

Научная статья

УДК 629.017:629.018+629.3.027.3

DOI: 10.26730/1999-4125-2024-5-98-107

ТИПОВЫЕ ЦИКЛЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 220 ТОНН

Бокарев Александр Игоревич¹, Дианов Вадим Андреевич¹,
Карташов Александр Борисович¹, Арутюнян Георгий Артурович¹,
Дубинкин Дмитрий Михайлович², Пашков Дмитрий Алексеевич²

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «КАМАЗ-БАУМАН»

² Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

*для корреспонденции: ddm.tm@kuzstu.ru



Информация о статье

Поступила:

01 сентября 2024 г.

Одобрена после

рецензирования:

29 сентября 2024 г.

Принята к публикации:

10 октября 2024 г.

Опубликована:

24 октября 2024 г.

Ключевые слова:

карьерный самосвал, цикл
эксплуатации, разрез,
повседневная эксплуатация,
углевоз, породовоз

Аннотация.

Процесс проектирования карьерных самосвалов необходимо сопровождать моделированием эксплуатационной надежности компонентов силовой структуры несущей системы и направляющего аппарата подвески шасси. Обеспечение эксплуатационной надежности первично определяется наличием математического описания репрезентативных условий и режимов эксплуатации карьерных самосвалов на горных маршрутах разрезов, а вторично применяемыми инструментами, методами и методиками моделирования нагруженности, адаптированными под исходные данные. Обобщение результатов обзора ранее выполненных исследований сводится к описанию предложений решения частных задач темы эксплуатационной надежности карьерной техники и частично отражает характер условий эксплуатации карьерных самосвалов, работающих на угольных разрезах Кузбасса. В результате работы над статьей авторами выявлены типовые циклы эксплуатации карьерных самосвалов грузоподъемностью 220 тонн. В качестве объектов исследования на разрезах Кузбасса выбраны процессы эксплуатации «углевозов» и «породовозов» на базе модели самосвала БелАЗ 7530. Авторами отмечается, что карьерные самосвалы могут быть классифицированы на самосвалы, транспортирующие полезные ископаемые «углевоз», и самосвалы, транспортирующие вскрышную породу «породовоз» после буровзрывных работ. Типовой цикл эксплуатации «углевоза»: транспортировка угля из забоя на обогатительную фабрику или угольный склад. Типовой цикл эксплуатации «породовоза»: транспортировка больших объемов вскрышной породы после проведения буровзрывных работ в отвал. Из общего количества перевезенной горной массы карьерными самосвалами объем перевозимой вскрышной породы составляет 92%, и всего 8% самосвалов транспортируют уголь. Карьерные самосвалы грузоподъемностью 220 т эксплуатируются с разными типами приводов. «Углевоз», как правило, оснащается асинхронным типом привода, а «породовоз» синхронным.

Для цитирования: Бокарев А. И., Дианов В. А., Карташов А. Б., Арутюнян Г. А., Дубинкин Д. М., Пашков Д. А. Типовые циклы эксплуатации карьерных самосвалов грузоподъемностью 220 тонн // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2024. № 5 (165). С. 98-107. DOI: 10.26730/1999-4125-2024-5-98-107, EDN: MSOTLX

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

Проектирование карьерных самосвалов сопровождается моделированием эксплуатационной надежности компонентов силовой структуры несущей системы и направляющего аппарата подвески шасси [1-3]. При создании новой техники процесс изучения эксплуатации карьерных самосвалов аналогов является обязательным [4-6]. Таким образом, необходима информация о специфике условий эксплуатации карьерных самосвалов.

Вопросами изучения особенностей горных условий эксплуатации карьерного транспорта занимались такие ученые и исследователи, как: С. А. Арефьев [7], Б. У. Бусел [8], Г. Д. Буялич [9], С. С. Сайдуллозода [10], Ю. Н. Барышников [11], Д. А. Клебанов [12], А. С. Фурман [13], А. Ю. Воронов [14], С. Н. Найден [15], С. А. Испеньков и А. А. Ракицкий [16], Т. В. Астахова [17], С. В. Доронин [18], С. В. Доронина и Т. В. Донцова [19-21], В. В. Москвичев [22], И. А. Паначев, И. В. Кузнецов [23] и многие другие. С точки зрения авторов статьи, представленные труды являются наиболее репрезентативными и полезными для потенциальной возможности аккумулирования статистики и последующего использования в задачах разработки и совершенствования расчетных методик

Обобщение результатов обзора исследований сводится к описанию предложений решения частных задач темы эксплуатационной надежности карьерной техники и частично отражает характер условий эксплуатации карьерных самосвалов, работающих на угольных разрезах Кузбасса.

