

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 2, 2026 vol. 3

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 3, ISSUE 2

JUNE, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 2 JUNE, 2026

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Secondary use of worn BelAZ tires for lining mining dump truck bodies to prevent adhesion of rock mass

M.Z. Ubaydullaev¹, E.I. Ruklinskaya¹, U.D. Kosimov², N.N. Yodgorov¹, N.I. Khavasova¹

¹ Branch of the National University of Science and Technology MISIS in the city of Almalyk, Almalyk, Uzbekistan

² Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: Wet clayey rock sticks to the steel bodies of BelAZ mining trucks, freezes onto them in winter, and is abraded away by large lumps. The result is a lower effective payload — part of the load rides back into the pit (carry-back) — together with cleaning downtime and repair costs. A second problem sits right next door: worn ultra-large tires that barely decompose and are hard to send to an ordinary landfill. We propose lining the body with rubber reclaimed from such tires and compare two ways of making it — cutting segments from the tread (the steel cord stays inside as reinforcement) and molding plates from rubber crumb on a polyurethane binder. By our estimates, such a lining together with exhaust-gas heating of the body cuts carry-back by a factor of two to three, lowers floor wear and loading noise, and — for the cutting route — pays back in under two years. Exact figures should be refined against a specific operation's data.

Keywords: mining dump truck, body, lining, adhesion, freezing, ultra-large tires (ULT), BelAZ, industrial waste recycling, wear resistance, circular economy

Вторичное использование изношенных шин БелАЗ для футеровки кузовов карьерных самосвалов с целью предотвращения налипания горной породы

Убайдуллаев М.З.¹, Руклинская Е.И.¹, Косимов У.Д.², Ёдгоров Н.Н.¹, Хавасова Н.И.¹

¹АФ НИТУ «МИСИС» в г. Алмалык, Алмалык, Узбекистан

²Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Влажная глинистая порода прилипает к стальным кузовам карьерных самосвалов БелАЗ, зимой примерзает, а крупные куски истирают металл. Из-за этого падает фактическая загрузка — часть груза возвращается в забой (так называемый carry-back), — растут простои на очистку и расходы на ремонт. По соседству с разрезами зреет другая проблема: отслужившие крупногабаритные шины, которые почти не разлагаются и которые трудно вывезти на обычный полигон. Мы предлагаем закрывать кузов обкладкой из резины таких шин и сравниваем два способа её изготовления — вырезку сегментов из протектора (стальной корд остаётся внутри как арматура) и формование плит из резиновой крошки на полиуретановом связующем. По нашим оценкам, такая обкладка вместе с обогревом кузова выхлопными газами в 2–3 раза уменьшает остаточный груз, снижает износ днища и шум при загрузке, а по варианту вырезки окупается менее чем за два года. Точные цифры должны уточняться по данным конкретного предприятия.

Ключевые слова: карьерный самосвал, кузов, футеровка, налипание (адгезия), примерзание, крупногабаритные шины (КГШ), БелАЗ, переработка отходов, износостойкость, экономика замкнутого цикла

1. Введение

Открытые горные работы держатся на самосвалах БелАЗ — без них вскрышу и руду из карьера не вывезти. Беда в том, что влажная глинистая порода охотно прилипает к стальному днищу и бортам. Часть груза не высыпается при разгрузке и едет обратно в забой; в горном деле это называют остаточным грузом, или carry-back. Кузов фактически недогружается, и каждый рейс приносит меньше, чем мог бы.

Зимой становится только хуже: мокрая глина примерзает к металлу, и кузов приходится очищать вручную, теряя время дорогой машины. К этому добавляется истирание — крупные куски при погрузке

экскаватором бьют по днищу и бортам, металл изнашивается, ремонт стоит денег.

