



Оригинальная статья / Original article

УДК 622.271

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-1-56-62>

Совершенствование конструкции и способа применения экскаваторов с сортировочными ковшами

© А.Ю. Чебан^а^аИнститут горного дела ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия

Резюме: Целью данного исследования является повышение производительности и экономической эффективности ведения горных работ с применением экскаваторов с сортировочными ковшами на основе внедрения нового технико-технологического решения, расширяющего функциональные возможности оборудования. В ходе исследования проводится анализ известных конструкций сортировочных ковшей, устанавливаемых на экскаваторы и обеспечивающих сортировку материала одновременно с ведением выемочно-погрузочного процесса. Заключается, что перспективным направлением развития сортировочных ковшей являются конструкции с рабочими барабанами. В данной публикации автором предлагается для рассмотрения экскаватор с модернизированным сортировочным ковшом, а также технология его использования, позволяющая начинать процесс сортировки горной массы в ковше во время поворота экскаватора к месту разгрузки. Модернизированный сортировочный ковш снабжен шарнирно закрепленным подвижным днищем, управляемым гидроцилиндрами, для аккумуляции просеянных через рабочие барабаны мелких фракций. Накопленные в подвижном днище мелкие фракции выгружаются в автосамосвал, после чего просеивание продолжается непосредственно в кузов автосамосвала. После окончания процесса сортировки подвижное днище закрывается и экскаватор разгружает в другое транспортное средство оставшиеся в ковше крупные фракции, разгрузка осуществляется путем поворота ковша. Совмещение процесса сортировки и поворота экскаватора позволяет сократить время рабочего цикла, что увеличивает производительность как выемочной машины, так и автотранспорта. Применение модернизированного сортировочного ковша с подвижным днищем исключает потери ценного мелкофракционного материала в результате просыпания при развороте экскаватора на разгрузку. Подвижное днище может устанавливаться на сортировочные ковши известных конструкций без их существенной переделки. Применение предлагаемого технико-технологического решения позволит сократить удельные издержки и повысить эффективность ведения работ.

Ключевые слова: экскаватор, ковш, рабочие барабаны, подвижное днище, горная масса, автосамосвал

Для цитирования: Чебан А.Ю. Совершенствование конструкции и способа применения экскаваторов с сортировочными ковшами. *Науки о Земле и недропользование*. 2021. Т. 44. № 1. С. 56–62. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-1-56-62>

Improving design and application method of screening bucket excavators

© Anton Yu. Cheban^а^аMining Institute, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia

Abstract: The purpose of the study is to increase the productivity and economic efficiency of mining operations using screening bucket excavators on the basis of the introduction of a new technical and technological solution that expands equipment functionality. The study involves the analysis of known designs of screening buckets installed on excavators that ensure material separation to be carried out simultaneously with excavation and loading works. It is noted that a promising development direction of screening buckets is a design with working drums. The article presents an excavator with a modernized screening bucket and its operation technology, which allows to start rock mass sorting in the bucket while the excavator is turning to the place of unloading. The improved screening bucket is equipped with a hinged movable bottom controlled by hydraulic cylinders to accumulate fine fractions screened through the working drums. Fine fractions accumulated in the moving bottom are unloaded into a dump truck, after which screening continues directly into the body of the dump truck. Screening finished, the movable bottom closes and the excavator unloads the coarse fractions remaining in the bucket into another vehicle. Unloading is carried out by bucket turning. The combination of screening and excavator turning reduces the operation cycle time, which increases the performance of both the excavator and dump trucks. The use of a modernized screening bucket with a moving bottom eliminates the loss of valuable fine material as a result of spilling when the excavator turns for unloading. The movable bottom can be installed on the screening buckets of known designs and does not require their significant alteration. Application of the proposed technical and technological solution will reduce unit costs and increase the efficiency of work.