В совокупном смысле вопросы эксплуатации карьерного транспорта в условиях горных дорог разрезов Кузбасса и в целом России остаются все еще недостаточно изученными для однозначного и универсального использования в методиках моделирования нагруженности. Данная информация косвенно подтверждается наиболее современными трудами в области формирования исходных данных для моделирования нагруженности, где рассматриваются вопросы определения нагрузок на несущую систему и направляющий аппарат карьерного самосвала на базе все еще недостаточно обоснованных принятых режимов и условий эксплуатации карьерного транспорта.

Таким образом, тема обзорного анализа повседневных эксплуатационных режимов карьерных самосвалов в условиях разреза является актуальной и добавляет определенный вклад в направление моделирования эксплуатационной надежности карьерной горной



моделирования эксплуатационной надежности.

техники.

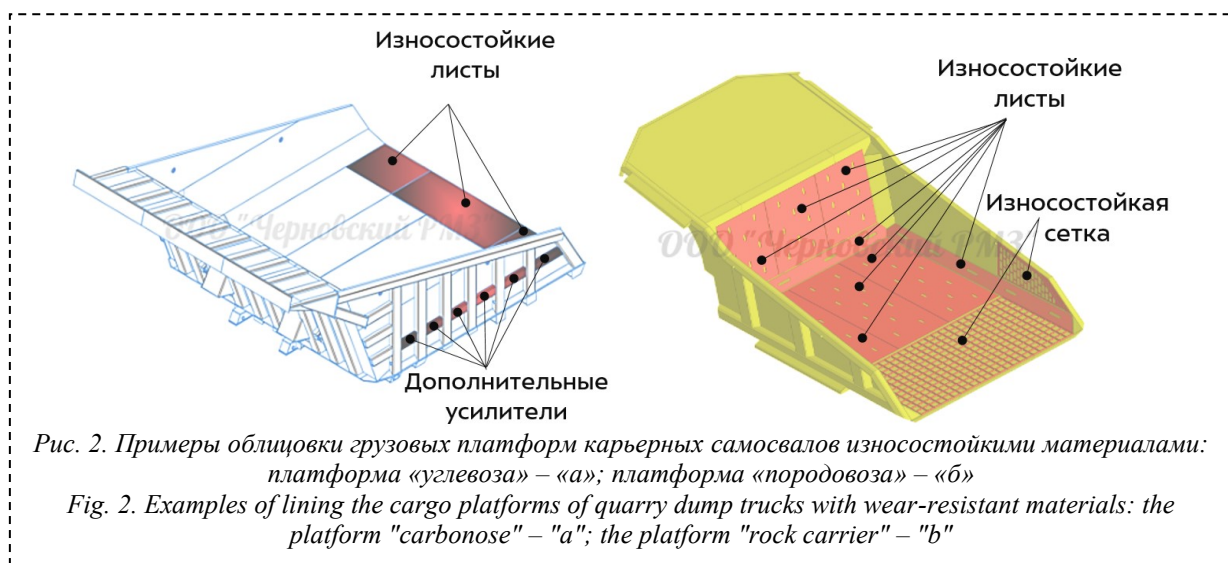
Типовые циклы эксплуатации карьерных самосвалов

Карьерные самосвалы могут быть классифицированы на самосвалы, транспортирующие полезные ископаемые, и самосвалы, транспортирующие вскрышную породу (далее сокращенно «породовоз») после буровзрывных работ. Кузбасс или Кузнецкий угольный бассейн является одним из самых крупных угольных месторождений мира, где добывается уголь в качестве полезных ископаемых, поэтому карьерные самосвалы, транспортирующие уголь, часто называют «углевозами». Типовой цикл эксплуатации «углевоза»: транспортировка угля на обогатительную фабрику или угольный склад. Типовой цикл эксплуатации «породовоза»: транспортировка больших объемов вскрышной породы после проведения буровзрывных работ в отвал. Усредненное количество работ, связанной с перевозом вскрышной породы, составляет 92%, и всего 8% самосвалов транспортируют уголь. Общая иллюстрация типовых циклов эксплуатации карьерного самовала представлена на Рис. **Ошибка! Источник с ссылки не найден..**