Рядом зреет ещё одна проблема. Карьерные шины ходят недолго и быстро превращаются в отвалы у борта разреза. Резина в них практически не разлагается естественным путём, а сама шина слишком велика и армирована сталью, чтобы её принял обычный полигон. В итоге площадки годами заняты тем, что по сути является сырьём, а не мусором.

Отсюда и замысел работы: то, что мешает, превратить в то, что помогает. Резина по природе плохо смачивается глиной и пружинит — к ней липнет заметно меньше, чем к стали, а при подъёме кузова налипший слой легче отрывается сам. Поэтому мы предлагаем закрывать рабочие поверхности кузова обкладкой из



переработанной шинной резины и показываем, что это решает сразу две задачи — убирает опасный отход и снижает эксплуатационные потери.

2. Методика исследования

Сырьё — отслужившие шины тех типоразмеров, что работают на предприятии (27.00R49, 33.00R51 и близкие). Просто переплавить их, как термопласт, нельзя: резина сшита необратимо, а внутри сидят мощный стальной брекер и бортовые кольца. Поэтому путей всего два, и от выбора между ними зависит вся экономика.

Вариант А. Целые плиты-вырезки из протекторной части (механический раскрой).

Из беговой дорожки шины попросту выкраивают куски резины и крепят их на кузов. Порядок такой: помыли шину, отрезали боковины с бортовыми кольцами, раскроили протекторное кольцо на сегменты (гидроножницы, ленточная пила, а по металлокорду лучше всего гидроабразив), выровняли толщину, насверлили отверстия — и на болты, внахлёт или встык. Стальной корд брекера остаётся внутри сегмента и работает как готовая арматура. Плюсы очевидны: почти никакого оборудования и заводская вулканизация, то есть максимальная износостойкость. Минус — сегменты получаются кривыми (повторяют профиль шины) и небольшими.

Вариант Б. Формованные плиты из резиновой крошки на связующем.

Здесь шину дробят, очищают от металла и текстиля и формуют новые плиты на полиуретановом связующем. Стадий пять: резка и грубое дробление (50–150 мм); магнитная и воздушная сепарация (убирают корд и нити); тонкий помол в грануляторе (5–20 мм); смешивание крошки со связующим (полиуретановый преполимер, около 8–12 %); прессование — холодное или горячее (140–160 °С, 5–15 МПа). Зато плиты выходят плоскими и любого размера. Расплата — износостойкость ниже, чем у «родной» вулканизированной резины, да и оборудование дороже.

Конструктивное и технологическое усиление.

Там, где удар сильнее всего — днище под ковшом, кромки бортов, — мы предусмотрели комбинацию: основной массив резиновый, а в самых нагруженных точках вставки или подложка из износостойкой стали. Крепёж разъёмный, чтобы менять плиты поштучно. От примерзания зимой спасает обогрев кузова выхлопными газами — на ряде моделей БелАЗ это штатная опция; тёплая поверхность не даёт глине прихватываться и заодно уменьшает налипание.

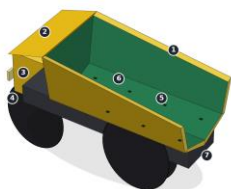


Рис. 1. Применение футеровки из переработанных КГШ на карьерном самосвале БелАЗ (3D-модель)

На модели показано, как износостойкая футеровка

из протекторной части изношенных шин закрывает днище и борта кузова карьерного самосвала. Зелёным выделена резиновая футеровка — рабочая поверхность кузова, жёлтым — стальной корпус машины. Цифрами 1–7 обозначены основные элементы (см. экспликацию ниже).

1	Резиновая футеровка из протектора КГШ — рабочая поверхность кузова
2	Защитный козырёк над кабиной
3	Кабина с остеклением
4	Лестница доступа
5	Болтовое крепление сменных плит
6	Зона контакта с горной массой — глина не налипает (слабая адгезия)
7	Сдвоенные задние колёса (шасси самосвала)

3. Результаты и обсуждения

Сведём вместе, что меняется при переходе со стального кузова на резиновую обкладку из КГШ (таблица 1).

