

УДК: 622.68:629.33.012.5

 10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.3

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ И АНАЛИЗ ПРИЧИН ИХ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ОТКАЗА В УСЛОВИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ УЗБЕКИСТАНА



**Истаблаев Февзи
Фератович**

Старший научный сотрудник,
Навоийское отделение Академии
наук Республики Узбекистан,
Навои, Узбекистан
E-mail: fevzi_xkm@mail.ru
ORCID ID: 0000-0003-2808-6566
Science ID: MNV-0726-0100



**Атакулов Лазизжон
Нематович**

Доктор технических наук,
профессор, Навоийский
государственный горно-
технологический университет,
Навои, Узбекистан
E-mail:
atakulov.laziz1978@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-3561-8850
Science ID: DSN-1225-0002



**Жураев Акбар
Шавкатович**

Доктор философии по
техническим наукам (PhD),
доцент, Навоийский
государственный горно-
технологический университет,
Навои, Узбекистан
E-mail:
jurayevakbar1987@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-9154-6698
Science ID: FNV-0525-0049

Аннотация. Статья посвящена эксплуатации крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов в условиях Узбекистана на примере карьера Мурунтау АО «Навоийский ГМК» и объектов АО «Qizilqumsement». Приведен статистический анализ причин преждевременного отказа шин, среди которых естественный износ, механические повреждения и тепловые разрушения. Отмечено, что расходы на замену шин составляют значительную часть себестоимости транспортировки горной массы, а перегрев вызывает отслоение резины и экономические потери. Представлены результаты натурных измерений теплового состояния колес с применением тепловизора и системы K.O.D.A. Установлено, что тепловая нагрузка обусловлена не только солнечной радиацией, гистерезисом, но и теплоотдачей от тормозных механизмов. Выявлены локальные зоны максимального нагрева в шинах. Рассмотрены три подхода решения проблемы, включая регламентированные технологические перерывы, непрерывный TPMS-мониторинг давления и температуры, а также принудительное охлаждение. Сделан вывод о необходимости разработки инновационных систем отвода тепла для повышения ресурса шин.

Ключевые слова: карьерные автосамосвалы, крупногабаритные шины, температурный режим, тепловое разрушение, отслоение резины, тормозная система, колесный диск, тепловизионный контроль, система K.O.D.A., гистерезис, ходимость шин, тонно-километры в час.

Received: 03.07.2026

Accepted: 27.07.2026

Issue publication: 28.09.2026

O'ZBEKISTON TOG'-KON SANOATI KORXONALARI SHAROITIDA KARYER AVTOSAMOSVALLARI KATTA O'LCHAMLI SHINALARINING TEMPERATURA REJIMLARINI TADQIQ ETISH VA ULARNING MUDDATIDAN OLDIN ISHDAN CHIQISH SABABLARI TAHLIL QILISH

**Istablayev Fevzi
Feratovich**

*Katta ilmiy xodim, O'zbekiston
Respublikasi Fanlar akademiyasi
Navoiy bo'limi, Navoiy, O'zbekiston*

**Ataqulov Lazizjon
Nematovich**

*Texnika fanlari doktori, professor,
Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, Navoiy,
O'zbekiston*

**Jurayev Akbar
Shavkatovich**

*Texnika fanlari bo'yicha falsafa
doktori (PhD), dotsent, Navoiy
davlat konchilik va texnologiyalar
universiteti, Navoiy, O'zbekiston*

Annotatsiya. Maqola O'zbekiston sharoitida, "Navoiy KMK" AJning Muruntov koni va "Qizilqumsement" AJ obyektlari misolida karyer avtosamosvollarining katta o'lchamli shinalarini ekspluatatsiya qilish masalalariga bag'ishlangan. Shinalarning muddatidan oldin ishdan chiqish sabablari, jumladan, tabiiy yeyilish, mexanik shikastlanishlar va issiqlik natijasida yuzaga keladigan yemirilishlarning statistik tahlili keltirilgan. Shinalarni almashtirish xarajatlari tog' jinslarini tashish tannarxining sezilarli qismini tashkil etishi, me'yorida ortiq qizib ketish esa rezinaning qatlamlarga ajralishiga va iqtisodiy yo'qotishlarga olib kelishi ta'kidlangan. Issiqlik ko'rish kamerasi (teplovizor) va K.O.D.A. tizimi yordamida g'ildiraklarning issiqlik holati taqdim etilgan. Issiqlik yuklamasi nafaqat quyosh radiatsiyasi va gisterezis, balki tormoz mexanizmlaridan uzatiladigan issiqlik oqimi hisobiga ham yuzaga kelishi aniqlangan. Shinalardagi maksimal qizishning lokal zonolari belgilab berilgan. Muammoni hal qilishning uchta yondashuvi, jumladan, tartibga solingan texnologik tanaffuslar, bosim va haroratning uzluksiz TPMS-monitoringi hamda majburiy sovitish tizimlari ko'rib chiqilgan. Shinalar resursini oshirish uchun innovatsion issiqlik chiqarish tizimlarini ishlab chiqish zarurligi to'g'risida xulosa chiqarilgan.

