

УТВЕРЖДАЮ



Директор ПФИЦ УрО РАН,
чл.-корр. РАН, д.т.н.,
профессор


А.А. Барях

« 16 » сентября 2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ПФИЦ УрО РАН)

Диссертация «Исследование и разработка способов определения аэродинамических параметров сложных вентиляционных систем подземных рудников» выполнена в отделе аэрологии и теплофизики «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук и на кафедре «Разработка месторождений полезных ископаемых» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

В 2012 году соискатель закончил Пермский национальный исследовательский политехнический университет по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых». С 2012 по 2015 годы соискатель обучался в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Горный институт Уральского отделения Российской академии наук по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

В период подготовки диссертации соискатель Мальцев Станислав Владимирович работал в «Горном институте Уральского отделения Российской академии наук» – филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермском федеральном исследовательском центре Уральского отделения

Российской академии наук в отделе аэрологии и теплофизики в должностях младшего научного сотрудника и инженера (основное место работы) и в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, на кафедре «Разработки месторождений полезных ископаемых» в должностях ассистента и старшего преподавателя (по совместительству).

Удостоверение № 66 о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2018 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Пермским федеральным исследовательским центром Уральского отделения Российской академии наук филиалом «Горным институтом Уральского отделения Российской академии наук».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Казаков Борис Петрович, работает главным научным сотрудником отдела аэрологии и теплофизики «ГИ УрО РАН» (основное место работы) и профессором кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» (по совместительству) Пермского национального исследовательского политехнического университета.

По результатам рассмотрения диссертации Мальцева Станислава Владимировича «Исследование и разработка способов определения аэродинамических параметров сложных вентиляционных систем подземных рудников» принято следующее заключение.

I. Основные результаты работы

На основании выполненных соискателем исследований были разработаны научно-обоснованные способы повышения эффективности проветривания сложных вентиляционных систем шахт и рудников. Усовершенствован способ разработки математических моделей вентиляционных сетей на основе автоматизации обработки данных воздушно-депресссионной съемки с учетом изменяющегося характера воздухораспределения на рудниках со сложными системами вентиляции. Разработан экспериментально-аналитический метод определения закономерностей течения воздушных потоков в шахтных стволах произвольного типа. Разработан способ регулирования совместной работы нескольких главных вентиляторных установок и вентиляционных сооружений в вентиляционных сетях шахт и рудников по критерию минимизации суммарной потребляемой мощности. Полученные способы

алгоритмизированы и реализованы программно для повышения энергоэффективности проветривания рудников.

II. Теоретическая значимость исследования

В настоящее время в связи с увеличением площадей обрабатываемых участков и глубины ведения горных работ возрастает протяженность сетей горных выработок, рабочие зоны перемещаются на границы шахтного поля. Вследствие этого схемы проветривания рудников становятся сложнее для регулирования расходов воздуха. В условиях таких рудников задачи обеспеченности рабочих зон требуемым количеством воздуха и выбора энергоэффективного режима проветривания сводятся к определению степени влияния каждой главной вентиляторной установки на участки вентиляционной сети. Поэтому на этапе проектирования и эксплуатации шахт и рудников особенно важно учитывать взаимное влияние главных вентиляторных установок для минимизации эксплуатационных энергозатрат на проветривание. В дальнейшем увеличение разветвленности и протяженности сетей горных выработок, а также переход на глубокие и сверхглубокие залежи продолжится, поэтому актуальность выполненных соискателем исследований не вызывает сомнений.

III. Связь работы с крупными научными программами и темами

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами научных исследований «ГИ УрО РАН» по темам «Разработка теоретических основ и практических методов интеллектуального мониторинга сложных горнотехнических объектов» (РНФ, № гос. регистрации 19-77-30008), «Исследование влияния фазовых переходов атмосферной влаги на формирование комфортных условий ведения горных работ» (РФФИ, № гос. регистрации 115022410087) и «Разработка методов прогнозирования, профилактики и борьбы с аварийными нарушениями проветривания горнодобывающих предприятий» (РФФИ, № гос. регистрации АААА-А17-117061510015-6), а также с тематикой хоздоговорных работ с горными предприятиями ЗФ ПАО «ГМК «Норильский Никель», ОАО «Беларуськалий», АО «Апатит» и проектными институтами ООО «Институт Гипроникель», АО «ВНИИ Галургия».

