

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
**Кыргызский государственный технический университет
им. И. Раззакова**

Диссертационный совет Д 05.16.523

На правах рукописи
УДК;(656.13+629.110225);62.711.812(0433)

Джунуспаев Кубат Тенирбергенович

**ОБОСНОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ПРОБЕГА АВТО-
МОБИЛЬНЫХ ШИН В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

05.22.10 – «Эксплуатация автомобильного транспорта»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек 2017

Работа выполнена в Кыргызском Государственном техническом университете им. И. Раззакова и Кыргызском Государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

Нусупов Эркин Суюнбаевич

доктор технических наук, доцент

Суюнтбеков Ислам Эсенкулович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент
Глазунов Дмитрий Владимирович

кандидат технических наук, доцент

Атамкулов Улан Токтогазыевич

Ведущая организация: **Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина**
(г. Бишкек, ул. Медерова, 68)

Защита состоится «30» ноября 2017 года в 14.00 на заседании диссертационного совета Д.05.16.523 при Институте машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова Министерства образования и науки Кыргызской Республики по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики (г. Бишкек, ул. Скрябина, 23) и Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова (г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова,66) и на сайте <http://imash.kg/index.php/2016-03-25-04-59-37/d-05-16-523/soiskateli>.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, с подписью, заверенной гербовой печатью, просим направлять по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, Институт машиноведения НАН КР, диссертационный совет Д.05.16.523 или по e-mail: imash.dissovet@gmail.com.

Автореферат разослан « 28 » октября 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д.05.16.523, к.т.н., с.н.с



Квитко С.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Эффективность работы автомобильного транспорта зависит не только от организации перевозок и технического состояния подвижного состава, но и от эксплуатационных условий и срока службы шин. Интенсивное развитие автомобильного транспорта и повышение его роли во всех сферах хозяйственной деятельности общества выдвинули в число важнейших проблем повышение ходимости автомобильных шин.

Анализ выполненных ранее исследований показал, что срок службы автомобильных шин является важной характеристикой эксплуатации автомобиля, влияющей на себестоимость транспортной продукции. Изучению влияния условий эксплуатации транспортных средств на срок службы автомобильных шин уделяется большое внимание, как в Кыргызстане, так и за рубежом. Широкую известность получили исследования Евстратова В.Ф., Бухина Б.Н., Гудкова В.А., Третьякова О.Б., Резника Л.Г., Захарова Н.С., Новопольского В.И., Тарновского В.Н. и др. Однако, в проведенных исследованиях влияние различных факторов, определяющих пробег шин в горных условиях, раскрыто недостаточно, а разработанные методики прогнозирования пробега шин требуют дальнейших уточнений. Особенности горных дорог, их покрытие, а также более частое торможение автомобиля оказывают существенное влияние на пробег шин.

В настоящее время отсутствуют нормативы пробега шин автомобилей для горных условий эксплуатации. В связи с этим для установления закономерностей изменения пробега шин и определения численных значений параметров, необходимо провести специальные исследования по оценке работоспособности автомобильных шин в горных условиях. Необходимым условием решения этой задачи является уточнение нормативов, определяющих ресурс шин. В действующих на настоящий момент документах нормативы устанавливались на основе исследований, выполненных еще при Советском Союзе. Величина базовых норм определялась на основе фактических средних пробегов списанных шин.

При установлении нормативов необходимо учитывать не только конкретные эксплуатационные условия, но и силы сопротивления качению колеса. Многочисленность факторов и различное влияние их на интенсивность изнашивания шин требуют оценки значимости этих факторов с целью выявления основных, которые определяют ресурс шин в горных условиях эксплуатации. Методика прогнозирования и нормирования пробега шин при эксплуатации автотранспортных средств в гор-

ных условиях отсутствует, поэтому ее разработка является актуальной задачей.

Целью работы является разработка методики прогнозирования ходимости автомобильных шин автотранспортных средств в горных условиях.

Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи:

- выявление основных эксплуатационных факторов, влияющих на интенсивность изнашивания шин на основе экспериментальных испытаний на перевальных участках горных автомобильных дорог Кыргызской Республики;
- ранжирование эксплуатационных факторов по степени влияния на износ шин в горных условиях;
- разработка модели взаимодействия автомобильного колеса с дорогой и изнашивания протектора шины на регулярных горных маршрутах Кыргызской Республики;
- разработка корректировочных коэффициентов норм расхода шин в горных условиях.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Комплексный подход к оценке прогнозирования пробега шин повышающей эффективность их работы при эксплуатации автомобилей в условиях изменяющего рельефа местности, температуры окружающей среды.
2. Выявлены основные эксплуатационные факторы, влияющие на пробег шин в условиях горной местности.
3. Экспериментальная зависимость интенсивности изнашивания шин от температуры окружающего воздуха в горной местности.
4. Методика прогнозирования пробега шин на регулярных маршрутах с горной местностью, заключающаяся в корректировке норм износа автомобильных шин, при котором обеспечивается безопасный режим движения.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- на основании проведенных натурных экспериментов и статической обработки полученных данных проведена классификация факторов, влияющих на эксплуатационные характеристики автомобильных шин;
- по результатам полученных экспериментальных исследований определен корректирующий коэффициент износа шин в зависимости от различных условий высокогорья ($K_i = 0.49 \dots 0.90$);

- разработана методика оценки (прогноза) износа шин в горных условиях, которая позволяет скорректировать нормы пробега шин и повысить безопасность эксплуатации автомобильного транспорта.

