



УДК 621.81

## ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ НЕСУЩИХ СИСТЕМ (РАМ) КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ ДО 110 Т

Хорешок А.А.<sup>1</sup>, Дубинкин Д.М.<sup>1</sup>, Зеляева Е.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»



### Информация о статье

Поступила:

17 января 2022 г.

Рецензирование:

15 февраля 2022 г.

Принята к печати:

23 марта 2022 г.

### Ключевые слова:

карьерный самосвал, несущая система (рама), трещины металлоконструкций, горные работы, конструкция автосамосвалов, надежность карьерной техники, эффективность горного оборудования

### Аннотация.

Одним из наиболее важных звеньев технологического процесса добычи полезных ископаемых открытым способом является карьерный автотранспорт, получивший широкое распространение за счет высокой маневренности, универсальности, а также возможности взаимодействия с другими видами транспорта. Основной частью всего используемого автомобильного карьерного транспорта являются самосвалы. Карьерные самосвалы эксплуатируются в различных горнотехнических условиях, зачастую в очень сложных, что, несомненно, сказывается на сроке службы. Рама автосамосвалов как основа несущей конструкции является высоконагруженным элементом, к которому в свою очередь предъявляются повышенные требования надежности.

Обеспечение длительной и безотказной работы несущих систем (рам) карьерных самосвалов – один из актуальных вопросов, требующий детального изучения. В данной статье представлена информация, охватывающая основные конструктивные особенности и некоторые дефекты конструкций систем карьерных самосвалов грузоподъемностью до 110 т – KOMATSU HD785-5 и HD785-7; CATERPIllAR 777D, 777F и 777G; HITACHI EH1700; TEREX TR100; LIEBHERR T236; VOLVO R100E; БЕЛАЗ 7555В.

На сегодняшний день исследования, направленные на изучение повышения прочности и надежности несущих систем (рам) карьерных самосвалов с учетом фактических условий эксплуатации являются актуальной темой изысканий.

---

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

---

### Введение

В настоящее время прослеживается резкое увеличение темпов развития открытой добычи полезных ископаемых. Для обеспечения безопасного и эффективного ведения горных работ необходимо использование не только качественной, но и высокопроизводительной горной техники. Соблюдение условий эксплуатации является одним из основных факторов для недопущения тяжелых повреждений [1].

Обеспечение непрерывного функционирования и развития горнодобывающего предприятия производится за счет стабильной работы системы транспортировки горной массы, которая в основном осуществляется посредством карьерных самосвалов.

Каждый карьерный самосвал имеет свою динамику изменения технического состояния в зависимости от условий эксплуатации, наработки (пробега), влияния циклических нагрузок (погрузка, транспортирование), а также качества проведенных ремонтов. Поэтому в течение



всего срока службы необходимо применение индивидуального подхода к эксплуатации и ремонту [2].

Общее техническое состояние карьерного самосвала напрямую зависит от несущей системы (рамы), испытывающей значительные динамические нагрузки при транспортировке горной массы, которая в свою очередь должна соответствовать высоким требованиям надежности как наиболее нагруженный элемент металлоконструкции [3, 4, 5, 6].

Немаловажным фактором также является снижение массы рамы самосвала с сохранением заданной прочности и жесткости за счет усовершенствования ее конструкции [7, 8].

## Основная часть

Одним из основных показателей надежности рам карьерных самосвалов является отсутствие либо наименьшее количество следующих факторов:

- ремонт с применением сварки;
- усиление дефектных и высоконагруженных участков.

Удобство и простота выполнения качественного ремонта дефектных участков является немаловажным аспектом, которому следует уделить особое внимание.

