

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ГОРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

 www.mining-media.ru

№6 (130) / 2016

КВЕРШЛАГ

РЕКЛАМА



VI Всероссийский съезд горнопромышленников
стал особенно значимым для компании MICROMINE стр. 5


MICROMINE
Intuitive Mining Solutions

Д.С. Лошаков, С.И. Васильев, Е.Е. Милосердов,
Д.Ф. Ганиев, П.В. Герлинский
14 **Проблемы обустройства кустовых оснований
при наличии многолетних мерзлых пород**

Р.О. Качаев

76 **Достоинства и недостатки методов
выщелачивания подземных резервуаров
каменной соли**

К.О. Соколов

78 **Практическое применение георадиолокации
для исследования россыпных месторождений
алмазов**

Д.В. Хосоев

81 **Оценка горнотехнических условий Эльгинского
месторождения с позиции применения горных
комбайнов**

84 **К.К. Абдылдаев, К.Ч. Кожогулов, Курманбек уулу Т.
Моделирование потенциальной поверхности
скольжения в неоднородных прибортовых
массивах сложноструктурных месторождений**

86 **К.К. Абдылдаев, К.Ч. Кожогулов, Курманбек уулу Т.
Геомеханическая модель неоднородных
прибортовых массивов сложноструктурных
месторождений**

А. Барановский

88 **Горное дело, отраженное в монетах
разных стран мира**

96 **Новые продукты и решения компании SSAB**

Реклама:

ВИСТ Групп, ОАО	53
ЕРТ-Групп, ООО	65
Машиностроительный холдинг, АО	49
НМЗ «Искра», ОАО	7
Рудгормаш, ООО	23
СЖС Восток Лимитед, АО	29
смазка.ру, ООО	39
ТОМС инжиниринг, ООО	25
Тране Текникк, ЗАО	21
Caterpillar	43
Köppern	11
SCAD Soft	45

На обложке:

MICROMINE; ЗАО «НТЦ «Бакор»; ПАО «Уралмашзавод»;
SSAB; Компания «СтройИмпортТехника»

Выставки:

Уголь России и Майнинг (Новокузнецк)	9, 50
Конгресс обогатителей стран СНГ (Москва)	14
MiningWorld Russia (Москва)	32-33
SAPE-2017 (Сочи)	46
CONEXPO-CON/AGG 2017 (Лас-Вегас, США)	57, 63
Неделя горняка-2017 (Москва)	67
Импортозамещение (Москва)	68
SOLIDS Russia (Москва)	75
MinTech-2017 (Казахстан)	77
Антикоррозионная защита-2017 (Москва)	80
Газ. Нефть. Новые Технологии – Крайнему Северу (Новый Уренгой)	85
Международный инженерный чемпионат «Case-in»	91

Учредитель и издатель
ООО НПК «Гемос Лимитед»

Генеральный директор,
главный редактор

Е.В. Анистратова
eanistratova@gemos.ru

Зам. главного редактора

М.Н. Котляков

Ведущий редактор

Г.А. Демидов

Выпускающий редактор

А.А. Ракиев

Верстка, дизайн

Л.В. Павлова

Финансовый директор

Л.А. Горочнин

Переводчик

Н.Н. Григорьев

Адрес редакции:

Россия, 119049, Москва,
Ленинский пр-т, 6, стр. 3,
Горный институт НИТУ «МИСиС»,
офис Г584

e-mail: gornprom@msmu.ru

Отдел рекламы:

тел./факс: +7 (499) 230-0771

Отдел подписки:

тел./факс: +7 (499) 230-2770

Web-сайт: www.mining-media.ru

Реклама на сайте:

e-mail: info@mining-media.ru

Подписные индексы:

Каталог «Газеты. Журналы»

Роспечати – 72179, 81742

Объединенный каталог

«Пресса России» – 87746

Каталог российской прессы

«Почта России» – 10807

Зарегистрировано в Комитете РФ
по печати, рег. №013573 от 5 мая 1995 г.

Подписку на журнал можно оформить
в течение года в редакции.

© «Горная Промышленность», 2016

Перепечатка, включение информации, содержащейся в рекламных и иных материалах, во всевозможные базы данных для дальнейшего их коммерческого использования, размещения таких материалов в любых СМИ и Интернет допускаются только с письменного разрешения редакции.

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов.

Подписано к печати 23.12.2016

Тираж 9 000 экз. Цена свободная

© «Горная Промышленность» – является зарегистрированной торговой маркой.

Геомеханическая модель неоднородных прибортовых массивов сложноструктурных месторождений

К.К. Абдылдаев, к.т.н., доц., Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова,
 К.Ч. Кожугулов, д.т.н., член-корр. НАН КР, Институт геомеханики и освоения недр Национальной академии наук Кыргызской Республики,
 Курманбек уулу Т., к.т.н., доц., Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева

Формирование расчетной модели геологического объекта имеет большое значение в моделировании геомеханических процессов при разработке сложноструктурных месторождений. При этом основная роль отводится изучению строения всей толщи пород, условий залегания отдельных слоев, прослоев, контактов, трещин, положения депрессионных кривых, конструктивных особенностей борта, наличия внешней нагрузки, которые определяют положение поверхности скольжения.

