ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2020;(2):121-129
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 621.926.9 DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-0-121-129

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ДРОБЛЕНИЯ И КОНСТРУКЦИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ

И.И. Басыров[1], А.Д. Бардовский[1]

[1] НИТУ «МИСиС», Москва, Россия, e-mail: basirovilnur@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены существующие способы дробления горных пород и проанализированы достоинства и недостатки конструкций щековых, конусных и валковых дробилок, эксплуатируемых на горно-обогатительных и дробильно-сортировочных предприятиях. Приведенные типы дробилок, несмотря на их широкое распространение в горноперерабатывающей промышленности, не в полной мере отвечают требованиям современных технологий дробления горных пород. Предложен инновационный способ дробления горной массы и конструкция вертикальной валковой дробилки, которые реализуют избирательное дробление горной породы, позволяя получить ряд преимуществ по сравнению с другими способами дробления в дробилках. Использование предлагаемого способа дробления и устройства для его осуществления позволят увеличить степень дробления, улучшить качество фракционного состава готового продукта (фракционный состав готового продукта является стабильным при высокой степени дробления) уменьшить переизмельчение и снизить расход энергии на единицу готовой продукции за счет выделения мелких фракции и избирательного дробления сначала между вращающимися валками, а затем между каждым из валков и внутренней поверхностью неподвижного корпуса, т.е. за счет сочетания достоинств способов дробления в конусных и валковых дробилках.

Ключевые слова: разрушение горных пород, способ дробления, дробление минералов, дробилка, валковая дробилка, вертикальные валки.

Для цитирования: *Басыров И. И., Бардовский А. Д.* Инновационный способ дробления и конструкция вертикальной валковой дробилки для дробления горной массы // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 2. – С. 121–129. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-0-121-129.

Innovative crushing technique and vertical roll crusher design

I.I. Basyrov[1], A.D. Bardovsky[1]

[1] National University of Science and Technology «MISiS», Moscow, Russia,
e-mail: basirovilnur@mail.ru

Abstract: The current methods of rock crushing are reviewed. The design advantages and drawbacks of jaw, cone and roll crushers in operation at processing and grinding-and-sorting factories are analyzed. These types of crushers, although very popular in the mining and processing industry, fail to meet all requirements of advanced rock crushing technologies. The innovative crushing technique and the vertical rolling crusher design are proposed. They implement selective crushing of rocks and offer some advantages over the other methods applied in crushers. The proposed technique and

© И.И. Басыров, А.Д. Бардовский. 2020.

design can improve the reduction range and quality of ground product size distribution (which remains stable at the high reduction range), decrease over-grinding and lower energy per unit end product owing to discharge of fines and due to selective crushing executed initially between rotating rollers and then between each roller and the inner surface of the immovable body of the crusher, i.e. owing to combination of the advantages of the cone and roll crushers.

Key words: rock destruction, crushing technique, mineral crushing, crusher, roll crusher, vertical rollers.

For citation: Basyrov I. I., Bardovsky A. D. Innovative crushing technique and vertical roll crusher design. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(2):121-129. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-0-121-129.

Введение

Современная горно-перерабатывающая промышленность характеризуется наличием большого количества технологических комплексов, осуществляющих многооперационную переработку горных пород. Процесс разрушения горных пород является весьма энергоемким, и значительные затраты энергии приходятся на технологические переделы, связанные с использованием различного рода дробилок. Проблема экономии энергии при дроблении минералов возникает не только в горно-перерабатывающей промышленности, но и в других отраслях.

Для механического разрушения горной породы используют следующие способы: раздавливание, истирание, изгиб, раскалывание, ударное воздействие или их сочетание (рис. 1). Использование того или иного способа разрушения зависит от назначения и специфики воздействия на дробимый материал рабочих органов дробильного оборудования [1].

Различают крупное, среднее и мелкое стадии дробления горной массы, которые зависят от соотношения размеров исходной горной породы и полученного дробленного продукта [2].

