

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
**ЯКУТСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ЯНЦ СО РАН)**

ул. Петровского, д. 2, Якутск, 677980 Для телеграмм:
Якутск, НАУКА Факс (4112) 350263, 390525
Телефон (4112) 390500, 390503
E-mail: prezidium@prez.yasn.ru

24.08.2026 № 297-01-2115/878

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ЯНЦ СО РАН,

академик РАН

Лебедев М.П.

2026 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации

Института горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук (ИГДС СО РАН) – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ЯНЦ СО РАН) 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 научной специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Объем и структура диссертационной работы и автореферата.

Представленная на отзыв диссертационная работа общим объемом 142 страницы машинописного текста состоит из введения, пяти глав и заключения, списка литературы из 131 наименования, содержит 69 рисунков и 27 таблиц. Автореферат диссертации изложен на 24 страницах.

Актуальность темы диссертационной работы.

Как известно, при отработке глубоких горизонтов шахт и рудников возникает проблема связанная с созданием допустимых правилами безопасности микроклиматических параметров. Так, фиксируемые на сегодняшний день температуры воздуха в рабочих зонах глубоких калийных рудников достигают 39-40 °С, что значительно превышает допустимые Федеральными нормами и правилами (ФНиП) 26 °С. Наличие мощного горношахтного оборудования в очистных и подготовительных выработках, выступающего в качестве абсолютного источника тепловыделений, способствует дополнительному росту температуры на рабочих местах. В этой связи возникает актуальная задача по разработке научно-обоснованных способов нормализации теплового режима глубоких калийных рудников, позволяющих вовлечь в отработку глубокие запасы без потери темпов добычи и с обеспечением безопасности горнорабочих.

Учитывая совокупность негативных факторов, осложняющих ведение добычных и проходческих работ, возникает необходимость в пересмотре устоявшихся подходов к прогнозированию и управлению тепловым режимом в глубоких калийных рудниках.

Традиционные методы расчета теплового режима в подземных горных выработках, изложенные в трудах Щербаня А.Н., Медведева Б.И., Дядькина Ю.Д. и других ученых, базировались на упрощенных аналитических зависимостях, что было обусловлено ограниченными вычислительными возможностями того времени. Эти методы не в полной мере учитывают пространственную динамику воздушных потоков, сложную геометрию призабойных зон и нестационарные тепловые процессы, возникающие при работе высокопроизводительного проходческо-очистного оборудования.

Современный уровень развития вычислительной гидродинамики (CFD) и трехмерного моделирования позволяет перейти от приближенных оценок к детальному исследованию процессов теплообмена в системе «породный массив - рудничный воздух - горное оборудование - человек» и далее к разработке систем локального кондиционирования воздуха призабойных зон. Применение нестационарных пространственных моделей, учитывающих специфику калийных месторождений, является основой методики проектирования таких систем и позволяет дать оценку эффективности предлагаемых технических решений.

Предлагаемые в диссертационной работе технические решения представляют основу для проектирования систем локального охлаждения воздуха непосредственно на рабочем месте машиниста, что обеспечивает практическую реализуемость требований правил безопасности в экстремальных тепловых условиях глубоких калийных рудников.

Исходя из достаточно объективно проанализированного состояния вопроса, связанного с регулированием теплового режима в рабочих зонах глубоких калийных рудников, автором диссертационной работы корректно сформулированы ее цель и идея, а также определены основные задачи исследований.

Научная новизна и значение результатов исследований для науки и практики.

Соискателем разработана оригинальная синтезированная математическая модель тепломассопереноса в призабойном пространстве для условий тупиковой комбайновой выработки калийного рудника, базирующаяся на совместном решении задач в одномерной и трехмерной постановках. Предлагаемый подход позволяет выполнять расчеты как для действующих рудников, так и для проектируемых объектов и участков. Кроме этого, выполнена оценка влияния движения самоходного вагона и периодичности работы электрических приводов добычного комбайна на условия проветривания и формируемый тепловой режим в призабойном пространстве.

Результаты натурных исследований, проведенных при участии соискателя, показали, что осевые вентиляторы местного проветривания оказывают существенное влияние на формирование температурного режима в призабойном

пространстве. Значительная часть их электрической мощности преобразуется в тепло, которое в последующем, при нагнетательной схеме проветривания, поступает в зону расположения проходческо-очистного комплекса. В связи с чем автором диссертации была выдвинута гипотеза, что при всасывающем способе проветривания тупиковой выработки температура должна быть ниже, чем при нагнетательном, поскольку по тракту движения воздуха исключается один из возможных факторов тепловыделения – привод нагнетательного вентилятора местного проветривания. Для подтверждения этой гипотезы был поставлен эксперимент в тупиковой выработке рудника Гремячинского ГОК. Результаты натурного эксперимента показали обоснованность выдвинутого предположения и эффективность всасывающего способа проветривания тупиковой комбайновой выработки по фактору температурного режима в призабойном пространстве по сравнению с нагнетательным и комбинированным способами.

