

.....  
**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
**ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**  
.....

© В.И. Клишин, В.А. Федорин, А.Ю. Михайлов, 2015

УДК 622.271.3

*В.И. Клишин, В.А. Федорин, А.Ю. Михайлов*

**РАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОРЯДОК ОТКРЫТОЙ  
РАЗРАБОТКИ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ КУЗБАССА**

Рассмотрена общая геологическая характеристика и запасы Дмитриевского месторождения горючих сланцев Кузнецкого бассейна. Гибкая технология открытой разработки пластов горючих сланцев базируется на динамическом порядке развития фронта горных работ с двумя очередями отработки и соответствующими новыми вариантами систем разработки при подвигании фронта работ по простиранию пластов с внутренним отвалом на второй очереди и с предпосылками для комплексного уменьшения негативных экологических последствий.

Условия разработки Дмитриевского месторождения благоприятные. При пологом падении слоев и большой высоте правобережья р. Барзаса значительные запасы горючих сланцев могут быть отработаны карьерами и комплексом глубокой разработки пластов (КГРП) с борта карьера. В настоящем докладе рассматривается обоснование геотехнология разработки открытым способом с использованием программного комплекса «MineFrame» (Генеральное соглашение ИУ СО РАН и ГоИ КФ РАН по геоинформационным технологиям).

Установлено, что преимуществами гибкой технологии являются улучшение динамики текущих объемов вскрыши (стабилизация на 5–10%), сокращение дальности транспортирования вскрышных пород в 1,5–2 раза при увеличении вместимости внутреннего отвала, снижение производственной себестоимости 1 тонны добываемого горючего сланца в 1,5–2 раза. Происходит также уменьшение суммарной площади земли, отводимой под внешние отвалы и карьерную выемку в 1,5–1,8 раза, сокращение величины ущерба от изъятия земель до 2-х раз, снижение основных фондов на карьере в 1,5–3,5 раза.

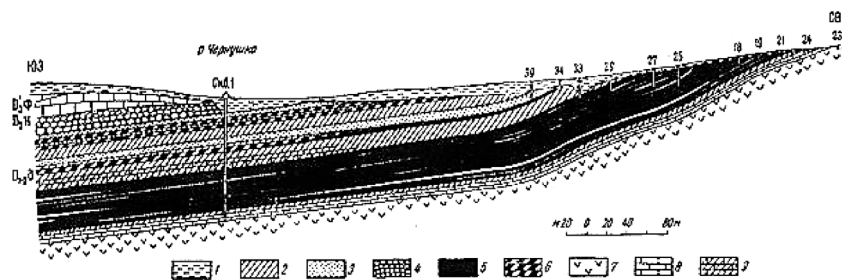
*Ключевые слова:* открытая разработка, горючие сланцы, условия разработки, внешние отвалы, внутренний отвал, гибкая технология, геологическая характеристика, запасы, месторождение.

**Общая характеристика месторождения.** Дмитриевское месторождение горючих сланцев Кузнецкого бассейна

расположено вблизи пос. Дмитриевского Барзасского района г. Березовский Кемеровской области на правом берегу р. Барзаса, между ее притоками реками Перебоем и Топкой. В 6 км к северо-западу от месторождения находится пос. Барзас, к которому подходит железнодорожная ветка из Кемерово на Анжеро-Судженск. Сланценосная площадь около 35 км<sup>2</sup>, на которой разведано не более 10% (рис. 1) [1].

В разрезах и разведочных выработках по р. Чернушка у юго-восточной граница месторождения (см. рис. 1) пачка горючих сланцев и битуминозных известняков залегает на базальтах красногорской свиты; мощность ее, судя по скв. 1, достигает 50 м. Выше залегают аргиллиты с углистыми прослойками и над ними конгломераты, поверх которых лежат морские отложения верхнего девона.

