

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online)

**ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ** НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ **ЖУРНАЛ**

# УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

[WWW.UGOLINFO.RU](http://WWW.UGOLINFO.RU)

# 1-2016

## СУХОЕ ОБОГАЩЕНИЕ УГЛЯ

### НА ВЫСОКОЙ СКОРОСТИ

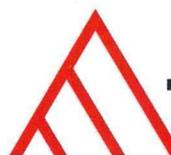
ЭФФЕКТИВНАЯ СЕПАРАЦИЯ НА ОСНОВЕ СЕНСОРОВ С 1988 г.

 **TOMRA** |  
SORTING SOLUTIONS | MINING

**МИРОВОЙ ЛИДЕР**

144006, Московская область, г.Электросталь, ул. Северная, 5; тел.: 8(495)580-7802; e-mail: info@thrane.ru

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ПОСТАВКИ  
В РОССИЮ И СНГ

 **ТРАНЕ**  
ТЕХНИКА

# Опыт эффективной разработки угля открытым способом в сложных горно-геологических условиях

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2016-1-4-7>**ПИКАЛОВ Вячеслав Анатольевич**

Доктор техн. наук, начальник отдела  
ООО «НТЦ-Геотехнология»,  
454080, г. Челябинск, Россия,  
тел.: +7 (351) 220-22-00, e-mail: pikalov@ustup.ru

**ЛАПАЕВ Василий Николаевич**

Канд. техн. наук, технический консультант  
ООО «НТЦ-Геотехнология»,  
454080, г. Челябинск, Россия,  
e-mail: lapaev@ustup.ru

**ЦУКЕРМАН Александр Ильич**

Горный инженер, г. Москва, Россия,  
e-mail: tsu.alex2012@yandex.ru

В условиях возрастания требований к рациональному использованию недр все более актуальными и востребованными становятся эффективные технологии извлечения полезных ископаемых. В статье представлен успешный отечественный и зарубежный опыт добычи угля в сложных горно-геологических условиях. Определено, что главные факторы, обеспечивающие эффективность горных работ, — это организация высокопроизводительной работы оборудования и технологические схемы, обеспечивающие минимизацию объемов горнотранспортной работы, вспомогательных операций, разубоживания и потерь угля. Приведены технические и технологические решения, обеспечивающие эффективность добычи угля в сложных горно-геологических условиях.

**Ключевые слова:** угольный разрез, эффективность, сложные горно-геологические условия, технико-технологические решения.

оценкам от 20 до 30 % от балансовых запасов [2, 3]. Вовлечение их в отработку сдерживается отсутствием эффективных технологий. В то же время имеется достаточный опыт эффективного функционирования разрезов, разрабатывающих уголь в сложных горно-геологических условиях.

Успешный опыт открытой разработки угля в сложных условиях имеет разрез «Юньягинский», который был создан в июле 2000 г. для отработки забалансовых запасов угля ликвидированной шахты «Юнь-Яга» [4]. Разрез до настоящего времени является единственным в мире предприятием, добывающим уголь открытым способом в условиях Крайнего Севера. Концепция отработки запасов и главные характеристики разреза «Юньягинский» были определены в 2000-2001 гг. ООО «НТЦ-Геотехнология» (г. Челябинск) и до настоящего времени поэтапно реализуется в его проектах.

В пределах Юньягинской мульды околонулена площадь с ресурсами до 10 млн т особо ценных углей марки «К». Объем добычи составляет 500-600 тыс. т в год (рис. 1). В последние годы текущий коэффициент вскрыши увеличился с 10-15 м<sup>3</sup>/т в 2001-2009 гг. до 22-23 м<sup>3</sup>/т в 2011-2012 гг. Объем вскрышных работ в 2012 г. превысил 14 млн м<sup>3</sup>.

