

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Чебан А.Ю., Хрунина Н.П.

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

Аннотация

В России, как и во многих других странах, при добыче твердых полезных ископаемых наибольшее распространение получил открытый способ разработки месторождений. Известно, что с увеличением глубины карьеров расходы на транспортировку вынудой горной массы непрерывно возрастают, поэтому вопросы оптимизации карьерного транспорта при ведении открытых горных работ и перемещении сырья к месту его переработки имеют первостепенное значение для обеспечения эффективной работы добывающих предприятий. В настоящее время ряд горнодобывающих предприятий по технико-экономическим и социально-экологическим причинам переходят на отработку месторождений по безвзрывной технологии с использованием компактных роторных экскаваторов, карьерных комбайнов и землеройно-фрезерных машин. При разработке массива горных пород данными машинами практически отсутствуют крупные куски горной массы, в результате чего крупное дробление может быть исключено из производственного процесса. Предлагается конструкция мобильного перегрузочного комплекса, обеспечивающего перевалку горной массы из автосамосвалов на ленточный конвейер, отделение из горной массы отдельных крупнокусковых включений с отвалообразованием этих включений без остановки перегрузочного комплекса. Мобильный перегрузочный комплекс снабжен ходовым оборудованием, приводом, рамой, приемными бункерами, расположенными с двух сторон от рамы, просеивающей поверхностью с вибратором и питателем. Перемещение элементов рабочего оборудования осуществляется с помощью гидроцилиндров подъема приемных бункеров и гидроцилиндров поворота просеивающей поверхности. Отмечается, что предлагаемый комплекс позволит снизить капитальные и эксплуатационные издержки на транспортно-перегрузочное оборудование карьера, уменьшит простои оборудования, снизит затраты на перемещение горной массы из карьера и повысит рентабельность горного производства.

Ключевые слова: карьерные комбайны, горная масса, автосамосвалы, приемные бункеры, просеивающая поверхность, конвейер.

Введение

Российская Федерация обладает крупнейшими разведанными запасами различных полезных ископаемых, при этом вклад минерально-сырьевого комплекса в доходную часть Федерального бюджета составляет около 50%, а выручка от продажи минеральных ресурсов достигает 65–70% всех валютных поступлений в страну [1–2]. В настоящее время минерально-сырьевой комплекс исключительно важен для поддержания устойчивого состояния экономики России, а в будущем может создать условия для успешного технологического развития базовых отраслей перерабатывающей промышленности.

В России и других крупнейших горнодобывающих странах при освоении месторождений твердых полезных ископаемых распространен открытым способом разработки. В связи с появлением новых и усовершенствованных горных

машин, транспортного, бурового и погрузочного оборудования, оптимизацией транспортных систем глубина ведения открытых работ существенно возрастает [3]. С увеличением глубины карьеров расходы на транспортировку горной массы непрерывно увеличиваются и в отдельных случаях могут достигать 65–75% всех затрат на добычу полезного ископаемого [4]. В связи с этим вопросы оптимизации карьерного транспорта при ведении открытых горных работ и перемещении сырья к месту его переработки имеют первостепенное значение для обеспечения эффективной работы добывающих предприятий. Наряду с совершенствованием применения автомобильного, железнодорожного, конвейерного карьерного транспорта и их комбинированного использования, ведутся исследования по целесообразности применения скиповых и крутонаклонных конвейерных подъемников, размещаемых как на открытой поверхности, так и в наклонных стволах, а также контейнерной технологии подъема горной массы [5–7].

Постановка проблемы

На глубоких карьерах в основном используется автомобильный или комбинированный автомобильно-конвейерный транспорт. Наиболее перспективным и активно совершенствуемым является конвейерный транспорт. Создание различных конструкций крутонаклонных конвейеров значительно упрощает возможности использования конвейерного транспорта при подъеме горной массы со дна карьера на дневную поверхность [8]. Конвейерный транспорт обеспечивает высокую производительность, непрерывность и ритмичность перемещения грузов, небольшие эксплуатационные затраты, упрощение общей организации работ, малое количество обслуживающего персонала, улучшение условий и повышение безопасности труда, уменьшение объемов горнокапитальных работ и сокращение общей протяженности транспортных коммуникаций (особенно при использовании крутонаклонных конвейеров). Недостатками конвейерного транспорта являются строгое ограничение по величине куска перемещаемой горной массы и значительные капитальные затраты на строительство конвейера.

