

## Научная статья

УДК 622.684

DOI: 10.26730/1816-4528-2024-4-54-64

Дубинкин Дмитрий Михайлович\*, Исмаилова Шахназ Ямиловна

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

\*E-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

**ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ФУТЕРОВОК ГРУЗОВЫХ ПЛАТФОРМ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ: КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ****Информация о статье**

Поступила:

02 сентября 2024 г.

Одобрена после  
рецензирования:

15 октября 2024 г.

Принята к печати:

24 октября 2024 г.

Опубликована:

31 октября 2024 г.

**Ключевые слова:**

карьерный самосвал, грузовая платформа (кузов), футеровка, патентные исследования, технические решения, конструктивные особенности

**Аннотация.**

Актуальность исследования заключается в необходимости повышения эффективности эксплуатации грузовых платформ карьерных самосвалов, которые подвергаются значительным нагрузкам, износу и проблеме налипания горной массы в процессе работы. В условиях современного горнодобывающего производства, где требования к надежности и долговечности техники постоянно растут, защита грузовых платформ карьерных самосвалов от повреждений становится критически актуальной. Футеровка грузовых платформ играет ключевую роль в обеспечении долговечности и надежности работы техники, а также в снижении затрат на ее обслуживание. Целью исследования является анализ существующих технических решений футеровок грузовых платформ карьерных самосвалов и выявление направлений для их совершенствования. Представлены преимущества и недостатки различных футеровок. Выявлено разделение патентных документов по типу футеровок грузовых платформ карьерных самосвалов. Технические решения, выявленные по результатам патентных исследований, направлены на: уменьшения износа грузовых платформ; устранение налипания горной массы на грузовой платформе; упрощение конструкции футеровок (футеровочных элементов) грузовой платформы; снижение металлоемкости, трудоемкости; повышение надежности и прочности. Область применения полученных результатов охватывает предприятия горнодобывающей отрасли, где требуется высокая надежность и долговечность техники, а также охватывает не только карьерные самосвалы, но и другие виды грузового транспорта, работающего с сыпучими материалами. В заключении работы акцентируется внимание на перспективы дальнейших исследований в этой области, что может привести к созданию более эффективных и устойчивых к износу и налипанию конструкций, способствующих повышению производительности и снижению затрат на обслуживание.

**Для цитирования:** Дубинкин Д. М., Исмаилова Ш. Я. Патентный анализ футеровок грузовых платформ карьерных самосвалов: конструктивные особенности технических решений // Горное оборудование и электромеханика. 2024. № 4 (174). С. 54-64. DOI: 10.26730/1816-4528-2024-4-54-64, EDN: WDBBVH

**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

## Введение

При открытом способе добычи полезных ископаемых одним из элементов, определяющих производительность карьерных самосвалов (КС), является грузовая платформа (ГП) - кузов [1-3].

При эксплуатации КС на горных предприятиях возникают следующие проблемы:

- абразивный износ ГП;
- налипание и примерзание сыпучего материала к ГП КС.

Для решения представленных проблем устанавливают футеровку. Поэтому подбор оптимальных конструктивных технических решений футеровок ГП КС является актуальной задачей [4, 5].

У большинства производителей КС одна и та же модель оснащается футеровками различного типа исполнения. Футеровка, иногда называемая облицовкой, является защитным слоем изнашиваемой поверхности, которая может быть заменена как частично, так и полностью, а также предотвращает налипание и намерзание горной массы (сыпучего материала) на ГП КС.

Футеровка состоит из футеровочных элементов. Термин «футеровочный элемент» следует понимать как изолированный физический элемент, выполненный с возможностью установки на поверхность или другую конструкцию для обеспечения ее защиты. Футеровочный элемент может быть плоским, но может также иметь криволинейную или трехмерную форму. Футеровочный элемент может как быть из одного материала, так и содержать более одного материала, например, металл и материалы с обобщенным термином «полимеры», куда входят резины, СВМПЭ, полиуретан и т. д. Футеровочный элемент может иметь форму, обеспечивающую возможность установки вместе со смежными футеровочными элементами для создания общей однородной поверхности.

Учитывая разнообразие условий эксплуатации ГП КС и типы перевозимых сыпучих материалов, анализ существующих технических решений футеровок позволяет выявить наиболее эффективные подходы к их совершенствованию.

## Постановка цели и задач

Цель исследований направлена на анализ существующих технических решений конструкций футеровок грузовых платформ (кузовов) КС с выявлением направлений совершенствования.

## Конструктивные особенности технических решений футеровок грузовых платформ (кузовов) карьерных самосвалов

Для определения конструктивных особенностей технических решений футеровок ГП КС и выявления направлений совершенствования рассмотрим несколько технических решений футеровок ГП КС из проведенных патентных исследований в части конструкций ГП КС.

### US6935678B1. Усиленная грузовая платформа самосвала [6]

Усиленная грузовая платформа (Рис. 1) включает в себя ячеистую (сетчатую) футеровку 5, которая может располагаться на поверхности козырька (1),

переднего борта (2), боковых бортов (3), основании платформы (4). Футеровка (5) содержит продольные (6) и поперечные (7) ребра жесткости, которые наложены друг на друга. Все элементы ячеистой

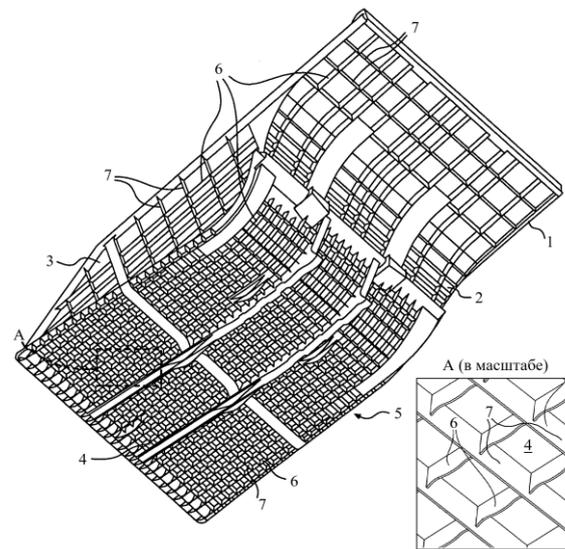


Рис. 1. Усиленная грузовая платформа с ячеистой футеровкой (US6935678B1)

Fig. 1. Reinforced payload container with cellular lining (US6935678B1)

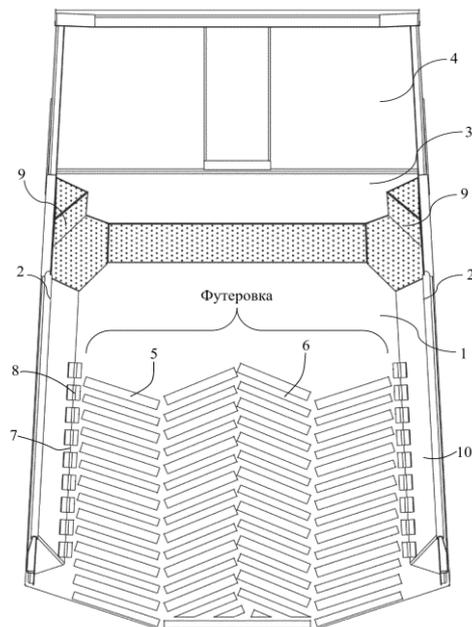


Рис. 2. Кузов самосвала с футеровкой в форме «елочки» (US9216680B2)

Fig. 2. Dump truck body lining elements in the form of a "herringbone" (US9216680B2)

футеровки похожей на стальную сетку, вырезаны с соответствующей геометрией и соединяются сварным швом.

