

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем комплексного освоения недр РАН

ьное
ьный
ауки
I

ДЕФОРМИРОВАНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ
МАТЕРИАЛОВ С ДЕФЕКТАМИ
И ДИНАМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ
В ГОРНЫХ ПОРОДАХ И ВЫРАБОТКАХ

I
H
ет
O

Материалы XXV Международной научной школы
им. академика С.А. Христиановича

Крым, Алушта, 21-27 сентября 2015 г.

Симферополь
2015

Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках: Материалы XXV Международ. науч. школы. – Симферополь: Крымский федеральный университет, 2015. – 234 с.

ISBN 966-7080-01-3

Рассматриваются проблемы деформирования материалов с дефектами, горных пород и угля с учётом фактора времени; механического и взрывного разрушения материалов; образования и развития трещин; эволюции напряженно-деформированного состояния горных пород и геосред; распространения упругих волн и взаимодействия волновых полей со сложными средами; геодинамического районирования недр; мониторинга геопроцессов и состояния горного массива; прогноза и предвестников землетрясений; прогноза и предотвращения газодинамических явлений в шахтах; метанообразования и извлечения метана из углепородного массива; новых технологий и безопасности ведения горных работ.

Мероприятие проведено при финансовой поддержке РФФИ, проект 15-05-20754-г

© Крымский федеральный университет
им. В.И. Вернадского, 2015

ОРГАНИЗАТОРЫ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Крымский федеральный
университет имени В.И. Вернадского»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем комплексного освоения недр РАН

СООРГАНИЗАТОРЫ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

Институт физики прочности и материаловедения РАН
Институт горного дела СО РАН

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Захаров В.Н.	проф., докт. техн. наук, ИПКОН РАН
Морозов Н.Ф.	академик РАН, Санкт-Петербургский госуниверситет
Псахье С.Г.	член-корреспондент РАН, ИФПМ СО РАН
Трубецкой К.Н.	академик РАН, председатель Научного совета РАН по проблемам горных наук
Федоркин С.И.	докт. техн. наук, проф., КФУ
Чанышев А.И.	докт. ф.-м. наук, проф., ИГД СО РАН
Шевченко В.П.	академик НАН Украины, Донецкий национальный университет

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ ШКОЛЫ

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ

- Викторов С.Д.** докт. техн. наук, проф.,
зам. директора ИПКОН РАН
- Любомирский Н.В.** докт. техн. наук, доцент,
директор департамента КФУ

ЗАМЕСТИТЕЛИ СОПРЕДСЕДАТЕЛЕЙ

- Костандов Ю.А.** канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр.,
зав. лабораторией КФУ
- Вартанов А.З.** канд. техн. наук,
зам. директора ИПКОН РАН

УЧЕНЫЕ СЕКРЕТАРИ

- Локшина Л.Я.** науч. сотр. КФУ
- Милетенко Н.А.** канд. техн. наук,
председатель СМУиС ИПКОН РАН

ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА

- Ватульян А.А.** докт. техн. наук, проф, зав. кафедрой ЮФУ
- Василенко Т.А.** докт. техн. наук, ст. науч. сотр.,
зав. отделом ИФГП НАН Украины
- Есина Е.Н.** канд. техн. наук, ст. науч. сотр. ИПКОН РАН
- Малинникова О.Н.** докт. техн. наук, ст. науч. сотр.,
зав. лабораторией ИПКОН РАН
- Макаров П.В.** докт. физ.-мат. наук, проф.,
зав. отделом ИФПМ СО РАН
- Минеев С.П.** докт. техн. наук, проф.,
зав. отделом ИГТМ НАН Украины
- Назарова Л.А.** докт. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр.,
зав. отделом ИГД СО РАН
- Одинцев В.Н.** докт. техн. наук,
вед. научн. сотр., ИПКОН РАН

УДК 622.02

Абрамов Н.Н., И
Федеральное гос
Горный институ
Россия, 184205, Л
root@goi.kolasc.n

О ВЛИЯНИИ Д НАГРУЗОК НА ПО С

*На основе ко
массива, вмещающ
негативное влияни
контурного массив
го машинного зала
ве.*

