

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе,
докт. техн. наук, проф.
Михаил Сергеевич Воротилин

М.С. Воротилин

« 23 » мая 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию

Трушковой Надежды Анатольевны

на тему:

**Обоснование способов рециркуляционного проветривания в системах горных
выработок подземных 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 работы

В настоящее время большинство горных предприятий, осуществляющих добычу полезных ископаемых подземным способом, сталкиваются с необходимостью увеличения масштаба и интенсивности ведения горных работ с одновременным расширением их фронта, когда в отработку вводятся удаленные участки и глубокие горизонты со сложными горно-геологическими условиями. Все это приводит к необходимости увеличения количества подаваемого для проветривания воздуха и усложняет его доставку в рабочие зоны. При этом зачастую возникают ситуации, когда увеличение количества подаваемого в шахту воздуха технически невозможно – либо главные вентиляторные и калориферные установки уже исчерпали свои резервы по производительности, либо количество подаваемого воздуха достигло значений пропускной способности вскрывающих выработок.

В таких условиях необходимо применение нетрадиционных средств повышения эффективности проветривания, одним из которых является применение рециркуляции, т.е. многократного повторного использования воздушных масс.

В диссертационной работе отмечено, что рециркуляционное проветривание получило широкое применение на калийных рудниках, тогда как попытки его использования на рудниках других типов полезного ископаемого имели лишь отдельный,

экспериментальный характер. Широкое применение рециркуляционного проветривания на отечественных рудниках осложняется жесткостью требований нормативных документов, в соответствии с которыми при реализации частичного повторного использования воздуха необходима разработка обоснования безопасности опасного производственного объекта, что в свою очередь требует проведения детальных натурных и теоретических исследований, основанных на научной доказательной базе и обобщенном опыте наилучших практик внедрения рециркуляции.

Поскольку классическая организация проветривания, закрепленная в Правилах безопасности, не предусматривает использование рециркуляционного проветривания, то становится необходимым наличие научно обоснованной методики построения безопасных схем рециркуляционного проветривания, которые можно было бы применять для повышения эффективности систем вентиляции подземных рудников. Таким образом, актуальность представленной на защиту квалификационной работы, нацеленной на создание научно обоснованной методики организации рециркуляционного проветривания, несомненна.

Научная новизна полученных соискателем результатов исследования состоит в том, что:

- экспериментально установлены закономерности распределения концентраций газовых примесей по трактам движения воздушной струи в рудниках различных типов;
- разработано выражение для расчета коэффициента запаса к расчету требуемого количества воздуха с учетом совместного влияния коэффициентов утечек и рециркуляции;
- предложено описывать процессы смешения в сквозных выработках с помощью модели продольной дисперсии, а в тупиковых выработках - с помощью модели продольной диффузии, где коэффициент продольной диффузии определяется по интенсивности вихревого обмена со смежными сквозными выработками;
- определены схемы эффективной организации рециркуляционного проветривания в привязке к типовым схемам проветривания подземных рудников и их аэродинамическим параметрам;
- обосновано влияние параметров проветривания и места размещения рециркуляционной установки относительно главных воздухоподающих и вентиляционных выработок на энергоэффективность рециркуляционного проветривания.

Эти результаты не только вносят новые данные о динамике газовой обстановки в действующих рудниках при использовании рециркуляционного проветривания в сравнении с классическими схемами однократного автономного использования воздуха, но и позволяют обосновать новое важное представление о связи эффективности рециркуляции с одновременным использованием внутренних утечек свежего воздуха, что, в целом, существенно повышает результативность проветривания рабочих зон.

Достоверность защищаемых научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертационной работе представлено три научных положения, которые последовательно раскрываются по ходу ее прочтения. Выводы диссертационного исследования информативны, основаны на полученных в работе результатах теоретических и экспериментальных исследований. В диссертационной работе проводятся сопоставления результатов численных решений и натурных измерений. Полученные данные не противоречат фундаментальным законам физики. Это позволяет сделать вывод о высокой степени достоверности и обоснованности положений и выводов в диссертации.

Научные результаты и их ценность

В работе предложена новая методика построения схем рециркуляционного проветривания рудников, имеющая важность для повышения эффективности систем вентиляции подземных рудников. Методика основана на предложенном автором научном принципе максимального использования внутренних утечек и непостоянства действия источников газовой выделенности в сети горных выработок произвольной топологии.

Высокую научную ценность представляет разработанная математическая модель конвективно-диффузионного массопереноса, учитывающая непостоянство величины продольной дисперсии газа из-за переменной по сечению скорости и взаимодействие воздушных масс в сквозных и примыкающих к ним тупиковых горных выработках и позволяющая рассчитывать нестационарное газораспределение в вентиляционных сетях подземных рудников произвольной топологии.

Автором разработаны способы организации рециркуляционного проветривания, включающие расчет параметров рециркуляции на основе аэродинамических и газодинамических характеристик вентиляционной сети, позволяющие повысить безопасность и энергоэффективность вентиляции подземных рудников.