В настоящее время ведутся работы по созданию автономного карьерного самосвала грузоподъемностью 90 т в рамках комплексного проекта «Создание высокотехнологичного производства семейства роботизированных карьерных самосвалов грузоподъемностью до 90 т с электромеханической трансмиссией на основе цифровых технологий» [3]. В рамках проекта одним из объектов исследования и создания является несущая система (рама), поэтому в данной работе проводится анализ и обзор конструкций несущих систем (рам) карьерных самосвалов грузоподъемностью от 55 т до 110 т. Рассмотрим конструкции несущих систем (рам) карьерных самосвалов: KOMATSU HD785-5 (91 т) [9]; HD785-7 (91 т) [10]; CATERPILLAR 777D (90,9 т) [11]; 777F (90,9 т) [12]; 777G (89,4 т) [13]; HITACHI EH1700 (95,2 т) [14]; TEREK TR100 (91 т) [15]; LIEBHERR T236 (100 т) [16]; VOLVO R100E (95 т) [17]; БЕЛАЗ 7555В (55 т) [18].

### KOMATSU (HD785-5; HD785-7)

Тип рамы – коробчатые балки с литыми элементами из низкоуглеродистой стали.

Внешний вид карьерных самосвалов KOMATSU (HD785-5; HD785-7) и рам соответственно представлен на рис. 1-2.

*Основные дефекты, встречающиеся более чем на 80% рам KOMATSU HD785-5:*

- трещины по сварным швам и основному металлу продольных балок рамы над кронштейнами крепления тяг заднего моста, трещины по основному металлу кронштейнов;
- трещины по сварным швам в месте сопряжения продольных балок и передней поперечной;

*Дефекты, встречающиеся менее чем на 20% рам KOMATSU HD785-5:*

- трещины по основному металлу передней поперечной балки;
- трещины по основному металлу продольных балок в месте крепления кузова;
- трещины по основному металлу стоек передних амортизаторов (верхнее крепление).

Способы крепления навесных элементов частично выполняется хомутами (обвязкой вокруг рамы), болтовой.

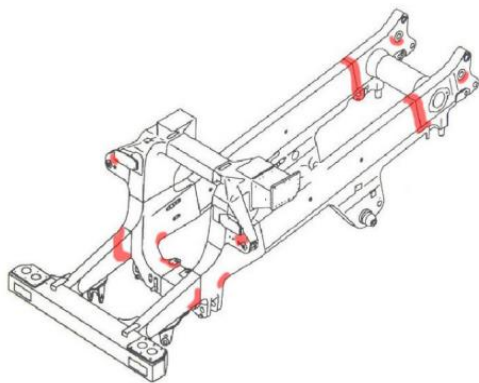
Передний бампер объединен в единую конструкцию с рамой. Жесткость рамы значительно повышена. Благодаря этому значительно улучшена прочность при изгибе и прочность при кручении, являющиеся показателями дорожных и ходовых качеств машины.



a)

Рис. 1. KOMATSU HD785-5:  
а) внешний вид самосвала;

б) внешний вид рамы  
Fig. 1. KOMATSU HD785-5:  
a) the appearance of the dump truck;



б)

b) the appearance of the frame



a)

Рис. 2. KOMATSU HD785-7:  
а) внешний вид самосвала;

б) внешний вид рамы  
Fig. 2. KOMATSU HD785-7:  
a) the appearance of the dump truck;



б)

b) the appearance of the frame



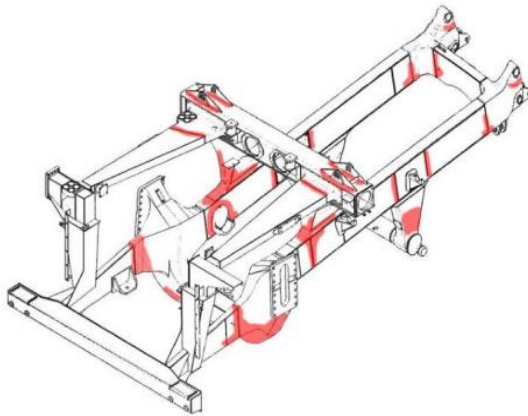
### CATERPILLAR (777D; 777F; 777G)

Рама из низкоуглеродистой стали, в наиболее нагруженных местах предусмотрены литые и кованные детали, которые крепятся к раме сваркой непрерывным многопроходным швом с глубоким проплавлением, который обеспечивает высокую прочность конструкции.

Внешний вид карьерных самосвалов CATERPILLAR (777D; 777F; 777G) и рам соответственно представлен на рис. 3-4.



