Владимировича **«НОРМАЛИЗАЦИЯ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТУПИКОВЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ РУДНИКОВ»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 119 наименований, в том числе 36 зарубежных источников, изложена на 125 страницах машинописного текста, включающего 57 рисунка и 18 таблиц.

1. Актуальность работы

Увеличение глубины и интенсивности разработки месторождений полезных ископаемых, сопровождаемые повышением температуры горных пород и применением мощного горнотранспортного оборудования, характеризующегося высоким уровнем выделения теплоты, приводит к ухудшению климатических условий в горных выработках. В Российской Федерации и Белоруссии наиболее высокие температуры воздуха характерны для шахт Донбасса, рудниках Гремячинского ГОКа (Волгоградская область) и «Тай-

мырский» (г. Норильск), руднике 4 РУ (г. Солигорск). Наиболее неблагоприятная ситуация, связанная с температурой воздуха, наблюдается в рабочих зонах тупиковых горных выработок. Этому способствует влияние на тепловой режим горных выработок поступления в вентиляторы местного проветривания (ВМП) воздуха с температурой, равной естественной температуре горных пород на рабочих горизонтах, дополнительным подогревом воздуха в ВМП, повышенной интенсивностью теплообмена воздуха со свежееобнажённым горным массивом, вскрываемым по мере роста протяжённости выработки, поступлением теплоты от машин с двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

Несмотря на значительное количество научных работ, посвящённых разработке методов вычисления температуры воздуха в тупиковых горных выработках и выбору мероприятий по регулированию их теплового режима, практическое использование результатов, полученных на основе выполненных исследований, свидетельствует об определённых несоответствиях теоретических расчётов и экспериментальных данных, полученных в условиях реальных тупиковых выработок. Это подтверждает необходимость совершенствования существующих методик тепловых расчётов и способов регулирования в них термодинамических параметров рудничного воздуха.

В этой связи, тема диссертационной работы, посвящённая выбору параметров систем управления тепловым режимом тупиковых горных выработок в условиях совокупного влияния определяющих его вышеперечисленных факторов, несомненно, **актуальна**.

В рецензируемой диссертационной работе выполнен комплекс теоретических и экспериментальных исследований, который позволил автору получить научные результаты, имеющие научную новизну.

2. Основные научные результаты

Автором выносятся на защиту три научных положения, каждое из которых является итогом решения сформулированных в работе задач исследо-

ваний. Результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов нестационарного теплообмена противонаправленных потоков воздуха в трубопроводе и на сквозном участке проветривания тупиковой выработки, с учётом нелинейного характера теплового взаимодействия поверхностей горного массива и воздуховода, позволили получить автору ряд новых научных результатов. Наиболее значимыми из них следует считать:

- Доказательство необходимости учёта при расчёте температуры воздуха в вентиляционном трубопроводе лучистого теплообмена между поверхностями выработки и вентиляционного трубопровода, доля которого может достигать 77%.
- Разработку математической модели теплообмена в системе «породный массив – рудничная атмосфера – стенка вентиляционного трубопровода – воздух в вентиляционном трубопроводе», учитывающей в совокупности движение забоя выработки, тепловыделения от техногенных источников и лучистый теплообмен.
- Определение рациональных областей использования различных способов управления тепловым режимом тупиковых выработок в зависимости от их протяжённости.
- Разработку методического подхода к управлению тепловым режимом тупиковых горных выработок, позволяющего обеспечивать нормативные параметры климатических условий в тупиковых горных выработках.

3. Научная новизна результатов исследования

1. Установлена зависимость, характеризующая влияние на температуру воздуха в трубопроводе лучистого теплообмена между поверхностью горного массива, окружающего тупиковую выработку, и поверхностью трубопровода;

2. Доказана эффективность использования для снижения температуры воздуха в трубопроводе покрытия его поверхности составом со сниженной степенью черноты;

3. Предложен критерий для оценки эффективности различных способов нормализации микроклиматических параметров в забое по уровню снижения температуры подаваемого воздуха.

