

УДК 622.684

Садовец Владимир Юрьевич, доцент, к.т.н. (КузГТУ, г. Кемерово)
Тарасюк Ирина Андреевна, магистр гр. МРм-221, инженер научного
центра «Цифровые технологии» (КузГТУ, г. Кемерово)
Vladimir Yu. Sadovets, Associate Professor, Ph.D.
(KuzSTU, Kemerovo)
Irina A. Tarasyuk, Master of MRm-221, engineer of the Research center
"Digital Technologies" (KuzSTU, Kemerovo)

**ОБЗОР КОНСТРУКЦИИ БАЛКИ ПЕРЕДНЕЙ ОСИ КАРЬЕРНЫХ
САМОСВАЛОВ БЕЛАЗ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 240 Т****FRONT BEAM DESIGN OVERVIEW OF A DUMP TRUCK BELAZ
WITH A LIFTING CAPACITY OF 240 TONS**

Аннотация. В статье представлен обзор конструкции балки передней оси карьерных самосвалов грузоподъемностью 240 т. На основании обзора установлено, что балка применяется только на карьерных самосвалах БЕЛАЗ. Возможно разное исполнение конструкции балки передней оси.

Annotation. The article presents an overview of the design of the front axle beam of mining dump trucks with a lifting capacity of 240 tons. Based on the review, it was found that the beam is used only on BELAZ dump trucks. Different versions of the front axle beam design are possible..

В настоящее время горная промышленность в Кузбассе стабильна в области добычи полезных ископаемых [1-5]. На Кемеровскую область приходится больше половины всей российской угледобычи, поэтому на сегодняшний день происходит нарастание объемов добычи. Открытый способ добычи наиболее перспективный, поскольку он производительнее, предпочтителен из-за большей безопасности, и в ближайшей перспективе, сохранит свою лидирующую позицию по сравнению с подземным [6-10].

Характерным звеном технологического процесса для добычи на карьерах полезных ископаемых является транспорт. Наибольшую популярность получили карьерные самосвалы (КС) [11-15]. Данный вид транспорта обусловлен такими преимуществами как: высокая маневренность, мобильность, возможность использования в различных горнотехнологических и в сложных климатических условиях. На открытых горных работах наблюдается интенсивный рост объемов перевозок с помощью карьерных самосвалов различной грузоподъемности [16-20].

В 2022 г. была сформирована заявка для участия конкурсе по отбору организаций на право получения субсидий на реализацию комплексных

проектів по створенню високотехнологічного виробництва, проводимого в відповідності з Постановленням Правительства Російської Федерації від 9 квітня 2010 г. № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию високотехнологічного производства», на тему «Создание високотехнологічного производства автономных карьерных самосвалов грузоподъемностью 240 тонн с отечественным тяговым приводом для работы в системе цифровой добычи полезных ископаемых открытым способом». После подведения итогов конкурса, проект вошел в число победителей.

Различные условия эксплуатации, которые связаны с плотностью горных пород, глубиной карьеров, качеством дорожного покрытия, предъявляют повышенные требования к надежности карьерных самосвалов [21-25]. Балка моста, как несущий элемент подвержена постоянным нагрузкам, поэтому происходит, постепенное изнашивание детали. К ней, как и к другим несущим узлам КС предъявляются требования прочности. Устранение отказов и ремонт – процесс трудоемкий и дорогой.

Балка передней оси является основным узлом передней подвески карьерного самосвала. Главная функция балки передней оси – крепление всех основных узлов ходовой, рулевой части механизма управления, системы торможения, поворотных кулаков.

С ростом грузоподъемности возникают серьезные динамические нагрузки на подвеску, раму, шины, вследствие чего отдельные элементы этих конструкций могут разрушаться. На рисунке 2 представлен анализ образования трещин элементов КС БЕЛАЗ: 78% приходится на раму, 10% - на балку передней оси, 9% - грузовая платформа, 2% - задний мост, 1% - зона крепежа кронштейнов. Из чего можно сделать вывод, что балка передней оси на втором месте по возникновению дефектов на КС БЕЛАЗ [26].

Так как проект на тему «Создание високотехнологічного производства автономных карьерных самосвалов грузоподъемностью 240 тонн с отечественным тяговым приводом для работы в системе цифровой добычи полезных ископаемых открытым способом» направлен на создание КС грузоподъемностью 240 т, то для обзора конструкции балки передней оси рассмотрим КС БЕЛАЗ 7531 грузоподъемностью 240 т.

Балка в сборе с поворотными кулаками, со ступицами и тормозами представляет собой совместно в сборе переднюю ось КС (Рисунок 3).

