

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 622.271

DOI 10.21440/2307-2091-2017-3-57-59

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ВЕДЕНИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

А. Ю. Чебан

Improving the extraction-and-loading process in the open mining operations

A. Yu. Cheban

Using the explosions is the main way to prepare solid rocks for the excavation, and that results in the formation of a rock mass of uneven granulometric composition, which makes it impossible to use a conveyor quarry transport without the preliminary large crushing of the rock mass obtained during the explosion. A way to achieve the greatest technical and economic effect is the full conveyorization of quarry transport, what, in this case, ensures the sequenced-flow of transport operations, automation of management and high labor productivity. The extraction-and-loading machines are the determining factor in the performance of mining and transport machines in the technological flow of the quarry. When extracting a blasted rock mass with single-bucket excavators or loaders working in combination with bottom-hole conveyors, one uses self-propelled crushing and reloading units of various designs to grind large individual parts to fractions of conditioning size. The presence of a crushing and reloading unit in the pit-face along with the excavator requires an additional space for its placement, complicates the maneuvering of the equipment in the pit-face, and increases the number of personnel and the cost of maintaining the extraction-and-reloading operations. The article proposes an improved method for carrying out the extraction-and-loading process, as well as the design of extraction-and-grinding unit based on a quarry hydraulic excavator. The design of the proposed unit makes it possible to convert the cyclic process of scooping the rock mass into the continuous process of its loading on the bottom-hole conveyor. Using the extraction-and-grinding unit allows one to combine the processes of excavation, preliminary crushing and loading of the rock mass, which ensures an increase in the efficiency of mining operations.

Keywords: excavation; rock mass; conditioning size; bucket; receiving hopper; crusher; automatic control system.

Подготовка прочных горных пород к выемке в основном ведется с применением взрыва, в результате которого происходит образование горной массы неравномерного гранулометрического состава, что делает невозможным применение конвейерного карьерного транспорта без предварительного крупного дробления полученной при взрыве горной массы. Наибольший технико-экономический эффект достигается при полной конвейеризации карьерного транспорта, в этом случае обеспечиваются поточность транспортных операций, автоматизация управления и высокая производительность труда. Выемочно-погрузочные машины являются определяющими по производительности в комплекте горных и транспортных машин технологического потока карьера. При выемке взорванной горной массы одноковшовыми экскаваторами или погрузчиками, работающими в комплекте с забойными конвейерами, используются самоходные дробильно-перегрузочные агрегаты различных конструкций для измельчения крупных отдельностей до фракций кондиционной крупности. Наличие в забое вместе с выемочной машиной дробильно-перегрузочного агрегата требует дополнительного места для его размещения, усложняет маневрирование техники в забое, увеличивает количество персонала и себестоимость ведения выемочно-перегрузочных работ. В статье предлагается усовершенствованный способ осуществления выемочно-погрузочного процесса, а также конструкция выемочно-дробильного агрегата, выполненного на основе карьерного гидравлического экскаватора. Конструкция предлагаемого агрегата позволяет преобразовывать циклический процесс черпания горной массы в непрерывный процесс ее погрузки на забойный конвейер. Применение выемочно-дробильного агрегата позволяет совместить процессы выемки, предварительного дробления и погрузки горной массы, что обеспечивает повышение эффективности ведения горных работ.

Ключевые слова: экскавация; горная масса; кондиционная крупность; ковш; приемный бункер; дробилка; автоматическая система управления.

Введение
Разработка месторождений твердых полезных ископаемых, сложенных полускальными и скальными породами, в основном ведется с применением буровзрывных работ. Взрыв – быстрое химическое разложение вещества, сопровождающееся выделением большого количества энергии, сжатых газов и образованием ударной волны, оказывающими разрушающее действие на окружающую среду. Главное преимущество взрыва при разработке прочных горных пород – эффективное высокопроизводительное массовое дробление массива горных пород. Взрыв имеет ряд недостатков – в частности, образование горной массы неравномерного гранулометрического состава от пылевидных частиц до негабаритов, при этом также образуется

большое количество отдельностей с крупностью выше 300–400 мм, в результате чего становится невозможным применение конвейерного карьерного транспорта без предварительного крупного дробления полученной при взрыве горной массы [1, 2].

