

А.Г. ШАТАЛОВ, В.А. АЛЕКСАНДРОВ, А.И. МИРОНЕНКО, Г.М. ШАПОВАЛОВА,
ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

АНАЛИЗ СХЕМ ВЫДАЧИ ГОРНОЙ МАССЫ С ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ПОДЗЕМНОГО КРИВБАССА

Выполнен анализ схем выдачи горной массы с глубоких горизонтов при подземной добыче полезного ископаемого и показаны перспективы разработки месторождений на ближайший период развития Криворожского бассейна.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Интенсивная разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом обусловила быстрое понижение горных работ. На ряде шахт Криворожского бассейна уже сейчас отработка ведется на глубинах 1200-1660 м. Немалое значение имеет глубина залегания, угол залегания и толщина пласта полезного ископаемого. Это накладывает определенные проблемы при выполнении добычных работ и на доставку горной массы на поверхность. С увеличением глубины возникает ряд технических проблем, связанных с возможностями подъемного оборудования, в частности, подъемных машин. Повышается стоимость полезного ископаемого, увеличиваются энергетические затраты, особенно при погрузочно-разгрузочных работах. Повышается стоимость оборудования и так далее.

Анализ исследований. В Криворожском бассейне в настоящее время подъем основного объема полезного ископаемого осуществляется при помощи скипов.

При относительно небольших глубинах добычи полезных ископаемых подъемные установки оборудованы одноканатными подъемными машинами с диаметром барабана подъемных машин от 2,5 до 5 м. С увеличением глубин на шахтах «Саксагань» и «Вентиляционная» № 4 бывшего рудоуправления им. Дзержинского, шахте № 1 им. Артема ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» стали применять мощные одноканатные бицилиндроконические подъемные машины.

Впервые в Криворожском бассейне и в Советском Союзе в 1961 г. была введена в эксплуатацию шахта «Гигант-Глубокая» (сейчас ПАО «ЦГОК»), которая была оборудована мощными многоканатными подъемными машинами типа МК 4×8 и МК 5×4.

В 1962-1963 гг. шахты им. Ленина и «Гвардейская» были оборудованы многоканатными подъемными машинами типа МК 5×4.

В последующие годы были построены шахты «Родина», «Заря», «Юбилейная», «Первомайская» № 1 и № 2, оборудованные многоканатными машинами.

В 2008 г. при участии института «Кривбасспроект» был выполнен рабочий проект по установке новой многоканатной подъемной машины типа ЦШ 5×4 на шахте им. Ленина ПАО «Кривбассжелезрудком».

С увеличением глубины шахт, возникла потребность в совершенствовании подъемов.

Как вариант, для увеличения высоты подъема институтом «Кривбасспроект» была предложена установка металлической обечайки на барабанах подъемных машин с нарезкой канавок под канат меньшего диаметра повышенной прочности. Такая реконструкция была выполнена на клетевой подъемной машине шахты им. Фрунзе ПАО «СВРАЗ Суха Балка», что позволило опустить клеть до горизонта 1285 м. В заводском исполнении подъемной машины высота подъема составляла 1179 м при канате диаметром 60,5 мм. После установки обечаек высота подъема увеличилась на 120-150 м при канате диаметром 50 мм.

В настоящий момент для ПАО «СВРАЗ Суха Балка» разработано ТЭО вскрытия и разработки горизонтов 1285 и 1360 м шахты им. Фрунзе с целью поддержания мощности. В нем предлагается следующая реконструкция подъемов: замена скиповой подъемной машины типа БЦК-8/5×2,7 на многоканатную машину типа ЦНШ 5×4 со строительством нового машинного здания и демонтажем части здания ЭМО и клетевой подъемной машины типа БЦК-8/5×2,7 на новую типа МК 5×2.

В 2013 г. по договору с ПАО «Кривбассжелезрудком» институт «Кривбасспроект» разрабатывает рабочий проект на установку модернизированной многоканатной подъемной машины ЦШ 5×8КД для скипового подъема шахты «Заря». В перспективе возможна установка аналогичной машины на шахте «Юбилейная» ПАО «ЄВРАЗ Суха Балка», шахте «Родина» ПАО «Кривбассжелезрудком», шахтах «Первомайская № 1» и «Первомайская № 2» ПАО «СевГОК».