Kalit so'zlar: karyer avtosamosvollari, katta o'lchamli shinalar, harorat rejimi, issiqlik natijasida yemirilish, rezinaning qatlamlarga ajralishi, tormoz tizimi, g'ildirak diski, issiqlik ko'rish nazorati, K.O.D.A. tizimi, gisterezis, shinalarning yurish resursi (chodimligi), soatiga tonna-kilometr.

INVESTIGATION OF TEMPERATURE REGIMES OF LARGE-SIZE TYRES OF MINING DUMP TRUCKS AND ANALYSIS OF THE CAUSES OF THEIR PREMATURE FAILURE IN THE CONDITIONS OF MINING ENTERPRISES OF UZBEKISTAN

**Istablaev Fevzi
Feratovich**

*Senior Researcher, Navoiy Branch
of the Academy of Sciences of the
Republic of Uzbekistan, Navoiy,
Uzbekistan*

**Ataqulov Lazizjon
Nematovich**

*Doctor of Technical Sciences,
Professor, Navoi State University of
Mining and Technologies, Navoiy,
Uzbekistan*

**Zhuraev Akbar
Shavkatovich**

*Doctor of Philosophy (PhD) in
Technical Sciences, Associate
Professor, Navoi State University of
Mining and Technologies, Navoiy,
Uzbekistan*

Abstract. The article is devoted to the operation of large-size tyres of mining dump trucks in the specific climatic and mining conditions of Uzbekistan, using the example of the Muruntau open-pit mine of "Navoi MMC" JSC and the facilities of "Qizilqumsement" JSC. A statistical analysis of the causes of premature tyre failure, including normal wear, mechanical damage, and thermal destruction, is presented. It is noted that tyre replacement costs constitute a significant part of the cost of transporting rock mass, while overheating causes rubber delamination and subsequent economic losses. The results of field

measurements of the thermal state of wheels using a thermal imager and the K.O.D.A. system are presented. It is established that the thermal load is caused not only by solar radiation and hysteresis but also by heat transfer from the braking mechanisms through the wheel rim. Local zones of maximum heating in tyres have been identified. Three approaches to solving the problem are considered, including regulated technological breaks, continuous TPMS monitoring of pressure and temperature, and forced cooling. It is concluded that it is necessary to develop innovative heat dissipation systems to increase tyre resource.

Keywords: mining dump trucks, large-size tyres, temperature regimes, thermal destruction, rubber delamination, braking system, wheel rim, thermal imaging control, K.O.D.A. system, hysteresis, tyre durability, tonne-kilometres per hour.

Введение. В горнодобывающей отрасли Узбекистана, как и в мировой практике, ключевыми логистическими решениями остаются конвейерные системы, железные дороги и грузовой автотранспорт. Последний доминирует благодаря своей маневренности и способности эффективно работать на больших уклонах [1, 2, 3, 4].



Рис.1. Автосамосвалы, используемые в карьерах Узбекистана:

а - Komatsu 830E в карьере Мурунтау АО «Навоийский ГМК»; б - Tonly TL875B на территории завода АО «Qizilqumsement»; в - БелАЗ 7547 в карьере Горный АО «Qizilqumsement»; г - поливооросительная техника на базе автосамосвала БелАЗ 7547.

По данным 2025 года в карьере Мурунтау АО «Навоийский ГМК» работало более 170 автосамосвалов марок японской компании Komatsu (рис. 1а), американской Caterpillar, белорусского завода БелАЗ грузоподъемностью от 90 до 254 тонн. Грузовой автопарк горных выработок АО «Qizilqumsement» представлен 15 китайскими Tonly (рис. 1б), 20 белорусскими БелАЗ-7547 (рис. 1в) грузоподъемностью 60 и 45 тонн соответственно, а также 10 самосвалами MAN TGS 33.360 и TGS 41.400 отечественного

производства грузоподъемностью 20 и 30 тонн соответственно. Кроме этого, на предприятиях имеется дорожная, поливооросительная (рис. 1г) и специальная техника.

Экономическая эффективность использования карьерных самосвалов напрямую зависит от ресурса шин, расходы на которые составляют от 25 до 30% и выше от всех транспортных издержек [4, 5, 6, 7]. Годовая потребность шин по АО «НГМК» более 5 тыс. единиц, а доля от общих затрат составляет 19,7% [1]. Повышение ресурса эксплуатации крупногабаритных шин является одним из ключевых направлений снижения общих затрат на автотранспорт.

Литературный анализ и методы.

Причины отказов крупногабаритных шин можно разделить на три основные группы [1, 2]:

1. Износ: естественный (равномерный) (рис. 2а); ускоренный (агрессивный); неравномерный (односторонний, пилообразный);

2. Механические повреждения: сквозной прокол (пробой) протектора (рис. 2б), боковины; несквозное повреждение (порез) протектора, боковины (рис. 2в); разрыв брекерных слоев, каркаса, гермослоя; порез до металлического корда; повреждение борта при перемещении, монтаже и т.п.