Keywords: excavator, bucket, operating drums, moving bottom, rock mass, dump truck

For citation: Cheban A.Yu. Improving design and application method of screening bucket excavators. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Earth sciences and subsoil use*. 2021;44(1):56–62. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-1-56-62>

Введение

Существенно усложнившиеся в последние десятилетия условия разработки месторождений твердых полезных ископаемых при возрастающих требованиях промышленной и экологической безопасности работ требуют совершенствования как технологий горного производства, так и горного оборудования с целью обеспечения приемлемого уровня рентабельности работ [1–5]. Повышение эффективности производства можно обеспечить путем учета при проектировании технико-технологических решений принципов малоотходности и ресурсосбережения, которые подразумевают обеспечение селекции при выемке горной массы, снижение энергоемкости производственных процессов и количества получаемых отходов [6–9]. Совершенствование горного оборудования и технологических схем его применения должно быть направлено на увеличение его производительности и повышение функциональности. Увеличение производительности оборудования может быть достигнуто за счет автоматизации управления рабочим циклом или его частью, а также снижения непроизводительных затрат времени [10–12]. Повышение функциональности подразумевает совмещение в одном агрегате функций, ранее выполнявшихся несколькими машинами.

Состояние вопроса и постановка проблемы

На данный момент известны многочисленные конструктивные схемы выемочного горного оборудования, имеющие дополнительные функции сортировки и / или дробления. Так, фирмой TAKRAF (Германия) выпускаются роторные экскаваторы, оснащенные дробильным оборудованием. Например, роторный экскаватор SRs(k)-2000 производства TAKRAF со встроенной молотковой дробилкой используется на усреднительном складе разреза «Богатырь» (Экибастузский угольный бассейн) в качестве дробильно-усреднитель-

ного агрегата, доводящего добытый крупными одноковшовыми экскаваторами уголь до крупности 0–300 мм за счет его выемки из навала роторным колесом и последующего додробливания молотковой дробилкой [13]. Дробление крупных отдельностей угольной массы обеспечивает возможность последующего применения поточной технологии транспортно-погрузочных работ.

В работе [14] предлагается конструкция добычного комплекса на базе гидравлического одноковшового экскаватора, обеспечивающая преобразование циклического процесса выемки взорванной горной массы в непрерывный процесс ее погрузки в транспортные средства. Добычный комплекс оснащен классификатором для выделения крупных отдельностей горной массы и дробилкой для разрушения крупных отдельностей до кондиционных размеров, необходимых для транспортировки вынутой горной массы конвейерным транспортом. Известна также конструктивная схема добычного комплекса для разработки сложноструктурных рудных месторождений [10]. Добычный комплекс оборудован ковшом, рукоятью и стрелой с гидроцилиндрами управления, классификатором с поворотными колосниками, дробилкой с регулируемым размером разгрузочной щели, виброгрохотом, разгрузочным конвейером и системой пневмотранспортирования. Комплекс ведет селективную выемку кондиционных и некондиционных руд, из ковша руда выгружается на классификатор, крупные отдельности руды от классификатора направляются на дробилку. При этом при работе с некондиционной рудой классификатор и дробилка настроены на получение рудной массы с размерами, кондиционными для перемещения разгрузочным конвейером, с выделением на виброгрохоте обогащенной полезным компонентом рудной мелочи. При работе с кондиционной рудой классификатор и дробилка настроены для получения более мелкой рудной массы с целью направления на последующее



первичное обогащение. Таким образом, добычной комплекс может вести выемку, дробление и предварительную сортировку горной массы. Недостатками оборудования, представленного в работах [10, 14], являются сложность конструкции, громоздкость и высокая стоимость, что затрудняет его внедрение в горное производство.

Конструктивно существенно более простым оборудованием, позволяющим совмещать выемку с сортировкой и / или дроблением, являются экскаваторы со специальными ковшами. Наибольшее распространение получили сортировочные ковши. Подобное оборудование используется в горном деле и строительстве для разделения горной массы на различные фракции либо для выделения из материала крупных некондиционных (посторонних) отдельностей. При этом сортировка может осуществляться через подвижные и неподвижные просеивающие поверхности, а также посредством рабочих барабанов. Для интенсификации процесса некоторые ковши оборудованы вибраторами.