IV. Личный вклад соискателя

При непосредственном участии автора проведена постановка задач, разработка математических моделей, экспериментальные исследования в шахтных условиях, анализ и обработка полученных данных, теоретические исследования и создание программных продуктов, выполнение расчетов и проведение численных

экспериментов, разработка научных решений и их практическая реализация, сформулированы научные положения и выводы.

V. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

подтверждаются фундаментальными физическими законами, сопоставимостью результатов аналитических, численных решений и натурных измерений, соответствием результатов данным других авторов, значительным объемом экспериментальных исследований, проведенных в шахтных условиях, и положительными результатами верификации данных.

VI. Научная новизна работы:

- Разработан способ автоматизированной обработки данных натурных измерений для создания детализированных математических моделей вентиляционных сетей, используемых для повышения точности прогнозирования воздухораспределения.
- Обоснован экспериментально-аналитический метод расчета аэродинамических сопротивлений шахтных стволов, который позволяет определить положения границ участков проведения измерений и учитывает изменения аэро- и термодинамических параметров воздуха по всей длине исследуемой части.
- Предложен и реализован алгоритм регулирования совместной работы нескольких источников тяги и вентиляционных сооружений для автоматизированного проектирования энергоэффективных систем проветривания рудников.
- Разработаны методические основы и программные средства для повышения энергоэффективности проветривания рудников со сложными вентиляционными системами.

VII. Значение полученных результатов исследования для практики

Полученные в диссертационной работе результаты позволяют разрабатывать корректные математические модели для решения вентиляционных задач и использовать алгоритмы оптимизации параметров сложных систем рудничной вентиляции для минимизации их суммарной потребляемой мощности.

VIII. Реализация результатов исследований

Результаты работы использованы при создании численных математических моделей и в дальнейшей разработке технических решений по повышению

эффективности проветривания рудников ПАО «ГМК «Норильский Никель», ООО «Лукойл-Коми», ОАО «Беларуськалий», ПАО «Уралкалий», ООО «Кнауф Гипс Новомосковск», АО «Апатит» и ООО «ЕвроХим - Усольский калийный комбинат».

IX. Апробация работы

Научные положения и основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на всероссийском молодежном форуме «Нефтегазовое и горное дело» (Пермь, ПНИПУ, 2012 г.), на международных научных симпозиумах «Неделя горняка» (Москва, Горный институт НИТУ МИСиС, 2013, 2015, 2016 и 2018 гг.), на международной научно-практической конференции «Горная и нефтяная электромеханика: проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горно-шахтного оборудования» (Пермь, ПНИПУ, 2014 и 2015 гг.), на всероссийской молодежной научно-практической конференции «Проблемы недропользования» (Апатиты, Горный институт КНЦ РАН, 2016 гг.), на III-ей и IV-ой международных научно-практических конференциях «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» (Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет, 2016 и 2018 гг.) а также на ежегодных научных сессиях «ГИ УрО РАН» «Стратегия и процессы освоения георесурсов» (Пермь, «ГИ УрО РАН», 2013-2018 гг.).

X. Публикации

По теме диссертационной работы опубликованы 15 печатных работ, в том числе 6 в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, получен 1 патент на изобретение.

публикации в изданиях, утвержденные Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации

1. Казаков Б.П. Особенности определения аэродинамических сопротивлений глубоких шахтных стволов / Б.П. Казаков, А.Г. Исаевич, **С.В. Мальцев** // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — МГГУ, 2013. — №12. — С. 164—168.
2. Казаков Б.П. Обоснование участков измерения аэродинамических параметров воздушного потока при определении аэродинамического сопротивления стволов / Б.П. Казаков, **С.В. Мальцев**, М.А. Семин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — МГГУ, 2015. — № S7. — С. 69 — 75.