Эффективность дробления определяется массой раздробленной горной по-

Предельные значения крупности по стадиям дробления
Limits of particle size by crushing stages

Стадия дробления	Максимальный размер исходной горной породы, мм	Максимальный размер дробленого продукта, мм	Степень дробления
крупное	1500—500	350—100	4,3—5
среднее	350—100	100—20	3,5—5
мелкое	100—20	20—5	5—4

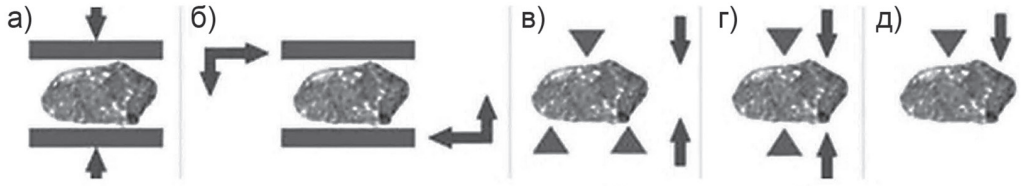

Рис. 1. Основные способы механического разрушения горных пород: раздавливание (а); истирание (б); изгиб (в); раскалывание (г); ударное воздействие (д)
Fig. 1. The main methods of mechanical rocks destruction: (a) squashing; (b)abrasion; (v) bend; (g) cracking; (d) impact shock

роды, получаемой при расходе единицы электроэнергии. Она, в основном, зависит от крепости дробимой горной породы.

По эффективности работы дробильного оборудования и степени дробления горной массы оценивают результаты дробления [2, 3].

Анализ конструкций дробилок и способов дробления

Эксплуатируемое на горно-обогатительных и дробильно-сортировочных предприятиях дробильное оборудование различного вида, а именно щековое, конусное, валковое и другое, должно иметь простую конструкцию, обеспечивающую удобство и безопасность обслуживания; минимальное число изнашивающихся деталей; предохранительные устройства, предотвращающие поломки отдельных деталей и узлов, а также рабочих органов и др. [4—10].

Щековое дробильное оборудование (рис. 2, *а*) можно отнести к наиболее универсальным дробилкам. В щековых дробилках разрушение исходной горной массы осуществляется между двумя массивными металлическими плитами (одна из плит перемещается, а другая закреплена неподвижно), которые периодически сближаются, сдавливая и дробя поступающие куски за счет раздавливания, раскалывания и частично истирания [6, 8].

К основным достоинствам щековых дробилок можно отнести надежность конструкции в целом и простоту обслуживания. Недостатками дробилок такого типа являются большой удельный расход электроэнергии, повышенный износ многих элементов конструкции (металлических плит, подшипников, соединений и т.д.), неравномерный по крупности готовый продукт и т.д.

В конусных дробилках (рис. 2, *б*) разрушение кусков исходной горной массы осуществляется между двумя коническими поверхностями за счет раздавливания, излома и частичного истирания (подвижный дробящий конус осуществляет непрерывное дробление горной массы, вращаясь вокруг продольной оси эксцентрично по отношению к неподвижному полому конусу).

К достоинствам конусных дробилок можно отнести высокую производительность и непрерывность воздействия на дробимую горную массу, достаточную гомогенность готового продукта, компактность, надежность.

Основным недостатком такого типа дробильного оборудования является повышенная энергоемкость способа дробления.

