

Влияние Температуры Окружающей Среды На Интенсивность Износа Шин

*Юсупов Умидбек Болтаевич¹, Мухитдинов Акмал Анварович²,
Тухтамишов Собит Собир угли³*

АННОТАЦИЯ: В статье представлены результаты эксперимента, проведенного на шинах технологического транспорта, эксплуатируемых в карьере Амантай. На основе изучения в течение года в карьере динамики изменения температуры окружающей среды определено ее влияние на интенсивность износа протектора шин. Установлено, что в жаркие дни (температура выше 300С) работа шин за пределами возможностей отвода тепла неизбежно приводит к образованию внутренних отслоений, в основном, в плечевой зоне шин.

Ключевые слова: крупногабаритные шины, технологический транспорт, ресурс шин, температура окружающей среды, интенсивность износа шин, технологическая дорога.

Введение. В последние годы в карьерах Узбекистана с различными климатическими и горно-геологическими условиями прошли проверку в режимах эксплуатации различные модели импортных крупногабаритных шин (КГШ). Анализ результатов КГШ показал, что основным критерием их работоспособности является температура разогрева каркаса, подканавки и протектора, которая при нормативных режимах эксплуатации самосвалов достигает 120⁰С, что приводит к термодеструкции материала [1–4].

Эффективное использование материальных ресурсов, снижение транспортных расходов, а также выбор грузовых автомобилей и шин, адаптирован к конкретным условиям эксплуатации, всегда являлись актуальной задачей. В связи с этим в сфере автомобильного транспорта очень важно определять и контролировать расход топлива, запасных частей и ресурс шин [3, 4].

Себестоимость добычи полезных ископаемых открытым способом существенно зависит от производительности карьерных автосамосвалов, которая напрямую связана с долговечностью пневматических шин [5–7].

Основными причинами отказов пневматических шин карьерных самосвалов при их эксплуатации являются следующие [7]:

- механические повреждения (порезы, проколы, сколы грунтозацепов и др.);
- усталостные и тепловые разрушения (отслоение протектора, боковин, расслоение корда и др.);
- естественный износ протектора;
- производственные дефекты, которые не были обнаружены при выходном контроле шин на заводе-изготовителе.

Установлено, что наибольшее количество теплоты выделяется в середине брекерного слоя шины и на его краях, а общая величина теплообразования в шине распределяется по ее основным элементам следующим образом [2–3]:

- протектор – около 50%;

¹ PhD., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет

² DSc., профессор, Ташкентский государственный транспортный университет

³ ассистент, Ташкентский государственный транспортный университет



- каркас – от 12 до 33%;
- брекерный слой – от 7 до 15%;
- боковины и примыкающий к ним борт – от 5 до 25%.

Авторами [2–3] установлено, что шина при температуре окружающего воздуха 20–25⁰С охлаждается примерно за 10 ч отстоя автосамосвала. При этом в первые 4 ч отстоя автосамосвала скорость охлаждения шины составляет 10–12⁰С/ч, а в дальнейшем она снижается до 5,0–6,7⁰С/ч.

На износ шин существенное влияние оказывает температура окружающего воздуха [5, 6]. Температуру на поверхности трения следует относить к основному показателю интенсивности изнашивания резины и её разрушения. Температура шины при ее эксплуатации растет под действием силы трения и вследствие деформации.

А.И. Петров [7] предлагает следующую зависимость интенсивности изнашивания от температуры и нагрузки на шину:

$$U_{cp} = I_0 + C_1 \cdot \left((t_{cp} - t_0)^2 + \delta_t^2 \right) + C_2 \cdot S_{cp} + C_3 \cdot \frac{1}{D}, \quad (1.2)$$

где I_0 – минимальная интенсивность изнашивания, реализуемая в идеальных условиях; C_1 – показатель чувствительности шин к изменению t по интенсивности их изнашивания; C_2 – показатель чувствительности изменения интенсивности изнашивания к изменению G_{cp} ; C_3 – показатель чувствительности изменения интенсивности изнашивания к изменению D ; t_{cp} – средняя температура окружающего воздуха за рассматриваемый период; t_0 – оптимальная температура окружающего воздуха; δ_t^2 – дисперсия температуры окружающего воздуха; D – обобщенный показатель дорожных условий; S_{cp} – средняя за срок эксплуатации нагрузка на шину.

