

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ЖАРКОГО КЛИМАТА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНОСА ШИН

*Юсупов У.Б., DSc., доцент кафедры
“Инжиниринг транспортных средств”, ТГТУ.
E-mail: umidyusupov20161978@gmail.com*

Аннотация. В статье представлены результаты эксперимента, проведенного на шинах технологического транспорта, эксплуатируемых в карьере Амантай. В течение года в карьере изучали динамику изменения температуры окружающей среды и рассчитывали ее влияние на интенсивность износа протектора шин. В результате, жаркие дни (выше 30⁰С), работа шин за пределами возможностей отвода тепла неизбежно приводит к образованию внутренних отслоений, в основном плечевой зоне шин.

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

Введение. Снижение транспортных расходов на автомобильном транспорте, эффективное использование материальных ресурсов, а также выбор грузовых автомобилей и шин, адаптивных для конкретных условий эксплуатации всегда являлось актуальной задачей. В связи с этим в сфере автомобильного транспорта очень важно определять и контролировать расход топлива, запасных частей и ресурс шин [1, 5].

Себестоимость добычи полезных ископаемых открытым способом существенно зависит от производительности карьерных автосамосвалов, которая напрямую связана с долговечностью пневматических шин [2, 3].

В последние годы в карьерах Узбекистана с различными климатическими и горно-геологическими условиями прошли проверку в режимах эксплуатации различные модели импортных крупногабаритных шин. 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 [5 – 8].

Основными причинами отказов пневматических шин карьерных самосвалов в эксплуатации являются [4, 7]:

- механические повреждения (порезы, проколы, сколы грунтозацепов и другие);

- усталостные и тепловые разрушения (отслоение протектора, боковин, расслоение корда и другие);
- 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%;
- 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 часов отстоя автосамосвала. При этом, в первые 4 часа отстоя автосамосвала скорость охлаждения шины составляет 10...12 ⁰С/час, а в дальнейшем она снижается до 5,0...6,7 ⁰С/час.

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 [4] 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 реальной условия 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 среднюю нагрузку на шину и эксплуатационный скорость самосвала мы рассматривать не будем, так как это полностью управляемый фактор. На этом экспериментальном исследовании мы исследуем влияние температуры воздуха на интенсивность износа шин [8].

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

Изучено соответствие требованиям СНиП технологических дорог карьера Амантай, где эксплуатируются карьерные самосвалы:

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

На основании этих данных мы можем отнести карьер Амантай к категории среднего степени тяжести [7].

Эксперимент. Экспериментальные исследования влияние 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 каждого сезона.

Эксперименты проводились в карьере Амантай, для этого были отобраны квалифицированные водители и 5 самосвалов CAT 773Е, 2019 года выпуска. 30 ноября 2021 года на самосвалы были установлены новые 30 шины 24.00R35 MICHELIN XTRA LOAD GRIP A4 TL E4. Высота протектора этих шин составляет - 73 мм, индекс нагрузки – 20000 кг, индекс скорости – 50 км/час, рекомендуемое давление в шине 750 кПа, ТКВЧ - 503. Самосвалы CAT 773Е имеют 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 каждый сезон. По возможности предприятия, в начале весны, то есть 28 февраля, полностью заменено шины 3 самосвала, а перед летом, 30 – 31 мая, полностью заменено шины 4 самосвала. 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.

Каждый раз работа по измерению была включена в таблицу 1.

Таблица 1

№	Марка и номер самосвала	Модель шин	Начальная высота протектора, мм	Дата установки шин	Дата замера 7.12.2021 г.				
					Средняя температура в начале пробега, °С	Пробег самосвала с начала пробега, км	Средний остаточный протектор, мм	Интенсивность износа шин, мм/км	Пробег самосвала в интервале, км
1	CAT 773E, 651	MICHELIN XTRA 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

Результаты каждый еженедельных измерений были занесены в таблицу 1. На основании этих таблиц, в которые вошли результаты эксперимента, была составлена сводная таблица 2.

Таблица 2

№	месяц	Средний пробег самосвалов в месяц, км	Средний температура в месяц, по эксперименту, °С	Средний температура в месяц, по сайту интернета [16], °С	Средний интенсивность протектора шин в месяце, мм/тыс.км	Средний 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 таблицы 1, 2 с результатами экспериментов были построены следующие график (рис.1.) и диаграмма (рис.2.).