3. Тепловые разрушения (рис. 2г): отслоение резины протектора; поражение электрическим током; возгорание (внутреннее, наружное).

Чрезмерный перегрев шин приводит к снижению прочности резины, расслоению каркаса, что вызывает тепловое разрушение и повышает риск разрыва шины [3, 5].

С сентября 2024 года по июль 2025 года на Участок шиномонтажа Цеха ремонта автошин

Управления автомобильного транспорта Центрального рудоуправления АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» в ремонт поступило 138 крупногабаритных шин. Наибольшая частота повреждений зафиксирована в протекторной зоне (рис.3), а проблемы с отслоением из-за теплового разрушения шин - в основном в теплое время года – весной и летом.

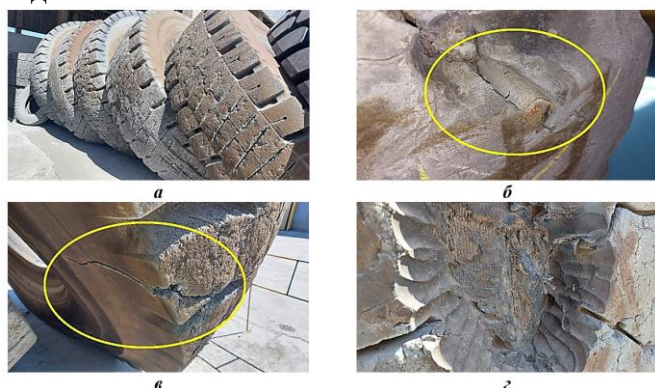


Рис.2. Причины отказа крупногабаритных шин:

а – естественный износ; б и в – механическое повреждение при контакте с посторонними предметами: сквозной прокол протектора и разрыв резины боковины соответственно; г – тепловое разрушение – запекание резины.

Из всех поступивших в указанный период на участок шин 132 отремонтированы с применением германской технологии «Rema Tip Top» и отправлены для дальнейшей эксплуатации, 6 – списаны по причине отслоения. Однако стоит отметить, что это только те шины, такие дефекты в которых обнаружены непосредственно на участке шиномонтажа. Превалирующая доля указанных КГШ подлежит выбраковке уже при первичном осмотре. Так, в УАТ ЦРУ АО «Навоийский ГМК» 13,5% крупногабаритных шин забраковано за первое полугодие 2025 года из-за отслоения по причине теплового разрушения (табл. 1).

При механических повреждениях шина в большинстве случаев ремонтпригодна. В этом случае ресурс шины снижается на 10–25%. Однако тепловые разрушения приводят к резкому снижению ресурса до 40% [1, 2]. Данный вид повреждения практически всегда является необратимым и не подлежит ремонту,

что обусловлено значительным нарушением структуры резины и риском дальнейшего разрушения при эксплуатации.

Естественный износ шин во многом зависит от состояния дорог (твердость пород, их фракция), маршрута (уклон, углы поворота), нагрузки (вес и габариты транспортируемого груза), погодных условий (дождь, снег, гололед), а отсутствие или уменьшение числа механических повреждений обусловлено антропогенным фактором, а именно - квалификацией водителя и соблюдением им правил техники безопасности, дорожного движения и технической эксплуатации автотранспортных средств. Другими словами, эти две причины отказов крупногабаритных шин в большей мере требуют решения организационных вопросов, в том числе выбора шин, в которых состав и структура резины соответствует условиям эксплуатации.



Рис.3. Статистика по крупногабаритным шинам, поступившим в ремонт на Участок шиномонтажа Цеха ремонта автошин УАТ ЦРУ НГМК с сентября 2024 года по июль 2025 года.

Вышеперечисленные факторы, влияющие на срок службы КГШ, хорошо изучены многими исследователями, в том числе из Узбекистана [1, 2] и стран СНГ [8, 9]. В своих работах они опирались на расчет ТКВЧ (тонно-километры в час) – показателю производительности шины, который выражает суммарный вес груза, который она способна воспринимать при заданной скорости. При этом они тепловую нагрузку указали как одну из причин преждевременного износа шин, ведь ТКВЧ, в том числе, зависит от максимально разрешенной внутренней рабочей температуры шины [1, 10]. Однако данное направление требует более детального исследования, в том числе изучения причин и путей передачи тепла, а также поиска методов решения данной проблемы.

Таблица 1.
Информация по причинам списания КГШ в УАТ ЦРУ АО «НГМК» за первое полугодие 2025 года

№	Маркировка (размер) шины	Причины списания (в процентах)			Примечание
		Естественный износ	Механические повреждения	Тепловое разрушение (отслоение)	
1	40.00R57 46/90R57	58	30	12	Всего списано 622 шины
2	50/80R57 1200/90R57	53	32	15	
Среднее значение		55,5	31	13,5	

Согласно литературному обзору [1, 11] нагрев воздуха внутри шины свыше 85°C считается критическим. При достижении внутренней температуры 110°C начинается пиролиз резины - выделение горючих газов (метан, водород), что ведет к резкому росту давления и риску взрыва. Одни исследователи утверждают, что установившаяся температура самой шины, то есть резинового корда, не должна превышать 100°C [12, 13], другие отмечают, что для современных бескамерных шин критичной считается температура 110-120°C и выше [9, 14, 15]. При более высоких температурах шина разрушается вследствие снижения прочности корда и его связи с резиной.

