

О Т З Ы В

официального оппонента д.т.н. Козырева Сергея Александровича на диссертационную работу Борисовского Ивана Анатольевича «Аэрологическое обоснование комбинированных схем проветривания глубоких золоторудных карьеров Арктической зоны России», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Представленная на отзыв диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, двух приложений и списка использованной литературы из 169 наименований. Содержание работы изложено на 149 страницах машинописного текста.

1. Актуальность темы диссертации

В связи с увеличением глубины карьеров одной из центральной проблем при проектировании и разработке месторождений открытым способом становится обеспечение нормальных санитарно-гигиенических условий в атмосфере карьеров, гарантирующей безопасную и высокопроизводительную работу.

Несмотря на широкое применение мероприятий по борьбе с запыленностью и загазованностью, в последние годы на открытых горных работах участились случаи повышенных содержаний вредных примесей в атмосфере карьеров. Основной причиной сверхнормативного загрязнения атмосферы карьеров является несовершенство технологических процессов и оборудования, а также ухудшение условий естественного воздухообмена с увеличением глубины карьеров особенно при штилях и температурной инверсии, при которых турбулентный воздухообмен выработанного пространства карьера с окружающей средой затрудняется. Описанная ситуация усугубляется для золоторудных карьерах в Арктической зоне России, в которых на размеры зон со сверхнормативным содержанием загрязняющих веществ начинает влиять температурный фактор, определяемый значительным перепадом между температурами атмосферного и карьерного воздуха, приводящим к образованию по глубине карьера слоев с различными температурными градиентами.

Решение проблемы сокращения в карьерном пространстве зон с высоким содержанием загрязняющих веществ следует искать на пути обоснования способов адресного аэродинамического воздействия на эти зоны, в основе которого должны лежать комбинированные схемы проветривания карьеров. Поэтому исследование, направленное на изучение движения воздушных масс в карьерном пространстве и обоснование комбинированных схем проветривания с целью повышения интенсивности естественного

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-64 от 09.06.23
ЛУ УС

воздухообмена в рабочих зонах карьеров, является актуальной задачей как в научном, так и в практическом плане.

2. Новизна проведенных исследований и полученных результатов

Новизна диссертационной работы заключается в установлении закономерностей протекания аэротермодинамических процессов в глубоких золоторудных карьерах Арктической зоны России с учетом вариативности температурных параметров воздушной среды на поверхности и в карьерном пространстве.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор выносит на защиту три научных положения, раскрытых в четвертой – пятой главе диссертационной работы.

1. Накопление загрязняющих веществ в карьерном пространстве происходит, как правило, в зонах, с рециркуляционным движением воздушных масс, расположение которых следует определять с учетом стохастических законов изменения метеорологических параметров атмосферного воздуха.

В качестве доказательной базы использовался функционал программного обеспечения AnsysFluent. В качестве граничных условий приняты среднестатистические метеорологические условия расположения месторождения. В рамках математического моделирования решалась задача по определению зон рециркуляционного движения воздушных масс и характера распределения вредных примесей по карьерному пространству. Основываясь на полученных результатах, автор показывает, что у подветренного борта карьера формируется зона рециркуляционного движения воздушных масс, которая аккумулирует в данной области объем вредных примесей, выделяющихся при работе горнотранспортных комплексов. На основе моделирования установлена взаимосвязь между образующимся объемом зон рециркуляции со скоростью ветрового потока на поверхности.

2. Достаточным условием образования зон рециркуляционного движения воздуха, потенциально опасных для накопления загрязняющих веществ, следует считать формирование по простиранию и глубине карьерного пространства температурного поля с положительным и отрицательным значением температурного градиента.

Второе защищаемое положение также раскрыто автором в четвертой главе диссертации (стр. 98 – 110 диссертации). В главе представлены результаты статистического анализа метеорологических условий района расположения месторождения, из которых следует значительная вариабельность соответствующих параметров, характеризующих воздушную среду. На основе полученных результатов аэродинамических картин, автора показывает температурную неоднородность внутри границ карьерного пространства и ее степень влияния на объем формирования зон рециркуляционного движения воздушных масс. В работе отмечено, что наиболее неблагоприятные условия с точки зрения аэрологической безопасности имеют

место при отрицательном температурном градиенте, при котором объем образующихся зон рециркуляции может достигать 30% от общего выработанного пространства в карьере.