В качестве объектов исследования на разрезах Кузбасса выбраны процессы эксплуатации «углевозов» и «породовозов» на базе модели самовала БелАЗ 7530, имеющего номинальную грузоподъемность 220 т. «Углевозы» (конфигурация БелАЗ 7530) и «породовозы» (конфигурация БелАЗ 7530) имеют идентичную несущую систему и направляющий аппарат шасси, а основное отличие разновидности моделей самосвалов заключается в вместимости грузовых платформ и типах приводов. Вместимость грузовой платформы «углевоза» с «шапкой» 2:1 до 147 м³, платформа оборудована камневывалквателями,

устанавливается листовая износостойкая сталь. Вместимость грузовой платформы «породовоза» с «шапкой» 2:1 до 130 м³, платформа оборудована камневывалквателями и камневывалквателями, также по днищу и бортам имеет защитное износостойкое покрытие [24, 25]. Тип износостойкого покрытия определяется в первую очередь на базе информации о том, какой тип груза самосвал транспортирует, поэтому на базе параметров транспортируемого груза от разреза к разрезу процесс футеровки грузовой платформы может отличаться. Для «породовоза» кузов обеспечивают более износостойким покрытием для достижения необходимой долговечности и износостойкости, чем кузов «углевоза», что связано с разными плотностями и фракциями породы и угля, также для «породовоза» принимается во внимание сравнительно больший объем ковша экскаватора при наполнении платформы. Таким образом, по причине отличия мероприятий футеровки, а также из-за разной геометрии бортов (для «углевозов» часто наращивают борта) вместимость грузовой платформы «породовоза» меньше, чем «углевоза», и по этой же причине «породовоз» практически невозможно перегрузить за счет ограничений объема грузовой платформы. В качестве примера – иллюстрация сравнения решений в области обеспечения необходимой износостойкости грузовых платформ «углевоза» и «породовоза», предложенных компанией ООО «Черновский РМЗ», представлена на Рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден..**, где к разным цветом отмечены зоны облицовки износостойкими материалами.

Особенности, связанные с различиями типов приводов, вызваны сравнительно тяжелыми условиями эксплуатации при транспортировке груза на подъем. «Углевоз», как правило,



также в хвостовую часть платформы оснащается асинхронным типом привода, а



Рис. 3. Режим погрузки легко воспламеняющейся смеси угля и вскрышной породы
 Fig. 3. Loading mode of a highly flammable mixture of coal and overburden

«породовоз» синхронным. Тяжелые условия эксплуатации характеризуются тем, что сначала вскрывается угольный пласт, при данном процессе транспортируются большие объемы вскрышной породы в отвалы, поэтому наблюдается тенденция увеличения процента угля подъема и протяженности участка подъема по мере удаления вскрышной породы. После вскрытия пласта производится добыча угля, поэтому подъезд к угольным забоям всегда находится на довольно значительной глубине и «углевозам» приходится в груженном состоянии выбираться из глубокого забоя по протяженному участку (процент подъема часто достигает 12% и более) при сравнительно большей загрузке грузовой платформы (в сравнении с «породовозом» масса перевозимого груза «углевоза» больше в среднем на 10...15 тонн). Синхронный тип электропривода хуже справляется с повышенными нагрузками (очень крутой и протяженный подъем), что выражается в частом выходе из строя щеточно-коллекторного узла. Именно по этой причине парк самосвалов разрезов Кузбасса часто предусматривает «углевозы», которые оснащаются асинхронным типом привода.