Балка передней оси сварная и имеет коробчатое сечение. К передней части балки приварен центральный рычаг передней подвески с кронштейнами цилиндров поворота, который шарнирно соединен с поперечиной рамы.

Неподвижно закрепленный в наконечнике шкворень 5, соединяет поворотные кулаки 1 и 3 с балкой 2. Шкворень 5 крепится в наконечнике с помощью стопорного болта 11.



Рисунок 2 – Анализ образования трещин элементов КС

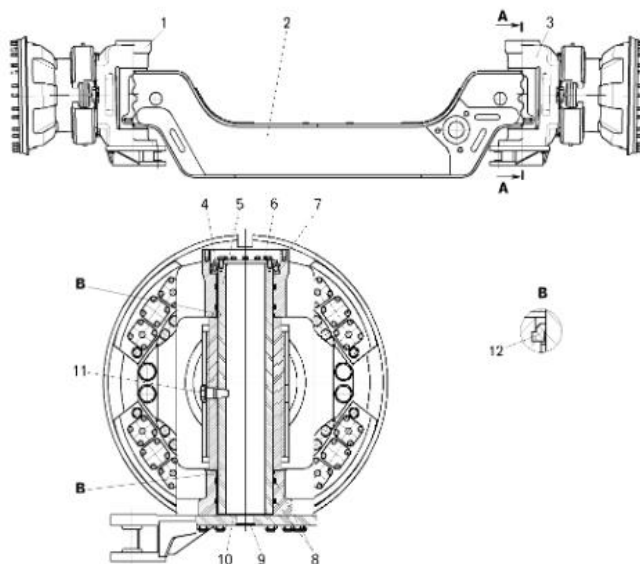


Рисунок 3 – Передняя ось БЕЛАЗ 7531

В верхних и нижних проушинах поворотного кулака установлены четыре металлопластмассовые втулки 8, поворачивая тем самым поворотный кулак. Установленный в верхней проушине поворотных кулаков 1 и 3 упорный подшипник 7, закреплен болтами 6 и крышкой 4. К нижней проушине поворотного кулака крепится рычаг рулевой трапеции 10.

Допускаются различные исполнения балки передней оси на КС БЕЛАЗ 7531. Конструкторское исполнение заключается в усилении узла, путем изменения передней части балки (Рисунок 4 и 5), что повышает износостойкость балки передней оси.



Рисунок 4 – Балка передней оси
БЕЛАЗ 7531 (Исполнение 1)



Рисунок 5 – Балка передней оси
БЕЛАЗ 7531 (Исполнение 2)

Выводы

Балка представляет собой сварную конструкцию коробчатого сечения, выполненную в различных исполнениях. На КС БЕЛАЗ на трещинообразование балки передней оси приходит 10% от всех элементов КС. Таким образом, при создании нового КС необходимо исследовать слабые места существующих балок подверженных трещинам, предложить варианты решения по борьбе с трещинами и разработать совершенно новую конструкцию балки передней оси.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения № 075-11-2022-016 от 07.04.2022г. с ПАО «КАМАЗ» по комплексному проекту «Создание высокотехнологичного производства автономных карьерных самосвалов грузоподъемностью 240 тонн с отечественным тяговым приводом для работы в системе цифровой добычи полезных ископаемых открытым способом», при участии ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» в части выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

Список литературы

1. Ensuring Energy Efficiency and Safety of the Cyclic Operation of the Mining Dump Truck / A. Kartashov, B. Kositsyn, G. Kotiev [et al.] // E3S Web of Conferences

: 5, Kemerovo, 19–21 октября 2020 года. – Kemerovo, 2020. – Р. 03009. – DOI 10.1051/e3sconf/202017403009.

2. Дубинкин, Д. М. Обоснование количества и типа размера шин для беспилотных карьерных самосвалов / Д. М. Дубинкин, А. Б. Карташов, Г. А. Арутюнян // Горное оборудование и электромеханика. – 2020. – № 3(149). – С. 25-33. – DOI 10.26730/1816-4528-2020-3-25-33.

3. 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.

4. Разработка критериев обеспечения совместной работы источников энергии для создания новых карьерных самосвалов / Н. В. Бузунов, Р. Д. Пирожков, А. Б. Карташов, Д. М. Дубинкин // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2020. – № 6(142). – С. 87-97. – DOI 10.26730/1999-4125-2020-6-87-97.

