

Тенденции развития грузовых платформ карьерных самосвалов

Д.М. Дубинкин✉, А.В. Ялышев, Ш.Я. Исмаилова

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация
✉ ddm.tm@kuzstu.ru

Резюме: В статье представлены тенденции развития грузовых платформ карьерных самосвалов, выявленные при проведении патентных исследований по разработке и созданию беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 тонн. Анализ патентов выполнен по динамике патентования, ее географии и патентообладателям. Глубина патентного поиска составила 25 лет. По результатам анализа выявленных патентов выстроен прогноз развития технических решений грузовых платформ карьерных самосвалов и установлено, что: активно конструкции грузовых платформ начали патентовать с 2013 г.; США является лидером среди патентообладателей; основное направление развития конструкций карьерных автосамосвалов вызвано необходимостью снижения металлоемкости, а также уменьшением износа и налипания; с 2014 г. появился стабильный интерес к патентованию футеровок; 51,4% от всей полученной базы патентов принадлежит 5 крупным мировым компаниям по производству карьерных самосвалов и 3 предприятиям по производству оборудования для горных машин. Выявленные технические решения позволяют оценить существующие схемные и конструктивные решения и разработать новые решения путем моделирования в среде динамики дискретных тел и динамики твердых тел для расчета напряженно-деформированного состояния грузовых платформ карьерных самосвалов.

Ключевые слова: добыча полезных ископаемых, грузовая платформа, карьерный самосвал, футеровка, патентные исследования

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по соглашению от 30.09.2022 г. №075-15-2022-1198 с ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» Комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» (КНТП «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс») в рамках реализации мероприятия «Разработка и создание беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 тонн» в части выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Для цитирования: Дубинкин Д.М., Ялышев А.В., Исмаилова Ш.Я. Тенденции развития грузовых платформ карьерных самосвалов. *Горная промышленность*. 2023;(3):72–76. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-3-72-76>

Trends in the development of unmanned mining dump trucks

D.M. Dubinkin✉, A.V. Yalyshev, Sh.Ya. Ismailova

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation
✉ ddm.tm@kuzstu.ru

Abstract: The article presents the trends in the development of the dump body of mining dump trucks, identified during patent research for the project entitled “Development and creation of an unmanned shuttle-type mine truck with a payload of 220 tons”. The analysis of patents was carried out on the dynamics of patenting, its geography and patent holders. The depth of the patent search was 25 years. Based on the results of analyzing the identified patents, a forecast was made on the development of technical solutions for the dump body of mining dump trucks. It was found that: the dump body designs have been actively patented since 2013; the USA is the leader among the patent holders; the main trend in the development of the mining dump truck designs is caused by the need to cut down the specific metal content, as well as to reduce wear and sticking; since 2014, there has been a stable interest in patenting linings; 51% of the total patent base obtained belongs to 5 major global companies that manufacture dump trucks and 3 enterprises that produce equipment for mining machines. The identified technical solutions will allow evaluating the existing layout and design solutions, and developing new solutions by modeling in the discrete-body dynamics and the solid-body dynamics environments to calculate the stress-and-strain state of dump body for mining dump trucks.

Keywords: mining, mining truck body, dump tray, mining dump truck, lining, patent research

Acknowledgements: This work was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation under Agreement No. 075-15-2022-1198 dated 30.09.2022 with the Gorbachev Kuzbass State Technical University on complex scientific and technical program of full innovation cycle: “Development and implementation of complex technologies in the areas of exploration and extraction of solid minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new deep conversion products from coal raw materials while consistently reducing the environmental impact and risks to human life” (the “Clean Coal – Green Kuzbass” Integrated Scientific and Technical Programme of the Full Innovation Cycle) as part of implementing the project “Development and creation of an unmanned shuttle-type mine truck with a payload of 220 tonnes” in terms of research, development and experimental-design work.

For citation: Dubinkin D.M., Yalyshev A.V., Ismailova Sh.Ya. Trends in the development of unmanned mining dump trucks. *Russian Mining Industry*. 2023;(3):72–76. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-3-72-76>

Введение

В условиях постоянного прироста импортных карьерных автосамосвалов (КС) возникает необходимость в создании высокотехнологичного производства отечественных КС для открытых горных работ [1–6].

