

Научная статья

УДК 629.356 + 622.684

DOI: 10.26730/1816-4528-2025-4-91-100

Зайцев Леонид Александрович¹, Бокарев Александр Игоревич¹, Дианов Вадим Андреевич¹,
Нескин Иван Владимирович¹, Садовец Владимир Юрьевич^{2*}, Тургенев Илья Александрович²

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

* для корреспонденции: svyu.pmh@kuzstu.ru

СБОР ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ БЕЛАЗ-7530 (ЧАСТЬ 2)



Информация о статье

Поступила:

30 июня 2025 г.

Одобрена после
рецензирования:

30 июля 2025 г.

Принята к печати:

01 августа 2025 г.

Опубликована:

28 августа 2025 г.

Ключевые слова:

карьерный самосвал, нагрузка систем автосамосвала, несущая система, долговечность, ходовая часть, эффективность эксплуатации, эксперимент, системы сбора данных, обработка сигналов

Аннотация.

Статья посвящена сбору экспериментальных данных в процессе эксплуатации карьерных автосамосвалов для дальнейшего определения нагруженности основных узлов жесткорамных автосамосвалов. Отмечается актуальность сбора экспериментальных данных об эксплуатации карьерных самосвалов в реальных условиях эксплуатации. Представлен перечень необходимых данных для сбора (информация о скорости и положении карьерного автосамосвала в карьере, ходах подвески, режиме работы силовой установки и трансмиссии, положении рулевого управления, воздействии водителя на органы управления). Разработана структура системы сбора данных. Приведен перечень компонентов системы сбора данных, которой должны оснащаться автосамосвалы с указанием расположения основных компонентов системы сбора данных на карьерном автосамосвале. Авторы отмечают, что сбору экспериментальных данных должен предшествовать этап контрольных заездов, основная задача которого – контроль корректности и одобрение полученных данных. По результатам успешного завершения серии контрольных заездов и одобрения результатов должна проводиться основная серия экспериментальных заездов. Результатами проведения основной серии экспериментальных заездов являются плоские и пространственные карты испытаний, карта всех записанных маршрутов. Полученные данные ввиду значительного объема необходимо обработать для возможности анализа и последующей работы с сигналами. В заключение отмечено, что записанные данные позволяют реализовать авторский метод расчетного определения нагруженности узлов карьерного автосамосвала с целью анализа путей повышения ресурса ходовой части и несущей системы карьерного автосамосвала, а также потенциально должны позволить получить: данные о микро- и макро- профиле карьерных дорог; временные истории и амплитудно-частотные характеристики поддресоренных и не-поддресоренных частей самосвала; усредненные данные об эксплуатационных характеристиках горных дорог разреза (средние и предельные углы подъема и спуска, количество рейсов погрузки и разгрузки, количество пробега без груза и с грузом, интенсивность нагружения самосвала и многое другое).

Для цитирования: Зайцев Л.А., Бокарев А.И., Дианов В.А., Нескин И.В., Садовец В.Ю., Тургенев И.А. Сбор экспериментальных данных об эксплуатации карьерных автосамосвалов БЕЛАЗ 7530 (часть 2) // Горное оборудование и электромеханика. 2025. № 4 (180). С. 91-100. DOI: 10.26730/1816-4528-2025-4-91-100, EDN: PXRAPC

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

Введение

Простои любой техники приводят к экономическим затратам предприятий [1, 2]. Так, при введении открытых горных работ наиболее затратным процессом является транспортирование горной массы от забоя в места выгрузки [3-5]. Наибольшей популярностью для транспортирования горной массы пользуются карьерные самосвалы (КС) [6-8]. Таким образом, затраты при эксплуатации карьерных самосвалов являются одними из основных на предприятии. Простои КС, связанные с отказами и преждевременным износом узлов и агрегатов техники, значительно снижают эффективность машины [9-11].

Согласно статистическим данным об отказах высоконагруженных узлов КС наибольшее число отказов приходится на несущую систему и ходовую часть [12-14]. Для увеличения надежности КС недостаточно знать, какой узел чаще выходит из строя, необходимы более подробные исследования режимов эксплуатации этих узлов. Для проведения данных исследований необходим сбор экспериментальных данных об эксплуатации карьерных самосвалов в реальных условиях эксплуатации.

Таким образом, работы по сбору экспериментальных данных об эксплуатации карьерных самосвалов в реальных условиях эксплуатации являются актуальными.

Объектом исследования в рамках работы выбран карьерный автосамосвал БЕЛАЗ-7530 грузоподъемностью 220 т.

Подготовка самосвалов к испытаниям

Помимо определения колесных нагрузок [15-17], для получения наиболее полных и достоверных данных об эксплуатационных режимах необходим сбор дополнительной информации о скорости и положении карьерного автосамосвала в карьере, ходах подвески, режиме работы силовой установки и трансмиссии, положении рулевого управления, воздействии водителя на органы управления.

Структура системы сбора данных, обеспечива-

ющей сбор необходимых параметров о движении карьерного автосамосвала, представлена на Рис. 1.

Перечень сигналов и датчиков, необходимых для их измерения, соответствует структурной схеме системы сбора данных (Рис. 1) и представлен в Таблице 1.

Для получения дополнительной информации о движении самосвала и построения развертки карты эксплуатации автосамосвалов использованы данные GPS (на англ. Global Positioning System – глобальная система позиционирования).

Масса перевозимого груза, а также распределение груза на платформе определяется на основе данных системы динамического взвешивания по датчикам давления в пневмогидравлических рессо-рах (ПГР) через CAN-шину.