### US9216680B2. Кузов самосвала для добычи твердой руды [7]

В патенте [7] описываются несколько различных вариантов расположения футеровки на ГП КС. Ос-

новые варианты расположения представлены ниже.

Футеровка расположена в форме «елочки» (Рис. 2) на задней секции ГП КС, которая содержит основание (1) платформы, боковые борта (2), передний борт (3), козырек (4), футеровочный элемент (5), который тверже, чем материал поверхности основания и, в частности, тверже, чем перевозимый сыпучий материал. В зазоры (6) между футеровочными элементами (5) скапливается сыпучий материал, и таким образом создается самофутеровка: например, порода работает по породе, затем дело доходит до металла, и по мере истирания металла срок работы ГП КС увеличивается, а масса ГП КС уменьшается.

На переходе между основанием (1) и боковыми бортами (2) ГП КС их переходная часть (7), направляющая движение сыпучих материалов, особенно уязвима к износу. В связи с этим конструкция была доработана переходными гнутыми деталями (8).

В проиллюстрированном варианте осуществления переходные гнутые детали (8) предусмотрены между самой конструкцией основания (1) и полосой (10). Альтернативно, если полоса (10) отсутствует, то переходные гнутые детали (8) могут простираться между основанием (1) и боковыми бортами (2) напрямую.

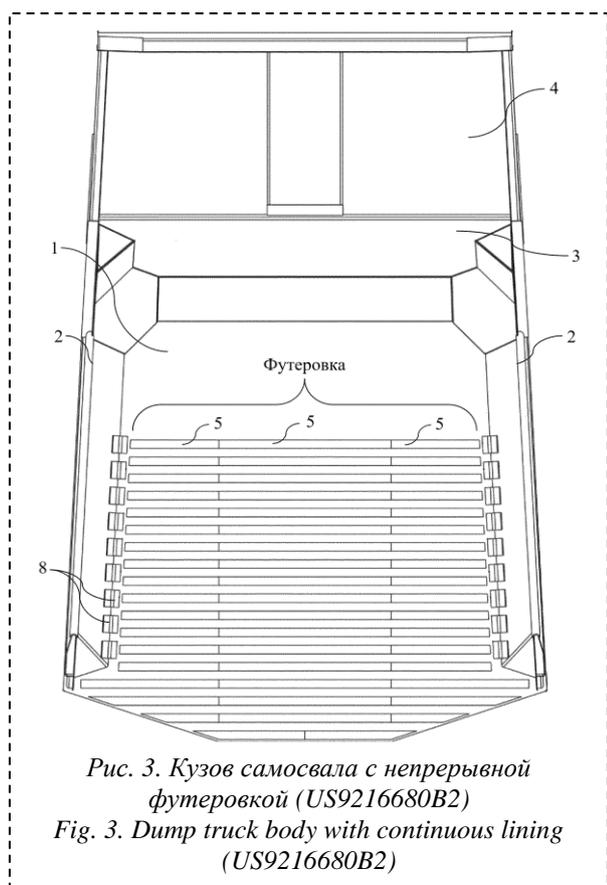


Рис. 3. Кузов самосвала с непрерывной футеровкой (US9216680B2)  
Fig. 3. Dump truck body with continuous lining (US9216680B2)

Помимо износа ГП КС возникает ситуация налипания или намерзания сыпучих материалов на ГП КС, вследствие налипания сыпучие материалы оказывают влияние на объемы перевозимой горной массы.

Налипание сыпучего материала обычно начинается в передних углах ГП КС, а затем постепенно распространяется. Для борьбы с этим явлением ГП КС футеруется защитным антиналипным (9) покры-

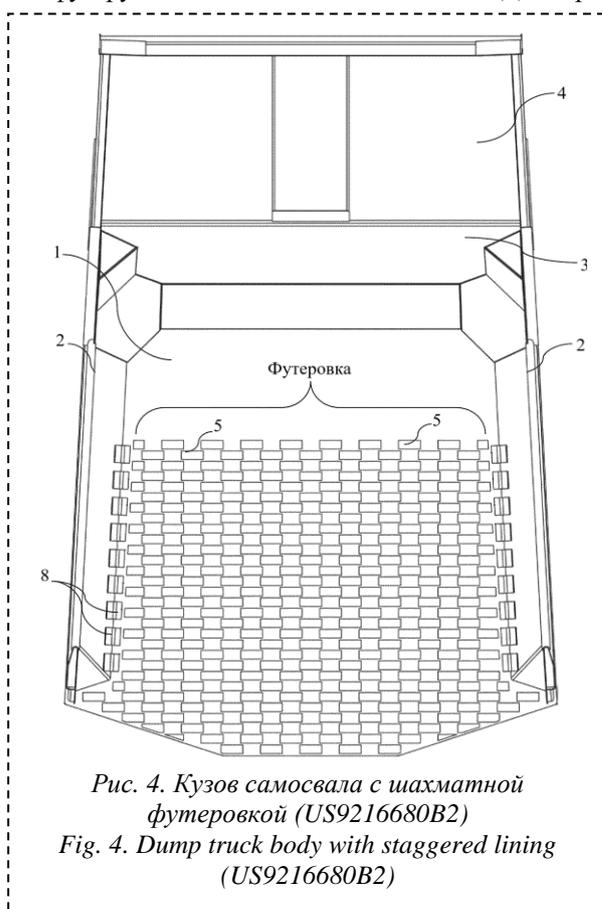


Рис. 4. Кузов самосвала с шахматной футеровкой (US9216680B2)  
Fig. 4. Dump truck body with staggered lining (US9216680B2)

тием, т. е. с англ. «non-stick truck-bed linings».

Термин «антиналипная» поверхность используется здесь для обозначения гидрофобных и/или олеофобных поверхностей. Благодаря установленной футеровке из полимерных покрытий, сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), обеспечивается минимальная адгезия перегружаемого материала к стенкам ГП, что минимизирует трудовые и временные затраты при транспортировке грузов.

Футеровка ГП КС может быть выполнена не только в форме «елочка», но и в форме непрерывных полос, которые проходят по всей ширине основания платформы (Рис. 3). В данном случае длинные полосы могут быть сформированы из отдельных футеровочных элементов (5), которые имеют прилегающие концы, обеспечивая тем самым непрерывное покрытие.