Конструкция конусных дробилок более сложная и дорогая, громоздкая, что в некоторых случаях затрудняет ее эксп-

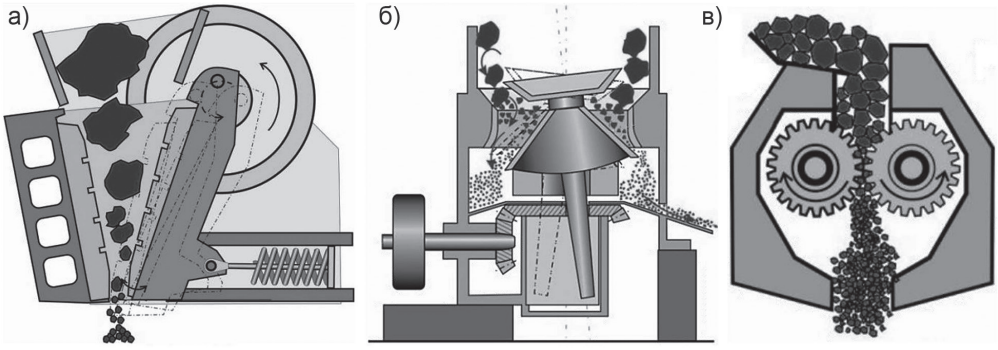

Рис. 2. Дробильное оборудование: щековое (а); конусное (б); валковое (в)
Fig. 2. Crushing equipment: (a) jaw; (b) cone; (v) roller

луатацию [8], кроме того, из-за консольного расположения рабочего органа возникают повышенные нагрузки на опорные подшипники и т.д.

В валковых дробилках (рис. 2, *в*) разрушение кусков исходной горной массы осуществляется преимущественно раздавливанием между двумя сдавливающими валками (рабочая поверхность обоих валков выполнена гладкой), которые сделаны из твердого материала и вращаются навстречу друг другу (в процессе дробления горной массы сочетается раздавливание с истиранием в случае вращения дробящих валков с разной частотой). Исполнение рабочей поверхности дробящих валков может быть гладкой, рифленой либо зубчатой.

К основным достоинствам валковых дробилок можно отнести простоту конструкции, удобство ремонта и обслуживания, более низкий удельный расход электроэнергии по сравнению с дробилками других типов [8].

Традиционный способ дробления в валковых дробилках имеет ряд недостатков: невысокая степень дробления горной породы, невозможность вывода из зоны дробления минерала, которого нет необходимости дробить и, как следствие, высокий расход энергии на единицу готовой продукции. Кроме того, при неравномерной загрузке возможен перекос валков. Также к недостаткам горизонтальных валковых дробилок с гладкими рабочими поверхностями валков можно отнести то, что горная порода многократно проскальзывает между гладкими валками, прежде чем продробиться.

Для улучшения работы этих дробилок используются конструктивные приемы с различным исполнением одного или двух валков, а именно: рабочая поверхность валков выполняется нарочито рифленой или оснащенной зубья (резцами) и т.п. Это обеспечивает лучший захват более крупных кусков горной породы, а также более эффективное раскалывание кусков горной массы, но, в свою очередь, приводит к усложнению конструкции и увеличению эксплуатационных затрат.

Также необходимо отметить, что для достижения высокого эффекта измельчения необходима последовательная установка эксплуатируемого на горно-обогатительных и дробильно-сортировочных предприятиях дробильного оборудования различного вида [11—16].

Предлагаемый новый способ дробления и конструкция дробилки

Поиск технических решений, направленных на устранение ряда недостатков эксплуатируемых на горно-обогатительных и дробильно-сортировочных предприятиях дробильного оборудования различного вида, показал, что такие решения отсутствуют.

Для устранения ряда недостатков и решения обозначенной проблемы предложен новый способ дробления горной массы и устройство для его осуществления, которое реализует избирательное дробление кусков горной массы, сочетая достоинства валковых и конусных дробилок.