Для подробного определения режима движения автосамосвала регистрируется скорость и пройденный путь, ускорение центра масс, углы крена кузова и угловые скорости самосвала. Все параметры определяются единым инерционным датчиком, установленным в кабине самосвала.

Нагруженность поддрессоренных и недрессоренных частей автосамосвала определяется трехкомпонентными датчиками ускорения, установленными на кулаках, заднем мосту и несущей системе.

На части заездов дополнительные параметры о работе подвески и рулевого управления получены при помощи тросовых датчиков продольных перемещений: ход пневмогидравлических рессоров, положение гидроцилиндров рулевого управления.

Дополнительные данные о режиме движения автосамосвала регистрируются через CAN-шину карьерного самосвала: крутящий момент, частота оборотов двигателя и параметры трансмиссии, управляющее воздействие от оператора на педаль акселератора и педаль тормоза, дублирующие значения скорости и пробега самосвала.

Компоненты системы сбора данных, которой оснащены автосамосвалы, представлены в Таблице 2.

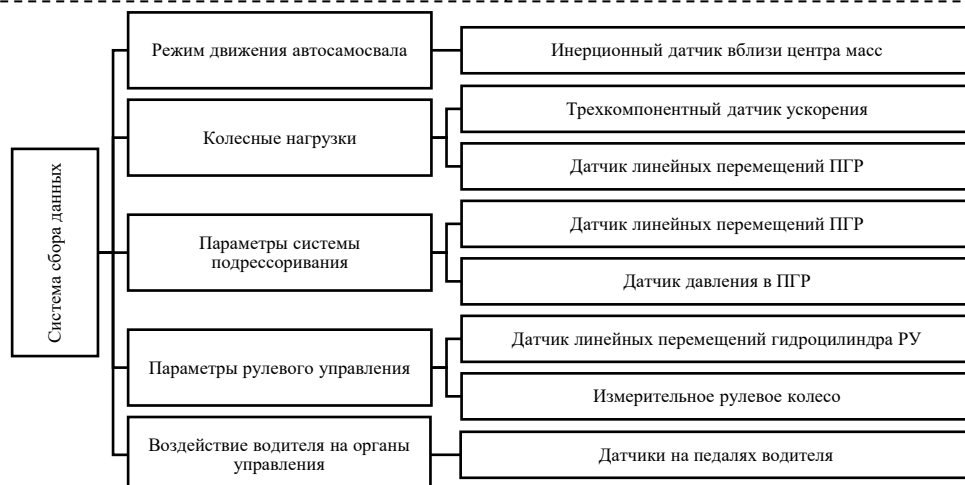


Рис. 1. Структура системы сбора данных об эксплуатационных режимах

Fig. 1. The structure of the data collection system on operational conditions

Расположение основных компонентов системы сбора данных на карьерном автосамосвале представлено на Рис. 2. Компоненты 1-3 системы сбора данных установлены симметрично по обоим бортам автосамосвала.

Фотографии мест установки датчиков ускорений и датчиков перемещений представлены на Рис. 3.

Процедура одобрения записанных данных

Сбору экспериментальных данных предшествует этап контрольных заездов, основная задача которого – контроль корректности и одобрение полученных данных.

Комплекс контрольных заездов состоит из следующей последовательности испытаний:

- поворот влево и вправо из нейтрального положения руля до упора;
- замер люфта в рулевом управлении;
- движение вперед и назад с последующей остановкой;

- выезд в разрез – тестовая запись одного рейса.

По результатам контрольных заездов проводится оценка корректности зарегистрированных данных. В качестве примера записываемых данных и их анализа на предмет оценки корректности – на Рис. 4 представлена зависимость перемещения правого ГЦ от перемещения левого ГЦ. Зависимость перемещений нелинейная, что свидетельствует о повороте внешнего колеса на меньший угол, чем внутреннее, и соответствует принципу Аккермана в

Таблица 1. Перечень сигналов и датчиков в составе системы сбора данных

Table 1. List of signals and sensors in the data acquisition system

№ п/п	Наименование сигнала	Диапазон измерения	Оборудование
1	Скорость самосвала	0.3...100 [км/ч]	Инерционный датчик
2	Пробег самосвала	-	
3	Продольное ускорение около центра масс самосвала	±5 [g]	
4	Поперечное ускорение около центра масс самосвала	±5 [g]	
5	Вертикальное ускорение около центра масс самосвала	±5 [g]	
6	Продольный угол наклона	±15 [°]	
7	Поперечный угол наклона (крен)	±15 [°]	
8	Ускорение вокруг оси X	±100 [°/с]	
9	Ускорение вокруг оси Y	±100 [°/с]	
10	Ускорение вокруг оси Z	±100 [°/с]	
11	Координата X плоскости дороги	-	
12	Координата Y плоскости дороги	-	
13	Координата Z плоскости дороги	-	
14	Ускорение на кулаке переднем левом	±50...250 [g]	Трехкомпонентный датчик ускорения
15	Ускорение на кулаке переднем правом	±50...250 [g]	
16	Ускорение на заднем мосту по левому борту	±50...250 [g]	
17	Ускорение на заднем мосту по правому борту	±50...250 [g]	
18	Ускорение на несущей системе передний левый борт	±10...50 [g]	
19	Ускорение на несущей системе передний правый борт	±10...50 [g]	
20	Ускорение на несущей системе задний левый борт	±10...50 [g]	
21	Ускорение на несущей системе задний правый борт	±10...50 [g]	
22	Перемещение пневмогидравлической рессоры (передняя правая)	±200 [мм]	Тросовый датчик линейных перемещений
23	Перемещение пневмогидравлической рессоры (передняя левая)	±200 [мм]	
24	Перемещение пневмогидравлической рессоры (задняя правая)	±200 [мм]	
25	Перемещение пневмогидравлической рессоры (задняя левая)	±200 [мм]	
26	Перемещение гидравлического цилиндра рулевого управления (левый)	±200 [мм]	
27	Перемещение гидравлического цилиндра рулевого управления (правый)	±200 [мм]	
28	Передача в трансмиссии	-	Данные из CAN-шины автосамосвала
29	Крутящий момент двигателя	-	
30	Частота вращения двигателя	-	
31	Положение педали акселератора	0...100 [%]	
32	Положение педали тормоза	0...100 [%]	
33	Скорость самосвала (дублирование)	-	
34	Пробег самосвала (дублирование)	-	
35	Давление в пневмогидравлической рессоре (передняя правая)	-	
36	Давление в пневмогидравлической рессоре (передняя левая)	-	
37	Давление в пневмогидравлической рессоре (задняя правая)	-	
38	Давление в пневмогидравлической рессоре (задняя левая)	-	
39	Угол поворота рулевого колеса	±1250 [°]	Измерительное рулевое колесо

