

РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.271

DOI:10.18503/1995-2732-2016-14-2-5-9

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БЕЗВЗРЫВНЫХ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Чебан А.Ю.

Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук РАН, Хабаровск, Россия

Аннотация. Все более широкое применение на открытых горных работах механического рыхления пород обусловлено как экономическими факторами, так и значительным усилением мер экологической и социальной безопасности в горном деле, ограничивающих производство буровзрывных работ. Наиболее производительным оборудованием, ведущим безвзрывную выемку полускальных горных пород, являются карьерные комбайны и фрезерные машины. С увеличением глубины карьера растет дальность транспортировки горной массы, в результате чего целесообразным становится переход на комбинированный транспорт с использованием конвейеров различных конструкций. В статье предлагается усовершенствованная циклично-поточная технология с применением фрезерных машин, колесных скреперов и конвейерного транспорта. Фрезерная машина производит разрыхление породы с размещением отфрезерованной горной массы в отрытой траншее, из которой осуществляется ее выемка колесным скрепером, следующим вслед за фрезерной машиной. Скреперы самостоятельно осуществляют погрузочно-доставочные работы и не требуют вспомогательного оборудования, что повышает производительность горных работ. В данной технологии колесные скреперы используются в качестве сборочного транспорта, перемещающего горную массу из забоя к приемному бункеру магистрального конвейера. Предлагается конструкция колесного скрепера с загрузочным лотком и интенсификатором загрузки в виде подгребающей стенки для обеспечения эффективной выемки рыхлой мелкокусковой горной массы. Скрепер зачерпывает горную массу в ковш с помощью загрузочного лотка, после заполнения передней части ковша в работу включается интенсификатор загрузки, который перемещает горную массу из передней части ковша в заднюю. Совершенствование технологической схемы ведения горных работ позволит сократить издержки на выемку и транспортирование горной массы, что повысит рентабельность производства.

Ключевые слова: механическое рыхление, горная масса, фрезерная машина, колесный скрепер, интенсификатор загрузки, конвейер.

Введение

Технологии безвзрывной выемки плотных и полускальных горных пород с применением новых и усовершенствованных горных машин циклического и непрерывного действия находят все большее применение. На разработке месторождений твердых полезных ископаемых и в строительстве для механического разрушения горных пород применяются бульдозерно-рыхлительные агрегаты, одноковшовые экскаваторы со специальным рабочим оборудованием, карьерные комбайны, фрезерные машины и другая техника [1–6]. Переход предприятий на новые технологии обусловлен

как экономическими факторами, так и значительным усилением мер экологической и социальной безопасности в горном деле и строительстве, ограничивающих производство буровзрывных работ [7–8].

Рыхление горного массива с помощью взрыва имеет ряд недостатков, а именно: перемешивание полезного ископаемого с пустой породой, ведущее к снижению качества получаемого сырья; необходимость временного прекращения работ и отвода техники и людей на безопасное расстояние перед проведением взрыва; неравномерный гранулометрический состав отбитой взрывом горной массы – от негабаритов до пылевидных частиц; невозможность использования конвейерного транспорта для перемещения полученной горной массы без предварительного крупного

© Чебан А.Ю., 2016

дробления; выброс продуктов горения взрывчатых веществ ухудшает экологическую ситуацию в месте проведения работ; нарушение сплошности массива горных пород, что отрицательно влияет на устойчивость борта карьера. Кроме того, в случае разработки сложноструктурных месторождений полезное ископаемое, находящее в тонких пластах, не может быть селективно добыто и после проведения взрыва удаляется вместе с пустой породой в отвал [9–10].

Постановка проблемы

Наиболее производительными машинами, ведущими безвзрывную выемку полускальных горных пород, являются карьерные комбайны и фрезерные машины различных конструкций [1, 11]. С помощью карьерных комбайнов и фрезерных машин разрабатываются месторождения угля, бокситов, фосфоритов, мергелей, гипса, известняков и других полезных ископаемых. Масштабы механического разрушения горных пород постепенно расширяются, охватывая новые месторождения, сложенные все более прочными горными породами.

