

**ГЕОТЕХНОЛОГИЯ, ГОРНЫЕ МАШИНЫ
GEOTECHNOLOGY, MINING MACHINES**

Научная статья

УДК 622.684

DOI: 10.26730/1999-4125-2023-5-104-115

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ НЕСУЩИХ СИСТЕМ (РАМ)
КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ****Дубинкин Дмитрий Михайлович,
Зеляева Елена Андреевна**

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

*для корреспонденции: ddm.tm@kuzstu.ru

**Информация о статье**

Поступила:

21 сентября 2023 г.

Одобрена после

рецензирования:

20 ноября 2023 г.

Принята к публикации:

22 ноября 2023 г.

Опубликована:

05 декабря 2023 г.

Ключевые слова:

карьерный самосвал, несущая система (рама), элементы несущей системы (рамы), патентные исследования, патентные документы.

Аннотация.

В настоящей статье представлены результаты патентных исследований несущих систем (рам) карьерных самосвалов. Выполнен анализ распределения опубликованных патентных документов по годам подачи заявок и географии патентования, выявлены основные технические решения, рассмотрены ведущие заявители и патентообладатели.

В рамках патентных исследований рассмотрены патенты за последние 25 лет. Изобретательская активность распределена неравномерно, начиная с 2006 г. интерес к патентованию несущей системы (рамы) и ее элементов возрастает, что подтверждается стабильным повышением количества патентных документов. Динамика распределения патентных документов на несущую систему (раму) автосамосвалов по годам публикации говорит о чередовании подъемов и спадов публикационной активности. Порядка 77% выявленных патентных документов приходится непосредственно на несущие системы (рамы) автосамосвалов, остальные 23% приходится на поперечины, надрамники, бампера, лонжероны и подрамники. Прослеживается возрастание интереса к анализируемой области патентного поиска за последние 17 лет, лидируют в этой области Китайские и Российские заявители и патентообладатели.

Разработка новых технических решений направлена на повышение эффективности работы карьерного самосвала и связана с необходимостью устранения выявленных недостатков и с повышением прочности и надежности элементов несущей системы (рамы), обнаруженных в ходе эксплуатации карьерных самосвалов.

Для цитирования: Дубинкин Д.М., Зеляева Е.А. Тенденции развития создания интеллектуальной собственности в области разработки несущих систем (РАМ) карьерных самосвалов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 5 (159). С. 104-115. DOI: 10.26730/1999-4125-2023-5-104-115, EDN: DJXLNW

Введение

В настоящее время угледобывающие предприятия для транспортирования горной массы используют импортные карьерные самосвалы (КС) [1-9, 11, 14, 17, 18] с различной грузоподъемностью от 30 т до 450 т (Рис. 1).



Рис. 1. Карьерные самосвалы импортного производства:
а) CATERPILLAR 777D; б) KOMATSU HD785-5

Fig. 1. Imported mining dump trucks:
а) CATERPILLAR 777D; б) KOMATSU HD785-5

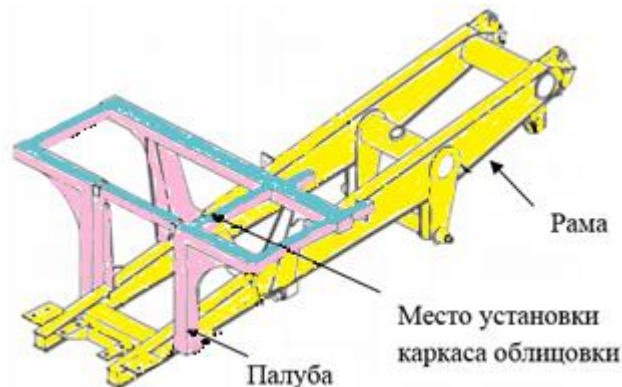


Рис. 2. Основные элементы несущей системы карьерного самосвала
Fig. 2. The main elements of the carrier system of a mining dump truck

Необходимость создания отечественной техники и обеспечение независимости от импорта привело к интересу создания КС, отвечающих требованиям современной промышленности, сочетающих в себе производительность, надежность и экономичность эксплуатации [10, 12, 13, 15, 16, 19, 20].

Узлы, агрегаты, системы и компоненты КС монтируются на несущую систему, которая состоит из рамы и «палубы» (Рис. 2). На «палубу» устанавливается каркас облицовки. Основным элементом несущей системы является рама, состоящая из лонжеронов, поперечин, кронштейнов, проушин и бампера (Рис. 3). Для лестничных лонжеронных рам применяются подрамники (Рис. 4 а) и надрамники (Рис. 4 б).

Первоочередной задачей на этапе создания рамы опытного образца КС является выполнение патентных исследований (ПИ) с целью установления технико-правового окружения объекта исследований и существующих технических решений конструкций в соответствии с ГОСТ Р 15.011.

Цель работы заключается в формировании базы сведений и выявлении перспективных направлений патентования для выбора и конкретизации дальнейших направлений прикладных научных исследований и экспериментальных разработок несущей системы (рамы) КС.