5. Дубинкин, Д. М. Обоснование конструктивного решения трансмиссии автономного карьерного самосвала грузоподъемностью до 90 тонн / Д. М. Дубинкин, Д. А. Пашков, Н. А. Архицкий // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 3(155). – С. 12-19. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-3-12-19.

6. Assessment of the Need to Create Control Sytem of Unmanned Dump Truck / D. Dubinkin, V. Sadovets, I. Syrkin, I. Chicherin // E3S Web of Conferences : 18, Ekaterinburg, 02–11 апреля 2020 года. – Ekaterinburg, 2020. – Р. 03022. – DOI 10.1051/e3sconf/202017703022.

7. 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.

8. Расчет гидромеханических потерь и моделирование кавитации в каналах гидравлического блока карьерного автосамосвала / Д. А. Панасенков, А. П. Зайцев, А. Б. Карташов [и др.] // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 3(155). – С. 3-11. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-3-3-11.

9. 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.

10. К 300-летию Кузбасса: история промышленного освоения // Роснедра Федеральное агентство по недропользованию URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/article/13345.html>

11. Design hydrodynamic analysis of cavitation in narrow channels of the open-pit dump truck's hydraulic system / D. A. Panasenkov, A. P. Zaycev, A. B. Kartashov [et al.] // IOP conference series: materials science and engineering : The conference proceedings ISPCİET'2020, Veliky Novgorod, 25–26 июня 2020 года. – Veliky

Novgorod: IOP Publishing Ltd, 2020. – P. 012057. – DOI 10.1088/1757-899X/939/1/012057.

12. 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.

13. Разработка имитационной модели динамики карьерного автосамосвала для определения нагрузок, действующих на несущую систему и грузовую платформу при загрузке и разгрузке дисперсного груза / Д. М. Дубинкин, И. В. Чичекин, Я. Ю. Левенков, Г. А. Арутюнян // Горная промышленность. – 2021. – № 6. – С. 117-126. – DOI 10.30686/1609-9192-2021-6-117-126.

14. Kuzin, E. Mining Equipment Technical Condition Monitoring / E. Kuzin, V. Bakin, D. Dubinkin // E3S Web of Conferences : 3rd International Innovative Mining Symposium, IIMS 2018: Electronic edition, Kemerovo, 03–05 октября 2018 года. – Kemerovo: EDP Sciences, 2018. – P. 03020. – DOI 10.1051/e3sconf/20184103020.

15. 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.

16. Разработка критериев обеспечения гидравлических процессов в узких каналах гидросистемы при создании новых карьерных самосвалов / Д. А. Панасенков, А. П. Зайцев, Н. А. Пикалов [и др.] // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2020. – № 6(142). – С. 98-108. – DOI 10.26730/1999-4125-2020-6-98-108.

17. Об изменении эффективной производительности экскаваторов при использовании карьерных самосвалов с различной вместимостью кузова / А. А. Хорешок, Д. М. Дубинкин, С. О. Марков, М. А. Тюленев // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2021. – № 6(148). – С. 85-93. – DOI 10.26730/1999-4125-2021-6-85-93.

18. Разработка варианта гидравлической системы поворота автономного карьерного самосвала / К. А. Ананьев, А. Н. Ермаков, Д. М. Дубинкин [и др.] // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 5(157). – С. 3-9. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-5-3-9.

19. 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.

20. 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.

21. Чичерин, И. В. Мониторинг текущих траекторий перемещения автономных тяжёлых платформ по карьерным маршрутам горнорудных предприятий / И. В. Чичерин, Б. А. Федосенков, Д. М. Дубинкин // Горная промышленность. – 2021. – № 5. – С. 76-83. – DOI 10.30686/1609-9192-2021-5-76-83.

22. Оценка степени взаимовлияния вместимости ковша экскаватора и кузова автосамосвала / А. А. Хорешок, Д. М. Дубинкин, С. О. Марков, М. А. Тюленев // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2021. – № 3(145). – С. 104-112. – DOI 10.26730/1999-4125-2021-3-104-112.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. Simulation of operation of a sequential hybrid drive of a haul truck with a traction battery and a bilateral DC-to-DC converter / N. V. Buzunov, R. D. Pirozhkov, A. B. Kartashov [et al.] // IOP conference series: materials science and engineering : The conference proceedings ISPCIET'2020, Veliky Novgorod, 25–26 июня 2020 года. – Veliky Novgorod: IOP Publishing Ltd, 2020. – P. 012017. – DOI 10.1088/1757-899X/939/1/012017.

28. БЕЛАЗ: гиганты, которые нас объединяют // ТАСС URL: <https://dprom.online/mtindustry/belaz-giganty/>