Выемка из навала взорванной горной массы и ее погрузка в транспортные средства ведутся одноковшовыми экскаваторами и погрузчиками, наибольшее распространение на отечественных карьерах получили одноковшовые экскаваторы [3–5]. Выемочно-погрузочные машины являются определяющими по производительности в комплекте горных и транспортных машин технологического потока. В настоящее время в связи с завершением отработки многих месторождений или участков месторождений с относительно высокими содержаниями полезных компонентов в руде предприятиям приходится вести разработку запасов менее богатых руд, в результате чего для обеспечения необходимой производительности по полезным компонентам объемы перерабатываемой горной массы непрерывно возрастают. Кроме того, на крупных, давно разрабатываемых карьерах глубина ведения горных работ значительно понижается, в результате чего транспортные расходы в общих затратах на разработку месторождений порой достигают 60–70 % [6].

На открытых горных работах наиболее распространен автомобильный транспорт [7–8]. Однако все большее развитие получает конвейерный карьерный транспорт, который может использоваться как самостоятельно, так и в комплексе (комбинированные схемы карьерного транспорта) с автосамосвалами, колесными погрузчиками или выемочно-транспортными машинами (бульдозеры, колесные скреперы). При комбинированных схемах автосамосвалы, погрузчики и другие машины являются сборочным транспортом, доставляющим горную массу к перегрузочному пункту конвейерной линии на относительно небольшое расстояние, а конвейер является магистральным транспортом [9–10]. Наибольший технико-экономический эффект достигается при полной конвейеризации карьерного транспорта, в этом случае обеспечиваются поточность транспортных операций, автоматизация управления и высокая производитель-

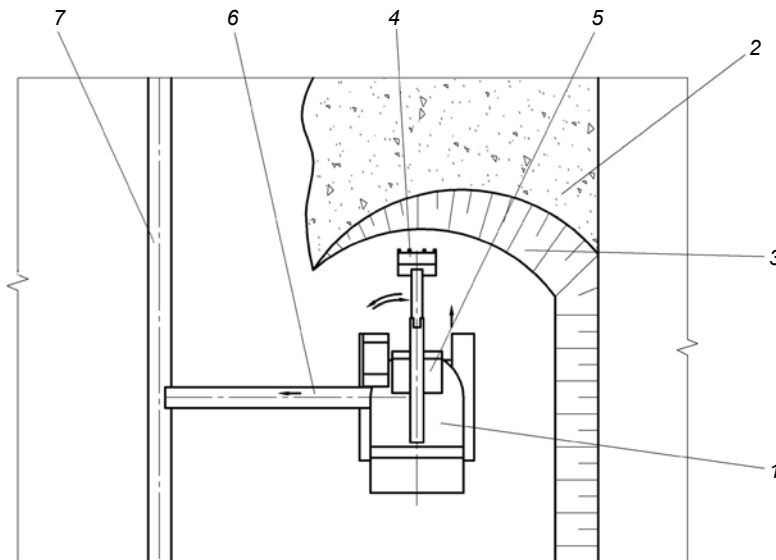


Рисунок 1. Схема работы выемочно-дробильного агрегата с конвейерным карьерным транспортом.

ность труда. Карьерный конвейерный комплекс в общем случае включает конвейеры различного назначения: забойные – расположенные на рабочих площадках уступов и предназначенные для транспортирования горной массы от выемочной машины до сборочного конвейера; сборочные (передаточные) – расположенные в торцевых частях карьера и перемещающие горную массу от одного или нескольких забойных конвейеров к подъемнику; подъемные конвейеры – осуществляющие доставку груза из рабочей зоны карьера на его дневную поверхность; магистральные – расположенные на дневной поверхности, перемещающие полезное ископаемое на обогатительную фабрику или склад, а вскрышные породы – в отвал; и, наконец, отвальные конвейеры, задействованные на укладке вскрышных пород в отвалы [1]. Эффективным оборудованием, работающим совместно с конвейерным транспортом, являются выемочные машины непрерывного действия, в частности роторные экскаваторы или карьерные комбайны, однако данные машины не обеспечивают возможности экскавации прочных горных пород [11–12].

