

УДК 622.684

Пашков Дмитрий Алексеевич, научный сотрудник научного центра  
«Цифровые технологии», к.т.н. (КузГТУ, г. Кемерово)  
Закрасовский Дмитрий Иванович, магистр гр. МРм-221, техник научного  
центра «Цифровые технологии» (КузГТУ, г. Кемерово)  
Dmitry A. Pashkov, researcher at the Research Center "Digital Technologies",  
Associate Professor (KuzSTU, Kemerovo)  
Dmitry I. Zakrasovsky, Master of MRm-221, technician of the Research center  
"Digital Technologies" (KuzSTU, Kemerovo)

**ПОИСК ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ КАРТЕРОВ  
МОСТОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ КАРЬЕРНЫХ  
САМОСВАЛОВ В РОССИЙСКОМ И ЗАРУБЕЖНЫХ ПАТЕНТНЫХ  
ФОНДАХ**

**SEARCH FOR TECHNICAL SOLUTIONS FOR CRANKCASE BRIDGE  
STRUCTURES OF ELECTROMECHANICAL DUMP TRUCKS IN  
RUSSIAN AND FOREIGN PATENT FUNDS**

**Аннотация.** В статье представлен поиск технических решений конструкций картеров мостов электромеханических карьерных самосвалов. Выявлена положительная тенденция разработки картеров заднего моста в Китае.

**Annotation.** The article presents the search for technical solutions for the structures of crankcases of bridges of electromechanical quarry dump trucks. A positive trend in the development of rear axle crankcases in China has been revealed.

Основным средством транспортировки горной массы на открытых горных работах является карьерный самосвал (КС) [1-5]. На сегодняшний день производители карьерной техники стремятся к повышению общей производительности КС. Поставленная цель достигается повышением надежности, удешевлением производства, снижением стоимости ремонтных работ и т.д [6-9].

Одним из несущих элементов КС является картер заднего моста [10-14]. Картер предназначены для передачи на поперечину рамы боковых, толкающих, тормозных и частично вертикальных усилий от заднего моста.

При создании новых КС с электромеханической трансмиссией, в части картеров заднего моста необходимо провести поиск технических решений уже разработанных конструкций. Поиск проводился в зарубежных (Espacenet и USPTO) и российском (ФИПС) патентных фондах.

Было установлено, что за последние 25 лет было подано 8 заявок на полезные модели и 4 заявки на полезные изобретения [15-26] для конструкций картера под электромеханическую трансмиссию. Распределение количества патентов по годам подачи заявок представлено на рисунке 1.

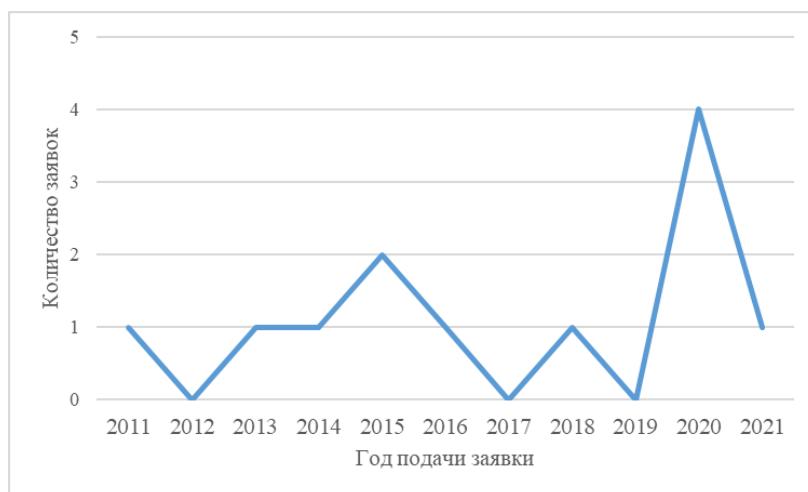


Рисунок 1 – Зависимость подачи заявок на патенты по годам их подачи

Как видно из графика, патентовать конструкции картеров заднего моста стали только с 2011 года. Это связано с опытом эксплуатации КС, и выявлением недостатков ранее разработанных конструкций картеров.