Качество и точность процесса погрузки самосвала определяется типом применяемого экскаватора. Чтобы обеспечить непрерывную цикличность подъезда самосвалов в процессе погрузки к одному экскаватору, стараются прикрепить к нему самосвалы одинаковой модели (связано со скоростью самосвала, временем погрузки и разгрузки). Экскавацию вскрышных пород выполняют экскаваторы типа «механическая лопата», а выемка угля выполняется гидравлическими экскаваторами по причине более высокой точности управления

положением ковша относительно грузовой платформы. Кроме того, имеет место то, что пласты угля бывают довольно тонкие, поэтому используются маленькие экскаваторы, чтобы извлекать полезные ископаемые без примесей вскрышной породы. Экскаваторы обобщенно могут быть классифицированы по объему ковша следующим образом:

- объем ковша $>7 \text{ м}^3$ для вскрышной породы (электромеханические экскаваторы);
- объем ковша $<7 \text{ м}^3$ для угля (гидравлические экскаваторы).

В качестве справочной информации - 1 м^3 породы соответствует примерно 2,5 т ее массы в ковше экскаватора. Удельная масса вскрышной породы составляет $2,51 \text{ т/м}^3$, а угля $1,38 \text{ т/м}^3$.

Очень часто ходимость карьерных самосвалов определяется количеством моточасов, которые также можно пересчитать в количество километров пробега с учетом усреднения – 10...11 моточасов соответствует 1 км пробега. Ходимость «породовозов» и «углевозов» определяется в первую очередь таким параметром, как плечо откатки. Плечо откатки – это расстояние от места погрузки до места выгрузки в километрах. Усредненно плечо откатки «углевоза», как правило, всегда больше, чем «породовоза», что также объясняет меньшую ходимость до отказа «породовоза», поскольку количество циклов разгрузки-погрузки на 1 км пробега у «породовоза» больше.

Также следует отметить некоторый специфический режим эксплуатации, который может встречаться, но при этом в проделанных ранее исследованиях ему не уделялось практически никакого внимания, а именно

режим погрузки легко воспламеняющейся смеси угля и вскрышной породы (см. Рис. **Ошибка! Источники ссылки не найдены.**).

На стыке породы и угольного пласта присутствует легко окисляющийся уголь, при длительном контакте с воздухом он начинает тлеть, а далее и гореть. Чтобы это не привело к масштабному пожару, его складывают сначала отдельно, далее перегружают на самосвал. В момент погрузки угля в грузовую платформу самосвала уголь окисляется сильнее и вспыхивает. Таким образом, можно видеть режимы погрузки полыхающей смеси породы и угля в грузовую платформу. Полыхающую смесь породы и угля свозят в отвалы и распределяют по территории, чтобы удельное содержание такой породы с углем было меньше. Эта смесь лежит и потихоньку тлеет в течение нескольких дней или даже недель. Так как смесь распределена, то минимизирован риск того, чтобы все это перешло в открытое горение. Угольная куча не может долго лежать на одном месте, так как снизу в самом центре уголь также начинает греться и через несколько месяцев может вспыхнуть. По этой причине со складов или на фабрике привезенные кучи стараются полностью убирать примерно раз в месяц (особенно летом, зимой можно чуть подольше хранить). Это связано именно с окислением и риском самовоспламенения угля, причем у разных сортов угля это может происходить по-разному (один может пролежать месяц, другой полгода). Таким образом, погрузка горящего угля – это штатный режим эксплуатации. Температура тления угля около 500...600°C, в момент непосредственно сгорания доходит где-то до 750...800°C.

Выводы

Карьерные самосвалы могут быть классифицированы на самосвалы, транспортирующие полезные ископаемые (в случае эксплуатации в Кузбассе «углевоз»), и самосвалы, транспортирующие вскрышную породу (далее сокращенно «породовоз») после буровзрывных работ.

Типовой цикл эксплуатации «углевоза»: транспортировка угля из забоя на обогащательную фабрику или угольный склад. Типовой цикл эксплуатации «породовоза»: транспортировка больших объемов вскрышной породы после проведения буровзрывных работ в отвал.

Из общего количества перевезенной горной массы карьерными самосвалами объем перевозимой вскрышной породы составляет 92%, и всего 8% самосвалов транспортируют уголь.

