© Б.Р. Ракишев, С.К. Молдабаев, К.Б. Рысбеков, 2015

УДК 621.271.001.63

Б.Р. Ракишев, С.К. Молдабаев, К.Б. Рысбеков

ТЕХНОЛОГИЯ ЛИКВИДАЦИИ ОТСТАВАНИЯ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСКАВАТОРНО-АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Представлены результаты научных исследований по ликвидации отставания вскрышных работ на карьерах. Описана двухуровневая технология отработки высоких уступов широкими панелями с использованием экскаваторно-автомобильных комплексов. Ее реализация позволит увеличить объемы подготовленных запасов при минимальных текущих объемах вскрышных работ за счет достижения соразмерного развития горных работ между всеми уступами рабочей зоны и создания комфортных условий для эксплуатации горнотранспортной техники. Предложены и обоснованы технические решения по эффективному переходу на эту технологию в условиях значительного отставания вскрышных работ на карьерах. Сокращение срока проведения реконструкции горных работ и ликвидации отставания вскрышных работ достигается за счет формирования фронта работ уступов рабочих зон перпендикулярно фронту работ уступов крутого рабочего борта. В этот период значения эксплуатационного коэффициента вскрыши в 1,2–1,7 раза меньше по сравнению с отработкой уступов продольными панелями. На примере угольного разреза «Восточный» Экибастузкого месторождения выполнено сопоставление предлагаемой технологии вскрышных работ с проектной схемой ведения горных работ. Доказано, что переход на двухуровневую отработку уступов поперечными панелями обеспечит соответствие вскрышных работ поточной технологии добычи угля после перехода в нижней части вскрышной зоны на циклично-поточную технологию с использованием комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта.

Ключевые слова: открытая разработка наклонных и крутопадающих месторождений, вскрышные работы, экскаваторно-автомобильный комплекс, рабочая зона, рабочий борт, уступ, поперечные панели.

Введение

Основной задачей разработки любого месторождения является добыча максимального количества полезного ископаемого при минимальных объемах вскрышных работ. Такая тенденция в практике открытой разработки месторождений зачастую имеет отрицательные моменты. Минимизация объемов вскрышных работ при отработке уступов продольными панелями приводит к сужению рабочих площадок и затрудняет соразмерное развитие горных работ между смежными уступами, что в результате уменьшает объемы вскрытых запасов полезного ископаемого и ограничивает производственную мощность карьеров [1, 2].

Анализ проектов корректировки и реконструкции горнотранспортной части на карьерах со значительным отставанием вскрышных работ зачастую не устраивает недропользователей по срокам и затратам на их проведение. В период эксплуатации с углубкой карьеров возникают сложности по поддержанию производственной мощности из-за уменьшения длины фронта работ уступов.

Спектр конкретных исследований по обоснованию технологических решений ликвидации отставания вскрышных работ на карьерах в настоящее время ограничивается трудами [3–10]. При разработке программ выхода предприятий из кризиса возникают значительные трудности, связанные с отсутствием общепринятых технологических решений по ликвидации отставания вскрышных работ на карьерах. Это является одной из причин сдерживания инвестиций в развитие горных работ на эксплуатируемых карьерах, в особенности при значительном отставании вскрышных работ. Поэтому обеспечение ликвидации отставания вскрышных работ и интенсивного развития нижней части вскрышной зоны угольных разрезов при переходе на циклично-поточную технологию с одновременным решением вопросов по поддержанию производственной мощности с их углубкой является одним из стратегических направлений развития на эксплуатируемых угольных разрезах.

Двухуровневая отработка уступов широкими панелями

На примере разреза «Восточный» Экибастузского месторождения рассмотрим пример выполнения предпроектных проработок на период перехода на циклично-поточную технологию вскрышных работ. В целях гарантированного выполнения проектных показателей в 2010 г. на разрезе «Восточный» завершены пусконаладочные работы по реализации циклично-поточной технологии на вскрышных работах. Первая линия дробильно-конвейерного комплекса включает два модуля общей производительностью 10 млн м^3. Фактическая производительность изменялась от 7,6 до 8,0 млн м^3. В целом по разрезу на вскрыше применяются экскаваторно-

