

Научная статья

УДК 629.017:629.018+629.3.027.3

DOI: 10.26730/1816-4528-2024-5-52-60

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

¹МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «КАМАЗ-БАУМАН»²Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

*E-mail: ddm.tm@kuzstu

АНАЛИЗ ПОКАЗАНИЙ ТЕЛЕМЕТРИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 220 ТОНН



Информация о статье

Поступила:

31 октября 2024 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 ноября 2024 г.

Принята к печати:

22 ноября 2024 г.

Опубликована:

11 декабря 2024 г.

Ключевые слова:

карьерный самосвал, показания телеметрии, разрез, повседневная эксплуатация, углевоз, породовоз.

Аннотация.

В статье проводится анализ показаний телеметрии при эксплуатации карьерных самосвалов грузоподъемностью 220 тонн. В процессе разработки и создания новой техники необходимо проводить исследования ее возможных процессов эксплуатации. Подобные исследования позволят повысить надежность и производительность техники. При разработке новой техники исследования ее процессов эксплуатации проводят на аналогах. Для беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 тонн наиболее распространенным аналогом, эксплуатируемым в Кузбассе, является БелАЗ 7530. Внедрение диспетчеризации на горнодобывающих предприятиях ведется активно, позволяя в режиме реального времени вести наблюдение за процессами эксплуатации карьерных самосвалов. По накопленным данным показаний телеметрии проводятся статистические исследования процессов эксплуатации в определенный период времени. По результатам проведенного исследования процесса эксплуатации «углевозов» и «породовозов» на базе модели БелАЗ 7530 в условиях работы на разрезе Кузбасса отмечено следующее: за одно и то же время работы «породовоз» будет совершать в 1,73 раза больше рейсов, по сравнению с «углевозом», поскольку среднее плечо перевозки для «породовоза» составляет – 2,91 [км] при средней скорости 13,74 [км/ч], а для «углевоза» – 6,73 [км] при средней скорости 18,37 [км/ч]; из всех 730 рейсов, встречающимся за полгода, проведена выборка отдельно для эксплуатации «углевозов» и отдельно для эксплуатации «породовозов» повседневных эксплуатационных режимов, а также проведено усреднение однотипных рейсов по параметрам эксплуатации самосвалов

Для цитирования: Бокарев А. И., Дианов В. А., Карташов А. Б., Арутюнян Г. А., Дубинкин Д.М., Пашков Д.А. Анализ показаний телеметрии при эксплуатации карьерных самосвалов грузоподъемностью 220 тонн // Горное оборудование и электромеханика. 2024. № 5 (175). С. 52-60. DOI: 10.26730/1816-4528-2024-5-52-60, EDN: HUOQHR

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

Разработка и создание новой техники должно сопровождаться исследованием ее процессов эксплуатации [1-3]. Проведение подобных исследований позволит повысить надежность и производительность техники [4-6].

В РФ с 2022 г ведутся работы по разработке и созданию беспилотного карьерного самосвала (БКС) челночного типа грузоподъемностью 220 тонн [7-9]. Так при разработке БКС необходимо исследовать процессы эксплуатации. Процессы эксплуатации возможно изучить и исследовать по эксплуатации аналогов. Для БКС наиболее распро-

Для изучения процесса эксплуатации от режимов нагружения до анализа условий проведены статистические исследования по данным телеметрии БелАЗ 7530 за последние полгода (актуальность на февраль 2024 года) на одном из разрезов Кузбасса. Телеметрия БелАЗ 7530 подразумевает постоянную регистрацию диспетчерским отделом параметров движения самосвалов (координаты «GPS» и скорость).

Полученные данные за полгода детально проанализированы.

Из анализа данных можно сделать следующие выводы:

- общее количество разных рейсов составляет 730 [шт];
- определены места погрузки и разгрузки;
- определён максимальный перепад высот 381 [м].

