

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.201.02
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № ___

решение диссертационного совета от 18.10.2024, протокол № 31

О присуждении Накарякову Евгению Вадимовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование способа проветривания тупиковых камер большого сечения при отработке запасов медно-никелевых руд буровзрывным способом» по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» принята к защите 15.08.2024, протокол № 25, диссертационным советом 24.1.201.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ПФИЦ УрО РАН), 614013, г. Пермь, ул. Ленина, д. 13а, утвержденным приказом Минобрнауки России № 144/нк от 15 февраля 2022 г.

Соискатель Накаряков Евгений Вадимович «28» марта 1992 года рождения, в 2015 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», где освоил программу специалитета по специальности 130404.65 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» с присвоением квалификации Горный инженер. В период с 2015 по 2018 год обучался в очной аспирантуре ПФИЦ ГИ УрО РАН, по направлению подготовки 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых» специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика». В настоящее время работает в отделе аэрологии и теплофизики Горного института Уральского отделения Российской академии наук – филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра («ГИ УрО РАН») на должности инженера.

Диссертация выполнена в отделе аэрологии и теплофизики «ГИ УрО РАН».

Научный руководитель – Левин Лев Юрьевич, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, заведующий отделом аэрологии и теплофизики «ГИ УрО РАН» – филиала Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН (г. Пермь).

Официальные оппоненты:

1. Качурин Николай Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры механики материалов и геотехнологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» (г. Тула);
2. Кобылкин Александр Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории №2.2 Геотехнологических рисков при освоении газоносных угольных и рудных месторождений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова»

Российской академии наук «ИПКОН РАН» (г. Москва).

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Национальный аэромобильный спасательный учебно-тренировочный центр подготовки горноспасателей и шахтеров» (г. Новокузнецк). Ведущая организация дала положительный отзыв, подписанный начальником научно-исследовательского отдела ФГКУ «Национальный горноспасательный центр», канд. техн. наук Говорухиным Юрием Михайловичем, и утверждённый начальником ФГКУ «Национальный горноспасательный центр» Петровым Сергеем Анатольевичем.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, широкой известностью публикаций и достижений в области рудничной аэрогазодинамики.

Соискатель имеет 22 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы.

Основные публикации:

1. Казаков Б.П., Колесов Е.В., Накаряков Е.В., Исаевич А.Г. Обзор моделей и методов расчета аэрогазодинамических процессов в вентиляционных сетях шахт и рудников // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 6. – С. 5-33. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_6_0_5
2. Накаряков Е.В., Семин М.А., Гришин Е.Л., Колесов Е.В. Анализ закономерностей накопления и выноса выхлопных газов от машин с двигателем внутреннего сгорания в тупиковых камерообразных горных выработках // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 5. – С. 41-47. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-5-41-47
3. Накаряков Е.В., Гришин Е.Л., Левин Л.Ю. Проветривание тупиковых очистных камер большого сечения в условиях изменяющегося объема навала руды // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335. – №9. – С. 51-60. DOI: 10.18799/24131830/2024/9/4453
4. Semin M., Faynburg G., Tatsiy A., Levin L., Nakariakov E. Insights into turbulent airflow structures in blind headings under different ventilation duct distances // Scientific Reports. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – Статья № 23768. DOI: 10.1038/s41598-024-74671-3

Статья номер 3, указанная в списке основных публикаций, на момент печатания автореферата работы имела статус «принято в печать». К моменту защиты диссертационной работы (18 октября 2024 г.) статья была опубликована в сентябрьском номере (№9) журнала «Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов», что подтверждается сайтом Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), а также сайтом журнала.

Статья номер 4, указанная в списке основных публикаций, на момент печатания автореферата работы имела статус «принято в печать». К моменту защиты диссертационной работы (18 октября 2024 г.) опубликована. Статья опубликована 10.10.2024, что подтверждается сайтом Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), а также сайтом журнала.

Публикации в журналах ВАК в полной мере отражают основные научные результаты работы. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в тексте диссертации отсутствуют.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: от оппонентов и ведущей организации.

1. Положительный отзыв официального оппонента **Качурина Н.М.** В отзыве отмечается

актуальность темы диссертации, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, новизна выполненных исследований и полученных результатов, достоверность результатов исследований, научных положений выводов и рекомендаций, практическая значимость диссертационного исследования. Оппонент приводит в своем отзыве следующие замечания по диссертации и автореферату:

- Автором работы предложена зависимость динамики концентрации газа от времени в пространстве рабочей зоны при отгрузке руды техникой с ДВС, которая учитывает начальную концентрацию газа в пространстве камеры (раздел 4.4). Однако, не указано каким образом определяется начальный газовый состав в выработке. Было бы уместно расширить исследование в плане аналитического определения указанной величины.
- В разделе 5.1.1 работы приведена некорректная формула (5.2) для расчета количества выхлопных газов. Отсутствует учет коэффициента эжекции.
- В работе представлен расчет снижения проводимых выработок с точки зрения оптимизации систем разработки с учетом предложенного способа проветривания тупиковых камер (раздел 5.3). Однако, не учтены вентиляционные восстающие, проводимые при указанных в работе системах разработки.
- Стр. 39 диссертации пустая.

