

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF OPEN MINING OF DIFFICULT STRUCTURAL COAL DEPOSITS

*A. Galimyanov,
senior researcher,
candidate of technical sciences;*

*A. Cheban,
leading researcher,
candidate of technical sciences,
Institute of Mining of the Far Eastern branch,
Khabarovsk.*

High requirements for the quality of coal supplied for export predetermine the need to ensure highly selective mining of rocks. The article proposes a combined technology for the development of complex-structured coal deposits using an improved drilling and blasting scheme with disintegration of relatively strong rocks between the layers by camouflage charges. Selective mining of coal and thin rock layers is proposed to be carried out, respectively, by a bulldozer-loosening unit and a layer-by-layer milling machine.

Keywords: drilling and blasting, coal seam, thin rock layers, mechanical loosening, selective excavation.

*А.А. Галимьянов,
старший научный сотрудник,
кандидат технических наук;
А.Ю. Чебан,
ведущий научный сотрудник,
кандидат технических наук,
Институт горного дела
Дальневосточного отделения Российской академии наук
(ИГД ХФИЦ ДВО РАН),
г. Хабаровск.*

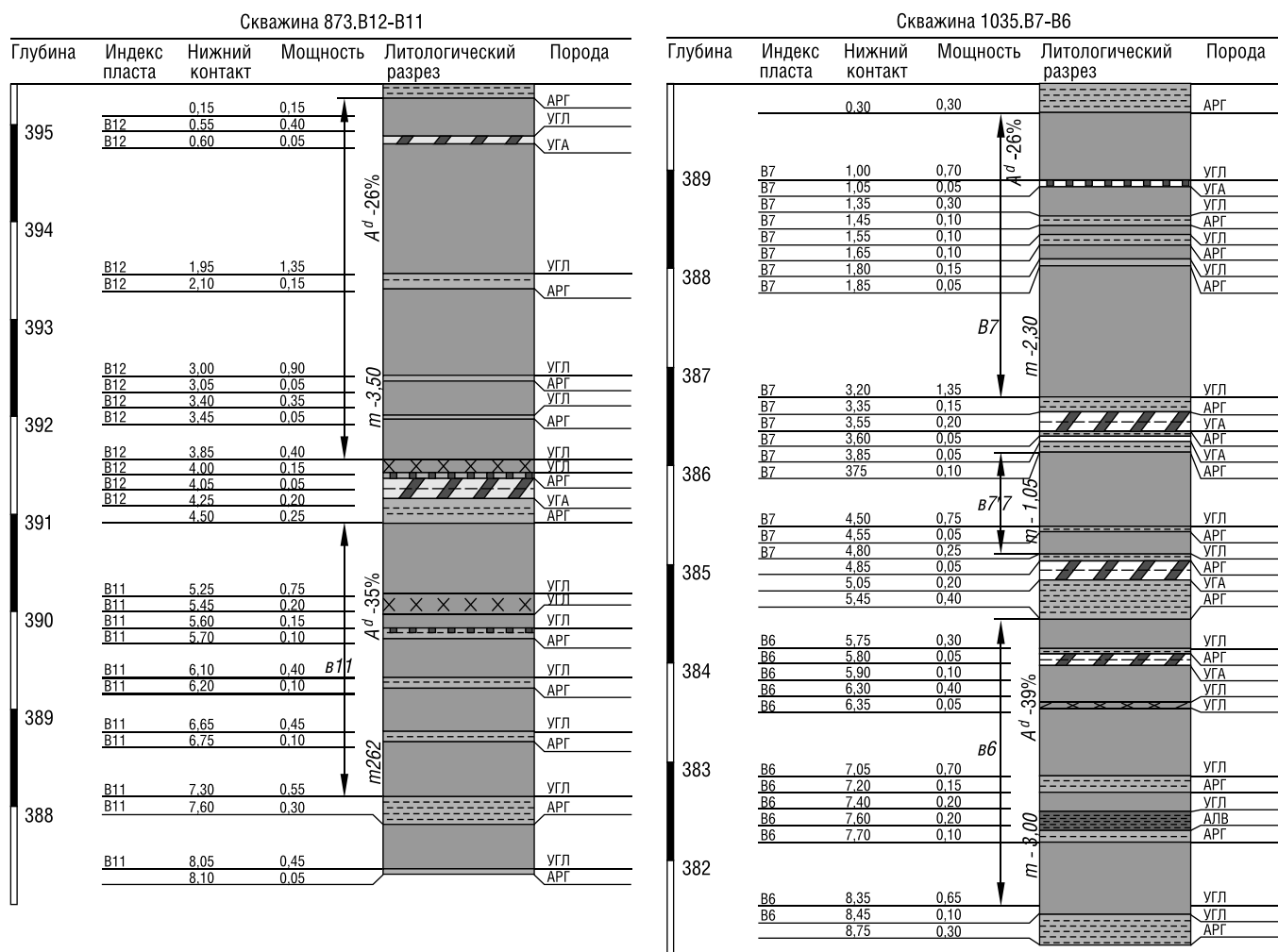
Ключевые слова: буровзрывные работы, угольный пласт, тонкие породные прослои, механическое рыхление, селективная выемка.