В предложенном способе дробления горной массы в вертикальной валковой дробилке присутствует ряд преимуществ, которые заключаются в следующем. В рабочую зону дробилки с конусообразным вертикальным дробильным пространством подаются куски исходной горной массы частично с выделенными из нее мелкими фракциями. Оставшиеся крупные куски горной массы равномерно распределяются по крупности вдоль валков. Подготовленная к дроблению горная масса подается сначала в зону дробления между вращающимися вертикальными валками, где происходит раздавливание кусков горной массы, а затем в зазор между каждым из валков и внут-

ренней поверхностью неподвижного корпуса, где кроме раздавливания происходит и истирание кусков, т.е. происходит контролируемое итерационное дробление кусков дробимой горной массы и по мере продвижении куска к минимальному размеру разгрузочной щели — дробление раздавливанием, при многократном повторении цикла добавляется эффект истирания.

Увеличение степени дробления дробилки с вертикальным расположением конусовидных валков обусловлено взаимодополнением акта дробления поступающего максимального куска и последующего додрабливания его по мере продвижения дробленых кусков вдоль оси валков. Конечным критерием может быть схождение дробящих органов в выходном сечении максимального диаметра валков. Таким образом, теоретическая степень дробления такой дробилки может достигать значений, стремящихся к 100. А это, в свою очередь, позволит осуществить дробление, объединив крупное, среднее и мелкое в одну стадию, благодаря чему значительно сократятся энергозатраты на процессы раздробления и межстадиальную транспортировку дробленого материала.

Кроме этого, ввиду автокоррекции профиля межвалкового пространства, снижаются требования к контролю выработки поверхности валков, что ведет к увеличению межремонтного пробега.

Помимо этого, поскольку в предлагаемом устройстве валы расположены вертикально, то подшипниковые узлы менее нагружены, чем в конусных дробилках.

Совокупность описанных выше преимуществ позволит создать условия для «щадящего» дробления, при котором достигается более полное раскрытие минералов, возможность дробления вязких, глинистых, влажных пород, от которого во многом зависит эффективность извлечения ценных компонентов в последующих обогатительных операциях.

Схема предлагаемой вертикальной валковой дробилки представлена на рис. 3.

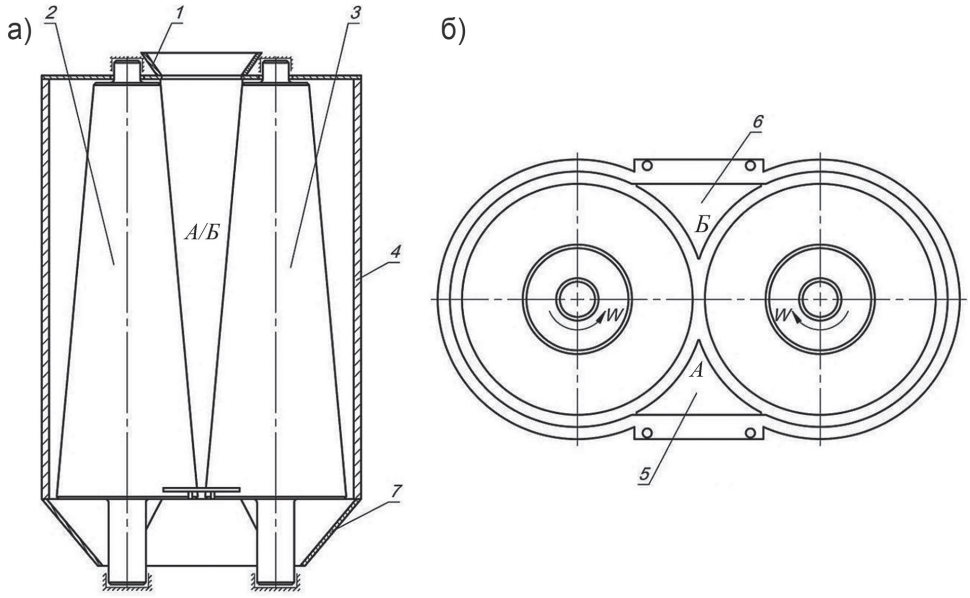

Рис. 3. Схема вертикальной валковой дробилки: главный вид (а); вид сверху (б)
Fig 3. Structure of a vertical roller crusher: (a) front view; (b) top view