Карьерные комбайны ведут выемку породы из массива и погрузку полученной горной массы с помощью ленточных конвейеров в транспортные средства. Недостатками карьерных комбайнов являются: сложность конструкции; громоздкость, что значительно затрудняет возможность их маневрирования на рабочей площадке; проблемы с намерзанием и налипанием горной массы на ленты транспортеров. Кроме того, при погрузке горной массы в автотранспорт возникают простои карьерных комбайнов при обмене автосамосвалов, которые могут достигать 10–25% от времени фрезерования (в зависимости от производительности комбайна и грузоподъемности автосамосвала), что значительно снижает производительность комбайнов [3].

У фрезерных машин отсутствуют ленточные конвейеры, поэтому данное оборудование является более легким, компактным, маневренным и простым в эксплуатации и обслуживании. Стоимость фрезерных машин по сравнению с карьерными комбайнами равной производительности более низкая. Фрезерная машина разрабатывает массив горной породы и оставляет вынутую горную массу в открытой траншее.

В настоящее время для перемещения горной массы из забоя в основном используется автомобильный транспорт. При увеличении глубины карьера растет дальность транспорти-

ровки горной массы. В результате чего технико-экономические показатели автомобильного транспорта существенно ухудшаются и целесообразным становится переход на комбинированный транспорт с применением конвейеров и подъемников различных конструкций [12–15]. Наиболее часто используют комбинацию автомобильного и конвейерного транспорта, при этом автомобильный транспорт является сборочным, поставляющим к конвейеру горную массу из нескольких забоев карьера, а конвейер – магистральным транспортом.

В случае разработки месторождения фрезерными машинами полученную горную массу обычно штабелируют бульдозерами и грузят в автосамосвалы посредством одноковшовых погрузчиков или экскаваторов. Однако при расположении забоев недалеко от приемного бункера конвейера (на расстоянии до 1,0–1,5 км) происходит быстрая оборачиваемость автотранспорта, и погрузочная машина обслуживает всего 2–3 автосамосвала, в результате чего себестоимость погрузочно-транспортных работ относительно высока. На небольших плечах возки экономически целесообразна транспортировка горной массы с помощью колесных скреперов. Целью работы является совершенствование циклично-поточной технологии добычи твердых полезных ископаемых с применением фрезерных машин и колесных скреперов.

Результаты исследований и их обсуждение

Предлагаемый способ разработки месторождений твердых полезных ископаемых с применением фрезерной машины и усовершенствованных колесных скреперов осуществляется следующим образом. Фрезерная машина 1 производит разрыхление породы 2 с размещением отфрезерованной горной массы 3 в открытой траншее 4, из которой осуществляется ее выемка колесным скрепером 5, следующим вслед за фрезерной машиной 1 (рис. 1). Колесные скреперы самостоятельно осуществляют погрузочно-доставочные работы горной массы и не требуют вспомогательного оборудования, что повышает эффективность ведения горных работ. В данной технологии колесные скреперы являются сборочным транспортом и доставляют горную массу на расстояние до 1,0–1,5 км из забоев к приемному бункеру магистрального конвейера, перемещающего горную массу на дневную поверхность карьера.

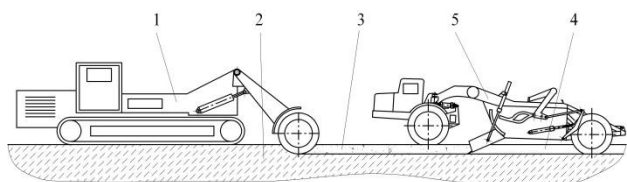


Рис. 1. Разработка месторождения с использованием фрезерной машины и усовершенствованного колесного скрепера

