

Отзыв

официального оппонента **Фазылова Ильдара Робертовича**
на диссертационную работу **Суханова Андрея Евгеньевича**
«Обоснование способа управления тепловым режимом рабочего места машиниста
проходческо-очистного комбайна в условиях калийных рудников»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.8.6. – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная
аэрогазодинамика и горная теплофизика

Актуальность темы диссертационного исследования

По мере увеличения глубины ведения горных работ рудничная атмосфера подвергается интенсивному тепловому воздействию. Главным фактором формирования неблагоприятного теплового режима на глубоких горизонтах калийных рудников является высокая температура вмещающих горных пород, обусловленная естественным геотермическим градиентом. Особую остроту и критический характер данная проблема приобретает при проходке тупиковых выработок с применением высокопроизводительных проходческо-очистных комбайновых комплексов. Дополнительными источниками тепла выступают процессы механического разрушения соляного массива резцами исполнительного органа и транспортировка свежоотбитой руды. Таким образом, температура воздуха в тупиковых выработках может достигать 39 °С. Формирование аномально высоких температур воздуха в сочетании с ограниченной подвижностью воздушной среды в тупиковой камере приводит к несоответствию требованиям правил безопасности при ведении горных работ, а также превышению допустимых значений тепловой нагрузки среды (ТНС-индекса), регламентированных действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами (СанПиН).

Традиционные горнотехнические способы нормализации микроклимата, в условиях тупиковых выработок оказываются малоэффективными и экономически нецелесообразными. В свою очередь, применение общешахтных или поверхностных систем кондиционирования воздуха требует колоссальных капитальных затрат и характеризуется низким КПД из-за непрерывных потерь холода при его транспортировке по протяженным выработкам к непрерывно перемещающемуся забою. Существующие децентрализованные климатические установки сводятся к общему охлаждению тупиковой выработки, что при значительной массе и габаритах оборудования делает их мало мобильными в стесненных условиях тупикового комбайнового забоя.

Таким образом, в диссертационной работе Суханова Андрея Евгеньевича рассмотрен ключевой вопрос перехода к децентрализованному локальному охлаждению рабочих мест

машинистов комбайнов. Разработка новых обоснованных подходов к управлению тепловым режимом в призабойном пространстве является актуальной научно-технической задачей, имеющей существенное значение для горнодобывающей промышленности

Структура, объем и анализ содержания работы

Диссертация изложена на 142 страницах машинописного текста, состоит из пяти глав. Список литературы, включает 131 источник. Работа иллюстрирована 69 рисунками и содержит 27 таблиц.

В первой главе выполнен анализ состояния вопроса нормализации микроклимата в подземных выработках. Автором обоснованно, что для условий калийных рудников наиболее перспективным является переход к децентрализованным системам охлаждения воздуха.

Вторая глава посвящена анализу экспериментальной части диссертационной работы. Описаны результаты исследования теплового режима в призабойном пространстве, а также результаты измерения свойств породного массива. Отдельно приведены графики динамических измерений изменения температур воздуха.

Третья глава посвящена разработке математических моделей. Соискатель предлагает комплексный подход, сочетающий 1D-моделирование и 3D-моделирование процессов тепломассопереноса. Следует отметить применение технологии динамических сеток для учета циклического перемещения транспортного оборудования.

В четвертой главе выполнена корректировка разработанной модели под условия всасывающего способа проветривания тупиковой выработки. Представлен анализ влияния всасывающего способа проветривания на температурный режим в призабойном пространстве. Рассмотрены возможные варианты подачи охлажденного воздуха в исследуемую область.

В пятой главе приведено практическое обоснование параметров системы локального кондиционирования. На основе установленных закономерностей разработан опытный образец холодильной машины КШв-15. Приведены результаты заводских испытаний.

Техническое оформление диссертации в целом соответствует требованиям ГОСТ 7.0.11.-2011 «Диссертация и автореферат диссертации». Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Научная новизна исследований

К наиболее значимым результатам, определяющим научную новизну работы, относятся:

1. Разработка сопряженной термо-аэродинамической модели призабойного пространства, учитывающей нестационарное влияние движущегося самоходного вагона на распределение тепловых потоков и потоков воздуха.
2. Научное обоснование принципа локализации тепловыделений за счет применения всасывающего способа проветривания тупика в комбинации с локальной подачей охлажденного воздуха, что препятствует смещению перегретого воздуха со свежей вентиляционной струей.

