УДК 622.2

Д.Е. Горев

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МНОГОПЛАСТОВЫХ КРУПНЫХ БУРОУГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Приведены и проанализированы технологические процессы горных работ на разрезе «Бородинский». Рассмотрены особенности возможной блочной отработки Бородинского месторождений бурого угля. Определены дальнейшие направления развития данного способа, предложен вариант разработки пластов малой мощности и пропластков вскрышных пород по безвзрывной технологии с помощью карьерных комбайнов.

Ключевые слова: эффективность, блочная разработка, цикличнопоточная технология, безвзрывная технология, стреловой комбайн, качество угля.

Комплексные геологические исследования показывают, что Канско-Ачинский бассейн занимает одно из первых мест в мире по запасам угля и представляет крупную реальную базу угольной, энергетической и химической промышленности. В пределах Канско-Ачинского бассейна в настоящее время известно около 30 буроугольных месторождений и 7 угленосных площадей пригодных для открытой разработки. Наиболее крупными месторождениями в западной части бассейна являются: Итатское, Березовское, Боготольское. В восточной части бассейна крупные запасы угля сосредоточены на Абанском и Бородинском месторождениях [1].

Месторождения бассейна имеют весьма благоприятные условия для разработки угля открытым способом. Разрез Бородинский является характерным представителем, ведущих отработку открытым способом крупных многопластовых буроугольных месторождений.

В разрезе отрабатывают 4 угольных пласта общей мощностью до 50 м и падающих под углом 0–3°. Все угли относятся к переходным от марки 2Б до марки 3Б. Они обладают устойчивыми показателями качества, энергетическими и технологическими свойствами.

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 7. С. 175–185.
© 2016. Д.Е. Горев.

Угольный пласт Рыбинский-1 имеет в основном простое строение. Общая мощность пласта изменяется от 0,8 до 4,7 м. Средняя мощность угольного пласта равна – 2,38 м. Пласт Рыбинский-1 является верхним пластом-спутником.

Угольный пласт Рыбинский-2 является вторым от поверхности разрабатываемым пластом-спутником, отделенным в северной части поля от пласта Рыбинский-1 породным прослоем мощностью 0,5–2,0 м. Пласт имеет в основном простое строение с редкими породными прослоями мощностью от 0,10 до 0,35 м. По мощности пласт относится к относительно выдержанным пластам и его мощность пласта изменяется от 3,3 до 9,5 м, а в месте его слияния с пластом Рыбинский-1 мощность возрастает до 13,0 м. Средняя мощность угольного пласта равна 6,74 м.

Угольный пласт Бородинский-1 является самым мощным основным промышленным пластом, имеет повсеместное распространение и рабочую мощность и в основном простое строение. Средняя мощность породных прослоев 0,31 м. Общая мощность пласта изменяется от 20,0 до 53,2 м. Средняя мощность угольного пласта равна – 31,05 м. Выемка угля производится валовым способом.

Угольный пласт Бородинский-2 – самый нижний пласт и в центральной части месторождения отщепляется от пласта Бородинский-1 и прослеживается к востоку от линии расщепления как самостоятельный пласт. Пласт имеет в основном сложное строение, состоит из двух, иногда 3-х пачек угля. Пачки угля отделяются друг от друга прослоями мощностью от 0,1 до 1,5 м. Общая мощность пласта варьируется от 3,0 на восточном фланге до 15,6 м на линии отщепления его от пласта Бородинский-1. Средняя мощность угольного пласта равна – 7,65 м. Пласт Бородинский-2 является вторым основным рабочим пластом. Выемка угля производится селективно.

Таким образом, все отрабатываемые пласты месторождения имеют относительно простое строение, повсеместное распространение и большую среднюю мощность. Эти условия, в сочетании с большой площадью месторождения и тем, что строительство разреза велось в 50–60-е гг., предопределили систему разработки и технологию разработки месторождения.

