

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Митишовой Наталии Александровны
«ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ВЗРЫВОВ СУЛЬФИДНОЙ ПЫЛИ ПРИ
ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОЛЧЕДАНЫХ РУД»
по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и
строительная), представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук

1. Актуальность избранной темы

Диссертация Митишовой Наталии Александровны направлена на решение актуальной научно-практической задачи обоснования технологических решений по предотвращению взрывов сульфидной пыли при подземной разработке месторождений колчеданных руд.

Тема диссертации приобретает особую актуальность и востребованность в связи с ростом масштабов извлечения запасов сульфидных руд из недр, изменением минерального состава вовлекаемых в эксплуатацию сульфидных руд и пород и технологии их разработки. С увеличением объемов вовлекаемых в эксплуатацию сульфидов, происходит увеличение массы ВВ, изменяются технологии и объем бурения, что приводит к росту количества формируемой сульфидной пыли и вероятности риска ее воспламенения. В практике горных работ взрывы сульфидной пыли достаточно часто возникают при подземной разработке месторождений колчеданных руд: медно-цинковых, свинцово-цинковых, медно-никелевых, антимонитовых и др., что обуславливает необходимость проведения исследований и усовершенствования методик изучения взрывчатых свойств сульфидной пыли, разработку требований промышленной и экологической безопасности горных работ. При этом важно учитывать такие неучтенные ранее факторы, как масса взрываемого ВВ, коэффициент шероховатости стенок и площадь сечения выработки, коэффициент неоднородности минерального состава сульфидной пыли в различных классах крупности пылевых частиц. Также актуальна разработка практических мероприятий по снижению риска взрывов сульфидной пыли до приемлемого уровня.

В связи с этим, диссертация Митишовой Н.А., посвященная обоснованию технологических решений по предотвращению взрывов сульфидной пыли при подземной разработке колчеданных руд, на основе разработки эффективных технологических решений, имеет важное значение для безопасного и устойчивого развития горнопромышленного комплекса России и полностью соответствует критерию актуальности.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации достаточно высокая

К защите представлены следующие положения.

1. Пылевые частицы сульфидов, размером более 100 мкм, не являются термически активными; при меньшем размере частиц склонность их к взрывоопасности повышается по экспоненциальной зависимости с увеличением доли мелких фракций.

2. Доказано, что для предотвращения взрыва сульфидной пыли длина орошения водой выработки (l_{op} , м), прилегающей к месту взрыва, не является величиной постоянной, а зависит от массы взрываемого ВВ ($M_{вв}$, кг), коэффициента шероховатости стенок выработки (β), площади сечения выработки ($S_{сеч}$, м²), коэффициента неоднородности минерального состава сульфидной пыли в различных классах крупности пылевых частиц (k_s) и рассчитывается по зависимости:

$$l_{op} = 28,95 \cdot \ln(M_{вв}) - 16,26 \cdot \ln(\beta) - 24,66 \cdot \ln(S_{сеч}) + 8,72 \cdot \ln(k_s) - 121,4.$$

Защищаемые положения обладают новизной, достаточно спорны, но для их подтверждения в диссертации приведены необходимые доказательства. Следует отметить, что выбранное для диссертации направление исследований имеет значительную перспективу развития в свете обеспечения максимальной безопасности горных работ при переходе горнодобывающих предприятий к новому технологическому укладу. Предложенное новое решение по предотвращению взрыва сульфидной пыли на основе разработанного методического подхода к оценке взрывоопасности, учитывающей текстурно-структурные особенности строения и вещественного состава колчеданных руд и пород, а также размер термически активных частиц сульфидной пыли представляется достаточно важным.

Выполненные автором диссертации теоретические и экспериментальные исследования подтвердили необходимость уточнения безопасной длины орошаемого водой участка выработки в призабойной зоне с учетом характера воздействия технологических процессов на массив колчеданных руд. Введение поправочного коэффициента неоднородности k_s позволило учесть новые знания о перераспределении серы в различных классах крупности пыли для предотвращения взрывов сульфидной пыли. Анализ экспериментальных данных при взрывании скважинных зарядов, массой до 200 кг, свидетельствует, что дополнительной обработки стенок и кровли выработок водой в этом случае не требуется, а достаточно стандартной обработки (орошение на расстояние 30 м от места взрыва) в соответствии с п.5.2 «Инструкции по предупреждению взрывов сульфидной пыли на

подземных рудниках, разрабатывающих пиритосодержащие колчеданные руды», разработанной институтом «Унипрмедь в 1991 г. (далее – Инструкция). При взрывании скважинных зарядов, массой 200-400 кг, дополнительное орошение боков и кровли выработок требуется только при площади их сечения до 16 м². При этом в выработке с площадью сечения 20 м² достаточно орошение на расстоянии 30м от места взрыва. При взрывании скважинных зарядов с массой 600-1000 кг, дополнительное орошение стен и кровли выработок требуется на расстояние, определяемое согласно представленных в работе графических материалов.