Для обеспечения необходимого фракционного состава транспортируемой конвейерами горной массы в карьерах размещаются дробильно-перегрузочные пункты (ДПП), обеспечивающие прием взорванной горной массы, погруженной одноковшовыми экскаваторами в автосамосвалы и перемещенной к ДПП, крупное дробление горной массы и погрузку ее на ленту конвейера [9–10]. Дробильно-перегрузочный пункт представляет собою крупногабаритную конструкцию высотой до 30 и более метров, при этом разница отметок между уровнями разгрузки автосамосвалов и лентой конвейера может достигать более 20 м [8]. Такая конструкция требует создания мощных подпорных стенок для удержания нагрузок от автосамосвалов. Это удорожает и осложняет строительство перегрузочного пункта, тем более, что в большинстве случаев указанные перегрузочные пункты должны периодически переноситься по мере углубления горных работ.

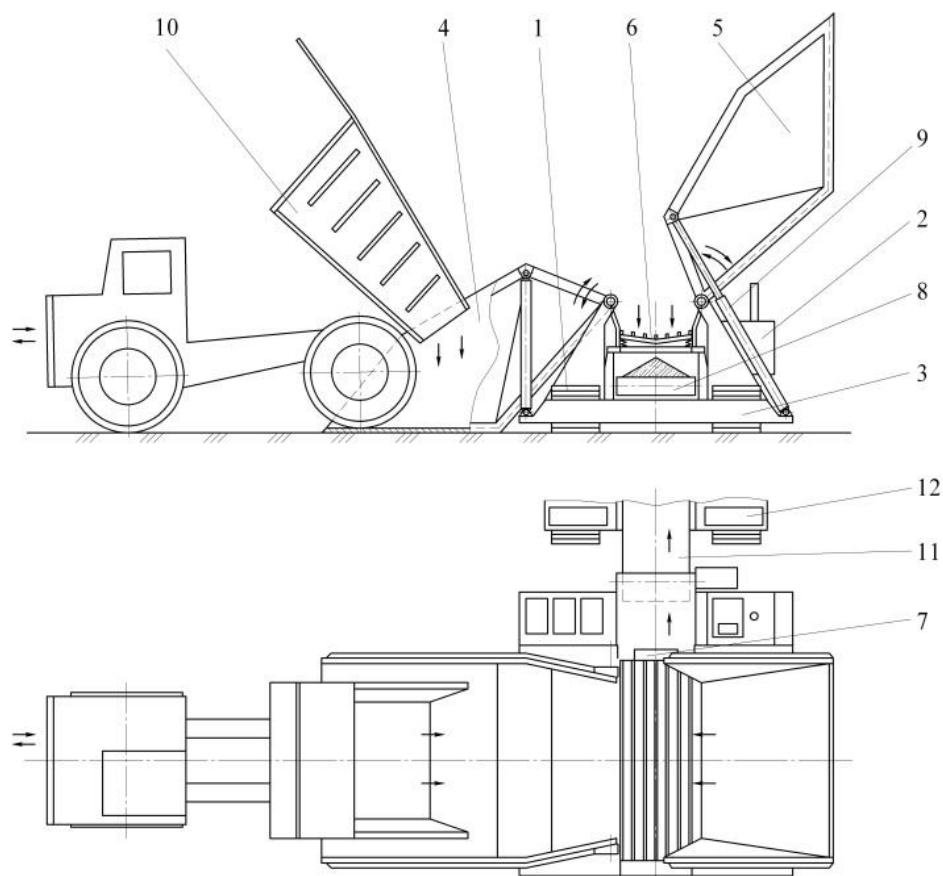
В настоящее время ряд горнодобывающих предприятий по технико-экономическим и социально-экологическим причинам переходят на разработку месторождений по безвзрывной технологии с использованием компактных роторных экскаваторов, карьерных комбайнов и землеройно-фрезерных машин [11–16]. При разработке мас-

сива горных пород данными машинами практически отсутствуют крупные куски горной массы, в результате чего крупное дробление может быть исключено из производственного процесса.