а)



б)

Рис. 3. CATERPILLAR 777D:

а) внешний вид самосвала;

б) внешний вид рамы

Fig. 3. CATERPILLAR 777D:

a) the appearance of the dump truck;

b) the appearance of the frame



а)



б)

Рис. 4. CATERPILLAR 777G:

а) внешний вид самосвала;

б) внешний вид рамы

Fig. 4. CATERPILLAR 777G:

a) the appearance of the dump truck;

b) the appearance of the frame





*Основные дефекты, встречающиеся более чем на 80% рам CAT 777D:*

- трещины по основному металлу на продольных балках в местах крепления кронштейнов съемных элементов;
- трещины по сварным швам по основному металлу на внутренних стенках продольных балок в месте опор двигателя;
- трещины по основному металлу в месте сопряжения продольных балок и передней поперечной;
- трещины стоек опор кузова;
- трещины по сварным швам приварки кронштейнов топливного бака.

*Дефекты, встречающиеся менее чем на 20% рам CAT 777D:*

- трещины по сварным швам и основному металлу U-образной рамы заднего моста;
- трещины по основному металлу ребер узла крепления U-образной рамы (средняя поперечная балка рамы);
- трещины по основному металлу передней балки рамы.

Навесные элементы рамы CAT 777D устанавливаются посредством кронштейнов, приваренных непосредственно к раме и являющихся концентраторами повышенных напряжений.

Также в рамах CAT 777D встречаются дефекты литых конструкций, не позволяющих выполнить ремонт либо замену элементов металлоконструкции без снижения ее несущей способности.

#### НІТАСНІ (ЕН1700)

Рама изготовлена из высокопрочной низколегированной стали.

Внешний вид карьерного самосвала НІТАСНІ (ЕН1700) и его рамы представлены на рис. 5.



a)



б)

Рис. 5. НІТАСНІ ЕН1700:

а) внешний вид самосвала;

б) внешний вид рамы

Fig. 5. НІТАСНІ ЕН1700:

a) the appearance of the dump truck;

b) the appearance of the frame



Главные балки имеют сварную коробчатую конструкцию с уменьшением высоты сечения от задней части к передней, что позволяет равномерно распределить нагрузку по всей длине шасси. В задней части балки расположены на малом расстоянии для восприятия нагрузки от кузова.

Для обеспечения высокой устойчивости автомобиля и доступа к двигателю для проведения обслуживания в передней части расстояние между балками больше, чем в задней. Верхний и нижний пояса рамы сделаны цельными, что исключает необходимость в использовании поперечин и создает в центральной части большую открытую зону для доступа к основным агрегатам.

Чтобы свести к минимуму концентрацию напряжений, соединения деталей рамы выполнены с большими радиусами, а места соединений зашлифованы. Сварные соединения ориентированы по направлению основного силового потока, что повышает прочность и выносливость рамы.

### TEREX (TR100)

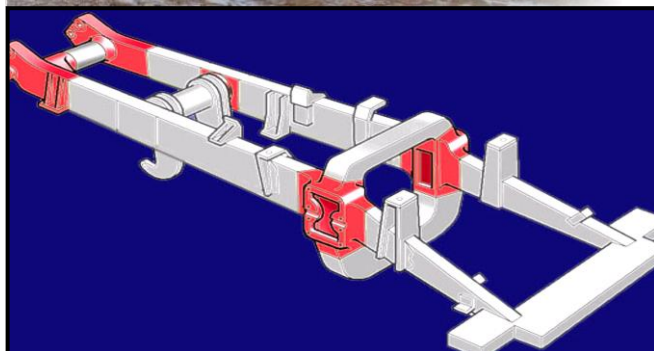
Рама изготавливается из балок прямоугольного сечения и высокопрочных литых элементов, обеспечивающих жесткость и долговечность конструкции. Лонжероны замкнутого коробчатого сечения, выполненный заодно передний бампер, поперечины замкнутого сечения.

Внешний вид карьерного самосвала TEREX (TR100) и его рамы представлены на рис. 6.