Однако до сих пор одним из недостатков картеров заднего моста является образование трещин. В связи с этим было принято решение рассмотреть патенты, направленные на решение этой проблемы.

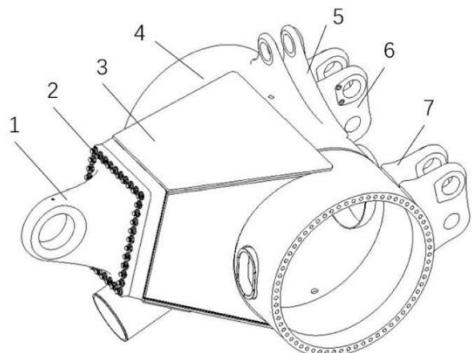
Заявка на изобретение CN113239465A (Рисунок 2) направлена на снижение общего уровня напряжения, с целью повышения срока службы. Результат достигается использованием литых деталей для мест с повышенной концентрацией напряжений и улучшенной сварной конструкции рычага задней подвески. Заявка была подана в 2021 году, в Китае [15].

Рычаг картера 3 состоит из проушины 1, фланца 2, а также верхнего, левого бокового, правого бокового, нижнего и опорных стальных листов. Верхний, левый боковой, правый боковой и нижний листы сварены с полным проплавлением между собой с использованием опорных листов. Фланец и проушина соединены через болтовое соединение и приварены с полным проплавлением к сварной листовой конструкции.

Картер состоит из правого и левого литых фланцев, барабана, которые соединены с помощью сварки с полным проплавлением, сварные швы здесь имеют V-образную канавку. Литые опоры 5,6,7 соединены с картером при помощи сварки. Далее картер приваривается к рычагу.

Дополнительно производится вибрационное старение, а затем общая термообработка для снятия сварочного напряжения после простоя.

Следующая заявка на полезную модель CN212073563U (Рисунок 3) направлена на улучшение усталостной долговечности. Результат достигается применением отливок из стали, проектированием сварных швов, расположением ребер жесткости внутри картера и улучшенной сварной конструкцией рычага задней подвески. Заявка была подана в 2020 году, в Китае [16].



1 – проушина, 2 – фланец, 3 – рычаг,  
4 – картер, 5 – опора поперечной штанги,  
6 – левая опора задней подвески,  
7 – правая опора задней подвески

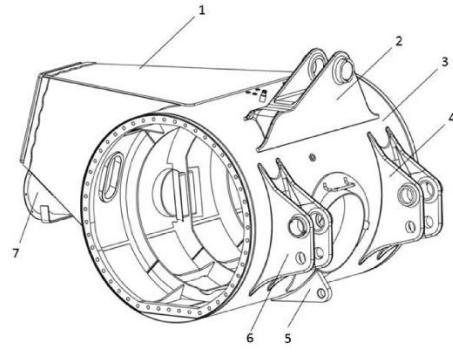
Рисунок 2 – Схема технического  
решения CN113239465A

Рычаг картера состоит из верхнего, левого, правого, нижнего стальных листов, фланца и усиливающих стальных пластин, которые свариваются между собой. Зоны сварки фланца и листов выполнены с усиливающими пластинами, с целью повышения усталостной прочности в этом месте, с полным проплавлением. Зоны сварки между листами выполнены внахлест.

Корпус картера включает фланцы и барабан. Внутри картер состоит из внутренних кольцевых и поперечным ребер, уплотнительной и опорной пластины.

Зоны сварки фланцев и барабана картера выполнены с опорными пластинами при полном проплавлении. Нижняя часть барабана картера выполнена с четырьмя поперечными ребрами, а верхняя - с тремя поперечными ребрами. Фланец картера и поперечная ребристая пластина, и уплотнительная пластина между кольцевыми ребрами образуют коробчатую конструкцию, которая значительно повышает прочность.