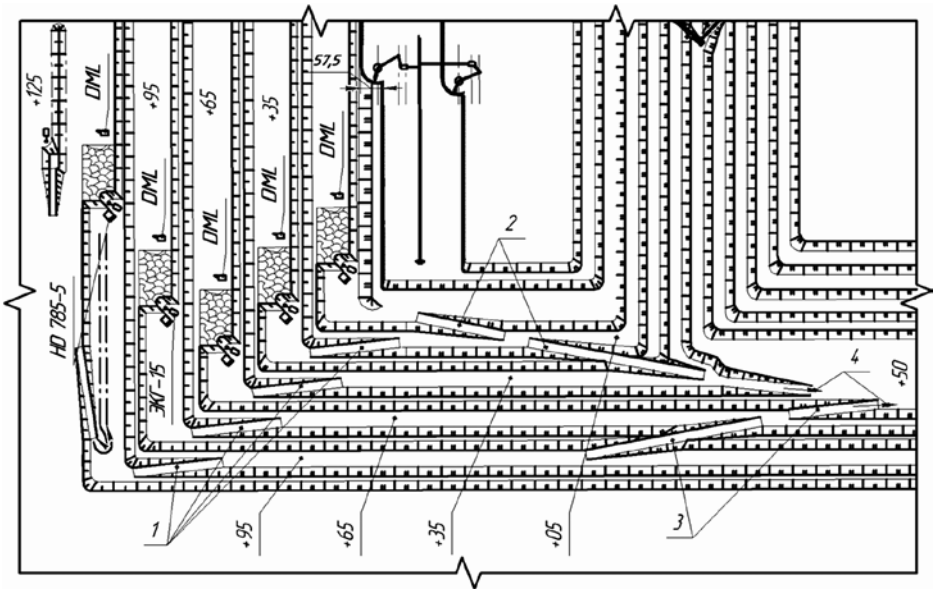

Рис. 1. Двухуровневая технология отработки уступов поперечными панелями с сооружением временных вскрывающих выработок на флангах карьерного поля: 1 – временные автосъезды; 2, 3 – постоянные автосъезды соответственно ниже и выше горизонта размещения дробильно-перегрузочных пунктов (ДПП); 4 – направление грузопотоков автовскрыши к ДПП

железнодорожные и экскаваторно-автомобильно-конвейерные комплексы. В верхней части вскрышной зоны с использованием железнодорожного транспорта, а в нижней части – автомобильного транспорта.

В нижней части вскрышной зоны, где применяются экскаваторно-автомобильные комплексы, интенсивность горных работ пока не соответствует уровню обеспеченности подготовленными запасами угля. Нет резервов для стабилизации производственной мощности и ее увеличения. В ущерб нормативу подготовленными запасами в период 2011–2013 гг. увеличение добычи угля относительно 2010 г. (20 млн т) не превышало 0,6–2,5%. В период реконструкции горных работ возникли сложности по выполнению проектных объемов по вскрыше. Поэтому АО «Евроазиатская энергетическая корпорация» решило ускорить запуск второй линии дробильно-конвейерного комплекса производительностью в 2 раза выше – 20 млн м^3 в год. Для нижней части вскрышной зоны характерны узкие рабочие площадки, местами 25 м, что сдерживает эффективную эксплуатацию экскаваторно-автомобильных комплексов.

Одним из путей интенсификации горных работ в нижней части вскрышной зоны с использованием экскаваторно-автомобильных комплексов является реализация двухуровневой отработки высоких уступов широкими панелями [11] с сооружением временных вскрывающих выработок на флангах карьерного поля (рис. 1).

Ширина панелей зависит от требуемых объемов подготовленных запасов угля (к которым обеспечивается транспортный доступ) и объема горно-капитальных работ на сооружение вскрывающих выработок. Повышение эффективности горных работ достигается за счет увеличения подготовленных запасов угля при снижении текущих объемов вскрышных работ и уменьшения объема горно-капитальных работ на сооружение автосъездов.

По предлагаемой технологии отработки вскрышных уступов высотой 30 м при изменении глубины разреза с 225 до 350 м (рис. 2) объем вскрыши меньше на 97,05 млн м^3 по сравнению с проектом. На графике режима горных работ видно, то при ее реализации можно исключить скачкообразные изменения текущего коэффициента вскрыши. Здесь он изменяется равномерно. После ликвидации отставания по вскрышным работам его значения плавно увеличиваются с погружением горных работ.

По предлагаемому варианту развития в рассматриваемых границах среднеэксплуатационный коэффициент вскрыши составляет 1,9 м^3/т, что по сравнению с принятой схемой формирования вскрышной зоны меньше на 12,4%.

Укрупненными расчетами установлено, что реализация двухуровневой отработки уступов широкими панелями на разрезе «Восточный» позволит увеличить в течение 4-х лет объемы подготовленных запасов на 23–25% (рис. 4). Требуемые объемы выемки вскрышных пород в этот период относительно проектных будут уменьшены на 27–29%.