Таблица 2. Компоненты системы телеметрии

Table 2. Components of the telemetry system

№ поз.	Наименование компонента
1	Датчики ускорений трехкомпонентные (X, Y, Z) – диапазон $\pm 10...50g$
2	Датчики ускорений трехкомпонентные (X, Y, Z) – диапазон $\pm 50...250g$
3	Датчики перемещений
4	Инерционный датчик
5	Система сбора данных с датчиков
6	Ноутбук, принимающий данные от системы сбора данных
7	Измерительное рулевое колесо
8	Датчики положения педалей
9	Датчики перемещения гидроцилиндров рулевого управления
10	GPS
11	CAN-шина двигателя
12	CAN-шина автосамосвала

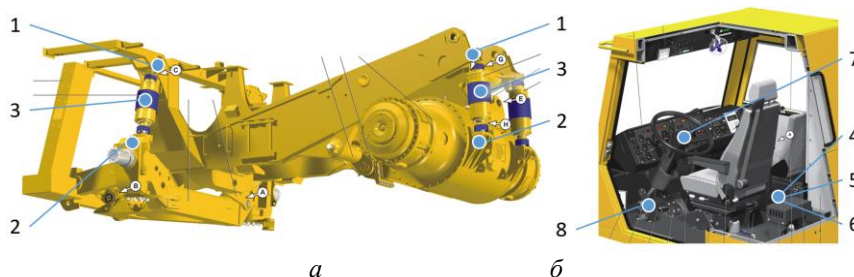


Рис. 2. Расположение компонентов системы телеметрии

a – шасси БелАЗ-7530; б – кабина БелАЗ-7530

Fig. 2. Location of the telemetry system components

a – BelAZ-7530 chassis; b – BelAZ-7530 cabin

рулевым управлением, что говорит о корректности регистрируемых данных.

Во время контрольных заездов производилась регистрация перемещения пневмогидравлических рессор (ПГР). На Рис. 5 представлено соответствие экспериментально определенного давления в ПГР (отмечено красным) предварительно рассчитанной упругой характеристики ПГР исследуемого автосамосвала (отмечено синим).

По результатам успешного завершения серии контрольных заездов и одобрения результатов становится возможным проведение основной серии экспериментальных заездов.

Проведение испытаний

По результатам проведения основной серии экспериментальных заездов получены плоские и пространственные карты испытаний, карта всех записанных маршрутов представлена на Рис. 6. Представленная карта представляет собой сравнение существующих дорог карьера, по которым в течение времени, предшествующего проведению экспериментов, происходило движение автосамосвалов (отмечено черным) и записи GPS-координат в процессе проведения серии экспериментальных заездов по режимометрированию (отмечено красным). Полученная карта освидетельствует о 90% покрытии существующих на карьере маршрутов серий экспериментальных заездов.

По результатам проведения испытаний было записано свыше 110 дискретных записей 70 различных маршрутов движения автосамосвала. Выпол-

ненная серия экспериментальных заездов обладает рядом достоинств:

- перекрытие дорог, для которых были собраны экспериментальные данные в основной серии заездов, превышает 90% от общей протяженности карьерных дорог;

- не удалось зарегистрировать данные лишь для части подъездных дорог (ввиду их временного закрытия или смещения в процессе разработки карьера), что является допустимым ввиду их малой протяженности;

- для каждой записи экспериментальных данных возможно поставить в соответствие режим эксплуатации: параметры движения автосамосвала, тип дороги, скорость, массу перевозимого груза.

Пример записи давления в ПГР на одном из маршрутов представлен на Рис. 7.

Как видно из Рис. 7, по характеру изменения давления в ПГР можно судить о режиме движения – погрузка, ожидание начала движения, движение к обогатительной фабрике. Для удобства на Рис. 7 вместе с изменением давления в ПГР наложен график изменения скорости, записанные параметры коррелируют друг с другом, что дополнительно свидетельствует о соответствии режимов их названий.