На рисунке 1 представлена статистика за полгода по частоте распределения разных длин плеч для «углевозов» и «породовозов» отдельно. Плечо перевозки – расстояние в километрах от места погрузки самосвала до места его разгрузки. По результатам анализа графика распределения частоты плеч можно сделать следующие выводы:

- среднее плечо перевозки для «породовоза» составляет – 2,91 [км], а для «углевоза» – 6,73 [км];
- средняя скорость движения «породовоза» 13,74 [км/ч], а «углевоза» 18,37 [км/ч];
- на базе представленной статистики за одно и тоже время работы «породовоз» будет совершать в 1,73 раза больше рейсов, по сравнению с «углевозом».

Общее количество рейсов, проанализированных за полгода, составило 730 [шт], однако не все из представленных рейсов отвечают критериям типовой и повседневной эксплуатации, а также такое большое количество рейсов требует усреднения. Таким образом, по всем рейсам отдельно для эксплуатации «углевозов» и отдельно для эксплуатации «породовозов» проведена выборка повседневных эксплуатационных режимов. Также проведено усреднение однотипных рейсов по параметрам эксплуатации самосвалов. Критерием исключения того или иного события из общего массива данных является одновременное совпадение следующих трёх условий:

- длина плеча перевозки $< 0,750$ [км];
- маршрут встречается в количестве менее 10 раз за полгода;
- маршрут содержит места погрузки или разгрузки, в которых по общей статистике за полгода погрузили или разгрузили груз менее 50 раз соответственно.

Выбранные критерии по мнению авторов статьи являются наиболее характерными для соответствия повседневным условиям эксплуатации карьерных

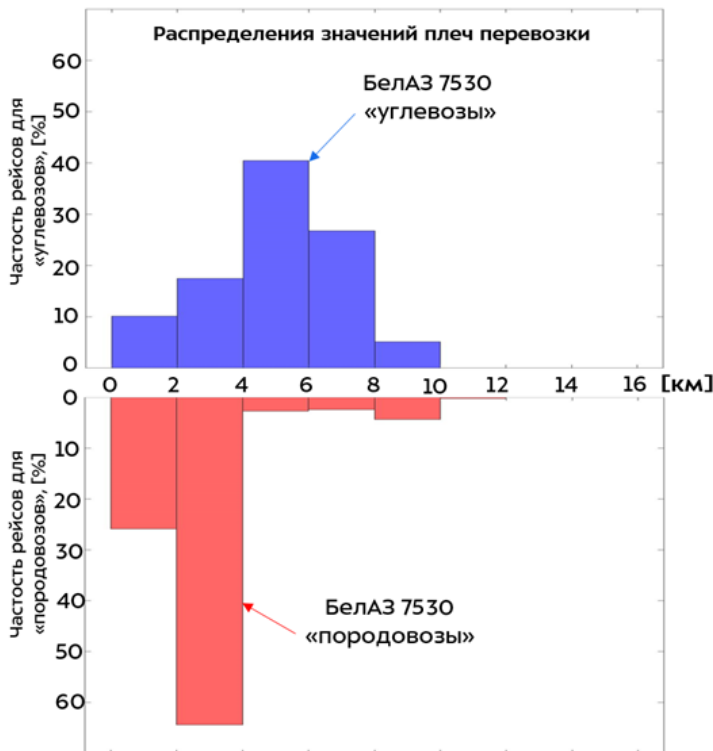


Рис. 1. Статистика распределения плеч для БелАЗ 7530

Fig. 1. Shoulder distribution statistics for BelAZ 7530

страненным аналогом, эксплуатируемым в Кузбассе, является БелАЗ 7530 [10-12]. Изучение процессов эксплуатации БелАЗ 7530 в условиях карьерных дорог позволит корректно задать исходные данные для моделирования эксплуатационной надежности компонентов силовой структуры несущей системы и направляющего аппарата подвески шасси [13-15].

На горнодобывающих предприятиях активно внедряется диспетчеризация [16-18], которая позволяет в режиме реального времени вести наблюдение за процессами эксплуатации карьерных самосвалов. При сборе показаний телеметрии возможно провести статистические исследования процессов эксплуатации в определенный период времени [19, 20].

Целью работы является анализ показаний телеметрии при эксплуатации карьерных самосвалов грузоподъемностью 220 тонн.