Несмотря на столь значительное ухудшение горнотехнических условий отработки, экономические показатели работы разреза удалось удержать на достаточно приемлемом уровне, обеспечивающем устойчивое функционирование предприятия. Главные факторы, обеспечивающие эффективность горных работ [5]:

1. Организация высокопроизводительной работы оборудования.
2. Технологические схемы, обеспечивающие минимизацию объемов горнотранспортной работы и вспомогательных операций.

Требования рационального использования недр становятся все более актуальными, а эффективные технологии извлечения полезных ископаемых, в том числе и угля — все более востребованными [1, 2]. Для российских угледобывающих предприятий общепринято считать кондиционными следующие угольные пласты: для открытых работ — с мощностью не менее 1,2 м; для подземных работ (при применении комплексно-механизированных забоев) — с мощностью не менее 0,7 м и углом залегания по падению не более 35 градусов.

Запасы угля, не соответствующие указанным требованиям достигают по разным

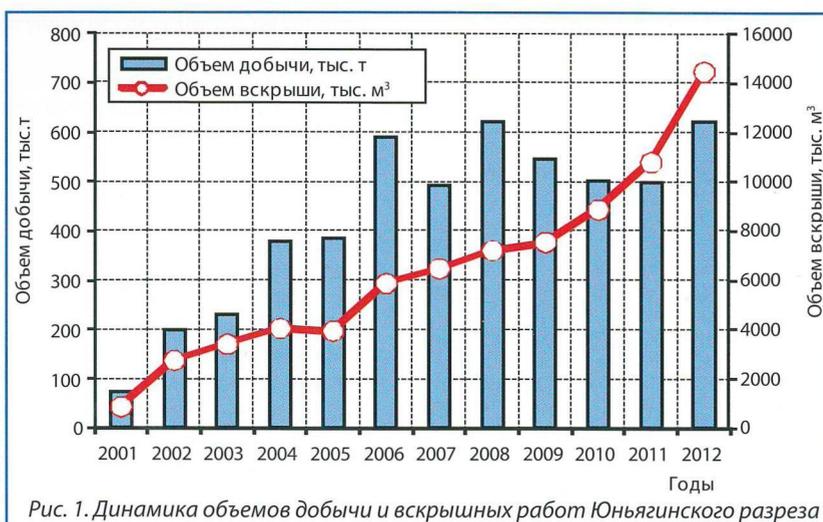


Рис. 1. Динамика объемов добычи и вскрышных работ Юньягинского разреза

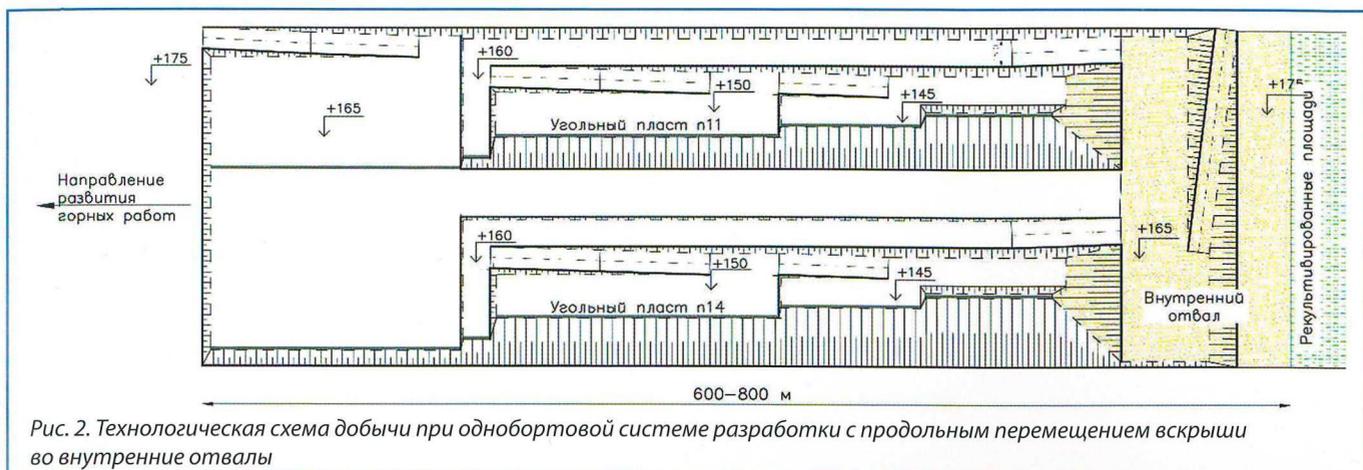


Рис. 2. Технологическая схема добычи при однобортковой системе разработки с продольным перемещением вскрыши во внутренние отвалы

Предусмотрены поперечные технологические схемы, обеспечивающие среднее расстояние транспортирования вскрышных пород в диапазоне 400-600 м, а также применение внутреннего отвалообразования и параллельной рекультивации отработанных участков (рис. 2).