На основе анализа экспериментальных исследований работы карьерных самосвалов в реальных условиях эксплуатации в качестве основных факторов, в наибольшей степени определяющих тепловое состояние крупногабаритных шин, выберем следующие:

- - среднюю за транспортный цикл радиальную нагрузку на шину;
- - эксплуатационную скорость карьерного автосамосвала;
- - температуру окружающего воздуха;
- - степень крепости породы.

Влияние средней нагрузки на шину и эксплуатационную скорость самосвала мы не будем рассматривать, так как это полностью управляемый фактор. В данном экспериментальном исследовании мы рассмотрим влияние температуры воздуха на интенсивность износа шин [8–17].

В Амантайском карьере Навоийского горно-металлургического комбината эксплуатируются следующие самосвалы: БелАЗ-7555В, БелАЗ-7513, БелАЗ-75310, САТ 773Е и Komatsu HD 465. На этих самосвалах используются шины размером 24.00R35, 33.00R51, 37.00R57, 42/90R57, 40.00R57 и 46.90R57.

На основе изучения соответствия требованиям СНиП технологических дорог карьера Амантай, где эксплуатируются карьерные самосвалы, получены следующие данные:

- - продольный уклон трасс – в среднем 5–6%;
- - ширина технологических дорог – в среднем 16–18 м, радиус поворота – в среднем 26–30 м;
- - твердость горной породы – в пределах 8–10 по шкале М.М. Протодьяконова;
- - количество поворотов на расстоянии транспортировки – до 6;
- - время прохождения автосамосвалами одного цикла – 0,6–0,8 ч.



Исходя из указанных данных, мы можем отнести карьер Амантай к категории средней степени тяжести [18–22].

Эксперимент. Исследования по определению влияния температуры окружающей среды на интенсивность износа шин технологического транспорта проводились в карьерных условиях АО «Навоийский ГМК».

Цель эксперимента – оценить влияние температуры окружающей среды на интенсивность износа протектора в каждом сезоне.

Эксперименты проводились в карьере Амантай. Для этого были отобраны квалифицированные водители и 5 самосвалов CAT 773E 2019 года выпуска. 30 ноября 2021 года на самосвалы было установлено 30 новых шин 24.00R35 MICHELIN XTRA LOAD GRIP A4 TL E4. Высота протектора этих шин составляла 73 мм, индекс нагрузки – 20000 кг, индекс скорости – 50 км/ч, рекомендуемое давление в шине – 750 кПа, ТКВЧ – 503. Самосвалы CAT-773E имели грузоподъемность 55,5 т.

Методология. Внутреннее давление в шинах составляло 750 кПа, что контролировалось и проверялось водителями. Нагрузку, прикладываемую к шине, контролировали в пределах $\pm 5\%$ от рекомендуемой. Регистрировали среднесуточные температуры воздуха и рассчитывали средненедельные температуры. Раз в неделю фиксировались и анализировались расстояние, пройденное самосвалом, остаточная высота протектора шины и интенсивность износа протектора.

На самосвалах запланировали устанавливать новые шины в каждый сезон. Исходя из возможностей предприятия, перед началом весны, 28 февраля, полностью были заменены шины на 3-х самосвалах, а перед началом лета, 30–31 мая, полностью заменены шины на 4-х самосвалах. В остальные сезоны эксперимент проводился путем полной замены шин всех 5 самосвалов. Во время эксперимента всегда использовались шины MICHELIN XTRA LOAD GRIP A4 TL E4. В табл. 1 приведены результаты еженедельных замеров.

Таблица 1 Данные еженедельных замеров

№ п/п	Марка и номер самосвала	Модель шин	Начальная высота протектора, мм	Дата установки шин	Дата замера 7.12.2021 г.				
					средняя температура в неделю, день/ночь, °С	пробег самосвала с начала эксперимента, км	средняя высота протектора при замере, мм	интенсивность износа шин, мм/тыс.км	пробег самосвала в интервале, км
1	CAT 773E, 651	MICHELIN XTRA LOAD GRIP A4 TL E4.	73	29.11.2021 г.	3,8/-1,5	2412	70,8	0,912	2412
2	CAT 773E, 655			30.11.2021 г.		2038	71,1	0,932	2038
3	CAT 773E, 656			30.11.2021 г.		2430	70,8	0,905	2430
4	CAT 773E, 657			29.11.2021 г.		3076	70,2	0,91	3076
5	CAT 773E, 658			30.11.2021 г.		2603	70,6	0,922	2603
Средний					1,4	2511,8	70,2	0,92	2511,8



На основании данных табл. 1, полученных в результате эксперимента, составлена сводная табл. 2 о состоянии шин самосвалов и их износе.

