

Определения Нормативного Пробега Крупногабаритных Шин, При Карьерных Условиях Средней Тяжести

*Юсунов Умидбек Болтаевич¹, Исраилов Маишраб Эркинович²,
Шавкатов Хумоюн Кахрамон угли³*

Аннотация: Ресурс шины зависит от многих факторов как коэффициент грузоподъемности, правильная загрузка самосвала, равномерное размещение отгружаемой руды, средняя эксплуатационная скорость самосвала, дорожное покрытие, его состояние и тип, продольный и поперечный уклоны дороги, радиус поворотов, внутреннее давление в шине, мастерство водителя, температура окружающей среды и др. На основе результатов проведенного эксперимента в Навоийском ГМК, разработаны нормативные пробеги крупногабаритных шин Michelin для средней условий эксплуатации, т.е. со средним продольным (4%) уклоном дороги по всей длине маршрута перевозки и коэффициентом крепости добытой горной породы 7, по шкале М.Протождьяконова, из которой проложена карьерная дорога. Это дает возможность оценить ресурс шин в любых карьерных условиях по разработанному нормативному пробегу.

Ключевые слова: крупногабаритные шины, карьер, автосамосвал, износ шин, крепость горной породы, средний продольный уклон, условия эксплуатации, технологическая дорога.

Введение. В мире активно ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на решение таких задач, как снижение транспортных расходов, эффективное использование эксплуатационных материалов, выбор грузовых автомобилей и шин, подходящих к условиям эксплуатации. При использовании крупногабаритных шин на карьерах затраты на их замену составляют примерно 20 – 25% всех транспортных расходов. Особое внимание уделяется снижению транспортных расходов за счет выбора шин, соответствующих климатическим условиям геологической зоны, где расположен карьер, и правильного их использования на технологических и вспомогательных транспортах, работающих в карьерных условиях [1, 12].

В настоящее время в недостаточной степени ведутся научные исследования по разработке методики прогнозирования ресурса шин технологического (БелАЗ, САТ, Komatsu и др. грузоподъемностью от 55 до 221т) транспорта в карьерных условиях [2, 5, 7]. Это связано с тем, что карьерные дороги представлены постоянными и временными дорогами, на которых часто меняются длина маршрутов, продольный уклон и направления маршрутов. Кроме того, в летние месяцы, повышение средней температуры погоды в Узбекистане служит причиной роста интенсивности износа или отслоение протектора шин [1, 2]. В результате влияние среднего продольного уклона дороги по всей длине маршрута перевозки и крепости горной породы, составлявшей основу технологических дорог, на ресурс крупногабаритных шин в карьерных условиях требует более углубленных исследований [4].

По результатам эксперимента, выявлены причины, снижающие ресурсы шин, и проанализирована проведенная исследовательская работа по их оценке. Выявлено, что процесс абразивного износа протектора шины наблюдался на дорогах, выложенных из горной породы коэффициент крепости которой свыше 8 по шкале М.Протождьяконова [5, 13]. Определены три

¹ DSc., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет

² начальник отдел транспорта, АО “Навоийского ГМК”

³ ассистент, Ташкентский государственный транспортный университет



группы факторов, влияющих на ресурс крупногабаритных шин: горно-геологические/географические, эксплуатационные и технологические [6, 7, 13]. Выявлено, что наибольшее воздействие оказывает температура окружающей среды: температура воздуха выше 40°C приводит к росту фактического показателя ТКВЧ шин, а следовательно, и к преждевременному выходу из строя крупногабаритных шин [12].

В ходе исследования применены методы экспериментального исследования, методы математической статистики и анализа, методы регрессионного анализа и линейной корреляции Пирсона, методы построения графических зависимостей в программе Microsoft Excel.

Анализ условий эксплуатации технологического транспорта. В последние годы в карьерах Узбекистана с различными климатическими и горно-геологическими условиями прошли проверку в режимах эксплуатации различные модели КГШ [7]. Анализ результатов КГШ показал, что основным критерием их работоспособности является температура разогрева каркаса, подканавки и протектора, которая при нормативных режимах эксплуатации самосвалов достигает $110 - 120^{\circ}\text{C}$, что приводит к внутреннему отслоению протектора [8 – 12].

Эффективное использование материальных ресурсов, снижение транспортных расходов, а также выбор карьерных самосвалов и шин, адаптированных к конкретным условиям эксплуатации, всегда являлись актуальной задачей. В связи с этим в сфере автомобильного транспорта очень важно определять и контролировать расход топлива и ресурс шин [13].

Основными причинами отказов пневматических шин карьерных самосвалов при их эксплуатации являются следующие: усталостные и тепловые разрушения (отслоение протектора, расслоение корда); естественный износ протектора; механические повреждения (проколы, порезы, сколы грунтозацепов); производственные дефекты [7, 8, 11, 14].