Известна конструкция ковша экскаватора-драглайна [15], предназначенного для разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, содержащих в горной массе существенное количество валунов. Ковш включает боковые и заднюю стенки, откидное днище, а также сортировочную решетку. При черпании горная масса перед поступлением в ковш проходит через сортировочную решетку, на которой валуны задерживаются. При разгрузке первоначально путем поворота откидного днища из ковша разгружается кондиционная горная масса, а затем в отвал за счет поворота ковша выгружаются валуны. В работе [16] представлена конструкция ковша экскаватора с поворотным днищем и поворотной сортировочной решеткой со щелями квадратной формы. При черпании материала днище и решетка находятся в закрытом положении. Мелкие и средние фракции кубовидной формы проходят через квадратные щели решетки, а некондиционные крупные фракции пластинчатой и игловатой формы задерживаются на ней. Для разгрузки кондиционных фракций открывается поворотное днище ковша. Затем поворачивается сортировочная

решетка и выгружаются некондиционные фракции, при этом посредством ребер, расположенных внутри ковша, производится очистка сортировочной решетки от застрявших в ней включений. Главным недостатком конструкций с сортировочными решетками, установленными на входе в ковш, является то, что решетка может препятствовать проникновению в ковш горной массы, что существенно снижает коэффициент наполнения ковша и производительность экскаватора.

Известна конструкция ковша с просеивающим приспособлением в виде решетчатой пространственной конструкции с криволинейным днищем и боковыми стенками, повторяющими форму ковша [17]. Просеивающее приспособление шарнирно прикреплено к ковшу и управляется посредством гидроцилиндров, при черпании оно находится внутри ковша и прилегает к его внутренней поверхности. После наполнения ковша и разворота экскаватора к месту разгрузки просеивающее приспособление поворачивается наружу, в результате чего мелкие фракции через прутья просыпаются из ковша, крупные фракции остаются в ковше, а затем разгружаются в другое транспортное средство. Для повышения эффективности сортировки ковш может быть снабжен вибратором.

В работе [18] представлена конструкция ковша с днищем, состоящим из прутков, создающих просеивающую поверхность, прутки расположены в поперечном направлении к боковым поверхностям ковша и располагаются на расстоянии друг от друга с учетом величины сортируемой фракции. Для повышения эффективности сортировки часть прутков не имеет жесткого соединения с боковыми стенками ковша и взаимодействует с вибратором, за счет которого прутки совершают возвратно-поступательные движения в направляющих. Данный ковш предлагается устанавливать на экскаватор с рабочим оборудованием типа «обратная лопата». Наибольшее распространение для сортировки материалов получили ковши, оснащенные рабочими барабанами, размещенными между боковыми стенками ковша [19, 20]. Привод рабочих барабанов осуществляется через редуктор, установленный в боковой стенке ковша.



Набор рабочих барабанов образует подобие днища ковша. При черпании материала рабочие барабаны выключены, после поворота экскаватора к месту разгрузки рабочие барабаны приводятся в движение, что обеспечивает сортировку и частичное измельчение материала. Крупные фракции, оставшиеся внутри ковша, разгружаются отдельно. В случае попадания между рабочими барабанами крупных отдельностей, препятствующих их вращению, включается функция реверса привода, обеспечивающая удаление застрявших крупных отдельностей. Ковши данной конструкции используются при выемке некоторых видов руд, строительных горных пород, торфа [11, 19]. Так, при разработке некоторых никелевых месторождений ковши с рабочими барабанами используются для отделения никелевой руды (мелкие фракции) от пустых пород (крупные фракции). Недостатком сортировочных ковшей с прутками или рабочими барабанами является просыпание мелких фракций в процессе поворота экскаватора на разгрузку при работе с рыхлой горной массой.

Общим недостатком конструкций, представленных в работах [17–20], является увеличение времени рабочего цикла экскаватора в связи со значительными затратами времени на осуществление процесса сортировки.

