

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА
АКАДЕМИКА К.Н. ТРУБЕЦКОГО**



**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ
И СОХРАНЕНИЯ ЗЕМНЫХ
НЕДР**

**Москва
2014**

4. Одноралов В. Н. Скульптура и скульптурные материалы. – М.: Изобразительное искусство, 1982. – 224 с.

5. Еременко В. А., Лушников В. Н., Сэнди М. П., Милкин Д. А., Мильшин Е. А. Выбор и обоснование технологии проведения и способов крепления горных выработок в неустойчивых горных породах на глубоких горизонтах Холбинского рудника // Горн. журнал.— 2013. — № 7. — С. 59-66.

6. Лушников В. Н., Сэнди М. П., Еременко В. А., Коваленко А. А., Иванов И. А. Методика определения зоны распространения повреждения породного массива вокруг горных выработок и камер с помощью численного моделирования // Горн. журнал.— 2013. — № 12. — С. 11-16.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДНИЩА БЛОКА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ОТРАБОТКЕ ЗАПАСОВ ХРОМИТОВ НА ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТАХ

Жеребко Л.Н., Джангулова Г.К., Пивоварова Л.М.

ИГД им Д.А.Кунаева, РК, г. Алматы

Месторождения Донских хромитов по своим природным параметрам отличаются уникальностью не только по объемам и богатому содержанию полезного ископаемого, что является чрезвычайно важным фактором, но и неоднородностью и высокой сложностью горно-геологических условий залегания рудных тел и вмещающего массива, отличающихся высокой структурной нарушенностью, низкой прочностью и слабой устойчивостью.

С переходом горных работ на нижние горизонты для шахты «Десять лет независимости Казахстана (ДНК)», очистная выемка будет осуществляться под обрушенным массивом. На начальном этапе очистных работ нагрузка на крепь горных выработок будет формироваться за счет высоты слоя обрушенной массы рудного массива. С развитием добычных работ, в процессе самообрушения, высота слоя будет возрастать и в определенный момент произойдет смыкание с обрушенным массивом вышележащего горизонта, что приведет к значительному повышению давления на выработки днища блока.

В настоящее время на горнорудных предприятиях ДонГОКа, в частности, шахте «Молодежная» за многолетний период накоплен достаточно большой производственный опыт по креплению и поддержанию выработок днища блока. Преимущественным типом крепи на шахте, принята сборная металлическая крепь из спецпрофилей СВП-22 и СВП-27.

Основные достоинства металлической крепи достаточно высокая прочность и необходимая податливость. Однако эффективность и целесообразность ее применения ограничена определенной геомеханической ситуацией, обусловленной экстремальными значениями горного давления, величиной нагрузок.

Как показала практика, однослойное крепление при достаточно плотной установке рам не всегда оказывается надежным и устойчивым. Большое количество выработок (до 60-70%), преимущественно штреков скреперования, выходят из строя, не отслужив полного срока эксплуатации. Приходится выполнять перекрепку и восстановление, что неизбежно приводит к значительным материальным и финансовым затратам, а в итоге, повышению себестоимости добываемой руды и, что немаловажно, снижению безопасности горных работ и нарушению ритмичности основных технологических процессов.

Для нижних горизонтов, где геомеханическая обстановка значительно ухудшается, возникает вопрос о необходимости применения более мощных крепей или же возведения искусственных днищ, способных противостоять действующим нагрузкам, превышающим несущую способность металлических крепей различных модификаций и схем возведения [1].

Разработанная и предлагаемая нами конструкция искусственного бетонного днища, обеспечивает достаточную надежность, устойчивость и работоспособность штреков скреперования. На рисунке 1 представлена схема конструкции проходки вспомогательных и основной выработок и порядок возведения бетонной крепи.