Основные преимущества перехода на двухуровневую технологию отработки уступов широкими панелями:

- качественное дробление горных пород при многорядном короткозамедленном взывании скважинных зарядов;
- безопасность движения карьерных автосамосвалов при обеспечении условий для быстрого их перемещения по временным автодорогам;
- грузотранспортная связь с забоями экскаваторов при минимальных объемах горно-капитальных работ на

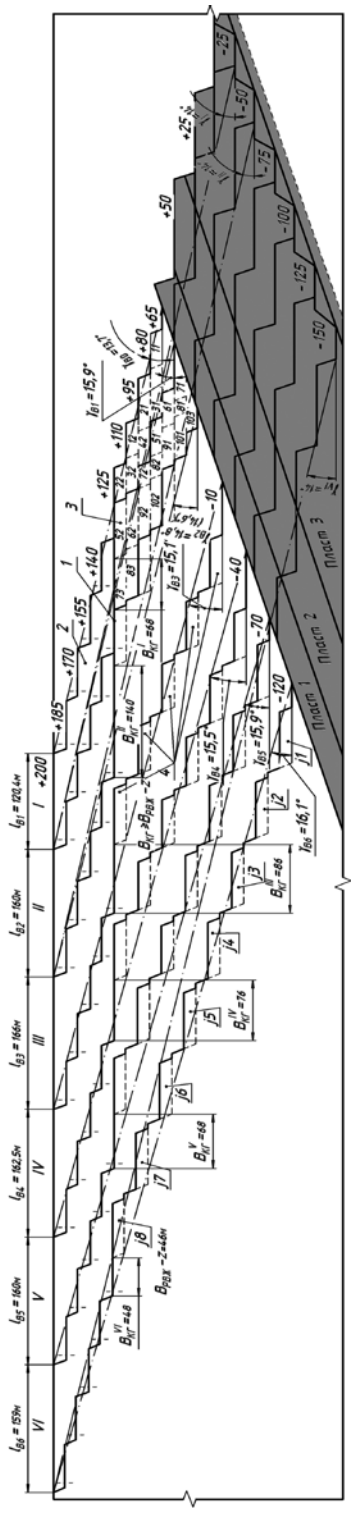

Рис. 2. Предлагаемый вариант формирования рабочего борта на разрезе «Восточный» после внедрения циклично-поточной технологии на вскрыше: 1 – горизонт раздела на железнодорожную (2) и автомобильную (3) зоны работы на вскрыше; 4 – верхние части вскрышных уступов

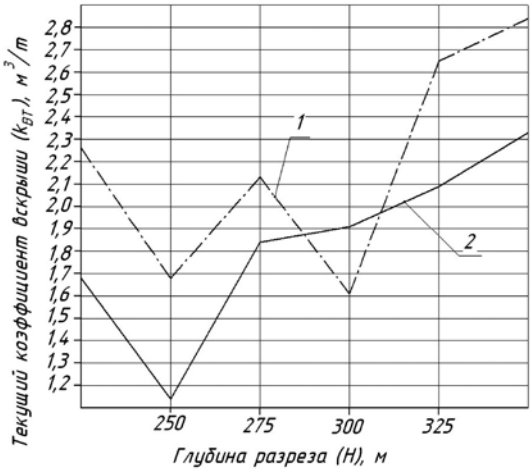

Рис. 3. К обоснованию предлагаемого варианта развития вскрышной зоны на разрезе «Восточный»: 1 и 2 – изменение текущего коэффициента вскрыши соответственно по существующей и предлагаемой схемам отработки вскрышных уступов

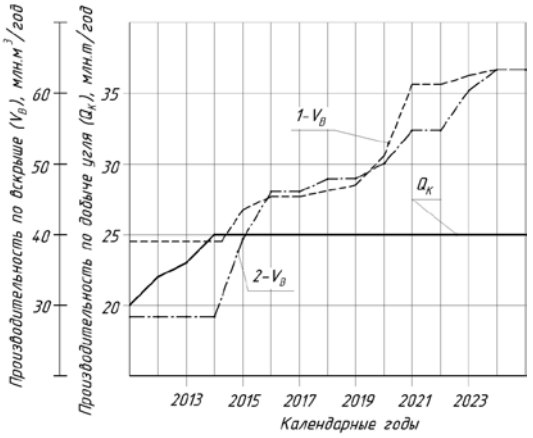

Рис. 4. Обоснование двухуровневой технологии отработки уступов по укрупненному календарному графику горных работ на разрезе «Восточный»: 1–$V_в$, 2– $V_в$ – производительность по вскрыше соответственно по проектной и рекомендуемой схемам отработки вскрышных уступов; $Q_к$ – производительность по углю

сооружение временных автосъездов в рабочей зоне;

• полнота загрузки экскаваторов при достаточных объемах готовых к выемке пород и сокращении времени маневрирования автосамосвалов при погрузке;

• стабилизация норматива по подготовленным запасам угля (не менее чем на 6 месяцев работы при транспортной системе разработки) при соразмерном ведении вскрышных работ между всеми смежными уступами;

• снижение затрат на буровые работы.

