УДК 622.882:622.271

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КАРЬЕРОВ

Д. В. Исаев, студент гр. ГОс-141, III курс
научный руководитель В. Л. Мартыянов, к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
им. Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Определение промежуточных и конечных контуров карьера – одна из главных задач полного процесса технологического проектирования, целью которой является не только получение его схематического контура, оптимального по экономическому доходу, полученному от разработки полезного ископаемого в этих контурах, но и учет в том числе и требований к экологии ведения горных работ.

Полученные промежуточные и перспективные контуры карьера являются основой для определения геометрических параметров внешних границ месторождения, месторасположения отвалов и производственных мощностей, поскольку являются элементом долгосрочного во времени планирования развития горных работ в пространстве карьера.

Проектирование карьеров в обязательном порядке сопровождается разработкой мероприятий по рекультивации, нарушенной горными работами поверхности, которые реализуются в первую очередь с помощью горнотехнической рекультивации нарушенных земель.

В практике горных работ применяются различные технологии горнотехнической рекультивации, среди которых широкое распространение получили комбинированные, которые основаны на использовании основного горнотранспортного оборудования карьеров для выполнения значительной части работ по горнотехнической рекультивации нарушенных земель в процессе производства горных работ.

Преимущество комбинированных схем состоит в широком диапазоне оптимизации вариантов ведения вскрышных работ в увязке с горнотехнической рекультивацией нарушенных земель с целью достижения наилучших технико-экономических показателей в процессе эксплуатации карьера. Например, веерное формирование гребней внутреннего отвала при бестранспортной технологии нашло широкое применение в практике горных работ не потому, что при такой технологии резко снижается высота этих гребней, а значит и последующий объем бульдозерных работ при горнотехнической рекультивации. В первую очередь такой способ формирования отвала уменьшает угол поворота драглайна при разгрузке ковша в отвале и повышает его производительность. Другой пример – это использование выработанного пространства участков карьера под внутренние отвалы. Здесь также важнейшим

фактором является достижение наилучших технико-экономических показателей в процессе эксплуатации карьера за счет минимизации расстояния транспортирования вскрышных пород, а не минимизация объемов последующей горнотехнической рекультивации.

При проектировании карьеров в процессе горно-геометрического анализа карьерного поля и оптимизации режима горных работ следует учитывать, что объем горнотехнической рекультивации нарушенных земель при разработке наклонных и крутопадающих месторождений в значительной мере предопределяется горногеологическими условиями залегания пластов.

Анализ горногеологических условий залегания угольных пластов, обоснование на этой основе порядка отработки карьерного поля на основе минимизации затрат в процессе эксплуатации дают возможность увязать и оптимизировать последний со сроками и объемами горнотехнической рекультивацией нарушенных земель, о чем говорят приведенные ниже примеры.

Месторождения Кузбасса, разрабатываемые открытым способом, представлены свитами разномошных пластов угля и относятся к сложноструктурным [1]. Геологическая сложность этих месторождений зависит от количества и частоты чередования пластов, междупластий породы и ее пропластков в массе угля, условий залегания пластов и интенсивности их нарушения тектоническими процессами. Для этих месторождений при проектировании и планировании горных работ необходимо обосновывать порядок их разработки на перспективу – режим горных работ, что достигается в первую очередь с помощью горно-геометрического анализа [2].

На основании ранее выполненных исследований [2, 3], на кафедре открытых горных работ КузГТУ предложен метод горно-геометрического анализа сложноструктурных угольных месторождений Кузбасса [4]. Этот анализ с высокой степенью достоверности предложено проводить на основе характерных профилей для геологически однообразных блоков месторождений различной длины. С помощью такого подхода достоверно передаются не только геологические особенности, но и, что важно, предстоящие объемы горных работ на каждом характерном профиле месторождения с допустимой погрешностью расчета не более 6% [5].

Расчет порядка развития горных работ в глубину принимается по направлению падения самого мощного пласта свиты для каждого характерного участка разреза и ведется с помощью текущего коэффициента вскрыши под углом рабочего борта в 20-25°, что характерно для автотранспортной технологии отработки карьера [5].

