

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 622.271

DOI 10.21440/2307-2091-2016-4-54-56

РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО КАРЬЕРНОГО КОМБАЙНА

А. Ю. Чебан, Н. П. Хрунина, С. А. Шемякин

Development of coal deposits with the application of upgraded surface miner

A. Yu. Cheban, N. P. Khrunina, S. A. Shemyakin

Technologies of excavation of dense and half-rocks with application of surface miners are being developed, which are used during development of deposits of coal, bauxite, phosphates, limestones, marble, chalky clay and other mineral resources. During development of coal deposits surface miners allow to withdraw from drilling and blasting operations, provide an increase of coefficient of extracting the mineral reserves from earth depths and the decrease of ash content of the coal due to its selective mining. An important problem is the presence of a big amount of small fractions in extracted coal, which predetermines the losses of mineral deposits during loading, transportation and storage, it also lowers the quality and market value of the coal. This article proposes the technology of layer-wise open pit development of coal fields with application of modernized surface miner, additionally equipped with transport-assortment device. Extracted rock mass is supplied to the transport-assortment device and is divided on its surface into sized coal and coal slack. Efficiency of assortment process is increased due to the operation of vibrator that impacts its sizing grill that is installed in elastic supports. Sized coal is supplied to the dumping truck through the discharge boom of surface miner, whereas the coal slack is transferred into sealed bins of special vehicle through pneumatic conveyor system. The proposed technical-process design allows carrying out the assortment of coal directly where it is extracted, as a result of which necessity in additional coal transferring is eliminated. Ecological situation is improved since the blowing out of coal slack in the coal extraction location and during its transportation to the transfer point is almost entirely eliminated.

Keywords: surface miner; coal slack; bracketing; assortment; dumptruck; sealed bin; pneumatic transportation system.

Развиваются технологии выемки плотных и полускальных горных пород с применением карьерных комбайнов, которые используются при освоении месторождений угля, бокситов, фосфоритов, известняков, мрамора, мергеля и других полезных ископаемых. Карьерные комбайны при разработке угольных месторождений позволяют отказаться от буровзрывных работ, обеспечивают повышение коэффициента извлечения запасов полезного ископаемого из недр и снижение зольности угля за счет его селективной выемки. Важной проблемой остается наличие большого количества мелких фракций в добываемом угле, что предопределяет потери полезного ископаемого при погрузке, транспортировании и хранении, а также снижает качество и рыночную стоимость угля. В статье предлагается технология послойной открытой разработки месторождений угля с применением усовершенствованного карьерного комбайна, дополнительно оснащенного транспортно-сортировочным агрегатом. Вынутая горная масса подается на транспортно-сортировочный агрегат и разделяется на нем на сортовой уголь и угольную мелочь. Эффективность процесса сортировки увеличивается за счет работы вибратора, воздействующего на сортировочную решетку, установленную на упругих опорах. Сортовой уголь через разгрузочную консоль карьерного комбайна подается в автосамосвал, а угольная мелочь посредством пневмотранспортной системы перемещается в герметичные бункеры специального транспортного средства. Предлагаемое технико-технологическое решение позволяет производить сортировку угля непосредственно на месте его добычи, в результате чего отпадает необходимость в дополнительной перегрузке угля. Улучшается экологическая ситуация, так как практически устраняется выдувание угольной мелочи в месте добычи угля и при его транспортировке до перегрузочного пункта.

Ключевые слова: карьерный комбайн; угольная мелочь; брикетирование; сортировка; автосамосвал; герметичный бункер; пневматическая транспортная система.

Введение
В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке значительное число угольных месторождений имеют сложную структуру с широким диапазоном количества пластов и их мощностей [1]. В настоящее время в России при разработке угольных месторождений преобладают технологические схемы с использованием буровзрывных работ и выемочного карьерного оборудования циклического действия [2–4]. С учетом технических параметров карьерного оборудования, задействованного на угольных разрезах Дальнего Востока, обычные параметры кондиций на уголь для открытых работ следующие: минимальная мощность угольного пласта 1–2 м; максимальная мощность внутрипластовых породных прослоев, включаемых в подсчет запасов, 0,7–1,0 м; предельная зольность по пластопересечению 35–45 % [1]. Таким образом,

применение традиционных технических средств и технологий не позволяет вести селективную выемку угля, и значительные по мощности пропластки пустой породы включаются в полезную толщу, снижая качество добываемого полезного ископаемого. В то же время маломощные пласты угля отрабатываются совместно с пустой породой и отправляются в отвал [4].