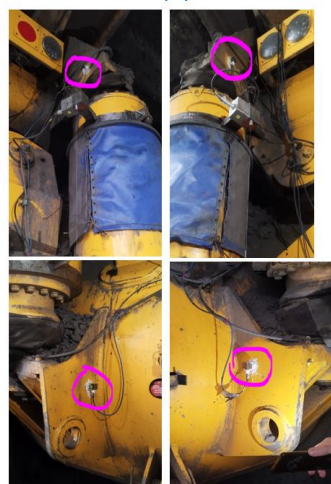
Пример записи ускорений и показаний GPS на одном из маршрутов представлен на Рис. 8., в качестве примера анализа результатов сбора данных с датчиков ускорений представлено изменение поперечных ускорений для одного из маршрутов, для удобства анализа результатов на графики наложено изменение скорости и карта GPS координат записанного маршрута. Совокупность измерительных сигналов позволяет в полной мере идентифицировать режим и интенсивность нагрузки (по величине ускорения) по представленным результатам – движение порожним, погрузка, движение груженным. Как видно из Рис. 8, при движении порожним и груженным на карте GPS координат имеется один из криволинейных участков, и его возможно интерпретировать с показаниями ускорений и оценивать адекватность записанных значений.

Каждый из записанных маршрутов (в количестве 70 наименований) представляет собой запись движения от обогатительной фабрики (место разгрузки полезных ископаемых – угля) или места разгрузки вскрышной породы к месту погрузки, погрузку перевозимого груза в грузовую платфор-

Датчики ускорений (трёхкомпонентные) по левому и правому бортам передней подвески – поддрессоренные и неподдрессоренные части (8395A050AEEA00 фирмы Kistler на 50g)

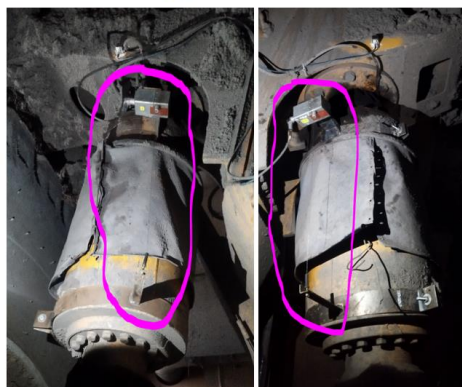


Датчики ускорений (трёхкомпонентные) по левому и правому бортам задней подвески – поддрессоренные и неподдрессоренные части (8395A050AEEA00 фирмы Kistler на 50g)



а

Тросиковые датчики перемещения гидропневмореессор передней подвески по левому и правому бортам (WS10-500-420A-L10-M4-M12-HG, фирмы ASM)



Тросиковые датчики перемещения гидропневмореессор задней подвески по левому и правому бортам (WS10-500-420A-L10-M4-M12-HG, фирмы ASM)



б

Рис. 3. Фотографии мест установки основных датчиков:

а – фотографии мест установки датчиков ускорений; б – фотографии установки датчиков перемещения (тросиковые датчики)

Fig. 3. Photos of the installation sites of the main sensors:

а – photos of the installation sites of acceleration sensors; б – photos of the installation of motion sensors (cable sensors)

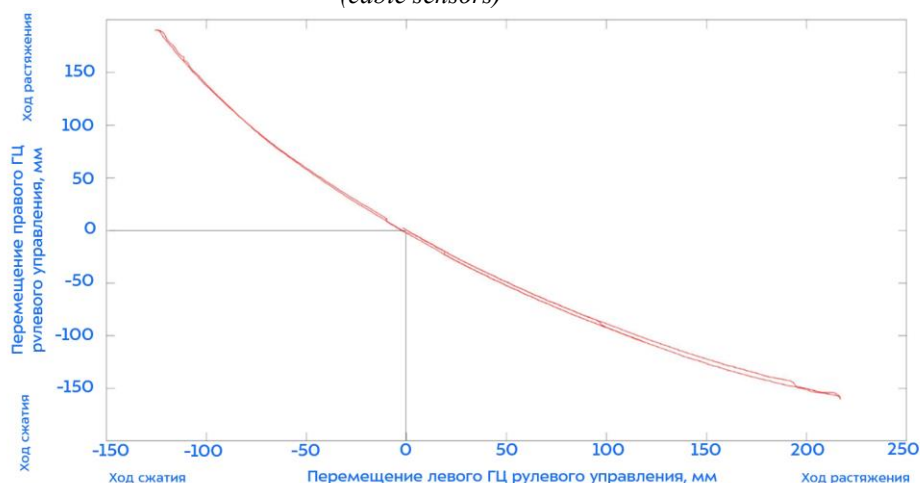


Рис. 4. Зависимость перемещений гидроцилиндров между собой в контрольных заездах

Fig. 4. Dependence of hydraulic cylinder movements among themselves in control races