**Горнотехнологические условия.** Условия разработки Дмитриевского месторождения благоприятные. При пологом падении слоев и большой высоте правобережья р. Барзаса значительные запасы горючих сланцев могут быть отработаны карьерами и комплексом глубокой разработки пластов (КГРП) с борта карьера. Безлюдная технология КГРП для этих условий более детально будет изучена в 2016 году. Согласно генеральному соглашению с ГОИ КНЦ РАН [2, 3] о научно-техническом сотрудничестве и совместной деятельности в ИУ СО РАН используются геоинформационные технологии, а также развиваются численные методы математического моделирования для повышения эффективности и безопасности разработки пластовых месторождений полезных ископаемых (рис. 2, 3).



**Рис. 1.** Геологические разрезы сланцевой тощи по р. Чернушке (по А.В. Тыжнову): 1 — наносы; 2 — аргиллит; 3 — песчаник; 4 — конгломерат; 5 — горючий сланец; 6 — углистый сланец; 7 — миндалефир, порфирит, базальт; 8 — известняк; 9 — мергель

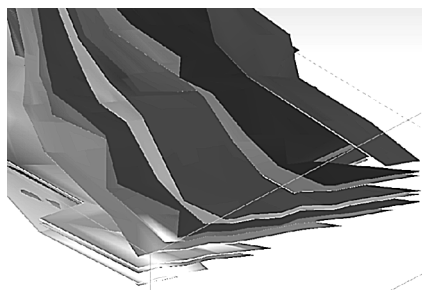


Рис. 2. Модель залегания пластового месторождения

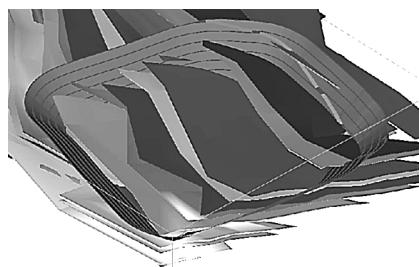


Рис. 3. Модель разработки открытым способом пластового месторождения

**Запасы.** По подсчетам, проведенным ранее, запасы горючих сланцев в пределах первой сланцевой полосы для открытых работ и КГРП составляют по категории А 20,3 млн т, по категории В 13,8 млн т и по категории С 7,9 млн т. В зоне от уровня поймы и до глубины 100 м они достигают 90 млн т.

Эти цифры запасов сохранены во Всероссийском балансе.

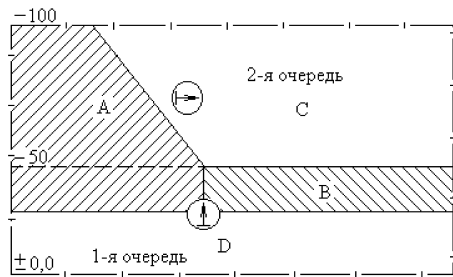
Последующие подсчеты запасов дают следующие результаты (табл. 1).

Открытая разработка пластов горючих сланцев с внутренним отвалообразованием. Гибкая технология открытой разработки пластов горючих сланцев базируется на динамическом порядке развития фронта горных работ с двумя очередями отработки и соответствующими новыми вариантами систем разработки при подвигании фронта работ по простиранию пластов с внутренним отвалом на второй очереди и с предпосылками для комплексного уменьшения негативных экологических последствий [4].

Первоначально осуществляют строительство и отработку карьера при обычном направлении подвигания фронта горных работ — вкрест простирания пластов (по продольной системе разработки) (рис. 4). Далее, по достижении определенной границы по глубине и значению текущего коэффициента

Таблица 1

По степени достоверности			По зонам глубин		Всего запасов
Действительные	Вероятные	Возможные	0–300 м	300–600 м	
238	262	–	238	262	500
112	143	798	112		1053
350	405	798	350	405	1553



**Рис. 4. Порядок отработки запасов открытым способом**

вскрыши, наступает переходный период (на рисунке заштрихованная область). В этом периоде осуществляют интенсификацию подвигания фронта работ на части

карьерного поля на полную глубину разработки (часть А) с параллельной подготовкой рабочей зоны диагонально-поперечных (пологопадающие месторождения) или поперечных уступов (наклонные и крутопадающие месторождения) с последующим подвиганием фронта по простирацию пластов. Одновременно с этим на оставшейся продольной части карьерного поля (часть В) горные работы переводят в стадию погашения с формированием временного нерабочего борта по одной из схем с использованием продольных или поперечных заходов.