Глубина карьера Мурунтау составляет свыше 700 м, а для удешевления транспортировки руды на горизонте 300 размещен крутонаклонный конвейер (КНК). КНК в настоящее время имеет сокращенное время работы по техническим причинам. Таким образом, дальность перевозки самосвалов увеличивается до 14 км. Это, в свою очередь, приводит к увеличению себестоимости перевозки. Кроме того, в карьере работают еще 2 конвейерной ленты (КЛ). Перед КЛ установлена дробилка. Пустая порода, прошедшая через дробилку, с помощью ремней транспортируется в отвал [12, 13].

В Центральном Рудоуправление (ЦРУ) в состав Управления автомобильного транспорта (УАТ) входят 224 автосамосвала и 155 единиц вспомогательного транспорта и дорожно-строительной техники. Эти транспортные средства эксплуатируются на 4-х карьерах (Мурунтау, Амантай, Балпантау и Турбай) [7]. УАТ напрямую обслуживает карьер Мурунтау. В карьере Мурунтау обслуживают 117 карьерных самосвалов, 65 вспомогательный транспорт и дорожно-строительных машин (ДСМ, 21 ед.).

Система контроля загрузки: на автосамосвалах БелАЗ-7513 установлена система СКЗиТ, на САТ-789 – система VIMS и на Komatsu HD785-7 фиксировалась с параметров датчиков давления на цилиндрах подвески машины (все 4 датчика) [1, 12].

Эксперимент. На основе анализа 10 изученных маршрутов выявлено следующее. Если принять общую протяженность маршрутов, равной 100%, то около 60% соответствуют паспорту автомобильной дороги Мурунтауского карьера, т.е. уклон на маршруте от -2 до $+10\%$. Продольный уклон остальных 40% дороги колеблется от 10 до 17%, в среднем 15% (рис. 1). Дороги со средним продольным уклоном 15% приводят к ускоренному износу шин задней оси, снижают ресурс узлов и агрегатов самосвалов и способствуют к увеличению просыпания горной массы из кузовов самосвалов.



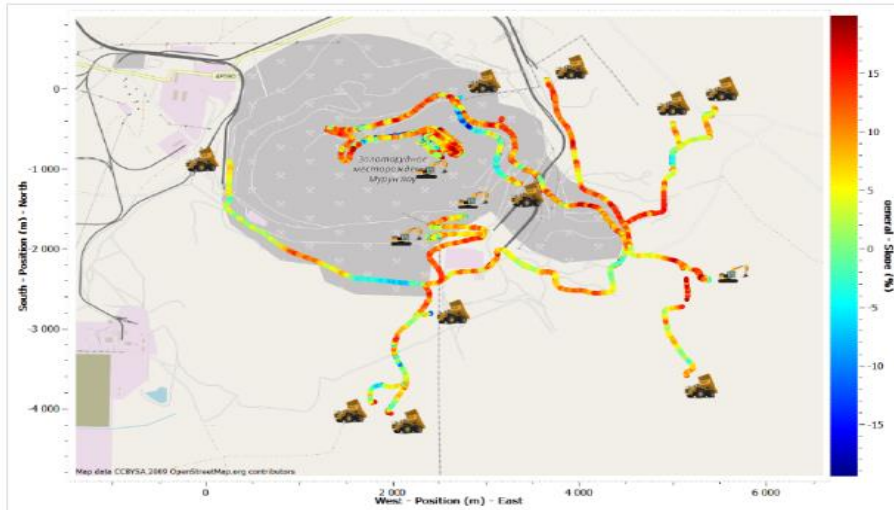


Рис. 1. Изученные маршруты с помощью прибора V-BOX

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

Для этого были отобраны квалифицированные водители и 5 самосвалов CAT-793D 2019 – 2021 годов выпуска. 30 ноября 2022 г. на самосвалах было установлено 30 новых шин 40.00R57 MICHELIN XDR3 MB TL E4R. Высота протектора этих шин составляла 98 мм, индекс нагрузки – 60 000 кг, индекс скорости – 50 км/ч, рекомендуемое давление в шине – 650 кПа, ТКВЧ – 960. Самосвалы CAT-793D имели грузоподъемность 220 т.

По результатам экспериментов, построены графики (рис.2) и диаграмма (рис. 3).