Предлагаемое устройство работает следующим образом [17, 18]. Куски дробимой горной массы через загрузочное устройство *1* попадают в зону А (рис. 3, *б*), в приемное пространство между вертикально расположенными валками *2* и *3*, рабочие поверхности которых выполнены в форме одинаковых усеченных конусов с диаметрами, уменьшающимися к загрузочному устройству *1*, и внутренней поверхностью неподвижного корпуса *4*, который в поперечном сечении имеет форму растянутого по ширине круга, огибающего с зазором валки *2* и *3*, и удерживаются пластиной *5*, заостренный конец которой направлен в сторону межвалкового пространства и боковые поверхности пластины образуют зазор между валками.

Минимальный размер щели между валками *2* и *3* равен минимальному зазору между каждым из них и внутренней цилиндрической поверхностью корпуса *4* и зазору между боковыми сторонами поддерживающих пластин *5* и *6* с валками *2* и *3*.

В этой зоне происходит активное перемешивание кусков горной массы путем воздействия на нее вращающихся навстречу друг другу валков *2* и *3*, следовательно, горная масса распределяется по высоте валков: более крупные — в верхней части, менее крупные — в нижней части, т.е. происходит сегрегация дробимых кусков. При этом мелкие куски, не доходя до щели между валками *2* и *3*, ссыпаются вниз через разгрузочное устройство *7*.

Далее под действием силы тяжести вышележащих слоев дробимой горной массы, а также сил трения между валками и кусками, последние затягиваются между валками *2* и *3*, дробятся между ними и переходят в зону Б (рис. 3, *б*), находящуюся за валками *2* и *3* и внутренней поверхностью неподвижного корпуса *4*. Вновь образованные мелкие куски ссыпаются вниз через разгрузочное устройство *7*, а полученные после дробления между валками *2* и *3* крупные куски опускаются вниз по суживающему пространству, имеющую конусообразную форму, и удерживаются пластиной *6*, у которой также заостренный конец направлен в сторону межвалкового пространства и боковые поверхности пластины образуют зазор между валками. Эти куски затягиваются в зазор между каждым из валков *2* и *3* и внутренней поверхностью неподвижного корпуса *4*, при этом дробление осуществляется на наибольших диаметрах валков *2* и *3*.

Таким образом, дробимая горная масса, переходя из одной зоны другую, дробится последовательно опускаясь вниз в сторону разгрузочного устройства до получения размера конечного продукта и выводится через разгрузочное устройство *7* в нижней части дробилки.

Заключение

1. Применяющиеся в настоящее время щековые, конусные, валковые и другие виды дробилок, несмотря на их широкое распространение в промышленности, не в полной мере удовлетворяют требованиям современных технологий дробления, что требует разработки более совершенного способа дробления.

2. Заявляемый инновационный способ дробления и конструкция вертикальной валковой дробилки для дробления горной массы представляет собой комбинацию известных способов: раздавливание кусков между валками, реализуемый в горизонтальной валковой дробилке, и раздавливание с истиранием между валком и корпусом, реализуемый в конусной дробилке. Использование предлагаемого способа и конструкции дробилки позволят значительно увеличить степень дробления, улучшить качество фракционного состава готового продукта (фракционный состав готового продукта является стабильным при вы-

сокой степени дробления), уменьшить переизмельчение и снизить расходы энергии на единицу готовой продукции.

3. Разработка и создание инновационной конструкции энергосберегающего агрегата для комплексного дробления и классификации горной массы, сочетающее преимущества рассмотренных выше дробилок и устраняющее их конструктивные недостатки, позволило бы значительно продвинуться в решении обозначенной проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреев Е. Е., Тихонов О. Н.* Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. — СПб.: СПбГИ, 2007. — 439 с.