Общие сведения о проведении патентных исследований

При проведении ПИ предметом поиска (объектом исследований) являлась несущая система (рама) КС. Поиск патентных документов производился в различных информационных

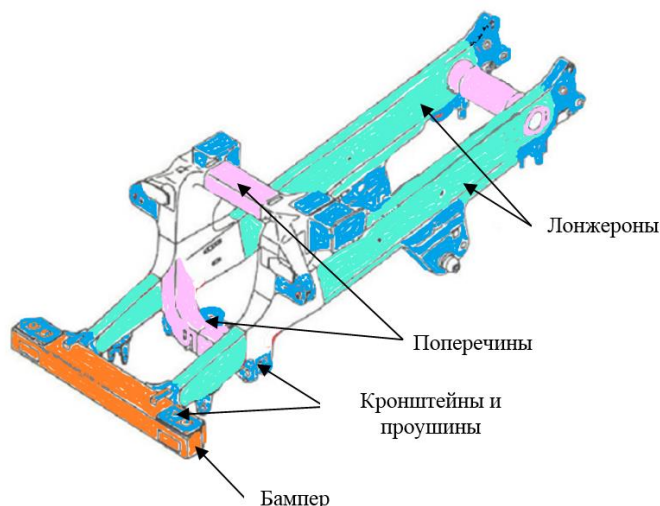


Рис. 3. Основные элементы рамы карьерного самосвала
Fig. 3. The main elements of the frame of a mining dump truck

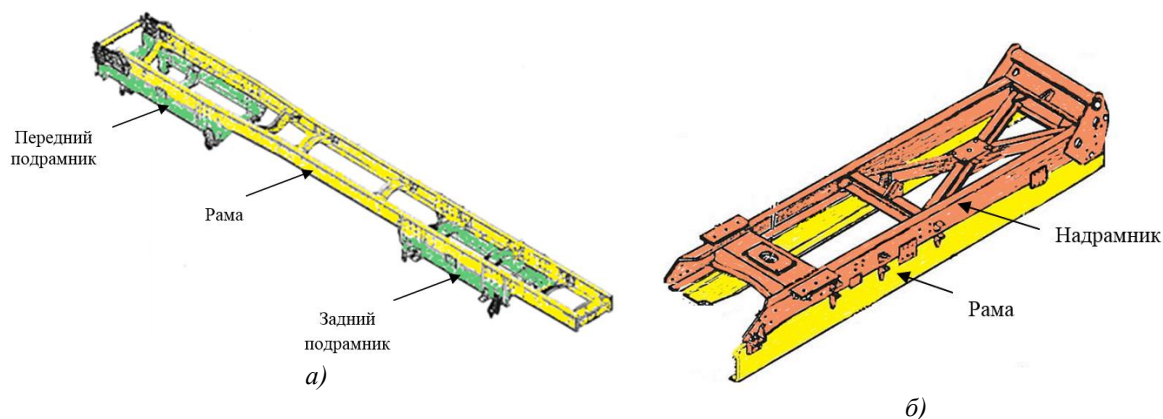


Рис. 4. Расположение надрамника (а) и подрамника (б) лестничных лонжеронных рам
Fig. 4. Location of the subframe (a) and subframe (b) of the ladder spar frames

базах (фондах) с глубиной поиска 25 лет, в которых содержалась информация о зарегистрированных патентах и заявках на объекты интеллектуальной собственности, опубликованные Российском ФИПС и в различных патентных ведомствах мира (Espacenet, Patentscope и USPTO).

Выбор стран поиска и патентно-информационных источников для проведения ПИ обусловлен требуемой информативностью и надежностью результатов патентного поиска, значительными объемами патентных фондов и степенью разработанности тематики поиска технических решений конструкций и динамики развития несущих систем (рам) КС в странах мира, где изготавливаются КС.

В соответствии с алфавитно-предметным указателем выбраны классификационные рубрики международной патентной классификации (МПК), которые представлены на Рис. 5.

Результаты патентного поиска

По результатам патентного поиска выявлены патентные документы в количестве 91 шт., которые представляют непосредственный интерес к объекту исследований, а также ряд документов, содержание которых соответствует предмету поиска.

На Рис. 6 представлена динамика подачи патентных документов на несущую систему КС (в том числе на раму) в зависимости от года подачи заявок.

Анализ данных диаграммы Рис. 6 показывает, что:

- общее количество патентных документов несущих систем КС составляет 91 шт.;