Кроме того, существует другой вариант, при котором футеровочные элементы (5) располагаются с промежутками, в шахматном порядке (Рис. 4) относительно соседних элементов вдоль продольного направления ГП. Однако в этом случае они смещены и перекрываются с соседними элементами футеровки в боковом направлении. Данное расположение способствует улучшению защиты от абразивного воздействия, так как перекрытие элементов предотвращает образование длинных открытых участков, подверженных износу, и обеспечивает

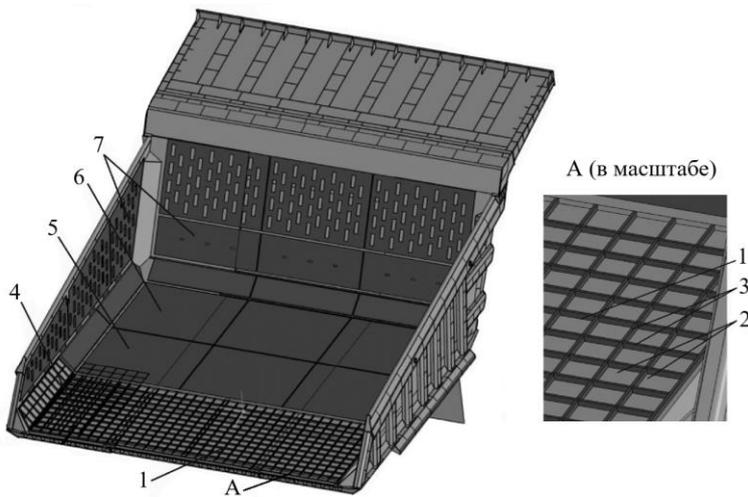


Рис. 5. Кузов с ячеистой футеровкой (RU226846U1)  
Fig. 5. Dump truck body with cellular lining (RU226846U1)

более равномерное распределение нагрузки на футеровку.

#### RU226846U1. Кузов самосвального транспортного средства [8]

ГП КС (Рис. 5) содержит ячеистую (сетчатую) футеровку (1), смонтированную на его внутренней части, ячейки (2) которой, ограниченные стенками (3) толщиной 5-25 мм, выполнены высотой 1-5 см и площадью 14-900 см<sup>2</sup>, а также включает в себя крайнюю часть (4), центральную часть (5), переднюю часть (6) и стенку (7).

Ячейки (2) могут быть различной формы: прямоугольной, трапециевидной, овальной, круглой, треугольной, многоугольной, квадратной, в частности, в виде сот.

Футеровка изготавливается из металла, например, стали, чугуна, титана в частности из высокопрочных марок стали (Powerhard, Powerweld) или из полимерного материала, предпочтительно из высокопрочного полимерного материала (PolyTech PAC).

Основное преимущество ячеистой футеровки (1) заключается в том, что загружаемый в ГП КС сыпучий материал заполняет ячейки, образуя дополнительную стенку. Это обеспечивает дополнительную связь между сыпучим материалом и основанием платформы и/или стенками, где сыпучий материал служит буферным слоем. Он снижает ударные нагрузки от падающего сыпучего материала и уменьшает истирание при высыпании. В результате ГП КС способна выдерживать большие нагрузки, к тому же уменьшается и износ его внутренней части, что значительно продлевает срок эксплуатации КС.

#### RU2758171C2. Кузов карьерного самосвала и способ его изготовления [9]

Патент [9, 10] направлен на снижение влияния или полное устранение проблем, связанных с отделением футеровочных элементов от ГП КС, что приводит к их повреждению и необходимости частой замены.

ГП КС (Рис. 6) содержит основание, передний борт (5) и два противоположных боковых борта (6). Каждый из противоположных боковых бортов (6) имеет внутреннюю поверхность (7) и верхнюю кра-

евую часть (8), которая проходит от заднего края (9) бокового борта (6) в направлении переднего борта (5). На боковых бортах (6) имеется верхний упрочняющий элемент (10), который выполнен как единое целое с боковым бортом (6) и проходит вдоль верхней краевой части (8) бокового борта.

Упрочняющий элемент (10) содержит часть (11) для защиты футеровки (12), выступающую внутрь за пределы внутренней поверхности (7) бокового борта (6) в направлении, противоположном боковому борту (6). Футеровка (12) образована футеровочными элементами (3). Футеровку (12) бокового борта прикрепляют к внутренней поверхности (7). Футеровка (12) имеет верхний край (13), проходящий непосредственно под частью (11) для защи-

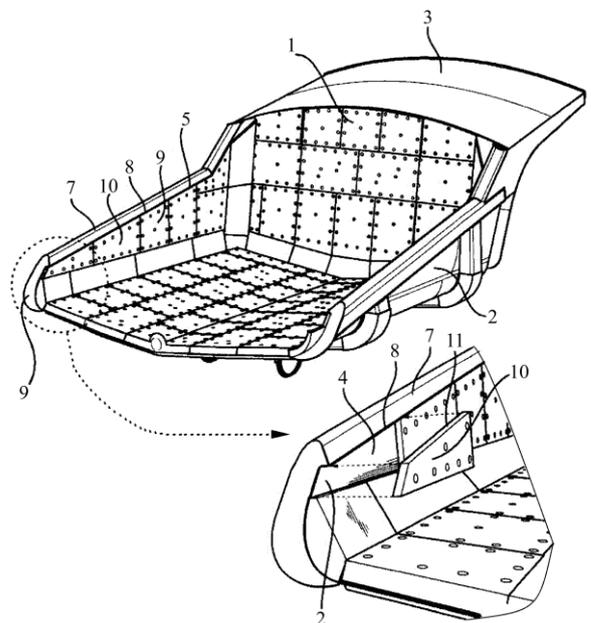


Рис. 6. Кузов карьерного самосвала и способ его изготовления (RU2758171C2)

Fig. 6. A haul truck body and a method for manufacturing a haul truck body (RU2758171C2)

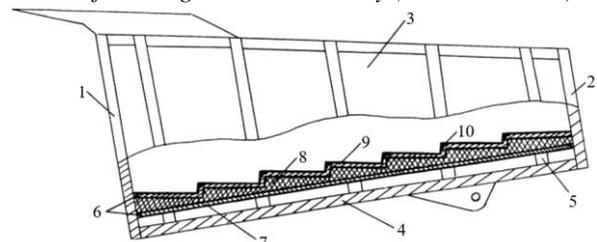


Рис. 7. Кузов самосвала со ступенчатой футеровкой (RU2032558C1)

Fig. 7. Dump truck body with stepped lining (RU2032558C1)

ты футеровки, которая защищает указанный край.

#### RU2032558C1. Кузов автомобиля-самосвала [11]

ГП автомобиля-самосвала (Рис. 7) содержит передний (1), задний (2) и боковые (3) борта, каркас,

образованный продольным (4) и поперечными элементами (5). Основание платформы (6) выполнено из несущего листа (7) со ступенчатыми амортизирующими элементами (8) и защитным настилом (9), кромки которого армированы упрочняющим элементом (10).

В исследовании [12] отмечается, что одним из недостатков конструкции является то, что при разгрузке ГП КС часть сыпучего материала не высыпается полностью, а задерживается на ступенях настила.

### **RU2627260C2. Износостойкий футеровочный элемент для защиты краев и способ его изготовления [13]**

ГП (Рис. 8) содержит футеровку (1), образованную из множества износостойких футеровочных элементов (2), которые установлены на базовой поверхности (3) платформы самосвала.