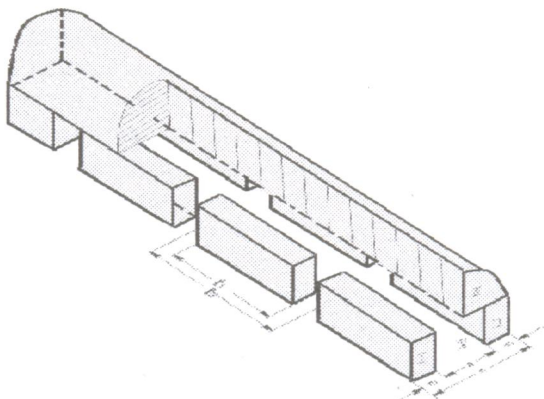


Рисунок 1 – Принципиальная схема бетонного днища и порядок его возведения

Первоначально проходится вспомогательная выработка первой очереди (I) шириной 2,0 м с креплением из спецпрофиля СВП-22. По окончании проходки производится заполнение выработки бетонной смесью, соответствующей расчетным данным прочностью. Затем на расстоянии равном оптимальной ширине штрека скреперования, в рассматриваемом варианте на расстоянии 2,0 м, параллельно проходится выработка второй (II) очереди с аналогичными приемами крепления и заполнения бетоном. При заполнении бетоном выработок I и II очереди на расстоянии $\ell_1 = 6,5$ м оставляются ниши шириной 2,0 м для выпуска руды.

Следующим этапом работ является проходка и проведение всех необходимых технологических операций по креплению и заполнению бетоном выработки третьей (III) очереди, размеры которой, в частности ширина определяется суммарной шириной выработок I, II и IV очередей. В итоге, этот параметр составляет величину 6,0 м. Одним из обязательных условий для выработки III очереди является необходимость в процессе проходки или в период заполнения бетоном проводить тщательную зачистку почвы над выработками I и II очередей для обеспечения наиболее полного контакта с бетонным массивом этих выработок и создания монолитности конструкции.

Необходимо отметить, что принятая технологическая схема подготовки выработок I, II, а в последующем и III-ей очередей, имеет определенный геомеханический смысл, который заключается в следующем. До начала заполнения выработок бетонной смесью в массиве реализуется процесс деформирования, воспринимаемый податливой металлической крепью. В результате чего, на сооружаемое бетонное основание в значительной мере снижается влияние неупругой составляющей деформаций, формирующейся вокруг выработок.

Заключительным этапом работ по сооружению и созданию искусственного днища является проходка выработки IV очереди или непосредственно штрека скреперования. Основной сложностью при проходке этой выработки является сохранение окружающего бетонного массива. При проходке горизонтальных выработок в окружающем массиве, со стороны кровли и боковых стенок формируется зона неупругих деформаций с остаточной прочностью пород массива близкой к нулю [2]. Из чего можно предположить, что массив при проходке выработки IV очереди имеет низкую прочность и для его окончательного разрушения достаточно небольшое количество взрывчатого вещества, при этом, составляя паспорт буровзрывных работ (БВР) периферийные шпурсы необходимо располагать на достаточном уда-

лении от границы контакта рудного и бетонного массивов. Окончательное решение по параметрам БВР позволит установить практический опыт первоначальных работ по проходке штрека скреперования.

Таким образом, в результате проведения полного комплекса технологических работ по сооружению искусственного днища получена конструкция мощного бетонного перекрытия для основной доставочной выработки скреперования. В полученной конструкции бетонный массив выработки III очереди выполняет роль надштрекового целика, а бетонные полосы выработок I и II очередей играют роль опор всего комплекса сооружений и налегающей толщи пород. Сам же штрек скреперования, располагаясь внутри бетонного массива, не требует дополнительного крепления. В целях повышения безопасности и надежности кровли штрека перед бетонированием выработки III очереди на ее почве, над штреком скреперования, укладывается металлическое перекрытие с сеткой, которое в последующем выполняет роль арматуры и предохраняет от возможных негативных последствий.

Как уже было сказано выше, основными элементами конструкции, воспринимающими нагрузку вышележащей толщи пород, являются бетонные полосы создаваемые в выработках I и II очередей. Для определения их несущей способности были проведены аналитические расчеты, с учетом динамики развития очистных работ в камере и нарастанием нагрузок на выработки днища блока.