Опора поперечины, левая и правая опоры задней подвески выполнены из литой стали, которые имеет простую конструкцию и позволяет избежать концентрации сварочных напряжений. Данные опоры и рычаг соединены с картером сваркой.



1 – рычаг, 2 – опора поперечной штанги,  
3 – картер, 4 – правая опора задней  
подвески, 5 – буксировочная проушина,  
6 – левая опора задней подвески,  
7 – воздуховод

Рисунок 3 – Схема технического  
решения CN212073563U

После завершения сварки картера заднего моста выполняется термообработка в целом, что ускоряет снятие напряжения сварки и улучшает комплексные механические свойства и усталостную долговечность.

Заявка на полезную модель CN205905667U (Рисунок 4) направлена на устранение явления растрескивания сварного шва, упрощения производства, облегчения процесса обслуживания и повышения надежности отверстий под подшипники. Результат достигается применением дополнительного внешнего навариваемого стального листа (ребра), ребер усиления рычага, упрощением внутренней конструкции картера, внедрением стремянки и использованием износостойких втулок. Заявка была подана в 2016 году, в Китае [17].

Рычаг картера состоит из нижнего, верхнего, левого и правого стальных листов, который дополнительно снабжен усиливающими пластинами (на левом и правом листах соответственно) с целью повышения усталостной прочности в этом месте.

К барабану с обеих сторон привариваются фланцы, при этом предварительно снимаются фаски. Внутри привариваются оба усиливающих ребер и оба усиливающих колец. С внешней стороны приваривается большой внешний стальной лист (ребро), который препятствует явлению растрескивания сварного шва.

В опоры вставляются износостойкие втулки, изготовленные из меди.

К двери люка приварены ступеньки, что облегчает доступ к внутренней поверхности картера.

Заявка на полезную модель CN201970794U (Рисунок 5) направлена на устранение явления растрескивания корпуса и сварного шва, улучшения конструкции и упрощения производства. Результат достигается применением навариваемых усиливающих пластин и опор, расположением ребер жесткости внутри картера. Заявка была подана в 2011 году, в Китае [18].

Рычаг состоит из свариваемых левой, правой, нижней и верхней листов, на нижнем листе располагается усиливающая пластина на месте воздуховода.

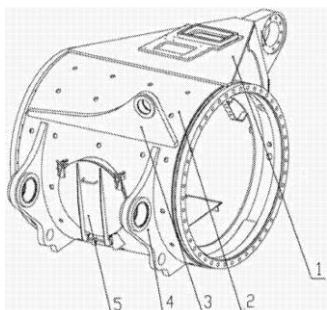
Картер состоит из свариваемых барабана и фланцев. Внутри привариваются усиливающие кольца в размере 5 штук, не цельные кольца в размере 2 штук и поперечные ребра жесткости.

Снаружи привариваются усиливающие крепежные пластины и усиливающие опоры.

Помимо привариваются опоры задней подвески и под поперечную штангу. Опора под поперечную штангу состоит из сварных пластин.

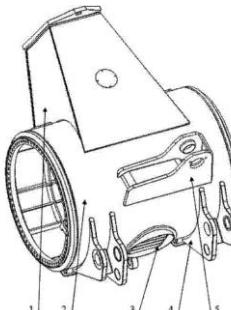
Заявка на полезную модель CN103692857A (Рисунок 6) направлена на улучшение усталостной долговечности картера. Результат достигается

расположением ребер жесткости внутри картера. Заявка была подана в 2013 году, в Китае [20].