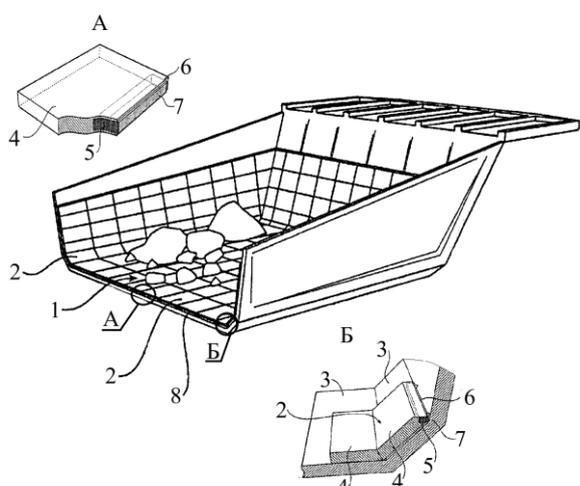


Рис. 8. Износостойкий футеровочный элемент для защиты краев и способ его изготовления (RU2627260C2)

Fig. 8. Wear resistant lining element for edge protection and method for manufacturing the same (RU2627260C2)

Износостойкий футеровочный элемент (2) имеет обращенную наружу поверхность (4), по которой движется или о которую ударяется сыпучий материал, а также имеет металлический профиль (5), частично вмонтированный вдоль края (6) износостойкого футеровочного элемента (2) посредством вулканизации или отверждения.

Вулканизацию применяют, если футеровочный элемент (2) изготовлен из резины, а отверждения, когда футеровочный элемент (2) изготовлен из полиуретана.

Металлический профиль (5) имеет один выступающий край (7) для того, чтобы его можно было приварить к боковому борту ГП.

Во время разгрузки ГП сыпучий материал свободно движется по базовой поверхности (3), и когда он достигает наружного края ГП, материал пересекает кромку края (8) поверхности (3). Таким образом, износостойкий футеровочный элемент (2), покрывающий кромку края (8) поверхности (3), сильно

подвергается износу, и со временем появится опасность, что износостойкий футеровочный элемент (2) отойдет от поверхности (3) вследствие упомянутого износа. При дальнейшей эксплуатации возникнет угроза, что весь износостойкий футеровочный элемент (2) отделится от поверхности (3) вследствие износа. Металлический профиль (5) позволяет износостойкому футеровочному элементу (2) оставаться на своем месте и предохраняет износостойкий футеровочный элемент (2) от отделения от поверхности (3). Преимущество конструкции в том, что есть возможность независимой замены элементов футеровки.

В патенте [14] отмечается, что основным недостатком является трудоемкость процесса производства ГП, а также изготовление износостойкого футеровочного элемента (2) из эластомерного материала, который при утилизации оказывает негативное воздействие на окружающую среду, что является не технологичным.

### **RU216348U1. Кузов карьерного самосвала [15]**

ГП (Рис. 9) содержит футеровку (6), представленную пластинчатыми упрочняющими элементами (11), закрепленными в бойных зонах, и поперечными брусками (12), расположенными в хвостовой части ГП. Пластинчатые упрочняющие элементы (11) имеют толщину не более 24 мм.

Пластинчатые упрочняющие элементы (11), от-

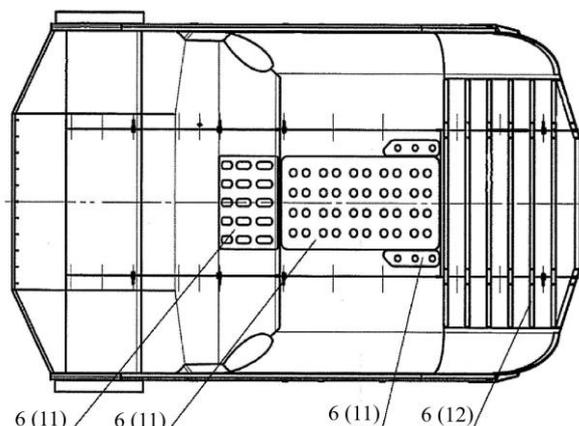


Рис. 9. Футеровка пластинчатыми элементами (RU216348U1)

Fig. 9. Lining with plate elements (RU216348U1)

носящиеся к футеровке (6), размещенные в бойных зонах ГП, позволяют локально увеличить толщину основания и повышают его способность противостоять деформации и разрушению вследствие падения крупных фрагментов породы (бутов) при загрузке ГП. Футеровка (6) крепится к ГП посредством сварки. Наличие поперечных брусков (12), также относящихся к футеровке (6) и расположенных в хвостовой части ГП, позволяет преобразовать характер стекания горной массы со скольжения в качение, что позволяет снизить интенсивность износа основания ГП КС.

### **WO2018234494A1. Футеровка кузова карьерного самосвала [16]**

ГП (Рис. 10) обеспечивается футеровкой (1), расположенной таким образом, что она проходит по внутренним поверхностям ГП. Внутренние поверхности ограничивают по меньшей мере одну область (1а, 1б) ударного воздействия и по меньшей мере одну область (2) износа. В пределах указанной по меньшей мере одной области (1а, 1б) ударного воздействия футеровка (1) содержит один или более ударных футеровочных элементов (4). Более того, в пределах указанной по меньшей мере одной области (2) износа футеровка (1) содержит один или более изнашиваемых футеровочных элементов (5).

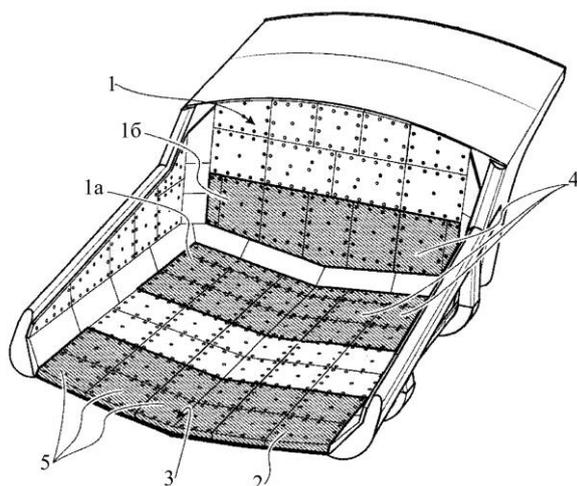


Рис. 10. Футеровка листовыми элементами (WO2018234494A1)  
Fig. 10. Sheet element lining (WO2018234494A1)

Ударные футеровочные элементы (4) имеют более высокую ударпрочность, а изнашиваемые футеровочные элементы (5) имеют более высокую износостойкость.