Одним из требований при создании новой техники является проведение патентных исследований (ПИ) на уровень техники [7–9]. Согласно ГОСТу Р 15.011–2022 «Система разработки и постановки продукции на производство» патентные исследования. Содержание и порядок проведения данного вида ПИ проводят на этапе эскизного и/или технического проекта.

Результатом мероприятия на тему: «Разработка и создание беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 тонн» [10–17], входящего в Комплексную научно-техническую программу полного инновационного цикла (КНТП), должен стать беспилотный КС. На этапе эскизного проекта в рамках мероприятия проведены ПИ на конструкции беспилотных КС и его систем.

КС состоит из множества систем и элементов. Одной из ответственных конструкций КС является грузовая платформа (ГП) (самосвальная платформа), поэтому исследование тенденций развития ГП КС является актуальной задачей.

Общие данные о проведении патентных исследований

Поиск патентных документов при проведении ПИ проводился в следующих базах данных:

- PATENTSCOPE;
- Global Patent Index;
- ФИПС RUPAT;
- Google patents.

Для определения классификационных рубрик международной патентной классификации (МПК) приняты следующие термины:

- самосвал, карьерный самосвал (dumper, dump truck, mining dump truck);
- грузовая платформа (platforms; open load compartments);
- кузов карьерного самосвала (dump truck body);
- система обогрева (heat system);
- износ (wear);
- футеровка (liner).

В соответствии с алфавитно-предметным указателем к МПК выбраны рубрики МПК: В60Р, В60Н, В60К, В62, В62D.

Глубина патентного поиска составила 25 лет.

1 ГОСТ Р 15.011–22 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. Режим доступ: <https://internet-law.ru/gosts/gost/78165/> (дата обращения: 20.03.2023).

Анализ патентного поиска

По результатам патентного поиска выявлено 74 патентных документа, которые можно отнести к ГП КС. Рассмотренные патентные документы разделены на следующие направления:

- конструкции грузовой платформы – 58 шт.,
- футеровка – 11 шт.,
- способ обогрева – 5 шт.

Для формирования прогноза развития ГП КС рассмотрена динамика патентования по годам, представленная на рис. 1.

Из рис. 1 следует, что тренд патентования как конструкций, так и других технических решений, связанных с ГП, увеличивается. Повышение интереса к патентованию может быть связано с совершенствованием ГП как производителями, так и эксплуататорами КС. Основные направления развития конструкций ГП связаны со снижением металлоемкости, борьбой с износом и налипанием, использованием новых материалов. Каждое из направлений позволяет снизить эксплуатационные затраты при добыче полезных ископаемых.

Наибольший интерес к патентованию ГП начался в 2013 г. Стоит отметить возникновение интереса к футеровкам ГП КС, которое появилось с 2014 г. и скорее всего продолжится в будущем. Заметно и небольшое увеличение в 2019–2020 гг. интереса к способам обогрева. Таким образом, отмечается повышение интереса к совершенствованию конструкции ГП КС.

На основе полученных данных можно спрогнозировать, что в ближайшие пять лет:

- количество опубликованных патентов в части конструкций ГП КС будет примерно на уровне 2022 г.;

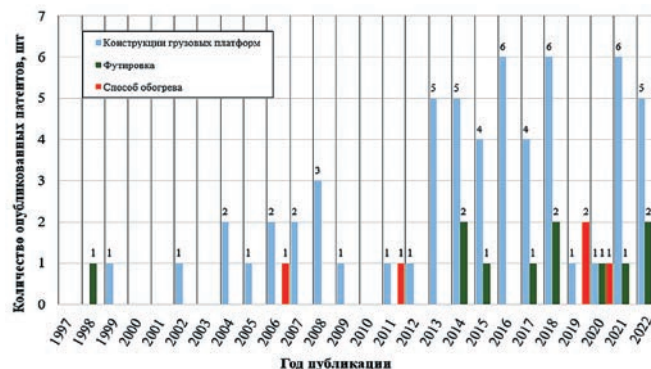


Рис. 1
Динамика патентования технических решений ГП КС по годам

Fig. 1
Dynamics of patenting technical solutions for load-carrying platforms by years

– количество патентных документов в части конструкции футеровки ГП будет увеличиваться;

– количество патентных документов в части способов обогрева ГП будет увеличиваться.