Последнее техническое перевооружение на разрезе прошло в 80–90-х гг. XX-го века. Основным добычным оборудованием, как наиболее производительным в то время, были приняты роторные экскаваторы различной мощности, а для транспор-

тировки угля и вскрышных пород – железнодорожный транспорт.

В настоящее время эта технология сохранена, как наиболее эффективная при существующих объемах производства и расстояниях транспортировки.

Добычу угля выполняют экскаваторами ЭРП-2500, ЭРП-1600, ЭР-1250, ЭКГ-4у, с погрузкой угля в железнодорожные полувагоны. Откатку осуществляют тепловозами ТЭМ-7 (7А). Уголь вывозят по фланговым траншеям на станцию примыкания на расстояние 7,21 км, откуда отправляется потребителям.

Длина фронта работ для экскаваторов составляет 5–6 км, высота уступов 10–20 м, ширина заходки 20–35 м. Вместимость составов, подаваемых под погрузку, изменяется от 700 м^3 для одноковшовых экскаваторов до 2200 м^3 для роторных экскаваторов.

При ведении вскрышных работ ведут попутную добычу угля с пластов-спутников «Рыбинский-I, II», которые отгружаются экскаватором ЭР-1250. Откатку угля со вскрышных горизонтов осуществляют по соединительному пути через западную выездную траншею в парк Угольная-2 ст. Угольная-2.

Вскрышные уступы отрабатывают экскаваторами ЭКГ-15, ЭКГ-12,5, ЭКГ-8ус с погрузкой на железнодорожный транспорт и вывозом пород во внутренние экскаваторные отвалы с использованием тепловозной тяги локомотивов типа ТЭМ-7. Вскрышные породы вывозят на внутренние отвалы через тоннельную развязку на западное крыло отвалов и в выработанное пространство восточного крыла поля разреза. В качестве транспортных сосудов применяют думпкары 2ВС-105. Приемка вскрышных пород в отвалы производится следующими экскаваторами типа ЭКГ-10, ЭКГ-8и и ЭШ-11/70. Вскрытие пласта Бородинский-2 осуществляют по бестранспортной схеме с применением экскаватора ЭШ-10/70.

Анализ существующих технологий ведения вскрышных работ, проведенный менеджментом компании СУЭК, а также некоторыми исследователями, показал, что на современном этапе развития механизации горнодобывающего и горнотранспортного оборудования технологии железнодорожной вскрыши, уступают в эффективности экскаваторно-автомобильным комплексам большой мощности (мехлопаты с емкостью ковша более 15 м^3 и самосвалы с грузоподъемностью более 120 т) [2].

Об этом также свидетельствует практический опыт отработки месторождений и переход угольных разрезов с железнодорожного транспорта на автомобильный.

Вместе с тем, применение автомобильного транспорта в условиях обширных месторождений требует кардинального пересмотра технологии ведения горных работ. Уменьшение расстояния транспортировки при применении автомобильного транспорта обеспечивается делением фронта работ на блоки, длиной по фронту около 2 км соединенными с внутренними отвалами породными перемычками или переходной зоной создаваемой непосредственной стыковкой вскрышных горизонтов и отвальных ярусов совмещенных блоков (рис. 1) [3].

Предлагаемая технология, безусловно, позволит существенно повысить эффективность разработки Бородинского месторождения. Однако и она имеет ряд сдерживающих факторов:

- постоянное увеличение расстояния транспортирования до перегрузочного бункера за счет подвигания фронта работ;
- из-за применения экскаваторов большой единичной мощности происходит увеличение потерь, ухудшение качества и уменьшение полноты выемки угля пластов Рыбинский-1 и Рыбинский-2;
- невозможность перехода на поточную технологию из-за высокой крепости пород и необходимости применения БВР.

Это требует поиска новых решений, обеспечивающих дальнейшее повышение эффективности предлагаемой схемы. При этом потребуется сочетать блочную схему отработки с безвзрывной циклично-поточной технологией (далее – ЦПТ).