Вышеприведенные научные результаты вносят новый вклад в рудничную аэрологию, являются ориентированными на практику и могут применяться в качестве методологической базы при построении конкретных схем рециркуляционного проветривания.

Основные результаты диссертации изложены автором в 21 научной работе, в том числе 9 в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, утвержденных ВАК Минобрнауки РФ, из них 8 в журналах, входящих в международные базы данных Scopus и WebofScience.

Материалы работы неоднократно докладывались на конференциях различного уровня и прошли апробацию научной общественности.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения. Работа изложена на 158 страницах машинописного текста, содержит 78 рисунков и 12 таблиц.

Язык и стиль изложения информации в диссертации и автореферате соответствует принятым стандартам научно-исследовательских работ. Текст проиллюстрирован достаточным количеством рисунков и графиков.

Содержание автореферата полностью отражает содержание диссертации. Публикации автора в достаточной степени отражают научные положения, выводы и рекомендации.

Теоретическая и практическая значимость

Автором разработаны конвективно-диффузионная модель расчета газораспределения в сети горных выработок, учитывающая продольную дисперсию и позволяющая выполнять расчет газораспределения в выработках с малыми скоростями движения воздуха, учитывать конфигурацию выработок и соотношение скоростей движения воздуха в смежных выработках; методика выбора оптимальных параметров рециркуляционных систем в зависимости от аэродинамических параметров вентиляционной сети по критерию минимальной потребляемой мощности и методика определения мест размещения рециркуляционных установок, учитывающая сопротивления выработок по маршруту движения воздуха.

Полученные в диссертационной работе результаты позволяют выполнять расчеты и проектирование рециркуляционных систем подземных рудников любого типа с соблюдением условия безопасности проветривания.

Результаты исследований применены при разработке и внедрении более 20 рециркуляционных установок на калийных рудниках 1 РУ, 2 РУ, 3 РУ, 4 РУ, Березовском, Краснослободском и Петриковском рудниках ОАО «Беларуськалий» и рудниках БКПРУ-2, БКПРУ-4 и СКРУ-3 ПАО «Уралкалий», что привело к повышению эффективности проветривания добычных участков и значительной экономии электроэнергии на проветривание и воздухоподготовку.

Материалы диссертационной работы использованы при разработке действующих в настоящее время инструкций по расчету требуемого количества воздуха для рудников ПАО «Уралкалий» и ОАО «Беларуськалий».

Также результаты работы использованы при разработке Обоснований безопасности опасного производственного объекта для рудников ПАО «Уралкалий» в части отступлений от пунктов №153, №174 и №653 Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ ...». На разработанные Обоснования безопасности получены положительные заключения экспертизы промышленной безопасности. Указанные заключения внесены в реестр заключений Ростехнадзора.

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты исследований рекомендуются к использованию для разработки систем частичного повторного использования воздуха при эксплуатации и проектировании рудников.

Математическая модель конвективно-диффузионного массопереноса, учитывающая взаимодействие воздушных масс в сквозных и примыкающих к ним тупиковых выработках, реализованная в АК «Аэросеть», может быть использована для расчета нестационарного газораспределения в подземных рудниках.

Замечания к работе

1. Известно, что процессы газопереноса принципиально по-разному протекают в выработках различного типа (камерообразных и штрекообразных по В.Н. Воронину). Не ясно, как этот момент учитывается в диссертационной работе.
2. Не ясно, как в разработке систем рециркуляционного проветривания учитывается фактор взрывных работ.
3. В работе представлена только аварийная ситуация, связанная с изменением воздухораспределения за счет работы рециркуляционной установки. Не ясно, почему не рассмотрена наиболее опасная авария с точки зрения рудничной атмосферы, а именно возгорание в горных выработках.

Указанные замечания, тем не менее, не снижают общей целостности, научной новизны, ценности и практической значимости, представленной к защите диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Трушковой Надежды Анатольевны на тему «Обоснование способов рециркуляционного проветривания в системах горных выработок подземных рудников», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей значение для развития рудничной аэрогазодинамики и изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, представляющие существенное значение для развития горно-рудной промышленности Российской Федерации.

Диссертационная работа соответствует п.11 паспорта специальности 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика. По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости, представленная работа соответствует требованиям ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ согласно пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемых к

кандидатским диссертациям, а ее автор Трушкова Надежда Анатольевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Отзыв на диссертацию и автореферат Трушковой Надежды Анатольевны обсужден и утвержден на заседании кафедры механики материалов и геотехнологий ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», протокол заседания № 11 от «20» мая 2025 года.

Заведующий кафедрой механики материалов и геотехнологий, д-р техн. наук, доцент



Сергей Владимирович Анциферов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет».

300012, г. Тула, пр.Ленина, д. 92

tulsu.ru

Тел.: +7 4872 35-81-81

E-mail: info@tsu.tula.ru