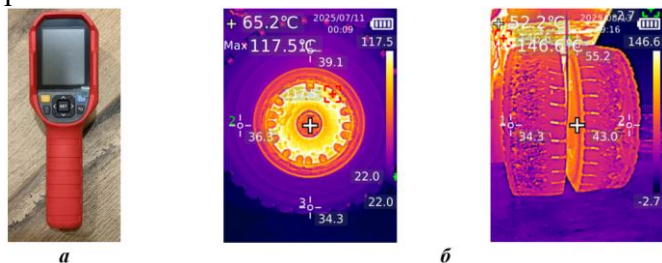


Рис.4. Внешний вид тепловизора (а) и пример демонстрации показаний в инфракрасном диапазоне (б).

Для изучения ситуации в реальных условиях Узбекистана проведены наблюдения за работой автосамосвалов и измерения температуры используемых в них КГШ. Внешняя температура шин измерена с использованием тепловизора UNI-T Uti260B (рис.4), а температура и давление воздуха внутри них зафиксированы по данным системы К.О.Д.А. (комплексная обработка данных автошины) - специализированный комплекс мониторинга давления и температуры шин (TPMS) (рис.5).

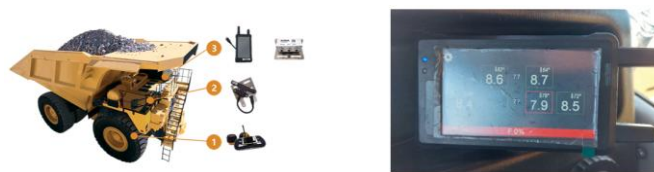


Рис.5. Дистанционный датчик давления и температуры К.О.Д.А:

а – внешний вид; б – вывод показаний давления (бар) и температуры (°C) на дисплей в кабине автосамосвала.

Результаты. В ходе наблюдений и измерений получены данные, представленные на рис. 6-12. Здесь измерения показаний с шин автосамосвалов Tonly (грузоподъемность – 60 тонн) и БелАЗ (45 тонн) произведены на территории завода и карьеров АО «Qizilqumsement», а автосамосвалов Komatsu (221,6 и 254 тонны) и Caterpillar (232 тонны) – на карьере Мурунтау АО «Навоийский ГМК». На цементном заводе измерения производились в дневное и ночное время суток, а на крупнейшем в мире золоторудном месторождении – днем. Система К.О.Д.А. была установлена только на автосамосвалах НГМК.

Буквенные обозначения на рис. 6-12: первая «П» и «З» соответственно «передняя» и «задняя»; последняя «П» и «Л» - правая и левая; «Н» и «В» - наружная и внутренняя у сдвоенных шин.

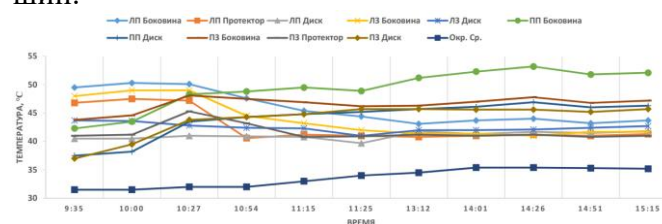


Рис.6. Температура колес с шинами Techking 14.00R25 на автосамосвале Tonly TL875B (день).

Обсуждение. Анализ наблюдений и данных по измерениям позволяет сделать следующие выводы:

1. Диски и шины на передних колесах БелАЗов в карьере Горный АО «Qizilqumsement» нагреваются выше, чем на задних. Максимально зафиксированная температура на дисках – 117,5°C (рис. 4б и 7). При этом измерения сделаны в ночное время, что исключает фактор воздействия прямых солнечных лучей.

На автосамосвалах в карьере Мурунтау по данным тепловизора температура дисков на передних колесах ниже, чем на задних, однако по данным датчиков температура воздуха внутри шин выше обычно на передних (рис.10-12). Такие же данные получены при измерении температуры шин автосамосвалов Tonly в карьере Горный АО «Qizilqumsement» (рис.9).

Отсюда можно предположить, что на передних шинах часть тепла генерируется из-за работы тормозной системы и оно аккумулируется в воздухе внутри шины. При этом задние колеса сдвоенные, а, соответственно, накопленное тепло из воздуха внутри шин забирается интенсивнее в окружающую среду, в том числе через обод колесного диска.

