

УДК 629.11

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНОСА ШИН КОЛЕСНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ МАШИН И УПРАВЛЕНИЕ ИХ РЕСУРСОМ**

Магомедов Руслан Валидович  
магистрант  
E-mail: magomedov-93@mail.ru  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет», г. Махачкала, Россия

Магомедов Фахретдин Магомедович  
доктор технических наук, профессор  
РИНЦ SPIN-код = 4768-7736  
E-mail: fahr-59@yandex.ru  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет», г. Махачкала, Россия

Кравченко Владимир Алексеевич  
доктор технических наук, профессор  
РИНЦ SPIN-код = 9983-4293  
E-mail: a3v2017@yandex.ru  
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

Меликов Иззет Мелукович  
канд. техн. наук, доцент  
РИНЦ SPIN-код=3194-9952  
E-mail: izmelikov@yandex.ru  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет», г. Махачкала, Россия

Гасанова Эльнара Саладиновна  
канд. техн. наук, доцент  
РИНЦ SPIN-код=8712-8653  
E-mail: elngas@yandex.ru  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет», г. Махачкала, Россия

Магомедова Наиля Фахретдиновна  
старший преподаватель  
РИНЦ SPIN-код=2877-3942  
E-mail: sliv0chka555@mail.ru  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет», г. Махачкала, Россия

Айдемиров Омар Магомедович  
канд. техн. наук, доцент  
РИНЦ SPIN-код= 6333-7895

UDC 629.11

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

**THE INTENSITY OF TIRE WEAR OF WHEELED VEHICLES AND THEIR RESOURCE MANAGEMENT**

Magomedov Ruslan Validovich  
undergraduate  
E-mail: magomedov-93@mail.ru  
FSBEI HE Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russia

Magomedov Fakhretdin Magomedovich  
Doctor of Technical Sciences, professor  
RSCI SPIN – code 4768-7736  
E-mail: fahr-59@yandex.ru  
FSBEI HE Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russia

Kravchenko Vladimir Alekseevich  
Doctor of Technical Sciences, professor  
RSCI SPIN – code 9983-4293  
E-mail: a3v2017@yandex.ru  
FSBEI HE Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia

Melikov Izzet Melukovich  
Cand.Tech.Sci., associate professor  
RSCI SPIN – code=3194-9952  
E-mail: izmelikov@yandex.ru  
FSBEI HE Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russia

Gasanova Elnara Saladinovna  
Cand.Philol.Sci., associate professor  
RSCI SPIN – code=8712-8653  
E-mail: elngas@yandex.ru  
FSBEI HE Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russia

Magomedova Nailya Fakhretdinovna  
Senior Lecturer  
RSCI SPIN – code=2877-3942  
E-mail: sliv0chka555@mail.ru  
FSBEI HE Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russia

Aydemirov Omar Magomedovich  
Cand.Tech.Sci., associate professor  
RSCI SPIN – code=6333-7895  
E-mail: omar1963@yandex.ru

E-mail: omar1963@yandex.ru  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет», г. Махачкала, Россия

*FSBEI HE Dagestan state agrarian University  
named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala,  
Russia*

Стремительное и количественное увеличение машин, а также возрастание их роли в социально-экономической сфере жизнедеятельности человека требует дальнейшего научного обоснования влияния факторов их эксплуатации на интенсивность износа протектора шин с учетом характеристики машин и маршрутов движения и обеспечения управления их ресурсом. С учетом типа машин, доля затрат на шины составляет около 25 % от всех эксплуатационных затрат, а около 90 % отказов шин происходит из-за их основательного изнашивания и на дорогах с улучшенным дорожным покрытием. Значимым является количественное оценивание воздействия на износ протектора у шин, углов установки колесных движителей машин

The rapid and quantitative increase of machines, and also their increasing role in the socio-economic sphere of human life requires further scientific grounding for the effect of factors of their operation on intensity of the tire tread wear, taking into account the characteristics of cars and traffic routes and ensuring control of their resource. Taking into account the type of vehicle, the share of tire costs is about 25% of all operating costs, and about 90% of tire failures occur due to their thorough wear and also on roads with improved road surfaces. It is significant to quantify the effect on wear of the tire tread and angles of installation of wheel propulsors in machines

Ключевые слова: ПРОТЕКТОР, ШИНА, ФАКТОРЫ, ИНТЕНСИВНОСТЬ, ИЗНОС, УПРАВЛЕНИЕ, РЕСУРС

Keywords: TREAD, TIRE, FACTORS, INTENSITY, WEAR, CONTROL, RESOURCE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-198-004>

**Введение.** На интенсивность износа протектора шин в основном влияют следующие показатели: сходжение и развал колес (углы их установки относительно рамы машины), силы сцепления колес с поверхностью передвижения (ее шероховатость) и сопротивления их качению, внутреннее давление в шинах, температура колес и поверхности передвижения, степень и значение протектора у шин. Непосредственно изменчивость (разброс) величин углов установки колес способствует заметному и существенному износу протекторов покрышек, на что указывают значительное количество исследователей.