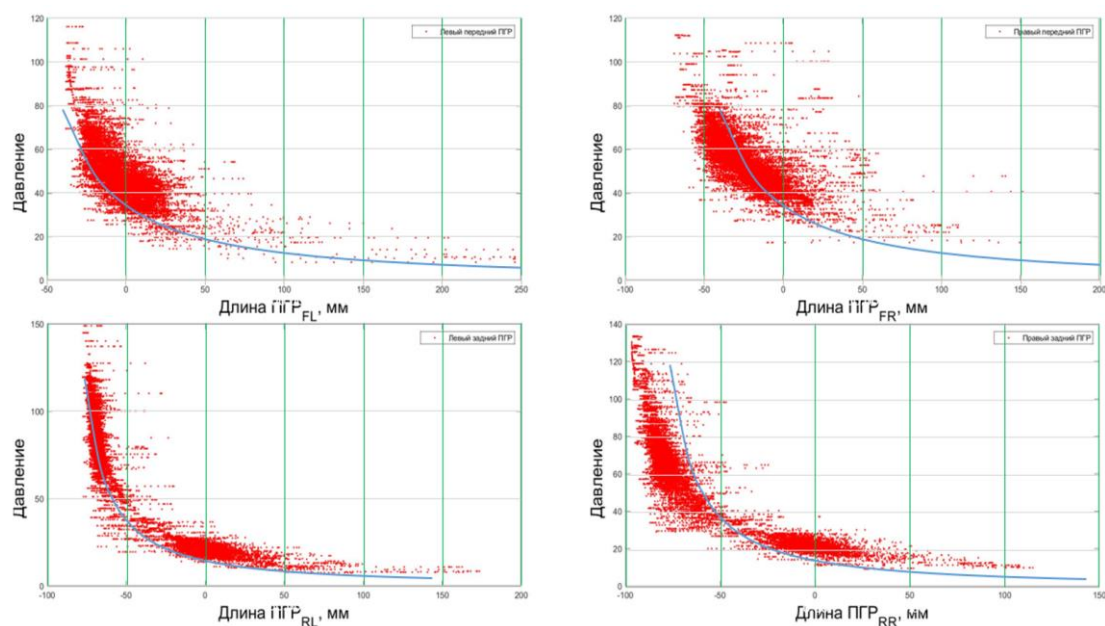


Рис. 5. Соответствие изменения давления в пневмогидравлических рессорах карьерного автосамосвала аналитическим зависимостям

Fig. 5. Correspondence of pressure changes in the pneumohydraulic springs of a dump truck to analytical dependencies

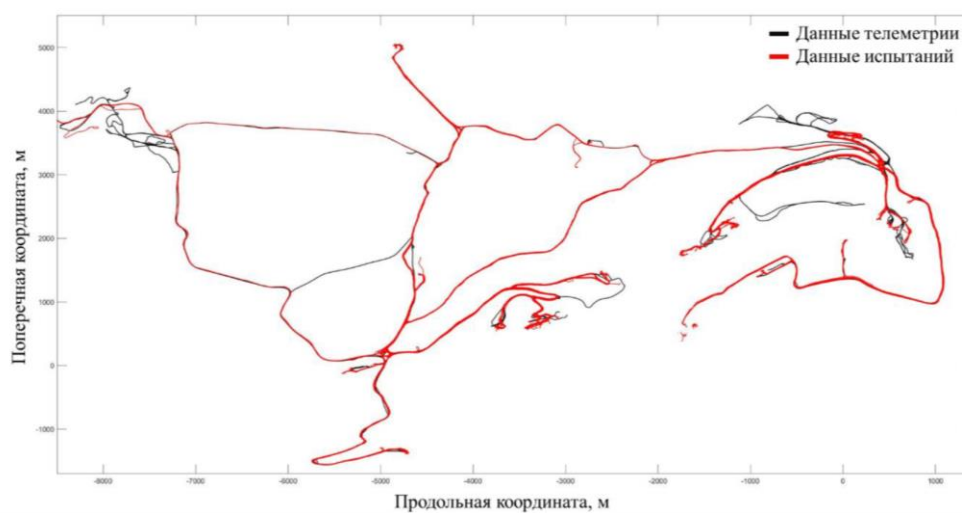


Рис. 6. Плоская карта разреза по результатам основной серии экспериментальных заездов

Fig. 6. Flat section map based on the results of the main series of experimental races

Запись давления в ПГР

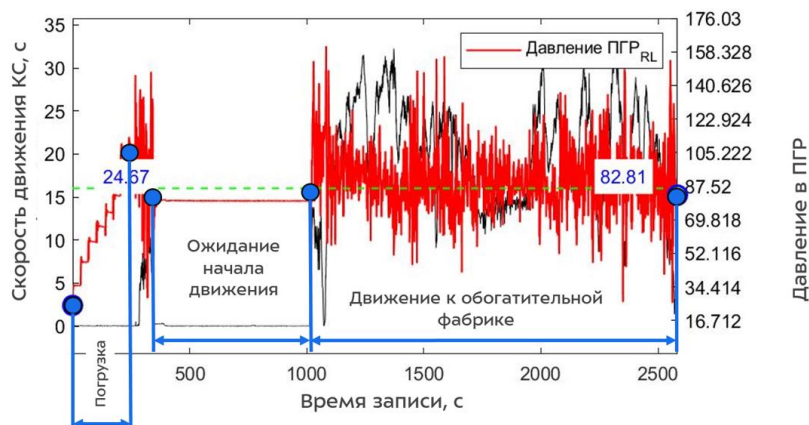
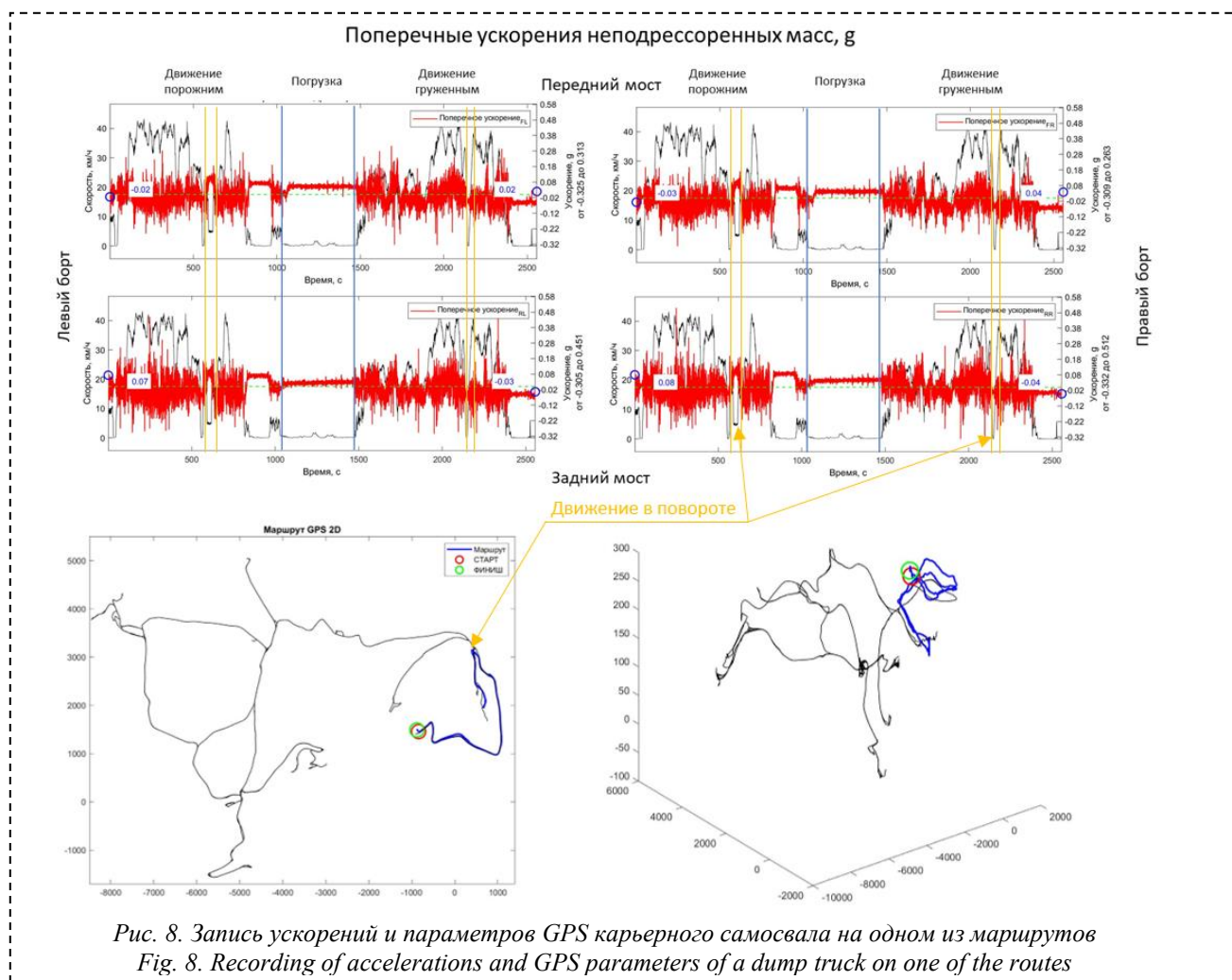