Показания телеметрии карьерных самосвалов грузоподъемностью 220 т

самосвалов в перспективе применения в последующих задачах расчёта долговечности. При этом следует отметить, что исключенные режимы не остались без внимания, поскольку некоторые из них планируются быть применены в перспективе для задач прочности. Для пояснения, к нехарактерным режимам отнесены:

- маршрут с длиной плеча 500 [м], где осу-

Из анализа таблицы 1 для «углевоза» определено следующее:

- общее число характерных маршрутов «углевоза» составляет 19 [шт];
- определены 13 мест, в которых происходит погрузка;
- определены 6 мест, в которых происходит разгрузка;

Таблица 1. Результаты усреднения и выборки наиболее характерных маршрутов «углевозов»
Table 1. Results of averaging and sampling of the most characteristic routes of "carbohydrates"

№	Количество повторений за полгода	Усреднённое плечо, [км]	Усреднённая максимальная скорость движения, [км/ч]	Усреднённый максимальный: угол подъема «+», [°]; угол спуска «-», [°]
1	125	6.441	34.24	+5.39; -3.25
2	80	9.513	36.38	+6.01; -3.15
3	54	7.350	33.55	+6.34; -3.39
4	20	10.357	35.09	+6.07; -3.79
5	96	3.993	28.65	+5.84; -1.85
6	15	6.787	29.61	+7.05; -4
7	52	3.970	30.31	+6.73; -1.96
8	290	8.675	32.91	+0; 0
9	22	10.157	35.72	+4.57; -3.52
10	19	3.401	33.75	+3.46; -2.56
11	45	7.719	35.18	+5.55; -1.39
12	14	6.256	32.09	+5.69; -4.69
13	59	6.920	31.14	+4.68; -5.24
14	38	7.132	34.27	+6.53; -3.24
15	80	9.891	32.02	+7.18; -4.32
16	309	5.963	34.85	+5.16; -1.4
17	23	4.682	34.75	+5.76; -2.06
18	171	3.658	29.97	+4.49; -1.78
19	12	6.405	33.00	+7.23; -0.89

ществлялась перевозка груза (масса «к учёту» более 220 [т]) через дорогу из одной кучи в другую в количестве <10 раз за полгода (такие режимы случаются довольно редко, и они являются по большей части исключением из общей повседневной эксплуатации);

- маршрут с длиной плеча 100 [м], где осуществлялась перевозка груза (масса «к учёту» около 220 [т]) и вываливание груза прямо на дороге в количестве <10 раз за полгода (такие режимы случаются в период распутицы, самосвал разгружается прямо на дороге и затем бульдозер ровняет дорогу в направлениях вдоль и поперёк);

- также встречались режимы транспортирования груза на плече около 15 [км] в количестве <10 раз за полгода и объясняется это тем, что иногда оператору приходилось ехать к месту разгрузки по объездной горной дороге по различным причинам (например, в какой-то момент дорогу временно перекрыли для работы бульдозера или на участке произошёл какой-либо нештатный случай).

Результаты усреднения и выборки наиболее характерных маршрутов из анализа эксплуатации «углевозов» представлены в таблице 1.

- минимальная протяженность маршрута – 3,401 [км];

- максимальная протяженность маршрута – 11,441 [км];

- максимальная скорость движения пустого самосвала составляет 42 [км/ч];

- максимальная скорость движения самосвала в гружённом состоянии 39 [км/ч].

Результаты усреднения и выборки наиболее характерных маршрутов из анализа эксплуатации «породовозов» представлены в таблице 2.

Из анализа таблицы 2 для «породовоза» определено следующее:

- общее число характерных маршрутов «породовоза» составляет 27 [шт];

- определены 13 мест, в которых происходит погрузка;

- определены 19 мест, в которых происходит разгрузка;

- минимальная протяженность маршрута – 0,755 [км];

- максимальная протяженность маршрута – 9,876 [км];

- максимальная скорость движения пустого самосвала составляет 42 [км/ч];

Таблица 2. Результаты усреднения и выборки наиболее характерных маршрутов «углевозов»
Table 2. Results of averaging and sampling of the most characteristic routes of "breed carriers"