Развиваются технологии безвзрывной выемки плотных и полускальных горных пород с применением карьерных комбайнов, которые используются при освоении месторождений угля, бокситов, фосфоритов, известняков, мрамора и других полезных ископаемых [5–8]. Применение карьерных комбайнов при разработке сложноструктурных угольных месторождений позволяет не только отказаться от буровзрывных работ, но и обеспечивает повышение коэффициента извлечения запасов полезного ископаемого из недр и снижение зольности угля за счет его селективной выемки. Использование карьерных комбайнов также позволяет снизить себестоимость добычи угля, выровнять рабочие площадки и транспортные коммуникации, снизить динамические нагрузки на конструкцию самосвала при загрузке и обеспечить более полное заполнение его кузова.

Однако важной проблемой остается наличие большого количества мелких фракций в добываемом угле, что предопределяет потери полезного ископаемого при погрузке, транспортировании и хранении, а также снижает качество и рыночную стоимость угля [9]. Потери углей мелких фракций от выдувания воздушным потоком при транспортировке рядового угля железнодорожным транспортом на 500 км составляют 0,5–0,6 т в расчете на один вагон, что эквивалентно потере 1 % транспортируемого угля, при перевозках угля автомобильным транспортом относительные потери еще выше [10]. Для повышения качества угля производят его сортировку с удалением мелочи, в результате чего накапливается огромное количество отходов, которые занимают значительные территории и негативно влияют на окружающую среду наряду с другими вредными выбросами, сопровождающими горное производство [11–14]. Только в Кузнецком бассейне количество нереализованной угольной мелочи превышает 30 млн т, подобные объемы складированных отходов можно классифицировать как техногенные месторождения, при этом в России все более ощущается дефицит недорогого сортового топлива для коммунально-бытовых нужд [12].

Результаты работы и область их применения. Наиболее целесообразным решением является создание производственных объектов по выработке топливных брикетов. В странах Западной Европы, США

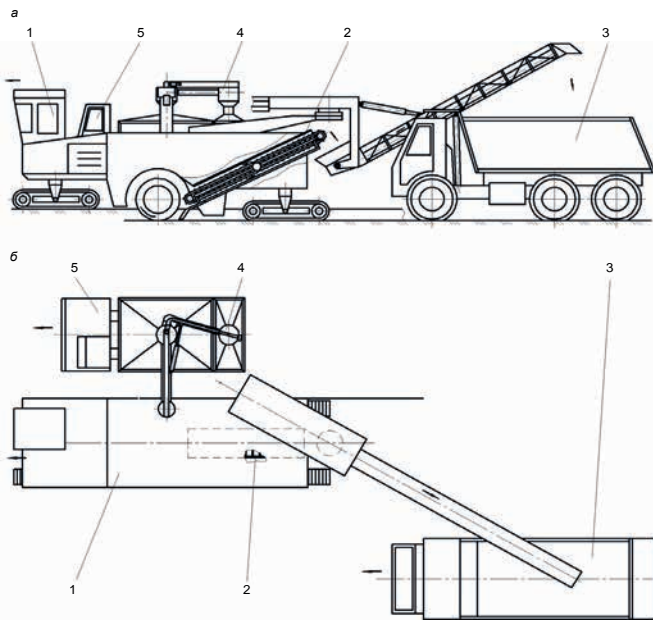


Рисунок 1. Комплекс горного оборудования для открытой разработки угольного месторождения. а – общий вид комплекса; б – вид комплекса сверху; 1 – усовершенствованный карьерный комбайн; 2 – транспортно-сортировочный агрегат; 3 – автосамосвал; 4 – пневмотранспортная система; 5 – транспортное средство.

