

Молдабаев С.К., Нурғалиева М.С.
(г. Экибастуз, Экибастузский инженерно-технический институт
им. академика К.И. Сатпаева)

Шулаева Н.А.

(п. Шоптыколь, ТОО «Майкубен-Вест»)

УДК 622.271

ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ НА ПОЛОГОНАКЛОННЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Приведены целесообразные технические решения по реализации циклично-поточной технологии на разрезе «Майкубенский» Шоптыкольского месторождения Майкубенского бассейна, обеспечивающие интенсивное и безопасное развитие вскрышной зоны с рациональным режимом горных работ.

В рамках индустриально-инновационного развития экономики Казахстана началось строительство Балхашской ТЭС, ориентированной на потребление майкубенских и других бурых углей. В связи с этим перед инженерно-техническими работниками разреза «Майкубенский» ТОО «Майкубен-Вест» стоят грандиозные задачи по значительному повышению производственной мощности предприятия. По результатам работы в 2010 году добыча угля была увеличена на 40%, объемы выемки вскрыши – на 46%. Фактически отгружено почти 5,3 млн. т угля при вывозке на отвалы 9,5 млн. м³ вскрыши.

Повышения технико-экономической эффективности открытого способа разработки угольных месторождений можно достичь путем вовлечения в отработку смежного участка карьерного поля при ускоренном вводе в эксплуатацию ресурса выработанного пространства.

При обосновании целесообразности вовлечения в разработку смежного участка предложено, на единой геоинформационной основе, одновременное совместное выполнение горно-геометрического анализа и составление календарного плана горных работ. Оптимальное распределение горных работ по впервые разработанной математической модели с использованием метода многокритериальной оптимизации позволило на стадии проектирования отнести выемку части объемов вскрышных пород на более поздние периоды.

Пусть z – количество одновременно разрабатываемых участков карьерного поля; m_z – количество наклонных слоев на каждом участке; t_{zi} – срок выборки запасов на одном из z участков в i -ом слое; n – количество лет планируемого периода; V_{zj} – производительность по внешней вскрыше на одном из z участков в j -ый год; P_{zj} – производительность по углю на одном из z участков в j -ый год; ΔP – шаг изменения производительности по углю на одном из участков; Q_k – заданная производственная мощность карьера; G_{zi} – запасы угля на одном из z участков в i -ом слое; λ_i – остаток выборки запасов в i -ом слое или изъятия со следующего слоя; W_{zi} – объемы внешней вскрыши на одном из z участков в i -ом слое; ΔW – разница между последующим и предыдущим скорректированными объемами внешней вскрыши соседними этапами разработки; R – годовая эксплуатационная производительность вскрышного экскаватора; T_g – количество лет работы карьера с постоянной производительностью по вскрыше; k_{zj} – текущий коэффициент вскрыши на одном из z участков в j -ый год; k_c – средний коэффициент вскрыши по карьере. При этом один штрих означает выполнение одной корректировки запасов угля или объемов вскрышных пород этапа разработки, а два штриха – второй корректировки при определенных условиях.

Математическая модель оптимального распределения объемов горных работ между смежными участками имеет вид:

$$P_{zj} := P_{zj} \pm \Delta P \quad \text{при} \quad P_{1j} + P_{2j} \leq Q_k, \quad j = 1, \dots, n; \quad (1)$$

$$t_{zi} : \quad \Pi_i = (G_{zi} - \sum_{j=1}^{t_{zi}} P_{zj}) \rightarrow \min \quad \text{при} \quad i = 1, \dots, m_z, \quad t_{zi} m_z \leq n; \quad (2)$$

$$G'_{zi} = \sum_{j=1}^{t_{zi}} P_{zj}; \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{если } \Pi_i = 0, & \quad \text{то} \quad G'_{z(i+1)} = G_{z(i+1)}; \\ \text{если } \Pi_i > 0, & \quad \text{то} \quad G'_{z(i+1)} = G_{z(i+1)} + (G_{zi} - G'_{zi}); \\ \text{если } \Pi_i < 0, & \quad \text{то} \quad G'_{z(i+1)} = G_{z(i+1)} + (G'_{zi} - G_{zi}); \end{aligned} \quad (4)$$