Размещение
земных выработк
своими преимуще
несущая способно
дежную безаварий
сроков эксплуата
ремонт. В то же
[1] показывают, ч
ставляющая собой
влиянием природн
и естественные пр
ронагрузки работа
воздействия воды
щие свойства. Длит
сив, как показали
ослаблению структ
блоков массива, пр
формаций, смешен

ия и разгрузка выше-
афов до начала очист-
екущая дегазация раз-
осных толщ. При этом
пробурены из подзем-

ти.
лезного ископаемого в
ействия используется
сокая метаносность
и при достижении наи-
тана в 10% инициру-
е ископаемое [4]. Раз-
в гидросмесь, интен-
ю породу на дно соз-
розлеватора подают на
[3].

ость операций прово-
обрушение основной
ральной посадки). По-
й кровлей образуется
ому пространству, ко-
ых пластов заполняет-
ачивают по трубам на

ение в массиве горных
пространству. Выше-
отанное пространство
ываемые и подрабаты-
в контур защищенной
ва в пластах, уменьша-
го газопроницаемость.
м образом, чтобы гра-
ого пласта располага-
астам, принимая рас-
устойчивости кровли.
частки угольных пла-
зону, разрабатывают
инными способами.

Таким образом, безопасная и эффективная отработка месторождений, склонных к газодинамическим явлениям, обеспечивается путем предварительной дегазации угольных пластов с применением скважинного способа добычи, без применения дорогостоящих и не всегда эффективных локальных мероприятий, что особенно важно при больших глубинах разработки и применении современной высокопроизводительной техники.

Список литературы: 1. Развитие ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих геотехнологий комплексного освоения месторождений полезных ископаемых / под ред. акад. К. Н. Трубецкого. — М.: ИПКОН РАН, 2012. 276 С. 2. Патент 2474691 РФ. Способ скважинной добычи угля и газа из пластов, склонных к газо- и геодинамическим явлениям. — 2013. 3. Патент 2363849 РФ. Способ подземной гидравлической разработки месторождений твердых полезных ископаемых. — 2009. 4. Трубецкой К.Н., Иофис М.А., Есина Е.Н. Особенности геомеханического обеспечения освоения месторождений, склонных к газодинамическим явлениям // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. — 2015, №3 — С 64-71.

УДК 622.1: 622.271

**Касымканова Х.М., Джангулова Г.К.,
Бектур Б.К., Жалгасбеков Е.Ж.**

КазНУ им. аль-Фараби

Казахстан, 050040, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71, корпус №6.

Gulnar_zan@mail.ru

МИРОВОЙ ОПЫТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА

Проведен анализ мирового опыта по исследованию геомеханического состояния горного массива в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях при отработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

В настоящее время удельный вес открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых (75% от общей мировой добычи полезных ископаемых) свидетельствует о сохранении этого генерального направления развития горнодобывающих отраслей промышленности для обеспечения топливом и минеральным сырьем.

За рубежом при помощи открытой разработки добывается примерно 30% угля, около 75% железных руд, до 80% руд цветных металлов, свыше 90% неметаллических полезных ископаемых (асбест, графит, каолин, слюда, тальк), почти 100% нерудных строительных материалов

Добыча железной руды открытого способа концентрируется на месторождениях Украины (Криворожский бассейн), Центра России (Курская магнитная аномалия), Казахстана (Соколовско-Сарбайское, Качарское, Лисаковское, Аятское, месторождения) и Урала.

Добыча руд цветных металлов открытым способом преимущественно осуществляется в Сибири и Казахстане.

Возрастающие потребности Казахстана в топливе и минеральном сырье обеспечиваются за счет открытого способа разработки, и включают добычу угля, золота, урана, а также железной, медной, никелевой, свинцово-цинковой, бокситовой и других руд.

Месторождения полезных ископаемых, разрабатываемые открытым способом, характеризуются большим разнообразием горно-геологических, горнотехнических, геомеханических и технологических условий. Ведущие предприятия горнопромышленного комплекса Казахстана, обрабатывающие месторождения открытым способом, представлены в таблице 1.

В связи с истощением запасов руд, залегающих на доступных глубинах, основным направлением развития горнодобывающей промышленности является дальнейшее развитие и совершенствование открытого способа добычи полезных ископаемых, с вовлечением в эксплуатацию месторождений со сложными горно-геологическими условиями и большой (до 700 м) глубиной разработки.