В качестве критерия устойчивости конструкции бетонного днища блока нами принят условный коэффициент запаса прочности $k_{з.п.}$, определяемый соотношением проектной ширины опоры днища m_{np} к расчетной помноженный на коэффициент приведения k_{np} усредняющий ширину опор за счет снижения их сечения выработками выпуска:

$$k_{з.п.} = \frac{m_{np}}{m_p \cdot k_{np}} \quad (1)$$

Учитывая, что конструкция днища блока является искусственным сооружением и при соблюдении всех необходимых технологических требований, можно предположить, что при условии $k_{з.п.} > 1,0$, конструкция будет устойчива. С целью обеспечения выражения $k_{з.п.} > 1,0$ нами выполнены расчеты для различных значений $\sigma_{сж.б.}$, что позволяет варьировать с составом бетонной смеси в зависимости от вероятной высоты зоны обрушения. Кроме того, с учетом технологических возможностей и целесообразности вполне допустимо уменьшение проектной ширины опоры, которое необходимо подтвердить предлагаемой выше расчетной схемой.

Как видно из таблицы, коэффициент запаса прочности $k_{з.п}$ находится в функциональной зависимости от прочности бетона $\sigma_{сж.б}$ и высоты обрушенных пород $h_{об}$. Нами получены графические и аналитические зависимости функционально связи $k_{з.п} = f(h_{об})$ для различных прочностных параметров бетонных опор (рисунок 2).

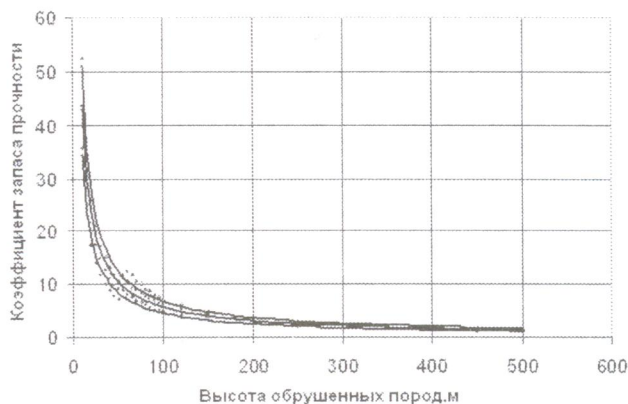


Рисунок 2 – Совмещенный график зависимости коэффициента запаса прочности $k_{з.п.}$ от высоты обрушения $h_{обр.}$ для различных прочностей бетона

$$\text{Для } \sigma_{сж} = 20,0 \text{ МПа} \quad k_{з.п} = 266,07 h_{об}^{-0,887}, \quad (2)$$

$$\sigma_{сж} = 25,0 \text{ МПа} \quad k_{з.п} = 333,4 h_{об}^{-0,888}, \quad (3)$$

$$\sigma_{сж} = 30,0 \text{ МПа} \quad k_{з.п} = 390,96 h_{об}^{-0,883}, \quad (4)$$

Таким образом, полученные данные позволяют разработать наиболее оптимальный технологический прием сооружения конструкции днища блока.

Опыт работ на горнорудных предприятиях бывшего Советского Союза показывает, что при отработке рудных тел системой с обрушением, в частности на рудниках Кривбасса, на крепь выработок днища блока оказывает давление многократно превышающее их несущую способность. В связи с чем, настоятельно ставится вопрос о необходимости изменения конструкции днища с целью повышения ее устойчивости.