Футеровочные элементы (4, 5) прикреплены к ГП посредством болтов или другого крепления посредством прижимного усилия, предпочтительно, чтобы была одинаковая толщина элементов. Футеровочные элементы могут содержать эластичный материал, такой как резина, причем футеровочные

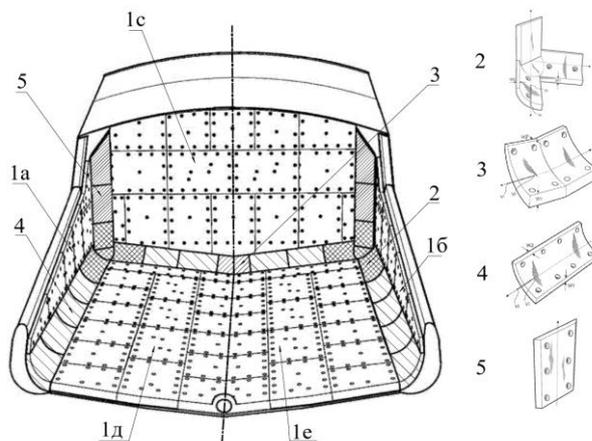


Рис. 11. Кузов с различными футеровочными элементами (RU2771950C2)  
Fig. 11. Body with various lining elements (RU2771950C2)

элементы для торможения груза содержат более мягкий материал. При этом ударные футеровочные элементы (4) имеют более высокую по сравнению с изнашиваемыми футеровочными элементами (2) устойчивость к ударному воздействию, а изнашиваемые футеровочные элементы (2) имеют более высокую по сравнению с ударными футеровочными элементами (4) устойчивость к износу.

### RU2771950C2. Футеровка для кузова карьерного самосвала, переходный футеровочный элемент и способ крепления футеровки [17]

ГП (Рис. 11) имеет в местах соединения сборочных единиц футеровку с футеровочными элементами различного вида: угловой (2), клиновидный (3), краевой (4) и плоский краевой (5).

Футеровочные элементы листового вида образуют две противоположные боковые футеровки (1а), (1б), переднюю футеровку (1с) и нижнюю футеровку (1д, 1е).

Футеровочные элементы (2, 3, 4) содержат эластичный материал, например, резину, полиуретан, а также для усиления имеют конструктивный элемент (6).

Конструктивный элемент (6) представляет собой стальную опорную пластину (Рис. 12), полностью или частично заключенную в переходный футеровочный элемент, которая внедрена внутрь нелинейных переходных футеровочных элементов в процессе вулканизации резины.

Плоский краевой футеровочный элемент (5) подобен краевому футеровочному элементу (4), но отличается от него тем, что является по существу плоским.

Футеровочные элементы (2, 3, 4, 5) имеют сквозные отверстия, обеспечивающие возможность крепления указанного элемента к поверхности ГП КС путем использования проходящих насквозь анкерных болтов.

Преимуществами данных футеровочных элементов является предотвращение образования зазоров с уменьшением риска проникновения материала под футеровку, что снижает вероятность повреждения и потери груза. Использование переходных футеровочных элементов позволяет сформировать однородный переходный участок футеровки между главными футеровочными элементами, имеющими разную толщину. Например, переходные футеровочные

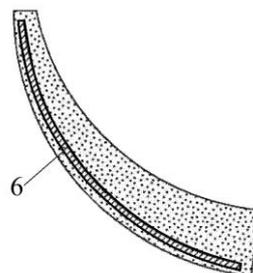


Рис. 12. Конструктивный элемент (RU2771950C2)  
Fig. 12. Structural element (RU2771950C2)

элементы могут быть использованы для образования плавного переходного участка между футеровкой толщиной 15 см, расположенной на основании ГП КС, и футеровкой толщиной 10 см, расположенной на боковой стенке указанной ГП. Таким образом, переходные футеровочные элементы позволяют избежать

образования углублений и/или выступающих краев в футеровке, там, где соприкасаются друг с другом главные футеровочные элементы, имеющие разную толщину.

#### US20170174148A1. Футеровка кузова карьерного самосвала [18]

ГП (Рис. 13) содержит основание (1) и ячеистую (сетчатую) футеровку (2). ГП имеет кривизну от 5 до 10 градусов, т. к. форма основания овального

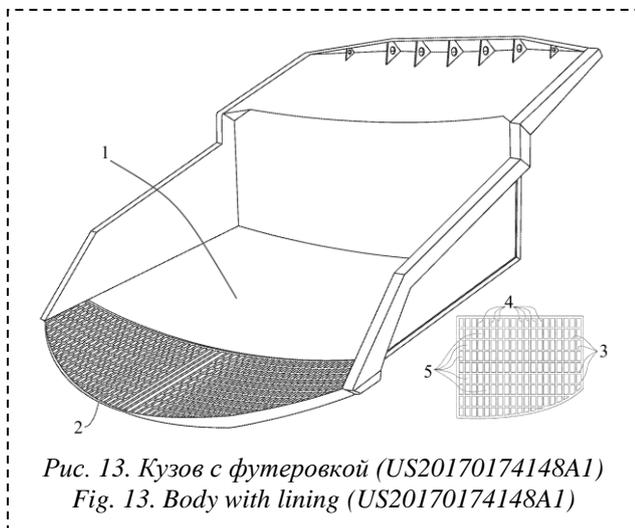


Рис. 13. Кузов с футеровкой (US20170174148A1)  
Fig. 13. Body with lining (US20170174148A1)

типа.

Футеровка (2) может быть образована из двух или более футеровочных ребер (3, 4), которые приварены к основанию (1) ГП, с дальнейшей заменой, если они повреждены или изношены, по мере необходимости. Между ними образуются ячейки (5), которые заполняются сыпучим материалом и принимают на себя часть износа, которому подвергается основание (1) ГП КС, тем самым увеличивая срок службы основания (1) ГП КС, снижают ударные нагрузки от падающего сыпучего материала и уменьшают истирание при высыпании.

#### Анализ конструктивных особенностей футеровок грузовых платформ карьерных самосвалов

В результате проведенного анализа выявлено, что ГП КС футеруется как металлическими материалами, так и материалами с обобщенным термином «полимеры» (резина, СВМПЭ и др.). Выбор материала зависит от конкретных условий эксплуатации ГП КС и перевозимого в ней груза (сыпучего материала). Ключевое различие между полимерами и металлами состоит в том, что полимеры являются более легкими материалами по сравнению с металлами.

В статье [19] рассматриваются преимущества и недостатки футеровок из металла, полимера и прочих.

На диаграмме (Рис. 14) представлено процентное распределение футеровок, выполненных из металлических (58%) и полимерных (42%) материалов, согласно патентному исследованию.