Российская Федерация является одним из мировых лидеров по добыче и экспорту угля, на долю страны приходится около 5% мировой угледобычи и порядка 15% мировых поставок угля на экспорт [1]. Для обеспечения приемлемого уровня рентабельности горнодобывающим предприятиям необходимо изыскивать возможности повышения эффективности производства, которое может быть достигнуто за счет увеличения производительности и снижения эксплуатационных затрат при ведении открытых горных работ [2-4]. На экспорт отправляется около половины, добываемого в стране угля, крупнейшими импортерами угля являются Китай, Южная Корея и Япония, в связи с чем, наиболее перспективными с точки зрения наращивания производственного потенциала являются угольные месторождения Дальнего Востока и Восточной Сибири [5].

На Дальнем Востоке активно растет угледобыча в республике Саха (Якутия) и в Хабаровском крае, так АО «Ургалуголь» крупнейшее угледобывающее предприятие Хабаровского края, значительная часть продукции которого отправляется на экспорт, по этой причине, к добываемому углю предъявляются высокие требования. В 2020 году на предприятии было добыто 7,33 млн. т угля, рост к уровню 2019 года составил 17% [1]. Предприятием ведется как подземная, так и открытая добыча угля. Открытым способом разрабатывается разрез «Буреинский-2», расположен-

ный в центральной части Ургальского каменноугольного месторождения, промышленное значение на разрезе имеют пласты В14, В12-В-11, В7-В6, В5-В4 со сложным и весьма сложным строением с включениями различной мощности прослоев алевролитов, аргиллитов, туффитов, углистых пород с коэффициентом крепости 3-4 единицы по М.М. Протодяконову (рис. 1).

Добываемый уголь имеет коэффициент крепости 1,5-2 единицы по шкале М.М. Протодяконова, относится к марке Г и используется в качестве энергетического топлива. Разнопрочные мерзлые вмещающие породы представлены песчаником на глинистом цементе и алевролитами прочностью 4-6 единиц по шкале М.М. Протодяконова. В последние годы в технологии разработки угля на разрезе «Буреинский-2» произошли существенные изменения, первоначальная технологическая схема, предполагавшая последовательное взрывание вмещающих пород в три этапа и механическую выемку, была заменена на новую технологию, позволяющую осуществлять взрывание вмещающих пород за один этап [6]. При этом новая технология, обеспечивающая одновременное взрывное рыхление вмещающих угольных пластов пород всячего и лежачего боков, позволяет сохранить неизменное пространственное положение угольных пластов для их последующей механической выемки. Рыхление и выемка угля и породных прослоев производится бульдозерно-рыхлительным агрегатом Komatsu 375, при этом первоначально проводится рыхление пород, а затем их сталкивание под уклон бульдозерным отвалом, где горная масса грузится в автосамосвалы посредством одноковшовых экскаваторов или погрузчиков. При этом взрывные работы разупрочняют пласт угля, в результате чего производительность бульдозерно-рыхлительного агрегата возросла примерно на 15-17% в сравнении с традиционной технологией. Новая технология позволила существенно сократить расход взрывчатых веществ, уменьшить количество технологических операций и объем бурения, снизить эксплуатационные расходы на ведение добычных работ. Однако отработка угольных пластов мощными бульдозерно-рыхлительными агрега-



тами не позволяет вести качественную селективную выемку тонких породных пропластков мощностью 0,10-0,15м, которые отрабатываются совместно с углем, повышая его зольность. Повышение зольности угля выше нормативной ставит под угрозу план по обогащению и сбыту, так как уголь идет на экспорт и к нему предъявляются жесткие требования по качеству, в том числе теплоте сгорания. В отдельных случаях возникают сложности с рыхлением междупластий мощностью 0,5-1,5м, которые сложены породами прочностью 4-6 единиц по шкале М.М. Протодяконова, так как энергии динамического воздействия взрыва недостаточно для качественной проработки соответствующих промежуточных целиков.