а)

Рис. 6. TEREX TR100:  
а) внешний вид самосвала;  
б) внешний вид рамы



б)

Fig. 6. TEREX TR100:  
a) the appearance of the dump truck;  
b) the appearance of the frame

### LIEBHERR (T236)

Максимальная надежность и прочность конструкции основной рамы достигнута за счет использования в «зонах риска» литых компонентов и пустотелых коробчатых балок, укрепленных изнутри обваренными ребрами жесткости.

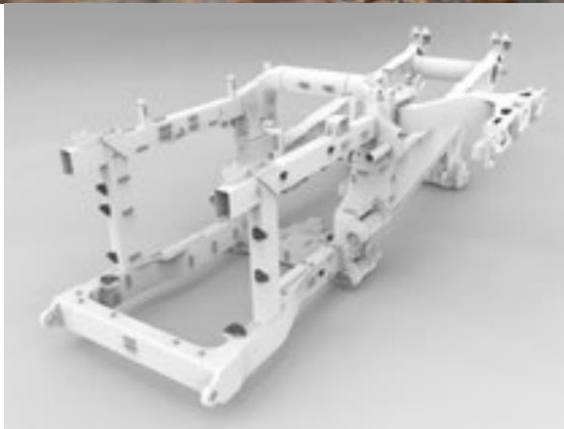
Внешний вид карьерного самосвала LIEBHERR (T236) и его рамы представлены на рис. 7.



a)

Рис. 7. LIEBHERR T236:  
а) внешний вид самосвала;  
б) внешний вид рамы

Fig. 7. LIEBHERR T236:  
a) the appearance of the dump truck;  
b) the appearance of the frame



б)

#### VOLVO (R100E)

Рама выполнена из стальных балок коробчатого сечения с высокопрочными стальными литыми элементами в точках основной нагрузки для поглощения ударов и продления срока службы. Закрытый короб способствует равномерному распределению скручивающих нагрузок. При этом запас прочности значительно превышает прочность, требуемую для поглощения нагрузок, вызванных грузом, а также при езде по неровным, ухабистым поверхностям.

Внешний вид карьерного самосвала VOLVO (R100E) и его рамы представлены на рис. 8.

#### БЕЛАЗ (7555В)

Рама сварная из высокопрочной низколегированной стали. Продольные лонжероны коробчатого сечения переменной высоты соединены между собой поперечинами.

Внешний вид карьерного самосвала БЕЛАЗ (7555В) и его рамы представлены на рис. 9.

#### **Выводы**

Несущие системы (рамы) карьерного самосвала необходимо рассматривать как конструкции повышенной ответственности для обеспечения надежности и повышения эффективности эксплуатации.

Все деформации и изменения являются результатом постепенного накопления повреждений в деталях, узлах и элементах. Устранение дефектов на начальной стадии развития возможно только при наличии систем профилактического (упреждающего) обслуживания. Организация технического обслуживания, включающая применение экспресс-методов неразрушающего контроля состояния металла и планово-профилактических мероприятий, позволяет снизить до минимума вероятность возникновения отказов в процессе эксплуатации.



a)

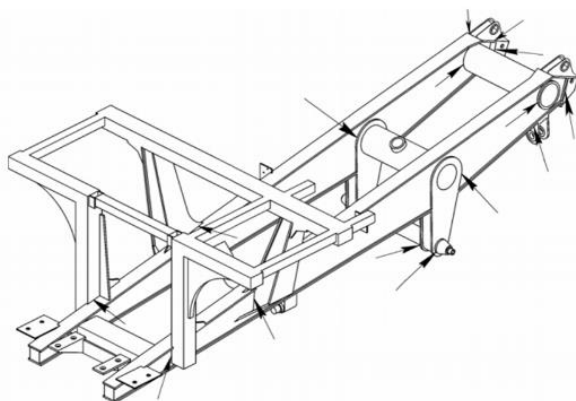


б)

Рис. 8. VOLVO R100E:  
а) внешний вид самосвала;  
б) внешний вид рамы  
Fig. 8. VOLVO R100E:  
a) the appearance of the dump  
truck;  
b) the appearance of the frame



a)