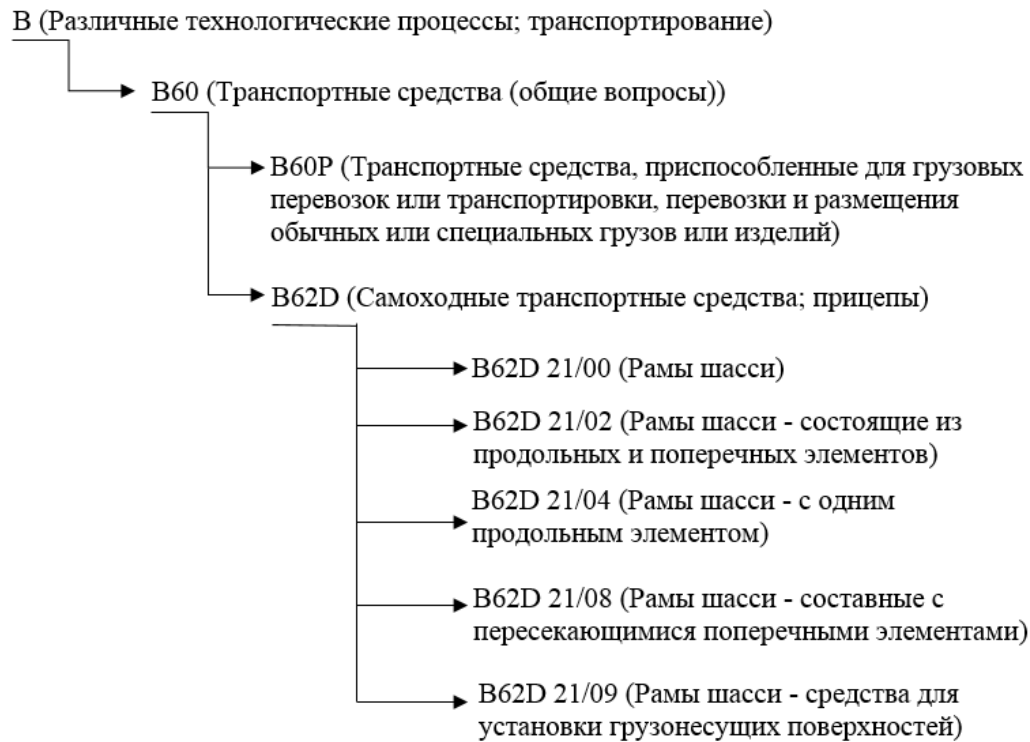


Рис. 5. Классификационные рубрики международной патентной классификации (МПК) для поиска патентных документов на несущую систему (раму) карьерного самосвала и ее элементов
 Fig. 5. Classification headings of the International Patent Classification (IPC) for searching patent documents for the carrier system (frame) of a mining truck and its elements

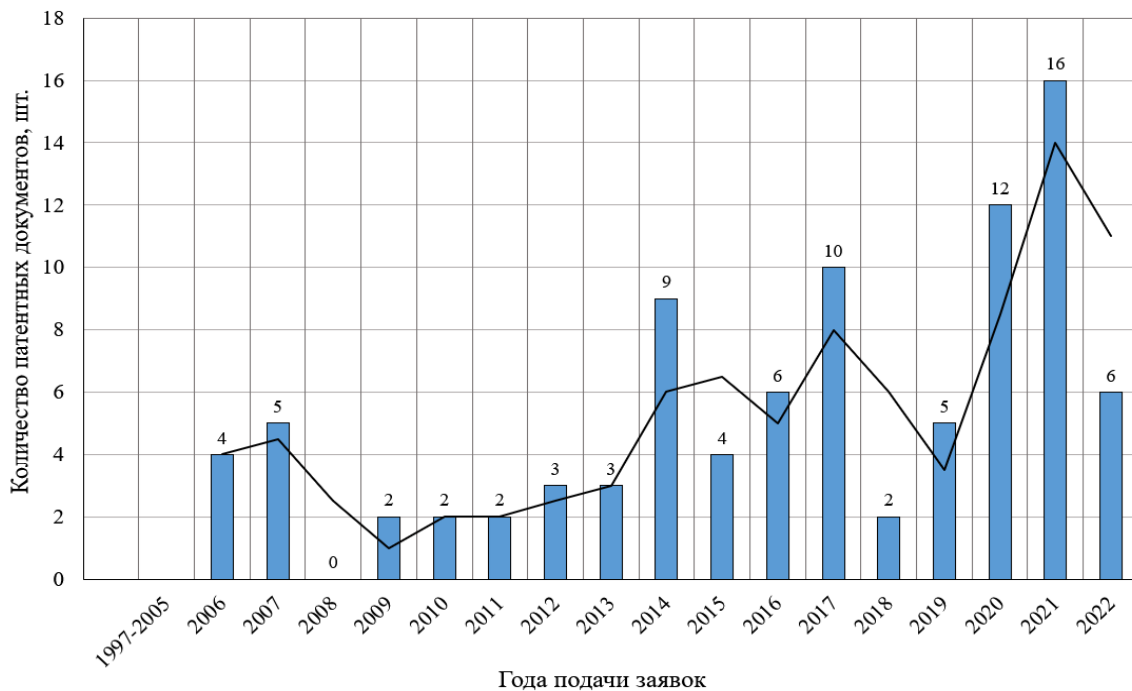


Рис. 6. Динамика подачи патентных документов на несущую систему карьерного самосвала в зависимости от года подачи заявок
 Fig. 6. Dynamics of filing patent documents for the carrier system of a mining truck, depending on the year of filing applications

– в период с 1997 г. до 2006 г., а также в 2008 г. опубликованных патентных документов не обнаружено;