Рис. 7. Запись давления в ПГР карьерного самосвала на одном из маршрутов

Fig. 7. Recording of pressure in the pressure range of a dump truck on one of the routes



му карьерного самосвала, последующей транспортной работы от места погрузки до места разгрузки, разгрузку грузовой платформы самосвала.

Полученные данные ввиду значительного объема предстоит обработать для возможности анализа и последующей работы с сигналами – записанные данные позволят реализовать авторский метод расчетного определения нагруженности узлов карьерного автосамосвала с целью анализа путей повышения ресурса ходовой части и несущей системы карьерного автосамосвала. Дальнейшее развитие данной работы будет отражено в последующих публикациях. Представленные результаты работы могут быть полезны и иметь высокую практическую ценность для исследователей и ученых, занимающихся совершенствованием и анализом эксплуатации карьерной техники.

Заключение

В рамках выполненной работы выполнен сбор экспериментальных данных об эксплуатации карьерных самосвалов БЕЛАЗ 7530 для обеспечения возможности реализации метода расчетного определения нагруженности узлов карьерного автосамосвала с целью анализа путей повышения ресурса ходовой части и несущей системы карьерного автосамосвала.

Записана большая часть подъездных дорог карьера во время проведения испытаний (общий объем 70 файлов записей) для одного из разрезов Куз-

басса. Часть технологических дорог не удалось записать, поскольку некоторые из них либо более не функционируют, либо ландшафт разреза изменился. Перекрытие данных по GPS координатам составляет не менее 90%.

Записанные данные позволят реализовать авторский метод расчетного определения нагруженности узлов карьерного автосамосвала с целью анализа путей повышения ресурса ходовой части и несущей системы карьерного автосамосвала, а также потенциально должны позволить по меньшей мере получить следующие ценные сведения:

- данные о микро- и макро- профиле карьерных дорог;
- временные истории и амплитудно-частотные характеристики поддрессоренных и неподрессоренных частей самосвала;
- усредненные данные об эксплуатационных характеристиках горных дорог разреза (средние и предельные углы подъема и спуска, количество рейсов погрузки и разгрузки, количество пробега без груза и с грузом, интенсивность нагружения самосвала и многое другое).