Вскрышные породы транспортируются по концентрационным горизонтам внутри карьерной выработки и складированы во внутренний отвал вслед за продвижением добычного фронта, длина которого не превышает 600-800 м. За счет компактной схемы обеспечивается значительная интенсивность отработки, при которой срок стояния бортов разреза в напряженном состоянии (до момента засыпки их внутренним отвалом) составляет несколько месяцев. За счет этого появляется возможность увеличить угол откоса борта и уменьшить общие объемы вскрышных работ. Использование поперечной технологической схемы обеспечивает и низкий коэффициент землепользования, который на Юньягинском разрезе составил 0,35 м<sup>2</sup>/т.

Эксплуатационные потери на Юньягинском разрезе составляют от 15 до 30%. Такое высокое значение потерь обусловлено углом залегания пластов по падению от 20 до 50 градусов и их мощностью от 0,5 до 1 м. Кроме того, необходимо учитывать, что разрез отработывает запасы, ранее списанные с баланса как неэффективные. Фактически, с точки зрения рационального использования недр можно говорить не столько о потерях, сколько о вовлечении в отработку запасов, традиционно не считавшихся экономически эффективными.

В дальнейшем, когда разработка месторождения открытым способом становится экономически нецелесообразной, то наличие производственной инфраструктуры создает предпосылки для продолжения добычи выбуриванием пластов комплексами глубокой разработки или шнекобуровыми машинами. Указанные методы в данной статье не рассматривались.

Значительный опыт разработки маломощных угольных пластов накоплен и за рубежом. Например, в США отработка таких пластов является распространенным явлением [6]. Отрабатываются сложноструктурные угольные