Из выявленных патентных документов 68 – зарубежных патентов, 6 – российских. Подробное распределение по странам представлено на рис. 2.

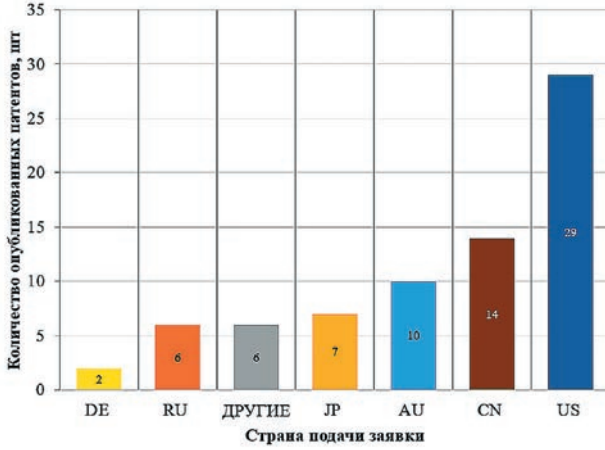


Рис. 2
География патентования в рассматриваемой области поиска

Fig. 2
Geography of patenting in the considered search area

Анализ географии патентования в рассматриваемой области поиска (см. рис. 2) показывает, что в части патентования конструкций ГП КС лидирует США. Лидерство США связано с высокими затратами на НИОКР и сосредоточением крупнейших компаний, специализирующихся на изготовлении КС. На втором месте – Китай, в 2 раза уступая США по количеству патентных документов. Австралия, Япония и Россия примерно равны по количеству патентов и уступают США более чем в 4 раза.

Для исследования развития патентования объектов ПИ рассмотрим количество опубликованных патентных документов в России, Китае, США и других странах по годам (рис. 3).

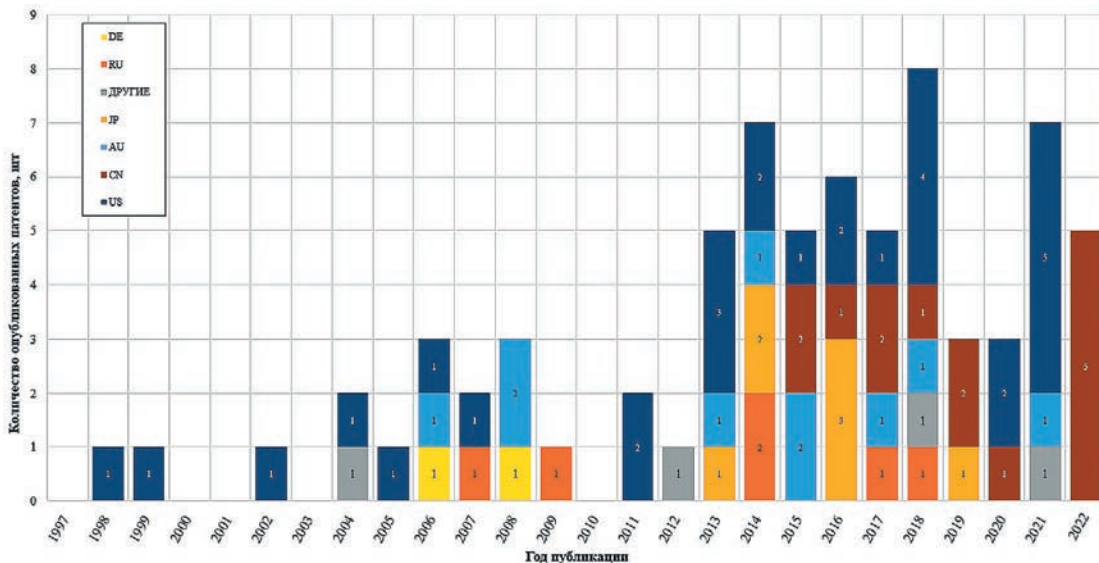


Рис. 3
География патентования ГП КС в динамике

Анализ рис. 3 показывает активное патентование технических решений в области ГП КС в Китае с 2015 г. Такая динамика связана с активным ростом добычи полезных ископаемых в Китае и развитием машиностроения [17]. Пик патентования в Китае приходится на 2022 г. Австралия и США с 2006 г. стабильно патентуют как минимум один раз в несколько лет, это связано с активным развитием местных добывающих компаний, которые вкладываются в НИОКР [18]. Увеличение патентования в области ГП КС можно проследить с 2013 г. для всех стран в целом, за исключением Германии и России.