2. Нагрев шин естественным образом связан с нагрузкой. Логично предположить, что задние шины из-за того, что на них ложится основная часть веса перевозимого груза, должны нагреваться выше, однако измерения температуры крупногабаритных шин в карьере Мурунтау (рис. 10–12), как тепловизором, так и датчиком давления и температуры системы K.O.D.A. показали обратное, что подтверждает вывод о воздействии работы тормозной системы.

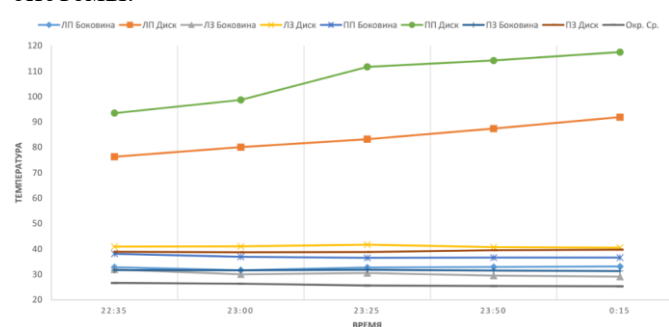


Рис.7. Температура колес с шинами Techking 21.00R35 на автосамосвале БелАЗ 7547 (ночь, плечо 2 км, трасса с уклонами).

3. На автосамосвалах Tonly в ходе наблюдений и измерений в дневное время в АО «Qizilqumsement» при перевозке груза значительных различий в температуре шин и дисков не зафиксировано (рис.6). Такое стало возможным из-за стечения трех факторов: небольшое расстояние перевозки, относительно долгое стояние при загрузке и наличие

резиновой камеры между шиной и ободом колесного диска.

Отсутствие резких скачков температуры в шинах при небольшом плече транспортирования на прямолинейном участке также подтвердили измерения на автосамосвале БелАЗ (рис.8).

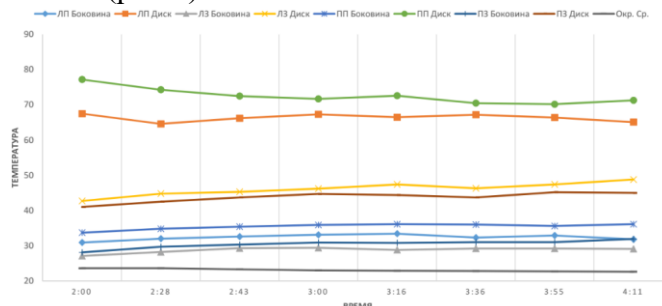


Рис.8. Температура колес с шинами Techking 21.00R35 на автосамосвале БелАЗ 7547 (ночь, плечо 0,5 км, трасса прямолинейная).

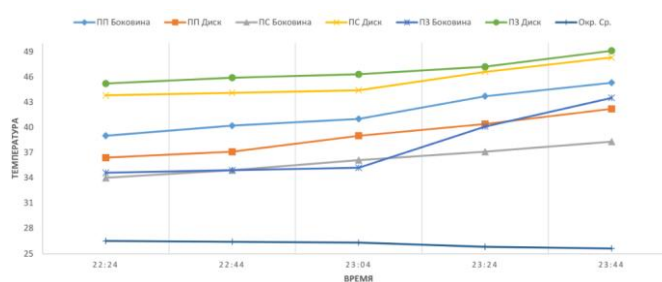


Рис.9. Температура колес с шинами Techking 14.00R25 на автосамосвале Tonly TL875B (ночь, плечо 2 км, трасса с уклонами).

4. Согласно исследованиям [8] наибольшее количество теплоты, отнесенное к единице объема, при движении автосамосвала, то есть от явления гистерезиса, выделяется в середине брекерного слоя крупногабаритной шины и на краях брекера, а общая величина теплообразования в шине распределяется по ее основным элементам в среднем так: протектор (включая подканавочный слой) - около 50%, каркас от 12 до 33%, брекерный слой - от 7 до 15%, боковины и примыкающий к ним борт от 5 до 25%.

Наши наблюдения и эксперименты показали, что температура протектора на шинах в среднем на 4-10°C ниже, чем боковины. Такая же разница в температуре в шинах на солнечной стороне и в тени. Таким образом, температура от грунта шине передается незначительно, тогда

как от прямого попадания солнечного света и нагрева дисков теплопередача, а, соответственно, и нагрев шин происходит интенсивнее.

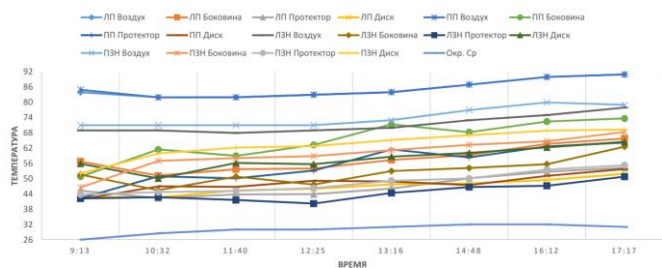


Рис.10. Температура колес с шинами GoodYear 46/90R57 на автосамосвале Komatsu 830E.