Одним из известных устройств, выполняющих функцию перегрузки, является конструкция, включающая приемные емкости, питатель, колосники и гидроцилиндры управления [17]. Разгрузка автосамосвалов обеспечивается на уровне стояния погрузочного устройства, что исключает перепробег автосамосвалов. Приемные емкости устройства в виде ковшей поочередно принимают груз от автосамосвалов и затем при подъеме гидроцилиндрами разгружают горную массу через колосники на питатель. На колосниках остаются имеющиеся в горной массе отдельные крупнокаменистые включения, которые сбрасываются с колосников назад в приемную емкость при ее опускании вниз специальной перемычкой. Недостатком данной конструкции является то, что крупные куски горной массы вновь возвращаются в приемную емкость, где постепенно скапливаются и требуют удаления или разрушения. Это приводит к периодическим остановкам погрузочного устройства, привлечению дополнительной техники и персонала, а главное – остановке непрерывного процесса подачи горной массы на конвейер, что снижает эффективность всего транспортного комплекса.

Результаты исследований и их обсуждение

Для решения проблемы снижения капитальных и эксплуатационных издержек на транспортно-перегрузочное оборудование карьера, уменьшения простоев, снижения затрат на перемещение горной массы из карьера разработана конструкция мобильного перегрузочного комплекса, обеспечивающего перевалку горной массы из автосамосвалов на ленточный конвейер, отделение из горной массы отдельных крупнокусковых включений с отвалообразованием этих включений без остановки перегрузочного комплекса. Мобильный перегрузочный комплекс снабжен ходовым оборудованием 1, приводом 2, рамой 3, приемными бункерами 4 и 5, расположенными с двух сторон от рамы 3 и шарнирно соединенными с ней, просеивающей поверхностью 6 с вибратором 7, питателем 8. Управление рабочим оборудованием осуществляется с помощью гидроцилиндров подъема 9 приемных бункеров 4, 5 и гидроцилиндров поворота просеивающей поверхности 6 (см. **рисунок**).



Мобильный перегрузочный комплекс для работы в комплекте с автосамосвалами и ленточным конвейером

Процесс перегрузки осуществляется в следующей последовательности. Автосамосвал 10 с горной массой задним ходом частично заезжает внутрь приемного бункера 4 и разгружается в нем, после чего выезжает из бункера. В это время приемный бункер 5 при помощи гидроцилиндров 9 поднимается и равномерно выгружает горную массу на просеивающую поверхность 6 с работающим вибратором 7. Горная масса проходит через просеивающую поверхность 6 и попадает на питатель 8, который транспортирует ее на ленту 11 конвейера 12. После разгрузки приемный бункер 5 опускается в исходное положение и загружается очередным автосамосвалом. Одновременно начинается подъем бункера 4 для выгрузки горной массы на просеивающую поверхность 6.

Встречающиеся в горной массе одиночные крупнокаменистые включения остаются на просеивающей поверхности 6 и по мере накопления периодически удаляются с нее в отвал. Удаление осуществляется путем поворота просеивающей поверхности с помощью гидроцилиндров пово-

рота. Данная операция производится во время опускания очередного бункера таким образом, что специальной остановки перегрузочного комплекса для удаления негабаритных включений не требуется. При углублении карьера мобильный перегрузочный комплекс легко может быть перемещен на новое место.

Разработанный мобильный перегрузочный комплекс можно использовать при перегрузке горной массы из автосамосвалов как на конвейерный транспорт, так и в железнодорожный транспорт при оснащении мобильного перегрузочного комплекса разгрузочной консолью.

