

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ КНЦ РАН)

ул. Ферсмана, д.14, г. Апатиты, Мурманская обл., Россия, 184209
Факс (815 55) 7-64-25; Тел. (815 55) 79-307, 79-595; E-mail: ksc@ksc.ru
ОКПО 02699889, ОГРН 102510050833, ИНН/КПП 5101100280/511801001

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор ФИЦ
КНЦ РАН академик РАН

 С.В. Кривовичев

«21» сентября 2026 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

**Сенаторова Владимира Александровича «Определение расхода воздуха
для проветривания высокопроизводительных подземных рудников
на основе оперативной оценки фактической газовости ДВС»,
представленной к защите на соискание учёной степени кандидата
технических наук по специальности 2.10.3. Безопасность труда**

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

Рост производительности современных рудников обеспечивается в условиях усложнения геологических условий залегания, увеличения глубины ведения горных работ и применением высокопроизводительного оборудования с мощными дизельными двигателями внутреннего сгорания (далее ДВС). При этом для поддержания нормативного состава рудничной атмосферы требуется подача все больших объемов воздуха. Для наращивания добычи рудники увеличивают количество выемочных блоков и рабочих горизонтов, вентиляционные сети становятся очень сложными, разветвленными, их параметры вследствие высокой скорости подвигания очистного фронта подвержены высокой изменчивости. В результате сети зачастую не могут обеспечить все забои требуемым расходом воздуха даже при приближении скоростей его движения к максимально допустимым.

При этом сами нормы в действующих инструкциях по проектированию вентиляции нельзя считать объективными. Действующая нормативно-методическая база не учитывает качество современных машин с ДВС и степень очистки выхлопных газов, что тормозит развитие отрасли вследствие ограничений по пропускной способности вентиляционных сетей и приводит к необоснованному росту затрат на проветривание.

В связи с этим, тема исследования - разработать научное обоснование нового методического подхода к расчёту расхода воздуха, требуемого для проветривания горных выработок при работе в них горного оборудования с ДВС большой мощности, обеспечивающего безопасное состояние рудничной атмосферы при снижении энергозатрат в современных условиях эксплуатации дизельного оборудования, - является актуальной.

Структура и основное содержание работы

Диссертация, включающая на 224 стр. машинописного текста, в том числе 26 таблиц и 97 рисунков; состоит из введения, 5-ти глав, заключения, списка использованной литературы из 124 наименований и 5-ти приложений.

Первая глава посвящена обоснованию актуальности темы: на основании выполненного аналитического обзора методик расчета расхода воздуха для рудников с ДВС и определения газовой двигателей, сформулированы задачи исследования.

Во **второй** главе диссертации приводится теоретическое описание процессов переноса выхлопных газов в горных выработках, сделан вывод о необходимости использования математического моделирования в сочетании с натурными измерениями для решения поставленных задач и обоснование математической модели.

В **третьей** главе приводится обоснование методики определения фактической газовой самоходного дизельного оборудования в условиях его эксплуатации и анализ результатов натурных исследований.

Четвертая глава посвящена описанию результатов математического моделирования процессов переноса выхлопных газов и описанию полученных закономерностей.

В **пятой** главе приведено описание разработанного метода расчета расхода воздуха на основе оперативной оценки фактической газовой ДВС и диагностики состояния оборудования, определяемой в условиях эксплуатации, и результатов его внедрения.

Научная новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, заключается:

– в обосновании методического подхода к проектированию вентиляции действующего высокопроизводительного рудника, использующего оборудование с ДВС, на основе оперативной оценки фактической газовой машин, определяемой в производственных условиях, что позволяет объективно оценить необходимый объем воздуха и на этой основе снизить риски загазований атмосферы и оптимизировать энергозатраты на проветривание;

– в установлении комплекса индикаторных показателей для оперативной оценки фактической газовой в условиях эксплуатации оборудования что позволяет определить расходы воздуха, обеспечивающие нормативное качество воздушной среды рудника по выхлопным газам с учетом изменений топологии горных выработок и режима движения машин;

– в разработке алгоритма определения фактической газовой парка автомобилей с ДВС для подземного рудника в условиях его эксплуатации;