№	Количество повторений за полгода	Усреднённое плечо, [км]	Усреднённая максимальная скорость движения, [км/ч]	Усреднённый максимальный: угол подъема «+», [°]; угол спуска «-», [°]
1	338	0.755	23.71	+0.00; 0.00
2	20	6.293	35.36	+5.81; -2.93
3	76	2.554	26.72	+0.87; -0.1
4	130	3.201	27.23	+1.97; -2.79
5	34	8.481	32.27	+5.41; -3.62
6	241	2.818	29.35	+0.00; 0.00
7	58	2.213	38.28	+0.00; 0.00
8	35	4.013	29.89	+6.63; -1.31
9	49	2.978	25.65	+6.79; -2.71
10	11	5.646	36.23	+7.83; -5.22
11	17	5.932	34.37	+5.92; -4.62
12	16	5.293	33.43	+6.01; -4.82
13	78	1.743	30.40	+0.00; 0.00
14	14	3.526	27.31	+3.84; -1.48
15	64	3.178	29.03	+4.29; -0.63
16	71	8.660	32.60	+4.02; -5.33
17	117	2.596	25.09	+2.86; -3.78
18	10	8.261	35.58	+5.21; -1.18
19	133	1.456	23.70	+6.36; -0.63
20	20	9.876	33.11	+6.52; -2.85
21	122	1.540	18.53	+8.76; -1.01
22	114	1.401	25.08	+0.00; 0.00
23	20	5.932	31.02	+5.91; -1.1
24	19	2.847	26.06	+4.41; -1.81
25	65	3.002	24.48	+3.89; -0.54
26	241	2.649	25.11	+5.05; -1.49
27	42	2.813	28.20	+3.71; -0.34

- максимальная скорость движения самосвала в гружённом состоянии 38 [км/ч].

Пример сравнения данных телеметрии из собранной статистики для одних из наиболее частых рейсов эксплуатации «углевозов» (маршрут №16 из таблицы 1) и «породовозов» (маршрут №26 из таблицы 2) сравнительно представлены в таблице 3 в виде графиков:

- зависимости координаты X от координаты Y в горизонтальной плоскости для визуализации маршрутов самосвалов (графики №1 из таблицы 3) от мест погрузки до места разгрузки;

- зависимости изменения высоты над уровнем от времени в пути (графики №2 из таблицы 3) при перемещении самосвалов от мест погрузки к местам разгрузки;

- зависимости изменения скорости самосвалов от времени в пути (графики №3 из таблицы 3) при перемещении самосвалов от мест погрузки к местам разгрузки.

Анализ представленных данных таблицы 3 показывает следующие усреднённые результаты:

- представленные графики эксплуатации самосвалов являются усреднением по количеству рей-

сов «углевоза» в количестве 309 [шт] для одного маршрута работы, и для «породовоза» в количестве 241 [шт] для другого маршрута работы;

- усреднённое значение длины плеча за все рейсы для «углевоза» составляет 5,963 [км], а для «породовоза» 2,649 [км];

- усреднённое значение перепада высоты над уровнем моря за все рейсы для маршрута движения «углевоза» составляет 158 [м], а для маршрута движения «породовоза» 169 [м];

- усреднённое значение максимальной скорости за все рейсы для маршрута движения «углевоза» составляет 34,9 [км/ч], а для самосвала «породовоза» 25,1 [км/ч];

Таким образом, по мнению авторов статьи, полученные и представленные данные обладают высокой практической значимостью для исследователей и ученых, занимающихся проектированием горного автопарка, а также занятых анализом взаимосвязи эксплуатационной надежности с производительностью.

Выводы

Полученные результаты режимометрирования самосвалов модели БелАЗ 7530 формируют необ-

Таблица 3. Пример статистических данных наиболее частых рейсов для «углевоза» и «породовоза»
 Table 3. An example of statistical data on the most frequent flights for a "carbon carrier" and a "rock carrier"

№	Эксплуатация БелАЗ 7530 «углевоз» количество рейсов за полгода – 309 [шт]	Эксплуатация БелАЗ 7530 «породовоз» количество рейсов за полгода – 241 [шт]
1	<p>Маршрут движения "углевоза" Длина "плеча" = 5.963 [км] (расстояние от места погрузки до места разгрузки)</p>	<p>Маршрут движения "породовоза" Длина "плеча" = 2.649 [км] (расстояние от места погрузки до места разгрузки)</p>
2	<p>Изменение высоты над уровнем моря для маршрута "углевоза"</p>	<p>Изменение высоты над уровнем моря для маршрута "породовоза"</p>
3	<p>Изменение скорости самосвала (маршрут "углевоза")</p>	<p>Изменение скорости самосвала (маршрут "породовоза")</p>

ходимые предпосылки в области наработки нормативной методической базы для выстраивания эффективного процесса проектирования карьерных самосвалов, поскольку дают ценную информацию для возможности тщательной проработки методики моделирования эксплуатационной надежности карьерных самосвалов.