Поскольку колесный скрепер работает с рыхлой мелкокусковой горной массой, то загрузка его ковша только за счет силы тяги является неэффективной, так как из-за отсутствия пробивной силы у срезаемой стружки (горной массы) наполнение ковша составляет всего 60–80% от его геометрической вместимости, т.е. коэффициент наполнения ковша равен 0,6–0,8. В связи с чем для улучшения заполнения ковша целесообразно использовать интенсификатор загрузки. Предлагается конструкция усовершенствованного колесного скрепера, специально предназначенного для выемки рыхлой мелкокусковой горной массы (рис. 2). Так как при черпании из траншеи горной массы, полученной в результате работы фрезерной машины, не возникает значительного сопротивления резанию, а основное сопротивление связано с продвижением горной массы внутрь ковша, появляется возможность вести выемку с помощью загрузочного лотка 1. В усовершенствованной конструкции скрепера предлагается отказаться от опускания ковша 2 и выполнить его как одно целое с тяговой рамой 3, в результате чего снизится металлоемкость скрепера и несколько уменьшится его ширина.

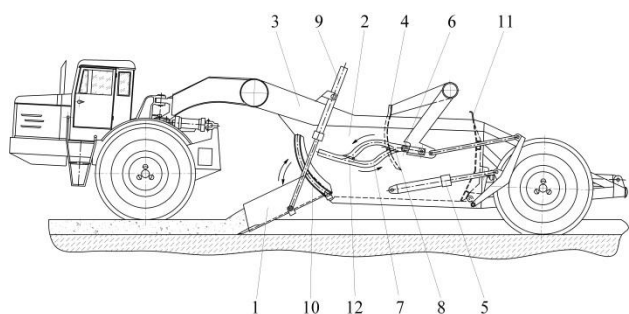


Рис. 2. Усовершенствованный колесный скрепер для выемки рыхлой мелкокусковой горной массы

Усовершенствованный скрепер зачерпывает горную массу в ковш 2 с помощью загрузочного лотка 1. После заполнения передней части ковша в работу включается интенсификатор загрузки 4, который перемещает горную массу из передней

части ковша в заднюю при помощи привода 5. Интенсификатор загрузки 4 на каретках 6 перемещается по нижним ветвям криволинейных направляющих 7, установленных на внешних сторонах боковых стенок ковша, от передних к задним тупиковым участкам направляющих 7 через переводные упоры 8. Освободившаяся передняя часть ковша 2 вновь заполняется горной массой. На заключительном этапе загрузки гидроцилиндры 9 поднимают загрузочный лоток 1 с находящейся в нем горной массой для окончательного заполнения передней части ковша 2. Скрепер осуществляет транспортирование горной массы к месту разгрузки. Применение интенсификатора загрузки позволяет загружать ковш разрыхленной горной массой с высоким коэффициентом наполнения, равным 1,05–1,10 (с «шапкой»), что значительно увеличивает производительность колесного скрепера.

Для разгрузки ковша 2 скрепера гидроцилиндами 9 производится дополнительный подъем загрузочного лотка 1 в направляющих 10. Разгрузка ковша осуществляется через образовавшуюся щель между днищем ковша и поднятым в направляющих 10 загрузочным лотком 1. Горная масса принудительно выталкивается из ковша посредством задней стенки 11, которая перемещается в переднюю часть ковша. Одновременно при помощи привода 5 в исходное положение в передней части ковша возвращается интенсификатор загрузки 4, частично помогая выгрузке горной массы, при этом каретки 6 интенсификатора 4, перемещаются по верхним ветвям криволинейных направляющих 7, от задних тупиковых участков к передним через переводные упоры 12. Разгрузка скрепера осуществляется в приемный бункер магистрального конвейера. Приемный бункер оборудован специальной эстакадой для проезда и разгрузки над ним колесного скрепера.

Выводы

По причине ужесточения экологических и социальных требований при добыче полезных ископаемых на производство взрывных работ накладываются все большие ограничения, а в случае приближения фронта работ вплотную к населенным пунктам, особо охраняемым территориям или объектам инфраструктуры, ведение взрывного рыхления вообще исключается. В то же время на ряде давно эксплуатируемых месторождений основные и наиболее качественные запасы (по причине выработки других запасов) полезных ископаемых оказываются в непосред-

ственной близости к жилью и другим объектам. С развитием горного оборудования все больше месторождений разрабатывают с использованием безвзрывных технологий путем механического рыхления горных пород, в частности с применением фрезерных машин.