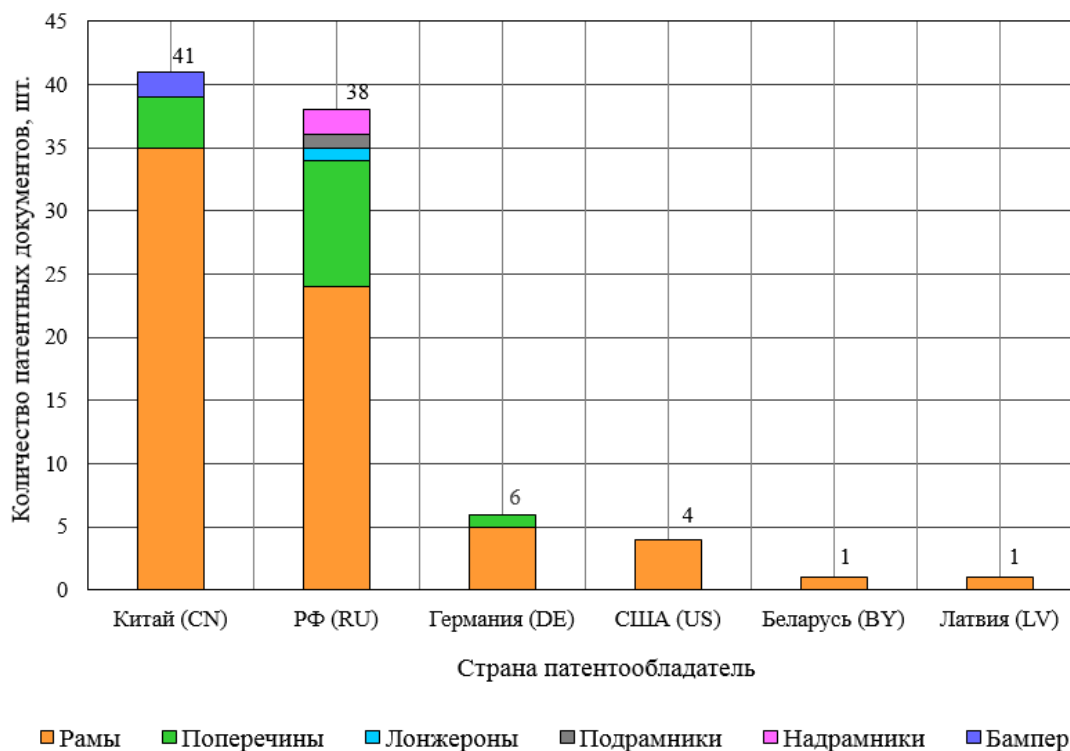


Рис. 7. География распределения патентных документов на несущую систему карьерного самосвала и ее конструктивных элементов

Fig. 7. Geography of distribution of patent documents for the carrier system of a mining dump truck and its structural elements

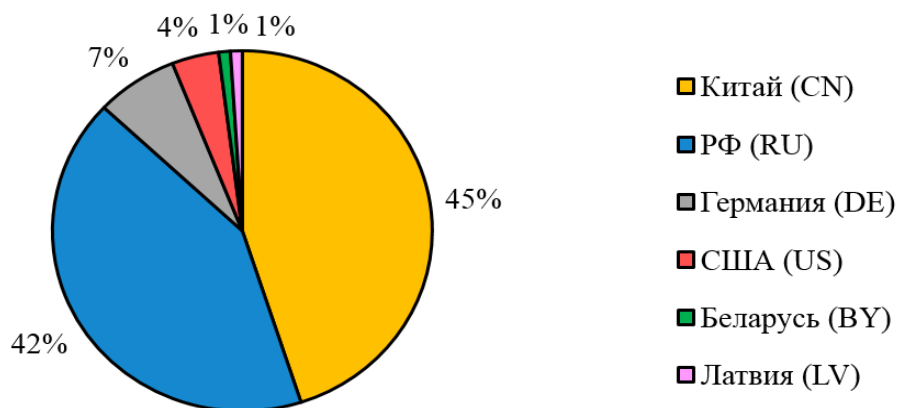


Рис. 8. Процентное распределение патентов на несущую систему карьерного самосвала и ее конструктивных элементов по странам патентообладателя

Fig. 8. Percentage distribution of patents for the carrier system of a mining truck and its structural elements by countries of the patent holder

– начиная с 2006 г. по 2018 г. распределение количества поданных документов на патенты нестабильное, однако увеличение их числа наблюдается в 2014 г. и в 2017 г., сильный спад 2018 г. сменяется стабильным повышением их количества;

– наибольшее количество патентов приходится на 2014 г. – 9 шт., 2017 г. – 10 шт., 2020 г. – 12 шт. и 2021 г. – 16 шт.;

– начиная с 2014 г. прослеживается тенденция увеличения количества патентных документов на несущую систему КС, исключение составляет только 2022 г., здесь наблюдается явный спад в 2,6 раза по сравнению с 2021 г.;

– подача документов сменяется чередованием подъемов и спадов с увеличивающейся амплитудой публикационной активности, которая в 2014 г. возрастает в 3,0 раза по сравнению