Анализ патентообладателей (рис. 4), выявленных в результате ПИ, показал, что 51,4% от всей полученной базы патентов принадлежит четырем крупным компаниям по производству КС и трем компаниям по производству оборудования для горных машин.

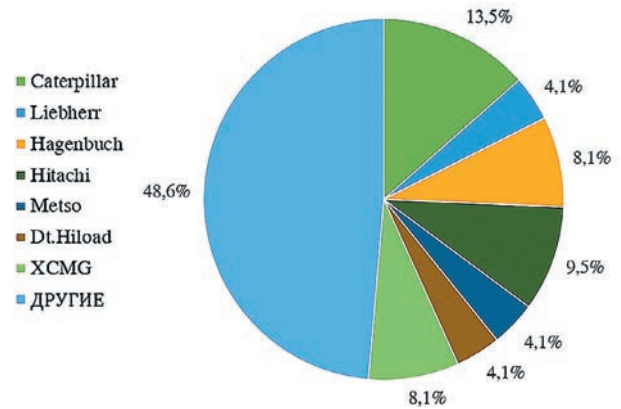


Рис. 4
Основные патентообладатели в рассматриваемой области поиска

Fig. 4
Main patent holders in the considered search area

Наиболее значимые в данной области поиска патентообладатели по процентному отношению (см. рис. 4): Caterpillar Inc (США) – 13,5%; Hitachi Construction Machinery (США/Япония) – 9,5%; Metso (Швеция) – 4,1%; Xuzhou XCMG Mining Machinery Co Ltd (Китай) – 8,1%; Philipp-Hagenbuch, Inc. – 8,1%; DT.Hiload (Австралия) – 4,1%; Liebherr (Германия) – 4,1%.

Заключение

Прослеживая тенденции патентования в области конструкций ГП КС, можно выделить следующее:

- восходящий тренд патентования технических решений в области ГП КС;
- преобладающей к патентованию является конструкция ГП;
- основное направление развития конструкций ГП КС вызвано необходимостью снижения металлоемкости, а также уменьшения износа и налипания;
- в ближайшие пять лет прогнозируется повышение количества опубликованных патентов в части конструкций ГП КС;
- в части патентования конструкций ГП КС лидером является США;
- с 2014 г. появился стабильный интерес к патентованию футеровок ГП КС;
- 51,4% от всей полученной базы патентов принадлежит

пяти крупным мировым компаниям по производству КС и трем компаниям по производству оборудования для горных машин.

Проведенные исследования по оценке достигнутого уровня техники и выявлению тенденций развития конструкции ГП КС позволяют обеспечить эффективность принимаемых технических решений и их соответствие современному уровню развития. ПИ позволили выявить действующие на территории РФ охранные документы исключительного права, под которые подпадает исследуемый объект техники в целом или отдельные, составляющие его технические и иные решения. Выявленные технические решения позволят оценить существующие схемные и конструктивные решения и разработать новые технические решения путем моделирования в среде динамики дискретных тел [11; 16] и динамики твердых тел для расчета напряженно-деформированного состояния ГП КС [12].