Повысить эффективность циклично-поточных технологий разработки месторождений возможно за счет совершенствования транспортных схем при перемещении полезного ископаемого из забоев к магистральному конвейеру, находящемуся на расстоянии до 1,0–1,5 км, путем замены автосамосвалов, работающих в комплекте с погрузочным оборудованием, на усовершенствованные колесные скреперы, предназначенные для выемки рыхлой мелкокусковой горной массы. Предлагаемое совершенствование технологической схемы ведения горных работ позволит сократить издержки на выемку и транспортирование горной массы, что повысит рентабельность производства.

Список литературы

1. Пихлер М., Панкевич Ю.Б. Wirtgen Surface Miner в Индии. Опыт селективной разработки угольных месторождений // Горная промышленность. 2003. №4. С. 40–47.
2. Буткевич Г.Р. Взрывные и безвзрывные способы разрушения скальных пород на карьерах // Строительные материалы. 2011. №2. С. 33–34.
3. 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.
4. Монсини К.Р., Мазманян А.О. Повышение эффективности механического рыхления горных пород // Горный журнал. 1998. №1. С. 39–43.
5. Анистратов К.Ю. Безвзрывная выемка полускальных пород на карьерах стройматериалов гидравлическими экс-

- каваторами фирмы Liebherr // Горная промышленность. 1998. №2. С. 41–45.
6. Панкевич Ю.Б. Применение мощных гидромолотов фирмы Krupp на безвзрывной разработке месторождений полезных ископаемых решает вопросы экологии и качества продукции // Горная промышленность. 1997. №2. С. 45–48.
7. 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. № 11. P. 515–517.
8. Москаленко Т.В., Ворсина Е.В. Управление отходами горной промышленности как элемент устойчивого развития республики Саха (Якутия) // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №10. С. 98–102.
9. 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.
10. Улучшение качества угля за счет селективной разработки сложноструктурного Эльгинского каменноугольного месторождения / Ермаков С.А., Гаврилов В.Л., Хосоев Д.В., Хютанов Е.А. // Наука и образование. 2012. № 1. С. 24–29.
11. Чебан А.Ю. Выемочная техника, задействованная на угольных разрезах в южной части Дальневосточного региона // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2013. №3 (30). С. 081–084.
12. Яковлев В.Л. Перспективные решения в области циклично-поточной технологии глубоких карьеров // Горный журнал. 2003. №4–5. С. 51–56.
13. Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Кидяев В.А. Использование преимуществ карьерного комбинированного транспорта при открыто-подземной разработке месторождений // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2010. №3. С. 5–7.
14. Оценка эффективности схем вскрытия законтурных запасов с применением карьерных подъемников / Гавришев С.Е., Калмыков В.Н., Бурмистров К.В., Томилина Н.Г., Заляднов В.Ю. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. №1. С. 7–10.
15. Осадчий В.И., Маулямбаев Т.И., Кузьмин С.Л. Проектирование технологии обмена контейнеров на подъемных пунктах // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. №2. С. 16–18.

Материал поступил в редакцию 02.02.16.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

DOI:10.18503/1995-2732-2016-14-2-5-9

ENHANCING THE CONVEYING TECHNOLOGY IN EXPLOSIVE-FREE MINING

Cheban Anton Yurievich – Senior Researcher, Associate Professor, Mining Institute of the Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia. Phone: +7(4212) 32-79-27. E-mail: chebanay@mail.ru.

Abstract. An ever growing application of ripping techniques in surface mining is due to economic factors and significantly stricter environmental and social regulations which restrict drilling and blasting operations. Surface miners and milling machines would be the most efficient machinery for explosive-free mining. As an open pit is mined out and the haul distances increase, it becomes reasonable to use a combined conveying system comprising different conveyor structures. This article describes an enhanced conveying technology involving milling

machines, wheel scrapers, and conveyors. A milling machine rips rock and sends it to an open trench. A wheel scraper which follows the milling machine picks up the ripped rock from the trench. Wheel scrapers do all the loading and conveying and require no auxiliary equipment thus increasing the mining efficiency. In this technology wheel scrapers perform a collecting and conveying job delivering rock from the pit to a receiver bin of the main conveyor. The proposed design of a wheel scraper includes a feed chute and a scraper used as a load-

ing aid to help extract small pieces of loose rock. A feed chute helps convey rock to the shovel of a wheel scraper. Once the front area of the shovel is filled up with rock, a scraper activates moving rock to the rear area of the shovel. The enhanced mining technology will help reduce the extraction and conveying costs and thus improve overall mining efficiency.