Таблица 1 - Горнопро

Добываемые руды (ископаемые)	
Марганцевые	Рудн
Хромовые	ОАО
Никелевые	ТОО
Медные	Корп
Свинцово-цинковые	ОАО
Титано-магниевого	Обу АО
Редкоземельные	«Вос редк
Золото	АК ОАО
Фосфориты	АО
Уголь	«Ис ОАО и др
Урановая	НА
Асбест	ТОО

В связи с истощением запасов руд, залегающих на доступных глубинах, основным направлением развития горнодобывающей промышленности является дальнейшее развитие и совершенствование открытого способа добычи полезных ископаемых, с вовлечением в эксплуатацию месторождений со сложными горно-геологическими условиями и большой (до 700 м) глубиной разработки.

В теории и практике разрабатываются новые пути увеличе

Таблица 1 - Горнопромышленный комплекс Казахстана

Добываемые руды (ископаемые)	Название организаций
Марганцевые	Рудник «Тур» («Казхром»), «Жайремский ГОК»
Хромовые	ОАО «Донской ГОК» ТНК «Казхром»
Никелевые	ТОО «Кызыл Каин Мамыт»
Медные	Корпорация «Казахмыс»
Свинцово-цинковые	ОАО «Казцинк», ЗАО «Южполиметалл»
Титано-магниевого	Обуховский ГОК-2, АО «Минерал», АО «Бектемир»
Редкоземельные	«Восточно-Казахстанская редкоземельная компания»
Золото	АК «Алтыналмас», ОАО «Васильковский ГОК», ОАО «ГРК АБС-Балхаш» ТОО «Казахалтын»
Фосфориты	АО «ГХК Каратау»
Уголь	«Испат-Кармет», «Богатырь Аксес Комир» ОАО «Евроаз. энерг. корпорация» «Семейкомир» и др.
Урановая	НАК «Казатомпром», СП «Инкай», СП «Катко»
Асбест	ТОО «Костанайские минералы»

В связи с истощением запасов руд, залегающих на доступных глубинах, основным направлением развития горнодобывающей промышленности является дальнейшее развитие и совершенствование открытого способа добычи полезных ископаемых, с вовлечением в эксплуатацию месторождений со сложными горно-геологическими условиями и большой (до 700м) глубиной разработки.

В теории и практике открытых работ известны основные пути увеличения полноты и качества выемки полезных

ископаемых и улучшения технико-экономических показателей карьеров:

- увеличение объемов вскрышных работ с увеличением глубины отработки для создания благоприятных горнотехнических условий при переходе на подземные работы. Но этот вариант требует существенных дополнительных материальных затрат;

- пересмотр первоначального проекта конечного контура карьера и формирование бортов с увеличенными углами наклона. Увеличение угла наклона борта карьера на конечном контуре приводит к весьма значительному уменьшению объема вскрышных работ. В частности, увеличение угла наклона борта карьера от 39 до 40° при высоте 400 м обеспечивает снижение объема вскрышных пород в контуре карьера более чем на 345 тыс. м³ на каждые 100 м периметра борта. Но формирование крутых бортов требует существенного пересмотра технологии и организации горных работ;

- вовлечение в переработку оставленных бедных руд, а также отходов горного производства наряду с добычей основного полезного ископаемого в период первичной эксплуатации месторождения;

- применение временно нерабочих бортов при поэтапной отработке месторождения для снижения коэффициента вскрыши;

- комбинация физико-технических технологий добычи с физико-химическими технологиями;

- применения комбинированного открыто-подземного способа добычи;

- рациональное использование выработанного карьерного пространства.

Основные характеристики проектных параметров некоторых карьеров Казахстана приведены в таблице 2.

Главные принципы обеспечения безопасности при ведении горных работ должны базироваться на выполнении и внедрении научно обоснованного комплекса фундаментальных и прикладных научных исследований в соответствии с требованиями вновь принятой концепции экологической

безопасности РК и
зидента РК от 3 де

Таблица 2. Проект

Параметры Карьеры	Угол падения залежи,
Сарбайский	40 - 5
Учалинский	70 - 8
Сибайский	40
Оленогорский	65 - 8
Гайский ГОК	55 - 7
Коунрад	70 - 8
Саяк	75 - 9
Акжал	50 - 6

Это обуславливает необходимость изучения геомеханических процессов, закономерностей и причин возникновения и развития опасных и техногенных процессов, связанных с ведением горных работ, для обеспечения безопасности и предотвращения катастроф.