3. Превентивное предупреждение процесса формирования по объему карьерного пространства зон с положительными и отрицательными температурными градиентами может быть достигнуто за счет целенаправленной подачи атмосферного воздуха в области, которые характеризуются отрицательным температурным градиентом.

В результате численных расчетов установлено, что проветривание только за счет естественной вентиляции приводит к образованию зон рециркуляционного движения, объем которых составляет 25-30% от общего выработанного объема карьерного пространства с образованием в них инверсионных слоев. Для уменьшения вероятности повышения концентрации вредных примесей в данных зонах, автором предложен способ по их разрушению путем адресной подачи атмосферного воздуха в области, характеризующиеся отрицательным температурным градиентом. Данный способ вентиляции, сочетает в себе применение подземных горных выработок и гибких трубопроводов, расположенных внутри границ карьерного пространства. Его эффективность подтверждена сопоставительным анализом результатов математического моделирования аэротермодинамических процессов при естественном способе проветривания и сочетания естественного и принудительного способов проветривания.

В целом следует отметить, что научные положения, защищаемые автором, выводы и рекомендации, приведённые в диссертации, в достаточной мере раскрыты и обоснованы.

Достоверность исследований подтверждается:

- использованием широко апробированных классических методов научных исследований, включающих регрессионный анализ, статистический анализ, математическое моделирование, натурные исследования;
- представительной выборкой используемых для последующего анализа статистических данных (проанализирован свод данных по метеорологическим показателям более чем за 5 лет, натурные измерения содержат более 30 результатов измерений) и использованием проверенных методик их обработки;
- сходимостью полученных научных результатов с фундаментальными положениями теории надёжности технических систем и общей теории систем (расхождение расчётных значений с фактическими не превышает 5%);
- апробированием результатов диссертационной работы на многочисленных научных конференциях и публикациях в открытой печати.

4. Научные результаты, их ценность

Автором представлены на защиту три научных положения, на основе которых представляется возможным выделить основные результаты исследований, выполненных в диссертационной работе. Наиболее значимыми из них являются:

- создана унифицированная аэродинамическая модель карьерного пространства характеризующая золоторудные месторождения Арктической зоны России;
- определена эффективность естественной вентиляции на каждом из этапов разработки месторождения с точки зрения образования зон рециркуляционного движения воздушных масс;
- определены характерные для месторождения Арктической зоны типы формирующихся инверсий и особенности распределения температурного градиента по глубине;
- определена степень влияния температурной неоднородности внутри границ карьерного пространства на объем образующихся зон рециркуляционного движения воздушных масс;
- выявлена закономерность образования объема застойных зон в карьерном пространстве в зависимости от скорости ветрового потока, вероятность равенства которой, определяется направлением ветрового потока и вероятности соответствующих аэрологических условий при движении воздуха с определенной скоростью и направлением;
- предложен способ нормализации параметров рудничной атмосферы, сочетающий в себе применение подземных горных выработок и гибких трубопроводов, расположенных внутри границ карьерного пространства, и доказана его эффективность;

Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 7 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получен 1 патент.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическое значение заключается в создании трехмерных математических моделей, облегчающих проведение численных расчетов аэротермодинамических процессов в глубоких золоторудных карьерах Арктической зоны России, с учетом возможных вариаций температурных параметров окружающей среды, геометрических размеров карьеров и действующей технологии разработки месторождения полезного ископаемого.

Практическое значение заключается в обосновании эффективности способа превентивного воздействия на области карьерного пространства, потенциально опасные с точки зрения развития зон рециркуляции и последующего накопления загрязняющих веществ.