2. *Naumova M. G., Basyrov I. I., Aliev Kh. B.* Reengineering of the ore preparation production process in the context of «Almalyk MMC» JSC // MATEC Web Conference, 2018, Vol. 224, article number 01030.

3. *Bardovskiy A. D., Gorbatyuk S. M., Keropyan A. M., Bibikov P. Ya.* Assessing parameters of the accelerator disk of a centrifugal mill taking into account features of particle motion on the disk surface // Journal of Friction and Wear, 2018, Vol. 39, no 4, pp. 326—329.

4. *Сиваченко Л. А., Добровольский Ю. К.* История развития и современный уровень техники измельчения // Вестник Белорусско-Российского университета. — 2012. — № 4(37). — С. 69—76.

5. *Bardovsky A. D., Gerasimova A. A., Basyrov I. I.* Study of oscillating process of harp screens // Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2019, Vol. 0, no 9783319956299, pp. 133—139.

6. *Дворников Л. Т., Макаров А. В.* К проблеме совершенствования щековых дробильных машин // Машиностроение. — 2011. — № 21. — С. 115—131.

7. *Dats N. A.* Selecting of the crusher type that can provide the charge with a narrow range of granule size composition // Metallurgical and Mining Industry, 2015, Vol. 7, no 5, pp. 398—400.

8. *Павлиненко О. И., Левченко Э. П., Чебан В. Г.* Анализ возможности использования существующих технических средств для получения стальной колотой дроби // Вестник Донецкого национального технического университета. — 2016. — № (4). — С. 38—44.

9. *Бибиков П. Я., Бардовский А. Д., Митусов П. Е., Калакутский А. В.* Разработка конструкции измельчителя-классификатора для переработки слабых горных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 8. — С. 166—170.

10. *Фурсов Е. Г.* Дробление горных пород воздействием скалывающих нагрузок // Горное оборудование и электромеханика. — 2009. — № 7. — С. 32—33.

11. *Супрун В. И., Пастихин Д. В., Радченко С. А., Перелыгин В. В.* Проблемы и перспективы использования циклично-поточной технологии для отработки крупных угольных и рудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2014. — № S1. — С. 332—346.

12. *Altun D., Gerold C., Benzer H., Altun O., Aydogan N.* Copper ore grinding in a mobile vertical roller mill pilot plant // International Journal of Mineral Processing, 2015, Vol. 136, pp. 32—36.

13. *Бауман В. А., Клушанцев Б. В., Мартынов В. Д.* Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. — 2-е изд., перераб. — М.: Машиностроение, 1981. — 324 с.

14. *Yilmaz E.* Field monitoring and performance evaluation of crushing plant operation // Physicochemical Problems of Mineral Processing, 2014, Vol. 50, no 2, pp. 615—630.

15. *Argimbaev K. R., Maya B. O.* The experience of the introduction of mobile crushing and screening complexes on a deposit of building materials // Research Journal of Applied Sciences, 2016, Vol. 11, no 6, pp. 300—303.

16. Клушанцев Б. В, *Косарев А. И., Муйземнек Ю. А.* Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. — М.: Машиностроение, 1990. — 320 с.

17. *Бардовский А. Д., Рахутин М. Г., Бибиков П. Я., Басыров И. И.* Способ дробления материалов и устройство для его осуществления. Патент РФ 2654788 C1, 30.06.2017. 2018, бюл. № 15.

18. *Бардовский А. Д., Рахутин М. Г., Бибиков П. Я., Басыров И. И., Герасимова А. А.* Вертикальная многостадийная валковая дробилка. Патент РФ 187418 U1, 23.11.2018. 2019, бюл. № 7. ГИАБ

REFERENCES

1. Andreev E. E., Tikhonov O. N. *Droblenie, izmel'chenie i podgotovka syr'ya k obogashcheniyu* [Crushing, grinding and preparation of raw materials for enrichment], Saint-Petersburg, SPbGI, 2007, 439 p.

