



УТВЕРЖДАЮ:

Директор ПФИЦ УрО РАН,  
д-р. физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН

О.А. Плехов

«19» июля 2024 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Пермский федеральный исследовательский центр  
Уральского отделения Российской академии наук

Диссертация «Обоснование способа проветривания тупиковых камер большого сечения при отработке запасов медно-никелевых руд буровзрывным способом» выполнена в отделе аэрологии и теплофизики Горного института Уральского отделения Российской академии наук – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр («ГИ УрО РАН»).

Соискатель Накаряков Евгений Вадимович с 2014 года по настоящее время работает в «ГИ УрО РАН». В настоящий момент он является инженером отдела аэрологии и теплофизики. В 2018 гг. соискатель успешно завершил обучение в очной аспирантуре ПФИЦ УрО РАН, по направлению 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых» специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Научный руководитель соискателя – заместитель директора, заведующий отделом аэрологии и теплофизики «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр, чл.-корр. РАН, д-р. техн. наук Левин Лев Юрьевич.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

### **I. Оценка выполненной соискателем работы**

Диссертационная работа соискателя посвящена организации проветривания очистных тупиковых камерообразных горных выработок большого сечения, образующихся за счет расширения подготовительной нарезной выработки, при производстве процесса отгрузки взорванной горной массы из очистной выработки самоходным горно-шахтным оборудованием с ДВС. Данная работа посвящена разработке методики расчета и организации проветривания тупиковых очистных камер, позволяющей обеспечить безопасные условия ведения горных работ. Соискателем справедливо отмечается, что что

при проветривании тупиковых камер большого сечения формируются два принципиально разнопроветриваемых объема камеры: 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. Существующие исследования по проветриванию и моделированию массообмена в тупиковых горных выработках не затрагивают вопрос проветривания протяженных тупиковых камер с учетом камерного пространства.

В своей диссертационной работе соискатель представил параметризованную численную модель динамики газовой смеси в тупиковых камерах большого сечения, которая учитывает сложную геометрию очистного пространства и нестационарность источников газовыделений. При помощи многопараметрического численного моделирования на разработанной модели соискателю удалось получить временные зависимости концентраций газа в рабочей зоне при различных параметрах технологического процесса отгрузки горной массы, которые в свою очередь позволяют определять параметры ее проветривания и организацию горных работ.

Основной идеей диссертационной работы является обоснование способа и параметров проветривания тупиковых камер на основе численного трехмерного моделирования с учетом сложной геометрии камеры и нестационарности источников газовыделений.

## **II. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации**

При непосредственном участии автора проведена постановка задач, разработка математических моделей, экспериментальные исследования в шахтных условиях, анализ и обработка полученных данных, теоретические исследования и создание программных продуктов, выполнение расчетов и проведение численных экспериментов, разработка научных решений и их практическая реализация, сформулированы основные научные положения и выводы.

## **III. Степень достоверности полученных результатов**

Достоверность результатов работы подтверждается соответствием фундаментальным физическим законам, сопоставимостью результатов аналитических, численных решений и натурных измерений, большим объемом экспериментальных исследований в шахтных условиях, положительными результатами верификации и



валидации разработанных моделей, положительными результатами реализации предложенных решений на рудниках ПАО «ГМК «Норильский никель».

#### **IV. Новизна и практическая значимость исследования**

Результаты диссертационного исследования позволили разработать организационные мероприятия проветривания тупиковых камер большого сечения длиной до 60 м на основе полученной аналитической формулы для определения максимального времени нахождения машины в пространстве камеры для недопущения превышения предельно-допустимой концентрации в зависимости от параметров газовыделения и параметров проветривания.

Полученные результаты исследований позволили оптимизировать применяемые системы разработки ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» в части применения тупиковых камер длиной до 60 м.

Научное обоснование возможности проветривания тупиковых камер длиной до 60 м отражено в разработанных Обоснованиях безопасности опасного производственного объекта. На разработанные Обоснования безопасности получены положительные заключения экспертизы промышленной безопасности. Указанные заключения внесены в реестр заключений Ростехнадзора.