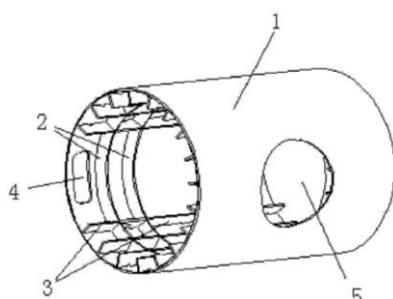
1 – рычаг, 2 – картер, 3 – опора  
поперечной штанги,  
4 – правая опора задней подвески,  
5 – люк

Рисунок 4 – Схема технического  
решения CN205905667U



1 – рычаг, 2 – картер, 3 – люк,  
4 – опора задней подвески,  
5 – опора поперечной штанги

Рисунок 5 – Схема технического  
решения CN201970794U



1 – картер, 2 – усиливающее кольцо, 3 – поперечное ребро,  
4 – вентиляционное отверстие, 5 – круглое вентиляционное отверстие

Рисунок 6 – Схема технического решения CN103692857A

Внутри картера располагаются четыре усиливающих кольца и усиливающие поперечные ребра, тем самым усиливается жесткость моста. На каждом кольце и ребре присутствует вырез для облегчения процесса удаления загрязнений изнутри.

По проведенному патентному поиску можно сделать вывод, что развитием конструкций картеров заднего моста продолжили заниматься в последние 5 лет, обосновано это анализом недостаток существующих конструкций. К основным недостаткам которых относятся появление трещин в местах сварки компонентов и возникающие деформации при больших нагрузках. Также стоит отметить разработкой новых конструкций картеров заднего моста активно ведут в Китае.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по соглашению от 30.09.2022г. №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. Аппарат вейвлет-преобразований в автоматизированной системе управления перемещением карьерных беспилотных транспортных средств / И. В. Чичерин, Б. А. Федосенков, И. С. Сыркин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2021. – № 3. – С. 106-114. – DOI 10.21440/0536-1028-2021-3-106-114.
2. Developing the concept of autonomous control of the quarry vehicles movement / I. V. Chicherin, B. A. Fedosenkov, D. M. Dubinkin, W. Zhenbo // E3S Web of Conferences: VIth International Innovative Mining Symposium, Kemerovo, 19–21 октября 2021 года. – Kemerovo: EDP Sciences, 2021. – P. 03023. – DOI 10.1051/e3sconf/202131503023.
3. The wavelet transforms technique in the com-puter-aided system for controlling the quarry unmanned vehicles / I. V. Chicherin, B. Fedosenkov, D. M. Dubinkin, W. Zhenbo // E3S Web of Conferences: VIth International Innovative Mining Symposium, Kemerovo, 19–21 октября 2021 года. – Kemerovo: EDP Sciences, 2021. – P. 03022.
4. Study of the control algorithm of the braking system of an autonomous haul truck braking system with the use of imitational models / D. Dubinkin, A. Kartashov, A. Muraviev [et al.] // E3S Web of Conferences: VIth International Innovative Mining Symposium, Kemerovo, 19–21 октября 2021 года. – Kemerovo: EDP Sciences, 2021. – P. 03021.
5. Research of control algorithm of traction drive of a mining dump truck using simulation models of motion / A. S. Muravyev, V. A. Shishkina, N. V. Buzunov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series: 3, Veliky Novgorod, 06–07 сентября 2021 года. – RUS: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 012028. – DOI 10.1088/1742-6596/2052/1/012028.
6. Evaluating the impact of excavator bucket capacity on the output of a haul truck in different variants of their positioning / V. V. Aksenov, D. M. Dubinkin, A. A. Khoreshok [et al.] // Journal of Physics: Conference Series: 3, Veliky Novgorod, 06–07 сентября 2021 года. – RUS: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 012001. – DOI 10.1088/1742-6596/2052/1/012001.

7. Анализ и перспективность применения отечественного двигателя внутреннего сгорания автономного карьерного самосвала грузоподъемностью 240 т / Д. М. Дубинкин, А. В. Яльшев, Г. А. Арутюнян, С. В. Назаренко // Техника и технология горного дела. – 2022. – № 2(17). – С. 4-21. – DOI 10.26730/2618-7434-2022-2-4-21.

8. Дубинкин, Д. М. Обоснование типа передней подвески автономного карьерного самосвала грузоподъемностью до 90 тонн / Д. М. Дубинкин, Д. А. Пашков, А. Е. Ушаков // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 5(157). – С. 10-18. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-5-10-18.