2. Naumova M. G., Basyrov I. I., Aliev Kh. B. Reengineering of the ore preparation production process in the context of «Almalyk MMC» JSC. *MATEC Web Conference*, 2018, Vol. 224, article number 01030.

3. Bardovskiy A. D., Gorbatyuk S. M., Keropyan A. M., Bibikov P. Ya. Assessing parameters of the accelerator disk of a centrifugal mill taking into account features of particle motion on the disk surface. *Journal of Friction and Wear*, 2018, Vol. 39, no 4, pp. 326—329.

4. Sivachenko L. A., Dobrovol'skiy Yu. K. История развития и современный уровень техники измельчения. *Vestnik Belorussko-Rossiyskogo universiteta*. 2012, no 4 (37), pp. 69—76.

5. Bardovsky A. D., Gerasimova A. A., Basyrov I. I. Study of oscillating process of harp screens. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2019, Vol. 0, no 9783319956299, pp. 133—139.

6. Dvornikov L. T., Makarov A. V. To the problem of perfection of jaw crushing gars. *Mashinostroenie*. 2011, no 21, pp. 115—131. [In Russ].

7. Dats N. A. Selecting of the crusher type that can provide the charge with a narrow range of granule size composition. *Metallurgical and Mining Industry*, 2015, Vol. 7, no 5, pp. 398—400.

8. Pavlinenko O. I., Levchenko E. P., Cheban V. G. The analysis of possibility of using the existing technical means to obtain the steel chipped fraction. *Vestnik Donetskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta*. 2016, no (4), pp. 38—44. [In Russ].

9. Bibikov P. Ya., Bardovskiy A. D., Mitusov P. E., Kalakutskiy A. V. Design in addition shredder classifier for processing weak rocks. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no 8, pp. 166—170. [In Russ].

10. Fursov E. G. Rock crushing by shearing load. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*. 2009, no 7, pp. 32—33. [In Russ].

11. Suprun V. I., Pastikhin D. V., Radchenko S. A., Perelygin V. V. Problems and prospects of cyclic-and-continuous technology in development of large ore-and coalfields. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, no S1, pp. 332—346. [In Russ].

12. Altun D., Gerold C., Benzer H., Altun O., Aydogan N. Copper ore grinding in a mobile vertical roller mill pilot plant. *International Journal of Mineral Processing*, 2015, Vol. 136, pp. 32—36.

13. Bauman V. A., Klushantsev B. V., Martynov V. D. Mekhanicheskoe oborudovanie predpriyatiy stroitel'nykh materialov, izdeliy i konstruktsiy. 2-e izd. [Mechanical equipment of enterprises of building materials, products and structures. 2nd edition], Moscow, Mashinostroenie, 1981, 324 p.

14. Yilmaz E. Field monitoring and performance evaluation of crushing plant operation. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 2014, Vol. 50, no 2, pp. 615—630.

15. Argimbaev K. R., Maya B. O. The experience of the introduction of mobile crushing and screening complexes on a deposit of building materials. *Research Journal of Applied Sciences*, 2016, Vol. 11, no 6, pp. 300—303.

16. Klushantsev B. V, Kosarev A. I., Muyzemnek Yu. A. Drobilki. *Konstruktsiya, raschet, osobennosti ekspluatatsii* [Crushers. Structure, calculation, features of operation], Moscow, Mashinostroenie, 1990, 320 p.

17. Bardovskiy A. D., Rakhutin M. G., Bibikov P. Ya., Basyrov I. I. *Patent RU 2654788 C1*, 30.06.2017.

18. Bardovskiy A. D., Rakhutin M. G., Bibikov P. Ya., Basyrov I. I., Gerasimova A. A. *Patent RU 187418 U1*, 23.11.2018.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Басыров Ильнур Ильшатович[1] — аспирант,
e-mail: basirovilnur@mail.ru,
Бардовский Анатолий Данилович[1] — д-р техн. наук, профессор,
[1] НИТУ «МИСиС».
Для контактов: Басыров И.И., e-mail: basirovilnur@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

I.I. Basyrov[1], Graduate Student, e-mail: basirovilnur@mail.ru,
A.D. Bardovsky[1], Dr. Sci. (Eng.), Professor,
[1] National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.
Corresponding author: I.I. Basyrov, e-mail: basirovilnur@mail.ru.