Научная новизна в достаточной мере обоснована результатами проведенных исследований, а также положительным опытом апробации предложенных технических решений на Гремячинском ГОКе ООО «Еврохим-ВолгаКалий» и шахты «Глубокая» рудника «Скалистый» горного предприятия ОАО «ГМК «Норильский никель».

4. Научное значение работы

Научное значение работы состоит в разработке методических основ выбора рациональных способов нормализации климатических условий при проходке выработок в горных породах с высокой температурой и работе горнотранспортного оборудования с ДВС.

5. Практическая значимость и рекомендации по использованию полученных результатов работы

Результаты, полученные в диссертационной работе, позволяют разрабатывать технические решения, обеспечивающие требуемые параметры микроклимата в тупиковых горных выработках при высоких температурах пород и работе машин с ДВС.

Разработанная математическая модель дала возможность дать экспертную оценку существующего проекта местной системы кондиционирования, обосновать компенсирующие мероприятия и скорректировать проектные решения, что обеспечило нормативные параметры микроклимата на Гремячинском ГОКе ООО «Еврохим-ВолгаКалий».

Совместное использование предложенных горнотехнических способов снижения нагрева воздуха в вентиляционном трубопроводе и теплотехнических способов позволили существенно улучшить климатические условия при

проходке выработок РВ-1 и РВ-2 шахты «Глубокая» рудника «Скалистый» горного предприятия ОАО «ГМК «Норильский никель».

Математическая модель и методика разработки систем управления тепловым режимом тупиковых горных выработок использованы при разработке основных технических решений по вентиляции и тепловому режиму и подготовке проектной документации шахты «Глубокая».

Основные положения диссертационной работы обсуждались и были одобрены научной общественностью на ежегодных научных сессиях ГИ УрО РАН (Пермь, 2023-2024 гг.), зимних школах по механике сплошных сред ИМСС (Пермь, 2021 и 2023 гг.), 30-ом международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (Москва, МГГУ, 2022 г.), всероссийской научной конференции (с международным участием) «Промышленная безопасность и охрана труда» (Санкт-Петербург, Горный университет, 2023 г.), на научно-технических советах рудников ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель», руднике Гремячинского ГОК и управлении ООО «ЕвроХим» в 2019-2023 годах.

6. Достоверность защищаемых научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается соответствием фундаментальным физическим законам, сопоставимостью результатов численных решений и натурных измерений, соответствием приведённых результатов данным других авторов, экспериментальными исследованиями в натуральных условиях, положительными результатами реализации предложенных технических решений на рудниках, непротиворечивостью полученных результатов с данными других авторов, апробированием результатов диссертационной работы в открытой печати.

7. Оформление диссертации

Оформление диссертации и автореферата полностью соответствуют ГОСТ 7.0.11 – 2011 – «Диссертация и автореферат диссертации».

Диссертация и автореферат изложены понятным языком с использованием современной научно-технической терминологии. Стиль диссертации и

автореферата соответствуют уровню научного изложения работ по горной тематике. Текст диссертации проиллюстрирован достаточным количеством схем и графиков.

Автореферат соответствует материалам, представленным в диссертации.

8. Замечания по работе

Рецензируемая диссертационная работа не лишена и ряда недостатков. К основным из них следует отнести:

1. Формулировка основной идеи исследования, на наш взгляд, должна содержать информацию о том, за счёт каких научных результатов достигается реализации цели диссертационной работы. В имеющейся же в диссертации формулировке говорится, что основная идея состоит в том, что «управление тепловым режимом тупиковых выработок на основе исследований и разработки способов регулирования микроклиматических параметров....»;
2. Автор претендует на разработку «сопряжённой математической модели нестационарного теплообмена». Однако, из текста диссертационной работы неясно, что он вкладывает в это понятие. Ведь, под «сопряжённой моделью» обычно понимают учёт в уравнении энергии производной температуры от времени. В представленной же в диссертации математической формулировке задачи этот член отсутствует, что, по сути дела, эквивалентно использованию квазистационарного подхода, одной из возможностью реализации которого является использование коэффициента нестационарного теплообмена. То, что в диссертационной работе о нем прямо не говорится, совсем не исключает его фактическое применение.
3. График на рис.2.3 (стр.35) демонстрирует результаты моделирования распределения температуры воздуха по длине трубопровода с учётом лучистого теплообмена между поверхностями горного массива, окружающего выработку, и трубопровода. Вместе с тем, автор нигде не приводит описа-

ние математической модели, используемой при осуществлении численных расчётов.