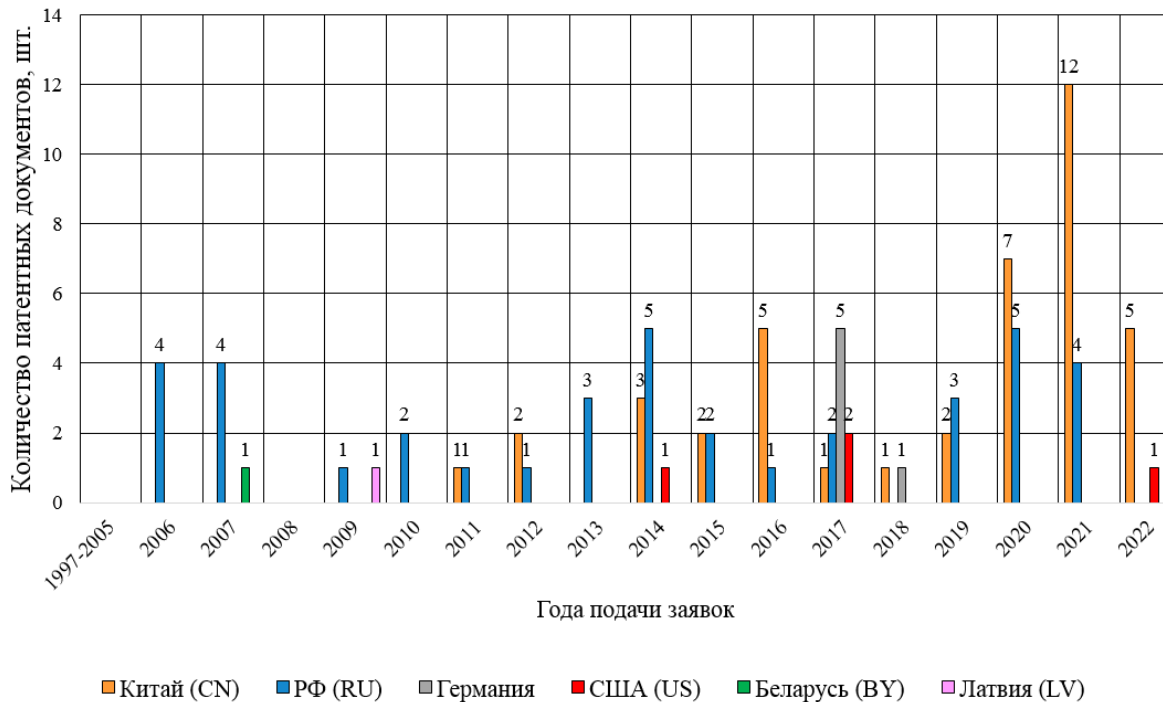


Рис. 9. Распределение патентов на несущую систему карьерного самосвала и ее конструктивных элементов по странам патентообладателям в зависимости от года подачи заявок
 Fig. 9. Distribution of patents for the carrier system of a mining truck and its structural elements by countries of patent holders depending on the year of filing applications

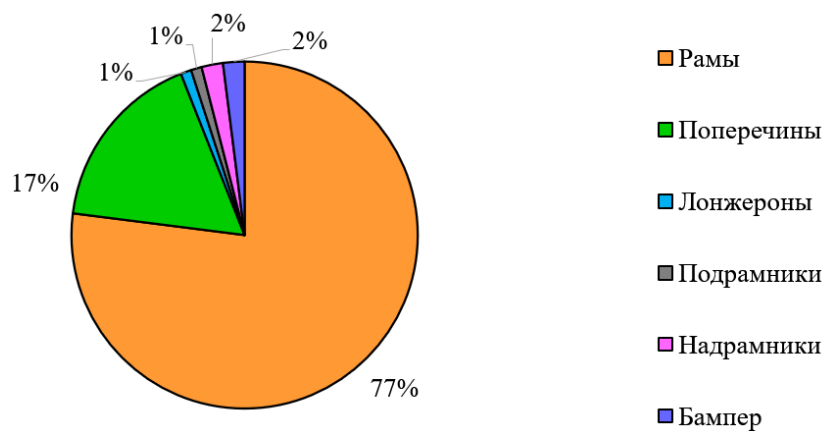


Рис. 10. Процентное распределение общего количества патентов несущей системы карьерных самосвалов и ее конструктивных элементов
 Fig. 10. Percentage distribution of the total number of patents for the carrier system of mining dump trucks and its structural elements

с 2013 г.; в 2017 г. возрастает в 1,6 раза по сравнению с 2016 г.; в 2020 г. возрастает в 2,4 раза по сравнению с 2019 г.; в 2021 г. возрастает в 1,3 раза по сравнению с 2020 г.; в 2022 г. снижается в 2,6 раза по сравнению с 2021 г.

На Рис. 7 представлена география распределения патентных документов на несущую систему КС и ее конструктивных элементов

Анализ географии распределения патентных документов на несущую систему КС (Рис. 6) и ее конструктивных элементов по количеству показывает, что:

- РФ принадлежит 38 патентных документов, а 53 принадлежит зарубежным странам;
- лидирует Китай, далее РФ с отставанием в 1,07 раза. Германия уступает Китаю в 6,8 раз, РФ – в 6,3 раз, а США уступает Германии в 1,5 раза.

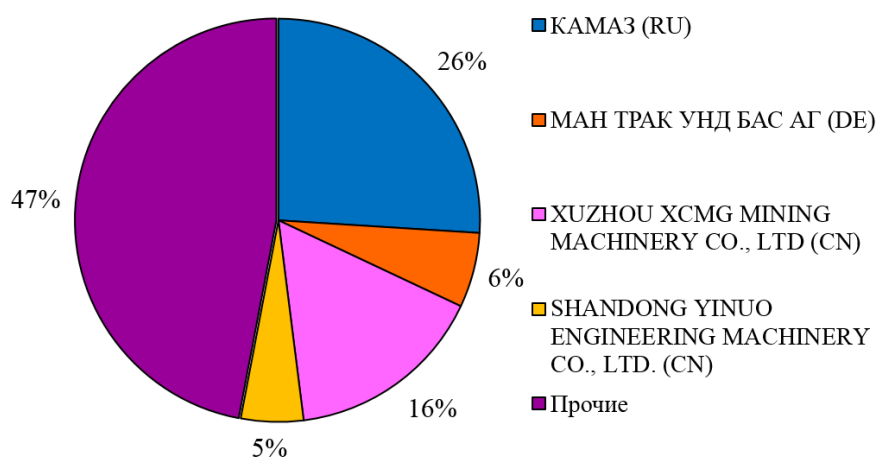


Рис. 11. Патентообладатели на несущую систему карьерных самосвалов и ее конструктивных элементов

Fig. 11. Patent holders for the carrier system of mining dump trucks and its structural elements

На Рис. 8 представлено процентное распределение патентов на несущую систему КС и ее конструктивных элементов по странам патентообладателя.

Анализ Рис. 8 показывает, что порядка 45% от общего количества патентов принадлежит Китаю, 42% РФ, 7% Германии, 4% США и по 1% Беларуси и Латвии соответственно.

На Рис. 9 представлено распределение патентов на несущую систему КС и ее конструктивных элементов по странам патентообладателя в зависимости от года подачи заявок.