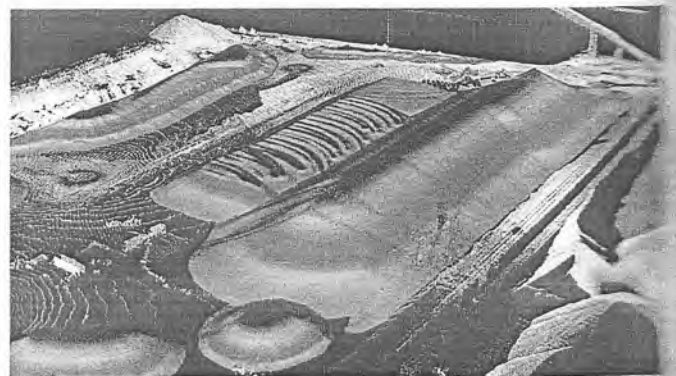
Наиболее известными работами по изучению структуры массива горных пород являются труды М.В. Раца и С.Н. Чернышева [1], А.Ж. Машанова [2], И.И. Попова, Ф.К. Низаметдинова, Р.П. Окатова [3], Л. Мюллера [4] и других исследователей. При этом в последних работах трещиноватость рассматривается с точки зрения влияния ее на устойчивость откосов уступов и бортов карьеров.

В работах [5–7] указывается, что в неоднородных массивах горных пород обычно имеют место различные поверхности контактов пород, по которым в определенных условиях могут происходить оползание или обрушение пород на карьерах. При изучении структуры обычно ограничиваются определением элементов залегания поверхностей контактов пород в отдельно взятой точке, не придавая значения горно-геометрическому анализу. При этом в ряде случаев поверхности контактов горных пород в пределах даже отдельно взятых уступов не представляют собой плоскость.

Наличие в прибортовом массиве поверхностей контактов различных пород в виде трещин большого протяжения, за-

леченных поверхностей сместителей тектонических нарушений, слоистости пород обычно ухудшает устойчивое состояние откосов. Это связано с тем, что при значительной пресности куска скальной породы сдвиговые характеристики трещиноватого массива всегда в несколько раз меньше. Ориентировки поверхностей контактов пород в массиве относительно поверхности откоса зависят положения и формы поверхностей скольжения, следовательно, и выбор расчѐта.

В настоящее время для получения информации о состоянии прибортовых массивов на карьерах в развитых странах широко используют лазерно-цифровые технологии. Это стало возможным благодаря широкому внедрению 3D сканеров в горную практику, которые позволяют при съѐме



Цифровая трехмерная модель объекта, выполненная 3D сканером

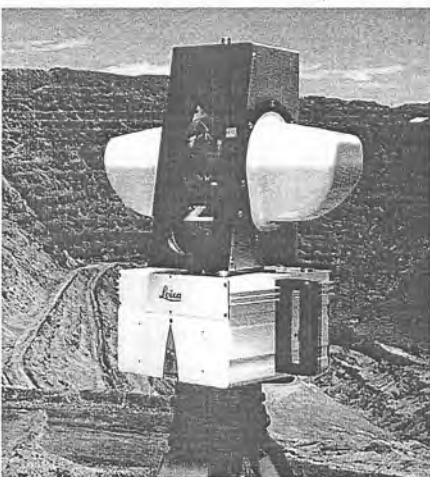


Рис. 1 Лазерный 3D сканер

Технические характеристики Leica HDS4400

Тип инструмента	Импульсный с встроенным двухосевым компенсатором, высокоскоростной сканер для горных работ с большим диапазоном измерения расстояний и широким углом поля зрения.
Интерфейс/ Накопитель данных	Защищенный планшетный компьютер
Точность определения положения точки	50 мм на 700 м (max дальность)
Точность измерения расстояния	20 мм на 50 м
Угловая точность (по вертикали/горизонтали)	± 0.04° / ± 0.04°
Размер пятна лазера	70 мм на 50 м
Максимальное расстояние	700 м
Частота сканирования	до 4400 точек в секунду
Поле зрения по вертикали/по горизонтали	80° / 360°
Видеоискатель	Встроенная цифровая камера 37 Мрпх
Длительность работы от аккумулятора	3 часа
Рабочая температура, °С	-40° - +50° с использованием специальных батарей

изучить объект изучения в электронном виде. При этом лазерное сканирование – технология, с помощью которой можно создать цифровую трехмерную модель объекта, представив его набором точек с пространственными координатами. Она основана на использовании новых геодезических приборов – лазерных сканеров, которые измеряют координаты точек поверхности объекта с высокой скоростью, пока не будет пройдено несколько десятков тысяч точек в секунду (рис.1) [7].

При построении геомеханической модели породных массивов наибольшие затруднения вызывает обоснование расчетных значений прочностных характеристик, определяемых в лабораторных и натуральных условиях, которые из-за несовершенства методики их определения и большой изменчивости результатов могут не согласовываться ни с механической, ни с геометрической моделями массива. Поэтому в первую очередь необходимо совершенствовать методики проведения как лабораторных, так и натуральных экспериментов, и обработки результатов исследований.