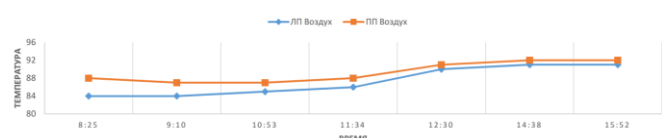


Рис.11. Температура колес с шинами Bridgestone 50/80R57 на автосамосвале Komatsu 860E.

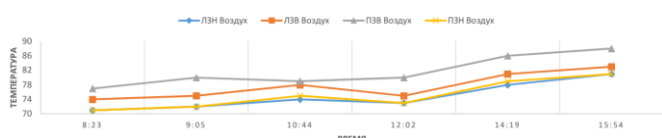


Рис.12. Температура колес с шинами Michelin 40.00R57 на автосамосвале Caterpillar 793D.

5. В конструкции шины наибольший нагрев происходит в месте перехода боковины к протектору, то есть в плечевой зоне (рис.13а), а также в посадочной поверхности борта (рис. 13в). Именно в этих частях шины происходят попеременное сжатие и растяжение резины, что приводит к генерации тепла. Это также подтверждают исследования Волгоградского государственного технического университета и Махачкалинского филиала МАДИ (рис.13б). Они провели эксперименты на шинах легковых автомобилей. По их данным наиболее высокая температура при движении наблюдается обычно в зоне брекера посередине беговой дорожки и в плечевых зонах шины [15].

6. Температура колесных дисков и шин растет или снижается прямо пропорционально, то есть установлена зависимость температуры шины и диска.

7. Установлено, чем больше диаметр шины, тем она нагревается медленнее и также медленнее остывает. Нагрев происходит медленно, так как огромная масса резины крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов и воздуха внутри способна аккумулировать много тепла. Остывают эти шины медленно из-за низкой теплопроводности резины и высокой удельной теплоемкости, а также из-за отсутствия активного обдува на низких скоростях. К примеру, по данным исследователей [1, 2], в карьере Мурунтау максимальная скорость движения автосамосвалов 32-45, а средняя – 15-18 км/ч.

8. Чем больше расстояние перевозки, то есть плечо, тем интенсивнее нагрев шин. Это подтверждают исследования и других авторов [1, 2].

Также этот показатель зависит от уклона дорог: чем он выше, тем чаще работает тормозная система, соответственно, тепло от нагрева тормозного диска через ступицу передается колесному диску, а от него уже шине и воздуху внутри нее (рис. 7 и 8).

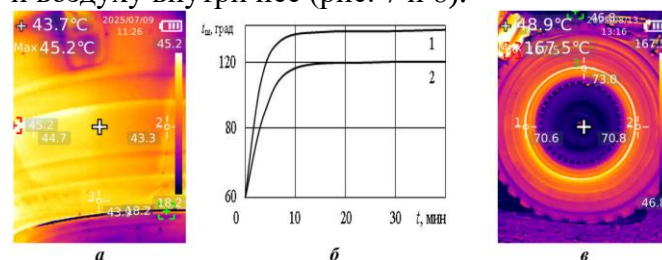


Рис.13. Точки наибольшего нагрева в шинах:

а – измерения, проведенные на шине TECHKING 14.00R25, установленной на автосамосвале Tonly TL875B (температура боковины – 43,3°C, плечевой зоны – 45,2°C); б – зависимость температуры шины от времени качения колеса по барабану: 1 – температура в плечевой зоне шины; 2 – температура воздуха в камере; в – измерения, проведенные на шине GoodYear 46/90R57, установленной на автосамосвале Komatsu 830E (наибольшая температура боковины в месте перехода к посадочной поверхности борта – 73,0°C).

9. При температуре окружающего воздуха свыше 40°C объекты под прямыми лучами Солнца могут нагреться до 60÷70°C, а если они черного цвета – еще выше. При этом температура отдельных участков шины, освещенных солнцем, может увеличиваться на 10-15°C по сравнению с поверхностью шины, находящейся в тени [8]. К примеру, в ходе наблюдений в

карьеру Горный АО «Qizilqumsement» измерения температуры колес БелАЗ 7547 на стоянке, показали нагрев боковины шины до 68,3°C, а диска – до 75,7°C при температуре воздуха 41,3°C.

Перевод работы автосамосвалов на ночные смены исключает воздействие солнечной радиации, соответственно, это снижает риск перегрева крупногабаритных шин во время работы. На примере автосамосвала Tonly видно, несмотря на то, что плечо перевозки в ночное время составляло около 2 км и маршрут был с уклонами, а в дневное – около 1 км на прямолинейном участке, температура шин была практически одинаковой, то есть приращение температуры от солнечной радиации днем было таким же, как от работы тормозной системы ночью, если считать, что нагрев из-за деформации резины при движении (гистерезис) оставался константой.