Одним из основных требований, предъявляемых к конструкции днищ, является устойчивость выработок в соответствии с развивающимся горным давлением и динамическими нагрузками, вызываемыми взрывными работами при отбойке, вторичном дроблении и ликвидации завесаний руды. В слабых или сильно трещиноватых

породах применяют различные виды крепления выработок, однако роль крепи в устойчивости днища заключается не в их грузонесущей способности, которая незначительна, а в торможении процесса разрушения массива вокруг выработок днища. На отдельных рудниках Кривбасса давление обрушенных пород достигает $700-800 \text{ т/м}^2$, в то время как удельная реактивная способность металлической податливой крепи СП-28 при ее установке через $0,5 \text{ м}$ равна $37-72 \text{ т/м}^2$, что составляет всего $5-7 \%$ от давления обрушенных пород на днище [4]. Необходимо применять такую крепь, которая уже в самом начале подготовки днища работает как единая конструкция днище-крепь. Наибольшую устойчивость выработок днища обеспечивает монолитная крепь из быстротвердеющего бетона [4].

Выводы и рекомендации, изложенные в работе [4], по креплению выработок днища блока в достаточной мере отражают ситуацию, складывающуюся в рассматриваемых нами условиях. Высокое давление обрушенных пород в пределах $700-800 \text{ т/м}^2$ соответствует высоте свода обрушения $330-380 \text{ м}$, что вполне реально и для шахты «ДНК» при отработке нижнего горизонта.

Литература

1 Боликов В.Е., Пятков Ю.Ф. и др. Формирование нагрузок на крепь выработок днища в неустойчивых массивах //Горный журнал. — М., 1990. — № 7. — 32 с.

2 Малахов Г.М., Петренко П.Д., Безух В.Р. Динамическая нагрузка на днище блоков //Горный журнал — 1968. — № 6. — С.65-66.

3 Инструкция по проектированию крепей капитальных горных выработок для условий угольных шахт Кузбасса. — Кемерово, 1978. — 131 с.

4 Терпогосов З.А. Основание блоков и механизация выпуска руды. М.: «Недра», 1977 — 165 с.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СКВАЖИННОЙ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Иофис М.А., Есина Е.Н., Малахова И.М.

Институт проблем комплексного освоения недр РАН

В связи с усложняющимися условиями разработки месторождений, переходом на большие глубины перспективным направлением является освоение недр с применением скважинных способов, позволяющих вести извлечение полезного ископаемого без присутст-

Полученные результаты подтверждают правильность принятой модели формирования газодинамического состояния массива и требуют его детальной оценки на локальном уровне — в пределах столбов лав и выемочных участков. Такие работы позволят более точно прогнозировать объемы извлекаемого метана, определять рациональные места и параметры заложения дегазационных скважин, организовать устойчивую и эффективную работу дегазационной сети шахты, снизить метанообильность лав, повысить процентное содержание метана в метановоздушной смеси дегазационных трубопроводов, и, как следствие, увеличить количество утилизируемого метана и вырабатываемой электроэнергии.

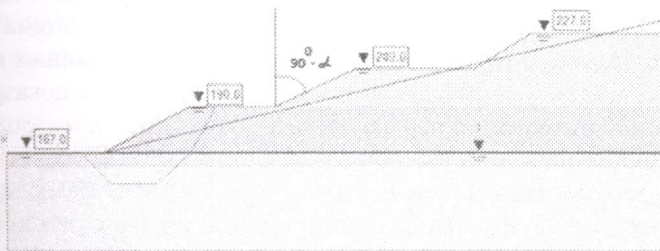
ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОД В ОТВАЛАХ

Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М.

КазНУ им. Аль-Фараби, РК, г. Алматы

Для расчетов параметров устойчивых отвалов необходимо знать закономерность распределения гранулометрического состава пород по высоте отвала, угол естественного откоса отсыпаемых пород и показатели физико-механических свойств пород: плотность, сцепление и угол внутреннего трения. В расчеты по установлению параметров устойчивых отвалов входит угол наклона откоса отвала, который при существующих способах отвалообразования является в большинстве случаев углом естественного откоса отсыпаемых пород [1]. Чаще всего угол естественного откоса отвальных пород в натуральных условиях определяется по результатам съемок отвалов в крупном (1: 200—1: 500) масштабе. На основании данных съемки отвала по характерным линиям строятся профили откосов, по которым затем с помощью транспортира определяется средний угол откоса отвала. Быстрее и точнее данная задача может быть решена с использованием фотографического способа. В этом случае отвал фотографируют в характерных местах, располагая линию фотографирования по простиранию отвала. Для определения угла наклона откоса в нескольких метрах от объектива фотоаппарата вертикально устанавливается рейка либо подвешивается отвес; с этой же целью могут быть использованы специальные приспособления внутри фотокамеры, позволяющие фиксировать горизонтальное положение фотоснимка.