б)

Рис. 9. БЕЛАЗ 7555В:  
а) внешний вид самосвала;  
б) внешний вид рамы  
Fig. 9. БЕЛАЗ 7555В:  
a) the appearance of the dump  
truck;  
b) the appearance of the frame





Для обеспечения длительной и безотказной работы основных несущих элементов конструкции, в том числе рамы карьерного самосвала, необходимо:

- соблюдать правила эксплуатации;
- не допускать перегруза самосвала;
- в процессе эксплуатации самосвала периодически контролировать техническое состояние рамы;
- выявленные при контрольных осмотрах дефекты (трещины, пробоины, изломы) рамы и платформы своевременно устранять.

Анализ конструкций несущих систем (рам) карьерных самосвалов грузоподъемностью от 55 т до 110 т разных производителей показал, что:

- конструктивные и схемные решения несущих систем (рам) отличаются у карьерных самосвалов;
- в открытых источниках отсутствует обоснование параметров и режимов работы, критерии и технологические требования создания несущих систем (рам) с учетом особенностей условий их эксплуатации.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения № 075-11-2020-031 от 14.12.2020г. с ПАО "КАМАЗ" по комплексному проекту «Создание высокотехнологичного производства семейства роботизированных карьерных самосвалов грузоподъемностью до 90 т с электромеханической трансмиссией на основе цифровых технологий», при участии ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» в части выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.*

#### **Список источников**

1. Кулешов А. А., Егоров А. Н., Зыранов И. В., Мариев П. Л. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы. СПб. : Наука, 2004. 429 с.
2. Васильев М. В., Смирнов В. П., Кулешов А. А. Эксплуатация карьерного автотранспорта М. : Недра, 1979. 280 с.
3. Дубинкин Д. М. Обоснование необходимости создания тяжелых платформ для открытых горных работ // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 4(150). С. 59-64. DOI 10.26730/1816-4528-2020-4-59-64.
4. Кузин Е. Г., Пудов Е. Ю., Дубинкин Д. М. Анализ отказов узлов карьерных самосвалов в условиях эксплуатации // Горное оборудование и электромеханика. 2021. № 2(154). С. 55-61. DOI 10.26730/1816-4528-2021-2-55-61.
5. Хорешок А. А., Дубинкин Д. М., Марков С. О., Тюленев М. А. Об изменении эффективной производительности экскаваторов при использовании карьерных самосвалов с различной вместимостью кузова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2021. № 6(148). С. 85-93. DOI 10.26730/1999-4125-2021-6-85-93.
6. Хорешок А. А., Дубинкин Д. М., Марков С. О., Тюленев М. А. Оценка степени взаимовлияния вместимости ковша экскаватора и кузова автосамосвала // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2021. № 3(145). С. 104-112. DOI 10.26730/1999-4125-2021-3-104-112.
7. Патент на полезную модель № 202472 U1 Российская Федерация, МПК В62D 21/02, В62D 21/18. Рама автосамосвала: № 2020130306: заявл. 15.09.2020: опубл. 19.02.2021 / А. Б. Карташов, Р. Л. Газизуллин [и др.]; заявитель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана).
8. Патент на полезную модель № 206359 U1 Российская Федерация, МПК В62D 21/02, В62D 21/18, В60К 6/20. Рама гибридного шарнирно-сочлененного карьерного самосвала: № 2020130305: заявл. 15.09.2020: опубл. 07.09.2021 / А. Б. Карташов, Р. Л. Газизуллин, П. Г. Михайлов [и др.]; заявитель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана.
9. КОМИМПОРТ. Продажа запчастей Komatsu, техника Komatsu, документация Komatsu : официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://komimport.ru>; <https://www.komimport.ru/broshura/HD785-5.pdf> (дата обращения: 10.01.2022). – Текст: электронный.



10. KOMATSU: официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://komatsu.ru>; [https://www.komatsu.ru/upload/iblock/8e4/hd785\\_7.pdf](https://www.komatsu.ru/upload/iblock/8e4/hd785_7.pdf) (дата обращения: 10.01.2022). – Текст: электронный.

