

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора РАН Еременко Виталия Андреевича на диссертационную работу Киркина Александра Павловича на тему: «Управление удароопасностью массива сплошных сульфидных руд буровзрывным способом в условиях сложного напряженного состояния», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Актуальность темы диссертации. На рудниках Октябрьского и Талнахского месторождений, склонных и опасных по горным ударам, очистные работы ведутся в защищенных зонах, которые формируются путем бурения строчки или строчек разгрузочных скважин. Их задачей является инициация управляемого процесса разрушения в режиме пластического деформирования локальных областей массива горных пород. При этом массив разгружается от действующих напряжений. Применение данного метода разгрузки массива горных пород обеспечивает надежность и эффективность при ведении горных работ. Однако имеется ряд таких недостатков как необходимость бурения скважин большого диаметра специализированным буровым оборудованием, объемы бурения и значительная стоимость работ.

На современном этапе развития горных работ в рассматриваемых условиях наблюдается тенденция уменьшения мощностей обрабатываемых рудных тел, включающих сплошные сульфидные руды. Так, 10 лет назад мощность Хараелахской основной залежи составляла ≈ 30 м, а введенные в последнее время в эксплуатацию залежи Северная третья и Северная четвертая Октябрьского месторождения имеют мощности в пределах 15-18 м. Поэтому для поддержания темпа производства необходимо увеличивать площади фронтов очистных работ, что влечет за собой возрастание площадей разгрузки, а, следовательно, и объемов бурения. За последние 8 лет объемы бурения разгрузочных скважин на руднике «Таймырский» увеличились с 70 до 90 тыс. пог. м, на руднике «Скалистый» за последние 7 лет объемы бурения возросли с 30 до 55 тыс. пог. м. На рудниках «Октябрьский» и «Комсомольский» текущие показатели объемов бурения также высокие и составляют примерно 20 тыс. пог. м.

Таким образом, совершенствование и применение метода разгрузочных скважин в условиях сложного напряженного состояния является очень актуальной задачей при подземной разработке рудных месторождений, склонных и опасных по горным ударам.

ОТЗЫВ
ВХ. № 9- 294 от 15 СЕН 2023
АУ УС

Структура и основное содержание диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из Введения, 4-х Глав, Заключения, Списка литературы и 1 Приложения.

В **первой главе** представлен обзор методов управления горным давлением при подземной разработке месторождений твердых полезных ископаемых, а также мероприятий по предотвращению горных ударов. Представлен опыт по разгрузке удароопасных участков массива горных пород.

Во **второй главе** представлены результаты экспериментальных исследований по определению физико-механических свойств горных пород и руд Норильского района, оценки нарушенности массива. Проведено сопоставление свойств пород в образцах и массиве. Сделана оценка методов оценки удароопасности массива горных пород.

В **третьей главе** показаны результаты модельных испытаний разгрузки массива, сложенного сплошными сульфидными рудами.

В **четвертой главе** обоснованы параметры БВР, разработаны Рекомендации по применению разгрузки массива взрывом. Представлена оценка экономической эффективности предлагаемых мероприятий.

Научная новизна исследований заключается:

– в получении зависимости изменения прочностных свойств сплошных сульфидных руд при их разупрочнении взрывным способом рассредоточенными зарядами с воздушным промежутком в условиях действия сложного напряженного состояния;

– в получении зависимости изменения деформационных свойств сплошных сульфидных руд при их разупрочнении взрывным способом рассредоточенными зарядами с воздушным промежутком в условиях действия сложного напряженного состояния.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, подтверждается представительным объемом проведенных испытаний по определению физико-механических свойств руд и пород Норильского промышленного района, значительным количеством данных о нарушенности массива горных пород, результатами специализированных механических испытаний и их удовлетворительной сходимостью с результатами по методикам других авторов.

Диссертационное исследование направлено на расширение научных знаний в области исследований влияния воздействия взрывного нагружения на изменение физико-механических свойств и степени склонности к

удароопасности массива горных пород, включающих сплошные сульфидные руды.

Результаты работы прошли апробацию, были представлены на всероссийских и международных научных конференциях, симпозиумах, форумах и семинарах и опубликованы в 6 научных работах, из которых 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 3 – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации. Получены количественные оценки изменения прочностных и деформационных свойств сплошных сульфидных руд в результате применения мероприятий по предупреждению горных ударов.

Определено влияние напряжений в массиве горных пород на изменение физико-механических свойств сплошных сульфидных руд разупрочнением взрывным способом.

