

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, доцента, Мальцева Станислава Владимировича на диссертацию **Белехова Павла Александровича на тему: «Разработка метода прогноза концентраций загрязняющих веществ в воздухе тупиковых горных выработок при работе машин с ДВС»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время в Федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» отсутствует норма воздуха на 1 л.с. техники ДВС. При этом используемое на практике горно-шахтное оборудование ДВС отличается по техническим характеристикам и количеству выбросов выхлопных газов.

Актуальность темы диссертационного исследования заключается в разработке комплексного подхода к обоснованию необходимого расхода воздуха для проветривания тупиковых выработок по фактору ДВС.

В своей работе автор проводит натурные измерения газов в тупиковой выработке при работе техники ДВС, разрабатывает трехмерную аэрогазодинамическую модель для изучения распределений концентраций загрязняющих компонентов по длине и сечениям тупиковой выработки при расположении погрузо-доставочной машины, а также на основе измерений и моделирования выводит зависимости для расчета количества воздуха на рабочем месте машиниста техники ДВС.

Результаты исследований, полученные автором, можно использовать при проведении инженерных расчетов.

Таким образом, выбранное направление исследований является актуальным для задач повышения безопасности и надежности проветривания подземных горных выработок.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертационной работы Белехова П.А. заключается в следующем:

1. Выявлены закономерности, характеризующие распределения концентраций оксида углерода и окислов азота по объему тупиковой выработки при работе машин с ДВС при погрузке и транспортировке отбитой горной массы.

2. Установлены зависимости, определяющие концентрацию оксида углерода и окислов азота у кабины машиниста, в функции безразмерных комплексов и симплексов.

3. Разработана оригинальная методика определения количества воздуха для достижения по длине выработки нормативной концентрации вредных компонентов выброса выхлопных газов при нахождении горнотранспортной машины в проходческом забое, а также при ее движении от забоя к устью.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе Белехова П.А., подтверждается следующим.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-292 от 06.07.26
АУ УС

1. В первой главе представлен развернутый анализ отечественных и зарубежных требований к выбросам дизельных двигателей, нормам воздухообмена и методикам расчета количества воздуха при эксплуатации техники с ДВС в подземных горных выработках.

2. Во второй главе представлены результаты натурных измерений концентраций ядовитых газов, скоростей и расходов воздуха в шахтных условиях при работе погрузочно-доставочной машины в тупиковой выработке. Представлена методика экспериментальных измерений.

3. В третьей и четвертой главах на основе уравнений аэрогазодинамики и результатов CFD-моделирования в программном пакете Ansys CFX разработана и верифицирована математическая модель формирования полей концентраций оксида углерода и окислов азота в тупиковой выработке при работе дизельного оборудования. Получены безразмерные зависимости, позволяющие обобщить результаты для широкого диапазона параметров. Сопоставление расчетных зависимостей с экспериментальными данными, включая профили концентраций вдоль выработки и в зоне дыхания машиниста, находится в пределах допустимых расхождений, что подтверждает корректность выбранных допущений и примененных численных методов.

Структура изложения – от анализа состояния проблемы через постановку задач, проведение экспериментальных исследований, проведение CFD-моделирования к формированию практических рекомендаций – обеспечивает достаточную степень обоснованности сформулированных положений и выводов.

4. Научные результаты, их ценность

Важным научным результатом является установление количественных диапазонов удельных расходов воздуха, необходимых для поддержания и обеспечения нормативных концентраций вредных газов при эксплуатации различных типов дизельного оборудования. Переход к зависимостям, выведенным на основе сочетания натурных измерений и математического моделирования, который позволяет применить новый подход к расчетам воздухообмена при учете фактора ДВС. Дополнительно предложены безразмерные критерии и обобщенные зависимости, позволяющие переносить результаты на широкий диапазон горно-геологических и технологических условий, что повышает универсальность и воспроизводимость выводов.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 8 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и системы цитирования Scopus; получен 1 патент на изобретение.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации.