Анализ гистограммы Рис. 9 показывает, что:

– начиная с 1997 г. по 2005 г. патентных документов на несущую систему КС и ее конструктивных элементов не выявлено;

– в период с 2006 г. по 2007 г. у правообладателя страны РФ наблюдается стабильное количество патентов, однако спад 2008 -2012 гг. сменяется увеличением их числа в 2013-2014 гг., затем наблюдается резкий спад, который начиная с 2018 г. переходит в фазу постепенного подъема;

– патентные документы правообладателя страны Китай получены в период с 2011 г. по 2022 г., причем до 2018 г. фиксируется чередование спадов и подъемов их количества, однако с 2019 г. наблюдается увеличение количества патентов, которое в 2022 г. сменяется спадом;

– патентные документы правообладателя Германии выявлены в 2017 г. и 2018 г.; США – 2014 г., 2017 г., и 2022 г.; Беларуси в 2007 г. и Латвии в 2009 г.

Процентное распределение общего количества патентов несущей системы КС и ее конструктивных элементов представлено на Рис. 10.

Распределение общего количества патентов, представленных на Рис. 10, говорит о том, что:

– 77% патентов относятся к несущей системе КС, в том числе раме;

– 23% патентов распределяются следующим образом: 17% патентов получены на поперечины, по 2% – на надрамники и бампера, по 1% – на лонжероны и подрамники;

– количество патентов, опубликованных по несущей системе КС, в том числе по раме, в 4,5 раза больше, чем зарегистрированных патентов на конструктивные элементы несущей системы КС и рамы.

Патентообладатели на несущую систему КС и ее конструктивных элементов представлены на Рис. 11.

Анализ Рис. 11 показывает, что 53% от общего количества выявленных патентов на несущую систему КС и ее конструктивных элементов, принадлежат представителям 4 мировых компаний по разработке и производству КС и их компонентов, а именно:

– KAMAZ (RU) – 26%;

– XUZHOU XCMG MINING MACHINERY CO., LTD. (CN) – 16%;

– MAH ТРАК УНД БАС АГ (DE) – 6%;

– SHANDONG YINUO ENGINEERING MACHINERY CO., LTD. (CN) – 5 %.

Обобщая данные вышеописанного анализа патентных документов, можно сделать вывод о том, что начиная с 2006 г. прослеживается положительная динамика патентования технических решений несущей системы (рамы) КС и ее элементов, что подтверждается увеличением количества полученных патентов. Одной из основных причин является необходимость совершенствования выявленных недостатков конструкций несущих систем, обнаруженных в ходе эксплуатации КС.

Заключение

По результатам выполненных ПИ тенденций развития несущих систем (рам) КС установлено следующее:

– начиная с 2006 г. интерес к патентованию несущей системы (рамы) и ее элементов возрастает, что подтверждается стабильным повышением количества патентных документов;

– наибольшее количество патентных документов приходится на 2014 г. – 9 шт., 2017 г. – 10 шт., 2020 г. – 12 шт. и 2021 г. – 16 шт.;

– география распределения патентных документов на несущую систему (раму) и элементов конструкции рам говорит, что лидирует Китай – 41 шт. (45%), далее РФ – 38 шт. (42%), Германии – 6 шт. (7%), США – 4 шт. (4%) и по 1 патенту (1%) у Беларуси и Латвии соответственно;

– динамика распределения патентных документов на несущую систему (раму) КС по годам публикации говорит о чередовании подъемов и спадов с увеличивающейся амплитудой публикационной активности;

– порядка 77% выявленных патентных документов приходится непосредственно на несущие системы (рамы) КС, остальные 23% распределяются следующим образом: на поперечины приходится – 17%; по 2% на надрамники и бампера; по 1% – лонжероны и подрамники;

– 53% патентообладателей – представители 4 крупных мировых компаний по разработке и производству КС: КАМАЗ; XUZHOU XCMG MINING MACHINERY CO., LTD.; МАН ТРАК УНД БАС АГ (DE); SHANDONG YINUO ENGINEERING MACHINERY CO., LTD.

Таким образом, в рамках ПИ рассмотрен 91 патент за последние 25 лет. Изобретательская активность неравномерно распределена с 2006 г. по 2022 г. Прослеживается возрастание интереса к анализируемой области патентного поиска за последние 17 лет, лидируют в этой области Китайские и Российские заявители и патентообладатели. Основное направление развития конструкций объекта исследований связано с повышением прочности и надежности несущих систем (рам) КС. Выявленные технические решения позволят оценить существующие схемные и конструктивные решения и разработать новые, провести научные исследования и обосновать параметры несущей системы (рамы) КС.

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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулешов А. А., Егоров А. Н., Зырянов И. В., Мариев П. Л. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы. СПб. : Наука, 2004. 429 с.

2. Зырянов И. В., Маев С. П. Опыт эксплуатации карьерных самосвалов на Нюрбинском ГОКе // Горный журнал. 2006. № 2. С. 69–72.