Угол естественного откоса отвалов определяется фотографическим способом по пяти сечениям при этом у нижней бровки откоса устанавливается 4-х метровая нивелирная рейка отвесно по круглому уровню. Фотографирование откоса с захватом рейки ведется на удалении 100-200 м. (рисунок 1).



Изменение гранулометрического состава пород по высоте отвала существенно влияет на величины основных прочностных характеристик (сцепление и угол внутреннего трения), а также на плотность пород, слагающих тело отвала [2].

Визуальный осмотр отвалов показывает, что размеры блоков с изменением высоты отвалов (сверху вниз) возрастают. Верхний слой пород в отвале сложен в основном мелкими кусками размером до 10 см, нижний — крупными блоками размерами 0,7—2 м; в средней части отвала присутствуют частицы и куски пород самых разнообразных размеров.

Детально распределение кусковатости изучается по данным съемки поверхности откоса в различных местах по периметру отвала. Такая съемка может осуществляться несколькими способами:

1) С помощью веревочной (проволочной) лестницы с ячейками 1х1 м, которая набрасывается на откос. Процентное содержание кусков различных фракций в каждой метровой ячейке оценивается визуально;

2) Фотографирование откоса по профильной линии на каждом метре откоса. В поле зрения фотоаппарата попадает рейка с сантиметровыми делениями. Размеры кусков пород, попадающих на профильную линию, определяются по фотоснимкам. При математической обработке результатов замеров для сведения всех данных измерений к единой системе используется [3] относительный показатель $K=h/H$, равный отношению высоты откоса, на которой производится замер, к общей высоте откоса;

3) Фототеодолитная съемка откоса, при которой базис выбирается с учетом рельефа территории и высоты отвала с целью обеспечения захвата всей изучаемой плоскости откоса. В камеральных условиях в результате обработки фотоснимков на соответствующих приборах возможно измерение кусков размерами до 1 см;

4) Фотограмметрическая съемка одиночными снимками с сохранением камеральной обработки и полного объема информации по объекту измерений методом стереофотограмметрической съемки.

Визуальный осмотр поверхности откосов отвалов на Соколовском карьере показывает, что если верхний слой отвала (яруса) сложен породами мелкофракционного состава размером кусков до нескольких сантиметров, то нижний слой укомплектован в основном крупными блоками размером в несколько дециметров и даже метров. Категория крупной кусковатости обусловлена в большей степени естественной интенсивностью трещиноватости скальных и полускальных пород в массиве бортов карьеров, мелкая фракция образовалась в результате переизмельчения породы при производстве массовых взрывов, находящейся в непосредственной близости от взрывных скважин.

С целью детального изучения распределения кусковатости пород в массиве отвала сверху вниз нами производилась фотографическая съемка поверхности откосов. Фракции по размеру (среднему диаметру кусков породы) условно развивались на следующие категории: $d < 5$ см; $5 \text{ см} < d < 40$ см; $d > 40$ см.

Как видно из графика (рисунок 2), фракция 5 см распространена по высоте отвала (яруса) только до 3 м от верхней площадки. Однако в этой зоне иногда задерживаются куски породы более крупного размера, чаще всего плитчатой и параллелепipedной формы. Наличие их носит случайный характер, а механизм задержания заключается в том, что при падении с высоты в момент выгрузки эти куски внедряются в мелкофракционную рыхлую еще не уплотнившуюся массу и засыпаются при последующей разгрузке. Визуальное обследование показывает, что задержаться могут блоки размером даже более одного метра.