Карьерные самосвалы грузоподъемностью 220 т эксплуатируются с разными типами приводов. «Углевоз», как правило, оснащается

асинхронным типом привода, а «породовоз» синхронным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горюнов С. В. Разработка методики прогнозирования долговечности крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов: специальность 05.05.06 «Горные машины»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Горюнов Сергей Викторович, 2021. 124 с.
2. Хорешок А. А., Данилов С. Н., Дубинкин Д. М., Марков С. О., Тюленев М. А. Некоторые особенности отработки наклонных угольных пластов обратными гидроподъемами в комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью 220 тонн // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2023. № 22. С. 91–99. DOI: 10.26160/2658-3305-2023-22-91-99.
3. Pashkov D., Turgenev I., Semenov A. Fire extinguishing systems for dump trucks // E3S Web of Conferences: International Scientific Siberian Transport Forum – TransSiberia 2023, Novosibirsk, Russia, 16–19 мая 2023 года. Vol. 402. Novosibirsk, Russia: EDP Sciences, 2023. P. 10024. DOI: 10.1051/e3sconf/202340210024.
4. Пашков Д. А., Тарасюк И. А. Обоснование передней подвески беспилотного карьерного самосвала грузоподъемностью 220 тонн // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2022. № 17–1. С. 170–178. DOI: 10.26160/2658-3305-2022-17-170-178.
5. 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.
6. Воронов Ю. Е., Воронов А. Ю., Дубинкин Д. М., Максимова О. С. Сравнительная оценка качества функционирования действующих и роботизированных экскаваторно-автомобильных комплексов разрезов // Уголь. 2023. № 11(1173). С. 65–71. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-65-71.
7. Арефьев С. А. Оценка и обоснование рациональных дорожных условий эксплуатации карьерных автосамосвалов большой грузоподъемности. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Специальность: 25.00.22 «Геотехнология» (подземная, открытая и строительная)». Екатеринбург, 2015.
8. Бусел, Б. У. Категории карьерных дорог = Categories of pit roads / Б. У. Бусел // Организация дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов и транспорт: сборник научных трудов конференции / Белорусский национальный технический университет, Автотракторный факультет. - Минск: БНТУ, 2017. - С. 15-25.
9. Буялич Г. Д., Фурман А. С. Исследование

скоростных режимов движения карьерных самосвалов // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 10(41). URL: <https://research-journal.org/archive/10-41-2015-november/issledovanie-skorostnyx-rezhimov-dvizheniya-karernyx-avtosamosvalov> (дата обращения: 21.03.2024). DOI: 10.18454/IRJ.2015.41.064.

10. Сайдуллозода С. С. Оценка энергетических затрат автомобилей-самосвалов на основе модели их функционирования в горных условиях республики Таджикистан / диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / специальность 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины». Челябинск, 2022.

11. Барышников Ю. Н. Расчет нагрузок на несущую систему транспортных средств // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. Вып. 12. URL: <http://engjournal.ru/catalog/eng/teormech/1141.html>.

12. Клебанов Д. А. Разработка технико-технологических решений по созданию и применению роботизированных систем грузоперевозок на открытых горных работах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)». Москва, 2015.

13. Фурман А. С. Оценка эффективности эксплуатации экскаваторно-автомобильных комплексов на технологических трассах разрезов Кузбасса: специальность 05.05.06 «Горные машины»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Фурман Андрей Сергеевич, 2018. 137 с.

14. Воронов А. Ю. Оптимизация показателей эксплуатационной производительности экскаваторно-автомобильных комплексов разрезов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальности: 05.05.06 «Горные машины» и 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Кемерово, 2015.

15. Найден С. Н. Разработка метода и средств диагностирования состояния коммутации тяговых двигателей карьерных самосвалов в условиях эксплуатации / диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / специальность 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты, Омск, 2021.

16. Испеньков С. А., Ракицкий А. А. Моделирование динамической нагруженности рам карьерных самосвалов // Вестник ОГУ. 2011. № 10

(129).

17. Астахова А. А. Повышение долговечности рам карьерных автосамосвалов на основе исследования их напряженно-деформированного состояния. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.05.06 «Горные машины». Кемерово, 2007.

18. Доронин С. В., Донцова Т. В. Статистические модели микропрофиля дорог технологического транспорта // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2011. № 3. С. 202–208.

19. Доронин С. В., Донцова Т. В. Оценка и регулирование свойств рам карьерных самосвалов с трещиноподобными дефектами // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2012. № 6(5). С. 703–714.

20. Доронин С. В., Донцова Т. В. Проектные оценки долговечности и живучести рам карьерных самосвалов // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 2012. № 7(5). С. 760–765.