2. Положительный отзыв официального оппонента **Кобылкина А.С.** В отзыве отмечается актуальность, научная новизна диссертации, оценены степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, достоверность научных положений и выводов, указана значимость работы для науки и практики, соответствие содержания автореферата основным научным положениям.

Оппонент отмечает следующие замечания:

- На стр. 27 диссертации автор использует термин «пассивная примесь». Следовало бы дать ему определение.
- Вывод о возможности пренебречь температурой газов из ДВС и температурой нагретых частей ПДМ (стр. 84 диссертации) не достаточно обоснован.
- На рисунке 3.4 (стр. 80 диссертации) представлен термоснимок. Поясните, что изображено на данном рисунке?
- Обоснуйте выбор факторов/параметров, влияющих на вынос газов из очистной камеры (по разделу 4)?
- Как в формуле 5.3, используемой для определения максимального времени работы ПДМ в очистном пространстве камеры, учитывается высота развала?
- Как был осуществлен переход в представлении источника газовыделения от выхлопной трубы ПДМ к сфере диаметром 1 м?
- Следует обратить внимание на места установки датчиков. Если это устье или рабочая зона, то значит машинист уже подвергся воздействию ядовитых газов с концентрацией, превышающей ПДК.
- В заключении диссертации необходимо было привести «способ проветривания тупиковых камер большого сечения при отработке запасов медно-никелевых руд буровзрывным способом».
- Диссертация представлена в большом объеме, следовало бы его сократить.

3. Положительный отзыв ведущей организации. В отзыве отмечается актуальность темы

выполненной работы и ее связь с соответствующими отраслями науки и практической деятельности, научная новизна диссертации, степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, научные результаты и их ценность, теоретическая и практическая значимость результатов. В отзыве перечислены рекомендации по использованию результатов работы.

Ведущая организация отмечает следующие замечания и вопросы:

- В структуре работы отсутствует перечень сокращений и обозначений. В тексте работы вводятся сокращения без предварительной расшифровки (кроме «ДВС»). Например, РТПП, ПДМ, ПДК, ФНиП и т.п.
- На рисунках 2.11, 2.16, 2.21, 2.26 отсутствует подпись к обозначению вентиляционного трубопровода.
- На стр. 45 на рисунке 2.1 использованы термины «исходящая струя» и «свежая струя» применительно к средству механизации погрузочно-транспортных машин (ПДМ), что является некорректным. Данные термины применимы только к объектам проветривания (забои и т.п.), но не к средствам механизации.
- В представленных в работе моделях положение ПДМ определено по оси выработки (камеры). Не рассмотрены варианты положения машины со смещением относительно оси выработки.

На автореферат поступило 8 отзывов:

1. Положительный отзыв от Майорова А.Е., д-ра техн. наук, заведующего лабораторией геомеханики и геометризации угольных месторождений Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», г. Кемерово. В отзыве имеются следующие замечания:

- Чем обоснован выбор перечня и величин «итоговых параметров модели», указанные в абз. 3 на стр. 11
- На рис. 1 указана схема очистной камеры с пролетом 30 м и проведены дальнейшие исследования, а на стр. 19 указаны итоговые результаты для камер уже 60 м и 120 м, как это согласуется.

2. Положительный отзыв от Доброхотова О.В., руководителя управления по горным работам АО «Верхнекамская Калийная Компания», г. Березники. В отзыве имеется следующее замечание:

- Анализируя рисунок 3, автор утверждает, что «проведенные натурные измерения качественного состава исходящей струи из тупиковых камерообразных горных выработок свидетельствуют об экспоненциальном характере зависимости возрастания и снижения концентраций в рабочей зоне, что характерно для тупиковых выработок малого сечения», однако масштаб оси x (время, с) не позволяет выполнить оценку данного утверждения.
- В пояснениях к формуле (1) не приведены единицы измерения слагаемых.

3. Положительный отзыв от Минина В.В., канд. техн. наук, советника при ректорате Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург. В отзыве имеются следующие замечания:

- В автореферате не приведен диапазон измерений и чувствительности газоанализаторов, применяемых для производства измерений концентраций токсичных газов.