Практическая значимость заключается в том, что:

- использование результатов исследования при эксплуатации автомобилей в горных условиях конкретизирует срок службы автомобильных шин и повышает безопасность движения, снижая вероятность взрывоопасных случаев выхода из строя шин;

- разработка методики оперативного определения и корректирования прогнозируемых значений пробега шин позволяет нормировать пробег с целью повышения долговечности эксплуатации автомобилей.

Личный вклад. Автором проведено исследование изменения технического состояния шин автомобилей в зависимости от температуры и условий эксплуатации; выявлены основные эксплуатационные факторы, влияющие на интенсивность изнашивания шин; проведены экспериментальные исследования на перевальных участках горных дорог; определены корректировочные коэффициенты расхода шин в горных условиях.

Реализация результатов работы. Разработанная методика внедрена на автотранспортных предприятиях Министерства транспорта и дорог Кыргызской Республики.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты и положения диссертационной работы доложены на международной научно-практической конференции «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в высших учебных заведениях стран СНГ» (г. Душанбе, 2011), конференции, посвященной 80-летию образования Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина (г. Бишкек, 2013), международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию образования НГУ (г. Нарын, 2016), республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы в архитектуре, строительстве и на транспорте» (г. Худжанд, 2012); международной заочной научно-практической конференции «Перспективы развития транспортного комплекса» (г. Минск, 2016), VIII Международной заочной научно-практической конференции «Наука и инновации актуальные вопросы, открытия и достижения» (г. Пенза, 2017).

Публикация результатов исследований. По теме диссертационной работы опубликовано 17 печатных работ, из них 3 статьи – в зарубежных изданиях, индексируемых системой РИНЦ, 14 статей – в изданиях, входящих в перечень, рекомендованных ВАК КР.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов и рекомендаций, списка использованной литературы и 4-х приложений. Объем диссертационной работы составляет 116 страниц, в том числе 17 таблиц и 14-иллюстраций, список литературы из 116 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана общая характеристика работы, обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования и изложены положения, выносимые на защиту, их научная новизна и практическая значимость.

В первой главе приведены результаты теоретического исследования работы автомобилей в горных условиях эксплуатации. Анализ результатов показал, что при качении колеса в ведомом режиме наблюдается изменение вертикальной нагрузки на шины. При изменении высоты дороги над уровнем моря от 1000 до 2000 м (от перераспределения веса) наблюдается пропорциональное уменьшение эластичности шин на 10-15 %.

Из теории автомобиля известно, что торможение автомобиля на повороте сопровождается действием боковой силы P_6 (рисунок 1).

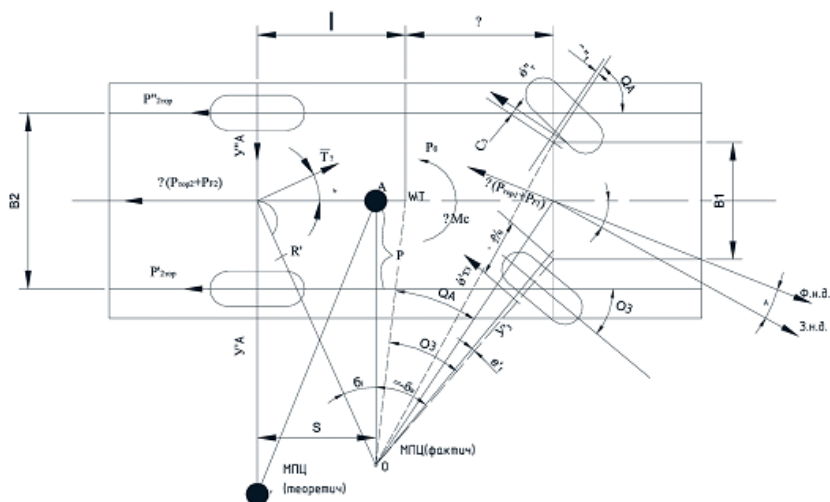


Рисунок 1 – Расчетная схема сил и моментов, действующих на автомобиль при движении на повороте в режиме торможения

На рисунке приняты обозначения: $Rl > R$ – излишняя поворачиваемость; C_1^1 и C_1^2 – расстояние центра контакта шин внутреннего и внешнего колеса до шкворней поворотных кулаков; e_1^1 и e_1^2 – величина смещения контактной площади шины назад соответственно внутреннего

и внешнего колеса; y'_1 и y''_2 – боковые реакции задних внутренних и внешних колес; S – величина смещения мгновенного центра поворота автомобиля; G_1 и G_2 – составляющие веса автомобиля на передних и задних осях; GA – полный вес автомобиля; g – ускорение силы тяжести; a и b – продольные координаты центра тяжести; V_a – скорость движения автомобиля; R – радиус поворота автомобиля; L – угол поворота управляемых колес; LA – база автомобиля; SA и QB – угол увода передних и задних осей; $\sum M_c$ – суммарный момент сопротивления повороту; $P_{\text{тор}1}$, $P_{\text{тор}2}$ – тормозная сила на передних и задних осях; $Pf1$, $Pf2$ – силы сопротивления движению на передних и задних осях; $Q1$ и $Q2$ – углы поворота внутренних и внешних управляемых колес.