21. Москвичев В. В., Доронин С. В. Новые подходы к проектным решениям в горном машиностроении // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. № 12. С. 61–70.

22. Паначев И. А., Кузнецов И. В. К методике сохранения ресурса металлоконструкций заднего моста подвески большегрузных автосамосвалов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2015. № 2. С. 82–90.

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

24. Дубинкин Д. М., Ялышев А. В. Определение параметров модели угля для имитационного моделирования погрузки и разгрузки грузовой платформы карьерного самосвала // Уголь. 2023. № S12(1175). С. 4–10. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-S12-4-10.

25. Дубинкин Д. М., Зеяева 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.

© 2024 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Бокарев Александр Игоревич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, г. Москва, Российская Федерация, МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «КАМАЗ-БАУМАН»; e-mail: bokarev@bmstu.ru

Дианов Вадим Андреевич – конструктор, г. Москва, Российская Федерация, МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «КАМАЗ-БАУМАН»; e-mail: vadianov@bmstu.ru

Карташов Александр Борисович – кандидат технических наук, директор центра, г. Москва, Российская Федерация, МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «КАМАЗ-БАУМАН»; e-mail: kartashov@bmstu.ru

Арутюнян Георгий Артурович – кандидат технических наук, заместитель директора, г. Москва, Российская Федерация, МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «КАМАЗ-БАУМАН»; e-mail: georgy.arut@bmstu.ru

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

Пашков Дмитрий Алексеевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, г. Кемерово, Российская Федерация, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева; e-mail: pashkovda@kuzstu.ru

Заявленный вклад авторов:

Бокарев Александр Игоревич – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста, обзор актуальной литературы, сбор данных.

Дианов Вадим Андреевич – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста, обзор актуальной литературы, сбор данных.

Карташов Александр Борисович – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста, обзор актуальной литературы, сбор данных.

Арутюнян Георгий Артурович – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста, обзор актуальной литературы, сбор данных.

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

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

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article**TYPICAL OPERATING CYCLES OF MINING DUMP TRUCKS WITH A LOAD CAPACITY OF 220 TONS**

Alexander I. Bokarev¹, Vadim A. Dianov¹,
Aleksandr B. Kartashov¹, Georgy A. Arutyunyan¹,
Dmitry M. Dubinkin², Dmitry A. Pashkov²

¹ Bauman Moscow State Technical University, KAMAZ-BAUMAN R&D

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

for correspondence: ddm.tm@kuzstu.ru

**Article info**

Received:

01 September 2024

Accepted for publication:

29 September 2024

Abstract.

The design process of mining dump trucks must be accompanied by modeling the operational reliability of the components of the power structure of the load-bearing system and the chassis suspension guide. Ensuring operational reliability is primarily determined by the presence of a mathematical description of representative conditions and operating modes of mining dump trucks on mining routes of sections, and secondarily by the tools, methods and load modeling techniques adapted to the initial data. The generalization of the results of the review of previously performed studies is reduced to the description of proposals for solving particular problems of the topic of operational reliability of quarry equipment and partially reflect the nature of

Accepted:
10 October 2024

Published:
24 October 2024

Keywords: dump truck, cycle of operation, incision, daily operation, carbon, rock carrier.

the operating conditions of quarry dump trucks operating at Kuzbass coal mines. As a result of the work on the article, the authors identified typical cycles of operation of mining dump trucks with a load capacity of 220 tons. The processes of operation of "carbon carriers" and "rock carriers" based on the BelAZ 7530 dump truck model were selected as objects of research in the Kuzbass sections. The authors note that quarry dump trucks can be classified into dump trucks transporting minerals "carbohydrate" and dump trucks transporting overburden rock "rock carrier" after drilling and blasting operations. A typical cycle of operation of a "carbon carrier" is the transportation of coal from the face to a processing plant or coal warehouse. Typical operation cycle of a "rock carrier": transportation of large volumes of overburden after drilling and blasting operations to the dump. Of the total amount of rock transported by quarry dump trucks, the volume of overburden transported is 92%, and only 8% of dump trucks transport coal. Mining dump trucks with a load capacity of 220 tons are operated with different types of drives. The "carbon carrier", as a rule, is equipped with an asynchronous type of drive, and the "rock carrier" is synchronous