Но выше описанные способы реконструкции не являются панацеей в решении проблемы доставки руды с глубоких горизонтов.

Проблема состоит в том, что глубина при одноступенчатом транспортировании груза не беспредельна. Теоретически можно пройти стволы с поверхности на любую глубину, но инженеры ограничены возможностями подъемных машин, а точнее – количеством поднимаемого груза и длиной поднимающих канатов. При большой глубине стволов к массе скипа и полезного груза добавляется собственная масса подъемных канатов, которая значительно увеличивается, что затрудняет увеличение глубины подъема, и, в определенных пределах, делает ее невозможной.

Постановка задачи. Необходимо применять новые, оптимальные схемы доставки руды. Правильный выбор подъемно-транспортного оборудования, введение рациональных элементов подъема является решающим фактором нормальной работы и высокой продуктивности производства. Нельзя обеспечить устойчивый ритм производства на современной ступени его интенсификации без согласованной и безотказной работы современных средств, предназначенных для транспортирования горной массы.

Изложение материала и результаты. Существуют несколько способов решения проблемы выдачи горной массы с глубоких горизонтов при подземной добыче полезного ископаемого:

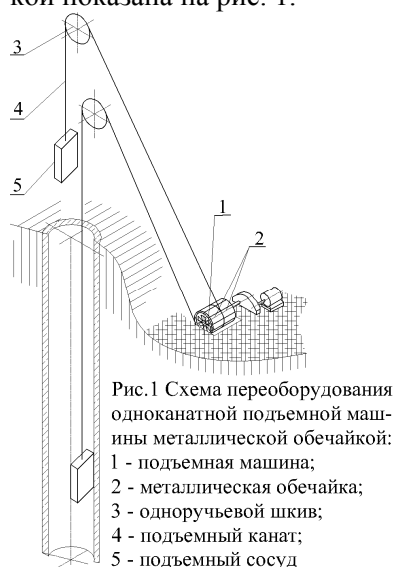
Увеличение канатоемкости барабанов подъемных машин при одноканатном подъеме;

Замена одноканатных подъемных машин на многоканатные со шкивами трения;

Выдача горной массы комбинированным способом.

Рассмотрим подробнее эти способы.

При первом способе можно выполнить увеличение канатной емкости барабанов одноканатных подъемных машин за счет установки на них металлических обечайек с меньшим шагом нарезки и заменой подъемных канатов большего диаметра меньшим, но с большим разрывным усилием. Схема переоборудования одноканатной подъемной машины металлической обечайкой показана на рис. 1.



Достоинством этого способа является то, что не возникает необходимость замены подъемной машины. Недостатком – относительно небольшое увеличение высоты подъема.

По второму способу можно добиться увеличения величины подъема при помощи замены одноканатных подъемных машин многоканатными машинами, которые наиболее эффективны при разработке на больших глубинах и имеют ряд преимуществ по сравнению с одноканатными.

Наличие нескольких подъемных канатов дает возможность использовать канаты меньших диаметров, уменьшить диаметр приводного шкива по сравнению с одноканатным подъемом, что снижает стоимость механической части установки. Электрическое оборудование также дешевле, т.к. меньший диаметр навивки каната при одинаковой скорости подъема позволяет использовать более быстроходные двигатели. Простота конструкции и высокая степень безопасности обеспечили многоканатному подъему широкое распространение.

В настоящее время для крупных многоканатных подъемных машин расстояние между подъемными канатами составляет 300 мм. Уменьшение этого расстояния до 200-150 мм при одновременном увеличении числа подъемных канатов и уменьшении их диаметра позволит создать подъемные установки для глубоких шахт (глубиной до 2000-2200 м). При этом удельные давления на футеровку не превысят допустимых (2,0 МПа). Но такая замена влечет за собой капитальное переоборудование шахтного подъема и значительные капиталовложения, а

именно, перестройку шахтных копров, замену шкивов, замену подъемных сосудов, перестройку и переоборудование стволов и т.д.

По третьему способу выдавать горную массу на поверхность можно комбинированным методом. В комбинированном способе выдачи горной массы сочетается несколько простых способов. Это вызвано тем, что при разработке месторождений на большой глубине или при изменяющихся условиях залегания рудного тела в различных частях месторождения применение какого-либо одного простого способа вскрытия не может обеспечить необходимую производственную мощность предприятия.