В качестве первостепенной задачи необходимо установить суммарную величину момента сопротивления повороту, в общем виде уравнение имеет вид:

$$\sum M_c = M_{\text{ш}} + M_{\varphi} + M_f + M_L + M_g + M_{\text{мopн}}, \quad (1)$$

где $M_{\text{ш}}$ – стабилизирующий момент, обусловленный боковой эластичностью шин; M_{φ} – момент сопротивления повороту, зависящий от трения протектора в контактной площади; M_f – момент, обусловленный сопротивлением качению колес; M_L – момент сопротивления повороту рулевого привода, рулевого управления; M_g – момент, обусловленный трением в дифференциальной коробке; $M_{\text{мopн}}$ – момент, обусловленный разностью тормозных сил на колесах одной оси; z – общее число колес автомобиля.

Используя известные уравнения движения автомобиля можно записать для случая поворота с торможением:

$$\begin{aligned} \frac{Y_1}{G_1} = & \frac{GabV_a^2 + \sum M_c}{G_{\text{лг}}LR_{\cos\alpha}} + \frac{Ga(b^2 + p^2)}{G_{\text{лг}}L\cos\alpha} \left(\frac{1}{R} \cdot \frac{dV_a}{dt} + \frac{V_a}{2\cos^2\alpha} \cdot \frac{dL}{dt} \right) + \\ & + \frac{1}{G_1} \cdot (P_{\text{мop}1} + P_{f1}) dgL \end{aligned} \quad (2)$$

Как видно из уравнения, удельная боковая сила зависит от комплекса конструктивных и эксплуатационных показателей автомобиля.

Во второй главе рассмотрены факторы, влияющие на износ шин. В заданных горных дорожно-климатических условиях работы величину интенсивности изнашивания можно использовать в более широких пре-

делах, например, для характеристики режима работы автомобиля, а, следовательно, для характеристики изменения технического состояния его агрегатов. И это вполне объяснимо. Зависимость износа шин от пробега можно принять линейной, а у крестовины она более сложная, экспоненциальная, поэтому изменение технического состояния любого агрегата и шин от пробега можно описать аналитически.

В горной местности существенное влияние на износ шин оказывает профиль дороги, характеризующийся крутыми подъемами и спусками, большим числом поворотов малого радиуса. При больших углах увода каркаса ($\pm 5^0$) износ краев беговой дорожки легковых шин на 30-35 %, а грузовых – на 20-25 % выше, чем в середине. Так, например, увеличение в маршруте удельного веса горного профиля до 25 % повышает интенсивность износа шин грузовых автомобилей на 20 %.

На рисунке 2 представлены группы факторов, влияющих на пробег шин. Показано, что эти факторы можно разделить на 3 группы: конструктивно-технологические, эксплуатационные и дорожно-климатические, каждая из групп в свою очередь включает по несколько видов факторов.

В работе рассмотрено влияние следующих факторов: эластичность, вязкость, рецептура резины тип дорожного покрытия и его состояние.

Под руководством профессора Нусупова Э.С. проведена классификация эксплуатационных условий по следующим показателям: рельеф местности и температура окружающего воздуха. Территории районов были подразделены на 6-групп: P_1 - равнинные (до 1000 м н.у.м.), P_2 - слабохолмистые (1000...1500 м н.у.м.), P_3 - холмистые (1500...2000 м н.у.м.), P_4 - гористые (2000...2500 м н.у.м.), P_5 - горные (2500...3000 м н.у.м.), P_6 - высокогорные (свыше 3000 м н.у.м.).

Установлено, что наличие на дороге группы А участка с гравийным покрытием протяженность, 35% к общей длине приводит к росту интенсивности износа шин на 30-70%.

В третьей главе показано, что для описания закономерности влияния температуры окружающего воздуха на интенсивность изнашивания шин можно использовать квадратичную модель. Для проверки этой гипотезы и определения численных значений параметров модели, проведены экспериментальные исследования.

Эксперимент предусматривал периодическое измерение величины износа шин при различных температурах окружающего воздуха. При обработке данные группировались по интервалам среднего значения и среднего квадратического отклонения величины износа и температуры в период между двумя последовательными измерениями.



Рисунок 2 – Факторы, влияющие на износ протектора шины

Численные значения параметров математической модели определялись методом наименьших квадратов. Для оценки коэффициентов корреляции модель линеаризована путем замены переменных:

$$\bar{u} = u_0 + sx, x = (\bar{t} - t_0)^2 + \sigma_t^2, \quad (3)$$

где \bar{u} - значения параметров; u_0 - начальное значение параметров; sx - параметры чувствительности; x - однофакторная зависимость; \bar{t} - температура параметров модели; t_0 - оптимальная температура воздуха; σ_t - оценки параметров чувствительности.

Значения основных характеристик представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Значение основных характеристик

Марки шин	Модель шин	Марка и модель автомобиля	u_0 , 10^{-3} мм/км	t_0 , °C	S_t , 10^{-8} мм/км
155-13/ 6,15-13	АИ168У, М-145, С-110, Вл-20, VS-2, 130А	ВАЗ-2107	0,155	-5	13,9
165-13/ 6,45-13	АИ 168У, М-145, С-110, Вл-20, VS-2, 130А	ВАЗ-2109	0,128	-7	11,2
175-16/ 6,95-16	Вл-21, ВЛИ-5	ВАЗ-2121 «Нива»	0,130	-8	7,2
225R15	KUMHO, HANKOOK	Mercedes-Benz 308 D «Спринтер»	0,169	-7	11,4

Таблица 2 –Значения основных статистических характеристик.