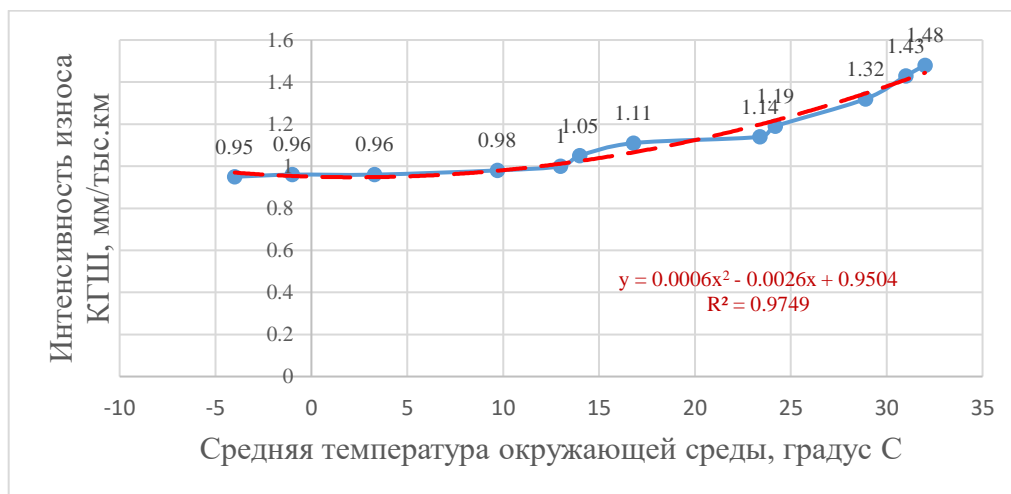


Рис. 2. Влияние температуры окружающей среды на интенсивность износа шин

По результатам эксперимента, проведенного в карьере Мурунтау, построен график интенсивности износа протектора шины, соответствующий средней температуре воздуха в каждом месяце.



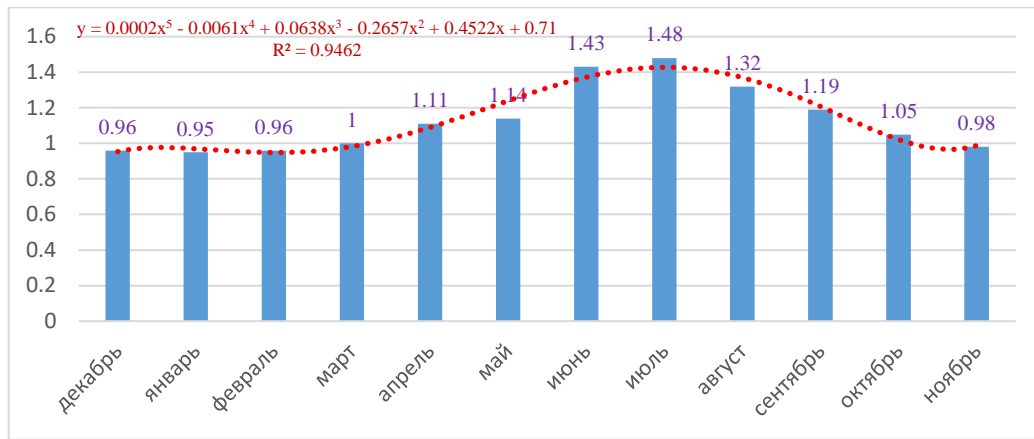


Рис. 3. Интенсивность износа шин по месяцам

Экспериментальные работы по влиянию среднего продольного уклона расстояния транспортировки на ресурс шин проводились на карьере Мурунтау. Эксперименты выполняли на самосвалах БелАЗ-75310, количество которых самое большое на карьере – 46 ед. Для эксперимента отобраны 20 самосвалов с хорошим техническим состоянием и водители со стажем не менее 10 лет, подразделенные на 5 групп [4, 12].

Таблица 1 Результаты эксперимента, проведенного на подконтрольных самосвалах БелАЗ-75310 (40.00R57, Michelin XDR3) на карьере Мурунтау

№ группы	Гаражный номер самосвалов	Среднее расстояние перевозки L, м	Средняя высота перевозки H, м	Средний уклон H/L, %	Средний пробег КГШ, км
1	455, 459, 505, 151	3182	68,1	2,14	77493
2	150, 452, 508, 520	4680	141,8	3,03	71918
3	503, 156, 353, 352	5002	206,1	4,12	68625
4	509, 510, 458, 157	4947	264,2	5,34	65018
5	159, 355, 160, 519	4875	305,7	6,27	60225

По результатам эксперимента (табл. 1) был построен график, оценивающий влияние среднего продольного уклона расстояния перевозки на ресурс шин (рис. 4).

Поскольку для карьерных самосвалов оптимальными являются продольные уклоны от 0 до 8 %, диссертант принял за норму средний 4% -ный уклон на расстояние перевозки. Таким образом, если средний продольный уклон маршрутов составляет 4%, влияния на ресурс шины нет, т.е. $K_a=1$.