Способ перехода на двухуровневую отработку уступов при значительном отставании вскрышных работ

Из-за имеющего место на большинстве карьеров отставания вскрышных работ переход на двухуровневую отработку уступов широкими панелями на первый взгляд выглядит неосуществимым, в особенности при узких рабочих площадках в нижней части вскрышной зоны. Поэтому нами предложена технология горных работ [11] с формированием фронта работ уступов рабочих зон перпендикулярно фронту работ уступов крутых рабочих бортов (рис. 5).

На одном из флангов карьерного поля на рабочем борту производится врезка в нижнюю часть вскрышной зоны с формированием фронта работ уступов рабочей зоны перпендикулярно линии простирания угольных пластов. Длина фронта работ уступов рабочей зоны принимается равной ширине широкой панели. При таком формировании рабочей зоны без снижения достигнутой производительности по углю осуществляется переход на двухуровневую технологию отра-

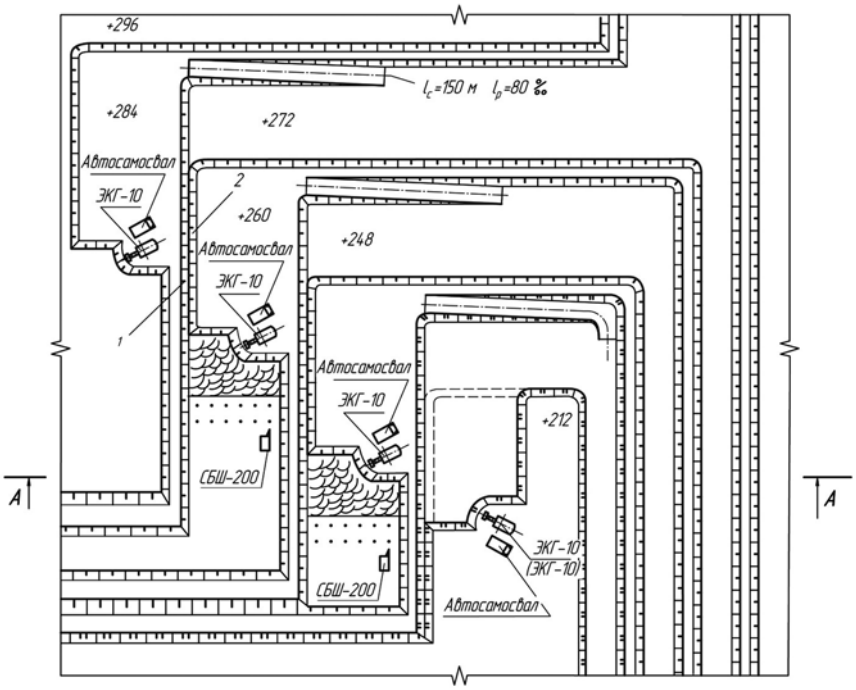

Рис. 5. Технология горных работ с равной длиной фронта работ всех уступов рабочей зоны (фрагмент начала ее реализации)