По результатам анализа выявленных технических решений футеровок ГП КС возможно разделить патентные документы по типу футеровок, каж-

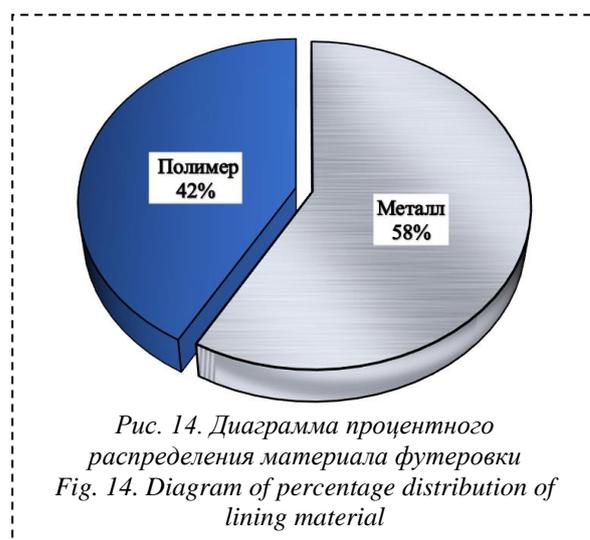


Рис. 14. Диаграмма процентного распределения материала футеровки  
Fig. 14. Diagram of percentage distribution of lining material

дая из которых имеет свои особенности и преимущества:

- футеровка ячеистая (сетчатая) состоит из футеровочных элементов, образующих ячейки, которые заполняются сыпучим материалом. Это создает дополнительную защиту кузова, так как сыпучий материал служит буфером, уменьшая ударные нагрузки и износ, происходит самофутеровка.

- футеровка «елочкой» представляет собой конструкцию, где футеровочные элементы располагаются под углом, образуя форму, напоминающую ветви елки. При этом футеруется основание ГП КС не по всей длине и ширине, а в наиболее изнашиваемых местах. На основании ГП КС возникают вмятины, которые необходимо ремонтировать путем наваривания футеровочных элементов в форме «елочки».

- футеровка листовая, одна из наиболее распространенных типов футеров ГП КС. Она может быть выполнена как из металлического материала, так и из полимерного. Существенно от материала и будет зависеть, каким образом она будет крепиться на ГП КС. Данный вид футеровки позволяет при износе листов заменить их на новые, при этом другие элементы ГП КС остаются неповрежденными.

- футеровка шахматная, где футеровочные элементы располагаются в виде шахматной доски. Это позволяет равномерно распределять нагрузки и уменьшать вероятность износа в определенных зонах ГП КС.

Из анализа патентных данных, представленных на Рис. 15, установлено, что большинство выявленных технических решений футеровок ГП КС – это листовая (50%) футеровка, ячеистая (сетчатая) (27%) футеровка, футеровка «елочкой» (15%) и шахматная футеровка (9%).

Для футеровки ГП чаще всего используются металлические листы, закрепленные на его внутренней поверхности с помощью сварки. Однако срок службы металлической футеровки не превышает полутора-двух лет. В работах [4, 5, 20] описаны технические решения, обеспечивающие возможность быстрого и минимального по трудоемкости монтажа новых и демонтажа изношенных футеровочных элементов без повреждения ГП самосвала.

Эксплуатация ГП КС с ячеистой футеровкой [21], показывала, что за пять месяцев работы не было обнаружено видимых дефектов на футеровке ГП.

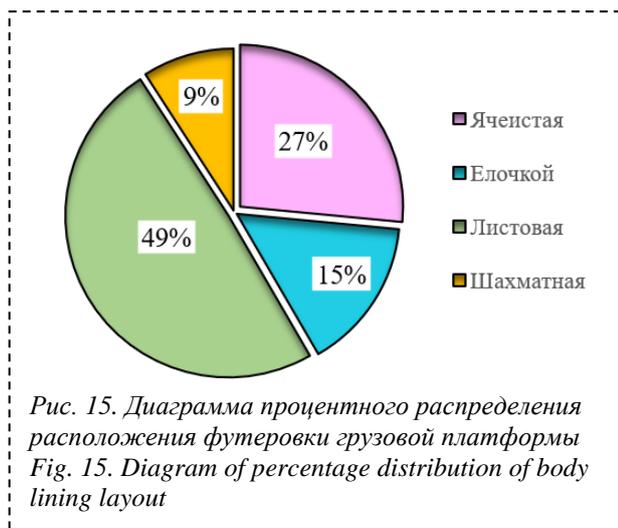


Рис. 15. Диаграмма процентного распределения расположения футеровки грузовой платформы  
Fig. 15. Diagram of percentage distribution of body lining layout

Допустимый износ поверхности варьируется в пределах от 1 до 1,5 миллиметра. Средняя ходимость листовой футеровки от 12 до 18 месяцев, в то время как ячеистая футеровка имеет срок службы от 24 до 36 месяцев.

#### Заключение

Основные особенности технических решений футеровок ГП КС, выявленных по результатам патентных исследований, заключаются в следующем:

- существующие технические решения футеровок имеют как преимущества, так и недостатки, что подчеркивает необходимость их дальнейшего совершенствования;
  - разнообразие материалов, используемых для футеровок, позволяет адаптировать конструкции под специфические условия эксплуатации;
  - результаты исследования имеют практическое значение для предприятий горнодобывающей отрасли, где надежность и долговечность техники являются критически важными факторами;
  - футеруется в основном основание ГП КС, в связи с тем, что оно наиболее сильно подвержено износу;
  - футеровочные элементы могут быть различной формы (пластин, листов, полос, гнутых пластин и т.д.);
  - если футеровка подобрана и установлена правильно, то сначала стираются футеровочные элементы, а затем и само основание, передний и боковые борта, в целом сама ГП КС;
  - налипание сыпучего материала обычно начинается в передних углах ГП КС, в местах соединения основания с бортами, а если не проводить очистку от налипшего сыпучего материала, то возникает ситуация с неэффективным использованием грузоподъемности ГП КС.
  - футеровочные элементы лучше заменить во время, чтобы не было дальнейшего износа ГП КС;
- Дальнейшие исследования в этой области могут привести к новым достижениям и улучшениям в

методике проектирования грузовых платформ карьерных самосвалов с футеровкой различного типа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Дубинкин Д. М., Ялышев А.В., Исмаилова Ш.Я. Тенденции развития грузовых платформ карьерных самосвалов // Горная промышленность. 2023. № 3. С. 72–76. DOI: 10.30686/1609-9192-2023-3-72-76.
3. Дубинкин Д. М., Зеляева Е.А., Аксенов В.В. Технические решения несущих систем (рам) карьерных самосвалов как объект интеллектуальной собственности // Уголь. 2024. № 5(1180). С. 47–53. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-47-53.
4. Очиров Н. Г., Ельникова Е. А. Футеровка кузовов карьерных самосвалов // Вестник Северо-Восточного государственного университета. 2020. № 34. С. 38–42.
5. Тарасов Ю. Д., Махараткин П. Н. Совершенствование способов абразивной защиты кузовов автомобилей-самосвалов // Инновации на транспорте и в машиностроении : сборник трудов III международной научно-практической конференции: в 5 томах, Санкт-Петербург, 14–15 апреля 2015 года / Под редакцией В. В. Максарова. Том II. Санкт-Петербург : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. С. 137–139.
6. Патент №6935678 США, МПК В62D 33/02. Усиленная грузовая платформа. Caterpillar Inc, Peoria, IL (US). Заявка: 10/846,633, 17.05.2004: опубликовано: 30.05.2005.
7. Патент №9216680 США, МПК В60P 1/28 (2006.01), В62D 25/20 (2006.01). Кузов самосвала для добычи твердой руды. LeRoy G. Hagenbuch, Peoria Heights, IL (US). Заявка: 13/654,157, 17.10.2012: опубликовано: 22.12.2015.
8. Патент №226846 Россия, СПК В60P 1/28 (2024.01). Кузов самосвального транспортного средства. Публичное акционерное общество «Северсталь» (ПАО «Северсталь») (RU). Заявка: 2024112995, 14.05.2024: опубликовано: 26.06.2024 Бюл. № 18.
9. Патент №2758171 Россия, МПК В62D 33/02 (2006.01), В60P 1/28 (2006.01). Кузов карьерного самосвала и способ его изготовления. METCO СВИДЕН АБ (SE). Заявка: 2019141190, 21.06.2018: опубликовано: 26.10.2021 Бюл. № 30.
10. Патент №2018234514 Швеция, МПК В60P 1/28 (2006.01). Футеровка, кузов карьерного самосвала, содержащий футеровку, и карьерный самосвал. METSO SWEDEN AB [SE/SE]; P.O. Box 132, 231 22 Trelleborg (SE). Заявка: PCT /EP2018/066649, 21.06.2018: опубликовано: 27.12.2018.
11. Патент №2032558 Россия, МПК В60P 1/28 (1995.01). Кузов автомобиля-самосвала. Якутский научно-исследовательский и проектный институт алмазодобывающей промышленности. Заявка: 5059939/11, 04.06.1992: опубликовано: 10.04.1995.