При выемке взорванной полускальной или скальной горной массы одноковшовыми экскаваторами или погрузчиками, работающими в комплекте с конвейерным комплексом, необходимо предварительно подготовить горную массу к транспортировке путем дробления крупных частей до фракций кондиционной крупности, для чего используются самоходные дробильно-перегрузочные установки (агрегаты) различных конструкций [1]. Такие установки имеют в своем составе приемный бункер (накопительную емкость), дробилку, устройства для непрерывной подачи горной массы на конвейер, ленточный конвейер. Таким образом, в забое вместе с выемочной машиной работает еще один агрегат, что требует дополнительного места для его размещения, усложняет маневрирование техники в забое, увеличивает количество персонала и себестоимость ведения выемочно-перегрузочных работ. Кроме того, после черпания горной массы из забоя одноковшовый экскаватор для разгрузки горной массы в приемный бункер дробильно-перегрузочной установки вынужден разворачиваться на угол 90° и более, а после выгрузки ковша вновь поворачиваться к забою, что ведет к увеличению времени цикла работы одноковшового экскаватора и снижает его производительность.

Результаты работы и область их применения

Институтом горного дела ДВО РАН предлагается способ разработки месторождений твердых полезных ископаемых с применением конвейерного транспорта и выемочно-дробильного агрегата. Выемочно-дробильный агрегат 1 ведет черпание взорванной горной массы 2 из забоя 3 выемочным оборудованием 4 типа прямая лопата гидравлического экскаватора (рис. 1).

Из ковша горная масса выгружается в приемный бункер 5, откуда поступает на дробильно-сортировочное оборудование

выемочно-дробильного агрегата, где производится ее измельчение до кондиционного состава по крупности, после чего ленточным конвейером 6 кондиционная горная масса подается на забойный конвейер 7 карьерного конвейерного комплекса.

Основная часть оборудования выемочно-дробильного агрегата размещена на поворотной платформе 1 (рис. 2). Силовая установка 2, кабина машиниста 3, приемный бункер 4, выемочное оборудование 5 в виде ковша 6, рукоятки 7 и стрелы 8 с приводными гидроцилиндрами размещены над поворотной платформой 1, а грохот 9, дробилка 10 и промежуточный бункер 11 установлены под поворотной платформой и вращаются вместе с ней внутри неподвижного корпуса 12. Поворотная платформа 1 установлена на опорно-поворотном устройстве 13. Внутри корпуса 12 также размещены питатель 14 и частично ленточный конвейер 15. Выемочно-дробильный агрегат перемещается посредством гусеничной ходовой части 16.

Для выемки взорванной горной массы из навала поворотная платформа 1 вместе с выемочным оборудованием 5 поворачивается к месту черпания, внедрение ковша 6 в забой и его наполнение горной массой (положение I выемочного оборудования 5) осуществляется под управлением машиниста агрегата. Поскольку одновременно с поворотом выемочного оборудования 5 агрегата происходит поворот приемного 4 и промежуточного 11 бункеров, грохота 9 и дробилки 10, то разгрузка горной массы из ковша 6 осуществляется в плоскости черпания в приемный бункер 4 (положение II выемочного оборудования 5). В связи с этим не требуется разворота в плане ковша 6, рукоятки 7 и стрелы 8 к месту разгрузки, что значительно снижает длительность цикла работы выемочного оборудования 5. Управление загруженным ковшом 6, рукояткой 7, стрелой 8 при движении ковша 6 под разгрузку в приемный бункер 4 производится системой управления выемочно-дробильного агрегата в автоматическом режиме.

Из приемного бункера 4 горная масса попадает на грохот 9, где происходит отделение кондиционных фракций, направляемых через промежуточный бункер 11 на питатель 14. Крупнокусковая (некондиционная) горная масса подается на дробилку 10, где она измельчается до кондиционных размеров, необходимых для ее перемещения конвейерным транспортом, после чего также попадает на питатель 14. Питатель 14 непрерывно подает кондиционную горную массу на ленточный конвейер 15 агрегата, который взаимодействует с забойным конвейером системы непрерывного транспорта карьера.