Разработаны методические рекомендации по обоснованию основных параметров буровзрывных работ для разгрузки массива горных пород с применением рассредоточенных зарядов с воздушными промежутками и дополнительного инструментального контроля удароопасности массива в условиях рудников Октябрьского и Талнахского месторождений.

Результаты диссертационной работы приняты к использованию в деятельности ООО «Институт Гипроникель» в рамках научного сопровождения по безопасной и эффективной отработке руд глубоких рудников Талнаха (акт о внедрении результатов от 23.05.2023).

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы могут применяться в научно-проектной деятельности для обоснования параметров буровзрывных работ при разупрочнении массива горных пород на удароопасных участках месторождений сульфидных медно-никелевых руд. Результаты и выводы, содержащиеся в работе, могут использоваться в научно-проектных организациях, а также в программах высшего профессионального и дополнительного профессионального образования.

Замечания и вопросы по содержанию диссертационной работы.

1. В главе 1 можно было подробно рассмотреть только те методы, которые тесно связаны с управлением удароопасностью массива горных пород буровзрывным способом.

2. Защищаемые положения диссертационной работы: второе – если его количественно детализировать по закономерностям изменения физико-механических свойств с применением различных вариантов рассредоточенных зарядов ВВ с воздушными промежутками, то оно воспринималось бы представительнее; третье положение представлено в виде вывода.

3. Имеются замечания по терминологии и представлению материалов работы: Идея работы «Понижение удароопасности...» (такого понятия нет) - «Снижение удароопасности...»; второе положение «...в условиях действия сложного напряженного состояния...» (такого понятия нет) - «...в условиях действия высоких концентраций напряжений...» или т.п.; рис. 1.2, 1.26, 2.12, 2.14-2.16 – необходим перевод в подрисуночной подписи английских слов и терминов; рис. 1.6 – необходимо обозначить в подрисуночной подписи расшифровку символов, представленных на рисунке; на стр. 26 «...энергетику камуфлетных зарядов ВВ» – «...энергию камуфлетных зарядов ВВ»; «рейтинг Q» - правильнее «индекс Q» (логарифмическая шкала значений индекса Q в отличие от рейтинга RMR); на рис. 2.6б – необходимо в подрисуночной подписи обозначить системность трещин, углы падения и азимуты падения для рассматриваемого случая; в таблице 2.5 представлены индексы Q и рейтинги RMR по литологиям, в таблице 2.6-2.8 – геологический индекс прочности CSI и физико-механические свойства, но одной величиной (цифрой) обозначать это некорректно, так как по каждой литологии имеется диапазон значений; в формуле 2.9 – $D=1$, для буровзрывного способа с наведением трещин во вмещающий массив глубиной до 2-3 м правильнее $D=0.8$; в названии и работе обозначена сплошная сульфидная руда – для чего в работе рассматриваются свойства и нарушенность: роговиков, габбро-долеритов и вкрапленных руд?

4. Как учитывались теории подобия и разностей при модельных испытаниях для сопоставления их с натурными условиями проведения скважинной разгрузки удароопасных массивов взрывом?

5. В диссертационной работе часто приводится зарубежный опыт применения скважинной (шпуровой) и скважинной (шпуровой) взрывной разгрузки удароопасных массивов. Следует отметить, что за рубежом из-за дороговизны бурения скважин и проведения взрывных работ крайне редко применяют такие методы. В основном применяют способ отстаивания напряженных массивов и выработок до периода их частичной или полной разгрузки с эффективным сейсмическим контролем и достаточным развитием фронта ведения очистных работ.

Заключение. Указанные замечания в целом не снижают общей положительной оценки выполненных трудоемких исследований. Диссертация Киркина Александра Павловича представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему.

Диссертационная работа «Управление удароопасностью массива сплошных сульфидных руд буровзрывным способом в условиях сложного напряженного состояния», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», 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.

Киркин Александр Павлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Официальный оппонент:

Директор научно-исследовательского центра
«Прикладная геомеханика и
конвергентные горные технологии»,
доктор технических наук,
профессор РАН



Еременко Виталий Андреевич

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Почтовый адрес: 119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 6/3, Г-551

Официальный сайт в сети Интернет: <https://misis.ru/>

Эл. почта: prof.eremenko@gmail.com,

Телефон: +7 (926) 279-39-08

«08» сентября 2023 года

ПОДПИСАЮ ЗАБЕРЯЮ
Проректор по безопасности
и общим вопросам
НИТУ МИСИС И.М. Исаев