Выводы

В связи со значительным падением мировых цен на некоторые виды минерального сырья рентабельность работы ряда горнодобывающих предприятий снизилась, поэтому важное значение приобретает возможность уменьшения себестоимости ведения горных работ путем совершенствования технических средств и технологических схем их

применения. Анализ развития производственно-транспортных систем при разработке месторождений глубокими карьерами показал эффективность автомобильно-конвейерного карьерного транспорта. Развитие схем перегрузочного процесса с использованием усовершенствованных мобильных перегрузочных комплексов, обеспечивающих автоматизацию производственного цикла, улучшит технико-экономические показатели горного производства. Предлагаемая конструкция мобильного перегрузочного комплекса позволит значительно снизить капитальные и эксплуатационные издержки, уменьшит простои горно-транспортного оборудования, а также снизит затраты на перемещение горной массы из карьера.

Список литературы

1. Мельников Н.Н., Бусырев В.М. Концепция ресурсосбалансированного освоения минерально-сырьевой базы // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2005. №2. С. 58–64.
2. Яковлев В.Л. Состояние, проблемы и пути совершенствования открытых горных разработок // Горный журнал. 2009. №11. С. 11–14.
3. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч. I. Производственные процессы: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1985. 509 с.
4. Трубецкой К.Н., Корнилков С.В., Яковлев В.Л. О новых подходах к обеспечению устойчивого развития горного производства // Горный журнал. 2012. №1. С. 15–19.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Санакулов К.С., Шелепов В.И. Глубокие вводы поточного звена ЦПТ в каптере «Мурунтау» // Рациональное освоение недр. 2011. №4. С. 52–57.
9. Special equipment for quarry operations. Zement-Kalk-Gips Int. 2014, vol. 67, no. 10, p. 12.
10. Mobil Anlagen von Sandvik in Kasachstan. AT Miner. Process. Eur. 2015, vol. 56, no. 1–2, pp. 40–41.
11. 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.
12. Чебан А.Ю. Классификация технологических схем применения карьерных комбайнов // Системы. Методы. Технологии. 2015. №2. С. 159–163.
13. Wirtgen surface mining for selective limestone mining in the North Caucasus / Russia. Zement-Kalk-Gips Int. 2014, vol. 67, no. 10, p. 18.
14. 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.
15. 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.
16. Чебан А.Ю. К вопросу об определении производительности карьерных комбайнов в различных условиях эксплуатации // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 3. С. 145–148.
17. Пат. 2084628 Украина, МПК E21C41/00. Погрузочное устройство / Слепян В.И. и др.

Материал поступил в редакцию 11.07.16.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

DOI:10.18503/1995-2732-2017-15-1-10-14

MODERNIZATION OF TRANSPORTATION AND HANDLING EQUIPMENT IN OPENCAST MINING

Anton Yu. Cheban – 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

Natalya P. Khrunina – Senior Researcher

Mining Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia. Phone: +7(4212) 32-79-27. E-mail: npetx@mail.ru

Abstract

In Russia, like in many other countries, opencast mining proves to be the most popular mining method used in the sector of solid minerals. It is a known fact that as an open pit gets developed further, the haulage costs increase continuously. It means that the efficiency of mining companies largely depends on how optimized

their haulage systems are. Nowadays, certain technical, economical, social and environmental reasons make some of the mining companies adopt a blast-free technology, which implies the use of compact bucket wheel excavators, surface miners and excavating milling machines. The use of the above machinery helps prevent big rocks thus eliminating the need for a pri-

mary crusher. This article examines a mobile conveyor designed for conveying rock from dump trucks to the belt conveyor while removing big rocks on the run. The components of such mobile conveyor include a carriage, a drive, a frame, receiving hoppers located on both sides of the frame, and a screen with a vibrator and a feeder. The equipment also includes hydraulic cylinders responsible for lifting receiving hoppers and for turning the screening surface. It is noted that the benefits of the proposed plant design will include reduced capital and operating costs related to transportation and handling machinery, reduced downtime, reduced haulage costs and increased profitability of mining operations.

