УДК 622.271:553.689.001.57 (470.13)

И.В.АПУХТИНА
Геолого-разведочный факультет,
группа РМ-00-1, ассистент профессора

ОПТИМИЗАЦИЯ ОТКРЫТОЙ ОТРАБОТКИ ХОЙЛИНСКОГО БАРИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С использованием программы Micromine построена объемная модель рудного тела Хойлинского баритового месторождения, которая положена в основу компьютерного моделирования вариантов открытой отработки месторождения. С учетом проектных параметров существующего карьера (высота вскрышного уступа 5 м, высота уступа погашения 15 м, уклон уступа погашения 50°) построена его объемная модель, на базе которой оценены объемы извлекаемой горной массы, руды и рассчитан средний коэффициент вскрыши (19,7). Аналогичная модель построена по перспективному варианту карьера, для которого, с учетом новых данных по физико-механическим свойствам пород, появилась возможность увеличить уклон уступа бортов карьера до 60° и высоту уступов погашения до 30 м. Рассчитанный по новой модели коэффициент вскрыши составил 14,7, что позволит сократить общий объем вскрышных пород на 1493 тыс.м^3.

With the aid of the computer program Micromine the main ore bodies of the Khoilenskoye deposits were constructed, whose principle lies in computer modeling options of open cast mining of mineral deposits. The model was constructed considering the projected parameters of the existing pit (bench height (open) – 5 m; bench height (working) – 15 m; slope angle – 50°). On the basis of this model the quantity of mined mass was calculated and analyzed including the over burden coefficient. A similar model of a perspective pit was constructed taking into account new parameters of the physical-mechanic properties of the rock. As a result new ways and possibilities of increasing the slope angle up to 60° and the bench height up to 30 m were explored/noted. The calculated over burden coefficient was 14,7 which allows us to reduce the total quantity of mined mass by 1493 thousand cubic meters.

Хойлинское месторождение баритовых руд находится в 95 км от Воркуты и в 50 км от железной дороги Сейда – Лабытнанги. Месторождение не имеет аналогов в России и странах ближнего зарубежья. Хойлинское баритовое месторождение занимает весьма благоприятную географо-экономическую позицию. Оно расположено в пределах полярной части Центрально-Уральского поднятия, разграничивающего две крупнейшие нефтегазоносные провинции – Западно-Сибирскую и Тимано-Печорскую. Большой объем глубокого бурения в пределах этих провинций определяет непосредственную близость крупного потребителя барита.

В настоящее время Хойлинское баритовое месторождение интенсивно отрабатывается и в Воркуте построен обогатительный комбинат по переработке баритового сырья. Достаточно сложные климатические условия эксплуатации Хойлинского месторождения определяют низкую конкуренто-

способность сырья, что требует снижения себестоимости добываемой баритовой руды. Этого можно добиться за счет уменьшения затрат на производство вскрышных работ. Исследования физико-механических свойств вмещающих пород, проведенные Хойлинским ГОКом, показали возможность увеличения угла откоса карьера, что позволяет снизить объем вскрышных работ.

Данное месторождение относится к стратиформному (хойлинскому) типу баритовых месторождений, представленных седиментационно-эпигенетическими пластовыми залежами*. Месторождение расположено на западном склоне Полярного Урала в пределах Лемвинской структурно-формационной зоны. Баритовое оруденение приурочено к стратиграфическому интервалу от среднего до верхнего девона и локализовано в терригенно-карбонатно-кремнистых отложениях, главным образом глинисто-кремнистых сланцах. Барит присутствует в виде пластов большой протяженности. Седиментационно-эпигенетические пластовые месторождения барита являются наиболее перспективным источником мономинеральных баритовых руд высокого качества. Прогнозные ресурсы барита в пределах Собско-Пальникской баритоносной провинции, в пределах которой расположено Хойлинское месторождение, составляют 90 млн т. Разведанные запасы Хойлинского месторождения составляют 2,2 млн т при среднем содержании $BaSO_4$ 82,7 %, прогнозные ресурсы оцениваются в 35-40 млн т.

Подсчитанные на месторождении запасы учтены балансом и сосредоточены в трех рудных телах: Западном, Центральном и Восточном. Относительное количество запасов, доступных для открытой отработки, составляет 33 %. Среднее содержание $BaSO_4$ по Западному, Центральному и Восточному рудным телам в контуре карьеров соответственно: 85,23; 84,78 и 86,04 %. По содержанию серно-кислого бария руды в контуре карьеров являются природными концентратами и не требуют обогащения. Для остальных руд требуется обогащение.

Запасы баритовых руд Хойлинского месторождения в контуре карьеров под открытую добычу, подсчитанные до глубины 80 м, составили 2796 тыс.т при среднем содержании 82,7 %. Эти запасы позволяют осуществлять открытую добычу в объеме до 110 тыс.т в год. Запасы месторождения, пригодные для разработки подземным способом, разведаны по категориям C_1 и C_2 и составляют 6406 тыс.т при среднем содержании $BaSO_4$ 70,65 %. Разработку Хойлинского месторождения ведет ЗАО «Хойлинский ГОК», созданное совместно с РАО «Газпром». В 2001 г. удельный вес ЗАО «Хойлинский ГОК» в суммарной добыче баритовой руды в России составил более 60 %. Начато строительство карьера и обогатительной фабрики в Воркуте мощностью 80-100 тыс.т баритового концентрата в год.

Летом 2002 г. вступила в строй обогатительная фабрика ЗАО «Хойлинский ГОК», ориентированная на переработку баритовых руд сухим способом. В настоящее время на фабрике функционирует одна линия измельчения и обогащения производительностью 52 тыс.т концентрата в год. В случае резкого увеличения спроса на продукцию есть возможность запустить вторую аналогичную линию.