и Австралии по различным технологиям в больших объемах производят брикеты на базе угольной мелочи. Это обусловлено тем, что при сжигании угольных брикетов по сравнению с рядовым углем КПД топочных устройств повышается на 25–35 %, снижаются на 15–20 % выбросы сернистого газа, более чем вдвое снижаются выбросы твердых веществ с дымовыми газами, а также на 15–20 % снижается недожог горючих компонентов [11]. В России также разработаны технологии производства топливных брикетов из угольной мелочи, в частности с использованием легко компоновываемых перерабатывающих комплексов, которые можно установить в местах накопления угольной мелочи (разрезы, шахты, склады топлива и т. п.). На перерабатывающих комплексах осуществляется также сортировка полезного ископаемого с получением сортового угля и выделением угольной мелочи, из которой в дальнейшем можно получать топливные брикеты.

Решение данной проблемы возможно с помощью технологии полойной открытой разработки месторождений угля с применением усовершенствованного карьерного комбайна. При отработке пласта угля комбайн 1 посредством фрезерного барабана полойно обрабатывает полезное ископаемое и подает вынутую горную массу на транспортно-сортировочный агрегат 2 (рис. 1).

Скребок-конвейер перемещает уголь вдоль сортировочной решетки, в результате чего происходит разделение горной массы на подрешетный продукт – угольную мелочь и надрешетный продукт – сортовой уголь. Эффективность процесса сортировки увеличивается за счет работы вибратора, воздействующего на сортировочную решетку, установленную на упругих опорах. Сортовой уголь из транспортно-сортировочного агрегата 2 попадает на разгрузочный конвейер и перемещается в кузов автосамосвала 3, следующего за карьерным комбайном 1. Угольная мелочь по кожуху транспортно-сортировочного агрегата ссыпается в накопитель, откуда потоком воздуха по воздуховодам пневмотранспортной системы 4 перемещается к секции осаждения мелкой фракции (3–13 мм), где за счет перепада поперечных сечений воздухопроводов происходит резкое снижение скорости потока воздуха с выделением мелкой фракции, ссыпающейся в передний герметичный бункер транспортного средства 5. Оставшаяся угольная мелочь вместе с потоком воздуха поступает в секцию осаждения тонкой фракции (0–3 мм), которая ссыпается в задний герметичный бункер транспортного средства. Контроль за наполнением герметичных бункеров осуществляется в автоматическом режиме с использованием датчиков загрузки. После заполнения бункеров транспортного средства секции осаждения мелкой и тонкой фракций отсоединяются от герметичных бункеров посредством механизма поворота воздухопроводов пневмотранспортной системы. Транспортное средство 5 перемещает угольную мелочь на перерабатывающий комплекс, расположенный в непосредственной близости от угольного разреза. При этом тонкая фракция сразу поступает в качестве готового сырья в смеситель для приготовления шихты с целью последующего изготовления

топливных брикетов. Мелкая фракция предварительно измельчается на дробилке перерабатывающего комплекса и затем также поступает на изготовление брикетов. Сортовой уголь транспортируется автосамосвалом 3 на перегрузочный пункт разреза для отправки потребителям. В случае загрузки угля комбайном в автосамосвалы, которые могут двигаться по дорогам общего пользования, и близкого расположения потребителей сортовой угля от места добычи без всяких перегрузок может транспортироваться непосредственно потребителям.

Применение транспортно-сортировочного агрегата непосредственно на карьерном комбайне позволяет производить сортировку угля на месте его добычи, в результате чего отпадает необходимость в наличии отдельной сортировочной установки, следовательно, дополнительной перегрузке угля. Практически устраняется выдувание угольной мелочи в месте добычи угля и при его транспортировке до перегрузочного пункта, поскольку угольная мелочь сразу отделяется от сортового угля и по воздуховодам транспортируется в герметичные бункеры транспортного средства. В технологической цепочке агрегатов перерабатывающего комплекса не требуется применение сортировочной установки, поскольку разделение угольной мелочи на тонкую и мелкую фракции происходит непосредственно в системе пневмотранспортирования карьерного комбайна.