Для повышения качества угля, поступающего на обогатительные фабрики на некоторых месторождениях, ведется селективная выемка породных прослоев. Так на Талдинском угольном месторождении ведется селекция внутренних прослоев пластов 90 и 88-87 с выводом до 50-70% породы в отвал, чем достигается снижение зольности с 25-35% до 18,8% в объединенном потоке [7]. Поступление на обогащение однородных по качеству потоков углей при отработке месторождений обеспечивает повышения выхода концентрата на 4-6% [8].

Целью данной работы является повышение эффективности добычных работ посредством увеличения производительности механического рыхления путем улучше-

ния сотрясательного разупрочнения сложноструктурных угольных пластов, а также повышения качества добываемого угля за путем селективной выемки тонких породных прослоев с применением машины послойного фрезерования.

Институтом горного дела ДВО РАН предлагается комбинированная технология выемки сложноструктурных угольных пластов и вмещающих пород, обеспечивающая более эффективное разупрочнение угольных пластов и их последующую механическую выемку. Для более качественного дробления междупластья 1 рекомендуется усовершенствованная схема проведения буровзрывных работ (рис. 2) с применением дополнительных зарядов камуфлета.

Заряды вмещающих пород и междупластья имеют следующую конструкцию:

- ✧ аряд висячого породного блока 2 (рис. 2 б) состоит из взрывчатого вещества 3, породной забойки 4 и воздушной подушки 5, которая формируется при помощи скважинного затвора 6 на стойке в перебуре 7 глубины 1-1,5 м [9];
- ✧ заряд висячого породного бока 2 (рис. 2 в) включает взрывчатое вещество 3, породную забойку 4 и воздушную подушку 5 высотой 1м, которая формируется над угольным пластом 8 с помощью скважинного затвора 6 на стойке, либо путем размещения взрывчатого вещества 3 в полипропиленовом рукаве 9;