3. Анистратов К. Ю., Градусов М. С., Стремилев В. Я., Тетерин М. В. Исследование закономерностей изменения показателей работы карьерных самосвалов в течение срока их эксплуатации // Горная промышленность. 2006. № 6(70). С. 30–34.
4. Анистратов К. Ю. Анализ рынка карьерных экскаваторов и самосвалов в РФ и странах СНГ // Горная промышленность. 2012. № 2(102). С. 16–19.
5. Зырянов И. В. [и др.] Оценка долговечности рам карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 90 и 136 т в АК «АЛРОСА» // Горное оборудование и электромеханика. 2013. № 1. С. 25–31.
6. Насковец А. М., Пархомчик П. А., Егоров А. Н. [и др.] Современное развитие карьерного транспорта производства ОАО «БЕЛАЗ» // Актуальные вопросы машиноведения. 2018. Т. 7. С. 8–11.
7. Воронов А. Ю., Воронов Ю. Е. Современное состояние и перспективы развития роботизированных грузоперевозок на карьерах // Горное оборудование и электромеханика. 2019. № 6(146). С. 16–24. DOI: 10.26730/1816-4528-2019-6-16-24.
8. Хазин М. Л. Роботизированные карьерные самосвалы // Известия Уральского государственного горного университета. 2020. № 3(59). С. 123–130. DOI: 10.21440/2307-2091-2020-3-123-130.
9. Хазин М. Л. Направления развития карьерного автотранспорта // Недропользование. 2021. Т. 21. № 3. С. 144–150. DOI: 10.15593/2712-8008/2021.3.7.
10. Дубинкин Д. М. Основы цифрового создания автономных карьерных самосвалов // Горное оборудование и электромеханика. 2022. № 2(160). С. 39–50. DOI: 10.26730/1816-4528-2022-2-39-50.
11. Дубинкин Д. М., Садовец В. Ю., Карташов А. Б. [и др.] Анализ и перспективность применения отечественного тягового привода автономного карьерного самосвала грузоподъемностью 240 т // Техника и технология горного дела. 2022. № 2(17). С. 22–36. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-2-22-36.
12. Ялышев А. В. Необходимость создания грузовой платформы для аккумуляторного карьерного самосвала // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Кемерово, 2022. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2022. С. 706–710.
13. Дубинкин Д. М. [и др.] Особенности создания аккумуляторного карьерного самосвала на электрической тяге // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2022. № 17–1. С. 159–169. DOI: 10.26160/2658-3305-2022-17-159-169.
14. Кудреватых А. В., Фурман А. С., Ащеулов А. С. [и др.] Методы диагностирования фактического технического состояния редуктора мотор-колеса БелАЗ // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2021. № 2(144). С. 23–28. DOI: 10.26730/1999-4125-2021-2-23-28.
15. Дубинкин Д. М., Голофастова Н. Н. Инженерные решения в повышении экологической безопасности карьерного транспорта // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26, № 11. С. 8–12. DOI: 10.18412/1816-0395-2022-11-8-12.
16. Пашков Д. А., Тарасюк И. А. Обоснование передней подвески беспилотного карьерного самосвала грузоподъемностью 220 тонн // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2022. № 17(1). С. 170–178. DOI: 10.26160/2658-3305-2022-17-170-178.
17. Воронов А. Ю., Хорешок А. А., Воронов Ю. Е. [и др.] Оптимизация параметров экскаваторно-автомобильных комплексов разрезов // Горная промышленность. 2022. № 5. С. 92–98. DOI: 10.30686/1609-9192-2022-5-92-98.
18. Арутюнян Г. А., Карташов А. Б., Газизуллин Р. Л. [и др.] Выбор рационального типа передней подвески карьерного автосамосвала грузоподъемностью до 240 тонн // Техника и технология горного дела. 2022. № 3(18). С. 25–40. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-3-25-40.
19. Дубинкин Д. М., Пашков Д. А. Импортонезависимость производства беспилотных карьерных самосвалов // Уголь. 2023. № 4(1166). С. 42–48. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-42-48.
20. Дубинкин Д. М., Аксенов В. В., Пашков Д. А. Тенденции развития беспилотных карьерных самосвалов // Уголь. 2023. № 6. С. 72–79. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-6-72-79.

© 2023 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Дубинкин Дмитрий Михайлович – кандидат технических наук, доцент, г. Кемерово, Российская Федерация, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева; e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Зеляева Елена Андреевна – младший научный сотрудник научного центра «Цифровые технологии г. Кемерово, Российская Федерация, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева; e-mail: zelayeva@kuzstu.ru

Заявленный вклад авторов:

Дубинкин Дмитрий Михайлович – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста, обзор актуальной литературы, сбор данных, обзор актуальной литературы.

Зеляева Елена Александровна – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста, обзор актуальной литературы, сбор данных, обзор актуальной литературы.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY IN THE FIELD OF THE DEVELOPMENT OF LOAD-BEARING SYSTEMS (FRAMES) OF MINING DUMP TRUCKS

**Dmitry M. Dubinkin,
Elena A. Zelyaeva**

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

*for correspondence: ddm.tm@kuzstu.ru



Article info

Received:

21 September 2023

Accepted for publication:

20 November 2023

Accepted:

22 November 2023

Published:

05 December 2023

Keywords: mining dump truck, carrier system (frame), carrier system elements (frames), patent research, patent documents.

Abstract.

This article presents the results of patent studies of the load-bearing systems (frames) of mining dump trucks. An analysis of the distribution of published patent documents by years of filing applications and geography of patenting was carried out, the main technical solutions were identified, leading applicants and patent holders were considered.

Patents for the last 25 years have been reviewed as part of patent research. The inventive activity is unevenly distributed, since 2006 the interest to patenting of the supporting system (frame) and its elements is increasing, which is confirmed by a stable increase in the number of patent documents. The dynamics of distribution of patent documents on the load-bearing system (frame) of dump trucks by years of publication shows the alternation of ups and downs of publication activity. About 77% of the identified patent documents are directly related to the load-bearing systems (frames) of dump trucks, the remaining 23% are related to crossbars, over-frames, bumpers, spars and sub-frames. There is an increasing interest in the analyzed area of patent search for the last 17 years, Chinese and Russian applicants and patent holders are leading in this area.

Development of new technical solutions is aimed at improving the efficiency of the dump truck and is associated with the need to eliminate the identified deficiencies and to improve the strength and reliability of the elements of the load-bearing system (frame), found during the operation of dump trucks.