Рассмотрим несколько схем комбинированной выдачи горной массы:

Схема выдачи вертикальным шахтным стволом на поверхность с переходом в вертикальный слепой ствол (ступенчатое вскрытие) в условиях Запорожского железорудного комбината показана на рис. 2.

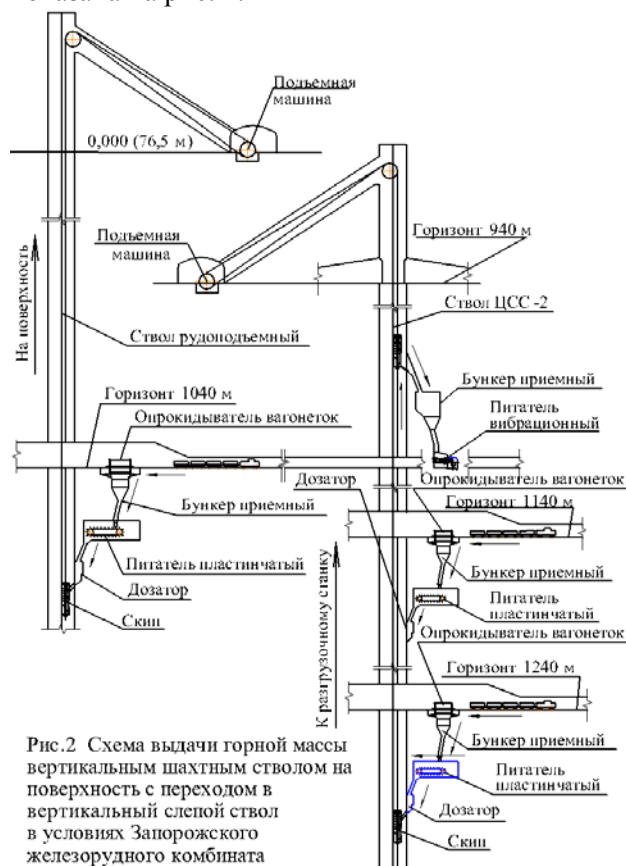


Рис.2 Схема выдачи горной массы вертикальным шахтным стволом на поверхность с переходом в вертикальный слепой ствол в условиях Запорожского железорудного комбината

По существующему стволу горная масса с добычного горизонта 1040 м подается на поверхность. В настоящее время институтом «Кривбасспроект» разрабатывается рабочая документация по проходке Центрального слепого ствола №2 (ЦСС-2) в этаже горизонта 960-1360 м. Доставка горной массы выполняется железнодорожным транспортом до опрокидывателя вагонеток с последующей перегрузкой в скиповой дозатор. Скипы доставляют груз на горизонт 1040 м, далее по существующему рудоподъемному стволу на поверхность. При такой схеме уменьшается длина квершлагов на нижних горизонтах. Ступенчатая выдача позволяет значительно увеличить глубину подъемных стволов.

Выдача горной массы по наклонно-транспортным выработкам с выходом наклонно-транспортной выработки (НТВ) в условиях шахты № 1 им. Артема на вертикальный шахтный ствол. Схема доставки горной массы на поверхность с использованием скипового подъема и наклонных ленточных конвейеров ЛК 1, ЛК 2 и ЛК 3 в условиях шахты им. Артема № 1 ПАО «Арсе-

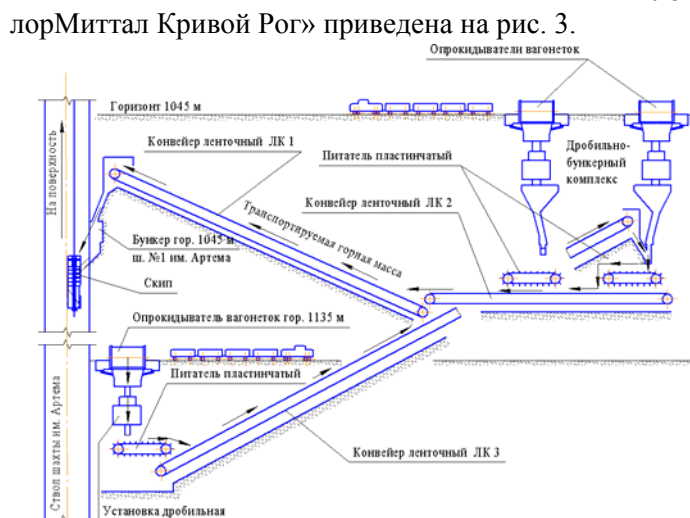


Рис. 3. Схема доставки горной массы на поверхность с использованием наклонно-транспортной выработки (НТВ) в условиях шахты им. Артема ПАО "АрселорМиттал Кривой Рог"

