© Н.П. Сенаторов, В.С. Садчиков, 2006

УДК 622.271

Н.П. Сенаторов, В.С. Садчиков

ВЫЕМКА ЗАКОНТУРНЫХ ЗАПАСОВ РУДНОГО КАРЬЕРА КОМПЛЕКСОМ С КРАНОВЫМ ПОДЪЕМОМ В ОТКРЫТЫХ «ВЫРАБОТКАХ» ОГРАНИЧЕННЫХ РАЗМЕРОВ

Семинар № 16

При отработке открытым способом месторождений, представленных несколькими залежами с крутыми углами падения (например, асбестовые месторождения Баженовское, Киембаевское) в бортах карьера и в его донной части остаются участки, отработка которых традиционным способом экономически нецелесообразно из-за ограниченных размеров и объемов полезного ископаемого данных участков.

В табл. 1 приведены законтурные запасы перспективного карьера Главного участка Киембаевского месторождения хризотил-асбеста.

Таблица 1

Залежь	Объем п.и. (т.т.)
Основная	
B	840
C_1	2328
C_2	30346
Западная	
C_1	0
C_2	2120
Вершинная	
C_1	1377
C_2	560
Дусбайка	5873
Итого	43444

Как видно из данной таблицы, объем законтурных запасов п.и. $B+C_1+C_2$ имеет значительные объёмы и составляет около 8 % общих запасов. Поэтому вопрос вовлечения в разработку законтурных запасов является актуальным вопросом доработки месторождений.

Доработка месторождений, как правило, ведется следующими спосо-бами:

Способ 1. Доработка месторождений открытым способом. Данная схема распространена при реконструкции карьера в результате изменения кондиции полезного ископаемого и научно-технического прогресса.

Способ 2. Доработка месторождений подземным способом. Ситуация возникает при последовательном переходе от открытой разработки к подземной.

Способ 3. Открытая доработка на участке подземных выработок. Ситуация возникает при последовательном переходе от подземной разработки к открытой как при вовлечении в открытую разработку запасов, ранее разрабатываемых подземным способом.

Примером перехода с открытой разработки на подземную доработку может служить Гайский ГОК, алмазоносная трубка «Интернациональная», проектные решения по доработке Лебединского месторождения, проектные решения по Северному руднику комбината «Урал-асбест». Одной из разновидностей способа 1 может являться способ доработки месторождений или его уча-

стков, предложенный академиком В.В. Ржевским (1).

Суть данного способа заключается в том, что отработка ведется «выработками» с крутыми бортами. «Выработка» проходится по полезному ископаемому с углами откосов бортов равными, или близкими, углу падения залежи и основанием равным, или близким, мощности полезного ископаемого.

Таблица 2

Тип крана	Грузоподъемность, т	Вылет стрелы, м	Скорость подъема, м/мин
КС-8471	100	33	7,2
КС-9471	160	40	2-108
КС-10471	250	45	2
LTM-1300	300	58	0-120
Кабельные краны	3-165	80-150	30-90

К технологическим особенностям «выработок» можно отнести:

1. Ограниченность размеров, не позволяющая применять традиционные погрузочные машины – экскаваторы.

2. Ведение взрывных работ с ненарушенностью законтурного массива.

3. Применение нетрадиционных видов транспорта для связи рабочих горизонтов «выработки» с транспортными коммуникациями карьера.

4. Глубина “выработки” зависит не только от параметров грузоподъёмного механизма, но и от качества добываемого полезного ископаемого.

5. Крутые углы откосов борта

Основным вопросом, при доработке законтурных запасов «выработками», является решение транспортной схемы, обеспечивающей связь горизонтов «выработки» с транспортными коммуникациями карьера. Акту-альность данного вопроса вызвана тем, что мощность законтурных залежей невелика и изменяется от 30-50 м до 120-150 м в донной части карьера и глубиной до 150 м. Применение традиционных видов транспорта: автомобильного, железнодорожного, конвейерного невозможно из-за ограниченных размеров и объёмов полезного ископаемого. Наиболее подходящим видом транспорта могут являться краны на автомобильном или гусеничном ходу и кабельные краны.