Основной задачей данной работы была попытка оптимизировать открытую отработку восточного участка Хойлинского баритового месторождения на основе компьютерного моделирования с использованием программы Micromine. Моделирование месторождения проводилось по разведочно-добычным данным, предоставленным руководством Хойлинского ГОКа. Исходные данные включают геологический план масштаба 1:2000 карьера «Восточный», геологические разрезы масштаба 1:1000 по разведочным линиям 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61 (на 12 листах), координаты устьев скважин, инклинометрию скважин, параметры действующего и перспективного проектов карьера (см. таблицу).

На первом этапе работы на основе исходных данных с использованием програм-

* *Юшкин Н.П.* Бариты Уральско-Пайхойской провинции / Н.П.Юшкин, А.Ф.Кунц, Т.И.Таранина. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 339 с.

мы Micromine была разработана математическая модель месторождения. Создана и импортирована в Micromine база данных, которая включает в себя три основных файла: координаты устьев скважин, инклинометрию скважин и опробование. База данных была заверена, и дальнейшая работа проводилась с уже исправленными данными. Затем были рассчитаны координаты вдоль скважин и оконтурено рудное тело. На базе созданных интерпретационных контуров построена каркасная модель Восточного рудного тела Хойлинского баритового месторождения. На основе созданной модели месторождения с помощью программы Micromine спроектированы два варианта открытой разработки карьера.

Сравнение проектов карьера

Параметры	Проект	
	действующий	перспективный
Высота уступа, м:		
добычного	5	5
вскрышного	5	10
погашения	15	30
Уклон уступа, град.:		
рабочий	80	80
погашения	50	60
Ширина бермы, м:		
предохранительная	5	8
транспортная	16	16

Определение контуров карьера имеет важное значение при открытой разработке, так как от них зависит объем извлекаемых запасов полезного ископаемого и объем вскрышных пород в карьере, его производственная мощность и срок существования. Хойлинское месторождение по форме можно отнести к пластообразным залежам крутого падения, в которых существенная часть запасов расположена значительно ниже господствующего уровня поверхности. Такое положение залежи не позволяет размещать пустые породы в выработанном пространстве, однако разноса пород лежачего блока не требуется.

Протяженность рудного тела по простиранию больше 800 м. Карьер отрабатывает одну из наиболее мощных частей данного рудного тела. На основе математической модели Хойлинского баритового месторождения был спроектирован конечный вариант действующего проекта карьера (рис.1), высота уступа погашения которого 15 м, уклон уступа 50°. Результаты исследований физико-механических свойств вмещающих пород, проведенных Хойлинским ГОКом, позволили обосновать возможность увеличения угла откоса карьера с целью снижения объема вскрышных работ. Перспективный проект карьера показан на рис.2. Угол откоса уступа погашения в данном варианте составил 60°, а высота уступа 30 м.

Моделирование рудного тела и карьера по его отработке с использованием программы Micromine позволяет оперативно проанализировать множество возможных вариантов и выбрать из них оптимальный. Для этого был рассчитан объем карьера и

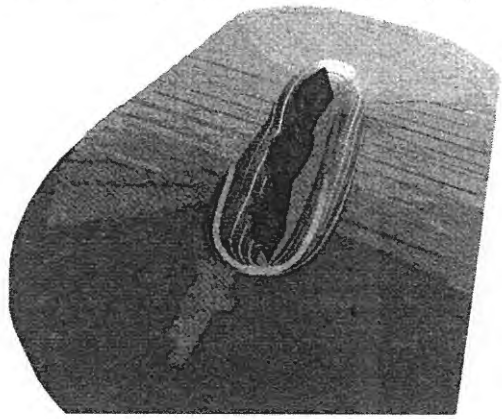


Рис.1. Действующий проект карьера

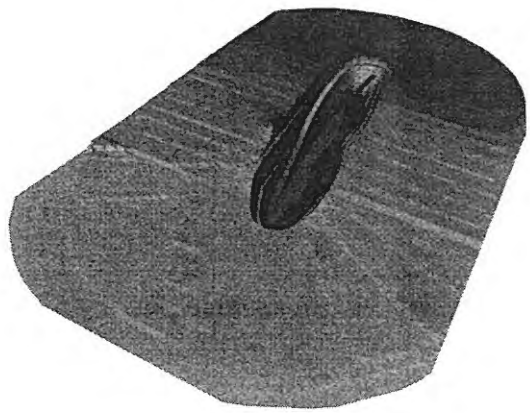


Рис.2. Перспективный проект карьера

руды в контуре этого карьера. Затем на основании полученных данных был рассчитан средний коэффициент вскрыши*:

$$K_{ср} = V/Q,$$

где V – объем вскрышных пород, м^3; Q – объем полезного ископаемого в контуре карьера, м^3.

По действующему проекту отработки месторождения объем вскрыши составляет 6198 тыс.м^3 при среднем коэффициенте вскрыши равном 19,7. По новому варианту отработки месторождения объем вскрыши составляет 4696 тыс.м^3 при коэффициенте вскрыши равном 14,7.

Программа Micromine позволяет анализировать множество вариантов, но мы на данный момент проанализировали пока два варианта, которые интересовали разработчиков месторождения. Предполагается продолжить поиск наиболее выгодных в экономическом отношении вариантов, варьируя параметрами отработки месторождения.

Научный руководитель д.г.-м.н. доц. *А.В.Козлов*

* *Хохряков В.С.* Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. М: Недра, 1991. 361 с.