Таблица 2 Сводные данные по интенсивности износа шин

№ п/п	Месяц	Средний пробег самосвала в в месяц, км	Средняя температура в месяц по эксперименту, ⁰ С	Средняя температура в месяц по сайту Интернета[22], ⁰ С	Средняя интенсивность протектора шин в месяц, мм/тыс.км	Средняя интенсивность износа в сезоне, мм/тыс.км
1	Декабрь	9834	1,1	1,9	0,91	0,913
2	Январь	10122	-0,6	0,5	0,89	
3	Февраль	10247	3,4	1,7	0,94	
4	Март	9879	8,6	9,4	1,02	1,087
5	Апрель	9212	18,8	16,0	1,08	
6	Май	10751	24,1	24,9	1,16	
7	Июнь	9783	31,7	30,5	1,43	1,48
8	Июль	10758	36,6	31,1	1,48	
9	Август	9875	30,6	29,5	1,39	
10	Сентябрь	10751	23,5	22,9	1,14	1,046
11	Октябрь	10023	14,8	11,4	1,03	
12	Ноябрь	9273	6,4	3,4	0,97	

На основании табл. 1, 2, составленных по результатам экспериментов, построены графики (рис.1) и диаграмма (рис.2).

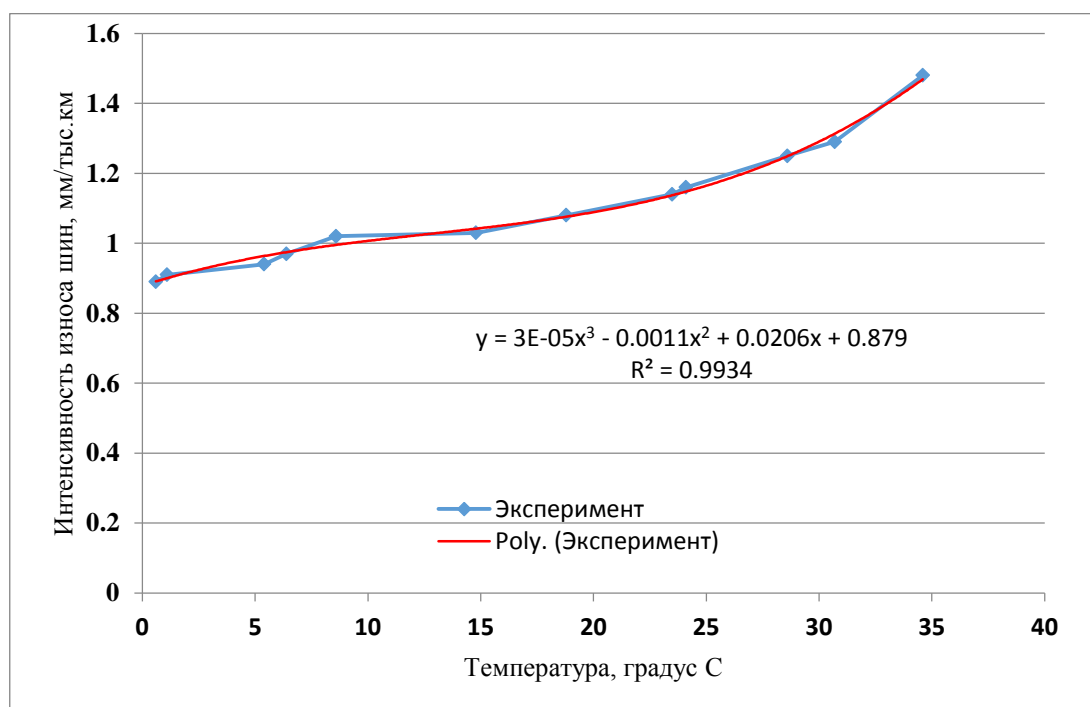


Рис.1. Влияние температуры окружающей среды на интенсивность износа шин



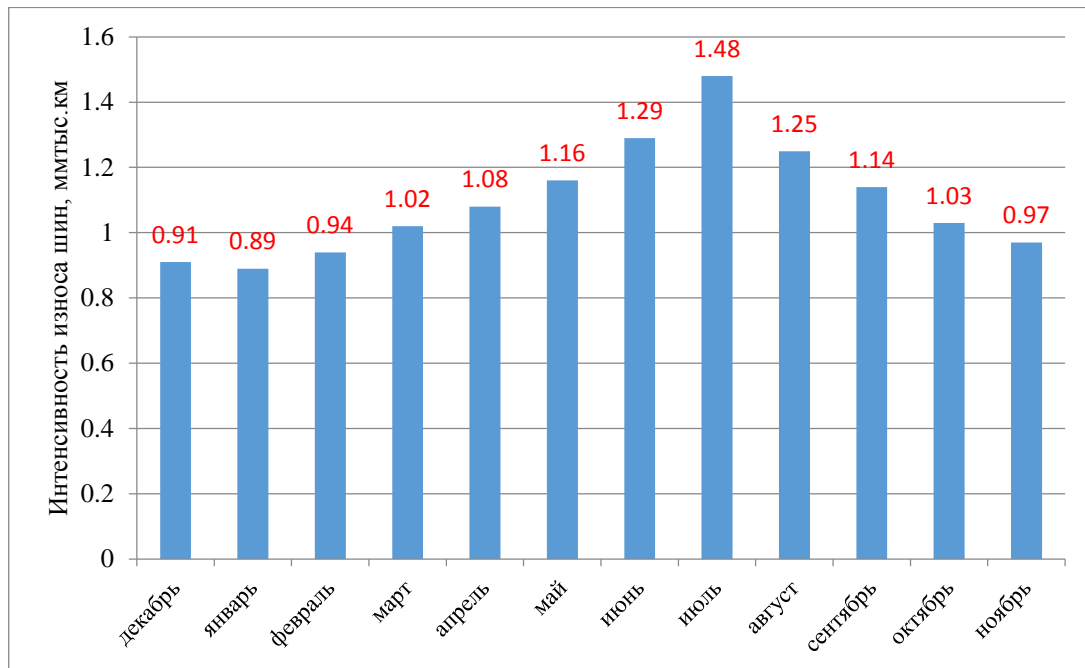


Рис.2. Интенсивность износа шин по месяцам

Выводы

1. В летний сезон интенсивность износа протектора шин увеличилась примерно в 1,5 раза по сравнению с другими сезонами.
2. Зимой наименьшая интенсивность износа шин наблюдалась в январе – она составила 0,89, а наибольшая отмечалась в июле – она достигла 1,48.