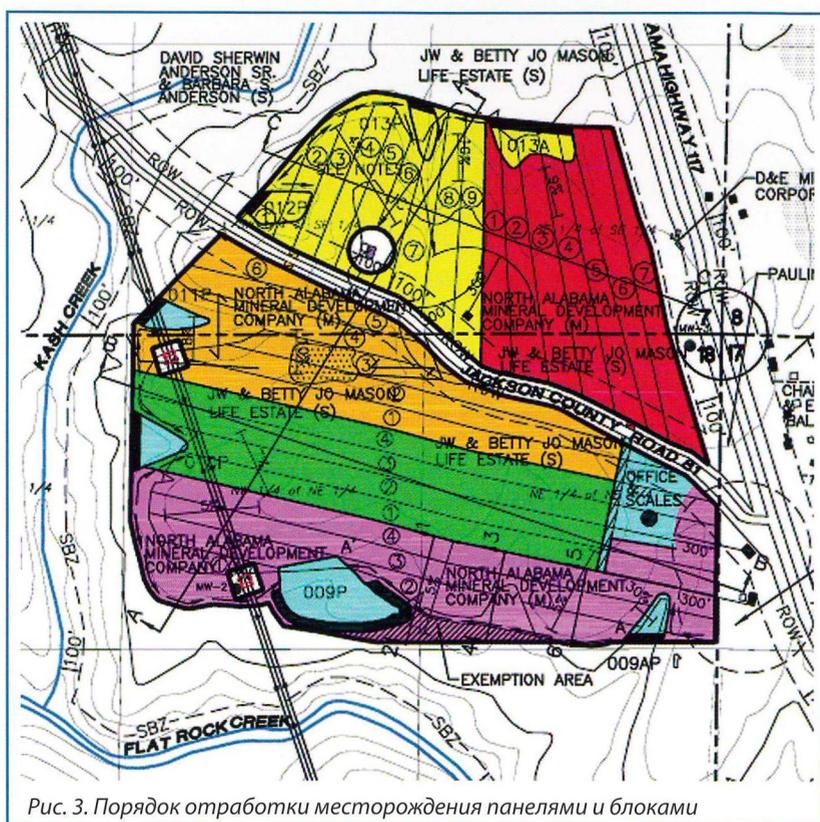


Рис. 3. Порядок отработки месторождения панелями и блоками

пласты мощностью до 1-1,2 м. Отработка пластов ведется селективно, горизонтальными слоями по 10-50 см, что обеспечивает добычу угля с различными качественными характеристиками. Отработку маломощных пластов, как правило, осуществляют небольшие предприятия. В качестве примера можно привести угольный разрез «D&E Mining», штат Алабама. Предприятие отработывает участок месторождения размером 4х2 км. Пласты залегают горизонтально. Рельеф слабоволнистый. Через территорию месторождения проходят автомобильная дорога районного значения и ЛЭП 330 кВ. В непосредственной близости расположено фермерское хозяйство. При отработке участок разделяется на панели, которые в свою очередь разделяются на отработываемые в шахматном порядке блоки. Под линейные объекты и объекты фермерского хозяйства предусмотрено оставление охранных целиков (рис. 3).

Горные работы ведутся с буровзрывной подготовкой вскрышных пород. Вскрышные породы вывозятся авто-

Рис. 4. Отработка панели блоками на месторождении угля D&E Mining, LLC



мобильным транспортом на внутренние отвалы. Погрузка вскрышных пород осуществляется гидравлическими экскаваторами с емкостью ковша от 1,5 до 10 куб. м (рис. 4).

Параметры блоков определяются исходя из требуемых объемов добычи и сроков подготовки запасов угля для выемки. Блок должен обеспечивать устойчивую добычу угля в течение одного месяца. Горнотехнические условия ведения горных работ на месторождении представлены в таблице.

Вскрышные работы в блоке ведутся в следующей последовательности: начальную вскрышу производят экскаваторами с емкостью ковша 6-10 м<sup>3</sup>, далее, когда до кровли пласта остается 1,5-2 м и учитывая, что пласт имеет весьма волнистую гипсометрию, переходят на использование экскаваторов с емкостью ковша 1,5-2 м<sup>3</sup> и погрузчика. В кровле пласта имеются полости с глинистыми отложениями, которые выбираются погрузчиком и иногда ручным способом — лопатами. Все работы ведутся под надзором службы качества, которая берет пробы угля на экспресс-анализ по зольности. Площадь блока сдается под добычу после полной зачистки и зонирования по зольности в соответствии с нормативами для переработки на обогатительной фабрике.

Особенностью ведения добычных работ является применение комплекса оборудования обеспечивающего зачистку кровли угольного пласта и его селективную отработку (рис. 5). Для зачистки кровли используется специальная щетка, установленная на погрузчик, а для добычи

**Горнотехнические условия ведения горных работ «D&E Mining, LLC»**

Промышленные запасы угля, тыс. т	2000
Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т	10-15
Размеры панели, м:	
— длина	1300
— ширина	130
Размеры блока, м:	
— длина блока	64
— ширина блока	64
Высота вскрышного уступа, м	10,5-15
Мощность угольного пласта, всего, м	1-1,2
В том числе, м:	
— верхняя пачка	0,4-0,45
— средняя пачка	0,1-0,2
— нижняя пачка	0,5-0,55

угля используются фронтальный погрузчик с ковшем, оборудованным режущей кромкой без зубьев. Использование такого оборудования позволяет отрабатывать угольный пласт слоями мощностью до 10 см и практически без потерь и засорения.