For citation: Voloshin V.A., Ermakov A.Yu., Razumov E.A., Kuzin E.G. Geomechanical justification of procedure for examination formation 16 of the «Yubileynaya» mine taken into account of natural and man-made seismodynamic processes. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2023; 5(159):104-115. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2023-5-104-115, EDN: DJXLNW

REFERENCES

1. Kuleshov A.A., Egorov A.N., Zyryanov I.V., Mariev P.L. Career transport: state and prospects. St. Petersburg: Nauka; 2004. 429 p.
2. Zyryanov I.V., Maev S.P. Experience in the operation of mining dump trucks at the Nyurba GOK. Mining Journal. 2006; 2:69–72.

3. Anistratov K.Yu., Gradusov M.S., Stremilov V.Ya., Teterin M.V. Investigation of the regularities of changes in the performance of mining dump trucks during their service life. *Mining industry*. 2006; 6(70):30–34.
4. Anistratov K.Yu. Market analysis of mining excavators and dump trucks in the Russian Federation and CIS countries. *Mining industry*. 2012; 2(102):16–19.
5. Zyryanov I.V., Reshetnikov S.V., Tsymbalova A.I. Assessment of the durability of frames of mining dump trucks with a carrying capacity of 90 and 136 tons in AK "ALROSA". *Mining equipment and electromechanics*. 2013; 1:25–31.
6. Naskovets A.M., Parkhomchik P.A., Egorov A.N. [et al.] Modern development of quarry transport manufactured by OJSC "BELAZ". *Topical issues of mechanical engineering*. 2018; 7:8–11.
7. Voronov A.Yu., Voronov Yu.E. Current state and prospects for the development of robotic cargo transportation in quarries. *Mining equipment and electromechanics*. 2019; 6(146). 16–24. DOI: 10.26730/1816-4528-2019-6-16-24.
8. Khazin M.L. Robotic dump trucks. *Proceedings of the Ural State Mining University*. 2020; 3(59):123–130. DOI:10.21440/2307-2091-2020-3-123-130.
9. Khazin M.L. Directions for the development of quarry vehicles. *Subsoil use*. 2021; 21(3):144–150. DOI: 10.15593/2712-8008/2021.3.7.
10. Dubinkin D.M. Fundamentals of digital creation of autonomous mining dump trucks. *Mining equipment and electromechanics*. 2022; 2(160):39–50. DOI: 10.26730/1816-4528-2022-2-39-50.
11. Dubinkin D.M., Sadovets V.Yu., Kartashov A.B. [et al.] Analysis and prospects of using the domestic traction drive of an autonomous mining dump truck with a carrying capacity of 240 tons. *Techniques and technologies of mountain wood*. 2022; 2(17):22–36. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-2-22-36.
12. Yalyshev A.V. The need to create a cargo platform for an accumulator dump truck. *Innovations in information technologies, mechanical engineering and motor transport : A collection of materials of the VI International Scientific and Practical Conference*. Kemerovo, November 2022. Kemerovo: T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University; 2022. Pp. 706–710.
13. Dubinkin D.M., Turgenev I.A., Shakhmanov V.N. Features of creating a battery-powered dump truck with electric traction. *Transport, mining and construction engineering: science and production*. 2022; 17(1):159–169. DOI: 10.26160/2658-3305-2022-17-159-169.
14. Kudrevatykh A.V., Furman A.S., Ashcheulov A.S. [et al.] Methods for diagnosing the actual technical condition of the BelAZ motor-wheel gearbox. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2021; 2(144):23–28. DOI: 10.26730/1999-4125-2021-2-23-28.
15. Dubinkin D.M., Golofastova N.N. Engineering solutions in improving the environmental safety of open-pit transport. *Ecology and Industry of Russia*. 2022; 26(11):8–12. DOI: 10.18412/1816-0395-2022-11-8-12.
16. Pashkov D.A., Tarasyuk I.A. Justification of the front suspension of an unmanned mining dump truck with a carrying capacity of 220 tons. *Transport, mining and construction engineering: science and production*. 2022; 17(1):170–178. DOI: 10.26160/2658-3305-2022-17-170-178.
17. Voronov A.Yu., Khoreshok A.A., Voronov Yu.E. [et al.] Optimization of the parameters of excavator-automobile complexes of open-pit mines. *Gornaya promyshlennost*. 2022; 5:92–98. DOI: 10.30686/1609-9192-2022-5-92-98.
18. Harutyunyan G.A., Kartashov A.B., Gazizullin R.L. [et al.] The choice of a rational type of the front catch of a dump truck with a load capacity of up to 240 tons. *Techniques and technologies of mountain wood*. 2022; 3(18):25–40. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-3-25-40.
19. Dubinkin D.M., Pashkov D.A. Import independence of the production of unmanned mining dump trucks. *Coal*. 2023; 4(1166):42–48. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-42-48.
20. Dubinkin D.M., Aksenov V.V., Pashkov D.A. Trends in the development of unmanned mining dump trucks. *Coal*. 2023; 6:72–79. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-6-72-79.

© 2023 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Dmitry M. Dubinkin – PhD (Engineering), Associate Professor, Kemerovo, Russian Federation, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University; e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Elena A. Zelyaeva – Junior Researcher, Research Center "Digital Technologies, Kemerovo, Russian Federation, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University; e-mail: zelayeva@kuzstu.ru

Contribution of the authors:

Dmitry M. Dubinkin – setting up a research task, conceptualizing research, analyzing data, drawing conclusions, writing a text, review of relevant literature, data collection, review of relevant literature.

Elena A. Zelyaeva – setting up a research task, conceptualizing research, analyzing data, drawing conclusions, writing a text, review of relevant literature, data collection, review of relevant literature.

All authors have read and approved the final version of the manuscript

All authors have read and approved the final manuscript.