При открытой разработке сложноструктурных месторождений прочностные свойства горных пород в большинстве случаев могут оказать решающее влияние на устойчивость откосов уступов и бортов карьеров.

Исследованием прочностных свойств горных пород занимаются давно – как в лабораторных, так и в натуральных условиях. Анализ литературных источников по изучению прочностных свойств горных пород также указывает на необходимость дальнейшего совершенствования способов проведения испытаний.

При этом совершенствование заключается в комплексном подходе к изучению прочностных характеристик горных пород на основе разумного использования преимуществ лабораторных и натуральных исследований. Необходимо при обследовании на карьерах состояния рабочих уступов, сложенных полускальными и скальными породами, выявить участки, имеющие обрушения; и провести их съемку с целью определения параметров блоков и элементов залегания поверхностей контактов, и, как уже указывалось, желательнее использовать 3D сканер. Затем с этих участков отбираются образцы горных пород с целью их изучения в лабораторных условиях.

Геомеханическая модель должна состоять из структурной модели массива различных горных пород с соответствующими прочностными характеристиками, являющимися элементами этой геомеханической модели. При этом структурная модель отражает природные и техногенные условия залегания массива горных пород. Она характеризует объект: строение всей толщи пород, условия залегания отдельных слоев, тектонические нарушения, конструктивные особенности борта, наличие внешней нагрузки. Моделирование горно-геологических условий необходимо производить по координатам узловых точек, отражающих положение инженерно-геологических элементов. Формирование интерполяционной модели массива производится на основе исходной информации по дискретной нерегулярной модели.

Обоснование механической модели среды и гипотезы о возможном характере смещения или деформирования прибортового массива для соответствующих горно-геологических условий производится на основе исследования особенностей механизма его деформирования.

Для правильного вывода расчетных показателей рекомендуется определение характеристик прочности с учетом фактического напряженного состояния горных пород в зоне поверхности скольжения в объеме, необходимом и достаточном для статистической обработки. Поэтому нет необходимости идти по пути разработки сложной геометрической и механической модели в связи с невозможностью установления адекватных расчетных характеристик. При этом следует разрабатывать геомеханическую модель прибортового массива с использованием инженерного подхода, основанного на соответствующих упрощениях, которые позволили бы получить удовлетворительные результаты для практики.

На основании многолетних исследований, анализа литературных источников и фактического состояния откосов при разработке сложноструктурных месторождений, результатов инструментальных маркшейдерских наблюдений за состоянием прибортовых массивов на карьерах, теоретических исследований и производственного опыта, а также данных физического моделирования предложена геомеханическая модель прибортового массива неоднородного строения, соответствующая сложноструктурным месторождениям (рис. 2).



Подобласть I – зона простираения крупнозернистой гранитной структуры;
Подобласть II – зона простираения известняка мраморизованного;
Подобласть III – зона простираения гранитов-порфиров;
Подобласть IV – имеет структуру мраморной брекчии.
Подобласть V – известняка мраморизованного.

Рис. 2 Характерная геомеханическая модель неоднородных массивов

Наиболее широкое распространение получила механическая модель, основанная на достижении одновременного предельного равновесия для всей поверхности скольжения. При этом показатели физико-механических свойств пород устанавливаются на основе как лабораторных, так и натуральных испытаний. В зависимости от горно-геологических условий разработки сложноструктурного месторождения выбирается геомеханическая модель, а затем после тщательного горно-геометрического анализа – расчетная схема, по которой производится расчет параметров предельного откоса или откоса с заданным коэффициентом запаса устойчивости. Для однозначного выбора расчетной схемы принимаются несколько наиболее подходящих схем, и расчеты производятся по каждой из них. Результаты расчета по схеме с минимальными параметрами откоса или наименьшим запасом устойчивости являются окончательными.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Рац М.В. Чернышев С.Н. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород. М.: 1970 – 159 с.
2. Машанов А.Ж. Механика массива горных пород. –Алма-Ата: 1961-166 с.
3. Попов И.И. Низаметдинов Ф.К. Окатов Р.П. [и др.] Природные и технические основы управления устойчивостью уступов и бортов карьеров –Алматы: Гылым, 1997. –216 с.
4. Мюллер Л. Механика скальных массивов. –М.: Мир, 1971, –254 с.
5. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. –М.: 1965. –378 с.
6. Галустьян Э.Л. Геомеханика открытых горных работ: Справочное пособие. –М.: Недра, 1992. –272 с.
7. Кожоголов К. Ч., Турсбеков С.Б., Никольская О.В. [и др.]. Основы геомеханики при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, Бишкек–Алматы: 2016. –176 с.
8. Карташов Ю.М. Матвеев Б.В., Михеев Г.В. Прочность и деформируемость горных пород. М. 1979-269 с.
9. Ставрогин А.Н., Протосеня А. Механика деформирования и разрушения горных пород. –М.: Недра, 1992. –224 с.