Зависимость процентного изменения фракционного состава пород по высоте отвала приведены на рисунке 2.

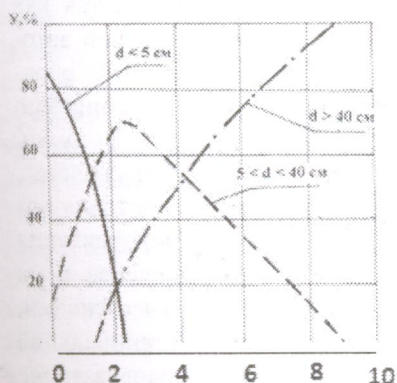


Рисунок 2 – Изменение гранулометрического состава пород по высоте отвала (яруса) в процентном соотношении

Такие крупности, внедрившись в мелкофракционную массу создают подпорную стенку при последующей отсыпке пород. Это, в свою очередь, вызывает образование так называемых «ложных» предохранительных площадок, о чем будет сказано ниже.

Фракция размером $d > 40 \text{ см}$ ее процентного содержания увеличивается к основанию отвала. Фракция средней крупности частично заполняет пустоты между крупными блоками в нижней части отвала и перемешивается с мелкой фракцией в верхней его части.

Изучение гранулометрического состава отвалов Куржункульского и Соколовского карьеров по вышеприведенной методике позволяет выделить три зоны (слоя): 1-верхний слой отвала (яруса) с преимущественным содержанием фракции менее 5 см, эта зона сплошной среды, так как в ней находится цементирующий материал, обу-

славливающий появление в отвальном массиве сил сцепления даже при незначительном уплотнении отвала. Исследованиями установлено, что основным цементирующим материалом в отвале является фракция размером до 3мм.; 2 – средний слой с содержанием фракции от 5см – 40 см; 3 – нижний слой с содержанием фракции более 40 см.

Из приведенных данных видно, что тело отвала является неоднородной средой; отвальный массив представляет собой сочетание крупных и средних блоков и частиц разных размеров и конфигурации, различно ориентированных в пространстве.

Наибольшей прочностью на сжатие и сдвиг отличаются породы среднего и особенно нижнего слоев отвала. Внешняя поверхность этих слоев формируется под углом естественного откоса, так как крупные куски пород после разгрузки ковша экскаватора или автосамосвала либо перемещения породы под откос бульдозером обладают энергией, вполне достаточной для преодоления внешних сил трения о тело отвала. Однако после подвигания отвала эти куски, различным образом упакованные в его теле, приобретают свойства, проявляющиеся в способности отвального массива сопротивляться сдвигающим и сжимающим усилиям. При этом силы сопротивления сдвигу зависят в основном от количества контактов кусков и их прочности на контакте. Зачастую эти силы соизмеримы с силами, необходимыми для сдвига массива по какой-либо потенциальной поверхности скольжения, так как они способны преодолевать не только силы сопротивления по контактам блоков, но и разрушать сами блоки.

Таким образом, нижний и в значительной степени средний слой отвала, сложенные породами крупной фракции, при их отсыпке под углом естественного откоса устойчивы и обладают повышенным запасом прочности, если складирование пород ведется на прочное основание.

Литература

- 1 Попов, И.И., Шпаков П.С. Устойчивость породных отвалов. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 224 с.
- 2 Попов И.И., Окатов Р.П Борьба с оползнями на карьерах. – М. Недра, 1980. – 239 с.
- 8 Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М. Устойчивость бортов рудных карьеров и отвалов.-Алматы:, КазНТУ, 2006. – 131 с.

ПРОГНОЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ВОКРУГ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Протосеня А.Г., Куранов А.Д., Шоков А.Н.