$$G''_{z(i+1)} = \sum_{j=t_{zi}}^{t_{z(i+1)}} P_{z(i+1)j}; \quad W'_{zi} = W_{zi} \frac{G'_{zi}}{G_{zi}}; \quad V_{zi} = \frac{W'_{zi}}{t_{zi}}; \quad k_{zi} = \frac{V'_{zi}}{G'_{zi}}; \quad (5)$$

$$W'_{z(i+1)} = (W_{z(i+1)} - (W'_{zi} - W_{zi})) \frac{G''_{z(i+1)}}{G'_{z(i+1)}};$$

$$\text{если } W'_{zi} - W'_{z(i+1)} \leq \Delta W, \quad \Delta W > 0, \quad \text{то} \quad w''_{zi} = (w'_{zi} + w'_{z(i+1)}) \frac{G''_{zi}}{G''_{zi} + G''_{z(i+1)}}; \quad (6)$$

$$w''_{z(i+1)} = (w'_{zi} + w'_{z(i+1)}) \frac{G''_{z(i+1)}}{G''_{zi} + G''_{z(i+1)}};$$

$$k_{1j} \rightarrow k_{2j} \quad \text{при} \quad k_{zj} \leq k_{z(j+1)}, \quad k_{1j} = k_{2j} \pm \Delta k; \quad (7)$$

$$\left(\sum_{j=1}^n V_{1j} + \sum_{j=1}^n V_{2j} \right) \rightarrow \min \quad \text{при} \quad V_{zj} \leq V_{z(j+1)}, \quad V_{z(j+1)} \leq V_{zj} + 1,5R; \quad (8)$$

$$\text{если } V_{z(j+1)} > V_{zj} + 1,5R, \quad \text{то} \quad V_{zj} = V_{z(j+1)} = \frac{V_{z(j-1)} + V_{zj} + V_{z(j+1)}}{\sum_{g=j-1}^{j+1} T_g};$$

$$k_c = \frac{\sum_{j=1}^n V_{1j} + \sum_{j=1}^n V_{2j}}{\sum_{j=1}^n P_{1j} + \sum_{j=1}^n P_{2j}} \rightarrow \min. \quad (9)$$

Основным критерием является минимум объемов выемки вскрыши за определенный период времени с достижением заданной производственной мощности по углю согласно реализации принятой компанией инвестиционной программы. Поскольку ежегодная производительность по углю на отдельных участках является переменной величиной, введен первый критерий – минимизация остатка выборки запасов в *i*-ом слое или изъятия со следующего слоя. Обеспечивает соответствие положению добычной зоны вскрышной зоны

на каждом этапе разработки в период эксплуатации. Последний критерий – минимизация среднего коэффициента вскрыши. Достигается при соблюдении введенных ограничений по наращиванию производительности карьера, как на вскрыше, так и на добыче в каждый календарный год. На вновь вовлеченном в разработку участке карьерного поля значения коэффициента вскрыши первоначально наименьшие, но поскольку первым разрабатывался участок наиболее богатый запасами, то постепенно добыча на нем снова должна возрасти. Решение – в постепенном выравнивании значений текущего коэффициента вскрыши, что и обеспечит минимум среднего коэффициента вскрыши.

Ограничивающим фактором увеличения добычи угля на разрезе «Майкубенский» на Шоптыкольском бурогольном месторождении Майкубенского бассейна является возможность обеспечения требуемой скорости подвигания фронта горных работ. На применяемые и планируемые к применению технологические комплексы оборудования максимально достигнутая ее величина на многих угольных разрезах с аналогичными горнотехническими условиями при применении железнодорожного транспорта, как правило, не превышает 40-50 м в год. Поэтому при распределении добычи угля между участками предельную величину производительности отдельного участка ограничили 7 млн. т в год. При выходе на проектную мощность, до вовлечения в отработку запасов угольного горизонта II-III Восточного, распределение объемов добычи составит: 56% будет добываться на участке Восточном и 44% на участке Центральном.

Результаты расчетов показывают, что текущий коэффициент вскрыши на разрезе с 2011 по 2022 годы увеличится с 1,67 до 3,25 м³/т. Предельное его значение по проекту на глубинах 200-220 м составляет 4-4,5 м³/т. Годовые объемы выемки вскрыши за 12 лет возрастут с 9,5 до 39 млн. м³.