4. В рецензируемой диссертации не указано: учитывается ли в математической модели изменение относительной влажности (влажностодержания) воздуха в забое тупиковой выработки и на сквозном участке её проветривания, которое, как известно, определяет массообменные процессы, оказывающие значительное влияние на температуру воздуха в выработке.

5. При установке в трубопроводе после ВМП охлаждающей установки температура его поверхности на начальном участке будет резко снижаться. В этом случае, помимо лучистого теплообмена, необходимо учитывать и теплообмен, связанный с конденсацией влаги на поверхности трубопровода, что приведёт к значительному росту коэффициента теплоотдачи. В диссертационной работе анализ этого процесса почему-то не осуществляется.

6. Соискатель предлагает в качестве одного из методов снижения температуры воздуха в трубопроводе его теплоизоляцию. Однако, так как в последнее время для подачи воздуха в забой, как правило, используются гибкие трубопроводы, то нанесение на них теплоизоляции будет сопряжено с определёнными трудностями.

7. Не вполне ясно, каким образом, и для каких оценок автор использует зависимость, определяющую радиус теплового влияния выработки (формула 3.1 на стр. 52 и на стр.89).

8. В тексте диссертационной работы имеются стилистические неточности. Например, во введении на стр.5. написано: «Данные выработки представляют особую сложность в управлении микроклиматическими параметрами». По-видимому, более правильно говорить: «Управление климатическими параметрами в этих выработках сталкивается с определёнными сложностями».

Автор использует термин «растепление» горного массива. Следует отметить, что обычно этот термин используется при оценке радиуса оттаивания мёрзлых горных пород.

Вместе с тем, указанные замечания не снижают научно-практическую ценность диссертационного исследования Д.В.Ольховского и не влияют на общую положительную оценку работы.

9. Оценка диссертационной работы

Диссертация Ольховского Дмитрия Владимировича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена задача, имеющая значение для обеспечения безопасности работ по тепловому фактору при сооружении горных выработок в условиях высоких температур.

Она написана на актуальную тему, имеет научную новизну и практическое значение.

Результаты проведённых исследований достаточно полно представлены в 7 печатных работах соискателя, в том числе в одной статье, входящей в базу цитирования Scopus, и 6 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Таким образом, по совокупности полученных в диссертации научных результатов представленная на рецензию диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 20.03.2021).

Автор диссертации Ольховский Дмитрий Владимирович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании кафедры безопасности производства Федерального государственного бюджетного образовательного учреж-

дения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

В заседании приняли участие 25 человек. Решение принято в результате открытого голосования:

Протокол № 3 от «25» сентября 2024 года.

Голосовали «за» – 25 чел.; «против» – нет; «воздержались» – нет.

Заведующий кафедрой,
доктор технических наук
(специальность 2.6.8),
профессор

Гендлер Семён Григорьевич

Секретарь

Гаспарьян Людмила Константиновна

Сведения о ведущей организации:

Полное наименование на русском языке: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Сокращенное наименование на русском языке: Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II

Почтовый (фактический) адрес: 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, д. 2

Официальный сайт в сети Интернет: www.spmi.ru

E-mail: rectorat@spmi.ru

Контактный телефон: +7 (812) 328-82-00; +7 (812) 328-82-81



Подпись С.Т. Гендлера, Л.К. Гаспарьян
Секретарь
Администратор управления делопроизводства
и контроля документооборота

Е.Р. Яновицкая

25.09.2024