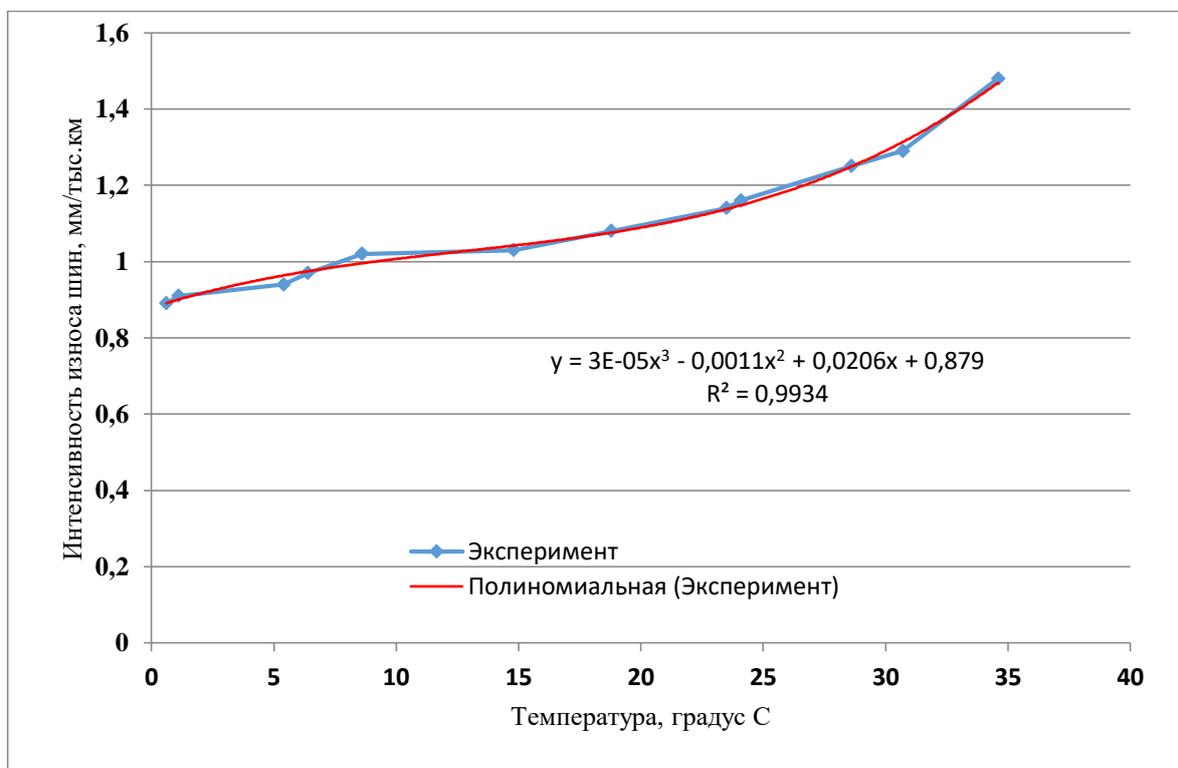


Рис.1. Влияние температуры окружающей среды на интенсивность износа шин

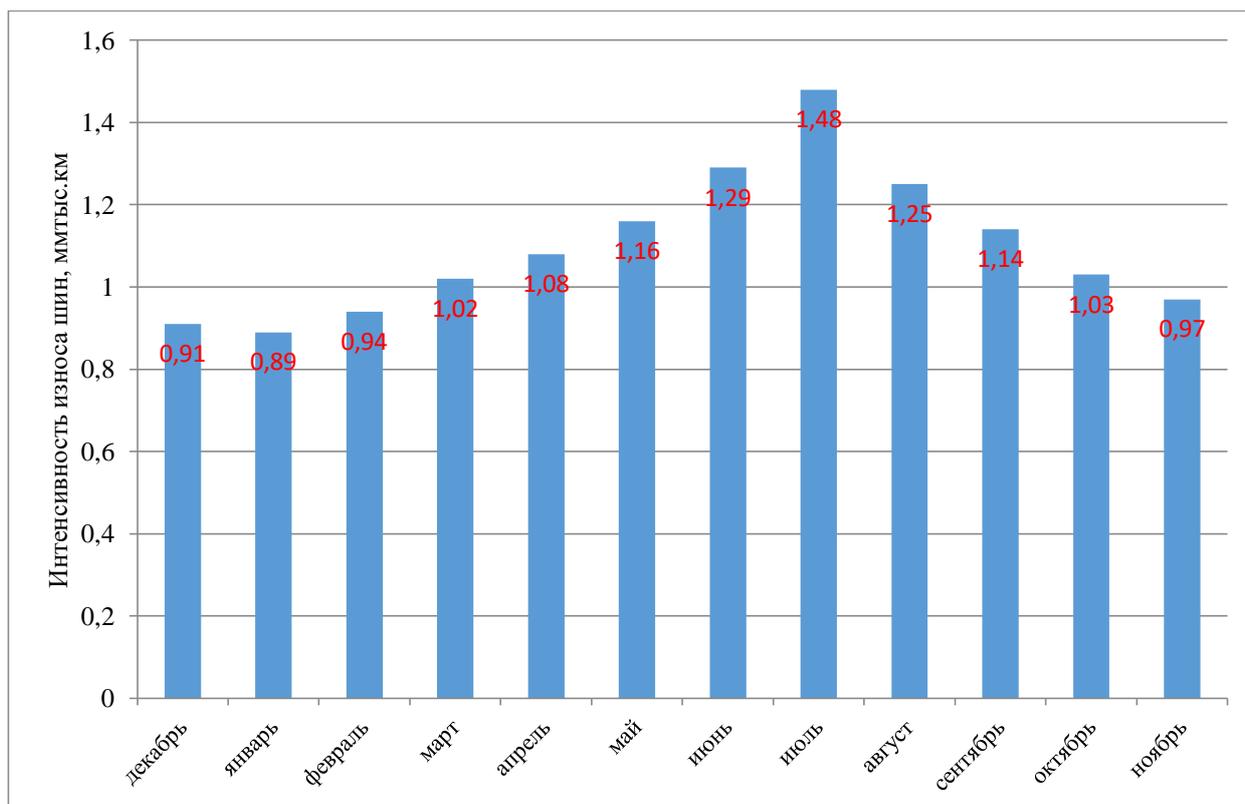


Рис.2. Интенсивность износа шин по месяцам

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 и составила 0,89. Наибольшая интенсивность наблюдалась в июле и составил 1,48.
3. Можно видеть из рисунка 1, оптимальная температура окружающей среды для шин 24.00R35 MICHELIN XTRA LOAD GRIP A4 TL E4 8 – 18⁰C. Средняя эксплуатационная скорость самосвала составила 17 км/час.
4. При сравнении температуры воздуха в карьере, измеренной в ходе эксперимента, с информацией, представленной на сайте [9], температура воздуха в июле и октябре различалась до 20%. В остальные месяцы разница температур воздуха не превышала 3 – 5%.
5. Прохладная погода с октября по апрель (до 15⁰C) наблюдалась для компенсации внутреннего нагрева шин и не приводила к термическим отслоениям.
6. В жаркие дни (выше 30⁰C), работа шин за пределами возможностей отвода тепла неизбежно приводит к образованию внутренних отслоений, в основном плечевой зоне шин.

Литература

1. Скорняков Э.С., Кваша Э.Н., Хоменя А.А., Бойков В.П. Эксплуатация и ремонт крупногабаритных шин. - М.: Химия, 1991. С. 128.
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., Тарновский В.Н., Кубраков В.П. Факторы, влияющие на интенсивность износа протектора автомобильных шин. Деловые руководства. – М.: ЦНИИТЭ Нефтихим, 1986. № 47.
4. Петров А.И. Влияние условий эксплуатации на долговечность и безотказность автомобильных шин: Дис... канд. техн. наук. – Тюмень, 1999. – 222 с.
5. Топалиди В.А., Юсупов У.Б. Износостойкость шин специализированного автотранспорта в карьерных условиях. Монография. Ташкент, 23.09.2021г. Издательство “Avtomsan». ISBN 978-9943-4906-9-7. С.132.
6. 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. ISSN: 1674-2974. Vol. 49. No. 02. February 2022. p. 276 – 286.

7. Yusupov U.B., Urinboev Q.U. Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований по износостойкости шин специализированного автотранспорта. “Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences (ORIENS)”. ISSN 2181-1784, (www.oriens.uz) Vol. 2, Issue 1, January 2022. p. 1216 – 1224.
8. 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, ISSN(online): 2643-9875. Volume 05, Issue 05, May 2022. p. 929-934. DOI: 10.47191/ijmra/v5-i5-07.
9. <https://global-weather.ru/archive/zarafshan>