Верхняя пачка пласта срезается погрузчиком слоями по 10-20 см. Уголь каждого слоя складывается в бурты на границе блока, откуда его, после оценки качественных характеристик, фронтальным погрузчиком грузят в автосамосвалы CAT 40 грузоподъемностью 40 т и перевозят на склад низкочольного угля.

Средняя пачка пласта вынимается отдельно — это высокочольный уголь, который отгружается потребителям без обогащения.

Нижняя пачка пласта вынимается аналогично верхней, с зачисткой кровли щеткой. В

нижней пачке попадают каверны с глиной, которые удаляются погрузчиком и вывозятся в отвал пустой породы.

Добытый уголь со склада транспортируется на обогатительную фабрику. Коэффициент выхода на обогатительной фабрике составляет от 0,5 до 0,52. Обогащенный уголь поставляется на экспорт. Добыча и переработка является коммерчески эффективной даже при односменной работе разреза и фабрики.

Таким образом, факторами эффективной отработки угля открытым способом в сложных горно-геологических условиях являются:

- специализированное оборудование, обеспечивающее минимизацию потерь и засорения угля;
- технологические схемы, обеспечивающие высокую интенсивность и низкую себестоимость горных работ;
- организация производства обеспечивающая высокую производительность оборудования.

Комплексное использование перечисленных факторов позволяет отрабатывать уголь из пластов 0,5-1 м при коэффициенте вскрыши до 25 м<sup>3</sup>/т в зависимости от его качества.

**Список литературы**

1. Артемьев В. Б. Стратегия организационно-технологического развития угледобычи в ОАО «СУЭК» // Уголь. 2008. Спецвыпуск. С. 11.
2. Петушков А. И. Перспективы развития добычи угля в России // Горная Техника. 2012. Т. 1.
3. Ворсина Е. В. Оценка и повышение эффективности технологии добычи угля на малых разрезах севера: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. Нерюнгри, 2006.
4. Каплан А. В., Соколовский А. В., Пикалов В. А., Шипунов А. П. Оценка перспектив развития угледобычи в Печерском Бассейне // Рудник будущего. 2010. № 2.
5. Канзычаков С. В., Лапаев В. Н., Соколовский А. В. Развитие горных работ на разрезе: методический подход к управлению // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2012. № 3. С. 73-76.
6. Панкевич Ю. Б., Шимм Б., Дженге П. Опыт применения горных комбайнов Wirtgen Surface Miner на угольных разрезах мира. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mining-media.ru/ru/article/karertekh/2013-opyt-primeneniya-gornykh-kombajnov-wirtgen-surface-miner-na-ugolnykh-razrezakh-mira>

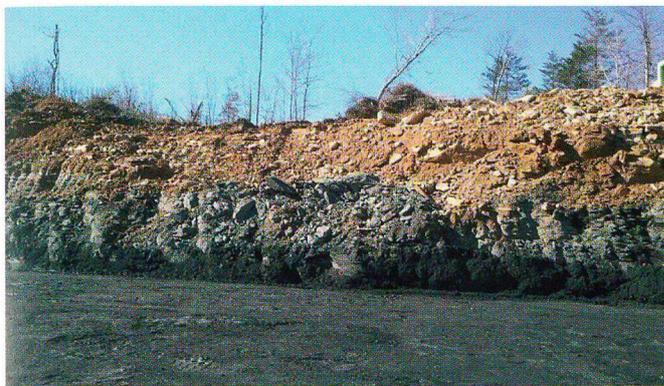


Рис. 5. Подготовка и добыча угля на маломощных угольных пластах

UDC 622.271 © V.A. Pikalov, V.N. Lapaev, A.I. Tsukerman, 2016  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' — Russian Coal Journal, 2016, № 1, pp. 4-7