Список литературы

1. Анистратов Ю.И. (ред.). *Открытые горные работы – XXI век. Справочник*. М.: ООО «Система максимум»; 2019. Т. 1. 640 с.
2. Хазин М.Л. Направления развития карьерного автотранспорта. *Недропользование*. 2021;21(3):144–150. <https://doi.org/10.15593/2712-8008/2021.3.7>
3. Зырянов И.В., Маев С.П. Опыт эксплуатации карьерных самосвалов на Нюрбинском ГОКе. *Горный журнал*. 2006;(2):69–72. Режим доступа: <https://rudmet.ru/journal/750/article/10727/>
4. Трухманов Д.С., Дубов Г.М., Чегошев А.А., Ельцов И.Е., Нохрин С.А. Методология оценки технико-экономических показателей криогенных бортовых топливных систем карьерных самосвалов БелАЗ, потребляющих в качестве моторного топлива СПГ. *Горное оборудование и электромеханика*. 2021;(3):32–38. <https://doi.org/10.26730/1816-4528-2021-3-32-38>
5. Яковлев В.Л., Тарасов П.И., Журавлев А.Г., Маринов П.Л. Требования к совершенствованию конструкций карьерных автосамосвалов. *Механика машин, механизмов и материалов*. 2012;(3-4):86–92. Режим доступа: http://mmmm.by/pdf/ru/2012/3_4_2012/6.pdf
6. Насковец А.М., Пархомчик П.А., Егоров А.Н., Шишко С.А., Моисеенко В.И. Современное развитие карьерного транспорта производства ОАО «БЕЛАЗ». *Актуальные вопросы машиноведения*. 2018;7:8–11.
7. Zattoni M., Legname G. Tackling prion diseases: A review of the patent landscape. *Expert Opinion on Therapeutic Patents*. 2021;31(12):1097–1115. <https://doi.org/10.1080/13543776.2021.1945033>
8. Greenberg A., Cohen A., Grewal M. Patent landscape of brain–machine interface technology. *Nature Biotechnology*. 2021;39(10):1194–1199. <https://doi.org/10.1038/s41587-021-01071-7>
9. Sick N., Krätzig O., Eshetu G.G., Figgemeier E. A review of the publication and patent landscape of anode materials for lithium ion batteries. *Journal of Energy Storage*. 2021;43:103–231. <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103231>
10. Дубинкин Д.М., Голофастова Н.Н. Возможности повышения конкурентоспособности России в обеспечении экологичности работы карьерных самосвалов. *Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии*. 2022;(10):95–99.
11. Дубинкин Д.М., Ялышев А.В. Определение статических нагрузок на борт грузовой платформы карьерного самосвала. *Горная промышленность*. 2022;(6):137–144. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-6-137-144>
12. Дубинкин Д.М. Основы цифрового создания автономных карьерных самосвалов. *Горное оборудование и электромеханика*. 2022;(2):39–50. <https://doi.org/10.26730/1816-4528-2022-2-39-50>
13. Дубинкин Д.М., Пашков Д.А. Импортонезависимость производства беспилотных карьерных самосвалов. *Уголь*. 2023;(4):42–48. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-4-42-48>
14. Исмаилова Ш.Я., Закрасовский Д.И. Применение технологии 3D-сканирования при создании карьерных автосамосвалов. *Техника и технология горного дела*. 2022;(3):41–52. <https://doi.org/10.26730/2618-7434-2022-3-41-52>
15. Кульпин А.Г., Стенин Д.В., Кульпина Е.Е. Исследование потока отказов крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2017;(6):169–174. <https://doi.org/10.26730/1999-4125-2017-6-1-170-175>
16. Дубинкин Д.М. Методика определения нагрузок, действующих при погрузке и разгрузке грузовой платформы (кузова) карьерного самосвала. *Горное оборудование и электромеханика*. 2022;(3):31–49. <https://doi.org/10.26730/1816-4528-2022-3-31-49>
17. Efremkov A.B., Khoreshok A.A., Zhironkin S.A., Myaskov A.V. Coal mining machinery development as an ecological factor of progressive technologies implementation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2017;50:012009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/50/1/012009>
18. Мосолова О.В. Реализация инновационных проектов в Австралии. *Восточная аналитика*. 2019;(3):108–113. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41361837>