Материалы и методы исследования

В связи с тем, что уже существующие многочисленные конструктивные схемы выемочного горного оборудования имеют ряд недостатков, целью данного исследования стало повышение производительности и экономической эффективности ведения горных работ с применением экскаваторов с сортировочными ковшами. Для реализации поставленной цели автором были рассмотрены пути внедрения нового технико-технологического решения, расширяющего функциональные возможности оборудования.

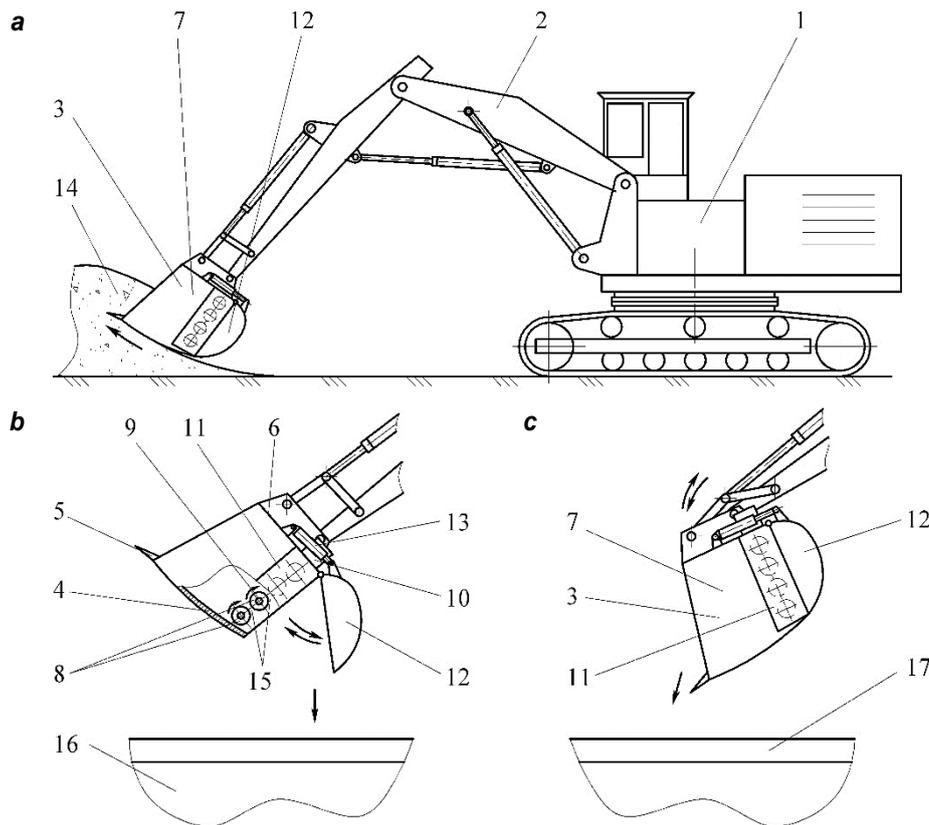
Результаты исследования

Повышения производительности работы экскаватора с сортировочным ковшом можно достичь за счет совмещения процесса поворота экскаватора к месту разгрузки с

процессом сортировки горной массы в ковше. В данной статье предлагается конструкция, а также технологическая схема работы гидравлического экскаватора с модернизированным сортировочным ковшом. Прототипом модернизированного сортировочного ковша является конструкция, представленная в работах [19, 20]. Гидравлический экскаватор 1 оснащен рабочим оборудованием типа «прямая лопата» 2 (рисунок). Модернизированный сортировочный ковш 3 включает переднюю стенку 4 с режущими зубьями 5, заднюю 6 и боковые 7 стенки. В нижней части ковша находятся рабочие барабаны 8 с валами 9, опоры которых установлены в боковых стенках 7. Привод рабочих барабанов 8 осуществляется от гидравлического мотора 10 через редуктор 11, установленный на боковой стенке 7. К нижней части задней стенки 6 модернизированного сортировочного ковша 3 шарнирно прикреплено подвижное днище 12 для аккумуляции просеянных через рабочие барабаны 8 мелких фракций. Открывание и закрывание подвижного днища производится посредством гидроцилиндров 13.