Keywords: Surface miners, rock mass, dump trucks, receiving hoppers, screening surface, conveyor.

References

1. Melnikov N.N., Busyrev V.M. Balanced resource development strategy. *Mineral'nye resursy Rossii. Jekonomika i upravlenie* [Mineral Resources of Russia. Economics and Management]. 2016, no. 2, pp. 58–64. (In Russ.)
2. Yakovlev V.L. Opencast mining: Current state, issues and optimization. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 2009, no. 11, pp. 11–14. (In Russ.)
3. Rzhetskij V.V. Open pit mining. Part I. Production processes: Textbook for universities. 4th ed., revised and expanded. Moscow: Nedra, 1985. 509 p. (In Russ.)
4. Trubetskoy K.N., Kornilkov S.V., Yakovlev V.L. On new approaches to ensuring sustainable development in mining. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 2012, no. 1, pp. 15–19. (In Russ.)
5. Gavrishchev S.E., Burmistrov K.V., Kidyayev V.A. Capitalizing on the use of multifunctional mining machinery in combined opencast and underground mining operations. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2010, no. 3, pp. 5–7. (In Russ.)
6. Gavrishchev S.E., Kalmykov V.N., Burmistrov K.V., Tomilina N.G., Zalyadnov V.Yu. Evaluating the performance of the off-field opening scheme that uses pit lifts. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2014, no. 1, pp. 7–10. (In Russ.)
7. Osadchy V.I., Maulyanbaev T.I., Kuzmin S.L. Designing a container exchange technology for lifting points. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2013, no. 2, pp. 16–18. (In Russ.)
8. Sanakulov K.S., Shelepov V.I. Implementation of continuous components of the cyclic-continuous technology at greater depths of the Muruntau Open Pit. *Racional'noe osvoenie nedr* [Mineral mining & conservation]. 2011, no. 4, pp. 52–57. (In Russ.)
9. Special equipment for quarry operations. *Zement-Kalk-Gips Int.* 2014, vol. 67, no. 10, p. 12.
10. Mobil Anlagen von Sandvik in Kasachstan. *AT Miner. Process. Eur.* 2015, vol. 56, no. 1–2, pp. 40–41.
11. Ermakov S.A., Gavrilov V.L., Hosoev D.V., Hoyutanov E.A. Improved coal quality resultant from selective development of complex Elga coal deposit. *Nauka i Obrazovanie* [Science and Education]. 2012, no. 1, pp. 24–29. (In Russ.)
12. Cheban A.Yu. Classification of processes involving surface miners. *Sistemy. Metody. Tehnologii* [Systems. Methods. Technologies]. 2015, no. 2, pp. 159–163. (In Russ.)
13. Wirtgen surface mining for selective limestone mining in the North Caucasus. Russia. *Zement-Kalk-Gips Int.* 2014, vol. 67, no. 10, p. 18.
14. Cheban A. Yu., Sekisov G. V., Khrunina N. P., Shemyakin S. A. Upgrading continuous and cyclic excavation and transportation during open-pit mining. *Evrasijskaya dobycha* [Eurasian mining]. 2014, no. 1, pp. 22–24.
15. 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. (In Russ.)
16. Cheban A.Yu. On determining the capacity level of surface miners under various operating conditions. *Sistemy. Metody. Tehnologii* [Systems. Methods. Technologies]. 2014, no. 3, pp. 145–148. (In Russ.)
17. Slepyan V.I. et al. *Pogruzochnoe ustroistvo* [Loading device]. Patent UR, no. 2084628, 1997.

Received 11/07/16

Образец для цитирования

Чеван А.Ю., Хрунина Н.П. Модернизация транспортно-перегрузочного оборудования при ведении открытых горных работ // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2017. Т. 15. №1. С. 10–14. doi:10.18503/1995-2732-2017-15-1-10-14

For citation

Cheban A.Yu., Khrunina N.P. Modernization of transportation and handling equipment in opencast mining. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2017, vol. 15, no. 1, pp. 10–14. doi:10.18503/1995-2732-2017-15-1-10-14