Таблица 1
Сравнительные эксплуатационные показатели кузова

Показатель	Голый стальной кузов	Кузов резиновой футеровкой (КГШ)
Налипание влажной глины	Сильное	Слабое
Примерзание зимой	Сильное (без обогрева)	Слабое; устраняется при обогреве
Остаточный груз (сaguback)	до 3–5 % грузоподъёмности	снижение в 2–3 раза
Абразивный износ днища	Высокий	Снижен (демпфирование), ≥ 30 %
Масса защитного слоя	Тяжёлые стальные плиты	На 30–50 % легче
Уровень шума при загрузке	Высокий (до ~110 дБ)	Снижен на 5–10 дБ
Простои на очистку кузова	Частые	Существенно реже
Источник материала	Покупная сталь / СВМПЭ	Вторичная резина (отход)

Почему глина перестаёт держаться? Причины две. Во-первых, резина хуже смачивается — глина «цепляется» за сталь охотнее. Во-вторых, при подъёме кузова упругая обкладка чуть играет, и налипший пласт отслаивается. Та же упругость гасит удары, поэтому и днище изнашивается медленнее.

Таблица 2

Физико-механические свойства футеровочного материала из протекторной резины КГШ

Показатель	Значение
Твёрдость по Шор А	55–70 ед.
Предел прочности при растяжении	20–25 МПа
Относительное удлинение при разрыве	до 500–700 %
Плотность	1,1–1,2 г/см ³
Рабочий температур диапазон	от –40 до +80 °С (с обогревом кузова)
Армирование (вариант А)	металлокорд брекера сохраняется в сегменте

Запас по прочности и сопротивлению раздиру позволяет работать с крупными кусками, не боясь прорезать обкладку, а сохранённый в варианте А корд добавляет жёсткости.

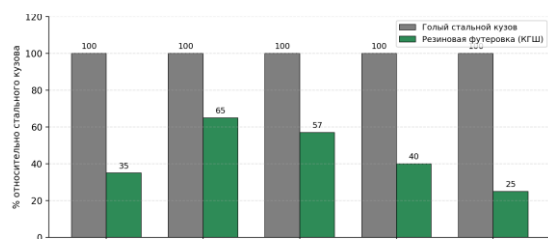


Рис. 2. Сравнение эксплуатационных показателей кузова (голый стальной кузов = 100 %)

4. Экономическое обоснование (предварительная оценка)

Считать «вживую» пока нечего — точные цифры даст ТЭО по фактическим данным предприятия. Поэтому ограничимся прикидкой. Допустим, на один кузов нужно порядка 25–40 м² резинового полотна; с одной шины протекторного размера снимается несколько квадратных метров годного материала — значит, на кузов уйдёт примерно 5–10 списанных шин. По варианту А основные траты — это резка (лучше гидроабразивная) и крепёж; дорогого связующего и пресса не требуется вовсе.

Откуда берётся выгода:

- часть груза перестаёт «кататься» туда-обратно — фактическая масса за рейс растёт;
- реже нужно чистить кузов, а зимой уходит и проблема примерзания (вместе с обогревом);
- днище изнашивается медленнее — меньше ремонтов (ориентир — снижение износа от 30 %);
- покупные СВМПЭ и полиуретан замещаются бесплатным вторсырьём;
- снимаются расходы на хранение и утилизацию шин, исчезает экологический риск.

Сложив эффект по нескольким статьям при скромных вложениях варианта А, мы ожидаем окупаемость в пределах одного–двух лет. Подчёркнём: NPV, IRR и точный срок надо считать под конкретный парк и условия — приведённые рамки ориентировочны.