Наименование характеристики	Численные значения для шин	
	7,35-14 ИД-195	205/70R14 ИД-220
Коэффициент корреляции	0,949	0,994
Коэффициент детерминации	0,901	0,884
Дисперсионное отношение Фишера	9,12	7,23
Критерий Фишера $F_{0,95}$	1,98	2,98
Средняя ошибка аппроксимации, %	5,40	6,54
t-статистика	4,74	8,70
Критерий Стьюдента $t_{0,95}$	2,06	2,23
Коэффициент эластичности	0,205	0,236
Коэффициент вязкости шин	0,832	0,940

Дисперсионное отношение Фишера больше табличного значения при заданной вероятности 0,95, что свидетельствует об адекватности математической модели экспериментальным данным и подтверждают гипотезу использования квадратичной модели для описания закономерности влияния температуры окружающего воздуха на интенсивность изнашивания шин.

Очень большое влияние на износ шин оказывают климатические условия: температура и влажность окружающего воздуха и дороги. Так,

износ шин зимой на твердом дорожном покрытии примерно на 25-30 % меньше, чем летом.

Чем выше температура окружающего воздуха, тем больше теплообразование в шинах, тем быстрее изнашивается протектор и уменьшается срок службы шин. С увеличением температуры окружающего воздуха происходит понижение герметичности шины вследствие увеличения диффузии воздуха через стенки камеры.

Низкая температура окружающего воздуха уменьшает температуру в работающих шинах, благодаря чему уменьшается общий их износ. Однако, в условиях очень низких температур возможен преждевременный износ шин вследствие потери резиной эластичности и появления хрупкости.

Численные значения коэффициента детерминации указывают на полноту учета факторов в модели и подтверждают результаты предварительного отбора. Значимость параметра чувствительности шин по интенсивности изнашивания к изменению температуры окружающего воздуха проверена по критерию Стьюдента. Расчетные значения t -статистики больше табличных при вероятности 0,95.

В результате измерений получены значения оптимальных температур воздуха для шин разных моделей, они находятся в интервале $-8...-5^{\circ}\text{C}$, что подтверждает результаты аналитических исследований.

На рисунках 3 и 4 представлены графики зависимости средней интенсивности изнашивания шин от средней температуры воздуха.

Численные значения параметров математической модели определены экспериментально для фиксированных дорожных условий, характерных для Кыргызской Республики. Поэтому по результатам оценки статистических характеристик можно судить только об адекватности модели результатам конкретного эксперимента.

Для проверки адекватности модели исследуемому процессу вообще оценим работоспособность модели на других исходных данных. Воспользуемся результатами исследований НИИ шинной промышленности, положенными в основу действующих норм пробега шин. В качестве характеристики долговечности шин возьмем интенсивность расходования ресурса, равную обратной величине ресурса.

Ресурсы шин в представленных климатических районах страны примем равными нормам пробега, так как нормы устанавливались на уровне достигнутых средних пробегов шин в данных регионах. Численные значения средней температуры воздуха и среднеквадратического отклонения получены из ГОСТ 16350-80. Результаты расчетов приведены в таблицах 3 и 4.

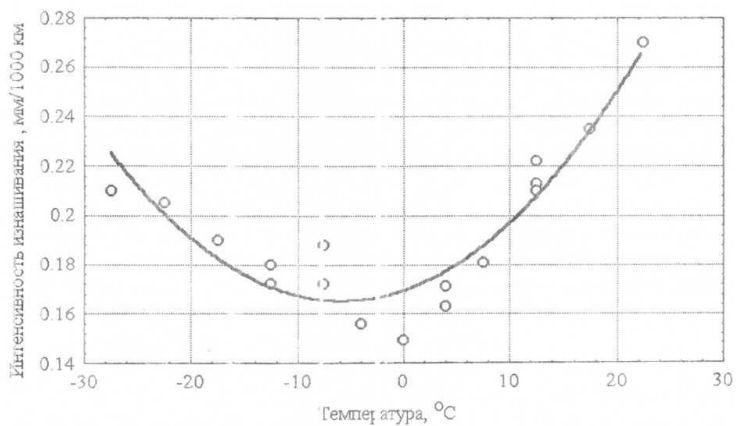


Рисунок 3 - Влияние температуры воздуха на среднюю интенсивность изнашивания шин 7,35-14 ИД-195 ($\sigma_t = 5 \dots 7^\circ\text{C}$)

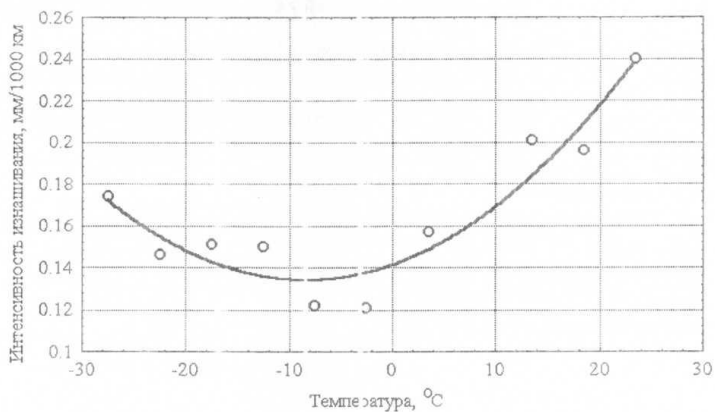


Рисунок 4 – Влияние температуры воздуха на среднюю интенсивность изнашивания шин 205/70R14 ИД-220

Таблица 3 – Анализ статистических характеристик

Размер шин	Модель шин	Марка и модель автомобиля	Пробег шин, тыс. км	t_0 , °C	$s, 10^{-6} \text{ 1/км } (^{\circ}\text{C})^2$
7,35-14	195 R15	Mercedes Benz 208 D «Спринтер»	24,87	0	8,08
280-508P	215/65 R15	Mercedes Benz MAXI Спринтер»	13,01	4	5,94