Это, в условиях Бородинского разреза, позволит эффективно управлять грузопотоками и сократить затраты на транспортировку горной массы.

При предлагаемой схеме блоки отрабатывают в шахматном порядке, позволяющем сократить расстояние транспортировки автомобильной вскрыши до 2–3 км. Кроме того, за счет ведения горных работ в опережающих блоках исключается пересечение грузопотоков из-за ведения вскрышных и добычных работ в соседних блоках в разное время и одновременно через блок. Размещение приемного бункера в центральном блоке на почве пласта Бородинский-2 позволит минимизировать затраты на транспортировку угля за счет движения груженых автосамосвалов по горизонтальным участкам и на спуск, а также повысить производительность автомобильного транспорта при сокращении плеча откатки (рис. 2) [4].

Дополнительно для повышения эффективности разработки пластов малой мощности и пропластков вскрышных пород высокой прочности предлагается применять горные комбайны.

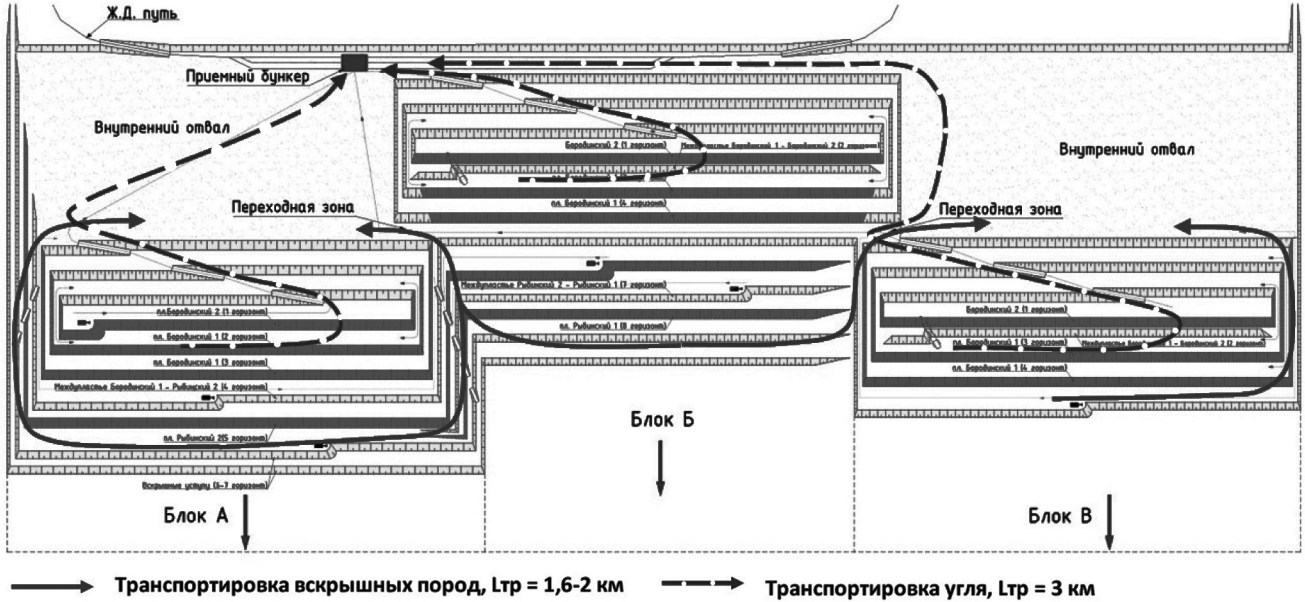

Рис. 1. Блочная разработка разреза «Бородинский» с применением автомобильного транспорта на добыче и вскрыше