Теоретическая значимость работы Белехова П.А. состоит в развитии представлений об аэрогазодинамических процессах в тупиковых подземных горных выработках при наличии источников газовыделений в виде самоходного дизельного оборудования. Предложенная аэрогазодинамическая модель, система безразмерных критериев и обобщенные зависимости концентраций вредных веществ могут служить основой при проведении теоретических исследований для других типов двигателей, топлив и схем проветривания.

Практическая значимость диссертационного исследования определяется разработкой методики расчета требуемого количества воздуха для обеспечения нормативных концентраций СО и NO_x в зоне дыхания машиниста и по длине тупиковой выработки.

Подтверждением практической значимости является документально оформленное внедрение результатов исследования в Сибирской Каменноугольной Компании (акт № 04.03-К от 04.03.2026, Приложение Б) в ходе работ по Обоснованию безопасности опасного производственного объекта.

6. Рекомендации по использованию результатов работы.

Материалы диссертации целесообразно использовать при проектировании системы вентиляции подземного рудника ОАО «Комбинат КМАруда».

Методологию математического моделирования рекомендуется использовать при исследовании и обосновании удельного расхода воздуха на 1 л.с. мощности дизельного двигателя, а также разработке технических решений по проветриванию тупиковых выработок. На их основе могут быть подготовлены внутренние нормативные документы и стандарты по расчету воздухообмена при эксплуатации самоходных машин, более точно учитывающие реальные режимы работы техники и требования по содержанию СО и NO_x в зоне дыхания машиниста.

В учебном процессе материалы диссертации могут использоваться при чтении курсов по рудничной аэрогазодинамике и промышленной безопасности при подготовке будущих горных инженеров.

7. Замечания и вопросы по диссертационной работе.

По диссертационной работе Белехова П.А. имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации указано, что замеры концентрации газов проводились многокомпонентным газоанализатором и лабораторным методом совместно с ВГСО, однако неясно, какие именно результаты использованы в таблице 2.3 и при расчете требуемого количества воздуха.
2. В модели поток газов задается как многокомпонентный, но при этом не уточняется плотность газовой смеси и начальные концентрации компонентов, задаваемых в модели.
3. В таблице 3.1 приведены значения шероховатости стенок горной выработки, заявленные как полученные экспериментально, но в тексте нет информации с описанием соответствующих измерений.
4. Из текста диссертации не понятно, как проводилось моделирование движения самоходной техники. Использовался метод динамических сеток при моделировании или применен другой подход?
5. На рисунках 3.4-3.7 представлена заливка с концентрациями газов, которые отличаются от представленных в таблице 3.2 на 2 порядка? С чем это связано?

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки результатов диссертационной работы.

8. Заключение по диссертации.

Диссертация «Разработка метода прогноза концентраций загрязняющих веществ в воздухе тупиковых горных выработок при работе машин с ДВС», представленная на

соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения присуждения ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 №953 адм, а ее автор Белехов Павел Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

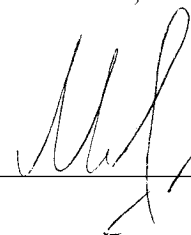
22 июня 2026 года

Кандидат технических наук, доцент,
заведующий сектором Экспериментальной аэрогазодинамики
отдела Аэрологии и теплофизики
«Горного института Уральского отделения Российской академии наук» –
филиала Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра
Уральского отделения Российской академии наук
(«ГИ УрО РАН»)


Мальцев Станислав Владимирович

«ГИ УрО РАН»
614007, Российская Федерация, г. Пермь
Ул. Сибирская, 78А
E-mail: st.v.maltsev@ya.ru
Тел.: +7 (342) 216-7502

Я, Станислав Владимирович Мальцев, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.


С.В. Мальцев

Дата: «22» июня 2026 г.

Подпись кандидата технических наук С.В. Мальцева удостоверяю:

Главный специалист по кадрам «ГИ УрО РАН»  С.Г. Дерюженко