ЛИТЕРАТУРА

- Щадов В. М. Открытая разработка сложноструктурных угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока. 2-е изд., стереотип. М.: Изд-во МГГУ, 2004. 298 с.
- Линник Ю. Н., Линник В. Ю. Оценка технического уровня добычи угля открытым способом // Горное оборудование и электромеханика. 2013. № 6. С. 14–20.
- Сандригайло И. Н., Арефьев С. А., Мойсиев Х. С., Глебов И. А., Шлохин Д. А. Анализ эффективности применения шарнирно-сочлененных автосамосвалов при разработке месторождений с малыми запасами // Изв. УГГУ. 2015. № 2. С. 23–27.
- Чебан А. Ю., Рассказов И. Ю., Литвинцев В. С. Анализ парка горных машин горнодобывающих предприятий Амурской области // Маркшейдерия и недропользование. 2012. № 2. С. 41–50.
- Пихлер М., Панкевич Ю. Б. Направления совершенствования и результаты применения комбайнов Wirtgen Surface Miner на карьерах и разрезах мира // Горная промышленность. 2000. № 3. С. 42–45.
- Чеботарев С. И. Опыт работы фрезерного комбайна на Коелгинском месторождении мрамора // Изв. УГГУ. 2015. № 3. С. 42–46.
- Чебан А. Ю., Хрунина Н. П. Техника и технологии разработки угольных разрезов Приамурья и перспективы их развития // Маркшейдерия и недропользование. 2015. № 1. С. 19–21.
- Cheban, A. Yu., Sekisov G. V., Khrunina N. P., Shemyakin S. A. Upgrading continuous and cyclic excavation and transportation during open-pit mining // Eurasian mining. 2014. № 1. P. 22–24.
- Жигуленкова А. И., Алексеева С. Н., Кекух Т. Ю. Рынки, цены и эффективность использования сортовых углей // ГИАБ. 2000. Т. 2. С. 46–48.
- Демченко И. И. Научное обоснование и разработка комплекса средств механизации для обеспечения качества углепродукции: автореф. ... дис. д-ра техн. наук. Иркутск: СФУ, 2007. 48 с.
- Москаленко Т. В., Ворсина Е. В. Управление отходами горной промышленности как элемент устойчивого развития республики Саха (Якутия) // Вестник ИрГТУ. 2014. № 10. С. 98–102.
- Шувалов Ю. В., Тарасов Ю. Д., Никулин А. Н. Обоснование рациональных технологий получения топливно-энергетического сырья на основе твердых горючих углесодержащих отходов // ГИАБ. 2011. № 8. С. 243–247.
- Moskalenko T. V., Mikheev V. A Application of fractionation device for removal of high-ash admixtures from low-grade coals // Journal of Mining Science. 2004. V. 40. № 2. С. 216–220.
- Ugay S. M., Golokhvast K. S., Pogotvokina N. S., Miheev E. M., Cheban A. Yu. Assessment of the impact of compressed gas vehicle on the environment // Life Science Journal. 2014. № 11. P. 515–517.

REFERENCES

- Schadov V. M. 2004. *Otkrytaya razrabotka slozhnostrukturnykh ugolnykh mestorozhdeniy Vostochnoy Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Open pit development of complex coal deposits of Eastern Siberia and Far East]. 2nd edition. Moscow, Moscow State Mining University, 2004. 298 p.
- Linnik Y. N., Linnik V. Y. 2013. *Otsenka tekhnicheskogo urovnya dobychi uglya otkryтым способом* [Evaluation of technical level of coal open pit]. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika* [Mining equipment and electromechanics]. 2013. No. 6. pp. 14–20.
- Sandrigailo I. N., Arefyev S. A., Moisiyev K. S., Glebov I. A., Shlokhin D. A. 2015. *Analiz effektivnosti primeneniya sharnirno-sochlenennykh avtosamosvalov pri razrabotke mestorozhdeniy s malymi zapasami* [Analysis of efficiency of using articulated dump trucks during development of deposits with low reserves]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [News of the Ural State Mining University]. 2015. No. 2. pp. 23–27.
- Cheban A. Yu., Rasskazov I. U., Litvintsev V. S. 2012. *Analiz parka gornykh mashin gornodobyvayushikh predpriyatiy Amurskoi oblasti* [Analysis of park of mountain machinery of mining companies of Amur oblast]. *Marksheideriya i*