References

1. Anistratov Yu.I. (ed.). *Open-pit mining – the 21st Century. Guide*. Moscow: Sistema maksimum; 2019. Vol. 1. 640 p. (In Russ.)
2. Khazin M.L. Prospects of haulage solutions for mining operations. *Perm Journal of Petroleum and Mining Engineering*. 2021;21(3):144–150. (In Russ.) <https://doi.org/10.15593/2712-8008/2021.3.7>
3. Zyryanov I.V., Maev S.P. Experience of operation of quarry dump trucks at the Nyurbinsky GOK. *Gornyi Zhurnal*. 2006;(2):69–72. (In Russ.) Available at: <https://rudmet.ru/journal/750/article/10727/>
4. Trukhmanov D.S., Dubov G.M., Chegoshchev A.A., Eltsov I.E., Nokhrin S.A. Technique for evaluating cost-performance ratio of on-board cryogenic fuel systems of lng-fuelled belaz mining dump trucks. *Journal of Mining Equipment and Electromechanics*. 2021;(3):32–38. (In Russ.) <https://doi.org/10.26730/1816-4528-2021-3-32-38>
5. Yakovlev V.L., Tarasov P.I., Zhuravlev A.G., Mariev P.L. Demands to improvement of mining dump truck construction. *Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials*. 2012;(3-4):86–92. (In Russ.) Available at: http://mmmm.by/pdf/ru/2012/3_4_2012/6.pdf
6. Naskovets A.M., Parkhomchik P.A., Egorov A.N., Shishko S.A., Moiseenko V.I. Modern development of quarry transport of OJSC “Belaz” production. *Topical Issues of Mechanical Engineering*. 2018;7:8–11. (In Russ.)
7. Zattoni M., Legname G. Tackling prion diseases: A review of the patent landscape. *Expert Opinion on Therapeutic Patents*. 2021;31(12):1097–1115. <https://doi.org/10.1080/13543776.2021.1945033>
8. Greenberg A., Cohen A., Grewal M. Patent landscape of brain-machine interface technology. *Nature Biotechnology*. 2021;39(10):1194–1199. <https://doi.org/10.1038/s41587-021-01071-7>
9. Sick N., Krätzig O., Eshetu G.G., Figgemeier E. A review of the publication and patent landscape of anode materials for lithium ion batteries. *Journal of Energy Storage*. 2021;43:103–231. <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103231>
10. Dubinkin D.M., Golofastova N.N. Opportunities for increasing the competitiveness of Russia in ensuring the environmental friendly operation of rigid dump trucks. *Competitiveness in the Global World: Economics, Science, Technology*. 2022;(10):95–99. (In Russ.)
11. Dubinkin D.M., Yalyshev A.V. Determination of static loads on the body sides of a mining dump truck. *Russian Mining Industry*. 2022;(6):137–144. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-6-137-144>
12. Dubinkin D.M. Justification of the need to create heavy platforms for open-pit mining. *Journal of Mining Equipment and Electromechanics*. 2022;(2):39–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.26730/1816-4528-2022-2-39-50>
13. Dubinkin D.M., Pashkov D.A. Import-independent production of unmanned dump trucks. *Ugol’*. 2023;(4):42–48. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-4-42-48>
14. Ismailova Sh., Zakrasovsky D. Application of 3D-scanning technology in the creation of quarry dump trucks. *Journal of Mining and Geotechnical Engineering*. 2022;(3):41–52. (In Russ.) <https://doi.org/10.26730/2618-7434-2022-3-41-52>
15. Kulpin A.G., Stenin D.V., Kulpina E.E. Investigation of large tires failure flow of quarry dump trucks. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2017;(6):169–174. (In Russ.) <https://doi.org/10.26730/1999-4125-2017-6-1-170-175>
16. Dubinkin D.M. Method of determining the loads acting during loading and unloading of the cargo platform (body) career self-dump. *Journal of Mining Equipment and Electromechanics*. 2022;(3):31–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.26730/1816-4528-2022-3-31-49>
17. Efremenkov A.B., Khoreshok A.A., Zhironkin S.A., Myaskov A.V. Coal mining machinery development as an ecological factor of progressive technologies implementation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2017;50:012009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/50/1/012009>
18. Mosolova O.V. Realization of innovation projects in Australia. *Eastern Analytcs*. 2019;(3):108–113. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41361837>

Информация об авторах

Дубинкин Дмитрий Михайлович – кандидат технических наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-8193-9794>; e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Ялышев Алексей Витальевич – младший научный сотрудник научного центра цифровых технологий, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация; e-mail: yalyshevav@kuzstu.ru

Исмаилова Шахназ Ямиловна – младший научный сотрудник научного центра цифровых технологий, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация; e-mail: ismailovashja@kuzstu.ru

Information about the authors

Dmitry M. Dubinkin – Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-8193-9794>; e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Aleksey V. Yalyshev – Junior Researcher Associate, Research Center of Digital Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation; e-mail: yalyshevav@kuzstu.ru

Shakhnaz Ya. Ismailova – Junior Researcher Associate, Research Center of Digital Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation; e-mail: ismailovashja@kuzstu.ru

Article info

Received: 06.05.2023

Revised: 27.05.2023

Accepted: 31.05.2023

Информация о статье

Поступила в редакцию: 06.05.2023

Поступила после рецензирования: 27.05.2023

Принята к публикации: 31.05.2023