11. ООО "Цепелин Русланд": официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://zeppelin.ru>; [https://www.zeppelin.ru/upload/777D\\_RUS.pdf](https://www.zeppelin.ru/upload/777D_RUS.pdf) (дата обращения: 10.01.2022). – Текст: электронный.

12. Caterpillar.com: официальный сайт. – США. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://s7d2.scene7.com>; <http://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/C579686> (дата обращения: 10.01.2022). – Текст: электронный.

13. Восточная техника САТ: официальный сайт. – Новосибирск. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://vost-tech.ru>; <https://www.vost-tech.ru/files/catalog/ОНТ/777g.pdf> (дата обращения: 10.01.2022). – Текст: электронный.

14. Союз горных инженеров. Отраслевой портал о горнодобывающей промышленности: официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://mining-portal.ru>; <http://www.mining-portal.ru/catalog/karerniy-samosval/hitachi/eh-1700/> (дата обращения: 10.01.2022). – Текст: электронный.

15. LECTURA GmbH Verlag + Marketing Service Alle Rechte vorbehalten: официальный сайт. – Германия. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://specs.lectura.ru>; <https://specs.lectura.ru/ru/tip-modeli/stroitel-naa-tehnika/samosval-s-zestkoj-ramoj-terex/tr-100-986958> (дата обращения: 10.01.2022). – Текст: электронный.

16. Archiexpo.com, LIEBHERR: официальный сайт. – Франция. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://archiexpo.com>; <https://pdf.archiexpo.com/pdf/liebherr/t-236/135317-324902.html> (дата обращения: 10.01.2022). – Текст: электронный.

17. EVOCON. VOLVO: официальный сайт. – Белград. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://evocon.rs>; <https://www.evocon.rs/files/R100E.pdf> (дата обращения: 10.01.2022). – Текст: электронный.

18. ТД Белаз: официальный сайт. – Республика Беларусь. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://belaz.by/products/products-belaz/dumpers/dump-trucks-with-hydrmechanical-transmission/dump-truck-series-7555/#anchor0> (дата обращения: 10.01.2022). – Текст: электронный.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© 2022 Авторы. Издательство Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

#### **Информация об авторах**

*Хорешок Алексей Алексеевич*, докт. техн. наук, профессор  
e-mail: [haa.omit@kuzstu.ru](mailto:haa.omit@kuzstu.ru)

*Дубинкин Дмитрий Михайлович*, канд. техн. наук, доцент  
e-mail: [ddm.tm@kuzstu.ru](mailto:ddm.tm@kuzstu.ru)

*Зеляева Елена Андреевна*, инженер  
e-mail: [zelyaeva@kuzstu.ru](mailto:zelyaeva@kuzstu.ru)

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева  
Российская Федерация, Кемеровская область – Кузбасс, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28



## OVERVIEW OF BEARING SYSTEMS (FRAMES) CONSTRUCTIONS OF DUMP TRUCKS WITH PAYLOAD CAPACITY UP TO 110 TONS

Alexey A. Khoreshok<sup>1</sup>, Dmitry M. Dubinkin<sup>1</sup>, Elena A. Zelyaeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University»



### Article info

Received:  
17 January, 2022

Revised:  
15 February 2022

Accepted:  
23 March 2022

**Keywords:** dump truck, load-bearing system (frame), cracks in metal structures, mining operations, dump truck design, reliability of quarry equipment, efficiency of mining equipment

### Abstract.

One of the most important parts of the technological process of open pit mining is the quarry motor transport, which is widespread due to its high maneuverability, versatility, as well as the possibility of interaction with other types of transport. The basic part of all used automobile quarry transport are dump trucks. Quarry dump trucks are operated in various mining conditions, often in very difficult ones, which, undoubtedly, affects the service life. The dump truck frame, as the basis of the load-bearing structure, is a highly loaded element, which, in turn, is subject to high reliability requirements.