В табл. 2 приведены характеристики кранов.

На рис. 1 показана принципиальная

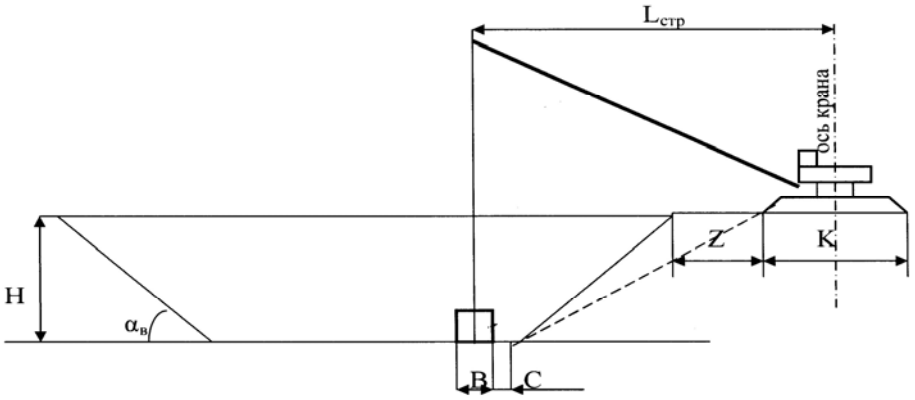

Рис. 1. Схема работы комплекса кран – конвейнер: Н – глубина выработки, м; Z – призма возможного обрушения, м (0,2-0,25 Н); К – контур крана м; В – ширина контейнера, м; С – минимальное расстояние от нижней бровки “выработки” до контейнера, м; $L_{стр}$ – длина вылета стрелы, м

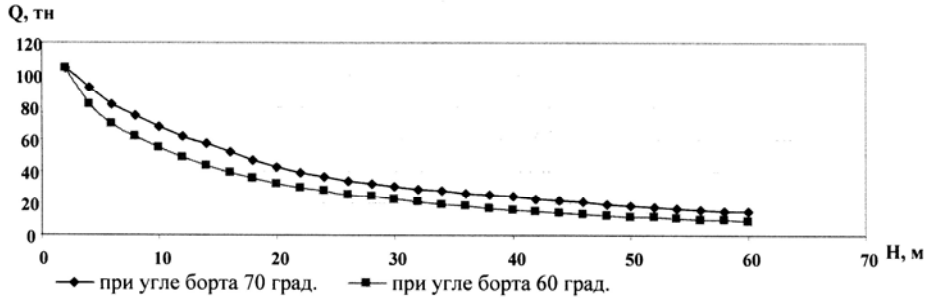

Рис. 2. Зависимость изменения грузоподъёмности крана LTM-1300 от глубины "выработки" при различных углах откоса борта

схема работы комплекса кран-контейнер.

В общем виде производительность крана равна:

$$П_{кр} = \frac{3600}{T_ц} \cdot Q_к \cdot К_г \cdot К_в, т/ч \qquad (2)$$

где $T_ц$ – время цикла, с; Qк – грузоподъемность крана, т; $К_г$ – коэффициент использования крана по грузоподъемности; $К_в$ – коэффициент использования крана по времени.

Как видно из данной формулы, производительность крана зависит от грузоподъемности, времени цикла, коэффициента использования грузоподъемности крана. Все эти параметры зависят от параметров «выработки»: мощности полезного иск

коса борта.

Время цикла

$$T_ц = \frac{2V}{H} + T_{пов} + T_р + T_{загр}, c$$

где V – скорость подъема (опускания), м/с; H – глубина «выработки», м; $T_{пов}$ – время поворота крана, с; $T_р$ – время на строповочные операции, с; $T_{загр}$ – время загрузки контейнера, с.