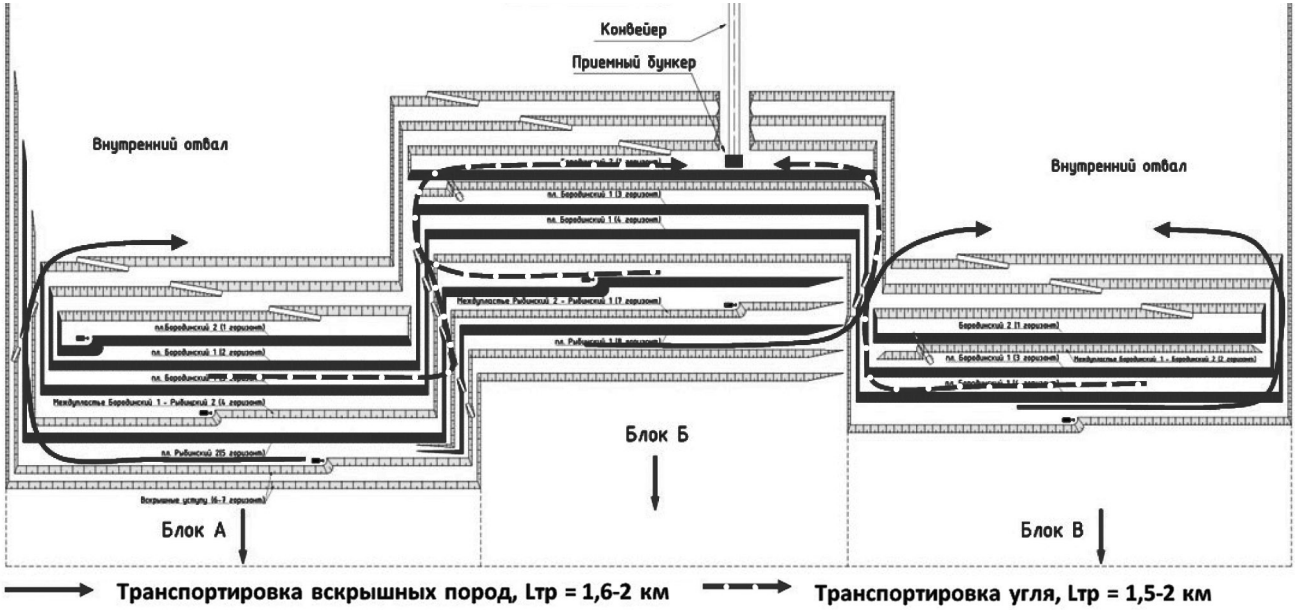

Рис. 2. Вскрышные и добычные грузопотоки на разрезе Бородинский при блочной схеме разработки и циклично-поточной технологии

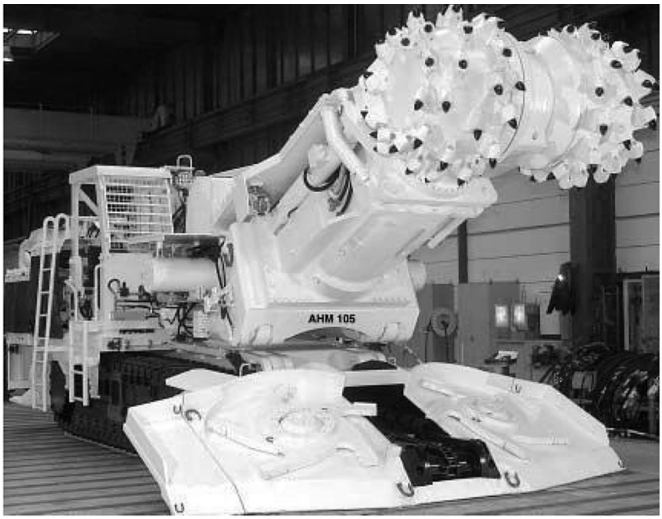

Рис. 3. Стреловой фрезерный комбайн VOEST-ALPINE BERGTECHNIK AHM 105

Карьерные комбайны, в отличие от роторных и одноковшовых экскаваторов, представляют собой мобильные машины с высокой скоростью передвижки. Исходя из опыта их использования, наибольшую эффективность показали стреловые карьерные комбайны, позволяющие вести выемку прочных пород [5].