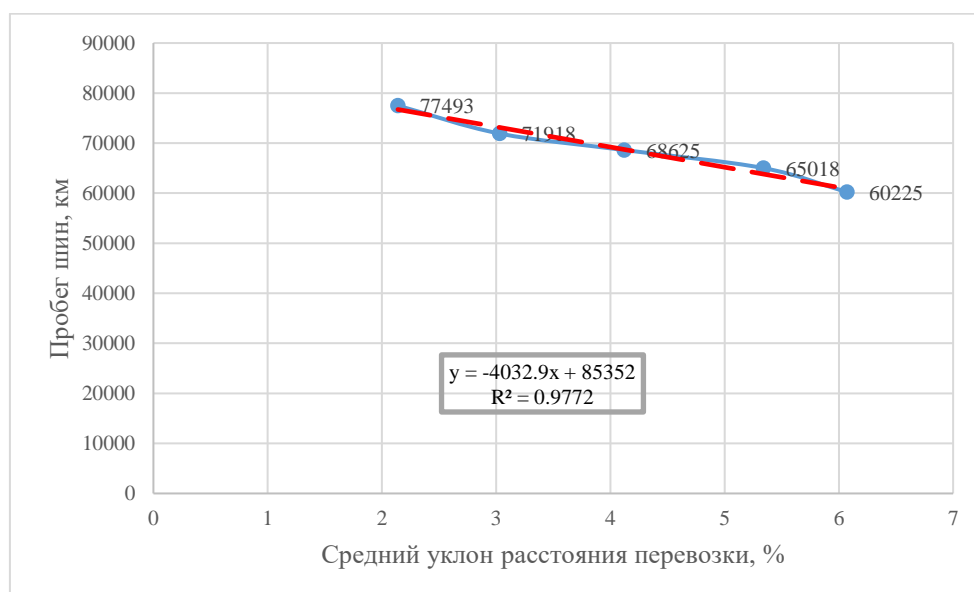


Рис. 4. Влияние среднего уклона расстояния перевозки на ресурс шины



В карьере Мурунтау крепость горной породы в среднем составила 11 по шкале М.Протоdjаконова. Для условий эксплуатации установлена следующая зависимость между пробегом шин и средним уклоном расстояния перевозки (см.рис. 4):

$$y = -4032,9x + 85352 \quad (1)$$

На основе использования этой линейной функции, был спрогнозирован пробег шин, соответствующий каждому значению среднего уклона расстояния перевозки (табл. 2).

Таблица 2 Прогнозирование ресурса крупногабаритных шин в зависимости от среднего уклона расстояния перевозки

Средний уклон расстояния перевозки, %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Средний пробег КГШ, км	85352	81319	77286	73253	69220	65187	61154	57121	53088	49056	45023

Средний продольный (4%) уклон дороги по всей длине маршрута перевозки является оптимальным для карьерных самосвалов. Поэтому влияние среднего уклона расстояния перевозки 4% на ресурс шин приняли равным единице. В результате была создана линейная зависимость, показывающая влияние среднего продольного уклона расстояния перевозки на ресурс шины (рис. 5).

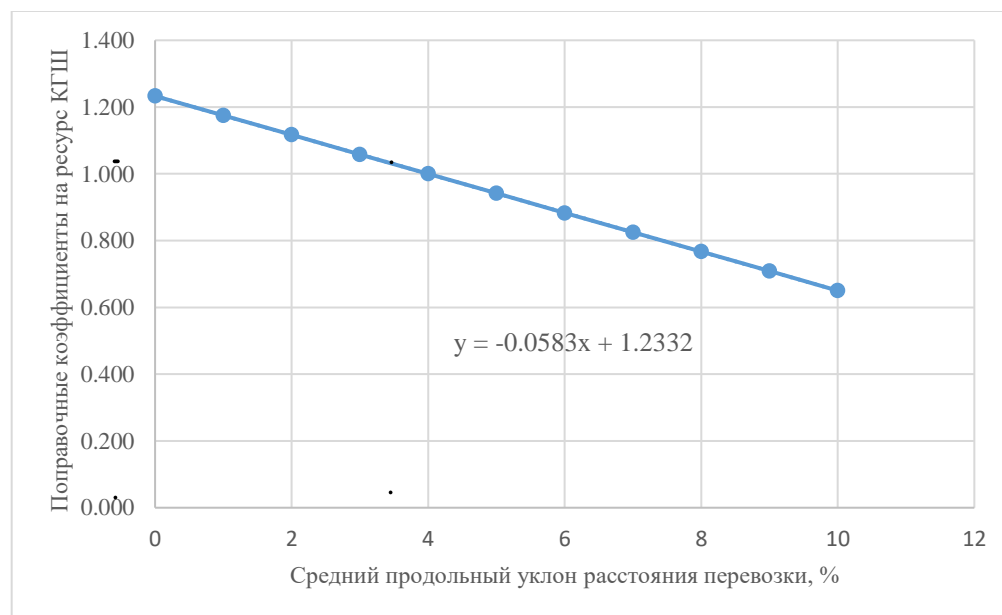


Рис. 5. Влияние среднего уклона расстояния перевозки на ресурс крупногабаритных шин

Из графика рис. 5 видно, что увеличение среднего уклона расстояния перевозки на 1% приводит к снижению ресурса шины на 5,83%, и наоборот, снижение на 1% увеличивает ресурс шины на 5,83%. Из графика можно найти поправочные коэффициенты, отражающие влияние среднего уклона расстояния транспортировки на ресурс крупногабаритных шин, по следующей формуле:

$$K_{\alpha} = -0,0583 \cdot \alpha + 1,2332 \quad (2)$$

В эксперименте участвовало 20 самосвалов и 120 шин. Во время эксперимента в 4-х шинах произошло отслоение протектора (2,22 %), а в 7 шинах – механические повреждения (3,88%) [10, 13].

По формуле (2) путем прогнозирования находятся поправочные коэффициенты ресурса шин (K_{α}), соответствующие каждому проценту продольного уклона расстояния перевозки (табл. 3) [4, 14].