Подача горной массы ленточным конвейером 15 выемочно-дробильного агрегата при необходимости может вестись также в автомобильный или железнодорожный транспорт. Непрерывная подача горной массы ленточным конвейером 15 позволяет значительно снизить динамические нагрузки на загружаемые

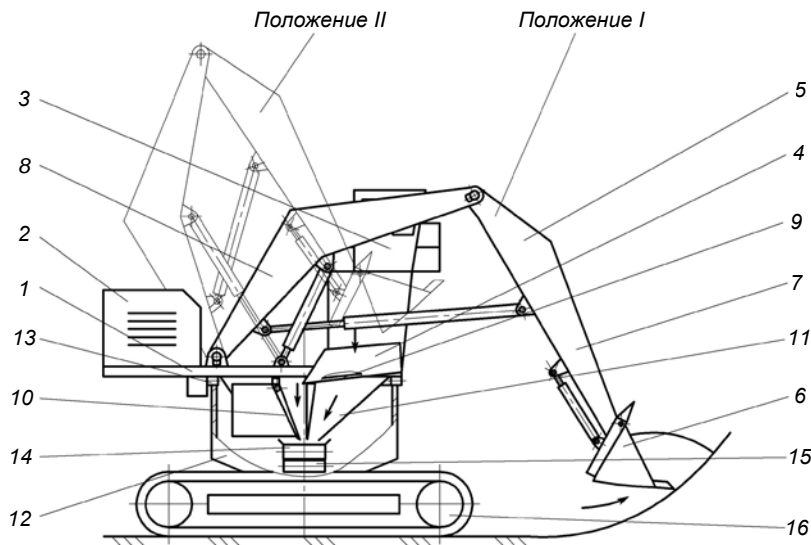


Рисунок 2. Конструкция выемочно-дробильного агрегата.

транспортные средства в сравнении с циклической погрузкой горной массы ковшем экскаватора.

Применение выемочно-дробильного агрегата при работе с взорванной горной массой позволяет совместить процессы выемки, предварительного дробления и погрузки измельченной до кондиционных размеров горной массы на карьерный конвейерный транспорт, что обеспечивает нахождение минимально возможного количества производственного персонала и горного оборудования в карьере. Конструкция предлагаемого выемочно-дробильного агрегата позволяет преобразовывать циклический процесс черпания горной массы в непрерывный процесс ее погрузки. Поворот приемного бункера агрегата вслед за выемочным оборудованием обеспечивает возможность разгрузки ковша непосредственно в плоскости черпания горной массы, что исключает необходимость разворота выемочного оборудования в плане, сокращает время цикла и повышает производительность выемочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анистратов Ю. И., Анистратов К. Ю., Щадов М. И. Справочник по открытым горным работам: М.: НТЦ «Горное дело», 2010. 700 с.
2. Чебан А. Ю. Совершенствование технологий открытой разработки месторождений с использованием карьерных комбайнов и отвалообразователей // Записки Горного института. 2015. Т. 214. С. 23–27.
3. Щадов В. М. Открытая разработка сложноструктурных угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока. 2-е изд., стереотип. М.: Изд-во МГГУ, 2004. 298 с.
4. Special equipment for quarry operations // Zement-Kalk-Gips Int. 2014. Vol. 67, № 10. P. 12–13.
5. Чебан А. Ю. Техническое оснащение предприятий по добыче нерудных строительных материалов в Хабаровском крае // Механизация строительства. 2017. № 2. С. 23–26.
6. Ржевский В. В. Открытые горные работы. Ч. I. Производственные процессы: М.: Недра, 1985. 509 с.
7. 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.
8. Балачук В. Р. Использование внутрибортового перегрузочного пункта для доработки глубоких карьеров АК «АЛРОСА» // Горное оборудование и электромеханика. 2011. № 9. С. 11–13.
9. Трубецкой К. Н., Жариков И. Ф., Шендеров А. И. Совершенствование циклично-поточной технологии при комплексном освоении месторождений // Маркшейдерия и недропользование. 2014. № 3. С. 22–31.
10. Яковлев В. Л., Бахтурин Ю. А., Журавлев А. Г. Основные аспекты форми-

- рования и новые научные направления исследований транспортных систем карьеров // Наука и образование. 2015. № 4. С. 67–72.
11. Wirtgen surface mining for selective limestone mining in the North Caucasus Russia // Zement-Kalk-Gips Int. 2014. Vol. 67, № 10. P. 18–19.
 12. 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.