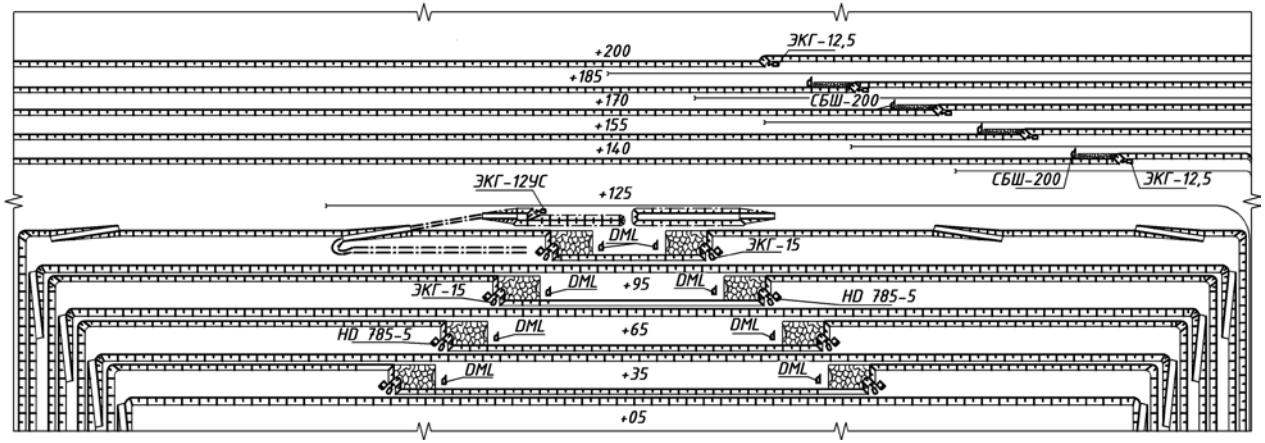

Рис. 6. Концентрационный горизонт во вскрышной зоне с одним перегрузочным пунктом

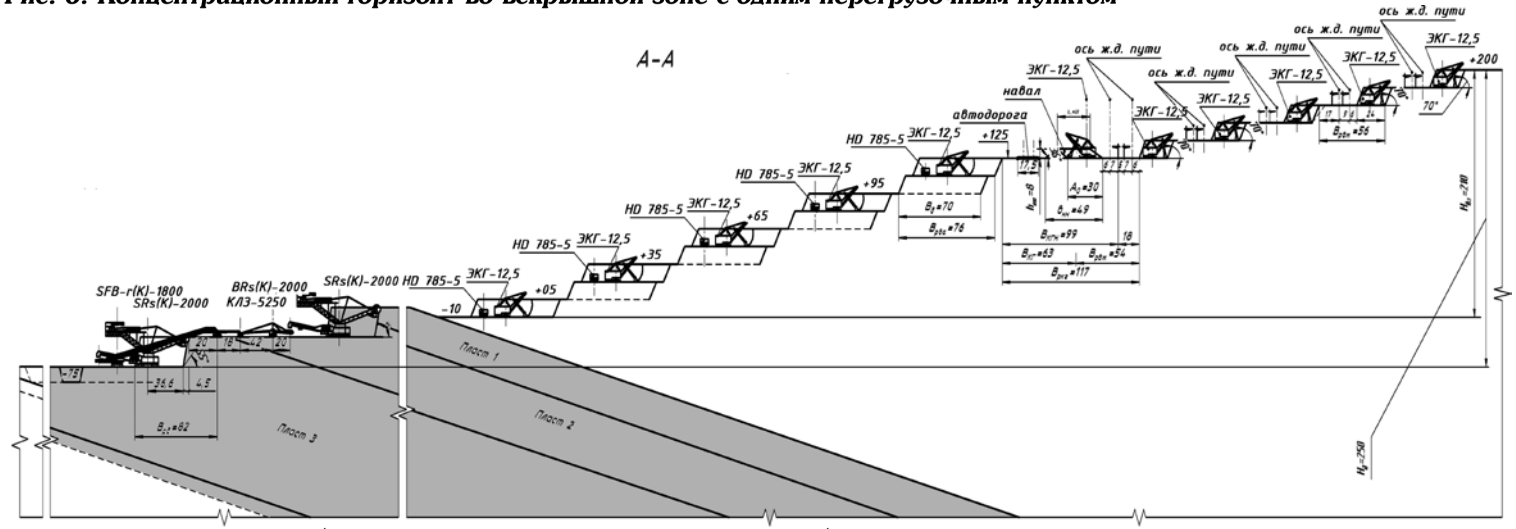

Рис. 7. Схема горных работ при реализации двухуровневой отработки уступов в нижней части вскрышной зоны разреза «Восточный»

ботки уступов поперечными панелями при существующем состоянии горных работ на разрезе «Восточный». Обеспечением равной длины фронта работ уступов в пределах рабочих зон можно стабилизировать производственную мощность с понижением горных работ при минимальных текущих объемах вскрыши.

При равной длине фронта работ всех уступов рабочих зон устраняются затруднения по поддержанию большой производственной мощности карьера до предельных глубин открытой разработки. Равные грузопотоки на каждом уступе позволят эффективно использовать мощные и однотипные экскаваторно-автомобильные комплексы до больших глубин при меньшем разносе бортов карьера. На крутом рабочем борту оставляются транспортные бермы. Фронт работ уступов рабочих зон ориентируется перпендикулярно направлению подвигания фронта работ уступов рабочего борта, что и обеспечивает равенство их длин. За счет выделения нескольких технологических слоев достигается еще большее повышение производственной мощности карьеров. В период перехода на двухуровневую отработку высоких уступов можно уменьшить эксплуатационный коэффициент вскрыши в 1,2–1,7 раза и увеличить подготовленные запасы угля на 25% [13].