12. Коробов Д. В., Шеметов Е. Г. Применение резинометаллических футеровок для кузовов карьерных автосамосвалов // Образование. Наука. Производство: Материалы X Международного молодежного форума с международным участием, Белгород, 01–15 октября 2018 года. Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2018. С. 1104–1108.

13. Патент №2627260 Россия, МПК В60Р 1/28 (2006.01), В62D 33/02 (2006.01). Износостойкий футеровочный элемент для защиты краев и способ его изготовления. Метсо Минералс (Свиден) АБ (SE). Заявка: 2014124973, 17.12.2012: опубликовано: 04.08.2017 Бюл. № 22.

14. Патент №219148 Россия, МПК В60Р 1/28 (2006.01). Кузов самосвального транспортного средства. Публичное акционерное общество «Северсталь» (ПАО «Северсталь») (RU). Заявка: 2023106955, 23.03.2023: опубликовано: 30.06.2023 Бюл. № 19.

15. Патент №216348 Россия, МПК В60Р 1/28 (2006.01), В62D 33/02 (2006.01). Кузов карьерного самосвала. Публичное акционерное общество «Северсталь» (ПАО «Северсталь») (RU). Заявка: 2022127880, 27.10.2022: опубликовано: 30.01.2023 Бюл. № 4.

16. Патент №2018234494 Швеция, МПК В60Р 1/28 (2006.01). Футеровка, кузов карьерного самосвала, содержащий футеровку, и карьерный самосвал. METSO SWEDEN AB [SE/SE]; P.O. Box 132, 231 22 Trelleborg (SE). Заявка: PCT /EP2018/066649, 21.06.2018: опубликовано: 27.12.2018.

17. Патент №2771950 Россия, МПК В60Р 1/28 (2006.01). Футеровка для кузова карьерного самосвала, переходный футеровочный элемент и способ крепления футеровки. METCO СВИДЕН АБ (SE). Заявка: 2019141311, 21.06.2018: опубликовано: 13.05.2022 Бюл. № 14.

18. Патент №20170174148 США, МПК В60R 13/01 (2013.01), В62D 65/16 (2013.01). Футеровка кузова карьерного самосвала. Caterpillar Inc., Peoria, IL (US). Заявка: 14/970,650, 16.12.2015: опубликовано: 22.07.2017.

19. Пономарев М. В., Засыпкина С. А. Методы защиты платформы автосамосвала от износа, вибрационных и ударных нагрузок // Трансформация мировой науки и образования в эпоху перемен: стратегии, инструменты развития : Материалы III международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Ростов-на-Дону, 31 мая 2022 года. Том Часть 1. Ростов-на-Дону : Параграф, 2022. С. 494–497.

20. Васильев К. А., Махараткин П. Н. Быстро-сменная футеровка кузовов большегрузных автосамосвалов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2006. № 9. С. 314–317.

21. Северсталь. На вес золота: опыт использования ячеистой футеровки для карьерной техники: сайт — URL: [https://vmeste.severstal.com/industries/mechanical-engineering/na-ves-zolota-opyt-ispolzovaniya-yacheistoy-futеровki-dlya-kuzovov-karernoy-tekhniki-/](https://vmeste.severstal.com/industries/mechanical-engineering/na-ves-zolota-opyt-ispolzovaniya-yacheistoy-futеровki-dlya-kuzovov-karernoy-tekhniki/) (дата обращения: 01.07.2024).

© 2024 Автор. 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 имени Т.Ф. Горбачева; ORCID 0000-0002-8193-9794, Scopus ID 57197717432; e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

**Исмаилова Шахназ Ямиловна**, аспирант, младший научный сотрудник научного центра «Цифровые технологии», г. Кемерово, Российская Федерация, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева; Scopus ID 58668791100; e-mail: ismailovashja@kuzstu.ru

Заявленный вклад авторов:

Дубинкин Дмитрий Михайлович – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, концептуализация исследования, написание текста.

Исмаилова Шахназ Ямиловна – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, сбор и анализ данных, обзор соответствующей литературы, выводы, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2024-4-54-64

**Dmitry M. Dubinkin\*, Shakhnaz Y. Ismailova**

T.F. Gorbachev Kuzbass state technical university

## PATENT ANALYSIS OF LININGS OF DUMP TRUCK BODIES: CONSTRUCTIVE FEATURES OF TECHNICAL SOLUTIONS



### Article info

Received:

02 September 2024

Accepted for publication:

15 October 2024

Accepted:

24 October 2024

Published:

31 October 2024

**Keywords:** mining dump truck, cargo platform (body), lining, patent research, technical solutions, constructive features.

### Abstract.

The relevance of the study lies in the need to increase the efficiency of operation of cargo platforms of quarry dump trucks, which are subjected to significant loads, wear and the problem of sticking of rock mass during operation. In the conditions of modern mining production, where the requirements for reliability and durability of equipment are constantly growing, the protection of cargo platforms of quarry dump trucks from damage becomes critically important. Lining of cargo platforms plays a key role in ensuring the durability and reliability of machinery, as well as in reducing maintenance costs. The purpose of the study is to analyze existing technical solutions for lining cargo platforms of quarry dump trucks and identify areas for their improvement. The advantages and disadvantages of various linings are presented. The division of patent documents according to the type of linings of cargo platforms of quarry dump sites has been revealed. The technical solutions identified by the results of patent research are aimed at: reducing the wear of cargo plates; eliminating the sticking of rock mass on the cargo platform; simplifying the design of the linings (lining elements) of the cargo platform; reducing metal consumption, labor intensity; increasing reliability and strength. The scope of application of the results obtained covers enterprises in the mining industry, where high reliability and durability of equipment are required, and also covers not only quarry dump trucks, but also other types of cargo transport working with bulk materials. In conclusion, the paper focuses on the prospects for further research in this area, which can lead to the creation of more efficient and resistant to wear and sticking structures that increase productivity and reduce maintenance costs.