Keywords: Ripping, rock mass, milling machine, wheel scraper, loading aid, conveyor.

References

- Pichler M., Pashkevich Iu.B. Wirtgen Surface Miner in India. Experience of selective coal mining. *Gornaya promyshlennost'* [Mining industry]. 2003, no. 4, pp. 40-47.
- Boutkevitch G.R. Explosive and explosive-free methods of rock destruction at quarries. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2011, no. 2, pp. 33-34.
- Cheban A.Iu., Sekisov G.V., Khrunina N.P., Shemyakin S.A. Upgrading continuous and cyclic excavation and transportation during open-pit mining. *Evroaziatskoe gornoe delo* [Eurasian mining]. 2014, no. 1, pp. 22-24.
- Mancini K.R., Mazmanian S.A. Improving the efficiency of the mechanical loosening of rocks. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 1998, no. 1, pp. 39-43.
- Anistratov K.Iu. Explosive-free excavation of rock with the help of Liebherr excavators at construction materials quarries. *Gornaya promyshlennost'* [Mining industry]. 1998, no. 2, pp. 41-45.
- Pashkevich Iu.B. The use of powerful Krupp hydraulic hammers at an explosive-free mining site solve environmental and product quality issues. *Gornaya promyshlennost'* [Mining industry]. 1997, no. 2, pp. 45-48.
- Ugay S.M., Golokhvast K.S., Pogotovkina N.S., Miheev E.M., Cheban A.Yu. Assessment of the impact of a compressed gas vehicle on the environment // *Life Science Journal*. 2014. no. 11. pp. 515-517.
- Moskalenko T.V., Voronina E.V. Mining waste management as an element of sustainable development of the Republic of Sakha (Yakutiya). *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Irkutsk State Technical University]. 2014, no. 10, pp. 98-102.
- Cheban A.Iu., Rassczazov I.Iu., Litvintsev V.S. Analyzing the machinery fleet of mining enterprises of the Amur Region. *Markshejderija i nedropol'zovanie* [Mine surveying and subsoil management]. 2012, no. 2, pp. 41-50.
- Ermakov S.A., Gavrilov V.L., Khosroev D.V., Hoyutanov E.A. Improving the quality of coal through selective mining of the complex Elga coal deposit. *Nauka i obrazovanie* [Science and education]. 2012, no. 1, pp. 24-29.
- Cheban A.Iu. Excavation machinery used at the coal mines of the South of the Far Eastern region. *Vestnik Tikhookeanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Pacific National University]. 2013, no. 3 (30), pp. 081-084.
- Yakovlev V.L. Potential solutions for continuous and cyclic operations at deep pits. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 2003, no. 4-5, pp. 51-56.
- Gavrishev S.E., Burmistrov K.V., Kidyayev V.A. Exploiting the advantages of combined mining transportation in combined open and underground mining. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2010, no. 3, pp. 5-7.
- Gavrishev S.E., Kalmykov V.N., Burmistrov K.V., Tomilina N.G., Zalyadnov V.Yu. Assessment of the performance of perimeter deposit opening schemes with the use of mine lifts. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2014, no. 1, pp. 7-10.
- Osadchy V.I., Mulyanbaev T.I., Kuzmin S.L. Engineering a container exchange technique at lifting points. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2013, no. 2, pp. 16-18.

Чебан А.Ю. Совершенствование безвзрывных циклично-поточных технологий добычи полезных ископаемых // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2016. Т.14. №2. С. 5-9. doi:10.18503/1995-2732-2016-14-2-5-9

Cheban A.Yu. Enhancing the conveying technology in explosive-free mining. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2016, vol. 14, no. 2, pp. 5-9. doi:10.18503/1995-2732-2016-14-2-5-9