3. Казаков Б.П. Автоматизированная обработка данных воздушно-депресссионной съемки для построения корректной математической модели вентиляционной сети рудников / Б.П. Казаков, А.Г. Исаевич, **С.В. Мальцев**, М.А. Семин // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. — Екатеринбург, 2016, № 1. — С. 22—30.
4. Казаков Б.П. Разработка способа оптимизации параметров работы нескольких главных вентиляторных установок для проектирования энергоэффективных режимов проветривания рудников сложной топологии / Б.П. Казаков, **С.В. Мальцев**, М.А. Семин // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. — Екатеринбург, 2017. — № 1. — С. 101 — 108.
5. Казаков Б.П. Разработка способов повышения эффективности проветривания рудников сложной топологии / Б.П. Казаков, **С.В. Мальцев**, М.А. Семин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — НИТУ МИСиС, 2017. — № 4. — С. 51 — 58.
6. Казаков Б.П. Математическое моделирование проветривания панелей гипсовой шахты эжекторными установками / Б.П. Казаков, М.А. Семин, **С.В. Мальцев** // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2018. — №3. — С. 245—255.

патент на изобретение

7. Патент № 157165 Российская Федерация. Устройство для непрерывного отбора газо-воздушной смеси за заданный промежуток времени / Лаптев В.Н., Исаевич А.Г., Норина Н.В., Южанин А.С., Дудина Е.Н., Ковин К.А., **Мальцев С.В.**, Трушкова Н.А., Газизуллин Р.Р., Стариков А.Н.; заявитель и патентообладатель «ГИ УрО РАН». — № 2015111928; заявл. 1.04.15; опубл. 30.10.15, Бюллетень № 32. — 7 с.

публикации в других изданиях

8. Мальцев С.В. Определение аэродинамических параметров стволов глубоких рудников на основании данных воздушно-депресссионной съемки / **С.В. Мальцев** // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сборник научных трудов — Пермь, 2013. — Выпуск №11. — С. 256—257.
9. Мальцев С.В. Исследование факторов, влияющих на измерение аэродинамического сопротивления стволов глубоких рудников / **С.В. Мальцев** // Стратегия и процессы

- освоения георесурсов: сборник научных трудов — Пермь, 2014. — Выпуск №12. — С. 269—271.
10. Исаевич А.Г. Современная вентиляция рудников: экономия без ущерба безопасности / А.Г. Исаевич, А.В. Зайцев, **С.В. Мальцев** // Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горно-шахтного и нефтепромыслового оборудования. — Пермь, 2014. — С. 131 — 137.
 11. Мальцев С.В. Совершенствование методов построения моделей рудничных вентиляционных сетей сложной топологии на основе автоматизации обработки данных воздушно-депресссионных съемок / **С.В. Мальцев** // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сборник научных трудов — Пермь, 2015. — Выпуск №13. — С. 277 — 280.
 12. Мальцев С.В. Разработка методики проведения экспериментальных исследований по определению аэродинамических сопротивлений стволов глубоких рудников / **Мальцев С.В.**, Казаков Б.П. // Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горно-шахтного и нефтепромыслового оборудования. — Пермь, 2015. — С. 271 — 278.
 13. Мальцев С.В. Определение оптимальных параметров систем рудничной вентиляции сложной топологии по критерию минимизации потребляемой мощности / **С.В. Мальцев** // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сборник научных трудов — Пермь, 2016. — Выпуск №14. — С. 273 — 277.
 14. Мальцев С.В. Повышение эффективности проветривания рудников сложной топологии / **С.В. Мальцев** // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сборник научных трудов — Пермь, 2017. — Выпуск №15. — С. 301 — 305.
 15. Мальцев С.В. Разработка способов повышения эффективности проветривания рудников со сложными системами вентиляции / **С.В. Мальцев** // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сборник научных трудов — Пермь, 2018. — Выпуск №16. — С. 277 — 281.

Диссертационная работа Мальцева С.В. «Исследование и разработка способов определения аэродинамических параметров сложных вентиляционных систем подземных рудников» представляет собой самостоятельную квалификационную научную работу, в которой содержится решение актуальной научно-практической задачи разработки научно-обоснованных способов повышения эффективности проветривания сложных вентиляционных систем шахт и рудников произвольной топологии по критерию минимизации суммарной потребляемой мощности.

Диссертация «Исследование и разработка способов определения аэродинамических параметров сложных вентиляционных систем подземных рудников» Мальцева Станислава Владимировича соответствует требованиям, предъявляемым Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации к кандидатским диссертациям, и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 — «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Заключение принято на заседании ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Горный институт Уральского отделения Российской академии наук. Присутствовало на заседании 14 человек. Результаты голосования: «за» — 14 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел., протокол № 4 от 16 апреля 2018 г.

Ученый секретарь ГИ УрО РАН,
канд. геол.-минерал. наук.



Степанов Ю.И.