Грузоподъемность крана зависит от длины вылета стрелы, то есть Q = =f(Lстр.) и определяется паспортными данными крана. В свою очередь глубина "выработки" является функцией длины вылета стрелы, H = f(Lстр.) и будет равна:

$$H = \frac{tq\alpha(2L\text{стр} - K - B - 2C)}{0{,}4tq\alpha + 2}, \quad м$$

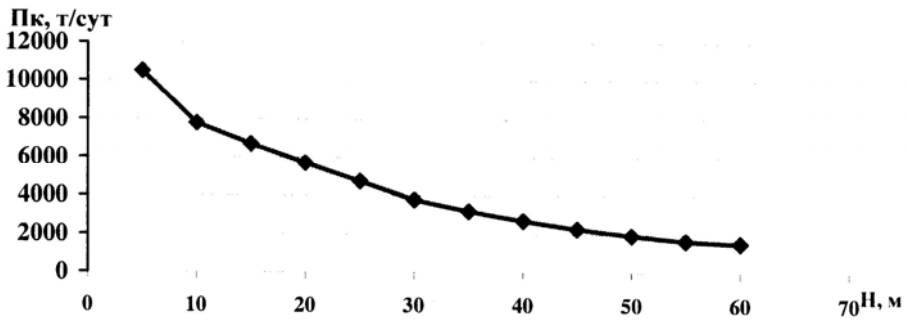

Рис. 3. Теоретическая производительность комплекса кран-контейнер в зависимости от глубины "выработки"

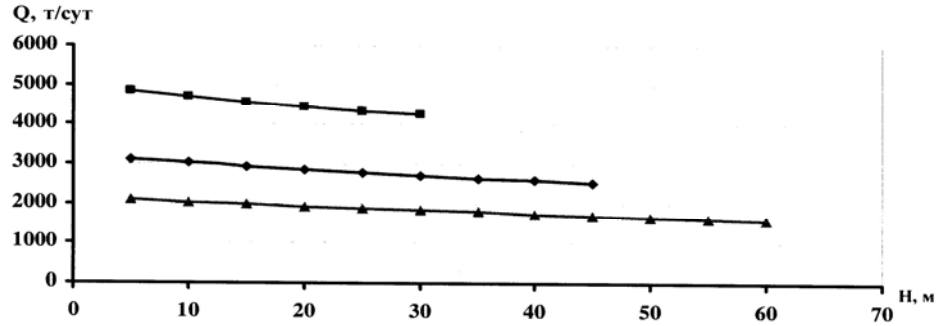

Рис. 4. Изменение производительности комплекса от глубины " выработки" при использовании контейнеров постоянной вместимости

На рис. 2 показана зависимость изменения грузоподъёмности крана от глубины "выработки".

Как видно из графика (рис. 2), грузоподъёмность крана на больших глубинах (55-60 м) составляет 4-5 % от максимальной и дальнейшая углубка требует укрепления бортов "выработки" с целью увеличения грузоподъёмности крана за счёт уменьшения длины вылета стрелы.

Произведение Qк·Кг определяет полезную массу груза, поднимаемую краном Qп. В зависимости от грузоподъёмности крана полезная масса груза будет равна:

$$Qn = Q_к - m_к - m_o; \text{ т}$$

где Qк - грузоподъёмность крана, т; $m_к$ – масса контейнера, т; ($m_к$ = =0,2Qк); m_o – масса крюковой обоймы, т; и $Qn = 0{,}8Qк - m_o$,т.

Полезная масса груза в контейнере, исходя из вместимости контейнера, будет равна:

$$Qn = \frac{E \cdot \gamma \cdot Кн}{Кр}, m$$

где Е – ёмкость контейнера, м^3; γ – объёмный вес горной массы, т/м^3; Кн.- коэффициент наполнения контейнера; Кр - коэффициент разрыхления породы в контейнере.