Соискателем определены основные параметры системы охлаждения воздуха на рабочем месте машиниста комбайна, позволяющие обеспечить допустимые температуры воздуха, минимизируя при этом затраты на выработку искусственного холода.

Так же разработана методика обоснования параметров системы локального охлаждения воздуха на рабочем месте машиниста проходческо-очистного комбайна, включающая последовательность этапов - от выбора способа охлаждения до проведения опытных испытаний и оценки эффективности предлагаемых технических решений.

Практическое значение результатов диссертационной работы определяется тем, что на основе полученных соискателем научных результатов:

1. Разработана концепция системы локального кондиционирования воздуха СКВ-8 на рабочем месте машиниста проходческо-очистного комбайна в условиях глубоких тупиковых выработок калийных рудников на Гремячинском и Старобинском месторождениях.
2. Предложена методика проектирования системы локального кондиционирования воздуха, которая позволяет разрабатывать системы как для действующих рудников, так и для проектируемых.
3. Совместно с НПО «Аэросфера» выполнено научное сопровождение и стендовые заводские испытания холодильной машины КШВ-15. Разработано оборудование, выступающее в качестве основы системы локального кондиционирования воздуха СКВ-8 в рабочем пространстве машиниста комбайна.

Таким образом, разработанные соискателем синтезированная математическая модель тепломассопереноса в призабойном пространстве для условий тупиковой комбайновой выработки калийного рудника, методика проектирования системы локального кондиционирования воздуха, и ряд других результатов проведенных исследований, представляют научную и практическую значимость. При внедрении они будут способствовать обеспечению безопасных условий ведения подземных горных работ, а также повышению эффективности

управления тепловым режимом в подготовительных и очистных забоях калийных рудников в условиях экстремальных температур.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы:

- горнодобывающими предприятиями при разработке месторождений калийных солей со схожими горно-геологическими и горнотехническими условиями.
- в учебном процессе ВУЗов горного профиля и программах повышения квалификации специалистов по вентиляции и горной теплофизике.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов подтверждается соответствием законам рудничной аэрогазодинамики и законам теплообмена, сопоставимостью результатов численного моделирования с большим объемом данных, полученных в ходе натурных замеров на подземном руднике Гремячинского ГОК, а также согласованностью полученных зависимостей с результатами, представленными в научно-технической литературе.

Основные результаты исследований докладывались соискателем на ежегодных научных сессиях Горного института Уральского отделения Российской академии наук (г. Пермь, ГИ УрО РАН, 2024, 2025 гг.), на международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (г. Москва, НИТУ МИСИС, 2022, 2024 гг.), на XIX международном форум-конкурсе студентов и молодых ученых "Актуальные проблемы недропользования (г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, 2023 г.), на отчетных конференциях по итогам 1 и 2 этапов выполнения крупного научного проекта по Соглашению с Министерством науки и высшего образования Российской Федерации № 075-15-2024-535 от 23 апреля 2024 г (г. Пермь, ИМСС УрО РАН, 2024, 2025 гг.), на XXIV зимней школе по механике сплошных сред (г. Пермь, ИМСС УрО РАН, 2025 г.), на всероссийской молодежной научно-практической конференции «Проблемы недропользования» (г. Екатеринбург, ИГД УрО РАН, 2026 г.), на научно-технических советах рудника Гремячинского ГОК (г. Котельниково, ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий, 2022 - 2025 гг.), на научно-технических советах «НПО «Аэросфера» (г. Пермь, «НПО «Аэросфера», 2024, 2025 гг.)

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.

Замечания по диссертационной работе:

1. Основной (природный) источник тепла горного массива вряд ли можно уменьшить, можно только сократить поступление тепла от него (стр. 22).
2. Неудачно сформулировано предложение на странице 28. Правильнее изложить - проветривается забой, а не комбайн.
3. В тексте диссертации (глава 2) при описании исследуемого объекта, по нашему мнению, следовало бы привести краткую информацию по основным

параметрам, приведенным в «Обоснование безопасности опасного производственного объекта» (скорости движения воздуха в выработке, отставание трубопровода от щита комбайна и др.), которые позволяют обеспечить безопасное применение всасывающего способа проветривания тупиковой выработки.

4. В раздел 2.2 приведены результаты тепловизионного обследования оборудования (проходческо-очистного комбайна, вентилятора местного проветривания), однако в тексте диссертации отсутствует информация о настройках тепловизора: значении коэффициента излучения для различных материалов, величине отраженной температуры, дистанции съемки. Так же не понятно, каким образом учитывалось влияние пылевого аэрозоля на точность измерения температуры поверхности и проводилась ли калибровка тепловизора контактными методами для верификации получаемых значений?