9. Дубинкин, Д. М. Перспективы высокотехнологичного производства карьерных самосвалов / Д. М. Дубинкин, Н. Н. Голофастова // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2022. – № 5. – С. 180-184.

10. Разработка программы и методики предварительных испытаний автономного карьерного самосвала / Д. М. Дубинкин, А. Б. Карташов, Г. А. Арутюнян [и др.] // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 6(158). – С. 59-65. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-6-59-65.

11. Дубинкин, Д. М. Основы цифрового создания автономных карьерных самосвалов / Д. М. Дубинкин // Горное оборудование и электромеханика. – 2022. – № 2(160). – С. 39-50. – DOI 10.26730/1816-4528-2022-2-39-50.

12. Дубинкин, Д. М. Анализ конструкций и обоснование применения грузовых платформ карьерных самосвалов грузоподъемностью 90 тонн / Д. М. Дубинкин, А. В. Яльшев // Техника и технология горного дела. – 2021. – № 3(14). – С. 61-78. – DOI 10.26730/2618-7434-2021-3-61-78.

13. Хорешок, А. А. Обзор конструкций несущих систем (рам) карьерных самосвалов грузоподъемностью до 110 т / А. А. Хорешок, Д. М. Дубинкин, Е. А. Зеляева // Техника и технология горного дела. – 2022. – № 1(16). – С. 4-15. – DOI 10.26730/2618-7434-2022-1-4-15.

14. Дубинкин, Д. М. Методика определения нагрузок, действующих при погрузке и разгрузке грузовой платформы (кузова) карьерного самосвала / Д. М. Дубинкин // Горное оборудование и электромеханика. – 2022. – № 3(161). – С. 31-49. – DOI 10.26730/1816-4528-2022-3-31-49.

15. Заявка CN113239465A «Корпус заднего моста с тяжелым подшипником и способ его конструирования» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/077136897/publication/CN113239465A?q=CN113239465A>

16. Заявка CN212073563U «Картер заднего моста самосвала с электроприводом на основе увеличения усталостной долговечности» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/073588249/publication/CN212073563U?q=CN212073563U>

17. Заявка CN205905667U «Устройство заднего моста круглого самосвала грузоподъемностью 300 т с электронным управлением» [Электронный ресурс].

Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/057812831/publication/CN205905667U?q=CN205905667U>

18. Заявка CN201970794U «Картер заднего моста колесного электросамосвала» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/044575898/publication/CN201970794U?q=CN201970794U>

19. Заявка CN103692857A «Корпус заднего моста для колесного самосвала с электроприводом и колесного самосвала с электроприводом» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/050354590/publication/CN103692857A?q=CN103692857A>

20. Заявка CN212401154U «Устройство обслуживания корпуса заднего моста, картера заднего моста и карьерного самосвала» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/074409479/publication/CN212401154U?q=CN212401154U>

21. Заявка CN212046731U «Защитное устройство корпуса заднего моста самосвала с электроприводом, корпус заднего моста и самосвал с электроприводом» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/073526953/publication/CN212046731U?q=CN212046731U>

22. Заявка CN209634189U «Картер заднего моста колесного электросамосвала» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/068475901/publication/CN209634189U?q=CN209634189U>

23. Заявка CN204941114U «Карьерный самосвал, задняя ось и защелка крышки доступа к ней» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/055008555/publication/CN204941114U?q=CN204941114U>

24. Заявка CN204936706U «Карьерный самосвал и его картер заднего моста» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/055004154/publication/CN204936706U?q=CN204936706U>

25. Заявка CN204263849U «Картер заднего моста в сборе для электрического колесного самосвала» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/052798743/publication/CN204263849U?q=CN204263849U>

26. Заявка CN112265585A «Крышка доступа к задней букссе электрического колесного карьерного самосвала и способ ее использования» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/074340619/publication/CN112265585A?q=CN112265585A>