*Министерство образования и науки Российской Федерации –
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»*

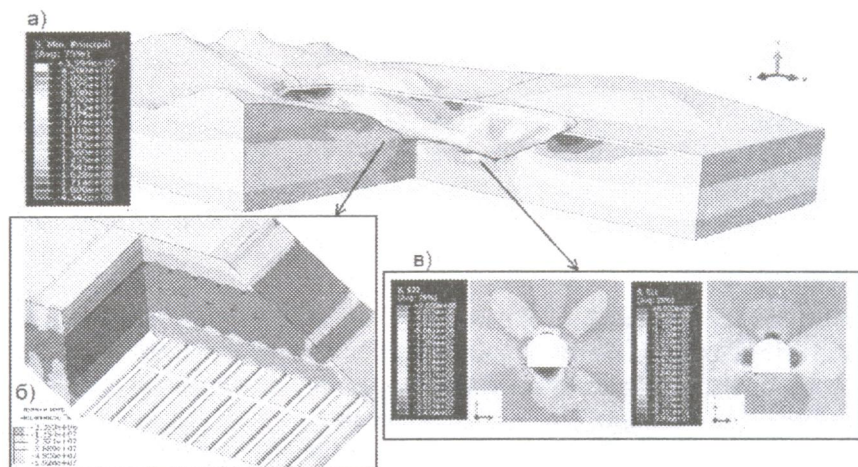
Характерной особенностью открыто-подземного способа является наличие карьерного и подземного очистных пространств, находящихся в непосредственной близости. Наличие карьерной выемки может в значительной степени усложнить геомеханическую обстановку в зоне подземных работ, увеличивая концентрацию напряжений в элементах системы подземной разработки. Опыт отработки прибортовых запасов карьеров подземным способом показывает, что при ведении горных работ повышается количественно и энергия динамических явлений в массиве пород, а также возможно возникновение горно-тектонических ударов и техногенных землетрясений [1,2]. Учеными различных организаций были выполнены исследования геомеханических процессов при комбинированной разработке месторождений [3-5], однако ряд проблем все еще не получил решения. В первую очередь это связано со сложностью изучения геомеханических процессов в окрестностях подземных выработок и камер из-за масштабного фактора карьера, заключающегося в значительном превышении его линейных размеров над размерами подземных выработок. Это обуславливает и значительное по размерам поле наведенных от карьера напряжений, в зоне влияния которого осуществляются подземные работы при открыто-подземной разработке месторождений.

При использовании численного моделирования для изучения указанных процессов, необходимо выделять две группы задач и соответствующих им моделей – глобальных моделей, вмещающих карьер, и локальных моделей – вмещающих подземные выработки, очистные блоки рисунок 1. В последние годы, выполнен широкий круг исследований, направленных на определение параметров напряженно-деформированного состояния приконтурного массива карьера.

Авторы хотели бы выделить исследования, направленные на определение параметров устойчивости выработок [6,7]. Исследования

напряженно-деформированного состояния массива на трехмерных моделях позволили выявить особенности напряженно-деформированного состояния массива вокруг выработок в зоне влияния карьера.

Влияние карьера на подземные выработки в прибортовом массиве заключается в повышенной концентрации сжимающих напряжений в кровле выработок, проводимых перпендикулярно борту карьера и максимальной компоненте тектонических напряжений, а также асимметрии распределения тангенциальных напряжений по контуру выработок, проводимых параллельно борту карьера и максимальной компоненте тектонических напряжений. Для выработок, расположенных в подкарьерном массиве характерны заключительные концентрации сжимающих напряжений в кровле выработок.



**Рисунок 1 – Пример характерных групп моделей различного ранга при прогнозе напряженно-деформированного состояния прикон-
турного массива карьера: а) глобальная модель карьера;
б) – локальная модель для определения параметров напряженного
состояния междуштрековых целиков; в) – локальная модель для
прогноза устойчивости выработок в подкарьерном массиве**

Для практического применения полученных результатов моделирования рекомендована к использованию методика определения категории устойчивости выработок по показателю напряженности массива [8]. По результатам расчета показателя напряженности массива можно сделать выводы о том, что в зоне влияния карьера кате-

гория устойчивости выработок понижается. Если в среднем по блоку преобладает вторая категория устойчивости, в зоне влияния карьера она становится третьей или четвертой. Подобная картина наблюдается на участках сопряжений выработок и в зоне влияния очистных работ. Таким образом, для обеспечения безопасности ведения работ, вид и параметры крепления выработок, проводимых в зоне влияния карьера, следует менять в сторону усиления в соответствии с III-IV категорией устойчивости, согласно классификации пород по устойчивости по показателю напряженности массива.