- В качестве возможных причин превышения предельно допустимых значений автором отмечены: скопление газов от взрывных работ как в камерном пространстве, так и в отбитой горной массе; также недостаточное количество воздуха, поступающего на проветривание тупиковой камеры. Автор не указывает значения превышений предельно-допустимых концентраций и время превышений, что могло дать понимание о характере выделения измеряемых газов.

4. **Положительный отзыв от Павлова С.А., канд. техн. наук, старшего научного сотрудника лаборатории рудничной аэродинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт горного дела имени Н. А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук», г. Новосибирск.** В отзыве имеются следующие замечания:

- В автореферате не представлена схема разработанной автором расчетной «параметризированной» модели с указанием граничных условий. Не понятно, какие исходные данные принимались, где располагался источник выделения вредностей, какие приняты допущения. Например на рис. 4 идет речь про сопоставимость полученных результатов в натуральных и численных экспериментах по концентрации NO_x группы, а в результатах моделирования (рис. 6) рассматривается уже концентрация CO .
- Непонятен график на рис. 7. В тексте, относящемся к графику, идет речь про определение поправочного объемного коэффициента в зависимости от высоты развала, который на рисунке определяется из величин, имеющих размерность кг/с (серия замерных точек на графике). И без пояснений и обоснований, автором принимается значение 0,8 – место перегиба графика. (стр.16)
- Цель работы начинается со слов: «разработка безопасных параметров проветривания...» Параметры можно определить, обосновать требования к ни, обеспечить, но не разработать. (стр.4)
- В тексте автореферат постоянно фигурирует малоприменимая формулировка «параметризирование» математической модели, хотя идет речь про уточнение расчетной модели. Не совсем понятна причина введение такого термина автором.
- Формулировки научных положений не имеют вид «выраженных чётких формулировок результатов-идей, имеющих научное объяснение (обоснование)», а носят общий пояснительный характер, описывающий содержание главы диссертации. (стр.5)
- В тексте автореферата присутствуют стилистические и орфографические ошибки, например, первая научная новизна начинается с опечатки со слов «- Определены закономерности временной динамики концентрации вредных примесей...» Кстати, динамика в данном случае, уже подразумевает изменение концентрации вредных примесей по времени. (стр.5)
- В выводах автор не отражает конкретики полученных результатов (кроме пункта 5). При их формулировании, автор подменяет вывод отчетом о проделанной работе («сделано», «создано», «изучено», «разработано» и т. п.).

5. **Положительный отзыв от Николаева А.В., д-ра техн. наук, доцента, директора Фонда «Региональный центр инжиниринга», г.Пермь.** В отзыве имеются следующие замечания:

- На рис. 3 представлен график концентрации для монооксида азота, при этом отсутствуют данные по другим ядовитым газам таким, как оксид углерода, диоксид азота и др. Можно было бы для наглядности и подтверждения актуальности работы привести данные по этим газам с их предельно допустимыми концентрациями.

- На с. 12 написано «Сопоставление измеренных в ходе натуральных исследований концентраций газов на рабочем месте исследуемых камер с полученными в ходе моделирования произведено сравнением определенных интегралов». Непонятно, почему сравнение проводилось по интегральному параметру, а например, не по среднеквадратичному отклонению модельной кривой и экспериментальных данных.

6. **Положительный отзыв от Мизонова Е.Н., и.о. директора Департамента горного производства ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель», г. Дудинка.** В отзыве имеются следующие замечания:

- Тенденция развития горнодобывающих предприятий направлена на увеличение глубины ведения горных работ. Как следствие прогнозируется рост температур в горных выработках. Высокопроизводительная самоходная техника оснащенная ДВС является мощным источником нагрева воздуха. Построенная модель не учитывает тепловыделения от самоходной техники, которые могут повлиять на воздухораспределение в добычных камерах. Насколько корректно применять результаты исследования для глубоких рудников обрабатывающих запасы медно-никелевых руд?
- В автореферате при расчете экономической эффективности представлен параметр «удельная экономия на выемочную единицу». Из каких соображений принята величина 70 тысяч рублей на кубометр проведения горной выработки?

7. **Положительный отзыв от Горностаева В.С., канд. техн. наук, главного инженера технической дирекции ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий», г. Котельниково.** В отзыве имеются следующие замечания:

- В подписи формулы 3 не хватает уточнения известными параметрами какого объекта являются переменные $g_{\text{вых}}$, $C_{\text{вых}}$, C_0 , Q , V .
- В тексте автореферата отсутствует уточнения для каких типов дизельной техники, с точки зрения критического значения газовыделения, справедливы полученные зависимости.
- В автореферате не приведены соотношения сторон рассматриваемого сечения тупиковой камеры, которые ограничивали бы область применения полученных результатов работы.