Работа гидравлического экскаватора 1 с модернизированным сортировочным ковшом 3 осуществляется следующим образом. Рабочим оборудованием 2 ведется черпание из забоя 14 горной массы, требующей сортировки по крупности (рисунок, а). После заполнения модернизированного сортировочного ковша 3 включается привод рабочих барабанов 8, которые встряхивают горную массу в ковше 3 для интенсификации процесса сортировки. Мелкие фракции сыпаются через промежуток 15 между рабочими барабанами 8 и аккумуляруются на подвижном днище 12.

Вместимость подвижного днища 12 должна обеспечить прием мелких фракций в объеме, который просеивается через рабочие барабаны 8 за время поворота экскаватора 1 на разгрузку. При позиционировании ковша 3 над кузовом автосамосвала 16 гидроцилиндрами 13 производится открывание подвижного днища 12 и накопленные там мелкие фракции разгружаются, после чего просеивание материала производится непосредственно в кузов автосамосвала 16 (рисунок, б). Таким образом, часть процесса сортировки



Экскаватор с усовершенствованным сортировочным ковшом:

a – черпание горной массы экскаватором; b – сортировка горной массы и разгрузка мелких фракций в автосамосвал; c – разгрузка крупных фракций в автосамосвал

An excavator with upgraded screening bucket:

a – digging rock mass with an excavator; b – rock mass screening and unloading of fine fractions into a dump truck; c – unloading of large fractions into a dump truck

производится во время поворота рабочего оборудования 2 на разгрузку. После того, как просеивание мелких фракций заканчивается, вращение рабочих барабанов 8 прекращается, подвижное днище 12 закрывается, а экскаватор 1 позиционирует модернизированный сортировочный ковш 3 над автосамосвалом 17, в который производится разгрузка крупных фракций горной массы посредством поворота ковша 3 (рисунком, c). Для дополнительного сокращения времени рабочего цикла экскаватора целесообразно ближе к забою располагать автосамосвал 17, загружаемый крупными фракциями, поскольку более удаленное расположение автосамосвала 16, загружаемого мелкими фракциями, обеспечит увеличение времени совмещения процессов сортировки и поворота.

Заключение

Предлагаемое в статье технико-технологическое решение с применением экскаватора,

оснащенного модернизированным сортировочным ковшом, позволяет повысить производительность выемочно-сортировочных работ за счет начала процесса сортировки непосредственного во время поворота экскаватора к месту разгрузки. Применение подвижного днища исключает потери ценного мелкофракционного материала в результате просыпания из сортировочного ковша при развороте экскаватора на разгрузку. Подвижное днище может устанавливаться на сортировочные ковши известных конструкций без их существенной переделки, что позволит проводить модернизацию рабочего оборудования экскаватора без больших капитальных затрат. Уменьшение времени рабочего цикла экскаватора обеспечит снижение продолжительности загрузки автосамосвалов. Увеличение производительности горного и транспортного оборудования позволит сократить удельные издержки и повысить эффективность ведения работ.