Между зонами применения экскаваторно-железнодорожного и экскаваторно-автомобильных комплексов предусматривается оставление концентрационного горизонта. Он позволит формировать перегрузочный пункт для отгрузки части объемов автовскрыши с автомобильного на же-

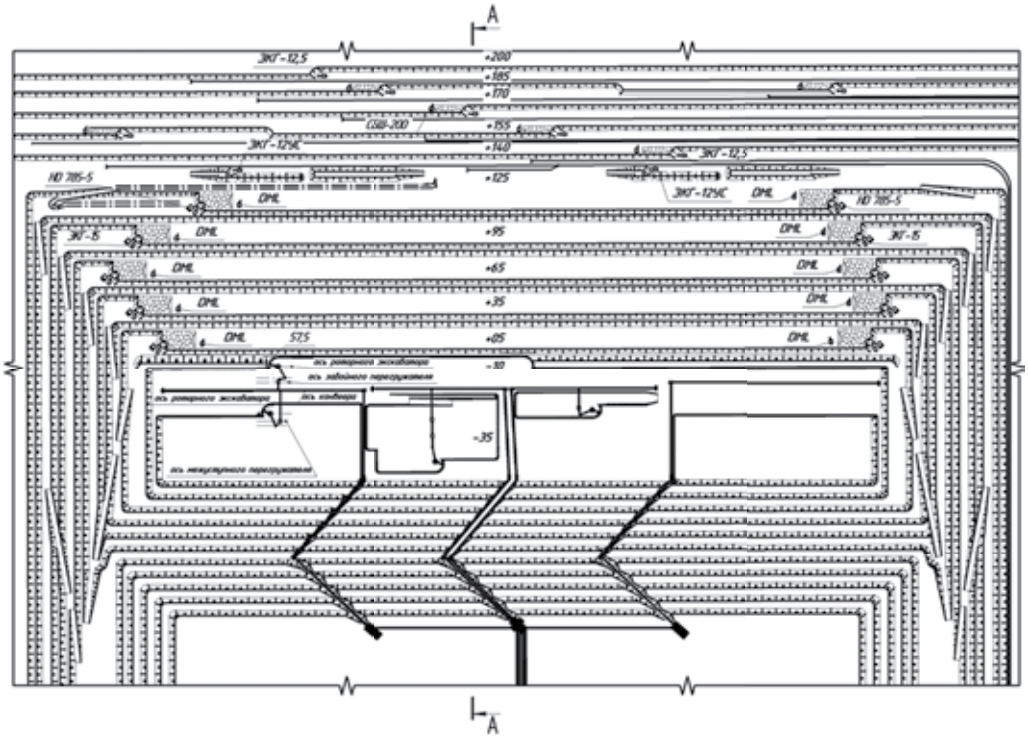

Рис. 8. Положение горных работ на разрезе «Восточный» после завершения реализации второй линии дробильно-конвейерного комплекса

лезнодорожный транспорт (рис. 6). При аварийных и плановых простоях дробильно-конвейерных комплексов временный переход на дополнительное использование комбинированного автомобильно-железнодорожного транспорта повысит вероятность выполнения требуемых текущих объемов выемки вскрышных пород [14].

После перехода на предлагаемую технологию на разрезе «Восточный» (рис. 7) более интенсивно вскрышные работы будут вестись в нижней части вскрышной зоны.

Развитие горных работ на разрезе «Восточный» после внедрения ЦПТ на вскрыше с двумя линиями дробильно-конвейерных комплексов приведено на рис. 8. Увеличение угла откоса нижней части вскрышной зоны позволит интенсифицировать вскрышные работы на контакте с кровлей верхнего угольного пласта и создать условия для усреднения низкозольного и высокозольного углей на ленте конвейера за счет достижения требуемого количества подготовленных запасов.