И вместимость контейнера, исходя из максимальной грузоподъёмности крана для выбранной глубины «выработки», будет равна:

$$E = \frac{(0{,}8Q_к - m_o) \cdot K_p}{\gamma \cdot K_н}, м^3.$$

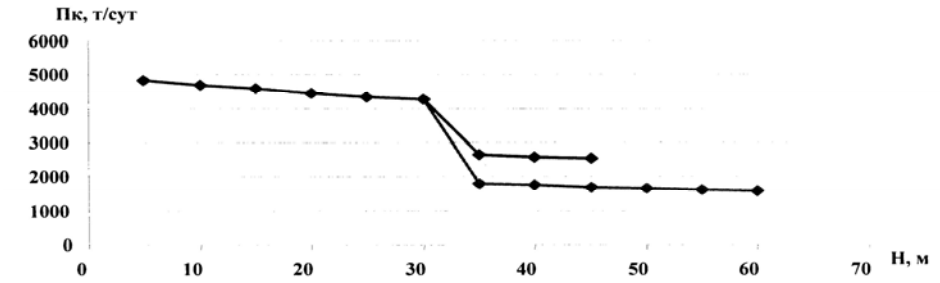

Рис. 5. Изменение производительности комплекса от глубины "выработки" при использовании контейнеров переменной вместимости

На рис. 3 представлен график теоретической производительности ком-плекса кран-контейнер.

Данный зависимость показывает, что в интервале 5-35 м график имеет более крутой характер снижения производительности, что обусловлено уменьшением грузоподъемности крана для данного интервала.

На рис. 4 представлен график изменения производительности комплекса от глубины “выработки”.

Различие в характере полученных кривых объясняется тем, что производительность комплекса (рис. 4) рассчитана исходя из постоянной грузоподъёмности и скорости подъёма крана для выбранной глубины. При расчёте теоретической производительности (рис. 3) данные параметры изменялись по мере углубки “выработки”.

Для интенсификации доработки законтурных запасов “выработками” ограниченных размеров, доставка горной массы из “выработки“может производиться контейнерами различной вместимости. По мере углубки “выработки“, на определённых горизонтах, производится замена используемых контейнеров на контейнеры меньшей вместимости. На рис. 5 представлен график изменения производительности
комплекса в зависимости от глубины при использовании контейнеров переменной вместимости.

При использовании в качестве грузозахватного устройства спредеров, обеспечивающих автоматический захват контейнера, полезная масса груза будет равна:

$$m_{гр} = Q - m_{к} - m_{спр}, m \qquad (4)$$

где $m_{спр}$ – масса спредера, т.

Применение спредера уменьшит время цикла, но и уменьшит полезную массу груза, что потребует увеличения грузоподъемности крана, а соответственно увеличит капитальные и эксплуатационные затраты при отработке выработок.

Погрузка горной массы в контейнер осуществляется колёсными фронтальными погрузчиками. Соотношение вместимости контейнера и ковша погрузчика составляет 2-4.

Буровые работы производятся станками ударно-вращательного действия с дизельным приводом и Dскв. = 100-120 мм. Выбор модели погрузчика и бурового станка осуществляется с учётом максимальной грузоподъёмности крана для выбранной глубины, обеспечивающей подъём оборудования из «выработки», то есть $Q_k \geq m_{об.}$, где $m_{об.}$ – масса погрузчика или бурового станка, используемого в «выработке», т.

Выемка законтурных запасов с применением типовых крановых установок возможна для широкого диапазона горно-геологических залежей рудных тел.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ржевский В.В.* Возможность открытых разработок с вертикальными откосами бортов карьеров. Сборник статей “Проблемы горной промышленности и комплекса горных наук”. – М.: Недра, 1991.

2. *Справочник* по кранам под общ. ред. д.т.н. проф. М.М. Гохберга. – Л.: Машиностроение. – 1988.

Коротко об авторах

Сенаторов Н.П. – доцент, Московский государственный горный университет.
Садчиков В.С. – горный инженер.