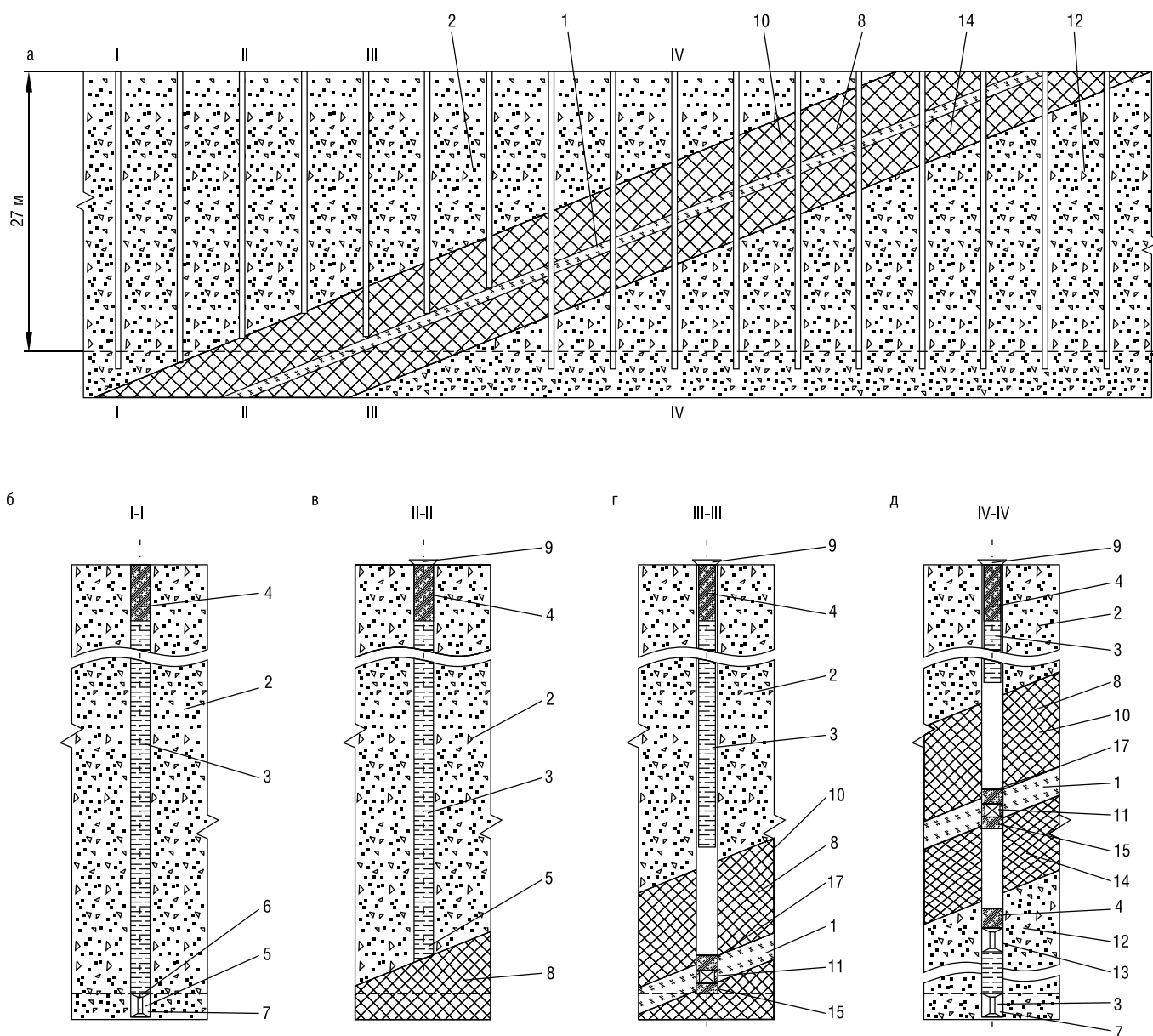


Рис. 2. Усовершенствованная схема ведения буровзрывных работ:

а - расположение взрывных скважин в сложноструктурном выемочном блоке; б, в - конструкции зарядов висячего породного блока; г, д - конструкции зарядов с камуфлетом в междупласть.

✧ заряд с перебором висячего породного бока 2 и верхней пачки 10 угольного пласта 8 с междупластьем 1 (рис. 2 г) формируется с использованием заряда камуфлета 11 в междупласть 1, а также породной забойки 4 и взрывчатого вещества 3 размещенного в полипропиленовом рукаве 9 на расстоянии 1 м от верхней пачки 10 угольного пласта 8;

✧ заряд с перебором угольного пласта 8 и лежачего породного блока 12 (рис. 2 д) формируется на воздушной подушке 5 в переборе 7 лежачего породного бока 12 и породной забойкой 4 на воздушном промежутке 13, далее с зарядом камуфлета 11 в междупласть 1, далее взрывчатым веществом 3 в полипропиленовом рукаве 9 на расстоянии 1 м выше угольного пласта 8 и породной забойки 4.

Заряд камуфлета 11 для междупластья 1 мощностью 1 м формируется в следующей последовательности (рис. 2 д):

устанавливается скважинный затвор на сопряжении нижней пачки угля 14 и междупластья 1, далее формируется нижняя забойка 15 с помощью бурового шлама – 0,3 м, затем опускается промежуточный детонатор 16 (эмульсионный патрон массой 3 кг) – 0,4 м, далее формируется верхняя забойка 17 – 0,3 м. Верхняя 15 и нижняя 17 забойки запирают продукты детонации, тем самым усиливая разупрочняющее воздействие взрыва. Параметры заряда междупластья забойка-заряд-забойка подбираются опытно-промышленным путем, в том числе в зависимости от мощности междупластья.

Высота взрывающего уступа составляет 27 м, взорванные вскрышные породы висячего породного блока удаляются одноковшовым экскаватором подступами высотой по 9 м. Применение усовершенствованных зарядов междупластья с двойной забойкой позволяет более качественно дезинтегрировать вмещающие породы. После удаления вскрыши

бульдозерно-рыхлительный агрегат рыхлит уголь и сталкивает его к подошве уступа, где он грузится в автосамосвалы. Тонкие породные прослои извлекаются селективно с помощью дополнительного горного оборудования.

Обеспечить высокопроизводительное рыхление относительно прочных пород и селективную выемку тонких породных прослоев позволяют горные машины с рабочими органами фрезерного типа — карьерные комбайны и машины послойного фрезерования [10–11]. При этом карьерные комбайны обеспечивают рыхление массива и погрузку горной массы в транспортные средства, однако, при среднем угле падения 19° угольных пластов разреза «Буреинский-2» применение совместно с карьерным комбайном автосамосвалов невозможно. Для разработки тонких прослоев целесообразно использовать машину послойного фрезерования на базе гусеничного трактора. Так в СССР в 80–90-х годах прошлого века на базе трактора Т-130МГ-1 выпускалась машина послойного фрезерования ДП-31АХЛ, предназначенная для механизации планировочных работ, разработки мерзлых грунтов, в горном производстве данная машина применялась для рыхления известняков и тонких прослоев угля с производительностью до 150 м³/ч [12]. Фрезерный рабочий орган установлен в задней части ДП-31АХЛ, а бульдозерный отвал — в передней, таким образом, после рыхления, машина бульдозерным отвалом может перемещать и штабелировать полученную горную массу.