10. Полив водой шин может способствовать их охлаждению, однако данная операция должна проводиться на регулярной основе. Это подтверждают данные по полево-оросительной технике на базе автосамосвала БелАЗ 7547, однако данная теория требует более детального изучения с оценкой преимуществ данного метода и возможных рисков.

11. Работа автосамосвалов без остановки приводит к тому, что температура воздуха внутри шин на начало рабочей смены составляет около 70°C на задних и свыше 80°C на передних шинах, что неизбежно приводит к их перегреву и тепловому разрушению.

12. Повышение температуры ведет к повышению давления внутри шин. В этом случае наблюдается снижение амортизирующей способности покрышки и рост ударных нагрузок, увеличение напряжений в каркасе, что ускоряет процессы его старения. Повышение удельного давления на опорную поверхность вызывает ускоренный износ протектора в центральной части [1, 2, 8].

Заключение. Таким образом, эксплуатация карьерных самосвалов в грузе состоянии, особенно при длительном воздействии нагрузок, движении по уклонным участкам и при повышенной температуре окружающей среды (свыше 30°C), сопровождается интен-

сивным тепловыделением и перегревом шин [3, 5]. Данный процесс ускоряет износ, способствует расслоению, сокращает срок службы шин и может приводить к их преждевременному отказу. В отдельных случаях перегрев достигает критических значений, вызывая разрушение шин, сопровождаемое возгоранием или взрывом. Подобные инциденты обуславливают значительные экономические потери, длительные простои техники и существенные затраты на восстановительные работы. В этой связи разработка эффективных мер по снижению риска перегрева шин в условиях горнодобывающих предприятий представляется актуальной научно-технической задачей.

Признаками перегрева шин могут быть отслоение резины в области протекторной части (рис.14а), разрыв боковины шины давлением изнутри (рис.14б), микротрещины и вздутие на посадочной поверхности борта (рис.14в и 14г), что свидетельствуют о перегреве диска колеса. Шины в первых двух случаях не подлежат ремонту, оставшиеся требуют пристального контроля и также нежелательны в дальнейшей эксплуатации.

Проблема в том, что микротрещины и «шишки», появляющиеся изнутри КГШ, можно обнаружить только после снятия шины. Сквозные проколы регистрируются непосредственно по факту падения давления в ней.

Есть три возможных пути решения проблемы. Первый – это соблюдение режимов работы и остановки [5]. Согласно регламентам заводов-изготовителей (в частности, ОАО «Белшина»), поддержание работоспособности пневматических шин требует соблюдения технологических перерывов для снижения их температурного градиента. Нормативы предписывают приостановку эксплуатации транспортного средства на 30 минут через каждые 80 км пробега или 2 часа непрерывной работы, либо на 60 минут после 4-часового цикла эксплуатации [11].

Однако в текущих экономических реалиях реализация данных рекомендаций сопряжена с рядом критических факторов. Во-первых, останов карьерных самосвалов провоцирует непроизводительные простои техники, что

негативно сказывается на технико-экономических показателях горнодобывающего предприятия. Во-вторых, в условиях жаркого аридного климата интенсивность конвективного теплообмена резины с атмосферой низкая, что нивелирует эффективность пассивного охлаждения. При этом расширение парка техники для ротации самосвалов на период их отстоя требует значительных инвестиций и ведет к росту себестоимости добычи.

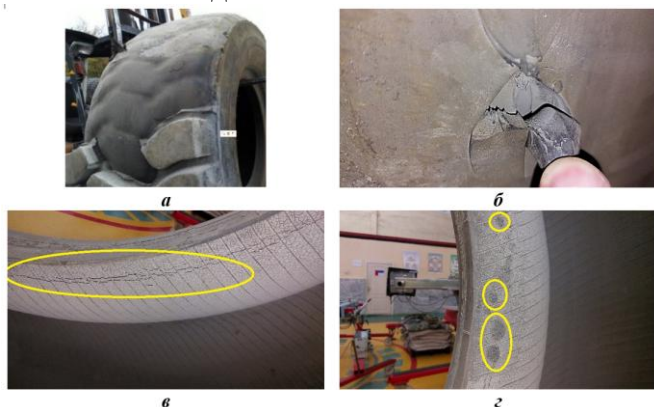


Рис.14. Признаки перегрева шины:

а – отслоение резины в области протекторной части; б – разрыв боковины шины давлением изнутри; в и г – микротрещины и вздутие на посадочной поверхности борта.

Второй путь – это контроль температуры шины или воздуха в ней [5]. Это можно сделать, внедрив тепловизионный контроль наружной температуры шины [15], либо, установив автоматические датчики давления и температуры, что уже сделано на некоторых автосамосвалах, эксплуатируемых в карьере Мурунтау (рис. 5).

При достижении критической температуры необходимо произвести останов автосамосвала. Как альтернативный вариант можно рассмотреть спуск и повторное накачивание воздуха в перегретые шины. Однако этот вариант приемлем, если станции по закачиванию воздуха расположены относительно недалеко от карьера. Если это не так, процесс можно улучшить, предварительно охладив,

выходящий из компрессорной установки воздух.