REFERENCES

1. Anistratov Ju. I., Anistratov K. Ju., Shhadov M. I. 2010, *Spravochnik po otkryтым горным работам* [Handbook for open-cast mining], Moscow, 700 p.
2. Cheban A. Yu. 2015, *Sovershenstvovanie tehnologiy otkryтой razrabotki mestorozhdeniy s ispol'zovaniem kar'ernyh kombaynov i otvalooobrazovatelej* [Improvement of technologies for open development of deposits using quarry combines and spreaders]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], vol. 214, pp. 23–27.
3. Shhadov V. M. 2004, *Otkrytaja razrabotka slozhnostrukturnyh ugol'nyh mestorozhdeniy Vostochnoj Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Open development of complex-structural coal deposits in Eastern Siberia and the Far East], Moscow, 298 p.
4. 2014, Special equipment for quarry operations. *Zement-Kalk-Gips Int.*, vol. 67, no. 10, pp. 12–13.
5. Cheban A. Yu. 2017, *Tekhnicheskoe osnashhenie predpriyatij po dobyche nerudnyh stroitel'nyh materialov v Habarovskom krae* [Technical equipment of enterprises for the extraction of non-metallic building materials in the Khabarovsk Territory]. *Mehanizacija stroitel'stva* [Mechanization of construction], no. 2, pp. 23–26.
6. Rzhvskij V. V. 1985, *Otkrytye gornye raboty. Ch. I. Proizvodstvennyye processy* [Open mining operations. Part I. Production processes], Moscow, 509 p.
7. Sandrigailo I. N., Arefev S. A., Moysiev H. S., Glebov I. A., Shlohin D. A. 2015, *Analiz effektivnosti primeneniya sharnirno-sochlenennyh avtosamosvalov pri razrabotke mestorozhdeniy s malymi zapasami* [Analysis of the effectiveness of the application of articulated-dump trucks in the development of deposits with small reserves]. *Izv. UGGU* [News of the Ural State Mining University], no. 2, pp. 23–27.
8. Balanchuk V. R. 2011, *Ispol'zovanie vnutribortovogo peregruzochnogo punkta dlya dorabotki glubokih kar'erov AK «ALROSA»* [Use of the inboard loading point for finishing the deep quarries of AK "ALROSA"]. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika* [Mining equipment and electromechanics], no. 9, pp. 11–13.
9. Trubeckoy K. N., Zharikov I. F., Shenderov A. I. 2014, *Sovershenstvovanie ciklichno-potochnoy tehnologii pri kompleksnom osvoenii mestorozhdeniy* [Perfection of cyclic-flow technology in integrated development of deposits]. *Markshejderiya i nedropol'zovanie* [Mine survey and subsoil use], no. 3, pp. 22–31.
10. Jakovlev V. L., Bahturin Ju. A., Zhuravlev A. G. 2015, *Osnovnyye aspekty formirovaniya i novye nauchnye napravleniya issledovaniy transportnyh sistem kar'erov* [Basic aspects of formation and new scientific directions of research of transport systems of quarries]. *Nauka i obrazovanie* [Nauka i Obrazovanie], no. 4, pp. 67–72.
11. 2014, Wirtgen surface mining for selective limestone mining in the North Caucasus Russia. *Zement-Kalk-Gips Int.*, vol. 67, no. 10, pp. 18–19.
12. Cheban A. Yu., Sekisov G. V., Khrunina N. P., Shemyakin S. A. 2014, Upgrading continuous and cyclic excavation and transportation during open-pit mining. *Eurasian mining*, no. 1, pp. 22–24.

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

Anton Yur'evich Cheban,
chebanay@mail.ru
Institute of Mining of Far East Branch of the RAS
Khabarovsk, Russia