Providing long and failure-free operation of the load-bearing systems (frames) of dump trucks - one of the topical issues that requires a detailed study. In the given article the information, covering the basic constructive features and some defects of design systems of mine dump trucks with payload capacity up to 110 tons – KOMATSU HD785-5 and HD785-7; CATERPILLAR 777D, 777F and 777G; HITACHI EH1700; TEREX TR100; LIEBHERR T236; VOLVO R100E; BelAZ 7555B is presented.

For today the researches, aimed to study the increase of durability and reliability of the bearing systems (frames) of mine dump trucks, with taking into account the actual working conditions, is the actual topic of the surveys.

---

**For citation** Khoreshok A.A., Dubinkin D.M. and Zelyaeva E.A. (2022) Overview of bearing systems (frames) constructions of dump trucks with payload capacity up to 110 tons, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 1(16):4. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-1-4-15

---

### References

1. Kuleshov A.A., Egorov A.N., Zyryanov I.V., Mariev P.L. Kar'ernyy avtotransport: sostoyanie i perspektivy. SPb.: Nauka; 2004. 429 p.
2. Vasil'ev M.V., Smirnov V.P., Kuleshov A.A. Eksploatatsiya kar'ernogo avtotransporta. M.: Nedra; 1979. 280 s.
3. Dubinkin D.M. Obosnovanie neobkhodimosti sozdaniya tyazhelykh platform dlya otkrytykh gornykh rabot. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*. 2020; 4(150):59-64. DOI 10.26730/1816-4528-2020-4-59-64.
4. Kuzin E.G., Pudov E.Yu., Dubinkin D.M. Analiz otkazov uzlov kar'ernykh samosvalov v usloviyakh eksploatatsii. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*. 2021; 2(154):55-61. DOI 10.26730/1816-4528-2021-2-55-61.
5. Khoreshok A.A., Dubinkin D.M., Markov S.O., Tyulenev M.A. Ob izmenenii effektivnosti proizvoditel'nosti ekskavatorov pri ispol'zovanii kar'ernykh samosvalov s razlichnoy vmestimost'yu kuzova. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2021; (148):85-93. DOI 10.26730/1999-4125-2021-6-85-93.
6. Khoreshok A.A., Dubinkin D.M., Markov S.O., Tyulenev M.A. Otsenka stepeni vzaimovliyaniya vmestimosti kovsha ekskavatora i kuzova avtosamosvala. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2021; 3(145):104-112. DOI 10.26730/1999-4125-2021-3-104-112.
7. Patent na poleznuyu model' № 202472 U1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK B62D 21/02, B62D 21/18. Rama avtosamosvala: № 2020130306; zayavl. 15.09.2020; opubl. 19.02.2021 / A. B. Kartashov, R. L. Gazizullin [i dr.]; zayavitel' Federal'noe Gosudarstvennoe Byudzhethoe Obrazovatel'noe Uchrezhdenie



Vysshego Obrazovaniya "Moskovskiy Gosudarstvennyy Tekhnicheskiy Universitet imeni N.E. Baumana (natsional'nyy issledovatel'skiy universitet)" (MGU im. N.E. Baumana).

8. Patent na poleznuyu model' № 206359 U1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK B62D 21/02, B62D 21/18, B60K 6/20. Rama gibridnogo sharnirno-sochlenennogo kar'ernogo samosvala: № 2020130305: zayavl. 15.09.2020; opubl. 07.09.2021 / A. B. Kartashov, R. L. Gazizullin, P. G. Mikhaylov [i dr.]; zayavitel' Federal'noe Gosudarstvennoe Byudzhethoe Obrazovatel'noe Uchrezhdenie Vysshego Obrazovaniya "Moskovskiy Gosudarstvennyy Tekhnicheskiy Universitet imeni N.E. Baumana.

9. KOMIMPORT. Prodazha zapchastey Komatsu, tekhnika Komatsu, dokumentatsiya Komatsu : ofitsial'nyy sayt. – Moskva. – Obnovlyatsya v techenie sutok. – URL: <https://komimport.ru>; <https://www.komimport.ru/broshura/HD785-5.pdf> (data obrashcheniya: 10.01.2022). – Tekst: elektronnyy.