**Title**

**PRACTICAL EXPERIENCE OF EFFICIENT OPEN COAL MINING IN THE DIFFICULT GEOLOGICAL AND MINING CONDITIONS**

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2016-1-4-7>

**Authors**

Pikalov V.A.<sup>1</sup>, Lapaev V.N.<sup>1</sup>, Tsukerman A.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> "NTC-Geotecnologia" Ltd., Chelyabinsk, 454080, Russian Federation

<sup>2</sup> Moscow, Russian Federation

**Authors' Information**

**Pikalov V.A.**, Doctor of Engineering Sciences, Head of Department, tel.: +7 (351) 220-22-00, e-mail: pikalov@ustup.ru

**Lapaev V.N.**, PhD (Engineering), Engineering Consultant, e-mail: lapaev@ustup.ru

**Tsukerman A.I.**, Mining Engineer, e-mail: tsu.alex2012@yandex.ru

**Abstract**

At increase of requirements of rational use of a subsoil, actual and demanded are effective technologies of extraction of minerals. Successful domestic and foreign experience of coal mining in difficult mining-and-geological conditions is presented in article. The main factors providing efficiency of mining operations are defined. It is the organization of productive work of the equipment, technological schemes with the minimum volumes of mining-transport work, auxiliary operations, impoverishment and losses of coal. Technical and technological solutions on effective coal mining are provided in difficult mining-and-geological conditions.

**Keywords**

Coal mine, efficiency, difficult mining-and-geological conditions, technical and technological decisions.

**References**

1. Artemyev V.B. Strategiya organizatsionno-tehnologicheskogo razvitiya ugledobychi v OAO "SUEK" [The strategy of organizational and technological

development of coal mining in "SUEK" OJSC]. *Ugol' — Russian Coal Journal* 2008, Special issue, p. 11.

2. Petushkov A.I. Perspektivy razvitiya dobychi uglya v Rossii [Prospects of coal mining development in Russia]. *Gornaya Tekhnika — Mining Engineering*, 2012. Vol. 1.

3. Vorsina E.V. *Otsenka i povyshenie effektivnosti tekhnologii dobychi uglya na malykh razrezakh severa. Diss. kand. tech. nauk* [Assessment and improvement of coal mining technology efficiency at the small northern strip mines. PhD (Engineering) diss.]. Nerungri, 2006.

4. Kaplan A.V., Sokolovskiy A.V., Pikalov V.A. & Shipunov A.P. Otsenka perspektiv razvitiya ugledobychi v Pechorskoy Basseine [Future outlook of coal mining in Pechora Basin]. *Rudnik buduschego — Mine of future* 2010, no. 2.

5. Kanzychakov S.V., Lapaev V.N., Sokolovskiy A.V. Razvitie gornykh rabot na razreze: metodicheskiy podkhod k upravleniyu [Development of mining operations in the open-pit mine: methodological approach to the management]. *Vestnik MGTU im. G.I. Nosova — Newsletters of Nosov MGTU*, 2012 no. 3, pp. 73-76.

6. Pankevich Yu.B., Shimm B. & Dzhenge P. Opyt primeniya gornykh kombinov Wirtgen Surface Miner na ugolnykh razrezakh mira [Practical experience of Wirtgen Surface Miner continuous mining machines operation at the open-pit mines worldwide]. [Electronic resource]. URL: <http://mining-media.ru/ru/article/karertekh/2013-opyt-primeniya-gornykh-kombajnov-wirtgen-surface-miner-na-ugolnykh-razrezakh-mira> (accessed 08.12.2015).