Критерием обоснования порядка разработки в установленных проектных контурах карьера является минимум текущего коэффициента вскрыши, который определяюще влияет на себестоимость добываемого угля (C_d):

$$C_d = C_{cd} + K_m \cdot C_v, \text{ руб,}$$

где C_{cd} – себестоимость собственно добычи 1 тонны угля, руб/т; K_m – текущий коэффициент вскрыши, м³/т; C_v – себестоимость 1 м³ вскрышных пород, руб/м³.

Ограничениями при этом обосновании являются:

- установленная годовая производственная мощность карьера;
- нормативы запасов угля по степени готовности к выемке;
- минимальное средневзвешенное расстояние транспортирования вскрышных пород на каждый расчетный период времени;
- допустимый темп углубки горных работ по условию заезда транспорта на нижние горизонты;
- равенство проектируемых к извлечению календарных объемов горной массы из карьера и суммарной производительности принятого парка экскаваторов.

Например, при проектировании порядка отработки участка «Черемшанский» был принят блочный порядок отработки карьерного поля в последовательности примерно одинаковой длины четырех выделенных блоков с северо-запада на юго-восток. Объемы добычи и вскрыши по годам отработки представлены, а табл. 1.

Таблица 1

Проектное распределение объёмов добычи и вскрыши по годам эксплуатации

Показатели	Ед. изм.	Года отработки																Итого
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Объем добычи	млн. т	4,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1,4	74,9
Объем вскрыши	млн.м ³	36	36	32,5	30	27,5	25	25	24	23	22,5	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	5,6	386,1
К-нт вскрыши	м ³ /т	8,0	7,2	6,5	6,0	5,5	5,0	5,0	4,8	4,6	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,13

Принятый в проекте порядок разработки позволил разместить в осваиваемых емкостях блоков внутренние отвалы в объеме 146 млн. м³ или 26% от общего объема вскрышных пород.

В тоже время наилучшие технико-экономические показатели достигаются отработкой характерных геологических блоков участка по минимуму текущего коэффициента вскрыши. Такой порядок отработки определяет последовательный рост среднего коэффициентов вскрыши по характерным профилям с 2,94 до 6,87 м³/т (табл. 2) и дает возможность разместить во внутренних отвалах до 48% всего объема вскрышных пород (216,54 млн. м³) [6].

Таблица 2

Предлагаемое распределение объёмов добычи и вскрыши по годам эксплуатации

Показатели	Ед. изм.	Года отработки																Итого
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Объем добычи	млн. т	4,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1,4	74,9
Объем вскрыши	млн.м ³	14,6	14,7	14,7	14,7	14,7	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	34,4	34,4	34,4	34,4	34,4	9,6	386,1
К-нт вскрыши	м ³ /т	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	6,87	6,87	6,87	6,87	6,87	6,87	5,13

Аналогичный пример можно привести и по разрезу «Бунгурский – Северный» для условий горного участка №2, который включает две синклинали с пологим углом падения их осей, названные участками «Бунгурский 1-3» и «Бунгурский 4-6». Для обоснования рационального порядка отработки в техническом проекте принимаются к расчету выделенные по оси складок блоки месторождения одинаковой длины, нумеруемые от выхода замков складок под наносы, соответственно, 1 - 3 и 4 - 6, которые в проекте предложено разрабатывать этапами I, II и III (таблица 3).