8. **Положительный отзыв от Прушака В.Я., д-ра техн. наук, профессора, академика НАН Беларуси, технического директора ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», г. Солигорск (без замечаний).**

Все отзывы положительные в них отмечена актуальность работы, ее научная значимость и практическая важность. Отмечается высокий теоретический уровень работы, привлечение современных методических подходов и обширного фактического материала. Имеющиеся в отзывах замечания связаны с оформлением автореферата работы, недостаточной подробностью описания некоторых деталей проведенных исследований в автореферате, а имеющиеся вопросы носят уточняющий характер.

В отзывах на автореферат отмечено, что диссертация является завершенным исследованием и представляет научный интерес, прошла достаточную апробацию, содержит новые результаты, достоверность которых обоснована, тема работы является актуальной, результаты имеют высокую научную ценность и большое прикладное значение. Многие замечания выражены в форме пожеланий и рекомендаций.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

установлены закономерности динамики концентраций ядовитых газов от двигателей внутреннего сгорания при нестационарной работе дизельной техники в камерах большого сечения в условиях изменяющегося объема развала горной массы;

предложены безопасные параметры проветривания тупиковых камер при отработке запасов руды буровзрывным способом в условиях изменяющегося объема камерного пространства и развала горной массы;

разработана методика расчета и организации проветривания тупиковых очистных камер, учитывающая максимальное время работы машины по отгрузке;

обоснован способ проветривания тупиковых камер большого сечения при отработке запасов медно-никелевых руд буровзрывным способом.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что:

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов):

получены зависимости динамики концентрации газов в рабочей зоне от параметров технологического процесса отгрузки горной массы с учетом цикличности работы горной техники в выработке;

установлен механизм проветривания тупиковых камер: в пространстве до развала горной массы происходит конвективно-диффузионный перенос газа в воздушной среде за счет кинетической энергии вентиляционной струи, выходящей из воздуховода; в пространстве за развалом происходит диффузионный перенос газа в воздушной среде;

разработано параметрическое обеспечение математической модели проветривания тупиковых выработок большого сечения, основанное на фактических данных о нестационарном характере газовыделений от горной техники и ведения взрывных работ и геометрических особенностях камер большого сечения.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:

предложено аналитическое выражение для определения максимального времени нахождения машины в пространстве камеры во избежание превышения предельно-допустимой концентрации газов в рабочей зоне в зависимости от параметров газовыделения и проветривания;

обоснованы параметры и формулы для проведения инженерных расчетов процесса проветривания тупиковых камер;

представлены рекомендации по безопасному проветриванию тупиковых камер большого сечения.

Достоверность результатов подтверждается тем, что:

для экспериментальных работ – результаты получены на основе анализа большого объема эмпирических данных, полученных поверенными средствами измерений;

теория построена на основе модели, включающей в себя осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса и уравнения переноса стандартной $k-\epsilon$ модели турбулентности, валидированной по данным экспериментальных исследований;

идея базируется на применении численного трехмерного моделирования с учетом сложной геометрии камеры и нестационарности источников газовыделений для обоснования способа и параметров проветривания тупиковых камер;

использованы представительные выборочные совокупности для выявления эмпирических закономерностей изменения концентраций газов, выделяющихся в процессе ведения взрывных работ и работы двигателей внутреннего сгорания в рабочей зоне тупиковой камеры;
установлено качественное и количественное соответствие результатов математического моделирования с экспериментальными результатами, представленными в независимых источниках по тематике рудничной аэрогазодинамики.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач, разработке математических моделей, экспериментальных исследованиях в шахтных условиях, анализе и обработке полученных данных, выполнении расчетов и проведении численных экспериментов, разработке научных решений и их практической реализации.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, основной идейной линии, концептуальности и взаимосвязи выводов.

На заседании 18 октября 2024 г. диссертационный совет принял решение:
за решение научной задачи, направленной на определение способа и безопасных параметров проветривания тупиковых камер при отработке запасов медно-никелевых руд буровзрывным способом в условиях изменяющегося объема камерного пространства и развала горной массы, имеющей важное значение для развития рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики, присудить Накарякову Е.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.8.6, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, не проголосовало – 0.

Председатель

диссертационного совета 24.1.201.02

д-р техн. наук, профессор, академик РАН

Барях Александр Абрамович

/ Барях А.А.

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.1.201.02

канд. техн. наук

Лобанов Сергей Юрьевич



/ Лобанов С.Ю.

«21» октября 2024 г.