Из многообразия откосов с вмещающими породами, можно выделить

безопасности РК на 2004-2015 годы, одобренной Указом Президента РК от 3 декабря 2003 г. № 1241.

Таблица 2. Проектные параметры рудных карьеров.

Параметры Карьеры	Угол падения залежи, град.	Длина карьера, км	Ширина карьера, км	Глубина карьера, м	Угол наклона уступов при погашении, град.	Высота нерабочих уступов, м
Сарбайский	40 - 55	3,2	2,4	650	50 - 60	30 - 45
Учалинский	70 - 80	1,9	1,0	326	60	36
Сибайский	40	1,4	1,4	471	30 - 65	30 - 40
Оленогорский	65 - 80	3,9	0,85	385	50 - 60	24
Гайский ГОК	55 - 70	1,6	1,22	340	30 - 35	30
Коунрад	70 - 80	2,0	1,7	570	45 - 65	30
Саяк	75 - 90	1,9	0,73	300	50 - 60	30
Акжал	50 - 60	2,0	0,80	240	60 - 70	30

Это обуславливает необходимость постановки исследований геомеханических процессов, сопутствующие отработке, изучению природы их возникновения, установления закономерностей и принятия на этой основе корректных технических и технологических решений, обеспечивающих безопасную отработку месторождений полезных ископаемых и исключение катастрофических последствий.

Из многообразия факторов, влияющих на устойчивость откосов с вмещающими скальными и полускальными породами, можно выделить два основных фактора, требующих

обязательного учёта при исследовании геомеханических процессов:

1) структурно-тектонические особенности горного массива;

2) физико-механические свойства горных пород;

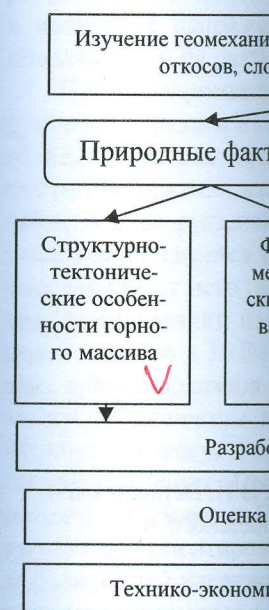
Остальные факторы имеют подчинённое значение и могут быть учтены в расчётах через коэффициент запаса устойчивости.

Структурно-тектонические особенности горного массива являются одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на устойчивость скальных и полускальных пород. От ориентировки поверхностей ослабления в массиве относительно поверхности откоса зависят положение и форма поверхности возможного обрушения, а, следовательно, и выбор схемы расчёта. Расчленение толщи пород трещинами ведёт к снижению их общей устойчивости. Поэтому изучение трещиноватости скального массива является одним из первых этапов в оценке устойчивости открытых горных выработок.

Физико-механические свойства пород во взаимосвязи со структурно-тектоническими особенностями горного массива определяют его напряжённое состояние в уступах и бортах карьеров под действием внутренних и внешних сил. Тщательное и всестороннее изучение прочности горного массива должно предшествовать решению вопросов по предупреждению деформации откосов на карьерах.

Анализ опыта разработки, фактические данные о состоянии устойчивости бортов некоторых рудных карьеров Центрального Казахстана показывает, что эффективность открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых можно существенно повысить за счет применения инженерных способов управления, который в свою очередь обеспечивается путем получения достоверной информации о геомеханическом состоянии прибортового массива. Поэтому проблема обеспечения устойчивости карьерных откосов является важнейшей в горном деле. Особенно это относится к скальным и полускальным трещиноватым массивам, так как при высокой прочности отдельных монолитных блоков наличие в массивах поверхностей ослабления в виде трещин от-