По результатам проведенного исследования процесса эксплуатации «углевозов» и «породовозов» на базе модели БелАЗ 7530 в условиях работы на разрезе Кузбасса можно выделить следующие суммарные выводы:

- за одно и тоже время работы «породовоз» будет совершать в 1,73 раза больше рейсов, по сравнению с «углевозом», поскольку среднее плечо перевозок для «породовоза» составляет – 2,91 [км] при средней скорости 13,74 [км/ч], а для «углевоза» – 6,73 [км] при средней скорости 18,37 [км/ч];
- из всех 730 рейсов, встречающимся за полгода, проведена выборка отдельно для эксплуатации «уг-

левозов» и отдельно для эксплуатации «породовозов» повседневных эксплуатационных режимов, а также проведено усреднение однотипных рейсов по параметрам эксплуатации самосвалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Буялич Г.Д. Исследование скоростных режимов движения карьерных самосвалов / Г.Д. Буялич, А.С. Фурман // Международный научно-исследовательский журнал. - 2015. - №10 (41). - URL: <https://research-journal.org/archive/10-41-2015-november/issledovanie-skorostnyx-rezhimov->

dvizheniya-karernykh-avtosamosvalov (дата обращения: 21.03.2024). - doi: 10.18454/IRJ.2015.41.064

3. 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>

4. 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.

5. 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):117–126. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-6-117-126. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47501657>

6. 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.

7. Хорешок А.А., Данилов С.Н., Дубинкин Д.М., Марков С.О., Тюленев М.А. Некоторые особенности обработки наклонных угольных пластов обратными гидролопатами 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.

8. Pashkov, D. Fire extinguishing systems for dump trucks / D. Pashkov, I. Turgenev, A. Semenov // 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.

9. 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.

10. 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.

11. Дубинкин Д. М., Пашков Д.А. Импортнезависимость производства беспилотных карьерных

самосвалов // Уголь. – 2023. – № 4(1166). – С. 42-48. – DOI 10.18796/0041-5790-2023-4-42-48.

12. Дубинкин Д. М., Зеляева Е.А., Аксенов В.В. Технические решения несущих систем (рам) карьерных самосвалов как объект интеллектуальной собственности / Д. М. Дубинкин, Е. А. Зеляева, В. В. Аксенов // Уголь. – 2024. – № 5(1180). – С. 47-53. – DOI 10.18796/0041-5790-2024-5-47-53.

13. Kudrevatykh A.V., Furman A.S., Ascheulov A.S., Ashcheulova A.S., Karnadud O.S. Application of mathematical data processing to determine the actual technical state of the motor-wheel belaz gear box // Journal of Physics: Conference Series : II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021), St.Petersburg, 03–06 марта 2021 года. Vol. 1889. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 42028. – DOI 10.1088/1742-6596/1889/4/042028.

14. Андреева Л.И., Красникова Т.И., Ушаков Ю.Ю. Методология формирования эффективной системы обеспечения работоспособности горной техники // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2019. № 5. С. 92-106.

15. Zhetesova G.S., Dandybaev E.S., Zhunuspekov D.S., Zhekibaeva K.K. Improvement of the organization of maintenance and repair of dumpcars // Material and Mechanical Engineering Technology. 2020. Т. 1. № 1. С. 33-38.

16. Toskunin I., Tyagunin A., Lagunov A., Kutinov Y., Chistova Z. Study of the features of the operation of a dump truck BELAZ 75131 at the enterprise of JSC "AGD DIAMONDS" in the conditions of the far north // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". 2020. С. 042042.