Список литературы

1. Трубецкой К.Н., Владимиров Д.Я., Пыталев И.А., Попова Т.М. Роботизированные горнотехнические системы при открытой разработке месторождений полезных ископаемых // Горный журнал. 2016. № 5. С. 21–27. <https://doi.org/10.17580/gzh.2016.05.01>
2. Jarvie-Eggart M.E. Responsible mining: case studies in managing social & environmental risks in the developed world. Englewood: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2015. 804 p.
3. Adams M.D. Gold ore processing: project development and operations. Amsterdam: Elsevier, 2016. 980 p.
4. Frank U. Multi-perspective enterprise modeling: foundational concepts, prospects and future research challenges // Software & Systems Modeling. 2014. Vol. 13. Iss. 3. P. 941–962. <https://doi.org/10.1007/s10270-012-0273-9>
5. Чебан А.Ю. Технология разработки сложноструктурного месторождения апатитов и выемочно-сортировочный комплекс для ее осуществления // Записки Горного института. 2019. Т. 238. С. 399–404. <https://doi.org/10.31897/PMI.2019.4.399>
6. Хопунов Э.А. Проблемы рудоподготовки в «четвертой промышленной революции» // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2019. № 5. С. 54–62. <https://doi.org/10.21440/0536-1028-2019-5-54-62>
7. Чебан А.Ю. Совершенствование геотехнологии выемки тонких рудных тел с применением стрелового комбайна // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020. № 1. С. 340–348. <https://doi.org/10.46689/2218-5194-2020-1-1-340-348>
8. Starke L. Breaking new ground: mining, minerals and sustainable development. London: IIED, 2016. 480 p.
9. Brown C. Autonomous vehicle technology in mining // Engineering and Mining Journal. 2012. Vol. 213. Iss. 1. P. 30–32.
10. Чебан А.Ю. Технология разработки сложноструктурного месторождения с применением усовершенствованного добычного комплекса // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020. № 3. С. 209–219.
11. Увеличение продуктивности рудника экономически эффективным методом с помощью ALLU // Горная промышленность. 2020. № 1. С. 68–69.
12. Чебан А.Ю. Способ выемки взорванной горной массы экскаватором при разработке сложноструктурных месторождений // Маркшейдерский вестник. 2020. № 2. С. 66–70.
13. Бурцев С.В., Левченко Я.В., Таланин В.В., Воршилин К.С. Безвзрывные технологии подготовки скальных горных пород к перемещению конвейерным транспортом // Уголь. 2018. № 10. С. 8–17. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2018-10-8-17>
14. Чебан А.Ю. Добычный комплекс для открытой разработки месторождений твердых полезных ископаемых // Горное оборудование и электромеханика. 2017. № 3. С. 8–11.
15. Пат. № 2029031, Российская Федерация, МПК E02F 3/60, E02F 3/48. Ковш экскаватора-драглайна / Ю.В. Бокунов, В.С. Кочетков, Ф.В. Дудинский. Заявл. 28.07.1992; опубл. 20.02.1995. Бюл. № 4.
16. Пат. № 2204657, Российская Федерация, МПК E02F 3/40. Ковш экскаватора / С.Н. Миркин, С.А. Левченко, А.А. Мещеряков. Заявл. 06.07.2001; опубл. 20.05.2003. Бюл. № 14.
17. Пат. № 2042015, Российская Федерация, МПК E02F 3/40. Ковш с просеивающим приспособлением / К. Модиг. Заявл. 04.09.1992; опубл. 20.08.1995. Бюл. № 17.
18. Пат. № 2622058, Российская Федерация, МПК B07B 1/28, E02F 3/40. Ковш и способ его применения / Э. Паски. Заявл. 27.11.2016; опубл. 09.06.2017. Бюл. № 16.
19. Нагорнов Д.О., Кремчеев Э.А., Михайлов А.В., Большунов А.В. Навесной модульный механизированный комплекс для добычи и первичной переработки торфа // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. № 2. С. 243–248.
20. Пат. № 2530730, Российская Федерация, МПК E02F 3/40. Просеивающий, дробильный или перемешивающий ковш / А. Мэнникко. Заявл. 31.05.2010; опубл. 10.10.2014. Бюл. № 28.

References

1. Trubetskoy KN, Vladimirov DYa, Pytalev IA, Popova TM. Robotic systems for open pit mineral mining. *Gornyi zhurnal*. 2016;5:21–27. (In Russ.) <https://doi.org/10.17580/gzh.2016.05.01>
2. Jarvie-Eggart ME. *Responsible mining: case studies in managing social & environmental risks in the developed world*. Englewood: Society for Mining, Metallurgy and Exploration; 2015. 804 p.
3. Adams MD. *Gold ore processing: project development and operations*. Amsterdam: Elsevier; 2016. 980 p.
4. Frank U. Multi-perspective enterprise modeling: foundational concepts, prospects and future research challenges. *Software & Systems Modeling*. 2014;13(3):941–962. <https://doi.org/10.1007/s10270-012-0273-9>
5. Cheban AYu. Engineering of complex structure apatite deposits and excavating-sorting equipment for its implementation. *Zapiski Gornogo instituta = Journal of Mining Institute*. 2019;238:399–404. (In Russ.) <https://doi.org/10.31897/PMI.2019.4.399>
6. Khopunov EA. Problems of ore preparation in the “fourth industrial revolution”. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = News of the Higher Institutions. Mining Journal*. 2019;5:54–62. (In Russ.) <https://doi.org/10.21440/0536-1028-2019-5-54-62>
7. Cheban AYu. Improvement of geotechnology of extraction of thin ore minerals with the use of the arrow combine. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle = News of the Tula state university. Sciences*