Проведенное практическое исследование и объяснение основных процессов и этапов сбора эксплуатационных нагрузок имеет практическую ценность для инженеров и исследователей, занимающихся вопросами эксплуатационной надежности карьерной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгушин А. М. Аварийные простои карьерных самосвалов по причине отказов редукторов мотор-колеса // Вестник науки. 2024. Т. 4. № 3 (72). С. 361–366.
2. Аксенов В. В., Пашков Д. А., Дубинкин С. Д. Методики расчета расхода топлива карьерных самосвалов // Уголь. 2024. № 11S. С. 102–107. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-11S-102-107.
3. Воронов А. Ю., Хорешок А. А., Воронов Ю. Е., Дубинкин Д. М., Воронов А. Ю. Оптимизация параметров экскаваторно-автомобильных комплексов разрезов. Горная промышленность. 2022. № 5. С. 92–98. DOI: 10.30686/1609-9192-2022-5-92-98.
4. Воронов Ю. Е., Воронов А. Ю., Дубинкин Д. М. [и др.] Сравнительная оценка качества действующих и роботизированных экскаваторно-автомобильных комплексов разрезов // Уголь. 2023. № 11. С. 65–71. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-65-71.
5. Дубинкин Д. М., Пашков Д. А. Импортонезависимость производства беспилотных карьерных самосвалов // Уголь. 2023. № 4. С. 42–48. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-42-48.
6. 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. Pp. 10024. DOI: 10.1051/e3sconf/202340210024.
7. Pashkov D. A., Tarasyuk I. A. Justification of the front suspension of the autonomous mining dump truck, with a high load capacity // International Journal of Ecosystems and Ecology Science. 2023. Vol. 13. № 1. Pp. 251–258. DOI: 10.31407/ijeecs13.133.
8. 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.
9. Дубинкин Д. М., Зеляева Е. А., Аксенов В. В. Технические решения несущих систем (рам) карьерных самосвалов как объект интеллектуальной собственности

// Уголь. 2024. № 5. С. 47–53. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-47-53.

10. Панаев И. А., Кузнецов И. В. О трещинообразовании в металлоконструкциях большегрузных автосамосвалов при эксплуатации на разрезах Кузбасса // Вестник ИШ ДВФУ. 2018. № 3 (36).
11. Хорешок А. А., Дубинкин Д. М., Зеляева Е. А. Обзор конструкций несущих систем (рам) карьерных самосвалов грузоподъемностью до 110 т // Техника и технология горного дела. 2022. № 1 (16).
12. Зырянов И. В. Повышение эффективности систем карьерного автотранспорта в экстремальных условиях эксплуатации: дис. ... д-ра тех. наук. СПб., 2006. 378 с.
13. Бокарев А. И., Дианов В. А., Карташов А. Б., Арутюнян Г. А., Дубинкин Д. М., Пашков Д. А. Статистика отказов высоконагруженных узлов карьерных самосвалов грузоподъемностью 220 тонн // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2024. № 2 (160).
14. 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 (160).
15. Рахаев С. М., Газизуллин Р. Л., Карташов А. Б., Дубинкин Д. М., Зеляева Е. А. Выбор нагрузочных режимов на начальных этапах проектирования несущих систем (рам) карьерных самосвалов // Техника и технология горного дела. 2023. № 4(23). С. 41–55. DOI: 10.26730/2618-7434-2023-4-41-55.
16. Дубинкин Д. М., Ялышев А. В. Определение параметров модели угля для имитационного моделирования погрузки и разгрузки грузовой платформы карьерного самосвала // Уголь. 2023. № S12. С. 4–10. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-S12-4-10.
17. Дубинкин Д. М., Ялышев А. В. Влияние процесса погрузки угля в грузовую платформу на коэффициент использования грузоподъемности карьерного самосвала БелАЗ-7530 (220 т) // Уголь. 2023. № S12. С. 11–19. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-S12-11-19.

© 2025 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:

Зайцев Леонид Александрович – конструктор, г. Москва, Российская Федерация, МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «КАМАЗ-БАУМАН»; e-mail: zaitsev@bmstu.ru

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

Нескин Иван Владимирович – техник-конструктор, г. Москва, Российская Федерация, МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «КАМАЗ-БАУМАН»; e-mail: neskin@bmstu.ru

Садовец Владимир Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, г. Кемерово, Российская Федерация, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева; e-mail: svyu.pmh@kuzstu.ru

Тургенев Илья Александрович – младший научный сотрудник, г. Кемерово, Российская Федерация, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

Заявленный вклад авторов:

Зайцев Леонид Александрович – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста, обзор актуальной литературы, сбор данных.

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.

Нескин Иван Владимирович – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста, обзор актуальной литературы, сбор данных.

Садовец Владимир Юрьевич – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста, обзор актуальной литературы, сбор данных.

Тургенев Илья Александрович – 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: 10.26730/1816-4528-2025-4-91-100

Leonid A. Zaitsev¹, Alexander I. Bokarev¹, Vadim A. Dianov¹, Ivan V. Neskin¹,
Vladimir Yu. Sadovets^{2*}, Ilya A. Turgenev²

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

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

* for correspondence: svyu.pmh@kuzstu.ru

EXPERIMENTAL DATA COLLECTION ABOUT DUMP TRUCK BELAZ-7530 OPERATION IN AN OPEN PIT MINE (PART 2)



Article info

Received:

30 June 2025

Accepted for publication:

30 July 2025

Accepted:

01 August 2025

Published:

28 August 2025

Keywords: mining dump truck, loading of dump truck systems, load-bearing system, durability, chassis, operational efficiency, experiment, data logging systems, signal processing.

Abstract.

The article is devoted to the collection of experimental data during the operation of quarry dump trucks to further determine the load of the main components of rigid-frame dump trucks. The relevance of collecting experimental data on the operation of dump trucks in real-world conditions is noted. The list of necessary data for collection is presented (information on the speed and position of the dump truck in the quarry, suspension movements, operating mode of the power plant and transmission, steering position, driver's influence on the controls). The structure of the data collection system has been developed. The list of components of the data collection system that dump trucks should be equipped with is given, indicating the location of the main components of the data collection system on a quarry dump truck. The authors note that the collection of experimental data should be preceded by a stage of control races, the main task of which is to control the correctness and approval of the data obtained. Based on the results of successful completion of a series of control races and approval of the results, the main series of experimental races should be conducted. The results of the main series of experimental races are flat and spatial test maps, a map of all recorded routes. Due to the significant amount of data received, it is necessary to process it for the possibility of analysis and subsequent work with signals. In conclusion, it is noted that the recorded data make it possible to implement the author's method of calculating the load of mining dump truck components in order to analyze ways to increase the life of the undercarriage and load-bearing system of a mining dump truck, and should also potentially allow obtaining data on the micro- and macro-profile of quarry roads; in the time history and amplitude-frequency characteristics of sprung and unsprung parts. dump trucks; average data on the operational characteristics of mountain roads in the section (average and maximum angles of ascent and descent, the number of loading and unloading flights, the number of runs without and with cargo, the intensity of dump truck loading, and much more).