17. 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.

18. Кузин Е.Г., Пудов Е.Ю., Дубинкин Д.М. Анализ отказов узлов карьерных самосвалов в условиях эксплуатации / Е.Г. Кузин, Е.Ю. Пудов, Д.М. Дубинкин // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 2(154). – С. 55-61. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-2-55-61.

19. Khazin M.L., Furzikov V.V., Tarasov P.I. Increasing mining dump trucks operation efficiency with the use of gas piston engines // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2020. № 2. С. 77-85.

20. Зырянов И.В., Корняков М.В., Непомнящих К.А., Труфанов А.И., Храмовских В.А., Шевченко А.Н. Сетевая платформа автоматизации прогнозирования отказов карьерных самосвалов // Горная промышленность. – 2024. – № 3. – С. 56-63. – DOI 10.30686/1609-9192-2024-3-56-63.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

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

DOI: 10.26730/1816-4528-2024-5-52-60

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

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

²T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

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

ANALYSIS OF TELEMETRY READINGS DURING THE OPERATION OF MINING DUMP TRUCKS WITH A LOAD CAPACITY OF 220 TONS



Article info

Received:

31 October 2024

Accepted for publication:

15 November 2024

Accepted:

22 November 2024

Abstract.

The article analyzes the telemetry readings during the operation of mining dump trucks with a load capacity of 220 tons. In the process of developing and creating new equipment, it is necessary to conduct research on its possible operation processes. Such studies will improve the reliability and performance of equipment. When developing a new technique, studies of its operation processes are carried out on analogues. For an unmanned dump truck of the shuttle type with a lifting capacity of 220 tons, the most common analogue operated in Kuzbass is BelAZ 7530. The implementation of dispatching at mining enterprises is actively underway, allowing real-time monitoring of the operation of mining dump trucks. According to the accumulated data of telemetry readings, statistical studies of the operation processes are carried out in a certain period of time. According to the results of the study of the operation of "carbon carriers" and "rock carriers" based on the BelAZ 7530 model in working conditions at the Kuzbass section, the

Published:
11 December 2024

Keywords: mining dump truck, telemetry readings, incision, daily operation, carbon, rock truck.

following was noted: during the same time of operation, the "rock carrier" will make 1.73 times more flights compared to the "carbon carrier", since the average transportation shoulder for the "rock carrier" is – 2.91 [km] at an average speed of 13.74 [km/h], and for "carbon" – 6.73 [km] at an average speed of 18.37 [km/h]; of all 730 flights occurring over six months, a sample was carried out separately for the operation of "carbon carriers" and separately for the operation of "rock carriers" of daily operating modes, as well as averaging of the same type of flights according to the parameters of dump truck operation.

For citation: Bokarev A.I., Dianov V.A., Kartashov A.B., Arutyunyan G.A., Dubinkin D.M., Pashkov D.A. Analysis of telemetry readings during the operation of mining dump trucks with a load capacity of 220 tons. Mining Equipment and Electromechanics, 2024; 5(175):52-60 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2024-5-52-60, EDN: HUOQHR

Acknowledgments

This work was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation under Agreement № 075-15-2022-1198 dated 30.09.2022 with the T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University on complex scientific and technical program of full innovation cycle «Development and implementation of complex technologies in the areas of exploration and extraction of solid minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new deep conversion products from coal raw materials while consistently reducing the environmental impact and risks to human life» (the «Clean Coal – Green Kuzbass» Integrated Scientific and Technical Programme of the Full Innovation Cycle) as part of implementing the project «Development and creation of an unmanned shuttle-type mining dump truck with a payload of 220 tons» in terms of research, development and experimental-design work.