For citation: Bokarev A. I., Dianov V. A., Kartashov A. B., Arutyunyan G. A., Dubinkin D.M., Pashkov D. A. Typical operating cycles of mining dump trucks with a load capacity of 220 tons. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2024; 5(165):98-107. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2024-5-98-107, EDN: MSOTLX

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

- Goryunov S.V. Development of a methodology for predicting the durability of large-sized tires of dump trucks: specialty 05.05.06 "Mining machines": dissertation for the degree of candidate of technical Sciences / Goryunov Sergey Viktorovich, 2021. 124 p.
- Khoreshok A.A., Danilov S.N., Dubinkin D.M., Markov S.O., Tyulenev M.A. Some features of mining inclined coal seams with reverse hydraulic shovels in combination with dump trucks with a lifting capacity of 220 tons. *Transport, mining and construction engineering: science and production*. 2023; 22:91–99. DOI: 10.26160/2658-3305-2023-22-91-99.
- Pashkov D., Turgenev I., Semenov A. Fire extinguishing systems for dump trucks. *E3S Web of Conferences: International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2023*. Novosibirsk, Russia. May 16-19, 2023. Vol. 402. Novosibirsk, Russia: EDP Sciences; 2023. P. 10024. DOI: 10.1051/e3sconf/202340210024.
- Pashkov D.A., Tarasyuk I.A. Justification of the front suspension of an unmanned mining dump truck with a lifting capacity of 220 tons. *Transport, mining and construction engineering: science and production*. 2022; 17–1; 170–178. DOI: 10.26160/2658-3305-2022-17-170-178.
- 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.
- Voronov Yu.E., Voronov A.Yu., Dubinkin D.M., Maksimova O.S. Comparative assessment of the quality of functioning of existing and robotic excavator-automobile complexes of sections. *Coal*. 2023; 11(1173); 65–71. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-65-71.
- Arefyev S.A. Assessment and justification of rational road conditions for the operation of heavy-duty dump trucks. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Specialty: 25.00.22. «Geotechnology (underground, open and construction)». Yekaterinburg, 2015.
- Busel B.U. Categories of pit roads = Categories of pit roads. *Organization of traffic and transportation of passengers and goods and transport: collection of scientific papers of the conference*. Belarusian National Technical University. Faculty of Automotive Engineering. Minsk: BNTU; 2017.
- Buyalich G.D., Furman A.S. Investigation of high-speed modes of movement of quarry dump trucks. *International Scientific Research Journal*. 2015; 1 (41). URL: <https://research-journal.org/archive/10-41-2015-november/issledovanie-skorostnyx-rezhimov->

dvizheniya-karernyx-avtosamosvalov (date of application: 03/21/2024). DOI: 10.18454/IRJ.2015.41.064.

10. Saidullozoda S.S. Assessment of energy costs of dump trucks based on a model of their functioning in mountainous conditions of the Republic of Tajikistan. Dissertation for the degree of candidate of technical Sciences. Specialty 05.05.03. Wheeled and tracked vehicles. Chelyabinsk, 2022.

11. Baryshnikov Yu.N. Calculation of loads on the carrier system of vehicles. *Engineering Journal: Science and Innovation*. 2013; 12. URL: <http://engjournal.ru/catalog/eng/teormech/1141.html>.

12. Klebanov D.A. Development of technical and technological solutions for the creation and application of robotic cargo transportation systems in open-pit mining. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Specialty 25.00.22. Geotechnology (underground, open and construction). Moscow, 2015.

13. Furman A.S. Evaluation of the efficiency of operation of excavator-automobile complexes on technological routes of Kuzbass sections: specialty 05.05.06 «Mining machines»: dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Furman Andrey Sergeevich, 2018. 137 p.

14. Voronov A.Yu. Optimization of operational performance indicators of excavator-automobile complexes of sections / dissertation for the degree of candidate of technical Sciences. Specialties: 05.05.06 – «Mining machines» and 05.13.18 – «Mathematical modeling, numerical methods and software packages». Kemerovo, 2015.

15. Found S.N. Development of a method and means of diagnosing the state of switching of traction motors of mining dump trucks under operating conditions. Dissertation for the degree of candidate of Technical Sciences / specialty 05.09.01 – «Electromechanics and electrical device». Omsk, 2021.