Таблица 3 Определение поправочных коэффициентов ресурса шин

Средний уклон расстояния перевозки, %	Прогнозируемый пробег шин, км	Поправочные коэффициенты ресурса шин, K_{α}
0	85352	1,233
1	81319	1,175
2	77286	1,116
3	73253	1,058
4	69220	1
5	65187	0,942
6	61154	0,883
7	57121	0,825
8	53088	0,767
9	49056	0,709
10	45023	0,650

Оценка влияния крепости горной породы, которая составляет основу карьерных дорог, на ресурс крупногабаритных шин. Изучение условий эксплуатации карьеров и анализ пробега списанных шин показали, что одним из основных факторов является крепость породы, составляющей основу карьерных дорог [12].

В карьерах Амантай, Рохат, Давгыстау, Кокпатас, Турбай и Дайковый, принадлежащих Навоийскому ГК, коэффициент крепости породы различна (4,6÷14). На этих карьерах эксплуатируются самосвалы БелАЗ-7555В, САТ-773Е и Komatsu HD-465-7 (размером шин 24.00R35). В ходе исследования выявлено, что самосвалы БелАЗ-7555В эксплуатируются на всех 5 перечисленных ранее карьерах.

Таблица 4 Результаты исследования влияния крепости горной породы, составлявшей основу карьерных дорог, на ресурс крупногабаритных шин

Название карьеров	Гаражные номера самосвалов, участвовавших в эксперименте	Среднее расстояние перевозки L, м	Средняя высота перевозки H, м	Средний уклон H/L, %	Уровень твердости добываемой породы	Средняя крепость породы	Средний пробег шин, км
Амантай	600, 617, 619, 611	1650	43,74	2,65	4,6 – 9,39	7	95323
Давгыстау	311, 317, 318, 345	1800	59,94	3,33	4 – 14	9	81670
Рохат	250, 291, 342, 343	1350	42	3,1	5 – 15	10	78050
Кокпатас	620, 621, 624, 625	1920	65,4	3,41	8 – 14	11	77504
Дайковый	221, 222, 233, 234	947	28,6	3,02	10,7 – 14	12,35	74400

По степени крепости добываемой породы карьер Амантай (в среднем – 7) относится к средне тяжелым условиям эксплуатации. Согласно анализу пробега 82 шин, списанных на этом карьере в 2022 г., средний пробег составил 100 200 км [15].

Учитывая нормативный пробег шин для карьерных условий средней тяжести и влияющие факторы на ресурс шин, по каждому карьере можно записать следующую эмпирическую формулу для среднего фактического пробега самосвалов в каждой группе:

$$L_{\text{факт}} = S_{\text{н}} \cdot K_{\alpha} \cdot K_{\text{кр}} \cdot K_{\text{ТКВЧ}} \quad (3)$$



Здесь S_H – нормативный пробег шин для карьерных условиях средней тяжести, км; K_α – поправочный коэффициент, оценивающий влияние среднего продольного уклона расстояния перевозки на ресурс шины; $K_{кр}$ – поправочный коэффициент, оценивающий влияние крепости горной породы, составившей основу карьерных дорог, на ресурс шин; $K_{ТКВЧ}$ – поправочный коэффициент, оценивающие влияние каждого процентного изменения фактического показателя ТКВЧ крупногабаритных шин по сравнению с номинальным на ресурс шин.

Рассчитав результаты экспериментов, проведенных на пяти карьерах с разным уровнем твердости (см.табл. 4) и формулой (3), находим поправочные коэффициенты ресурса крупногабаритных шин, соответствующих средним уклонам расстояния перевозки (табл. 5).

Как видно из табл.5, все найденные коэффициенты больше 1, поскольку, как предположил диссертант, влияние среднего уклона 4% на ресурс шины равно 1.

Таблица 5 Поправочные коэффициенты ресурса шин, соответствующие среднему уклону расстояния перевозки в карьерах с различной крепостью горной породы

Название карьера	Средний уклон на расстоянии перевозки α , %	Коэффициенты корректирования ресурса шин, K_α
Амантай	2,65	1,076
Давгызтау	3,33	1,05
Рохат	3,1	1,037
Кокпатас	3,41	1,033
Дайковый	3,02	1,054

Используя результаты эксперимента, представленные в табл.4, формуле (3) и табл.5, находим поправочные коэффициенты, оценивающие влияние крепости горной породы, являющейся основой карьерных дорог, на ресурс шин:

1. В карьере Амантай:

$$95323 = S_H \cdot 1,076 \cdot K_{кр7} \cdot K_{ТКВЧ} , \quad (4)$$

$$K_{кр7} = \frac{95323}{S_H \cdot 1,076 \cdot K_{ТКВЧ}} . \quad (5)$$

2. В карьере Давгызтау:

$$81670 = S_H \cdot 1,037 \cdot K_{кр9} \cdot K_{ТКВЧ} , \quad (6)$$

$$K_{кр9} = \frac{81670}{S_H \cdot 1,037 \cdot K_{ТКВЧ}} . \quad (7)$$

3. В карьере Рохат:

$$78050 = S_H \cdot 1,05 \cdot K_{кр10} \cdot K_{ТКВЧ} , \quad (8)$$

$$K_{кр10} = \frac{78050}{S_H \cdot 1,05 \cdot K_{ТКВЧ}} . \quad (9)$$

4. В карьере Кокпатас:

$$77504 = S_H \cdot 1,033 \cdot K_{кр11} \cdot K_{ТКВЧ} , \quad (10)$$

$$K_{кр11} = \frac{77504}{S_H \cdot 1,033 \cdot K_{ТКВЧ}} . \quad (11)$$

5. В карьере Дайковый:

$$74400 = S_H \cdot 1,054 \cdot K_{кр12} \cdot K_{ТКВЧ} , \quad (12)$$

$$K_{кр12} = \frac{74400}{S_H \cdot 1,054 \cdot K_{ТКВЧ}} . \quad (13)$$



Учитывая, что все производители КГШ выпускают шины для разных карьерных условий эксплуатации, диссертант принял, что средняя крепость горной породы в среднем составляет 7 и ее влияние на ресурс шин равно 1, т.е.

$$K_{кр7}=1 . \quad (14)$$

В ходе экспериментов контролировалось, что фактический показатель ТКВЧ шин не превышает номинальный, а его влияние на ресурс шин принималось равным $K_{ТКВЧ} = 1$. Поскольку модель испытуемых шин одна и та же, нормативный пробег (S_H) тоже одинаков.

В результате из соотношения формулы (7) к формуле (5) для карьера со средней крепостью горной породы 9 по шкале М.Протождьяконова, добываемой в карьерах, поправочный коэффициент ресурса шин находится следующим образом::

$$\frac{K_{кр9}}{K_{кр7}} = \frac{\frac{81670}{S_H \cdot 1,037 \cdot K_{ТКВЧ}}}{\frac{95323}{S_H \cdot 1,076 \cdot K_{ТКВЧ}}} = \frac{81670 \cdot 1,076}{95323 \cdot 1,037} = 0,889 , \quad (15)$$

$$K_{кр9} = 0,889 \cdot K_{кр7} = 0,889 . \quad (16)$$

Для карьера со средней крепостью горной породы 10 из соотношения формулы (9) к формуле (5):

$$\frac{K_{кр10}}{K_{кр7}} = \frac{\frac{78050}{S_H \cdot 1,05 \cdot K_{ТКВЧ}}}{\frac{95323}{S_H \cdot 1,076 \cdot K_{ТКВЧ}}} = \frac{78050 \cdot 1,076}{95323 \cdot 1,05} = 0,839 , \quad (17)$$

$$K_{кр10} = 0,839 \cdot K_{кр7} = 0,839 . \quad (18)$$

Для карьера со средней твердостью горной породы 11 из соотношения формулы (11) к формуле (5):

$$\frac{K_{кр11}}{K_{кр7}} = \frac{\frac{77504}{S_H \cdot 1,033 \cdot K_{ТКВЧ}}}{\frac{95323}{S_H \cdot 1,076 \cdot K_{ТКВЧ}}} = \frac{77504 \cdot 1,076}{95323 \cdot 1,033} = 0,813 , \quad (19)$$

$$K_{кр11} = 0,813 \cdot K_{кр7} = 0,813 . \quad (20)$$

Для карьера со средней твердостью горной породы 12,35 из соотношения формулы (13) к формуле (5):

$$\frac{K_{кр12}}{K_{кр7}} = \frac{\frac{74400}{S_H \cdot 1,054 \cdot K_{ТКВЧ}}}{\frac{95323}{S_H \cdot 1,076 \cdot K_{ТКВЧ}}} = \frac{74400 \cdot 1,076}{95323 \cdot 1,054} = 0,779 , \quad (21)$$

$$K_{кр12} = 0,779 \cdot K_{кр7} = 0,779 . \quad (22)$$

Следующий график (рис. 6) создан по результатам экспериментов (формулы 14, 16, 18, 20, 22), проведенных в карьерах с разной степенью крепости добываемой породы и с помощью фактического пробега шин. График построен на основе средних пробегов шин самосвалов, участвовавших в экспериментах, проведенных в карьерах с разной крепостью породы.