Результаты научных исследований, изложенных в диссертационной работе, согласно акту внедрения, могут быть реализованы в дальнейшем в проектной деятельности «ЗАО "Санкт-Петербургской горной проектно-инжиниринговой компании ("ПитерГОРпроект")» для совершенствования технических решений по проветриванию карьеров при глубине горных работ, превышающей 200 м, на основе использования системы горных выработок для подачи наружного воздуха в зоны, потенциально опасные для накопления загрязняющих веществ.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Разработанный способ нормализации параметров рудничной атмосферы, основанный на использовании подземных горных выработок и гибких трубопроводов, расположенных внутри

границ карьерного пространства, рекомендован организацией "ПитерГОРпроект" для применения в качестве совершенствования технических решений по проветриванию глубоких карьеров Арктической зоны. Помимо этого, предлагаемый способ может быть рассмотрен другими компаниями, относящиеся к добывающей отрасли, с точки зрения внедрения в производственный процесс с целью обеспечения аэрологической безопасности и повышения эффективности производства.

7. Замечания и вопросы по работе

К рецензируемой диссертационной работе имеется и ряд недостатков. К основным из них следует отнести:

1. Темой диссертационной работы является "Аэрологическое обоснование комбинированных схем проветривания глубоких золоторудных карьеров Арктической зоны России", из чего следует, что должно быть рассмотрено несколько карьеров и схем проветривания. В работе рассматривается только один безымянный карьер. Поэтому неизвестно к какой Арктической зоне приурочен выбранный карьер, что затрудняет оценку климатических условий;

2. В рамках математического моделирования для исключения влияния верхней границы модели на структуру потока в пространстве карьера, указанная граница области должна быть отнесена на высоту порядка утроенной глубина карьера. В данной модели верхняя граница отнесена на высоту 1/3 от глубины карьера. Поэтому структура воздушного потока с учетом верхней границы равной утроенной глубине карьера может быть иной, что скажется и на размере рециркуляционной зоны;

3. На рисунке 4.6 диссертации (стр. 92) приведено расположение источника и направление движения вредных примесей с принятой интенсивностью выделения 1,42 г/с, при этом не указано какой рассмотрен источник газовой выделения - площадной или точечный и какое количество оборудования принято в районе их расположения. Поэтому не понятно интенсивность газовой выделения 1,42 г/с принята для всех источников или для отдельного оборудования. Для отдельного оборудования согласно «Методике расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей)» - Люберцы, 1999, для машины БелАЗ 75131 выход вредных примесей по СО составляет 0,195 кг/час или 0,054 г/с;


4. Из результатов математического моделирования установлена зависимость концентрации вредных веществ от времени, которая представлена на рисунке 4.9 диссертации (стр. 95). Из нее следует, что для условий, характеризующих поле скоростей на рисунке 4.7 диссертации (стр. 93), концентрация оксида углерода достигнет уровня ПДК через 44 мин после начала действия источника вредных примесей. При скорости движения воздуха 10 м/с на поверхности происходит полный вынос вредных примесей. Такое время загрязнения до ПДК может быть только при штилевых ситуациях;

Указанные недостатки не имеют принципиального характера, не снижают научно-практической ценности диссертационного исследования И.А. Борисовского и не влияют на общую положительную оценку работы.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Аэрологическое обоснование комбинированных схем проветривания глубоких золоторудных карьеров Арктической зоны России», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» является законченной научно-исследовательской работой, в которой дано решение актуальной задачи по обеспечению безопасных и эффективных условий разработки золоторудных месторождений Арктики, по аэрологическому фактору. Диссертация полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Борисовский Иван Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент
доктор технических наук,
заведующий лабораторией
технологических процессов при добыче
полезных ископаемых


Козырев Сергей Александрович

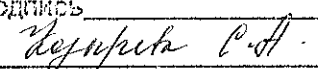
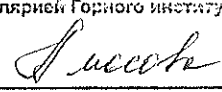
Сведения об официальном оппоненте:

Горный институт – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ГоИ КНЦ РАН).

Почтовый адрес: 184209, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Ферсмана, дом 24

Официальный сайт в сети Интернет: www.goikolasc.ru

эл. почта: s.kozyrev@ksc.ru, Телефон: +7 (81555) 79607

ПОДПИСЬ

По месту работы: удостоверение Зав. канцелярией Горного института

"06" 06 2023 г.