Результаты работы включены в Регламент технологических производственных процессов «Проветривание горных выработок в подземных условиях подразделений ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

#### **V. Ценность научных работ соискателя**

В диссертационной работе определены закономерности временной динамики концентраций вредных примесей выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания при нестационарной работе дизельной техники в камерах большого сечения в условиях изменяющегося объема развала горной массы. Полученные закономерности легли в основу аналитической модели проветривания тупиковых камер большого сечения.

Результатами работы установлено, что при проветривании тупиковых камер большого сечения формируются два принципиально разнопроветриваемых объема камеры: 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. Указанный факт позволяет ввести поправочный объемный коэффициент, зависящий от отношения высоты развала руды к общей высоте камеры, в аналитическую модель проветривания тупиковых камер большого сечения.

Полученная аналитическая модель позволяет достоверно оценивать концентрацию газа при полном цикле отработки руды тупиковыми камерами большого сечения.

#### **VI. Специальность, которой соответствует диссертация**

Диссертационная работа соответствует п.11 паспорта специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»: *Гидро-, аэро-, газо- и термодинамические процессы, методы и средства управления ими в массивах горных пород и грунтов, горных выработках и выработанных пространствах.*

#### **VII. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем**

По теме диссертационной работы подготовлено и опубликовано 12 печатных работ, в том числе 4 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ.

Наиболее значимые из работ, опубликованных по представленной теме:

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. **Nakaryakov E. V.**, Grishin E. L. Ventilation in long blind stopes during operation of load-haul-dumpers with combustion engines // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 773. – №. 1. – С. 012077. DOI: 10.1088/1755-1315/773/1/012077
3. Kolesov E. V., **Nakaryakov E. V.** Selection of turbulence model in ventilation modeling for blind stopes // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 773. – №. 1. – С. 012071. DOI: 10.1088/1755-1315/773/1/012071
4. **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.
5. **Накаряков Е.В.**, Гришин Е.Л., Левин Л.Ю. Исследование процесса проветривания тупиковых очистных камер большого сечения в условиях изменяющегося объема навала руды // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. **(принято в печать)**



6. Semin M., Faynburg G., Tatsiy A., Levin L., **Nakaryakov E.** Insights into Turbulent Airflow Structures in Blind Headings under Different Ventilation Duct Distances // Scientific Reports. – 2024. – (принято в печать)

### **VIII. Апробация диссертационной работы**

Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на ежегодных научных сессиях «ГИ УрО РАН» (Пермь, 2019 г., 2023 г.), на всероссийской научной конференции «Горняцкая смена – 2019» (Новосибирск, ИГД СО РАН, 2019 г.), на всероссийской молодежной научно-практической конференции «Проблемы недропользования» (Екатеринбург, ИГД УрО РАН, 2019 г.), на конференции международной научной школы академика К.Н. Трубецкого «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр» (Москва, ИПКОН РАН, 2022 г.), на научно-технических советах рудников ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» в 2018-2021 годах.

В диссертационной работе отсутствуют заимствованные материалы без ссылки на автора и (или) источник заимствования, результаты научных работ, выполненных Накаряковым Е.В. в соавторстве, без ссылок на соавторов.

Диссертационная работа Накарякова Евгения Вадимовича «Обоснование способа проветривания тупиковых камер большого сечения при отработке запасов медно-никелевых руд буровзрывным способом» обсуждалась на ученом совете «ГИ УрО РАН», Объединенном ученом совете ПФИЦ УрО РАН и рекомендовалась к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Заключение принято на заседании Объединенного ученого совета Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук. Присутствовало на заседании 37 из 52 человек. Результаты голосования: «за» – 37 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол заседания Объединенного ученого совета ПФИЦ УрО РАН № 5/24 от 5 июля 2024 г.

Председатель ОУС  
ПФИЦ УрО РАН, академик РАН, д.т.н.



В.П. Матвеенко

Ученый секретарь ОУС  
ПФИЦ УрО РАН, к.ф.-м.н.



А.Г. Вотинова