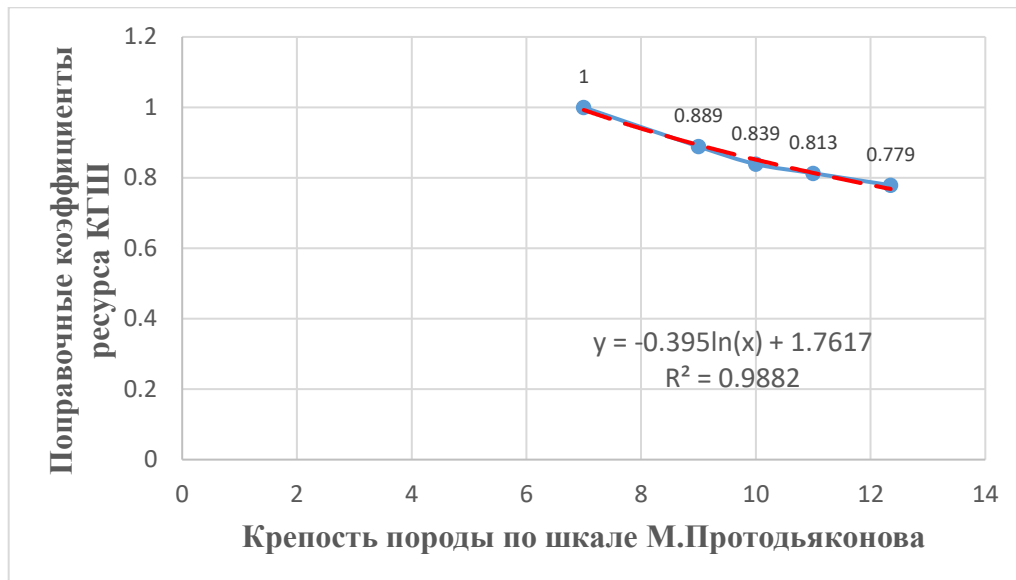


Рис. 6. Влияние разной крепости породы на ресурс крупногабаритных шин

Используя логарифмическую зависимость, созданную на графике (см. рис. 6), методом прогнозирования рассчитали поправочные коэффициенты, влияющие на ресурс КГШ, соответствующих каждой крепости породы (рис. 7). Как видно, если средняя крепость породы, проложенной на карьерных дорогах, меньше 7, ресурс шины увеличивается, и наоборот.

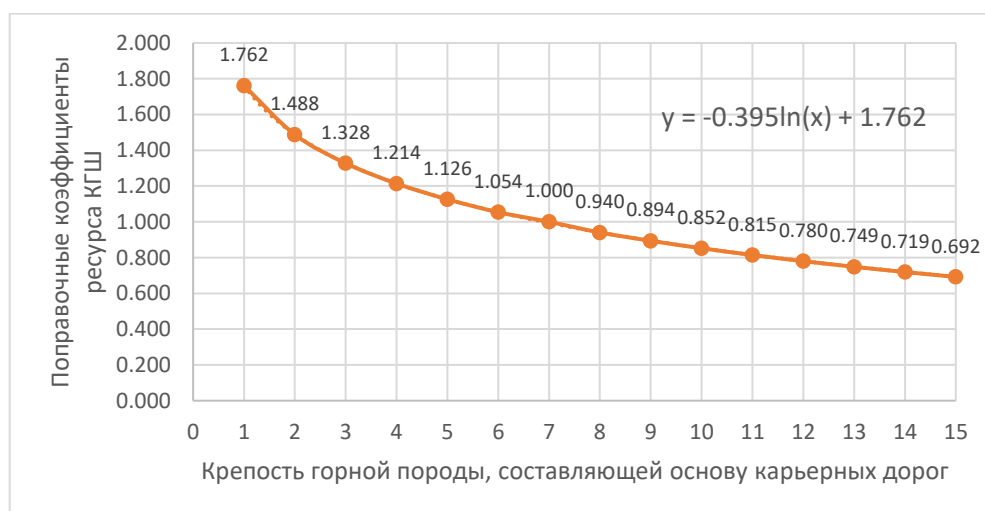


Рис. 7. Влияние крепости породы, составляющей основу карьерных дорог, на ресурс крупногабаритных шин

По данным графического анализа, поправочный коэффициент ресурса крупногабаритных шин, учитывающий влияние крепости горной породы, проложенной на карьерных дорогах, находится по следующей логарифмической формуле:

$$K_{кр} = -0,395 \cdot \ln(k) + 1,762. \quad (23)$$

Здесь, k – коэффициент крепости горной породы по шкале М.Протождьяконова, которая составляет основу карьерных дорог.

На основе результатов проведенного эксперимента разработан нормативный пробег крупногабаритных шин Michelin (40.00R57 XDR3 MB, 33.00R51 XDR3 MB, 27.00R49 XDR3 MB и 24.00R35 XTRA Load Grip MB) для средней условий эксплуатации, т.е. со средним 4% -ным уклоном расстояния перевозки и средней крепостью горной породы – 7, из которой проложена карьерная дорога.



По результатам экспериментов, проведенных по изучению влияния среднего продольного (4%) уклона дороги по всей длине маршрута перевозки и степени крепости породы, составившей основу карьерных дорог, на ресурс КГШ, определим нормативные пробеги самосвалов в каждой группе, по формуле (3):

$$S_n = \frac{L_{\text{факт}}}{K_{\alpha} \cdot K_{\text{кр}} \cdot K_{\text{ТКВЧ}}} = \frac{L_{\text{факт}}}{(-0,0583 \cdot \alpha + 1,2332) \cdot (-0,395 \cdot \ln(x) + 1,762) \cdot 1} \quad (24)$$

Для каждой модели шин Michelin результаты экспериментов вводили в формулу (24) и рассчитывали нормативные пробеги для карьерных условиях средней тяжести.