Выводы

Таким образом, при значительном отставании вскрышных работ (узких рабочих площадках и их отсутствия) ускоренный переход на двухуровневую технологию отработки высоких уступов широкими панелями без существенного влияния на изменение объемов подготовленных запасов угля обеспечит формирование фронта работ уступов рабочих зон перпендикулярно фронту работ уступов рабочего борта. Рабочие зоны (одна при однофланговом вскрытии или две при двухфланговом вскрытии после запуска второй линии дробильно-конвейерного комплекса) перемещаются вдоль рабочего борта с равной длиной фронта работ на всех уступах, соответствующей ширине панели (70–120 м). При полном переходе на двухуровневую технологию отработки уступов поперечными панелями через увеличение объемов подготовленных запасов угля появятся резервы для повышения производственной мощности на разрезе «Восточный».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Арсентьев А.И., Проломова Т.А., Тихонов Р.А.* Динамика параметров и показателей карьера в процессе работы со стабильной производительностью по горной массе // Известия вузов. Горный журнал. – 2001. – № 1. – С. 26–30.

2. *Дриженко А.Ю.* Этапная разработка пород вскрыши железорудных карьеров круто-наклонными выемочными слоями // Горный журнал. – 2011. – № 2. – С. 25–28.

3. *Васильевский В.О.* Формирование ВНБ разреза «Нерюнгринский» в плане и регулирование режима горных работ // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – № 2. – С. 58–63.

4. *Гавришев С.Е., Колонюк А.А., Бурмистров К.В.* Особенности конструирования и расконсервации временно нерабочих бортов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – № 2. – С. 272–275.

5. *Косолапов А.И., Килин Ю.А., Вашлаев И.И., Черепанов Е.В.* Исследование заваленности рабочей зоны при поэтапном ведении горных работ на карьерах // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 3. – С. 210–212.

6. *Черепанов Е.В.* Обоснование технологии горных работ на рудных карьерах имеющих отставание по вскрыше // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – 2006. – Вып. 5(12). – С. 267–270.

7. *Макшеев В.П., Ненашев А.С., Федотенко В.С.* Обоснование периода перехода к разработке вскрышных пород высокими уступами при транспортной технологии // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2012. – № 3. – С. 55–58.

8. *Холодняков Г.А., Андриевский П.В.* Совершенствование метода регулирования режима горных работ с помощью графика минимальных текущих объемов / Записки Горного института. Т. 173. – СПб.: СПГГИ (ТУ), 2007. – С. 38–40.

9. *Холодняков Г.А., Андриевский П.В.* Снижение эксплуатационного коэффициен-

та вскрыши путем формирования временно нерабочего борта для условий Коашвинского карьера / Труды 8-ой международной научно-практической конференции «Освоение минеральных ресурсов Севера: проблемы и решения». Т. 1. – Воркута: ВГИ, 2010. – С. 163–165.

10. *Донченко Т.В.* Способ расконсервации временно нерабочего борта карьера в два этапа с образованием насыпной призмы / Записки Горного института, т. 150, ч. 2. – СПб.: СПГГИ (ТУ), 2002. – С. 33–36.

11. *Ракишев Б.Р., Молдабаев С.К.* Инновационный патент РК на изобретение № 26485 «Способ открытой разработки наклонных и крутых месторождений полезных ископаемых» по заявке № 2012/0049.1 от 11.01.2012 г. Опубл. 14.12.2012, бюл. № 12.

12. *Ракишев Б.Р., Молдабаев С.К.* Инновационный патент РК на изобретение «Способ открытой разработки крутопадающих месторождений полезных ископаемых» по заявке № 2013/1335.1 от 11.10.2013 г. Опубл. 14.12.2012, бюл. № 12.

13. *Rakishev B.R., Moldabayev S.K.* Effective methods of reopening of the areas of open pit fields on flat deposits. Proceedings of the twenty first International Symposium on Mine Planning and equipment selection, New Delhi, India, 2012, P. 573–578.

14. *Rakishev B.R., Moldabaev S.K.* Regarding the Selection of Dumping Station Construction and Parameters of Concentration Horizon. C. Niemann-Delius. (ed.), Proceedings of the 12th International Symposium Continuous Surface Mining. Springer International Publishing Switzerland 2015. – Aachen 2014 Lecture Notes in Production Engineering, pp. 459–471. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Ракишев Баян Ракишевич – академик НАН РК, доктор технических наук, профессор,
e-mail: b.rakishev@mail.ru,
Молдабаев Серик Курашович – доктор технических наук, профессор,
e-mail: moldabaev_s_k@mail.ru,
Рысбеков Канай Бакытович – кандидат технических наук, доцент,
Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева.