For citation: Zaitsev L. A., Bokarev A. I., Dianov V. A., Neskin I. V., Sadovets V. Yu., Turgenev I. A. Experimental data collection about dump truck BELAZ 7530 operation in an open pit mine (part 2). Mining Equipment and Electromechanics, 2025; 4(180):91-100 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2025-4-91-100, EDN: PXRAPC

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. Dolgushin A.M. Emergency downtime of mining dump trucks due to failures of gearboxes of the motor wheel. *Bulletin of Science*. 2024; 4(3(72)):361–366.

2. Aksenov V.V., Pashkov D.A., Dubinkin S.D. Methods of calculating fuel consumption of mining dump trucks. *Coal*. 2024;(11S):102–107. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-11S-102-107.

3. Voronov A.Yu., Khoreshok A.A., Voronov Yu.E., Dubinkin D.M., Voronov A.Yu. Optimization of parameters of excavator-automobile complexes of sections. *Mining industry*. 2022;(5):92–98. DOI: 10.30686/1609- 9192-2022-5-92-98.
4. Voronov Yu.E., Voronov A.Yu., Dubinkin D.M. [et al.] Comparative assessment of the quality of existing and robotic excavator-automobile cutting complexes. *Coal*. 2023; 11:65–71. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-11-65-71.
5. Dubinkin D.M., Pashkov D.A. Import dependence of production of unmanned mining dump trucks. *Coal*. 2023; 4:42–48. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-42-48.
6. 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. Vol. 402. Novosibirsk, Russia: EDP Sciences; 2023. Pp. 10024. DOI: 10.1051/e3sconf/202340210024.
7. Pashkov D. A., Tarasyuk I. A. Justification of the front suspension of the autonomous mining dump truck, with a high load capacity. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2023; 13(1):251–258. DOI: 10.31407/ijees13.133.
8. 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.
9. Dubinkin D.M., Zelyaeva E.A., Aksenov V.V. Technical solutions for bearing systems (frames) of mining dump trucks as an object of intellectual property. *Ugol*. 2024;(5):47–53. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-47-53.

10. Panachev I.A., Kuznetsov I.V. On cracking in heavy-duty metal structures dump trucks during operation in the Kuzbass mines. *Bulletin of the FEFU ISH*. 2018; 3(36).
11. Khoreshok A.A., Dubinkin D.M., Zelyaeva E.A. A review of the designs of bearing systems (frames) of mining dump trucks with a lifting capacity of up to 110 tons. *Mining engineering and technology*. 2022; 1(16).
12. Zyryanov I.V. Improving the efficiency of quarry vehicle systems in extreme operating conditions: dis. ... Doctor of Technical Sciences, St. Petersburg, 2006. 378 p.
13. Bokarev A.I., Dianov V.A., Kartashov A.B., Harutyunyan G.A., Dubinkin D.M., Pashkov D.A. Statistics of failures of highly loaded components of dump trucks with a lifting capacity of 220 tons. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2024; 2(160).
14. Bokarev A.I., Dianov V.A., Kartashov A.B., Harutyunyan G.A., Dubinkin D.M., Pashkov D.A. Typical cycles of operation of mining dump trucks with a lifting capacity of 220 tons. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2024; 5(160).
15. Rakhaev S.M., Gazizullin R.L., Kartashov A.B., Dubinkin D.M., Zelyaeva E.A. The choice of load modes at the initial stages of designing load-bearing systems (frames) of mining dump trucks. 2023; 4(23):41–55. DOI: 10.26730/2618-7434-2023-4-41-55.
16. Dubinkin D.M., Yalyshev A.V. Determination of coal model parameters for simulation of loading and unloading of a cargo platform of a dump truck. *Coal*. 2023; S12:4–10. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-S12-4-10.
17. Dubinkin D.M., Yalyshev A.V. The influence of the coal loading process into the cargo platform on the utilization factor of the BelAZ-7530 dump truck (220 tons). *Coal*. 2023; S12:11–19. DOI: 10.18796/0041-5790-2022- S12-11-19.

© 2025 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:

Leonid A. Zaitsev – Designer, Moscow, Russian Federation, Bauman Moscow State Technical University, KAMAZ-BAUMAN Research Center; e-mail: zaitsev@bmstu.ru

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

Ivan V. Neskin – Design technician, Moscow, Russian Federation, Bauman Moscow State Technical University, KAMAZ-BAUMAN REC; e-mail: neskin@bmstu.ru

Vladimir Yu. Sadovets – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kemerovo, Russian Federation, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University; e-mail: svyu.pmh@kuzstu.ru

Ilya A. Turgenev – Junior Researcher, Kemerovo, Russian Federation, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Contribution of the authors:

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

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

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

Ivan V. Neskin – research problem statement, conceptualisation of the study, data analysis, summarising, writing, review of current literature, data collection.

Vladimir Yu. Sadovets – statement of research problem, conceptualisation of the study, data analysis, summarising, writing, review of current literature, data collection.

Ilya A. Turgenev – 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.