В настоящее время в различных странах мира комбайны данного типа используют при разработке месторождений известняков и других полезных ископаемых. Причем на некоторых карьерах мира они являются основным видом добычного оборудования. Пионером в области производства стреловых фрезерных комбайнов является компания «VOEST-Alpine» (рис. 3).

Конструктивные особенности комбайна позволяют:

• отрабатывать породы прочностью 20–80 МПа без применения БВР;

• вести выемку уступами высотой 5–10 м при ширине отрабатываемого блока 6,5–16,7 м;

• обеспечить возможность фрезерования откосов уступов на высоту вылета стрелы, а также ведение селективной выемки даже при разработке крутопадающих пластов;

• адаптировать режимы его работы к типу отрабатываемых пород за счет изменения скорости вращения и вибрации рабочего органа, а также скорости подвигания комбайна на забой.

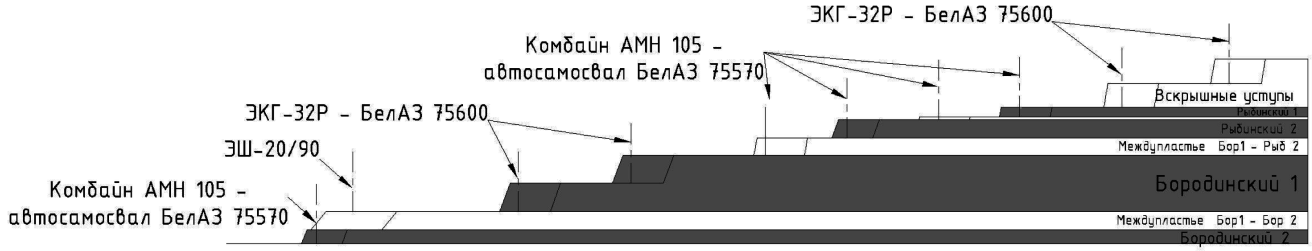

Рис. 4. Конструкция рабочего борта разреза «Бородинский»

Вариант циклично-поточной и безвзрывной технологии на разрезе «Бородинский»

№	Вид работ	Горно-технические условия		Горнотранспортное оборудование		
		Мощность угольных пластов / вскрышных пород, м	Высота уступа, м	Выемочно-погрузочное оборудование	Автотранспорт	Конвейерный транспорт
1	Вскрышные работы над пластом Рыбинский 1	18–32	16,0–18,0	Экскаватор ЭКГ-32Р	Автосамосвал БелАЗ 75600	Приемный бункер + конвейер $L_{конв}$ = от 300 м
2	Добычные на пласту Рыбинский-1	3–4	3,0–4,0	Комбайн VOEST-ALPINE AHM 105	Автосамосвал БелАЗ 75570	
3	Вскрышные на междупластье Рыбинский-1 и Рыбинский-2	1–2	1,0–2,0			
4	Добычные на пласту Рыбинский-2	4–9	4,0–4,5			
5	Вскрышные на междупластье Рыбинский-2 и Бородинский-1	8–9	4,0–4,5			
6	Добычные на пласту Бородинский 1	23–42	12,0–15,0	Экскаватор ЭКГ-32Р	Автосамосвал БелАЗ 75600	
7	Вскрышные на междупластье Бородинский-1 и Бородинский-2	9–14	9,0–14,0	Экскаватор ЭШ-20/90	–	
8	Добычные на пласту Бородинский 2	3–7	3,0–3,5	Комбайн VOEST-ALPINE AHM 105	Автосамосвал БелАЗ 75570	

Таким образом, горно-геологические условия способствуют эффективному применению в условиях разреза «Бородинский» экскаваторов большой единичной мощности и автомобильного транспорта на вскрыше и мощных пластах. А применение стреловых фрезерных комбайнов с погрузкой на автомобильный транспорт позволит наиболее эффективно отрабатывать часть вскрышных пород и пласты Рыбинский-1, Рыбинский-2 и Бородинский-2 (таблица, рис. 4).