Таблица 4 – Численные значения коэффициентов детерминации

Наименование характеристики	Численные значения для шин	
	735-14 ИД-195	280-508P ОИ-73Б
Коэффициент корреляции	0,599	0,476
Коэффициент детерминации	0,359	0,227
Дисперсионное отношение Фишера	3,64	1,91
Критерий Фишера $F_{0,80}$	1,61	1,61
Средняя ошибка аппроксимации, %	6,33	9,49
Расчетное значение t-статистики	2,59	1,87
Критерий Стьюдента $t_{0,95}$	2,18	2,18
Критерий Стьюдента $t_{0,90}$	1,80	1,80

Численные значения коэффициентов детерминации меньше 0,5, следовательно, в модели учтены не все значимые факторы. Расчетные значения t-статистики выше табличных при доверительной вероятности 0,90, что свидетельствует о значимости корреляционной связи ресурса шин и температуры воздуха. Расчетные значения F-статистики выше табличных, поэтому с вероятностью 0,80 можно утверждать, что рассматриваемая модель адекватна аппроксимируемым данным.

Таким образом, анализ статистических характеристик показал адекватность модели исследуемому процессу.

В четвертой главе установлены основные факторы условий эксплуатации, определяющие изменение долговечности шин, разработаны математические модели влияния этих факторов на интенсивность их изнашивания. В результате эксперимента определены численные значения параметров математических моделей в фиксированных дорожных условиях. На основе результатов ранее выполненных исследований показана адекватность исследуемому процессу математических моделей влияния температуры воздуха и дорожных условий на ресурс шин.

Предположим, что L_6 – ресурс до снятия с эксплуатации шин определенной модели при использовании на автомобиле определенной марки и модели в известных условиях эксплуатации, характеризуемых уровнями определяющих факторов $x_{16}, x_{26}, \dots, x_{n6}$. Тогда в других условиях с уровнями определяющих факторов ресурс до снятия с эксплуатации будет равен L_i . При изменении условий эксплуатации от $x_{16}, x_{26}, \dots, x_{n6}$ до x_{2i}, \dots, x_{ni} ресурс шин изменится в k_i раз, то есть, зная величину k_i , можно определить ресурс шин до снятия с эксплуатации в i -тых условиях из выражения:

$$L_i = k_i L_6. \quad (4)$$

Назовем условия, при которых ресурс шин до снятия с эксплуатации равен L_6 , базовыми условиями, а коэффициент k_i – корректирующим коэффициентом. Тогда из выражения (4) следует, что для базовых условий коэффициент корректирования равен 1.

Учитывая, что между ресурсом шин и их износостойкостью существует корреляция, можно записать:

$$K_i = \frac{L_u}{L_{u6}}, \quad (5)$$

где L_{ui} , L_{u6} – условные средние пробеги шин по износу в i -х и базовых условиях эксплуатации.

Условный пробег шин по износу можно определить из выражения

$$L_i = \frac{h - h_0}{\tilde{u} - u_0}, \quad (6)$$

где h – высота рисунка протектора новой шины; h_0 – минимальная допустимая остаточная высота рисунка протектора; \tilde{u} – средняя за период эксплуатации интенсивность изнашивания шин.

Подставляя выражение (5) в уравнение (6), получим

$$k_i = \frac{\bar{u}_6}{\bar{u}_i}, \quad (7)$$

где \bar{u}_6 , \bar{u}_i – средние интенсивности изнашивания шин в базовых и i -х условиях эксплуатации.

Зная закономерность изменения средней интенсивности изнашивания при изменении условий эксплуатации, можно рассчитать $u_{\bar{o}}$ и u_i , а, следовательно, и k_i :

$$k_i = \frac{u_{\bar{o}} = f(x_{1\bar{o}}, x_{2\bar{o}}, \dots, x_{n\bar{o}})}{u_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni})}. \quad (8)$$

При получении многофакторных зависимостей в соответствии с правилами компоновки многофакторных моделей приспособленности однофакторные зависимости перемножаются. Следовательно, можно записать:

$$k_i = \frac{\bar{u}_{\bar{o}} = \prod_{j=1}^n f_j(x_{j\bar{o}})}{\bar{u}_i = \prod_{j=1}^n f_j(x_{ji})}. \quad (9)$$

Учитывая, что

$$k_{ji} = \frac{f(x_{j\bar{o}})}{f(x_{ji})}, \quad (10)$$

получим

$$k_i = \prod_{j=1}^n k_j. \quad (11)$$

Таким образом, получено общее уравнение для определения комплексного коэффициента корректирования ресурса шин. В рассматриваемом случае

$$k_i = k_{\bar{o}i} k_{\kappa i} k_{pi}. \quad (12)$$

Следовательно,

$$L_i = k_{\bar{o}i} k_{\kappa i} k_{pi} L_{\bar{o}}, \quad (13)$$

где $k_{\bar{o}i}$, $k_{\kappa i}$, k_{pi} – частные коэффициенты корректирования ресурса шин в зависимости соответственно от дорожных, климатических условий, режима работы.

В соответствии с нормативом для шин автомобилей-такси $k_{\bar{o}} = 0,9$ при эксплуатации на дорогах горного профиля; в остальных случаях $k_{\bar{o}} = 1,0$. Для шин автобусов $k_{\bar{o}} = 1,0$.