- nedropolzovanie* [Mine surveying and subsurface resources management]. 2012. No. 2. pp. 41–50.
5. Pikhler M., Pankevich Y. B. 2000, *Napravleniya sovershenstvovaniya i rezultaty primeneniya kombainov Wirtgen Surface Miner na karyerakh i razrezakh mira* [Direction of upgrading and results of using Wirtgen Surface Miner combiners on pits and cut sections of the world]. *Gornaya promishlennost'* [Mining industry journal]. 2000. No. 3. pp. 42–45.
6. Chebotarev S. I. 2015, *Opyt raboty frezernogo kombaina na Koelginskom mestorozhdenii mramora* [Experience of milling combine operation on Koelgian marble deposit]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [News of the Ural State Mining University]. 2015. No. 3. pp. 42–46.
7. Cheban A.Y., Khrunina N. R. 2015, *Tekhnika i tekhnologii razrabotki ugolnykh rezervov Priamurya i perspektivy ikh razvitiya* [Machinery and processes of developing coal strip mines of Outer Manchuria and perspectives and their development]. *Marksheideriya i nedropolzovanie* [Mine surveying and subsurface resources management]. 2015. No. 1. pp. 19–21.
8. Cheban A. Yu., Sekisov G. V., Khrunina N. P., Shemyakin S. A. Upgrading continuous and cyclic excavation and transportation during open-pit mining. *Eurasian mining*. 2014. No. 1. pp. 22–24.
9. Zhigulenkova A. I., Alekseeva S. N., Kekukh T. Y. 2000, *Rynki, tseny i effektivnost' ispol'zovaniya sortovykh uglei* [Markets, prices and efficiency of usage of sized coals]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'* [Mining informational and analytical bulletin]. 2000. Vol. 2. pp. 46–48.
10. Demchenko I. I. 2007, *Nauchnoye obosnovaniye i razrabotka kompleksa sredstv mekhanizatsii dlya obespecheniya kachestva ugleproduktsii* [Scientific justification and development of a complex of mechanization means for the quality assurance of coal products]. Author's abstract of doctor of technical sciences. Irkutsk: Siberian Federal University. 2007. 48 p.
11. Moskalenko T. V., Vorsina E. V. 2014, *Upravlenie otkhodami gornoj promyshlennosti kak element ustoychivogo razvitiya respubliki Sakha (Yakutiya)* [Waste management of mining industry as an element of sustainable development of Sakha republic (Yakutiya)]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Irkutsk State Technical University]. 2014. No. 10. pp. 98–102.
12. Shuvalov Yu. V., Tarasov Yu. D., Nikulin A. N. 2011, *Obosnovanie ratsionalnykh tekhnologiy polucheniya toplivno-energeticheskogo syrya na osnove tverdykh goryuchikh uglesoderzhaschikh otkhodov* [Justification of rational technologies of receiving fuel and energy raw materials based on combustible coal-containing wastes]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'* [Mining informational and analytical bulletin]. 2011. No. 8. pp. 243–247.
13. Moskalenko T. V., Mikheev V. A. Application of fractionation device for removal of high-ash admixtures from low-grade coals. *Journal of Mining Science*. 2004. Vol. 40. No. 2. pp. 216–220.
14. Ugay S. M., Golokhvast K. S., Pogotovkina N. S., Miheev E. M., Cheban A. Yu. Assessment of the impact of compressed gas vehicle on the environment. *Life Science Journal*. 2014. No. 11. pp. 515–517.

Антон Юрьевич Чебан,
chebanay@mail.ru
Наталья Петровна Хрунина,
npetx@mail.ru
Институт горного дела ДВО РАН
Россия, Хабаровск, ул. Тургенева, 51

Станислав Аркадьевич Шемякин,
Lesch@sdm.khstu.ru
Тихоокеанский государственный университет
Россия, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136

Anton Yur'evich Cheban,
chebanay@mail.ru
Natalya Petrovna Khrunina,
npetx@mail.ru
Institute of Mining of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences
Khabarovsk, Russia

Stanislav Arkad'evich Shemyakin,
Lesch@sdm.khstu.ru
Pacific National University
Khabarovsk, Russia