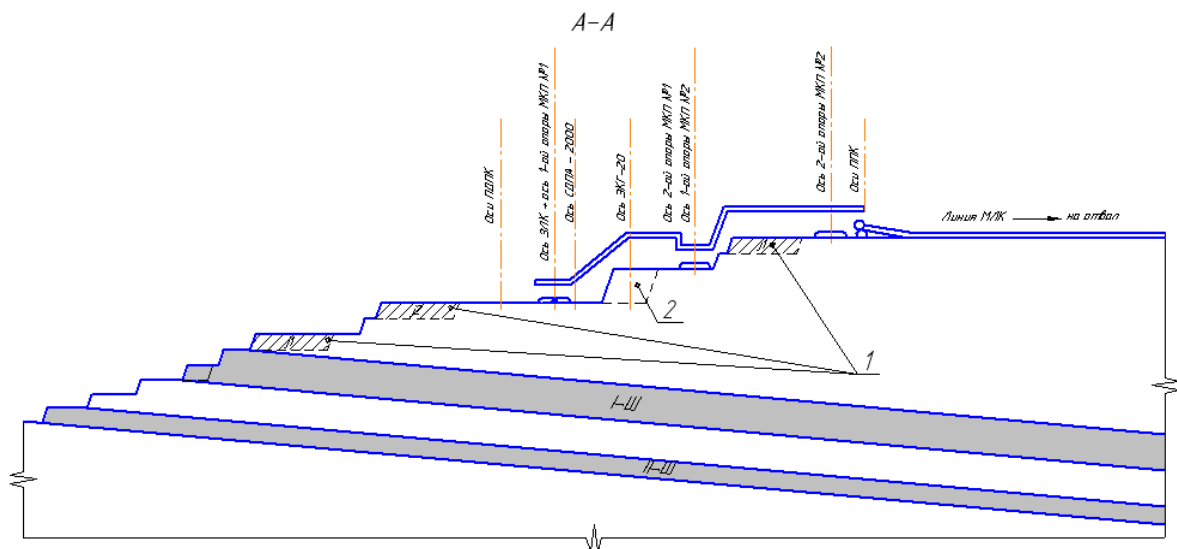
Для достижения производственной мощности 12 млн. т в год нужно ежегодно оставлять подготовленных запасов не менее 6 млн. т. в год. Поэтому потребуется внедрить более мощные комплексы оборудования, увеличить высоту вскрышного уступа по вмещающим породам, при применении железнодорожного транспорта до 20 м с транспортированием их на внешние отвалы, а при автотранспорте создавать также «плавающие» рабочие площадки с послышной отработкой высоких уступов отдельными ЭАК с перемещением вскрыши во внутренние и внешние отвалы.

Выполнены исследования взаимосвязи параметров системы разработки и производительности применяемого и перспективного горнотранспортного оборудования при интенсивной разработке рабочей зоны разреза. Результаты их показывают, что к моменту достижения мощности разреза в 12 млн. т угля в год возникнут затруднения по выполнению требуемых объемов выемки вскрышных пород.

В связи с интенсивным развитием рабочей зоны использование стационарного дробильно-перегрузочного комплекса на разрезе «Майкубенский» (по аналогии с разрезом «Восточный») нецелесообразно. На прошедшей во Фрайберге (Германия) в 2010 году международной конференции по непрерывным технологиям был продемонстрирован внедренный в Китае циклично-поточный технологический комплекс с конвейерным транспортом [1]. Погрузка угля на забойный конвейер производится через самоходный дробильно-перегрузочный комплекс производительностью от 3000 до 6000 т/ч.

С учетом изложенного и предложенных решений по отработке высоких уступов с применением автотранспорта считаем более надежной следующую наиболее перспективную технологическую схему (рисунки 1, 2).

На каждом участке предлагается иметь по забойному конвейеру (ЗЛК) и самоходному дробильно-перегрузочному устройству типа СДПА-2000. На отработке уступа высотой 22 м на каждом участке возможно использовать экскаваторы типа ЭКГ-20.



