

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
Пермского национального
исследовательского политехнического
университета,
доктор технических наук, профессор

В.Н. Коротаев



3 «октября» 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

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

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).

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».

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 итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Актуальность темы диссертации

В связи с перемещением фронта ведения горных работ на границы шахтных полей и вскрытием глубоких залежей вопрос выбора новых главных вентиляторных установок актуализируется. При проектировании дополнительных вентиляторов главного проветривания особенно важно учитывать их взаимное влияние на проветривание участков рудников. Это необходимо для того, чтобы регулярно повышать энергоэффективность проветривания и рационально использовать воздух. В существующих исследованиях подробно рассматривается решение задачи рационального регулирования расходов воздуха в сети по критерию минимизации потребляемой мощности для одной главной вентиляторной установки.

В связи с вышеуказанным, диссертационная работа, направленная на повышение эффективности проветривания сложных вентиляционных систем шахт и рудников, является актуальной, имеет научную и практическую значимость.

2. Научная новизна диссертационного исследования

- разработан способ автоматизированной обработки данных натурных измерений для создания детализированных 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 ствола;
- 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.

3. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем:

- совершенствовании способа разработки математических моделей вентиляционных сетей на основе автоматизации обработки данных воздушно-депрессионной съемки с учетом нестационарного характера воздухораспределения на рудниках со сложными системами вентиляции;
- разработке алгоритмов корректировки замеренных значений расходов и давлений по 1-ому и 2-ому законам Кирхгофа, верификации их на основе данных натурных исследований на рудниках с разветвленными и протяженными сетями горных выработок;
- совершенствовании метода определения аэродинамических сопротивлений на основе проведения предварительных экспериментальных исследований в шахтных стволах и верификация его на натурных измерениях;
- разработке алгоритма регулирования совместной работы нескольких главных вентиляторных установок и вентиляционных сооружений в вентиляционных сетях рудников по критерию минимизации суммарной потребляемой мощности;
- разработке научно-методических основ и программных средств для повышения энергоэффективности проветривания рудников со сложными системами вентиляции.

4. Степень достоверности результатов проведенных исследований

подтверждается значительным объемом экспериментальных исследований, проведенных в шахтных условиях, и положительными результатами верификации данных, полученных на основании численного моделирования. Результаты

моделирования воздухораспределения проверялись в рамках проводимых натурных исследований на рудниках ЗФ ПАО «ГМК «Норильский Никель».

5. Практическая значимость исследования

состоит в использовании разработанных методик создания корректных математических моделей для решения вентиляционных задач и алгоритма оптимизации параметров сложных систем рудничной вентиляции для минимизации суммарной потребляемой мощности. В ходе исследований разработаны и реализованы алгоритмы для создания детализированных моделей вентиляционных сетей и для дальнейшего поиска наиболее энергоэффективных режимов проветривания шахт и рудников.

6. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 15 научных работах, 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, утвержденных 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). — МГТУ, 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). — МГТУ, 2015. — № S7. — С. 69 — 75.

3. Казаков Б.П. Автоматизированная обработка данных воздушно-депрессионной 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-депрессионной 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-депрессионных 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.

7. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите

Диссертация соответствует специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» по пунктам согласно паспорту:

- пункту 10 «Гидро-, пыле-, аэро-, газо- и термодинамические процессы в массивах горных пород и грунтов, горных выработок и выработанном пространстве. Разработка методов и средств управления этими процессами»;
- пункту 11 «Процессы тепломассопереноса, фильтрация и диффузия жидкостей и газов в зонах естественной или искусственно созданной проницаемости при добыче полезных ископаемых, получении геотермальной энергии, строительстве и эксплуатации сооружений».

8. Заключение

Диссертационная работа Мальцева Станислава Владимировича «Исследование и разработка способов определения аэродинамических параметров сложных вентиляционных систем подземных рудников» отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации и рекомендуется к защите на

соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 «Гомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика».

Заключение принято на заседании кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых». Присутствовало на заседании 22 человека. Результат голосования: «за» — 22 человека, «против» — 0 человек, «воздержалось» — 0 человек, протокол № 3 от «3» октября 2019 г.

Заведующий кафедрой
«Разработка месторождений
полезных ископаемых» ПНИПУ
д-р техн. наук, профессор



Андрейко С.С.