Предлагаемый подход позволяет ставить многовариантные задачи, получать зависимости параметров напряженно-деформированного состояния массива вокруг выработок от положения относительно карьера с учетом параметров поля напряжений нетронутого массива. По указанным зависимостям можно судить о том, что особенности перераспределения компонентов гравитационно-тектонического поля напряжений в прикарьерном массиве являются определяющим фактором для устойчивости подземных выработок в зоне влияния карьера. Приведенный подход позволяет соблюсти рекомендации §25 РД 06-174-97 [9] в части необходимости решения ряда геомеханических задач на каждом горнорудном предприятии при комбинированной разработке месторождения.

Литература

1. Каталог горных ударов на рудных и нерудных месторождениях. Северо-Уральское, Таштагольское, Октябрьское (Норильск), Юкспорское, Кукисвумчорское (ПО «Апатит»), Качкарское и др. Л., ВНИМИ, 1989. 182 с.
2. Козырев А.А. Системный подход к прогнозу и профилактике динамических явлений в рудниках / Козырев А.А., Панин В.И., Мальцев В.А. // Горный информ.-анал. бюл. – М.: МГТУ, 2003. – № 12. – с.78-81.
3. Геомеханическое обеспечение проектирования развития горных работ на ранее отработанное карьерное пространство / А.А. Козырев, Ю.В. Демидов, А.Н. Енютин и др. // Геомеханика при ведении горных работ в высоконапряженных массивах. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1998. – с. 25-37.
4. Геомеханическое обоснование отработки стыковых зон между открытыми и подземными рудниками при разработке апатитовых месторождений Хибин / В.В. Рыбин // Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых и освоения подземного пространства северо-запада России, ч.3. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2001. – с. 41-49.

5. Каплунов Д.Р. Комбинированная геотехнология / Д.Р. Каплунов, В.Н. Калмыков, М.В. Рыльникова. М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2003. – 560 с.

6. Куранов А.Д. Геомеханическое обоснование устойчивости подготовительных выработок при подземной разработке прибортовых запасов карьеров (на примере ОАО «Апатит») / Автореф. дис. канд. техн. наук. СПб.: Горный университет, 2013. – 20 с.

7. Шоков А.Н. Геомеханическое обоснование устойчивости выработок при отработке подкарьерных запасов рудных месторождений (на примере ОАО «Апатит») / Автореф. дис. канд. техн. наук. СПб.: Горный университет, 2014. – 20 с.

8. Геомеханика массивов и динамика выработок глубоких рудников / В.Л. Трушко, А.Г. Протосеня, П.Ф. Матвеев, Х.М. Совмен // СПб.: СПГГИ, 2000. – 396 с.

9. Инструкция по безопасному ведению горных работ при комбинированной (совмещенной) разработке рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых (РД 06-174-97). Серия 06. Выпуск 4. – 2-е изд, испр. – М.: ФГУП "НТЦ исследований проблем промышленной безопасности", 2011. – 28 с.

МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЗОН ПО РЕГИСТРАЦИИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (ЕЭМИ) ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОМПЛЕКСНОГО ГОРНОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Романевич К. В.

*Научно-исследовательский, проектно-изыскательский институт
«Ленметрогипротранс»*

Малинникова О. Н.

Институт проблем комплексного освоения недр РАН

Основными факторами, определяющими состояние промышленной безопасности при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей, являются эндогенные процессы (современные тектонические движения земной коры, тектонические землетрясения и др.) и экзогенные геологические процессы (карстово-суффозионные, склоновые явления и др.). В результате их деятельности происходит деструкция вмещающих горных пород, разрушение крепи тоннелей и внезапные обрушения подземных выработок.