1 – верхние подступы, обрабатываемые ЭАК; 2 – заходка на уступе, обрабатываемая на конвейерный транспорт

Рисунок 1 – Вариант реализации ЦПТ на вскрышных работах

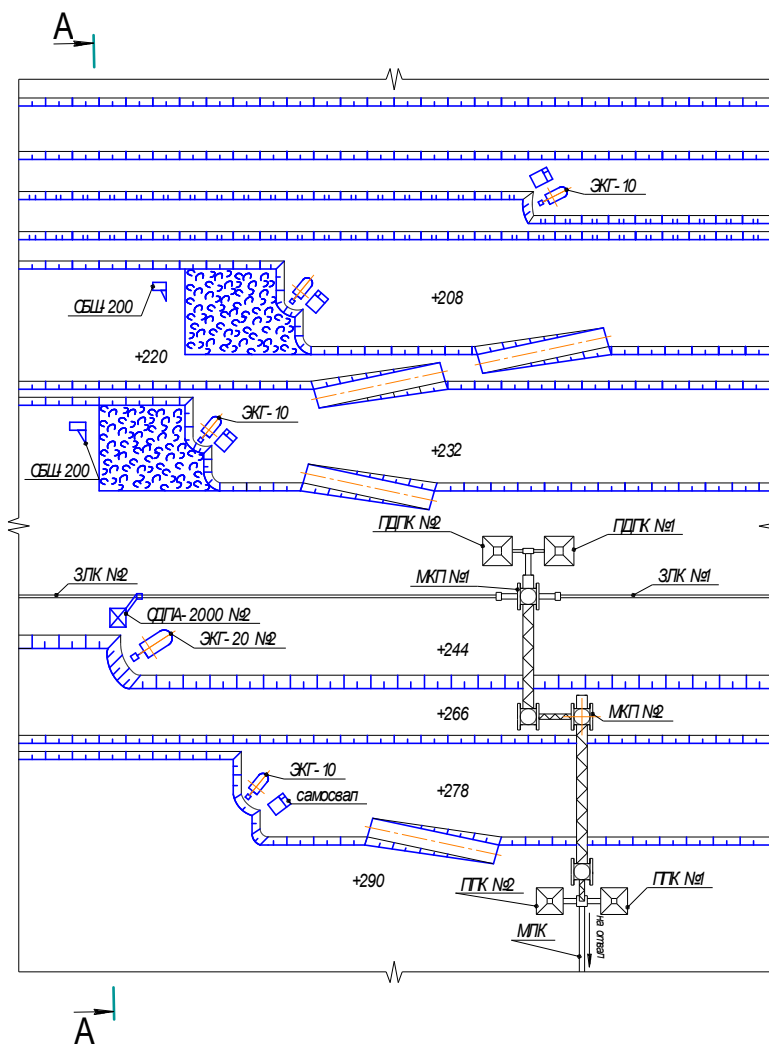


Рисунок 2 – Компонка оборудования и грузотранспортная связь в рабочей зоне разреза «Майкубенский»

В качестве компенсатора высоты для перегрузки на магистральный конвейер (МЛК) по центру карьерного поля использовать два межступенных конвейерных перегружателя (МКП). В противном случае положение подъемного конвейера придется периодически переносить на новую ось. На внешнем отвале разгрузку пород с отвального конвейера осуществлять консольным отвалообразователем с длиной разгрузочной консоли не менее 125 м.

Для повышения надежности конвейерной системы необходимо, по нашему мнению, дополнительно использовать сопряженные с ней два передвижных дробильно-перегрузочных устройства (ПДПК) на концентрационном горизонте на глубине 44 м и два передвижных перегрузочных устройства (ППК) на дневной поверхности в комплексе с автотранспортом. Расстояние транспортирования автосамосвалами на каждом участке не превысит 2 км. Хотя схема получится сложной, но надежной. Производительность комплекса ориентировочно составит 40 млн. м³ в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Detlef Neuhaus, Ulrich Mentges. Kontinuierliche Tagebautechnik mit vollmobilen Brechanlagen dargestellt an ausgewählten Beispielen // Proceedings of 10th International Symposium Continuous Surface Mining «Latest Developments in Mine Planning, Equipment, and Environmental Protection». – Freiberg: Technische Universität Bergakademie Freiberg, 2010. – S. 64-67.