По мере формирования рабочей зоны диагонально-поперечной или поперечной систем разработки с достижением конечной глубины карьера и окончательной отработки частей А и В карьерного поля, горные работы на первой очереди завершают и начинают вторую очередь разработки. При этом оставшуюся часть карьерного поля (часть С) отработывают по одному из вариантов новой системы разработки с внутренним отвалообразованием вскрышных пород при оперативном восстановлении рельефа поверхности и рекультивации нарушенных земель: либо по диагонально-поперечной системе разработки — на пологопадающих месторождениях; либо по одной из разновидностей поперечной системы разработки с выделением подэтапов по длине карьера и последовательных групп уступов — на наклонных и крутопадающих месторождениях.

При формировании карьерного пространства от речки Чернушка на северо-запад простираения Дмитриевского месторождения по предлагаемым принципам определены три характерных порядка развития рабочей зоны первоочередного карьера (РЗК): с продольно-диагональным, диагональным и комбинированным (продольно-диагонально-поперечным) развитием РЗК.



**Рис. 5. Разработка участка Дмитриевского месторождения открытым способом**

Для отработки горючих сланцев Дмитриевского месторождения в северо-западной части предлагается следующая система открытых горных работ, разработанная совместно с Лабораторией эффективных технологий разработки угольных месторождений ИУ СО РАН (рис. 5). Основные технологические параметры приведены в табл. 2.

Установлено, что преимуществами гибкой технологии являются улучшение динамики текущих объемов вскрыши (стабилизация на 5–10%), сокращение дальности транспортирования вскрышных пород в 1,5–2 раза [5] при увеличении вместимости внутреннего отвала, снижение производственной себестоимости 1 тонны добываемого горючего сланца в 1,5–2 раза. Происходит также уменьшение суммарной площади земли, отводимой под внешние отвалы и карьерную выемку в 1,5–1,8 раза, сокращение величины ущерба от изъятия земель до 2-х раз, снижение основных фондов на карьере в 1,5–3,5 раза.

Таблица 2

Наименование параметра	Значение
Площадь открытых горных работ участка, Га	316,7
Длина ОГР по простиранию, м	2104
Длина ОГР по падению, м	1505
Запасы участка горючих сланцев, млн т	30,6
Объем добычи вскрышных пород, млн м <sup>3</sup>	10,8
Козф. вскрыши, м <sup>3</sup> / т	0,35

## **Вывод**

Гибкая технология открытой разработки пластов горючих сланцев Дмитриевского месторождения базирующаяся на динамическом порядке развития фронта горных работ с двумя очередями отработки и соответствующих новых вариантах систем разработки является прорывной с точки зрения экономической эффективности и экологической безопасности открытого способа разработки.

---

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Федорин В.А. Открытая разработка пластов горючего сланца Дмитриевского месторождения Кузбасса с внутренним отвалообразованием / В.А. Федорин, А.Ю. Михайлов // Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр / Под ред. Академика К.Н. Трубецкого // Составители канд. техн. наук А.Г. Красавин, докт. техн. наук И.В. Милитенко. — М.: ИПКОН РАН, 2014. — С. 274–278.
2. Клишин В.И. Технологические аспекты перехода от открытого на подземный способы отработки угольных месторождений Кузбасса / В.И. Клишин, В.А. Федорин, В.Я. Шахматов, А.Ю. Михайлов // Глубокие карьеры: сб. докл. Всеросс. науч.-техн. конф. с междунар. участием 18–22 июня 2012 г. — Апатиты; СПб., 2012. — С. 141–148.
3. Михайлов А.Ю. Развитие технологических решений комбинированной геотехнологии. Институт угля Сибирского отделения РАН // ГИАБ. — 2013. ОВ6. — С. 128–137.
4. Ковалев В.А., Потанов В.П., Счастливец Е.Л. Мониторинг состояния природной среды угледобывающих районов Кузбасса. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. — 312 с.
5. Татарина О.А. Принципы транспортной логистики в эффективном освоении угольных месторождений (Барзасское месторождение) // ГИАБ. — 2013. — ОВ6. — С. 122–127.