В соответствии с задачами диссертационной работы, приведённые положения следует считать доказанными.

3. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается: корректной постановкой задач исследований; надежностью и представительным объемом исходных данных; использованием современных методов анализа и моделирования, апробированных методов и положений по оценке взрывобезопасности пыли, а также привлечением фактических материалов предприятий, по добыче колчеданных руд; сопоставимостью теоретических и экспериментальных результатов исследований с практикой горных работ, а также положительным опытом внедрения разработанной автором методики проведения исследований и внедрением разработанных рекомендаций на горных предприятиях, обеспечивающих отработку колчеданных руд - Шануч, Сентачан и Сибайское.

4. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений и заключается в разработке методики обоснования условий предотвращения взрыва сульфидной пыли и оценки взрывоопасности при разработке месторождений колчеданных руд, учитывающей текстурно-структурные особенности строения и вещественного состава колчеданных руд и пород, а также размер термически активных частиц сульфидной пыли.

5. Значимость для науки и практики полученных автором результатов

К основным *научным результатам* диссертации следует отнести:

- Разработана и апробирована методика проведения исследований для изучения основных факторов пылевзрывобезопасности при разработке сульфидных руд и пород. Применение данной методики обеспечивает возможность комплексно анализировать и оценивать состояние потенциальных источников взрывоопасности, выявлять результаты воздействия различных факторов для снижения риска возникновения взрывоопасной обстановки.

- Установлено, что пылевые частицы сульфидов, размером более 100 мкм, не являются термически активными; при меньшем размере частиц склонность к взрывоопасности повышается с увеличением доли мелких фракций по экспоненциальной зависимости.

- Установлено, что строение минерала, содержащего серу, а именно величина его зерен определяет вероятность риска более высокого содержания серы в мелких фракциях (-40, -71+40, -100+71 мкм), образованных в результате первичного измельчения руды при техногенном воздействии на массив, и, следовательно, являются фактором, представляющим опасность взрыва сульфидной пыли.

- Обосновано, что протяженность зоны орошения выработок перед взрывом для смыва пыли со стенок и кровли не является величиной постоянной, а зависит от массы взрываемого ВВ ($M_{\text{ВВ}}$, кг), коэффициента шероховатости стенок выработки (β), площади сечения выработки ($S_{\text{сеч}}$, м²), коэффициента неоднородности минерального состава сульфидной пыли (k_s) с учетом класса крупности пылевых частиц.

Практическая значимость результатов исследований состоит во внедрении авторской методики по оценке взрывоопасности пыли, определении условий, предотвращающих взрыв сульфидной пыли: орошение контура выработки водой на заданное расстояние; ограничение диаметра буровых скважин и шпуров – не более 89 мм; отказ от применения систем разработки с массовым обрушением руд и пород без профилактического заиливания; ограничение объемов массы одновременно взрывааемых зарядов ВВ. Разработаны технологические рекомендации для безопасной отработки месторождений колчеданных руд Шануч, Сентачан и Сибайское. Выполненная оценка вероятностей возникновения и развития аварийных ситуаций, связанных со взрывом сульфидной пыли для условий комбинированной отработки Сибайского месторождения, показала, что риски превышают допустимый уровень. На основе анализа наиболее распространенных сценариев возникновения и развития аварий по фактору взрыва сульфидной пыли проведена идентификация опасностей

6. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные результаты исследований рекомендуются к использованию при разработке месторождений колчеданных руд с целью предотвращения взрывов сульфидной пыли, а также для применения в учебном процессе по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

7. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Работа является завершенным научным исследованием, изложена логически, последовательно, грамотно, доступным языком с использованием современной терминологической базы, принятой в горном деле. Обработку результатов исследований соискатель выполнил при помощи современных методов статистики. Диссертация содержит все требования к научно-исследовательской работе, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из 4 глав, введения и заключения, изложенных на 157 страницах машинописного текста, содержит 43 рисунка, 15 таблиц, список литературы из 152 наименований.

Качество оформления работы. Работы выполнена и оформлена на высоком уровне, в соответствие со стандартами, предъявляемыми к оформлению диссертационных работ.

Содержание автореферата полностью соответствует диссертации, раскрывает идею, защищаемые положения, научную новизну и выводы диссертационной работы.

Публикации по работе. Основные научные положения и результаты исследований опубликованы в 15 научных работах, 3 из которых - в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ; в том числе в изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus; 12 – в прочих изданиях. Печатные работы автора всесторонне и полно освещают основные положения диссертации.

Апробация работы. Основные положения диссертации и результаты исследований широко апробированы и неоднократно докладывались на Международных научных конференциях.