В целом, применение циклично-поточной технологии позволит оптимизировать затраты на транспортировку горной массы и максимально эффективно использовать автомобильный транспорт за счет сокращения расстояния транспортировки до 0,5–2 км (в зависимости от длины добычного фронта). При этом основной грузопоток угля будет направлен либо на спуск или горизонтально, что также позволит эксплуатировать автосамосвалы в наиболее эффективных условиях.

Применение же стреловых фрезерных комбайнов на открытых горных работах имеет следующие преимущества:

- ведение работы без применения БВР;
- возможность реализации поточной технологии горных работ в полускальных породах;
- сокращение численности обслуживающего персонала;
- уменьшение потерь и разубоживания полезных ископаемых при селективной выемке;
- улучшение качества добываемого угля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гаврилин К. В.*, *Озерский А. Ю.* Канско-Ачинский угольный бассейн: монография / Под. ред. В. Ф. Череповского. – М.: Недра, 1996. – 272 с.

2. *Федоров А. В.* Обоснование технологии и комплексов оборудования для модернизируемых мощных буроугольных разрезов. Дисс. ... канд.техн.наук. – Иркутск, 2013.

3. *Федоров А. В.* Технология разработки Бородинского буроугольного месторождения при модернизации разреза // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – ОВ 2. – С. 166–179.

4. *Федоров А. В.*, *Горев Д. Е.* Использование циклично-поточных технологий на добыче угля в целях повышения операционной эффективности работы разрезов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 6. – С. 131–140.

5. *Губенко А. А.*, *Ле Бинь Зыонг*, *Грабский А. А.*, *Петров И. В.* Современное состояние и перспективы развития конструкций карьерных комбайнов для безвзрывной послойной выемки прочных пород // Научный вестник Московского государственного горного университета. – 2010. – № 7. – С. 24–30. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Горев Денис Евгеньевич – заместитель начальника управления промышленной безопасности, экологии, охраны и медицины труда, АО «СУЭК-Красноярск»,
e-mail: gorevde@suek.ru.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 7, pp. 175–185.

UDC 622.2

D.E. Gorev

IMPROVEMENT OF MINING TECHNOLOGY FOR LARGE SANDWICH BROWN COAL FIELDS

The article gives the review and analysis of mining processes at Borodinsky open pit mine. Features of potential block-wise mining of Borodinsky brown coal field are discussed. The author specifies further improvement of the proposed method and offers an alternative mining technique for thin beds and partings using the non-explosive technology and heading machines.

Key words: efficiency, mining by blocks, cyclical-and-continuous method, non-explosive technology, boom heading machine, coal quality.

AUTHOR

Gorev D.E., Deputy Head of Department,
e-mail: gorevde@suek.ru,
JSC «SUEK-Krasnoyarsk»,
660049, Krasnoyarsk, Russia.

REFERENCES

1. Gavrilin K. V., Ozerskiy A. Yu. *Kansko-Achinskiy ugol'nyy basseyn*: monografiya. Pod. red. V. F. Cherepovskogo (Kansk-Achinsk coal basin: monograph. Cherepovskiy V. F. (Ed.)), Moscow, Nedra, 1996, 272 p.

2. Fedorov A. V. *Obosnovanie tekhnologii i kompleksov oborudovaniya dlya modernizirue-mykh moshchnykh burougol'nykh razrezov* (Evaluation of the technology and equipment for thick brown coal open pit mines under modernization), Candidate's thesis, Irkutsk, 2013.

3. Fedorov A. V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2013. Special edition 2, pp. 166–179.

4. Fedorov A. V., Gorev D. E. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, no 6, pp. 131–140.

5. Gubenko A. A., Le Bin' Zyong, Grabskiy A. A., Petrov I. V. *Nauchnyy vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta*. 2010, no 7, pp. 24–30.