10. KOMATSU: ofitsial'nyy sayt. – Moskva. – Obnovlyatsya v techenie sutok. – URL: <https://komatsu.ru>; [https://www.komatsu.ru/upload/iblock/8e4/hd785\\_7.pdf](https://www.komatsu.ru/upload/iblock/8e4/hd785_7.pdf) (data obrashcheniya: 10.01.2022). – Tekst: elektronnyy.

11. OOO "Tseppelin Rusland": ofitsial'nyy sayt. – Moskva. – Obnovlyatsya v techenie sutok. – URL: <https://zeppelin.ru>; [https://www.zeppelin.ru/upload/777D\\_RUS.pdf](https://www.zeppelin.ru/upload/777D_RUS.pdf) (data obrashcheniya: 10.01.2022). – Tekst: elektronnyy.

12. Caterpillar.com: ofitsial'nyy sayt. – SShA. – Obnovlyatsya v techenie sutok. – URL: <https://s7d2.scene7.com>; <http://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/C579686> (data obrashcheniya: 10.01.2022). – Tekst: elektronnyy.

13. Vostochnaya tekhnika CAT: ofitsial'nyy sayt. – Novosibirsk. – Obnovlyatsya v techenie sutok. – URL: <https://vost-tech.ru>; <https://www.vost-tech.ru/files/catalog/OHT/777g.pdf> (data obrashcheniya: 10.01.2022). – Tekst: elektronnyy.

14. Soyuz gornyykh inzhenerov. Otrasevoy portal o gornodobyvayushchey promyshlennosti: ofitsial'nyy sayt. – Moskva. – Obnovlyatsya v techenie sutok. – URL: <https://mining-portal.ru>; <http://www.mining-portal.ru/catalog/karenyiy-samosval/hitachi/eh-1700/> (data obrashcheniya: 10.01.2022). – Tekst: elektronnyy.

15. LECTURA GmbH Verlag + Marketing Service Alle Rechte vorbehalten: ofitsial'nyy sayt. – Germaniya. – Obnovlyatsya v techenie sutok. – URL: <https://specs.lectura.ru>; <https://specs.lectura.ru/ru/tip-modeli/stroitel-naa-tehnika/samosval-s-zestkoj-ramoj-terex/tr-100-986958> (data obrashcheniya: 10.01.2022). – Tekst: elektronnyy.

16. Archiexpo.com, LIEBHERR: ofitsial'nyy sayt. – Frantsiya. – Obnovlyatsya v techenie sutok. – URL: <https://archiexpo.com>; <https://pdf.archiexpo.com/pdf/liebherr/t-236/135317-324902.html> (data obrashcheniya: 10.01.2022). – Tekst: elektronnyy.

17. EVOCON. VOLVO: ofitsial'nyy sayt. – Belgrad. – Obnovlyatsya v techenie sutok. – URL: <https://evocon.rs>; <https://www.evocon.rs/files/R100E.pdf> (data obrashcheniya: 10.01.2022). – Tekst: elektronnyy.

18. TD Belaz: ofitsial'nyy sayt. – Respublika Belarus'. – Obnovlyatsya v techenie sutok. – URL: <https://belaz.by/products/products-belaz/dumpers/dump-trucks-with-hydrmechanical-transmission/dump-truck-series-7555/#anchor0> (data obrashcheniya: 10.01.2022). – Tekst: elektronnyy.

### **Conflicts of Interest**

The authors declare no conflict of interest.

© 2022 The Authors. Published by T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

### **Information about the authors**

*Alexey A. Khoreshok*, Dr.Sc. (Tech.), Professor  
e-mail: [haa.omit@kuzstu.ru](mailto:haa.omit@kuzstu.ru)

*Dmitry M. Dubinkin*, Ph.D. (Tech.), Associate Professor  
e-mail: [ddm.tm@kuzstu.ru](mailto:ddm.tm@kuzstu.ru)

*Elena A. Zelyaeva*, Engineer,  
e-mail: [zelyaevaea@kuzstu.ru](mailto:zelyaevaea@kuzstu.ru)

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University  
Russian Federation, Kemerovo region – Kuzbass, 650000, Kemerovo,  
28 Vesennaya st.