REFERENCES

1. 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.
2. Buyalich G.D. Investigation of high-speed modes of movement of quarry dump trucks / G.D. Buyalich, A.S. Furman // International Scientific Research Journal. - 2015. - №10 (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
3. Baryshnikov Yu.N. Calculation of loads on the load-bearing system of vehicles. Engineering Journal: Science and Innovation, 2013, vol. 12. URL: <http://engjournal.ru/catalog/eng/teormech/1141.html>
4. 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.
5. 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. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47501657>
6. 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.
7. 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. – No. 22. – pp. 91-99. – DOI 10.26160/2658-3305-2023-22-91-99.
8. Pashkov, D. Fire extinguishing systems for dump trucks / D. Pashkov, I. Turgenev, A. Semenov // 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.
9. 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. – No. S12(1175). – pp. 4-10. – DOI 10.18796/0041-5790-2023-S12-4-10.
10. 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. – No. 17-1. – pp. 170-178. – DOI 10.26160/2658-3305-2022-17-170-178.
11. Dubinkin D. M., Pashkov D.A. Import dependence of production of unmanned mining dump trucks // Coal. – 2023. – № 4(1166). – Pp. 42-48. – DOI 10.18796/0041-5790-2023-4-42-48.
12. Dubinkin D. M., Zelyaeva E.A., Aksenov V.V. Technical solutions of bearing systems (frames) of dump trucks as an object of intellectual property / D. M. Dubinkin, E. A. Zelyaeva, V. V. Aksenov // Coal. – 2024. – № 5(1180). – Pp. 47-53. – DOI 10.18796/0041-5790-2024-5-47-53.

13. Kudrevatykh A.V., Furman A.S., Ascheulov A.S., Ashcheulova A.S., Karnadud O.S. Application of mathematical data processing to determine the actual technical state of the motor-wheel belaz gear box // Journal of Physics: Conference Series : II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021), St.Petersburg, 03–06 марта 2021 года. Vol. 1889. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 42028. – DOI 10.1088/1742-6596/1889/4/042028.

14. Andreeva L.I., Krasnikova T.I., Ushakov Yu.Yu. Methodology for the formation of an effective system for ensuring the operability of mining equipment // Izvestia of higher educational institutions. Mining magazine. 2019. No. 5. pp. 92-106.

15. Zhetesova G.S., Dandybaev E.S., Zhunuspekov D.S., Zhekibaeva K.K. Improvement of the organization of maintenance and repair of dump-cars // Material and Mechanical Engineering Technology. 2020. Vol. 1. No. 1. pp. 33-38.

16. Toskunin I., Tyagunin A., Lagunov A., Kutinov Y., Chistova Z. Study of the features of the operation of a dump truck BELAZ 75131 at the enterprise of JSC "AGD DIAMONDS" in the conditions of the far north // IOP Conference Series: Earth and Environmental

Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". 2020. p. 042042.

17. 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 // Ugol. – 2023. – № 11(1173). – Pp. 65-71. – DOI 10.18796/0041-5790-2023-11-65-71.

18. Kuzin E.G., Pudov E.Yu., Dubinkin D.M. Analysis of failures of mining dump truck units under operating conditions / E.G. Kuzin, E.Yu. Pudov, D.M. Dubinkin // Mining equipment and electromechanics. – 2021. – № 2(154). – Pp. 55-61. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-2-55-61.

19. Khazin M.L., Furzikov V.V., Tarasov P.I. Increasing mining dump trucks operation efficiency with the use of gas piston engines // Izvestia of higher educational institutions. Mining magazine. 2020. No. 2. pp. 77-85.

20. Zyryanov I.V., Korniyakov M.V., Nepomnyashchikh K.A., Trufanov A.I., Khramovskikh V.A., Shevchenko A.N. Network automation platform for predicting failures of mining dump trucks // Mining industry. – 2024. – No. 3. – pp. 56-63. – DOI 10.30686/1609-9192-2024-3-56-63.

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

The authors declare no conflict of interest.

About the author:

Alexander I. Bokarev - Candidate of Technical Sciences, 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 - Candidate of Technical Sciences, Director of the Centre, Moscow, Russian Federation, Bauman Moscow State Technical University, KAMAZ-BAUMAN Research Centre; e-mail: kartashov@bmstu.ru.

Georgy A. Arutyunyan - Candidate of Technical Sciences, Deputy Director, Moscow, Russian Federation, Bauman Moscow State Technical University, KAMAZ-BAUMAN Research Centre; e-mail: georgy.arut@bmstu.ru.

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

Dmitry A. Pashkov - Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Kemerovo, Russian Federation, Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev. T.F. Gorbachev; 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.

Authors have read and approved the final manuscript.