of Earth. 2020;1:340–348. (In Russ.) <https://doi.org/10.46689/2218-5194-2020-1-1-340-348>

8. Starke L. *Breaking new ground: mining, minerals and sustainable development*. London: IIED; 2016. 480 p.

9. Brown C. Autonomous vehicle technology in mining. *Engineering and Mining Journal*. 2012;213(1):30–32.

10. Cheban AYu. Technology of development of complex structural deposit with application of improved mining aggregate. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle = News of the Tula state university. Sciences of Earth*. 2020;3:209–219. (In Russ.)

11. Improving production performance of the mine using an economically efficient method with the help of ALLU. *Gornaya promyshlennost' = Russian Mining Industry Journal*. 2020;1:68–69. (In Russ.)

12. Cheban AYu. Method for exploding exposed rock mass by excavator when developing complex deposits. *Marksheiderskii vestnik = Mine Surveying Bulletin*. 2020;2:66–70. (In Russ.)

13. Burtsev SV, Levchenko YaV, Talanin VV, Voroshilin KS. Blastless technologies for rock mass conditioning for conveyor transportation. *Ugol'*. 2018;10:8–17. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18796/0041-5790-2018-10-8-17>

14. Cheban AYu. Production complex for open-cast mining of solid minerals. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika = Mining Equipment and Electromechanics*. 2017;3:8–11. (In Russ.)

15. Bokunov YuV, Kochetkov VS, Dudinskii FV. *Drag-line excavator bucket*. Patent RF, no. 2029031; 1995. (In Russ.)

16. Mirkin SN, Levchenko SA, Meshcheryakov AA. *Excavator bucket*. Patent RF, no. 2204657; 2003. (In Russ.)

17. Modig K. *A bucket with a sieving attachment*. Patent RF, no. 2042015; 1995. (In Russ.)

18. Paski E. *A ladle and its application method*. Patent RF, no. 2622058; 2017. (In Russ.)

19. Nagornov DO, Kremtcheev EA, Mikhaylov AV, Bol'shunov AV. The hinged modular mechanized complex for extraction and primary processing of peat. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal)*. 2013;2:243–248. (In Russ.)

20. Mennikko A. *Screening, crushing or mixing bucket*. Patent RF, no. 2530730; 2014. (In Russ.)

Сведения об авторе / Information about the author



Чебан Антон Юрьевич,

кандидат технических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник Лаборатории геотехнологии и горной теплофизики,
Институт горного дела ДВО РАН,
680000, г. Хабаровск, ул. Тургенева, 51, Россия,
✉ e-mail: chebanay@mail.ru

Anton Yu. Cheban,

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Leading Researcher of the Laboratory of Geotechnology and Mining Thermophysics,
Mining Institute, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences,
51 Turgenev St., Khabarovsk 680000, Russia,
✉ e-mail: chebanay@mail.ru

Заявленный вклад автора / Contribution of the author

Автор выполнил исследовательскую работу, на основании полученных результатов провел обобщение, подготовил рукопись к печати.

The author performed the research, made a generalization on the basis of the results obtained and prepared the copyright for publication.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.
The final manuscript has been read and approved by the author.

Информация о статье / Information about the article

Статья поступила в редакцию 16.12.2020; одобрена после рецензирования 13.01.2021; принята к публикации 17.02.2021.

The article was submitted 16.12.2020; approved after reviewing 13.01.2021; accepted for publication 17.02.2021.