

УТВЕРЖДАЮ:

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



О.А. Плехов

2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация «Разработка способов управления капельной влагой в вентиляционных стволах рудников» выполнена в лаборатории математического моделирования геотехнических процессов Горного института Уральского отделения Российской академии наук – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр («ГИ УрО РАН»).

Соискатель Колесов Евгений Викторович с 2016 года по настоящее время работает в «ГИ УрО РАН». В настоящий момент он является инженером лаборатории математического моделирования геотехнических процессов. В 2018-2021 гг. соискатель обучался в очной аспирантуре ПФИЦ УрО РАН по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, окончив ее с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Научный руководитель – заведующий лабораторией математического моделирования геотехнических процессов «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, д-р техн. наук Семин Михаил Александрович.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

I. Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация соискателя посвящена проблеме образования избыточного количества капельной влаги в вентиляционных стволах рудников в условиях интенсивного конденсационного влаговыведения из исходящего влажного воздуха или обильных водопритокков из закрепного пространства ствола. Наличие большого количества капельной влаги в стволе является причиной существенного увеличения аэродинамического сопротивления ствола (бланкет-эффект), вследствие чего главная

вентиляторная установка может перейти в зону неустойчивой работы. Соискателем справедливо отмечается, что исследование причин формирования и скопления капельной влаги в вентиляционных стволах на корректных математических моделях тепломассопереноса является актуальной научной задачей рудничной вентиляции, решение которой позволит разработать способы управления капельной влагой, направленные на обеспечение устойчивого движения воздушных потоков в стволах и на уменьшение негативного влияния бланкет-эффекта на работу главной вентиляторной установки. Существующие исследования по тематике бланкет-эффекта имеют в своей основе существенные упрощения и не позволяют в полной мере оценивать влияние бланкет-эффекта на работу ГВУ и вентиляцию рудника.

В своей диссертационной работе соискатель представил разработанную математическую модель нестационарного тепломассопереноса в воздухе как в многофазной среде, с помощью которой удалось установить закономерности формирования водяной пробки в вентиляционном стволе. Установленные закономерности позволили в дальнейшем разработать способы управления капельной влагой, исключающих ее накопление в вентиляционных стволах.

Основной идеей диссертационной работы является использование разработанной математической модели динамики капельной влаги в воздушном пространстве вентиляционного ствола и установленных на ее основе закономерностей возникновения и эволюции водяной пробки для разработки способов уменьшения влияния бланкет-эффекта на работу главной вентиляторной установки и вентиляцию рудника.

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

При непосредственном участии соискателя проведена постановка задач; организованы и выполнены натурные исследования в рудничных условиях; выполнены анализ и обработка полученных данных; проведены расчеты и вычислительные эксперименты; разработаны научные решения и их практическая реализация; сформулированы научные положения и выводы.

III. Степень достоверности полученных результатов

Достоверность результатов работы соискателя 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.

IV. Новизна и практическая значимость исследования

Установлены величины избыточного давления в вентиляционном стволе, обусловленного наличием в нем капельной влаги вследствие конденсации из влажного исходящего воздуха и притоков воды из закрепного пространства, в зависимости от времени, средней скорости воздушной струи в стволе, параметров ствола, дисперсного состава водяных капель и местоположения и интенсивности источника водопритокков в ствол.

Разработаны способы управления капельной влагой в вентиляционных стволах рудников, позволяющие исключить ее накопление и сократить ее влияние на работу главной вентиляторной установки путем уменьшения количества конденсирующейся влаги и интенсивности водопритокков в ствол, перераспределения воздушных потоков, обеспечивающего скорость движения воздушной струи в стволе вне опасного диапазона.

Полученные результаты будут полезны при выборе параметров работы главной вентиляторных установок как проектируемых, так и эксплуатируемых рудников для исключения возможности формирования водяной пробки в вентиляционных стволах.

Также результаты работы, связанные с определением коэффициента теплоотдачи вентиляционных стволов, будут полезными для проектирования реверсивных режимов проветривания рудников, определения безопасных и эффективных мероприятий по эвакуации персонала по стволам, через которые осуществляется подача воздуха при реверсировании воздушной струи.

V. Ценность научных работ соискателя

В диссертационной работе представлена комплексная трехмерная численная модель нестационарного тепломассопереноса в воздухе как в многофазной среде, учитывающая вертикальный градиент температурного поля, теплообмен с влажной крепью ствола, локальные водопритокки в ствол и дисперсный состав водяных капель, позволяющая исследовать условия и закономерности накопления капельной влаги в вентиляционных стволах рудников.

Разработан метод определения эффективного коэффициента теплоотдачи крепи ствола, основанный на минимизации невязки данных, полученных в модели и данных натурных измерений аэротермодинамических параметров воздушной струи и температуры крепи ствола в процессе планового реверсирования главной вентиляторной установки.

Экспериментальные результаты работы окажутся полезными в плане совершенствования общей методологии построения и настройки параметров аэротермодинамических моделей вентиляционных сетей рудников произвольной топологии.

VI. Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа соответствует п.11 паспорта специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»:

п. 11. Гидро-, аэро-, газо- и термодинамические процессы, методы и средства управления ими в массивах горных пород и грунтов, горных выработках и выработанном пространстве.

VII. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе 5 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ.

Наиболее значимые из работ, опубликованных по представленной теме:

1. Kolesov E.V., Kazakov B.P., Semin M.A. Modeling air flow–lining heat transfer in the conditions of mixed convection in a mine shaft // Journal of Mining Science, 2021, Vol. 57, No. 5, pp. 852–862. DOI: 10.1134/S106273912105015X
2. 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 (научно-технический журнал). – 2021. – № 6. – С. 5-33. – DOI 10.25018/0236_1493_2021_6_0_5.
3. Семин М.А., Мальцев С.В., Колесов Е.В. Исследование влияния аэродинамических процессов в шахтном стволе с канатной арматурой на колебания движущегося скипа // Недропользование. – 2022. – Т.22, №4. – С.192–200. DOI: 10.15593/2712-8008/2022.4.7
4. Колесов Е. В., Семин М. А., Казаков Б. П., Князев Н. А. Совершенствование метода расчета коэффициента теплоотдачи шахтного вентиляционного ствола по данным экспериментальных измерений в реверсивном режиме проветривания // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 3. – С. 57–71. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_3_0_57

5. Kolesov E., Kazakov B., Shalimov A., Zaitsev A. Study of the Water Build-Up Effect Formation in Upcast Shafts // Mathematics. – 2023. – 11. – 1288. DOI: 10.3390/math11061288.

VII. Апробация диссертационной работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на ежегодных научных сессиях «ГИ УрО РАН» (Пермь, «ГИ УрО РАН», 2018, 2019, 2023 гг.), на международных научных симпозиумах «Неделя горняка» (Москва, МГГУ, 2019, 2020 гг.), на «Зимней школе по механике сплошных сред» (Пермь, «ИМСС УрО РАН», 2021 г.)

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

Диссертация Колесова Евгения Викторовича «Разработка способов управления капельной влагой в вентиляционных стволах рудников» рекомендуется 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 39 из 53 человек. Результаты голосования: «за» — 39 чел., «против» — нет, «воздержалось» — нет, протокол заседания Объединенного ученого совета ПФИЦ УрО РАН № 4/23 от 8 сентября 2023 г.

Зам. председателя ОУС
ПФИЦ УрО РАН, академик РАН

А.А. Барях

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

А.Г. Вотинова