– в разработке методики экспресс-оценки состава и температуры выхлопных газов, сажевого числа, избытка воздуха и дымности двигателя в условиях эксплуатации, обеспечивающей оперативную диагностику состояния двигателя для своевременного профилактического ремонта оборудования, что способствует повышению безопасности его эксплуатации.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Теоретические выводы и предложенные решения подтверждаются большим объемом данных численного моделирования процессов диффузии выхлопных газов в горных выработках (моделирование реализовано в программном комплексе Ansys CFD в объеме 20 сценариев), верификацией компьютерного моделирования значительным объемом натурных экспериментов, (в период с 2021 по 2025 годы проведено обследование более 100 типов различной самоходной техники, использующейся и вновь поступавшей на подземном руднике ООО «Яковлевский ГОК», также отдельные исследования проводились на АО «Урупский ГОК» и АО «Комбинат КМАруда»); повторяемостью установленных закономерностей в исследованных условиях; успешным внедрением результатов исследований в

нормативную базу и их практической апробацией (прилагается справка от подземного рудника).

Значимость для науки и производства

Значимость полученных автором результатов для повышения безопасности горных работ заключается в обосновании нового методического подхода к расчету вентиляции действующего высокопроизводительного рудника, использующего оборудование с ДВС на основе разработанного алгоритма расчета необходимого расхода воздуха с использованием оперативной оценки фактической газовой машин в производственных условиях. Важное значение для повышения безопасности при эксплуатации дизельного оборудования имеет разработанный автором порядок плановой диагностики состояния парка машин по фактической газовой. Предложенный подход позволяет повысить эффективность проветривания рудника за счет рационального воздухораспределения, обеспечивающего необходимую подачу воздуха в рабочие зоны без увеличения производительности вентиляторов, что подтверждается результатами внедрения.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты проведенных исследований рекомендуется использовать как основу для создания и внедрения в практику подземных горнорудных предприятий, использующих высокопроизводительное самоходное дизельное оборудование; также следует рекомендовать методику экспресс-диагностики ДВС для открытых работ, что позволит повысить безопасность труда за счет своевременного проведения профилактических ремонтов.

Замечания и вопросы по работе

1. Оперативное определение фактической газовой дизельной техники- это, чтобы в реальном времени зафиксировать сколько и каких вредных веществ выбрасывает техника и на основе этих данных оперативно скорректировать расход воздуха для проветривания, что возможно только при наличии автоматизированных систем проветривания. Где нет таких систем, то вполне достаточно производить замеры по общепризнанному регламенту – при вводе новой машины в эксплуатацию, один раз в месяц при эксплуатации, при замене дизельного топлива, после каждого ремонта ДВС, при перерывах в работе более двух недель. В работе не показано можно ли оперативно корректировать расход воздуха на рассматриваемом руднике.

2. В первом научном положении указано, что норма удельного расхода воздуха на единицу мощности не может быть единой для всей горнорудной промышленности, а должна устанавливаться дифференцированно для каждого действующего рудника с учетом состояния техники. Поэтому в диссертации следовало бы указать на каких рудниках производились измерения и на сколько они отличаются друг от друга.

3. Зачем нужно было проводить математическое моделирование, если получены фактические данные о газовости в реальном времени, которые и закладывались в модель в качестве граничных условий. Но любое моделирование имеет определенную погрешность. Поэтому какова достоверность полученных результатов при моделировании.

4. Разработан новый методический подход к расчету необходимого количества воздуха для рудников, основанный на определении фактической газовости в условиях его эксплуатации, что позволило на Яковлевском руднике снизить расчетный расход воздуха на 8,3 %, но не приведен расчет этого снижения.

5. Автор предлагает заменить вентиляторы местного проветривания ВМЭВО-8А (90 кВт) на менее энергоемкие ВМЭ-8/1 (50 кВт). Но выбор вентиляторов местного проветривания и определение его производительности производится в соответствии с общепризнанным порядком по требуемому расходу воздуха, депрессии и индивидуальной аэродинамической характеристике. Менее мощный вентилятор не сможет обеспечить необходимый расход воздуха, что приведёт к недостаточной вентиляции и накоплению вредных веществ в рабочей зоне. В работе нет этого обоснования.

Соответствие диссертации требованиям, предъявляемым к диссертациям

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что диссертация по своей актуальности, научной новизне и практической значимости заслуживает высокой оценки, соответствует актуальным требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ и «Положения о порядке присуждения ученых степеней» в НИТУ МИСИС.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.10.3-Безопасность труда.

Результаты исследований широко докладывались и обсуждались, в том числе на Всероссийских научно-практических конференциях с международным участием. Основные результаты диссертации опубликованы в 8 печатных работах, в том числе 3 - в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России по специальности, из них