---

## **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

*Клишин Владимир Иванович* — чл.-корр. РАН, директор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт угля СО РАН, Кемерово, e-mail: klishinvi@icc.kemsc.ru

*Федорин Валерий Александрович* — д-р техн. наук, зав. лабораторией эффективных технологий разработки угольных месторождений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук, Кемерово, e-mail: fva@icc.kemsc.ru

*Михайлов Алексей Юрьевич* — ведущий технолог лаборатории эффективных технологий разработки угольных месторождений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук, Кемерово, e-mail: lexis@icc.kemsc.ru



UDC 622.271.3

### **THE RATIONAL ORDER OF OPEN-CAST MINING OF THE KUZBASS COMBUSTIBLE SLATES**

*Klishin Vladimir I.*, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director, Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Coal of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, e-mail: klishinvi@icc.kemsc.ru

*Fedorin Valery A.*, Doctor of Engineering Sciences, Head of Effective Technologies Laboratory, Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Coal of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, e-mail: fva@icc.kemsc.ru

*Mikhaylov Alexey U.*, Lead Technologist of Effective Technologies Laboratory, Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Coal of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, e-mail: lexis@icc.kemsc.ru

The article deals with the geological characteristics and stocks of Dmitrievsky field of combustible slates in Kuzbass. The technology of open-cast mining of layers of combustible slates is flexible. It is based on a dynamic order of development of the front of mining operations. Its main feature consists in working off with an internal dump by two turns. This way of development is ecologically safe.

The conditions of mining are favorable. The reserves of combustible slates can be fulfilled by pits and the complex of deep development of layers technology (Superior Highwall Miners). The institute of Coal SB RAS uses the software of the Kola Scientific center of the Russian Academy of Sciences. This is MineFrame.

The rational order of open-cast mining of combustible slates has high economic and technological rates. It is established that advantages of flexible technology are improvement of dynamics of the current volumes of the overburden breeds (stabilization for 5–10%), the reduction of range of the overburden breeds transportation by 1.5–2 times. There is also the reduction of the total area of the earth which is taken for external dumps and career dredging by 1.5–1.8 times, the reduction of size of damage from withdrawal of lands to 2 times, decrease in fixed assets on career by 1.5–3.5 times.

*Key words:* open-cast mining, combustible slates, conditions, external dumps, internal dump, flexible technology, geological characteristics, stocks, field.

#### REFERENCES

1. Fedorin V.A., Mikhailov A.Yu. *Open pit mining with internal dumping at Dmitrievskoe oil shale deposit in Kuzbass, Problems and Prospects of Comprehensive Development and Preservation of the Earth's Interior*, Moscow, IPKON RAN, 2014, pp. 274–278.
2. Klishin V.I., Fedorin V.A., Shakhmatov V.Ya., Mikhailov A.Yu. *Technological aspects of transition from surface to underground mining at coal deposits in Kuzbass, Deep Open Pit Mines: All-Russian Conference Proceedings*, Apatity–Saint-Petersburg, 2012, pp. 141–148.
3. Mikhailov A.Yu. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2013, issue OV6, pp. 128–137.
4. Kovalev V.A., Potapov V.P., Schastlivtsev E.L. *Monitoring of Natural Environment in Coal Mining Districts Areas in Kuzbass, Chapter 1*, Novosibirsk, SO RAN, 2013, 312 p.
5. Tatarinova O.A. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2013, issue OV6, pp. 122–127.