Третий путь – применение методов и технологий по предотвращению перегрева крупногабаритных шин карьерных самосвалов, в том числе, разработкой систем охлаждения или вывода тепла из шины.

Существует совокупность факторов, определяющих тепловое состояние шин, способствующих отслоению протектора и гермослоя, а также повышающих вероятность их возгорания. Помимо аварийных ситуаций [1], обусловленных нарушением требований техники безопасности (поражение электрическим током, пожары и др.) и правил дорожного движения (дорожно-транспортные происшествия с участием карьерных автосамосвалов), в условиях штатной эксплуатации данные факторы целесообразно классифицировать на три основные группы:

1. Нагрев из-за деформации резины при движении (гистерезис);
2. Влияние окружающей среды – солнечная радиация;
3. Тепловое воздействие тормозных механизмов.

Как отмечено выше, первая и вторая группы факторов получили достаточно широкое освещение в научной литературе, тогда как третья изучена недостаточно.

Критический нагрев тормозных дисков (до 500°C и выше) способен передаваться на шину через ступицу, колесный диск и воздушную среду внутри колеса. Это приводит к повышению внутреннего давления, увеличению термомеханических напряжений, снижению износостойкости и, в экстремальных условиях, к разрушению шины.

Для проверки этой гипотезы планируется проведение стендовых испытаний шин легкового автомобиля с имитацией нагрева от солнечной радиации и работы тормозной системы. Для чистоты эксперимента будет исключена первая группа факторов, то есть на шину не будет накладываться нагрузка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Исраилов, М. Э. (2025). Совершенствование методики расчета фактического показателя ТКВЧ крупногабаритных шин (Диссертация кандидата технических наук). Ташкент.

- [2] Юсупов, У. Б. (2024). Методология прогнозирования ресурса шин автотранспорта в карьерных условиях (Диссертация доктора технических наук). Ташкент.
- [3] Истаблаев, Ф. Ф., & Атакулов, Л. Н. (2025). Обзор и анализ факторов перегрева крупногабаритных шин. Горные машины и технологии, (2), 21–28.
- [4] Истаблаев, Ф. Ф., Атакулов, Л. Н., & Хайдаров, Ш. Б. (2025). Обзор и анализ методов ремонта крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов. Цифровые технологии в промышленности, 3(2), 81–90. <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.15>
- [5] Истаблаев, Ф. Ф., Атакулов, Л. Н., & Мадатов, Т. А. (2025). Обзор и анализ методов контроля температурного режима эксплуатации крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов. Development of Science, 1(6), 9–20.
- [6] Горюнов, С. В. (2013). Функциональная модель прогнозирования долговечности шин карьерных автосамосвалов. Известия МГТУ «МАМИ», 1(2), 149–154.
- [7] Мухитдинов, А. А., & Юсупов, У. Б. (2023). Оценка влияния продольного уклона карьерных дорог на ресурс крупногабаритных шин. Механика ва технология илмий журналы, (2), 92–103.
- [8] Горюнов, С. В. (2021). Разработка методики прогнозирования долговечности крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов (Диссертация кандидата технических наук). Кемерово.
- [9] Кульпин, А. Г., Стенин, Д. В., & Кульпина, Е. Е. (2017). Исследование потока отказов крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов. Вестник Кузбасского государственного технического университета, (6), 162–167.
- [10] Юсупов, У., Нарзиев, Ж., & Зафаров, К. (2022). Особенности эксплуатации крупногабаритных шин для технологического транспорта. Oriental Journal of Technology and Engineering, 2, 20–29. <https://doi.org/10.37547/supsci-ojte-01-01-04>
- [11] ОАО «Белшина». (2024). Руководство по эксплуатации карьерных и промышленных шин радиальной и диагональной конструкции (РЭ ГИУЛ 22.07-2024).
- [12] Grinchuk, P. S., & Fisenko, S. P. (2016). Rate of dissipation of the energy of low-frequency mechanical disturbances in a tire. Journal of Engineering Physics and Thermophysics, 89(6), 1358–1364.
- [13] Умирзоков, А. М., Саилов, А. А., и др. (2018). Классификация факторов, влияющих на пробег шин в условиях высокогорных карьеров. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования, (3), 44–51.
- [14] Боханцев, Т. Ф., & Подгорный, А. И. (2024). Проблемы ходимости шин: влияние температуры, качества, веса и давления на эксплуатационные характеристики. Вестник науки, 2(11), 1187–1191.
- [15] Galatia, D. (2020). Investigating the cause of premature tyre failure of open pit mine dump trucks: A case of ABC Mine, Northeast Africa. International Journal of Novel Research in Engineering and Science, 7(1), 20–42.

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Истаблаев, Ф. Ф., Атакулов, Л. Н., & Жураев, А. Ш. (2026). Исследование температурных режимов крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов и анализ причин их преждевременного отказа в условиях горнодобывающих предприятий Узбекистана. Цифровые технологии в промышленности, 4(3). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.3>