3. Как видно из рис. 1 оптимальная температура окружающей среды для шин 24.00R35 MICHELIN XTRA LOAD GRIP A4 TL E4 составляла 8 – 18⁰С, а средняя эксплуатационная скорость самосвала – 17 км/ч [23].
4. При сравнении температуры воздуха в карьере, измеренной в ходе эксперимента, с температурой из информации, представленной на сайте [22], разница температур воздуха в июле и октябре доходила до 20%. В остальные месяцы разница температур воздуха не превышала 3–5%.
5. Прохладная погода с октября по апрель (до 15⁰С) способствовала компенсации внутреннего нагрева шин и не приводила к термическим отслоениям.
6. В жаркие дни (температура выше 30⁰С) работа шин за пределами возможностей отвода тепла неизбежно приводила к образованию внутренних отслоений, в основном, в плечевой зоне шин.

Литература

1. Горюнов С.В., Шарипов В.М. Прогнозирование эксплуатационной температуры пневматических шин карьерных автосамосвалов // Леса России и хозяйство в них. – 2013. – № 1-2 (42-43). – С. 32–34.
2. Горюнов С.В., Шарипов В.М. Исследование теплового состояния пневматических шин карьерных автосамосвалов // Журнал автомобильных инженеров. – 2015. – №3(92). – С.6 – 10.
3. Гудков В.А., Кубраков В.П., Тарновский В.Н. Влияние режима качения колеса на износ протектора автомобильных шин // Вопросы проектирования и исследования автомобилей. – М., 1989. – С. 99 – 104.