Получена редакцией 26.09.2019; получена после рецензии 19.11.2019; принята к печати 20.01.2020.
Received by the editors 26.09.2019; received after the review 19.11.2019; accepted for printing 20.01.2020.

ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА ВЫБОР СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭКСКАВАТОРОВ

(2019, № 12, СВ 41, 12 с.)

Пумпур Евгений Викторович[1] — аспирант, *Князькина Валерия Ивановна*[1] — аспирант,
Сафрончук Кристина Альбертовна[1] — аспирант, e-mail: Safronchuk.ks@gmail.com,
Иванов Сергей Леонидович[1] — д-р техн. наук, профессор,
[1] Санкт-Петербургский горный университет.

Рассмотрены существующие стратегии технического обслуживания, представлена эргатическая система экскаватора. Определены деградационные и антидеградационные факторы, влияющие на работоспособность экскаватора, приведены коэффициенты деградационных процессов этих факторов. Дана последовательность процедур при выборе системы технического обслуживания. Ведутся работы по созданию мобильных и автономных технических средств для проведения работ по доставке, хранению, регенерации и сбору отработанных масел и смазок при проведении плановых работ технического обслуживания горных машин. При диагностике технического состояния трансмиссий предложено применять диагностическое оборудование, позволяющее фиксировать акустический сигнал трения от работающей трансмиссий в диапазоне частот до 300кГц. Показана важность смазочно-заправочных работ при проведении ТОиР и их механизация. Экспериментально подтверждены изменения величины акустического сигнала ультразвукового диапазона при выборе трансмиссионного масла для трансмиссии горной машины, обеспечивающего повышение износостойкости ее элементов.

Ключевые слова: техническое обслуживание, экскаватор, эргатическая система, эффективность, деградационные факторы, антидеградационный процесс, стратегия технического обслуживания и ремонта, Conscientious Maintenance and Repair, добросовестная система технического обслуживания и ремонта.

ASSESSMENT OF FACTORS THAT INFLUENCE THE CHOICE OF EXCAVATOR MAINTENANCE STRATEGY

E.V. Pumpur[1], Graduate Student, *V.I. Knyazkina*[1], Graduate Student,
A.S. Kristina[1], Graduate Student, *S.L. Ivanov*[1], Dr. Sci. (Eng.), Professor,
[1] Saint-Petersburg Mining University, 199106, Saint-Petersburg, Russia.

The article considers the existing maintenance strategies, presents the ergonomic system of the excavator. Degradation and anti-degradation factors influencing the efficiency of the excavator are determined, coefficients of degradation processes of these factors are given. The sequence of procedures for selecting a maintenance system is proposed and described. Within the limits of these procedures, works on creation of mobile and independent technical means for carrying out of works on delivery, storage, regeneration and gathering of the spent oils and lubricants at carrying out of planned works of maintenance service of mining machines are conducted. When diagnosing the technical condition of transmissions it was proposed to use diagnostic equipment that allows fixing the acoustic friction signal from the operating transmissions in the frequency range up to 300 kHz. Changes in the value of the acoustic signal of the ultrasonic range at the choice of transmission oil for the transmission of a mining machine, providing increased wear resistance of its elements, are experimentally confirmed.

Key words: maintenance, excavator, ergatic system, efficiency, degradation factors, anti-degradation process, maintenance and repair strategy, Conscientious Maintenance and Repair, conscientious maintenance and repair system, lubrication, diagnostics, apocatastasis of technical condition, degradation process factor.