Предположим, что L' – средний по АТП ресурс шин определенного размера и модели. Тогда

$$L' = k'_\kappa L_\sigma, \quad (14)$$

где k_κ – коэффициент корректирования ресурса шин, учитывающий изменение климатических условий по регионам.

Если L'' – ресурс шин, используемых в определенный период года, то

$$L = k''_\kappa \cdot L' = k'_\kappa \cdot k''_\kappa \cdot L_\sigma \quad (15)$$

где k''_κ – коэффициент корректирования ресурса шин, учитывающий изменение климатических условий по сезонам года.

Таким образом,

$$k_\kappa = k'_\kappa \cdot k''_\kappa \quad (16)$$

Численные значения k'_κ , определенные расчетным путем на основе полученных математических моделей, приведены в таблице 5.

В качестве базовых \bar{t} и σ_i выбраны значения этих показателей для представительного пункта умеренного климата – города Бишкек.

Таблица 5 - Численные значения коэффициента корректирования ресурса шин в зависимости от климатических условий

Климатические районы	Численные значения k'_κ для шин			
	<u>215/65 R15</u> <u>Maxxis</u> <u>MA-SAS</u> <u>102H XL</u>	215/50 R15 Michelin Cross Climate 95W XL	<u>215/60 R16</u> <u>Michelin</u> <u>Cross Climate 100V</u> <u>XL</u>	<u>215/60 R16</u> <u>Continental</u> <u>Conti Cross</u> <u>Contact LX</u> <u>2 96H</u>
Равнинные	0,80	0,83	0,75	0,88
Слабохолмистые	1,00	1,03	0,93	1,02
Холмистые	0,99	1,00	0,97	1,00
Гористые	0,85	0,84	0,91	0,88
Горные	0,78	0,77	0,85	0,82
Высокогорные	0,70	0,69	0,72	0,71

Коэффициент k'_K аналогичен коэффициенту k'_3 , приведенному в «Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта». Значения k'_K наиболее близки к значениям k'_3 , предназначенным для корректирования периодичности ТО. В результате сравнения установлено, что значения k'_K и k'_3 для некоторых климатических районов значительно отличаются.

Так, для холодного климатического района $k'_3=0,9$, а среднее по рассматриваемым шинам значение k'_K равно 1,0; для теплого влажного – $k'_K = 1,0$, а среднее значение k'_K – менее 0,9. Следовательно, коэффициент k'_3 нельзя использовать для корректирования ресурсов шин.

Из многочисленных наблюдений за эксплуатацией автомобильных шин в различных условиях их работы, следует: 1 – хорошая дорога (асфальтобетонное покрытие), срок службы шины 100 %; 2 – холмистая и извилистая дорога в хорошем состоянии, срок службы шин 76 %; 3 – неукрепленная дорога, срок службы шины 65 %; 4 – горные дороги с различными покрытиями (брусчатка, щебенка), срок службы шины 50%.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В результате выполненных исследований решена актуальная задача в области исследования изменения технического состояния шин автомобилей с целью определения рациональных сроков их службы.

По результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы и рекомендации.

1. На ровных и гладких покрытиях дорог службы шин определяется, в основном, сроком службы протектора, причем на мокрых и зимних дорогах износ протектора в несколько раз меньше, чем сухих дорогах, особенно в летнее время.

Чем больше шероховатость поверхности дороги и больше на ней неровностей, тем скорее истирается протектор, быстрее появляется усталость каркаса и понижается сопротивляемость шины механическим повреждением.

На булыжных мостовых и разбитых дорогах ввиду динамического характера нагрузок, воспринимаемых колесом, срок службы шины

меньше, чем на ровных и гладких поверхностях дорог. Он определяется прочностью каркаса и износостойкостью протектора.

Наличие на дороге группы А участка с гравийным покрытием протяженностью, например, 35 % к общей длине приводит к росту интенсивности износа шин на 30-70 %.

2. В горной местности существенное влияние на износ шин оказывает профиль дороги, характеризующийся крутыми подъемами и спусками, большим числом поворотов малого радиуса. Так, например, увеличение на маршруте удельного веса горного профиля до 25 % повышает интенсивность износа шин грузовых автомобилей на 20 %.

Движение автомобиля при поворотах на криволинейных участках малого радиуса сопровождается уводом передних колес. Угол увода оказывает значительное влияние на износ протектора шин. Интенсивность износа протектора повышается с увеличением угла увода, причем у шин легковых автомобилей в большей степени, чем у грузовых. Так, с возрастанием угла увода колеса от 0 до $+2,0^0$ интенсивность износа протектора легковых и грузовых шин повышается в 10 и 6 раз. При больших углах увода колеса интенсивность износа протектора шин возрастает, увеличивается неравномерность износа по его ширине.

При больших углах увода ($\pm 5^0$) износ краев беговой дорожки легковых шин на 30-35 %, а грузовых - на 20-25 % выше, чем в середине.

3. Установлено, что большое влияние на износ шин оказывают климатические условия: температура и влажность окружающего воздуха и дороги. Так, износ шин зимой на твердом дорожном покрытии примерно на 25-30 % меньше, чем летом.

Экспериментально установлены значения оптимальных температур воздуха для эксплуатации шин разных моделей в интервале $-8...-5^0\text{C}$.