4. Заключение

Итог короткий. Резину отслуживших шин БелАЗ технически можно и экономически выгодно пускать на обкладку кузовов — и это не разовое решение, а способ закрыть сразу две дыры предприятия. Низкая адгезия и упругость резины снимают налипание, а обогрев кузова добавляет защиту от примерзания: остаточный груз падает в 2–3 раза. Демпфирование бережёт днище и борта от ударов и истирания, продлевая жизнь кузова.

Выбор технологии мы намеренно оставляем за условиями: вырезка протектора дешёва и сохраняет заводскую прочность, формованные плиты дают любую геометрию, а комбинация резины со стальными вставками закрывает зоны самого жёсткого удара. Наконец, само сырьё бесплатно и лежит рядом: вовлекая его в дело, предприятие убирает с площадок опасный отход и заодно снижает шум при погрузке и травмоопасность монтажа. Иными словами, отход становится ресурсом — а это и есть логика замкнутого цикла.

Использованная литература / References

- [1] И. В. Макаров, В. А. Щербаков. Инновационные технологии переработки крупногабаритных шин. — М.: Машиностроение, 2015.
- [2] B. S. Singh, “Environmental impacts of waste tire disposal and recycling methods,” *Journal of Environmental Management*, vol. 22, no. 4, pp. 450–462, 2018.
- [3] В. В. Цыбуля. Исследование износостойкости резиновых футеровок в условиях абразивного износа // Горный журнал. — 2022. — № 5. — С. 78–82.
- [4] А. Б. Петров, В. С. Сидоров. Сравнительный анализ стальной и резиновой футеровки // Журнал горного дела. — 2023. — № 3. — С. 112–118.
- [5] В. А. Воронов. Экономика и управление горным производством. — М.: Изд-во МГГУ, 2020.
- [6] Руководство по эксплуатации карьерных самосвалов БелАЗ: системы обогрева кузова отработавшими газами. — Жодино: БелАЗ, 2019.

Информация об авторах / Information about the authors

Убайдуллаев Музаффар Зайнулла угли / Muzaffar Ubaydullaev
Ассистент кафедры «Металлургия», Алмалыкский филиал НИТУ «МИСИС», г. Алмалык
Тел.: +998 93 391 49 79
E-mail: muzaubaydullaev@gmail.com

Руклинская Елена Игоревна / Elena Ruklinskaya
Ассистент кафедры «Металлургия», Алмалыкский филиал НИТУ «МИСИС», г. Алмалык
Тел.: +998939190281
E-mail: ruklinskayaelena97@yandex.ru

Косимов Умидбек Дилшод
Ассистент кафедры «Авиационный инжиниринг» Ташкентского



угли /
Umidbek
Kosimov

государственного
транспортного университета
Тел.: +99897 761 99 16

E-mail: umidbek.k@yandex.ru

Ёдгоров
Нусратилла
Нигмат угли
/ Nusratilla
Yodgorov

Студент кафедры
«Металлургия», Алмалыкский
филиал НИТУ «МИСИС», г.
Алмалык
Тел.: +998772759030

E-mail:

nusret.yodgorovich@gmail.com

Хавасова
Нихола /
Nikhola
Khavasova

Студент кафедры
«Металлургия», Алмалыкский
филиал НИТУ «МИСИС», г.
Алмалык

E-mail:

xavasovanihola@gmail.com



Z. Ergasheva*Simulation model of railway terminal operation.....248***M. Ubaydullaev, E. Ruklinskaya, U. Kosimov,
N. Yodgorov, N. Khavasova***Secondary use of worn BelAZ tires for lining mining dump truck
bodies to prevent adhesion of rock mass.....253***M. Ubaydullaev, E. Ruklinskaya, U. Kosimov,
N. Yodgorov, N. Khavasova***Improving the wear resistance of internal surfaces of slurry pumps
in the flotation257***N. Tursunov, N. Kodirova, Z. Rakhmatova,
M. Abdulazizov***Investigation of the mechanism and factors influencing the process
of dephosphorization during the smelting of 20GL steel.....262*