5. В разделе 3.1 обосновывается необходимость учета теплообмена в зоне сопряжения выработок при движении воздуха снаружи вентиляционного трубопровода. Однако на рисунке 3.4 представлен лишь интегральный график изменения температуры без сравнительного анализа двух вариантов (с учетом сопряжения и без него). Учитывая, что влияние этого локального теплообмена, вероятно, составляет доли градуса, что сопоставимо с погрешностью измерительных приборов, не приводит ли это к усложнению математической модели и к неоправданному росту вычислительных затрат без существенного повышения точности конечного результата?

6. В разделе 3.2.2 при описании граничных условий указано, что на стенках двигателей задана фиксированная температура (граничное условие первого рода). Однако, в процессе работы комбайна температура поверхности двигателей может изменяться в зависимости от режима работы и скорости обдува воздушным потоком. Не приводит ли это допущение к систематическому завышению или занижению температуры воздуха в локальных зонах?

7. Основной идеей работы является создание комфортных условий именно в ограниченном пространстве (рабочее место машиниста) системой локального кондиционирования, в тоже время общий микроклимат в выработке остается неблагоприятным для остальных рабочих (например, для ремонтных бригад). В связи с этим есть основания задуматься - как в этом контексте предлагаемый подход соотносится с общешахтными или участковыми системами кондиционирования?

8. Исследования выполнены для конкретных условий калийного рудника Гремячинского ГОКа. Насколько предложенные технические решения являются универсальными и применимыми на других месторождения калийных солей или на участках рудника с температурами выше 40°C без полного пересчета параметров системы локального охлаждения?

9. Также необходимо отметить некоторые неточности в тексте диссертации: 1) отсутствие ссылки на таблицу 2.8; 2) название таблицы 3.1 не соответствует приведенным в ней данным.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, которая выполнена на достаточно высоком научном уровне с применением современных методов исследований.

Заключение.

Диссертационная работа Суханова Андрея Евгеньевича «Обоснование способа управления тепловым режимом рабочего места машиниста проходческо-очистного комбайна в условиях калийных рудников» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научно-практической задачи направленной на обоснование способа управления тепловым режимом на рабочем месте машиниста добычного комбайна калийного рудника, основанного на применении всасывающего способа проветривания.

Также необходимо отметить, что материалы исследований изложены в логической последовательности, полученные результаты подробно иллюстрированы. Выводы по главам в целом составлены корректно и обоснованы результатами проведенных исследований, приведенными в соответствующих разделах. Заключение отражает основное содержание диссертации, которая написана ясным, технически грамотным языком.

Автореферат и публикации объективно и с достаточной полнотой отражают основные научные положения и содержание диссертации.

Диссертационная работа соответствует критериям, установленным пунктами 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, и пункту 11 паспорта научной специальности 2.8.6. - «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», а ее автор Суханов Андрей Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.8.6 - «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Диссертационная работа Суханова Андрея Евгеньевича «Обоснование способа управления тепловым режимом рабочего места машиниста проходческо-очистного комбайна в условиях калийных рудников», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 - «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», рассмотрена и коллективно обсуждена на расширенном заседании ученого совета Института горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук - обособленного подразделения ЯНЦ СО РАН с участием сотрудников лаборатории горной теплофизики, одно из основных направлений научно-исследовательской деятельности которой соответствует тематике диссертационной работы Суханова А.Е. (Протокол расширенного заседания ученого совета ИГДС СО РАН № 7 от 21 августа 2026 г.).

 Д.Е. Соловьёв

 В.В. Киселёв

21.08.2026 г.

21.08.2026 г.

Подготовленный отзыв на диссертационную работу Суханова А.Е. кандидатом технических наук, и.о. заведующего лабораторией горной теплофизики ИГДС СО РАН Соловьёвым Дмитрием Егоровичем и кандидатом технических наук лаборатории горной теплофизики ИГДС СО РАН Киселёвым Валерием Васильевичем, утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации.

Я, Соловьёв Дмитрий Егорович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

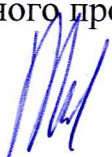
И.о. заведующего лабораторией
горной теплофизики ИГДС СО РАН
кандидат технических наук по специальности
25.00.20 - «Геомеханика, разрушение горных
пород, рудничная аэрогазодинамика и
горная теплофизика»
e-mail: solovjevde@igds.ysn.ru
тел. 8(4112)39-00-79



Соловьёв Дмитрий Егорович

Я, Киселёв Валерий Васильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Старший научный сотрудник лаборатории
горной теплофизики ИГДС СО РАН
кандидат технических наук по специальности
05.15.11 - «Физические процессы горного производства»
e-mail: igds@ysn.ru
тел. 8(4112)39-00-65



Киселёв Валерий Васильевич

Сведения об организации: Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ИГДС СО РАН), 677980, Россия, г. Якутск, пр. Ленина, 43, тел. 8(4112)335930, e-mail: igds@ysn.ru

Подписи Д.Е. Соловьёва и В.В. Киселёва заверяю:
Ученый секретарь ИГДС СО РАН, к.т.н.



Е.А. Хоютанов

М.П.

21 августа 2026 г.