Достоверность научных положений и выводов

Достоверность результатов диссертации обеспечена применением фундаментальных законов сохранения массы, импульса и энергии, использованием верифицированного программного обеспечения на базе методов вычислительной гидродинамики (CFD), а также хорошей сходимостью результатов математического моделирования с данными экспериментальных инструментальных замеров на действующих рудниках.

Опубликование результатов исследования автора диссертации

По теме диссертационной работы подготовлено и опубликовано 13 печатных работ, в том числе 7 в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых ВАК, 8 в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science.

Результаты исследования докладывались и обсуждались на научных конференциях, симпозиумах и научно-технических советах в период с 2021 по 2026 годы.

Практическая значимость работы

Практическая ценность результатов исследования состоит в создании адаптивного вычислительного инструментария на базе сопряженного одномерного и трехмерного моделирования, позволяющего прогнозировать тепловой режим тупиковой горной выработки, а также в разработке систем локального охлаждения рабочего места машиниста комбайна. Обоснование параметров оборудования с номинальной холодопроизводительностью 15 кВт дает возможность исключить избыточную энергоемкость процессов кондиционирования вентиляционной струи в тупиковой выработке, обеспечивающей поддержание допустимых параметров микроклимата на рабочем месте машиниста комбайна.

Замечания и вопросы по диссертации

Оценивая работу положительно, считаю необходимым отметить следующие моменты:

1. Недостаточно полно описаны результаты натурных исследований изменения температуры воздуха по пути движения воздушной струи (не указаны расходы воздуха, температура массива). Было бы интересно увидеть результаты определения фактических тепловыделений от работающего в забое оборудования, в дополнение к измеренным температурам поверхности оборудования.
2. В работе принято допущение и не были проанализированы особенности формирования температурного поля в массиве, окружающем тупиковую горную выработку, с учётом времени существования горной выработки. Учитывая вышесказанное, в работе не учитывается технологическая схема ведения горных работ, было бы интересно рассмотреть влияние календаря ведения очистных работ на температурное поле в горном массиве.
3. В работе упоминаются обоснования безопасности в части допустимой температуры воздуха в забое, принятые на предприятии. В исследовании автор обосновывает параметры системы охлаждения, обеспечивающей температуру воздуха, указанную в ОБ ОПО, было бы полезно рассмотреть возможность обеспечения нормативных значений температуры воздуха по ФНиП (+26 °C).
4. При рассмотрении процессов тепломассопереноса в системе воздух в воздуховоде – воздух в выработке, не сказано об утечках воздуха в воздуховоде и их влиянии на тепловой режим забоя. Также необходимо пояснить подход по определению теплового потока от воздуха в воздуховоде к воздуху в выработке, в котором не учтены теплоизоляционные свойства воздуховода.
5. Было бы полезно рассмотреть сравнение энергетической эффективности традиционных систем охлаждения воздуха и системы, предлагаемой автором.

Приведенные замечания не изменяют общей положительной оценки работы, так как они не затрагивают научно-методической базы решения поставленных задач, сущности полученных результатов и уровня их значимости.

Заключение

Диссертационная работа Суханова Андрея Евгеньевича представляет собой законченное научно-квалификационное исследование, в котором решена актуальная научно-техническая задача управления тепловым режимом на рабочих местах машинистов проходческо-очистных комбайнов в горных выработках калийных рудников, имеющая

существенное значение для развития горнодобывающей отрасли и повышения безопасности труда горнорабочих.

Работа включает все необходимые структурные элементы, объединенные внутренней логикой и четкой последовательностью изложения задач, методов и результатов исследований. Научные положения точно подчеркивают основные результаты исследований.

По своей актуальности, объему выполненных исследований, научной новизне и практической значимости диссертация полностью соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Суханов Андрей Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

ассистент кафедры безопасности производств
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II»,
канд. техн. наук



И. Р. Фазылов

Я, Фазылов Ильдар Робертович, официальный оппонент, автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»
Почтовый адрес: 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д.2
Официальный сайт: <https://spmi.ru>
e-mail: Fazylov_IR@pers.spmi.ru
Телефон: +7-911-902-84-39

Подпись кандидата технических наук, ассистента Фазылова И.Р. удостоверяю

« 1 » сентября 2026 г.

М.П.



Начальник управления
делопроизводства
контроля документооборота
Е.Р. Яковлева