**For citation:** Dubinkin D.M., Ismailova Sh.Ya. Patent analysis of linings of dump truck bodies: constructive features of technical solutions. *Mining Equipment and Electromechanics*, 2024; 4(174):54-64 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2024-4-54-64, EDN: WDBBVH

**Acknowledgments:** This work was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation under Agreement № 075-15-2022-1198 dated 30.09.2022 with the T.F. 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 mining dump truck with a payload of 220 tons» in terms of research, development and experimental-design work.

### REFERENCES

1. Dubinkin D.M., Pashkov D.A. Import dependence of production of unmanned mining dump trucks. *Coal*. 2023; 4(1166):42–48. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-42-48.
2. Dubinkin D.M., Yalyshev A.V., Ismailova Sh.Ya. Trends in the development of cargo platforms of quarry dump trucks. *Gornaya industry*. 2023; 3:72–76. DOI: 10.30686/1609-9192-2023-3-72-76.
3. Dubinkin D.M., Zelyaeva E.A., Aksenov V.V. Technical solutions of bearing systems (frames) of mining dump trucks as an object of intellectual property. *Coal*. 2024; 5(1180):47–53. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-47-53.
4. Ochirov N.G., Elnikova E.A. Lining of quarry truck bodies. *Bulletin of the North-Eastern State University*. 2020; 34:38–42.
5. Tarasov Yu.D., Makharatkin P.N. Improving the methods of abrasive protection of dump truck bodies. *Innovations in transport and mechanical engineering: collection of works of the III international scientific and practical conference: in 5 volumes*. St. Petersburg, April 14–15, 2015 / Edited by V.V. Maksarov. Volume II. St. Petersburg: National Mineral Resources University "Gorny"; 2015. P. 137–139.
6. Patent No. 6935678 US, IPC B62D 33/02. 7. Reinforced payload container. Caterpillar Inc, Peoria, IL (US). Application: 10/846,633, 05/17/2004; published: 05/30/2005.
7. Patent No. 9216680 US, IPC B60P 1/28 (2006.01), B62D 25/20 (2006.01). Hard rock mined ore truck body. LeRoy G. Hagenbuch, Peoria Heights, IL (US). Application: 13/654,157, 17.10.2012; published: 22.12.2015.

8. Patent No. 226846 Russia, IPC B60P 1/28 (2024.01). Dump vehicle body. Public Joint Stock Company Severstal (PAO Severstal) (RU). Application: 2024112995, 14.05.2024; published: 26.06.2024 Bull. No. 18.

9. Patent No. 2758171 Russia, IPC B62D 33/02 (2006.01), B60P 1/28 (2006.01). Body of quarry dump truck and method for its manufacturing. METSO SVIDEN AB (SE). Application: 2019141190, 21.06.2018; published: 26.10.2021 Bull. No. 30.

10. Patent No. 2018234514 Sweden, IPC B60P 1/28 (2006.01). A haul truck body and a method for manufacturing a haul truck body. METSO SWEDEN AB [SE/SE]; P.O. Box 132, 231 22 Trelleborg (SE). Application: PCT /EP2018/066649, 21.06.2018; published: 27.12.2018.

11. Patent No. 2032558 Russia, IPC B60P 1/28 (1995.01). Dump truck body. Yakut Research and Design Institute of the Diamond Mining Industry. Application: 5059939/11, 04.06.1992; published: 10.04.1995.

12. Korobov D.V., Shemetov E.G. Application of rubber-metal linings for bodies of quarry dump trucks. *Education. Science. Production: Proceedings of the X International Youth Forum with international participation*. Belgorod, October 1–15, 2018. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov; 2018. P. 1104–1108.

13. Patent No. 2627260 Russia, IPC B60P 1/28 (2006.01), B62D 33/02 (2006.01). Variable loading element for body protection and method of its manufacture. Metso Minerals (Sviden) AB (SE). Application: 2014124973, 17.12.2012; published: 04.08.2017 Bull. No. 22.

14. Patent No. 219148 Russia, IPC B60P 1/28 (2006.01). Tipper vehicle body. Public Joint Stock Company Severstal (PAO Severstal) (RU). Application: 2023106955, 23.03.2023; published: 30.06.2023 Bull. No. 19.

15. Patent No. 216348 Russia, IPC B60P 1/28 (2006.01), B62D 33/02 (2006.01). Mining truck body. Public Joint Stock Company Severstal (PAO Severstal) (RU). Application: 2022127880, 27.10.2022; published: 30.01.2023 Bull. No. 4.

16. Patent No. 2018234494 Sweden, IPC B60P 1/28 (2006.01). A lining, a haul truck body comprising the same and a haul truck. METSO SWEDEN AB [SE/SE]; P.O. Box 132, 231 22 Trelleborg (SE). Application: PCT /EP2018/066649, 21.06.2018; published: 27.12.2018.

17. Patent No. 2771950 Russia, IPC B60P 1/28 (2006.01). Lining for body of dump truck, transitional lining element and method for attachment of lining. METSO SVIDEN AB (SE). Application: 2019141311, 21.06.2018; published: 13.05.2022 Bull. No. 14.

18. Patent No. 20170174148 US, IPC B6OR 13/01 (2013.01), B62D 65/16 (2013.01). Curved liner for a floor or truck dump body. Caterpillar Inc., Peoria, IL (US). Application: 14/970,650, 12/16/2015; published: 07/22/2017.

19. Ponomarev M.V., Zasyrkina S.A. Methods of protecting the dump truck platform from wear, vibration and impact loads. *Transformation of world science and education in the era of change: strategies, development tools: Proceedings of the III international scientific and practical conference. In 2 parts*. Rostov-on-Don, May 31, 2022. Volume Part 1. Rostov-on-Don: Paragraph; 2022. P. 494–497.

20. Vasiliev K.A., Makharatkin P.N. Quick-change lining of heavy-duty dump truck bodies. *Mining information and analytical bulletin*. 2006; 9:314–317.

21. Severstal. Worth its weight in gold: experience of using cellular lining for quarry equipment: website — URL: <https://vmeste.severstal.com/industries/mechanical-engineering/na-ves-zolota-opyt-ispolzovaniya-yacheistoy-futerovki-dlya-kuzovov-karernoy-tekhniki/> (date of access: 01.07.2024).

© 2024 The Author. 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 author:*

**Dmitry M. Dubinkin**, PhD (Engineering), Associate Professor, Kemerovo, Russian Federation, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University; ORCID 0000-0002-8193-9794, Scopus ID 57197717432; e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

**Shakhnaz Y. Ismailova**, postgraduate student, junior researcher at the scientific center "Digital Technologies", Kemerovo, Russian Federation, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University; Scopus ID 58668791100; e-mail: ismailovashja@kuzstu.ru

*Contribution of the authors:*

Dmitry M. Dubinkin – setting a research task, scientific management, conceptualization of research, writing a text. Shahnaz Y. Ismailova – setting a research task, conceptualizing research, collecting and analyzing data, reviewing relevant literature, conclusions, writing a text.

*Authors have read and approved the final manuscript.*