4. Гудков В.А., Тарновский В.Н., Кубраков В.П. Факторы, влияющие на интенсивность износа протектора автомобильных шин // Деловые руководства. – М.: ЦНИИТЭ Нефтихим, 1986. – № 47.
5. Скорняков Э.С., Кваша Э.Н., Хоменя А.А., Бойков В.П. Эксплуатация и ремонт крупногабаритных шин.– М.: Химия, 1991. –С. 128.
6. Петров А.И. Влияние условий эксплуатации на долговечность и безотказность автомобильных шин: Дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 1999. – 222 с.
7. Топалиди В.А., Юсупов У.Б. Нормирование ресурса шин типовых автомобилей в карьерных условиях // Автомобильная промышленность. – М., 2019. – №11. – С. 27 – 29.
8. Юсупов У.Б., Касимов О.К., Нарзиев Ж.Ш. Нормирование пробега шин вахтовых автобусов НефАЗ в условиях «АГМК» // Международный, научный, электронный журнал «Транспорт шёлкового пути». – Ташкент, 2019. – № 3 – 4. – С. 94 – 101.
9. Topalidi V.A., Yusupov U.B., Babaev A.M. Wear resistance of specialized vehicles tires on quarry roads. International journal of mechanical and production engineering research and development (IJMPERD); ISSN (online): 2249-8001. Vol.10, Issue-5. Edition: Oct, 2020.P. 643 – 658.
10. Топалиди В.А., Юсупов У.Б. Износостойкость шин специализированного автотранспорта в зависимости от категории крепости карьерных дорог // Автомобильная промышленность. – М., 2020. – №12. – С. 20 – 22.
11. Umidbek Yusupov, Omil Kasimov, Akhmadjon Anvarjonov. Research of the resource of tires of rotary buses in career conditions. ICPPMS-2021. – Tashkent, 2021. – June 10 – 11. Cite as: AIP Conference Proceedings 2432, 030072 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0089587>. Published Online: 16 June 2022.
12. Valeriy Topalidi, Umidbek Yusupov, Samad Allaberganov. Improving the efficiency of transport logistics support. ICPPMS-2021. Tashkent, 2021 y. June 10-11. Cite as: AIP Conference Proceedings 2432. 030073. 2022; <https://doi.org/10.1063/5.0089590>. Published Online: 16 June, 2022.
13. Юсупов У.Б. Нормирование ресурса шин в карьерных условиях // Железнодорожный транспорт: Актуальные вопросы и инновации. – Ташкент, 2021. – №3. – С. 35 – 42.
14. Топалиди В.А., Юсупов У.Б. Износостойкость шин специализированного автотранспорта в карьерных условиях. Монография. –Ташкент: Издательство «Avtomsan», 2021.–С.132. ISBN 978-9943-4906-9-7.
15. Топалиди В.А., Юсупов У.Б. Анализ пробега крупногабаритных шин большегрузных самосвалов, работающих в рудоуправлении «Кальмакыр» // Научный журнал транспортных средств и дорог. – Ташкент, 2022. – №1. – С. 73 – 81.
16. Юсупов У.Б., Отамуротов Ф., Баратов И. Дорожные исследования износостойкости крупногабаритных шин // Научный журнал транспортных средств и дорог. – Ташкент, 2022. – №1. – С. 36 – 46.
17. Yusupov U.B., Topalidi V.A., Anvarjonov A.A. Development of coefficients for correcting the mileage of tires of specialized vehicles, taking into account work in career conditions // Journal of Hunan University Natural Sciences. Vol. 49. February 2022. – No. 02. – P. 276 – 286. ISSN: 1674-2974.
18. Yusupov U.B., Anvarjonov A. Rating of the operational massage of the tires of large-loaded mining dump trucks operating at the objects of the Almalyk mining and metallurgical combine // Galaxy International Interdisciplinary Research Journal (GIIRJ). Vol. 10.2022. Issue 1. Jan. –P. 36 – 40. ISSN (E): 2347-6915.



19. Юсупов У.Б., Уринбоев К.У. Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований по износостойкости шин специализированного автотранспорта // «Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences (ORIENS)». (www.oriens.uz). Vol. 2. 2022. Issue 1. January. – P. 1216 – 1224. ISSN 2181-1784.
20. Umidbek Yusupov, Akmal Muxitdinov, Feruz Otamuradov. Rationing of tire mileage in the operating conditions of the Kalmakyr quarry // International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis (IJMRA). ISSN (print): 2643-9840. Vol. 05, Issue 05. 2022 May. – P. 929 – 934. DOI: 10.47191/ijmra/v5-i5-07. ISSN(online): 2643-9875.
21. Yusupov U.B., Narziev J., Zafarov K. Особенности эксплуатации крупногабаритных шин для технологического транспорта // Oriental Journal of Technology and Engineering. Vol. 2. Issue 1. 2022 May. – P. 20 – 29. DOI: <https://doi.org/10.37547/supsci-ojte-01-01-04>. ISSN : 2181-2837.
22. <https://global-weather.ru/archive/zarafshan>
23. Eurasian Journal of Engineering and Technology (EJET). ISSN: 2795-7640. Volume 13. December, 2022. p. 100-105. <https://geniusjournals.org/index.php/ejet/article/view/3023>