UDC 621.271.001.63

TECHNOLOGY OF LIQUIDATION OF STRIPPING WORKS' LAGGING ON OPEN PITS WITH THE USAGE OF EXCAVATING AND AUTOMOBILE COMPLEXES

Rakishev B.R.[1], academician of National Academy of Sciences of Kazakhstan,
Doctor of Technical Sciences, Professor, *e*-mail: b.rakishev@mail.ru,
Moldabayev S.K.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor, *e*-mail: moldabaev_s_k@mail.ru,
Rysbekov K.B.[1], Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
[1] Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev,
050013, Almaty, Kazakhstan.

Results of scientific researches on liquidation of stripping works' lagging on open pits are presented in the work. Two-level technology of high benches' optimization by wide panels with usage of excavating and automobile complexes is described. Its implementation will allow increasing volumes of uncovered reserves with minimal current volumes of stripping works by means of achievement of proportionate development of mining works between all benches of working area and creation of comfortable conditions for operation of mining equipment. Technical solutions on effective conversion to this technology in conditions of considerable lagging of stripping works on open pits are offered and justified. Reduction of lead time of mining works' reconstruction and liquidation of stripping works' lagging is achieved by means of scope of work organization on working areas' benches perpendicularly to the scope of work of steep loading face's benches. In this period values of capping's current ratio is 1,2–1,7 times less in comparison with benches' optimization by linear panels. The comparison of offered stripping works' technology with design layout of mining is made by the example of open cut «Eastern» of Ekibastuz deposit. It is proved that conversion on two-level benches' optimization of

crosscut panels will provide correspondence of stripping works on cyclical-and-continuous method with usage of combined automobile and conveyor transport.

Key words: open development of inclined and steep deposits, stripping works, excavating and automobile complex, working area, loading face, bench, crosscut panels.

REFERENCES

1. Arsent'ev A.I., Prolomova T.A., Tikhonov R.A. *Izvestiya vuzov. Gornyi zhurnal*. 2001, no 1, pp. 26–30.
2. Drizhenko A.Yu. *Gornyi zhurnal*. 2011, no 2, pp. 25–28.
3. Vasil'evskii V.O. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2007, no 2, pp. 58–63.
4. Gavrishev S.E., Kolonyuk A.A., Burmistrov K.V. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2007, no 2, pp. 272–275.
5. Kosolapov A.I., Kilin Yu.A., Vashlaev I.I., Cherepanov E.V. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2006, no 3, pp. 210–212.
6. Cherepanov E.V. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta im. akademika M.F. Reshetneva*. 2006, issue 5(12), pp. 267–270.
7. Maksheev V.P., Nenashev A.S., Fedotenko V.S. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2012, no 3, pp. 55–58.
8. Kholodnyakov G.A., Andrievskii P.V. *Zapiski Gornogo instituta*. T. 173 (Notes of the Mining University, vol. 173), Saint-Petersburg, SPGGI (TU), 2007, pp. 38–40.
9. Kholodnyakov G.A., Andrievskii P.V. *Trudy 8-oi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Osvoenie mineral'nykh resursov Severa: problemy i resheniya»*. T. 1 (Works of the 8th international science and practical conference «Development of mineral resources of the Nord: problems and solutions», vol. 1), Vorkuta, VGI, 2010, pp. 163–165.
10. Donchenko T.V. *Zapiski Gornogo instituta*, t. 150, ch. 2 (Notes of the Mining University, vol. 150, part 2), Saint-Petersburg, SPGGI (TU), 2002, pp. 33–36.
11. Rakishev B.R., Moldabaev S.K. *Innovatsionnyi patent RK na izobretenie № 26485* «Sposob otkrytoi razrabotki naklonnykh i krutykh mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh» (Innovative patent of RK on development no 26485 «Method of open development of inclined and steep mineral deposits»), 14.12.2012.
12. Rakishev B.R., Moldabaev S.K. *Innovatsionnyi patent RK* na izobretenie «Sposob otkrytoi razrabotki krutopadayushchikh mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh» (Innovative patent of RK on development No. "The method of open development of steep mineral deposits), 14.12.2012.
13. Rakishev B.R., Moldabayev S.K. Effective methods of reopening of the areas of open pit fields on flat deposits. *Proceedings of the twenty first International Symposium on Mine Planning and equipment selection*, New Delhi, India, 2012, P. 573–578.
14. Rakishev B.R., Moldabaev S.K. Regarding the Selection of Dumping Station Construction and Parameters of Concentration Horizon. C. Niemann-Delius. (ed.), *Proceedings of the 12th International Symposium Continuous Surface Mining*. Springer International Publishing Switzerland 2015. Aachen 2014 Lecture Notes in Production Engineering, pp. 459–471.

Хочешь поумнеть – читай книги и учись.