4. Из многочисленных наблюдений за эксплуатацией автомобильных шин в различных условиях их работы следует: 1 – хорошая дорога (асфальтобетонное покрытие), срок службы шины 100 %; 2 – холмистая и извилистая дорога в хорошем состоянии срок службы шин 76 %; 3 – неукрепленная дорога, срок службы шины 65 %; 4 – горные дороги с различными покрытиями (брусчатка, щебенка), срок службы шины 50 %.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. **Джунуспаев, К.Т.** Технология балансировки колес и совершенствования конструкции балансировочной установки для шин легковых автомобилей. [Текст] / Э.С. Нусупов, К.Т. Джунуспаев // Вестник КГУСТА № 2(20). – Бишкек, 2011. – С.89-92.
2. **Джунуспаев, К.Т.** Графоаналитический метод определения производительных показателей автомобиля с учетом высотных и дорожных факторов. [Текст] / Б.К. Бакиров, К.Т. Джунуспаев. – Материалы 5-международной научно-практической конференции «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в высших учебных заведениях стран СНГ». Часть 1, секция 4-Транспорт. – Душанбе, 2011. – С. 17-21.
3. **Джунуспаев, К.Т.** Основные оценочные показатели эффективности использования автомобильного подвижного состава в горных условиях. [Текст] / Б.К. Бакиров, К.Т. Джунуспаев // Вестник КГУСТА № 1(31). – Бишкек, 2011. – С. 68-71.
4. **Джунуспаев, К.Т.** Анализ пробега автомобильных шин в условиях горного рельефа местности. [Текст] / К.Т. Джунуспаев, А.Т. Давлетов // Наука и новые технологии. – Бишкек, 2011, №9. – С. 30-32.
5. **Джунуспаев, К.Т.** Маркировка, конструкция, классификация, выбор и эксплуатация шин легковых автомобилей в горных условиях. [Текст] / К.Т. Джунуспаев, А.Т. Давлетов // Известия ВУЗов. – Бишкек, 2012, №7. – С. 33-35.
6. **Джунуспаев, К.Т.** Анализ влияния эксплуатационных условий на процесс износа шин в горных условиях. [Текст] / Б.К. Джолдошов, К.Т. Джунуспаев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы в архитектуре, строительстве и на транспорте». Секция Повышение эффективности перевозочного процесса, эксплуатации транспортных средств и развитие авто сервисных предприятий. Политехнический институт Таджикского Технического Университета им. академика М.С. Осими. – Худжанд, 2012. – С.52-56.
7. **Джунуспаев, К.Т.** Влияние периодичности техобслуживания на преждевременный износ шин. [Текст] / Э.С.Нусупов, И.Э. Суюнтбеков, К.Т. Джунуспаев // Вестник КГУСТА № 4(42). – Бишкек: КГУСТА, 2013. – С.6-10.
8. **Джунуспаев, К.Т.** Исследование тормозной системы при эксплуатации автомобилей в горных условиях. [Текст] / К.Т. Джунуспаев – Материалы конференции к 70 – юбилею Н. Исанова. – Вестник КГУСТА, 2013, №4(42). – С. 65-68.
9. **Джунуспаев, К.Т.** Исследование тормозной системы при эксплуатации автомобилей в горных условиях. [Текст] / К.Т. Джунуспаев, А.Т. Давлетов, М.А. Сыдыков // Вестник КГУСТА, Бишкек: КГУСТА, 2013. – С.23 -26.

10. **Джунуспаев, К.Т.** Особенности грузовых автомобильных перевозок в горных условиях [Текст] / К.Т.Джунуспаев // Наука и новые технологии, №1, 2013. –С 75-80.

11. **Джунуспаев, К.Т.** Анализ состояния дорожной сети в различных климатических условиях в Кыргызской Республики. [Текст] / К.Т.Джунуспаев // Вестник КНАУ им. К. И. Скрябина №1 (28), Бишкек, 2013. - С. 234-237,

12. **Джунуспаев, К.Т.** Особенности изнашивания автомобильных шин в горных условиях. [Текст]/К.Т.Джунуспаев. // Известия вузов, №2, 2013. – С 46-49.

13. **Джунуспаев, К.Т.** Учет износа автомобильных шин на перевальных участках горных дорог. Перспективы развития транспортного комплекса. Материалы Международной заочной научно-практической конференции [Текст] / И.Э.Суюнтбеков, К.Т. Джунуспаев, А.К.Сурапов – Минск, 4-6 октября 2016. - С. 35-38.

14. **Джунуспаев, К.Т.** Пути и обоснование нормативных показателей технического обслуживания автотранспортных средств в горных условиях. [Текст]/ И.Э. Суюнтбеков, К.Т. Джунуспаев //Вестник КГУСТА, №1 (51), Бишкек, 2016.– С.356-360.

15. **Джунуспаев, К.Т.** Анализ приспособленности и шин к горным условиям основные рекомендации по их эксплуатации.[Текст] / И.Э. Суюнтбеков, К.Т. Джунуспаев, А.Б. Нышанбаева // Вестник НГУ имени С. Нааматова, №4, 2016. – С 18-22.

16. **Джунуспаев, К.Т.** Анализ влияние автомобильных шин к горным условиям эксплуатации [Текст]/Материалы VIII Международной заочной научно-практической конференции Пенза 2017.-С.77-81.

17. **Джунуспаев, К.Т.** Классификация и типизация природно-климатических условий Кыргызской Республики. [Текст] / Наука и инновации в XXI-веке: актуальные вопросы, открытия и достижения. Сборник статей победителей IV- международной научно-практической конференции: Пенза, 2017. – С.212-215.