При достижении тонкого породного прослоя мощностью 0,1–0,15 м машина послойного фрезерования рабочим органом 1 рыхлит породный прослой 2 на его полную мощность, а последующими проходами бульдозерным отвалом 3 сталкивает разрыхленную пустую породу 6 к подошве уступа, управление рабочим оборудованием осуществляется посредством гидроцилиндров 4, 5 (рис. 3).

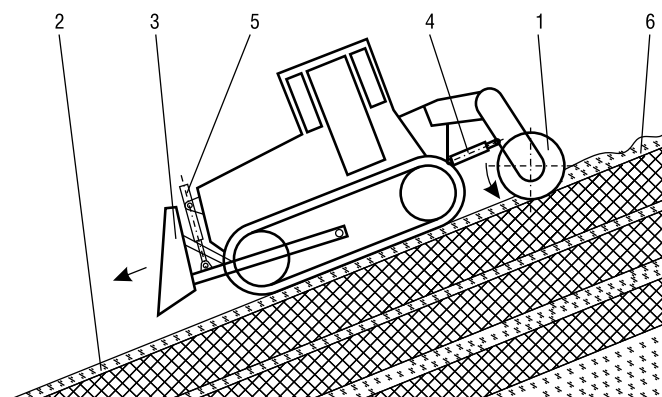


Рис. 3. Машина послойного фрезерования на разработке тонких породных прослоев.

Транспортировка горной массы под уклон обеспечивает возможность перемещения перед бульдозерным отвалом призмы волочения большого объема, что существенно повышает производительность машины.

Применение усовершенствованной комбинированной технологии позволит повысить эффективность разработки сложноструктурных угольных пластов. Ведение взрывных работ с применением дополнительных зарядов камуфлета с двойной забойкой, располагаемых в области междупластья, обеспечивает более качественную дезинтеграцию угольного пласта с породными прослоями. Снижение прочностных свойств пород угольного пласта позволяет увеличить производительность механической выемки. Селективная выемка тонких угольных прослоев с применением машины послойного фрезерования обеспечивает снижение зольности угля и дает возможность регулировать качество полезного ископаемого в процессе добычных работ. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь–декабрь 2020 года // Уголь. 2021. № 3. С. 27–43.
2. Rong Zh. New insights into the permeability-increasing area of over-lying coal seams disturbed by the mining of coal // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2018. № 1. Рр. 352–364.
3. Чебан А.Ю. Способ и оборудование для открытой разработки маломасштабных крутопадающих месторождений // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2017. Т. 15. № 3. С. 18–23.
4. Riazzi M.R., Gupta R. Coal Production and Processing, Technology Taylor & Francis Group, LLC, 2016, 535 p.
5. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь–декабрь 2018 года // Уголь. 2019. № 3. С. 64–79.
6. Шевкун Е.Б., Лешинский А.В., Иванченко С.Н., Галимьянов А.А. Технология выемки наклонных угольных пластов в АО «Ургалуголь» // Горный журнал. 2018. № 10. С. 43–48.
7. Фрейдина Е.В., Ботвинник А.А., Дворникова А.Н. Системное управление качеством углей при открытой разработке месторождений Сибири. Новосибирск: СО РАН; Наука, 2019. 264 с.
8. Курленя М.В., Соболев А.Н., Фрейдина Е.В. Стратегия повышения качества и конкурентоспособности углей при открытой разработке месторождений Кузнецкого бассейна // ФТПРПИ. 1996. № 1. С. 50–62.
9. Патент на полезную модель РФ № 175829. Устройство для рассредоточения скважинных зарядов.
10. Чебан А.Ю. Совершенствование циклично-поточных технологий ведения горных работ с применением карьерных комбайнов // Маркшейдерия и недропользование. 2019. № 1. С. 20–22.
11. Чебан А.Ю. Классификация технологических схем применения карьерных комбайнов // Системы. Методы. Технологии. 2015. № 2. С. 159–163.
12. Дорожные машины: Отраслевой каталог. М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1987. 510 с.