Для моделей шин 40.00R57 XDR3 MB:

$$S_{n1} = \frac{77493}{(-0,0583 \cdot 2,14 + 1,2332) \cdot (-0,395 \cdot \ln(11) + 1,762)} = 85800 \text{ км}; \quad (25)$$

- для моделей шин 33.00R51 XDR3 MB, $S_n = 85200$ км;
- для моделей шин 27.00R49 XDR3 MB, $S_n = 82300$ км;
- для моделей шин 24.00R35 XTRA Load Grip MB, $S_n = 87400$ км.

Эксперименты начали в сентябре и закончили в мае с учётом того, что основным фактором, вызывающим увеличение фактического значения ТКВЧ крупногабаритных шин, является высокая температура окружающей среды. Благодаря этому контролировалось, чтобы фактический показатель ТКВЧ шин находился в пределах нормы.

Выводы

1. Изучено влияние температуры окружающей среды на интенсивность износа шин технологического транспорта в условиях резко континентальным климате Узбекистана. Установлена самая низкая интенсивность износа шин в январе – 0,95 и самая высокая в июле – 1,48. Прохладная погода с октября по апрель (до 20⁰С) компенсировала перегрев шин и не вызывала термических отслоений.
2. В карьере Мурунтау автосамосвал работает с высокой производительностью, поэтому рекомендовано использовать шины с составом резиновой смеси MB (Michelin 40.00R57 XDR3+ MB E4R TL). ТКВЧ каждого цикла зависит от скорости движения самосвала, средней нагрузки на шины и температура окружающей среды. Средняя нагрузка на шину, в свою очередь, зависит от продольного уклона расстояния перевозки.
3. Обосновано, что одним из способов повышения ходимости шин может служить уменьшение числа участков при наличии технической возможности с продольными уклонами более 8%.
4. Отмечено, что увеличение среднего уклона расстояния перевозки на 1% приводит к снижению ресурса шины на 5,83%, и, наоборот, снижение на 1% увеличивает ресурс шины на 5,83%.
5. По результатам испытаний, разработаны и апробированы рекомендации по ротации крупногабаритных шин технологического транспорта отдельно для летнего периода и отдельно для других сезонов, а также разработаны рекомендации по правильному использованию шин. В результате ресурс шин самосвала САТ 793 увеличился на 8%.

Список литературы

1. Топалиди В.А., Юсупов У.Б. Износостойкость шин специализированных АТС в зависимости от категории крепости карьерных дорог // Автомобильная промышленность. – 2020. - №12. – С. 20 – 22.
2. Болтаевич Ю.У., Анварович М.А., & Собир угли Т.С. Влияние температуры окружающей среды на интенсивность износа шин // Miasto Przyszłości, Vol. 31, 2023 – P. 293–299. Retrieved from <https://miastoprzyszlosci.com.pl/index.php/mp/article/view/1038>.



3. Umidbek Yusupov and Akmal Mukhitdinov. Evaluation of the influence of the longitudinal slope of carriage roads on the tire life. CONMECHYDRO – 2023, E3S Web of Conferences 401, 03025 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103025>
4. Устаров Р.М. Прогнозирование пробега автомобильных шин, эксплуатируемых в условиях переменного рельефа местности: Дис... канд. техн. наук. – Махачкала, 2012. – 188 с.
5. Yusupov Umidbek Boltayevich, Mukhitdinov Akmal Anvarovich, & Urinbayev Quvondiq Ulug'bek o'g'li. Method for calculation of the influence of the longitudinal slope of the road on the tire life. Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. (2023), 11(3), P. 49 – 59. Retrieved from <https://internationaljournals.co.in/index.php/giirj/article/view/3631>
6. Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития: Монография / Абдирахмонов Ж.А. и др. – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2023. – 545 с. : ил. – Коллектив авторов. ISBN 978-5-00174-887-8. DOI 10.46916/06032023-1-978-5-00174-887-8.
7. 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.
8. Скорняков Э.С. Крупногабаритные шины автомобилей и тракторов: Монография. – Днепропетровск: Пороги, 2000. – 263 с. ISBN 996-525-224-0.
9. Горюнов С.В. Разработка методики прогнозирования долговечности крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов: Дис. ... канд.техн.наук – М.: Кемерово, 2021. - 124 с.
10. Кулешов А.А., Зырянов И.В., Пацианский С.Ф. Управление ресурсом карьерных автосамосвалов // Горный журнал. – 2003. – №1. – С. 52 – 56.
11. Manas D., Stanek M., Manas M., Drga T. Tire wear measurements, in ICPM 2007. International Congress on Precision Machining, 25–28 Sept 2007, Sandomierz–Kielce. Vol. II. 2007. – P. 153–156.
12. Юсупов У.Б. Методологии прогнозирования ресурса шин автотранспорта в карьерных условиях: Дис... докт. техн.наук. – Ташкент, 2024. – 162 с.
13. Петров А.И. Влияние условий эксплуатации на долговечность и безотказность автомобильных шин: Дис...канд. техн. наук. – Тюмень, 1999. – 222 с.
14. Савчугов В.И. Корректирование нормативов ресурса шин специальных автомобилей: Дис... канд. техн. наук. – Тюмень, 2005. – 174 с.
15. 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.