**Джунуспаев Кубат Тенирбергеновичтин «Тоо шартында
автомобилдик шиналардын эксплуатациялык жүгүрүүсүн
аныктоо» темасында 05.22.10 – Автомобилдик унааны пайдалануу
адистиги боюнча техника илимдеринин кандидат окумуштуу
даражасын алуу үчүн жазыган диссертациялык ишке
КЫСКАЧА МАЗМУУНУ**

Колдонулуучу сөздөр: кыймылдуу курамы, транспорт, керектөө шиналар, иштөө шарттары, тоо жолдор.

Изилдөөнүн объектиси: Кыргыз Республикасынын аймагында иштеп жаткан тоо-АТС менен кийим жана шина Нускасы божомолдоо жараяны.

Предметиштин максаты: ыкмаларын өнүктүрүү үчүн Кыргыз Республикасынын транспорт каражаттарын пайдалануунун тоолуу шарттарда шиналар барып, алдын ала айтуу.

Изилдөө методдору жана аппараты: теориялык изилдөөлөр талдап-колдонулган ыкмаларды жана синтез, кошулуу жана чыгарып салууга; байкоо, салыштырмалуу, өлчөө эксперимент катары кабыл алынат, мисалы, эмпирикалык изилдөөлөр, колдонулган эксперименталдык изилдөө. заманбап маалыматтык технологияларды колдонууга негизделген приборлорду жана жабдууларды турган жүк ташуучу базасы боюнча жол мобилдик туруп пайдалануу менен тажрыйба-психикалык изилдөөлөр жүргүзүлгөн.

Натыйжалары жана алардын жаңылык: жакшыртылган Кыргызстандын тоолуу шарттарда АТС шиналар иштетүү үчүн кейиштүү жагдай классификация; Тоо шарттарында ар кандай себептер боюнча арыз чендерди иштелип шиналар; Тоолуу жолдор ар марканын шиналарды эскирүүсүн катуулугун эске алуу менен, коопсуздукту жакшыртуу боюнча практикалык сунуштар; агымынын бир жаңы баа тоо жолдорунда иштеп чарчап-АТС; жүк ташуучу негизинде колесо эскирүүсүн өлчөө үчүн көчмө лаборатория иштелип чыккан.

Колдонуу даражасы: Эсептоо ыкмаларын методикасынын алдын ала кабыл алган эсептоого киргизилген.

Колдонуу чөйрөсү: Кыргыз Республикасынын бажы кызматы, ар кандай транспорт ишканалары, менчиктин түрүнө карабай.

РЕЗЮМЕ

диссертации Джунуспаева Кубата Тенирбергеновича на тему: «Обоснование эксплуатационного пробега автомобильных шин в горных условиях» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта

Ключевые слова: автомобильный транспорт, расход шин, эксплуатационные условия, горные автомобильные дороги.

Объект исследования: Процесс износа шин в горных условиях эксплуатации АТС в Кыргызской Республике. Шины автотранспортных средств.

Предмет исследования Влияние нагруженности шин и характеристик маршрута движения АТС на износ шин в горных условиях эксплуатации Кыргызской Республики.

Цель работы - разработка методики прогнозирования ходимости автомобильных шин автотранспортных средств горных условиях эксплуатации Кыргызской Республики.

Методы исследования и аппаратура: использованы методы анализа и синтеза, математической статистики, корреляции. При исследованиях использованы наблюдение, сравнение, измерение. Экспериментальные исследования проводились с помощью дорожного передвижного стенда на базе грузового автомобиля, оснащенного приборами и аппаратурой, созданных на основе современных информационных технологий.

Полученные результаты и их новизна: Усовершенствована классификация возмущающих факторов горных условий Кыргызстана на эксплуатацию шин АТС разработаны нормы расхода шин с учетом различных факторов горных условий эксплуатации; разработаны практические рекомендации по повышению безопасности движения с учетом интенсивности изнашивания шин различных марок в горных дорогах; Разработан передвижная лаборатория по замеру износа шин на базе грузового автомобиля.

Степень использования: Методика расчета норм расхода внедрена на автотранспортных предприятиях МТД Кыргызской Республики.

Область применения: Автотранспортные предприятия любой формы собственности.

SUMMARY

Dissertations Zhunuspaev Kubat Tenirbergenovich on the theme: "Justification of the operational mileage of vehicles in mountain conditions" for the degree of Candidate of Technical Sciences in specialty 05.22.10 - Exploitation of motor transport

Key words: rolling stock, road transport, tire consumption, operating conditions, mountain highways.

Object of the study: The process of tire wear and forecasting in mining conditions.

The subject of the study The effect of the tire loading and the characteristics of the ATS route on tire wear in the mountainous operating conditions of the Kyrgyz Republic.

The purpose of the work is the development of a technique for predicting the car in the mountainous conditions of the Kyrgyz Republic.

Methods of research and equipment: at the theoretical level of research methods of analysis and synthesis, induction and deduction are used; In experimental studies, such methods of empirical research as observation, comparison, measurement, and experiment were used. Experimental studies were carried out using a road-based mobile technology.

The acquired results and their novelty: the classification of the disturbing factors of the mountain conditions of Kyrgyzstan for the operation of ATS buses has been improved; The tire consumption rates have been developed into various factors of mining conditions of operation; Practical recommendations have been developed to improve traffic safety, taking into account the intensity of wear of different brands of tires in mountain roads; A new estimated indicator of the consumption of ATS buses during operation on mountain roads was developed; The mobile laboratory on the basis of lorry is developed.

Degree of use: the received results are taken in the account of the various motor transport enterprises of the Ministry of Transport and Road of the Kyrgyz Republic.

Scope: Customs Service of the Kyrgyz Republic, motor transport enterprises of any form of ownership.