Горная масса по добычному горизонту 1135 м железнодорожным транспортом доставляется к круговым опрокидывателям, через дробилку и пластинчатый питатель попадает на наклонный ленточный конвейер ЛК3. Далее по горизонтальному ленточному конвейеру ЛК2 подается на наклонный ленточный конвейер ЛК1 и через породный бункер в скип. Описанная выше схема доставки горной массы на поверхность позволяет выполнять все горные и строительные работы, работы по монтажу оборудования и его на-

ладке без остановки предприятия.

Выдача горной массы крутонаклонными конвейерами с выходом на вертикальный ствол. Этот способ является одним из перспективных, так как позволяет транспортировать горную массу на большие высоты при меньших горнокапитальных затратах, чем это предусматривается при ступенчатом подъеме.

В зависимости от устройства лент и прижимных приспособлений крутонаклонные конвейеры способны транспортировать грузы с одного уровня на другой с большим углом наклона вплоть до 90°. Высота транспортирования может достигать 300-500 м. Одной из особенностей проектируемых крутонаклонных конвейеров является надежное стопорение груза и лент в случае обрыва одной из них или отказа тормозов привода.

Однако комбинированные способы выдачи горной массы имеют ряд недостатков. Прежде всего, возникает необходимость в проведении и обслуживании нескольких транспортных выработок. Ступенчатый подъем приводит к многократным перегрузкам полезного ископаемого. Спуск и подъем людей, материалов и оборудования при комбинированных способах вскрытия значительно усложняется.

Выводы. Описанные способы доставки горной массы на поверхность позволяют сделать определенные выводы: наиболее перспективным способом выдачи горной массы на поверхность является использование комбинированной схемы выдачи горной массы на поверхность.

При этом необходима альтернатива. Нужно тщательно взвешивать все достоинства и недостатки, проанализировать применение того или иного оборудования, учитывать горно-геологические условия залегания полезного ископаемого, учитывать возможности горнодобывающих предприятий и т.д. Применение всех технических решений в комплексе позволит вскрывать залежи до глубин 3000-4000 м при полной рентабельности доставки полезного ископаемого с глубоких горизонтов.

Список литературы

1. А.Г. Штатов, В.А. Александров, А.И. МIRONENKO, Г.М. Шаповалова. Выдача горной массы с глубоких горизонтов с использованием ленточных конвейеров в условиях шахты им. Артема. ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог». / Разраб. рудн. месторожд. Кривой Рог, КТУ, 2011. - выпуск 94.
2. Справочник. Подземный транспорт шахт и рудников. Под общей редакцией Г.Я.Пейсаховича и И.П. Ремизова. М.: Недра, 1985. - 565 с.
3. Справочник по горнорудному делу. Том III. Подземные работы. Под общей редакцией А.М. Терпигорева. Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу. М.: Недра, 1961. - 808 с.

Рукопись поступила в редакцию 19.01.13

УДК 622.261.27

Н.Ю. ШВАГЕР', д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СВОДООБРАЗНЫХ ОБНАЖЕНИЙ

Проведен анализ литературных данных по определению устойчивости сводообразных обнажений и методик для расчета параметров свода обрушения.

Введение. Исследованиями и промышленными наблюдениями [1,2] установлено, что вокруг выработанного пространства образуется зона, в пределах которой полностью нарушена первоначальная структура массива горных пород, которые впоследствии обрушаются, и зона трещин, распространяющаяся по вертикали от кровли пустоты до границы видимых трещин. На величину указанных зон оказывают влияние большое число факторов, основными из которых являются: глубина разработки, физико-механические свойства руды и вмещающих пород, время отработки и состояние очистного пространства, угол падения залежи. Вопрос определения параметров зон обрушения и трещин в зависимости от вышеприведенных факторов является весьма актуальным.

Изложение материала и результаты. Одним из первых теоретических обоснований гипотезы свода явилась работа проф. В. Риттера. Сущность гипотезы заключается в том, что над выработкой образуется свод давлений, воспринимающий на себя вес вышележащей толщи по-