16. Ispenkov S.A., Rakitsky A.A. Modeling of dynamic loading of frames of mining dump trucks. *Bulletin of OSU*. 2011. 10(129).

17. Astakhova A.A. Increasing the durability of dump truck frames based on the study of their stress-

strain state / dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / specialty 05.05.06 – «Mining machines», Kemerovo, 2007.

18. Doronin S.V., Statistical models of the microprofile of technological transport roads. *Modern technologies. System analysis. Modeling*. 2011; 3:202–208.

19. Doronin S.V., Dontsova T.V. Assessment and regulation of the properties of the frames of quarry dump trucks with crack-like defects. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies* 2012; 6(5):703–714.

20. Doronin S.V., Dontsova T.V. Design estimates of durability and survivability of dump truck frames. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies* 2012; 7(5):760–765.

21. Moskvichev V.V., Doronin S.V. New approaches to design solutions in mining engineering. *Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)*. 2008; 12:61–70.

22. Panachev I.A., Kuznetsov I.V. To the methodology of preserving the resource of metal structures rear suspension bridge of heavy-duty dump trucks. *Physico-technical problems of mining*. 2015; 2:82–90.

23. Dubinkin D.M., Chichekin I.V., Levenkov Ya.Yu., Harutyunyan G.A. Development of a simulation model of the dynamics of a dump truck for determining the loads acting on the load-bearing system and the cargo platform during loading and unloading of dispersed cargo. *Mining industry*. 2021;(6):117–126. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-6-117-126.

24. Dubinkin D.M., Yalyshev A.V. Determination of coal model parameters for simulation of loading and unloading of a dump truck cargo platform. *Ugol*. 2023; S12(1175):4–10. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-S12-4-10.

25. Dubinkin D.M., Zelyaeva E.A., Aksenov V.V. Technical solutions of bearing systems (frames) of quarry dump trucks as an object of intellectual property. *Coal*. 2024; 5(1180):47–53. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-47-53.

© 2024 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Alexander I. Bokarev – C. Sc. in Engineering, Senior Researcher, Moscow, Russian Federation, Bauman Moscow State Technical University, KAMAZ-BAUMAN Research Centre; e-mail: bokarev@bmstu.ru.

Vadim A. Dianov – Designer, Moscow, Russian Federation, Bauman Moscow State Technical University, KAMAZ-BAUMAN Research Centre; e-mail: vadianov@bmstu.ru.

Aleksandr B. Kartashov – C. Sc. in Engineering, Director of the Centre, Moscow, Russian Federation, Bauman Moscow State Technical University, KAMAZ-BAUMAN Research Centre; e-mail: kartashov@bmstu.ru.

Georgy A. Arutyunyan – C. Sc. in Engineering, Deputy Director, Moscow, Russian Federation, Bauman Moscow State Technical University, KAMAZ-BAUMAN Research Centre; e-mail: georgy.arut@bmstu.ru.

Dmitry M. Dubinkin – C. Sc. in Engineering, Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (28 street Vesennyya, Kemerovo, 650000, Russian Federation), ORCID 0000-0002-8193-9794,

Scopus ID 57197717432; e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Dmitry A. Pashkov – C. Sc. in Engineering, Senior Researcher, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation), e-mail: pashkovda@kuzstu.ru

Contribution of the authors:

Alexander I. Bokarev – setting the research problem, conceptualisation of the study, data analysis, summarising, writing, review of current literature, data collection.

Vadim A. Dianov – research problem statement, research conceptualisation, data analysis, summarising, writing, review of current literature, data collection.

Aleksandr B. Kartashov – research problem statement, conceptualisation of the study, data analysis, summarising, writing, review of current literature, data collection.

Georgy A. Arutyunyan – research problem statement, conceptualisation of the study, data analysis, summarising, writing, review of current literature, data collection.

Dmitry M. Dubinkin – statement of research problem, conceptualisation of the study, data analysis, summarising, writing, review of current literature, data collection.

Dmitry A. Pashkov – statement of research problem, conceptualisation of the study, data analysis, summarising, writing, review of current literature, data collection

All authors have read and approved the final manuscript.