Вовлеченность научных работников, а также специалистов транспортной и шинной отрасли к исследованию углов установки колес применительно к оси машины значимо, что обусловлено потребностью существенного усовершенствования методов оценивания, стремлением увеличения ресурса покрышек, уменьшения потребления горючего машинами, повышения показателей управляемости и безопасности,

<http://ej.kubagro.ru/2024/04/pdf/04.pdf>

производством и применением новых устройств и приборов (имеющих малую погрешность показателей замера углов установки колес).

Имеющаяся теория воздействия углов установки колес не в полной мере применима для современных машин обладающих повышенными скоростными характеристиками.

Срок службы (ресурс в километрах пробега до полного износа) является основным показателем, влияющим на экономичность эксплуатации шин.

Ресурс покрышек находится в зависимости от материала и технологии производства, их конструктивного исполнения, своевременного и качественного обслуживания, условий эксплуатации и хранения, срока службы и иных условий. Повышением надежности изготавливаемых покрышек, последующей модернизацией их технической эксплуатации возможно увеличение их ресурса как значимой проблемы.

В эксплуатационных затратах машин затраты на шины довольно значимы из-за их дороговизны (особенно для автобусов и грузового транспорта), а уменьшить указанные затраты возможно путем увеличения продолжительности эксплуатации шин, что, в свою очередь, можно обеспечить закачиванием в них азота, обязательной проверкой и поддержанием установленного давления, проведением диагностики (бортовой). Минимизация износа покрышек колес машин кроме того даст возможность оздоровить окружающую среду в районах их эксплуатации вследствие уменьшения засорения ее отходами (неутилизируемыми и неулавливаемыми) [1, 8].

Существенны издержки предприятий и организаций эксплуатирующих машины по причине повышения затрат на горючее, чему в свою очередь способствует и состояние их шин.

**Методы исследования.** Принимая во внимание то, что машина за продолжительность эксплуатации может сменить несколько комплектов

шин, а затраты 1-го набора шин достигает величины 27% от его исходной цены и это нацеливает эксплуатационников на уменьшение расходов на покрышки. Особо важно вовремя осуществлять сезонную смену шин, что позволит повысить их ресурс. Повышение качества управления процессом техобслуживания шин и их списания обеспечивает машинам безопасное передвижение, способствует росту технико-экономических показателей функционирования предприятий, эксплуатирующих машины и неразрывно связано с верным определением срока и проведением сезонной смены шин. Несовершенство методов оценки и прогнозирования параметров надежности шин осложняет реализацию указанных моментов [2, 10].

Изучение результатов научных исследований подтверждает, что все еще актуальна задача обоснованного установления ресурса шин.

Принятые для конкретных эксплуатационных условий соответствующие закономерности воздействия, а также конкретные методы их реального применения изложены в подвергнутых анализу научных исследованиях и для качественного оценивания происходящих изменений в состоянии шин во времени и в пространстве подготовлена методика, базирующаяся на теории пригодности к эксплуатационным условиям определенных машин [3-5, 9].

Шины колес относятся к элементам машин, отвечающим за его надежность как сложной технической системы и безопасность при эксплуатации. К общему количеству показателей шин, которыми характеризуется их безопасность, относятся изнашивание протектора до разрешенного значения, проколы и разрезы, образующиеся под действием нагрузок повреждения основы, либо все без исключения характеристики одновременно.

Предполагаемые характеристики, отображающие сочетание выходных параметров шин позволяют устанавливать предельно потенциальные свойства, характеризующие их качество, а также зависимости показателей оценивания взаимодействия протектора шин с поверхностью передвижения

от внутренних и наружных факторов (давления воздуха внутри шин, скорости передвижения, сил и моментов, воздействующих на колесо и пр.), которые в итоге позволяют определить соразмерность конкретной шины для конкретной машины [7].

Производство новых современных машин неразрывно связано с возникающих при этом конструктивно-экологическими и иными трудностями, что обуславливает разработку и использование свежих конструктивных решений в процессе проектирования и выпуске их составляющих. Данное требование преимущественно относится и к их шинам, позволяющим снизить оказываемое на корпус машин воздействие шероховатости поверхности передвижения, изменений тяговой нагрузки и др. Тягово-сцепные, экологические и иные параметры функционирования машин в значительной мере находятся в зависимости от свойств деформации их шин, которые в свою очередь, находятся в зависимости, главным образом от их внутреннего строения (значительно влияющей на эколого-технологические параметры шин) [1-3].

Составные части шин колес машин претерпевают непростые деформационные нагрузки под воздействием момента крутящего, а также сил продольной и вертикальной. В процессе качения составные части корпуса шины колеса подвергается деформации в соответствующих направлениях (продольном, радиальном, окружном).