дельности большого
тектонических наруш
ухудшает устойчивое
Схема исследова

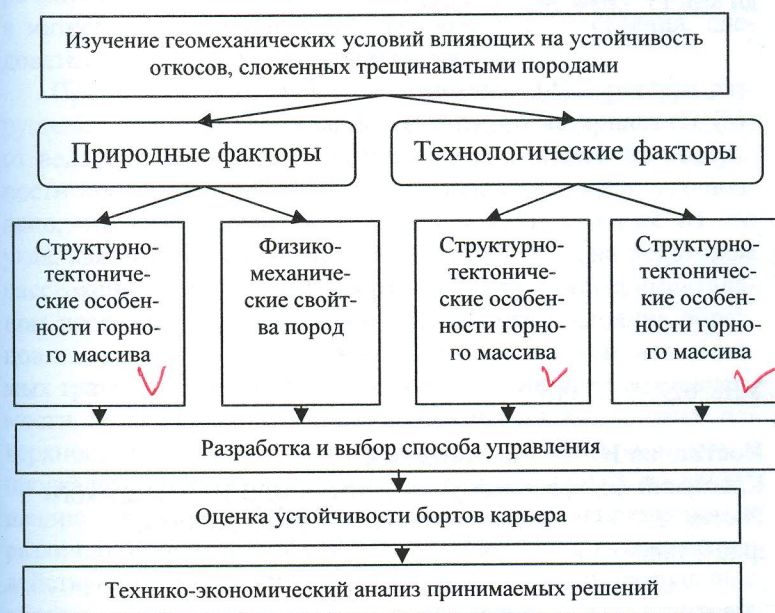


Первые два фактора, влияющие на устойчивость данного массива, они можно только учитывать. Третий же фактор есть человек. И он решает проблемы обеспечения устойчивости отработки месторождения.

В этой связи вопросы устойчивости откосов уступов и склонов являются актуальными для обеспечения устойчивости отработки месторождения.

дельности большого протяжения, поверхностей смесителей тектонических нарушений, контактов слоистых пород резко ухудшает устойчивое состояние откосов.

Схема исследования приведена на рисунке.



Рисунок

Первые два фактора являются природными, присущими данному массиву, они первичны, их нельзя изменить, их можно только учитывать при расчетах устойчивости откосов. Третий же фактор есть результат производственной деятельности человека. И он должен быть управляем при решении проблемы обеспечения устойчивости карьерных откосов при отработке месторождений открытым способом.

В этой связи вопросы по оценке устойчивости параметров откоса уступов и совершенствования способов их укрепления для обеспечения безопасного ведения горных работ является актуальной задачей на сегодняшний день.

Список литературы: 1. Ужкенов Б.С., Карибаев Е.Г. Минерально-сырьевой потенциал Республики Казахстан // Алматы: Горный журнал Казахстана. №1. - С. 1-6. 2. Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М. Устойчивость бортов рудных карьеров и отвалов. Алматы: КазНТУ, 2006. - 131 с. 3. Долгонос В.Н, Ожигина С.Б., Шпаков П.С. Изучение зависимости показателей прочностных свойств глинистых пород от влажности. Труды КарГТУ. -2004. №2. - С. 33-34.

УДК 622.831.3.001.5

Костандов Ю.А., Локшина Л.Я.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского
Россия, 295007, г. Симферополь, пр. Вернадского, 4.
ipgd@yandex.ru

РАСЧЕТ ПОЛОЖЕНИЯ ГРАНИЦЫ ЗОН ПОЛНОГО КОНТАКТА И ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ ПРИ СЖАТИИ ОБРАЗЦОВ ИЗ ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ

Проведен анализ влияния коэффициента трения на поверхности приложения нагрузки на положение границы зон полного контакта и проскальзывания при сжатии образцов из хрупких материалов прямоугольной формы с различным соотношением ширины и высоты и различными значениями коэффициента Пуассона. В качестве граничных условий использовался закон трения Амонтона-Кулона.

Решение проблемы разрушения хрупких и квазихрупких твердых тел и сред, которыми являются, многие горные по-

роды, ст
актуальн
деформи
вующие
ре влиян
в матери
дователь

При
рушения
от велич
ности пр
лено, чт
угла, ка
расстоя
ном исс
цов из
мых гр
мости
верхно
проска
шению
различ
действ
образц
жаемо

Рис.
ных