8. Достоинства и недостатки диссертации в целом

Существенным *достоинством* диссертации является разработанный методический подход к изучению основных факторов пылевзрывобезопасности при разработке сульфидных руд и пород, обеспечивающий комплексный анализ и оценку состояния потенциальных источников взрывоопасности, что позволяет выявлять количественные результаты воздействия различных факторов. Достоинством работы также является то, что предложенная в ней методика исследований включает элементы авторских методов по оценке взрывоопасности сульфидной пыли с учетом содержания серы в различных классах крупности пылевых частиц. Разработаны практические рекомендации, снижающие вероятность взрыва сульфидной пыли при разработке месторождений колчеданных руд,

включающие: отказ от применения систем разработки с массовым обрушением руд и пород без профилактического заиливания; ограничение объемов массы одновременно взрывааемых зарядов ВВ и диаметра скважин, что имеет несомненный экономический и социально-экологический эффект.

В целом, весьма солидный объем и качество исследований дают основание сделать вывод о том, что научные положения, выводы и рекомендации являются достоверными и обоснованными.

Вместе с тем, по представленной диссертационной работе и автореферату имеются следующие *замечания*:

Замечания по диссертации:

1. Для утверждения, что «Действующая в настоящее время нормативная документация [54] объективно устарела в связи с внедрением на горно-добывающих предприятиях инновационных геотехнологий, программных комплексов, компьютерных разработок и не может быть в полной мере использована в современных условиях» (стр. 38) необходимо ответить на вопрос «Как конкретно инновационные технологии препятствуют этому?». При разработке медноколчеданных месторождений как и 30 лет назад (год принятия Инструкции) подземные рудники имеют ту же производственную мощность, применяются скважины диаметром 65-105 мм и мобильный транспорт. За счет чего и на сколько «произошло общее увеличение выделения пыли в атмосферу рудника с ростом доли тонкодисперсной пыли?».

2. На стр. 52-53 описана «эстафетная» схема алгоритма процесса взрыва сульфидной пыли в выработках. Для ясности стоило бы изобразить, проиллюстрировать процесс.

3. Чем обоснован порог 18% серы в сульфидных минералах при оценке взрывоопасности сульфидной пыли (стр. 111)?

4. Не ясно кто установил зависимости (1.7) и (4.3) – д.т.н. Горинов С.А. или соискатель? Почему в (4.3) коэффициент распределения содержания серы в руде в зависимости от класса крупности пылевых частиц K_S суммируется с коэффициентом полноты сгорания пылевых частиц $K_{гор}$? Как учтена взрывоопасная концентрация пыли?

5. Во всех сценариях аварийных ситуаций (табл. 4.5), да и во всей работе отсутствует два ключевых условия возникновения аварий – отсутствие промывки скважин (шпуров) и отсутствие вентиляции, обеспечивающей вынос пыли, что практически исключает скопление взрывоопасной концентрации сульфидной пыли.

6. В п. 8 заключения рекомендуется отказ от применения систем разработки с этажным принудительным обрушением и самообрушением в пользу систем разработки с твердеющей закладкой, а на стр. 141 - в пользу систем разработки с подэтажным обрушением. Следует обосновать где ошибка?

Указанные замечания не снижают значимость диссертации. Полученные результаты и выводы изложены последовательно в соответствии с поставленной целью и выдвинутой идеей и образуют единство сформулированных рекомендаций и положений, выносимых на защиту.


Содержание диссертации, научные положения, основные результаты и выводы соответствуют паспорту специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) (пункты 1, 3, 4).

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Оценивая диссертацию Митишовой Н.А. в целом, следует отметить, что она является законченной научно-квалификационной работой, в которой автор на основе выполненных исследований дает принципиально новое решение актуальной научно-практической задачи по обоснованию технологических решений для предотвращения взрывов сульфидной пыли при подземной разработке месторождений колчеданных руд, основанной на оценке параметров взрывчатости сульфидной пыли с учетом масштабов и технологии ведения буровзрывных работ, протяженности зоны орошения подготовительных выработок перед взрывом, структурно-текстурных характеристик горных пород, фракционного состава пылевых частиц, провоцирующих взрыв, что имеет важное значение для безопасного и устойчивого функционирования горнодобывающих предприятий, разрабатывающих месторождения колчеданных руд в России.

Судя по представленным материалам, диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты. Заявленная автором цель работы реализована в полном и достаточном объеме отражена в результатах и публикациях. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации по всем квалификационными признакам: целям, задачам, пунктам научной новизны, практической значимости, положениям, выносимым на защиту. Диссертация полностью соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, и заслуживает

положительной оценки, а ее автор, Митишова Наталия Александровна, достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 - Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Официальный оппонент - директор
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института горного дела Уральского отделения
Российской академии наук,
доктор технических наук,
главный научный сотрудник лаборатории подземной геотехнологии,
специальность – 25.00.22 – Геотехнология
(подземная, открытая
и строительная)  Соколов Игорь Владимирович

«30» сентября 2020 г.

Я, Соколов Игорь Владимирович, автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Адрес: 620075, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 58
Тел.: 8 (343) 350-71-28
E-mail: sokolov@igduran.ru

Подпись Соколова Игоря Владимировича удостоверяю:

Начальник отдела кадров ИГД УрО РАН



С.В. Коптелова