Таблица 3

Показатели участков «Бунгурский 1-3» и «Бунгурский 4-6» по порядку отработки

Участок	Добыча, тыс.т	Горная масса, тыс.м ³	Вскрыша, тыс.м ³	Коэффициент вскрыши, м ³ /т и этапы отработки	Объем отвала, тыс.м ³
Бунгурский 4-6	4964,7	45563,3	41939,1	8,4 (II этап, блок 3)	52603,9
Бунгурский 1-3	2831,0	35601,4	33579,1	11,9 (III этап, блок 6)	41973,8
Бунгурский 4-6	3998,0	32603,1	29684,9	7,4 (I этап, блок 2)	37106,1
Бунгурский 1-3	2598,0	29134,5	27278,8	10,5 (III этап, блок 5)	34098,5
Бунгурский 4-6	11533,3	113938,6	105520,3	9,1 (II этап, блок 4)	129650,5
Бунгурский 1-3	5900,0	46243,6	42029,5	7,1 (I этап, блок 1)	52536,9
Всего	31825,0	303084,5	280031,8	8,8	350399,7

Отработка по минимуму текущего коэффициента вскрыши в последовательности блоков 1, 2, 3, ..., 6 [7] требует размещения во внешнем отвале только вскрыши 1-го блока в объеме $V_{вн.о} = 42029,5$ тыс. м³ или около 47% (см. табл. 3) от проектного объема внешнего отвала 89717,8 тыс. м³. Предложенный порядок отработки позволит более, чем в 2 раза сократить объем внешнего отвалообразования, а также уменьшить и площадь земельного отвода под внешний отвал с 186 га до 82,6 га.

Расчет экономической эффективности принятых решений по порядку отработки участков «Бунгурский 1-3» и «4-6» выполнен по следующим позициям:

1. От сокращения величины изъятия земель под внешние отвалы и затрат на рекультивацию этих отвалов. По данным разреза «Бунгурский-Северный» стоимость отчуждения 1 га земли во временную собственность разреза составляет, в зависимости от ее ценности, 500-600 тыс. руб/год. Сокращение изъятия земель по предложенному порядку разработки горного участка №2 («Бунгурский 1-3» и «4-6») составляет 125,5 га, тогда годовая экономия разреза за счет этого составит от 62,75 до 75,3 млн. руб/год.

2. По данным управления рекультивации ОАО УК «КузбассРазрезУголь», средняя стоимость рекультивации отвалов высотой до 100 м достигает 250 тыс. руб. Тогда экономия затрат от сокращения объемов рекультивации составит 31,375 млн. руб.

Заключение

Оптимальные объемы горнотехнической рекультивации определяются горногеологическими условиями залегания угольных пластов на основе оптимизации порядка отработки карьерного поля путем минимизации затрат на эксплуатацию карьера в течении срока его службы.

Список литературы:

1. Ненашев А.С. Технология ведения горных работ на разрезах при разработке сложноструктурных месторождений / А.С. Ненашев, В.Г. Проноза, В.С. Федотенко // Кузбассвузиздат. – Кемерово, 2010. – 247 с.

2. Ржевский В.В. Режим горных работ при открытой добыче угля и руды. Углетехиздат. – М., 1957. – 199с.

3. Томаков П.И. О регулировании режима горных работ при отработке вытянутых наклонных месторождений /П.И. Томаков, Б.Н. Лоханов, А.С. Ненашев, В.А. Ермолаев// Межвуз. сб. «Разработка угольных месторождений открытым способом», вып 5. КузПИ. – Кемерово, 1976. – с. 5 – 15.

4. Калинин А.В. Метод анализа режима горных работ для сложноструктурных месторождений /А.В. Калинин, В.В. Михальченко, В.Л. Мартьянов//Межвуз. сб. «Разработка угольных месторождений открытым способом», вып II. КузПИ. – Кемерово, 1974. – с. 76 – 86.

5. Анистратов Ю.И. Проектирование карьеров /Ю.И. Анистратов, К.Ю. Анистратов//Издательство НПК «ГЕМОСЛимитед». – М., 2003. – 172с.

6. В. Л. Мартьянов, С. С. Чувииков. Обоснование рационального порядка разработки угольных месторождений. Инновации в угольной отрасли и экономике Кузбасса. Сб.статей. Часть 1, Белово, 2011- с. 198-203.

7. В. Л. Мартьянов. Обоснование рационального порядка отработки карьерного поля «Бунгурское 1– 6». Инновации в технологиях и образовании. Сб. Науч. Тр. VI международной научной конференции, Белово, 2013 – с. 185-189.