Снижению ресурса шин и негативному воздействию на выходные параметры (тяговый коэффициент полезного действия, кинематический радиус, сопротивление качению) способствует увеличение периодически воспроизводимая в процессе качения колес напряженность корпуса (резино-кордного) шин за счет цикличности деформации [2-3].

Сформировавшимися на данный момент путями совершенствования колёсных движителей являются вытеснение диагональных радиальными шинами и производство шин обновленной конструкции [6].

Корд шины движителя – это основной составляющий, в зависимости от которой находятся ее показатели эксплуатации.

У диагональных и радиальных шин колес имеются недоработки, присущие им с учетом их конструкции.

Данное обстоятельство нацеливает на создание конструкции шин, имеющей повышенную жесткость (продольную) с возможностью синхронно наращивать длину, поддерживать ширину с несущей поверхностью, находиться в положении, обеспечивающем шинам деформацию растяжения в ходе передачи момента крутящего, работали бы на изгиб под воздействием нормальной нагрузки, а также позволяющими уменьшить потери (гистерезисные) и в итоге иметь более высокие показатели эксплуатации. Разные типоразмеры шин разработаны и спроектированы по результатам исследований [6].

К покрышкам, снятым с использования относятся: с заблаговременным износом новые и реставрированные впервые покрышки, когда имеется норма пробега (эксплуатационная) и которые возможно реставрировать; с правильным износом.

Износ, имеющий место после нормы пробега (эксплуатационной) несмотря на годность либо непригодность данной покрышки к очередной реставрации является нормальным (обычным) износом вновь реставрированной покрышки.

Отмеченный показатель установления износа (нормального) покрышек считается относительным.

Показатели, оказывающие большое влияние на изнашивание покрышек, по величине их применения для повышения их ресурса разумно группировать по показателю управляемости техническим персоналом.

Известно, что перемена углов установки колес в большей степени влияет на скорость износа покрышек, на коэффициент сопротивления качению колеса, способствует снижению тормозных свойств машин, утрате

их управляемости. Все еще нет исследований указывающих, в какой степени воздействует установка шипованных покрышек на колеса без соответствующей корректировки углов установки колес.

Текущий износ протектора шины:

$$И = [(H_n - H_f) / (H_n - H_{доп})] \cdot 100\% \quad (1)$$

где  $H_n$  – высота протектора шины (новой), мм;

$H_f$  – высота (фактическая) протектора шины, мм;

$H_{доп}$  – высота (минимально допустимая) протектора шины, мм.

Разделением количества вышедших из строя в единицу времени элементов на среднее количество безотказно функционирующих в установленный временной промежуток элементов определяется интенсивность отказов по статистическим сведениям:

$$\lambda(t) = n(\Delta t) / N_{ср} \cdot \Delta t, \quad (2)$$

где:  $n(\Delta t)$  – количество вышедших из строя элементов во временной промежуток от  $(t - \Delta t) / 2$  до  $(t + \Delta t) / 2$ ;

$N_{ср}$  – среднее количество безотказно функционирующих элементов в промежутке  $\Delta t$ .

Средняя длительность (пробег) безотказного функционирования:

$$T_1 \approx \sum_{i=1}^m n_i \cdot t_{срi} / N, \quad (3)$$

где:  $t_{срi} = (t_{i-1} + t_i) / 2$ ,

$t_{i-1}$  и  $t_i$  – соответственно промежуток времени начального и конечного периода  $i$ -го временного интервала.

$N$  – количество подвергаемых проверке элементов

$n_i$  – количество отказавших элементов в любом  $i$ -м временном интервале

Выявлено, что регулируемые и нерегулируемые факторы (рис. 1) обуславливают износ шин [8]. В осенне-весенних условиях эксплуатации машин наиболее заметно прослеживается данный процесс ввиду значительного отклонения температуры и влажности воздуха, а также других показателей в среде эксплуатации машин. Помимо этого нужно

обратить внимание на то, что износ шин для различных разновидностей (моделей) устанавливается уровнем их пригодности к конкретным условиям их эксплуатации (отличен для различных моделей шин).

Невозможно принять во внимание степень воздействия любого из факторов, обуславливающие износ шин. Также нет исследований по воздействию некоторых факторов на износ протектора шин и в общем, на их функционирование, помимо того разных факторов в совокупности (шероховатости поверхности передвижения, влажности и температуры воздуха и пр.). Учитывая все этого, следует проанализировать факторы, воздействующие значительно на шинную долговечность (характеризуется быстротой (скоростью) изнашивания протектора) и предусмотреть количественно-качественное их оценивание.

Износ шин находится в зависимости и в значительной мере от материала корпуса и протектора. Рисунки их протекторов оказывают большое влияние главным образом на безопасность передвижения машин (преимущественно по ледяной корке, снегу и загрязненной дорожной поверхности), что установлено при исследовании воздействия отличительных черт материалов рисунка протектора эксплуатируемых летом и зимой покрышек.



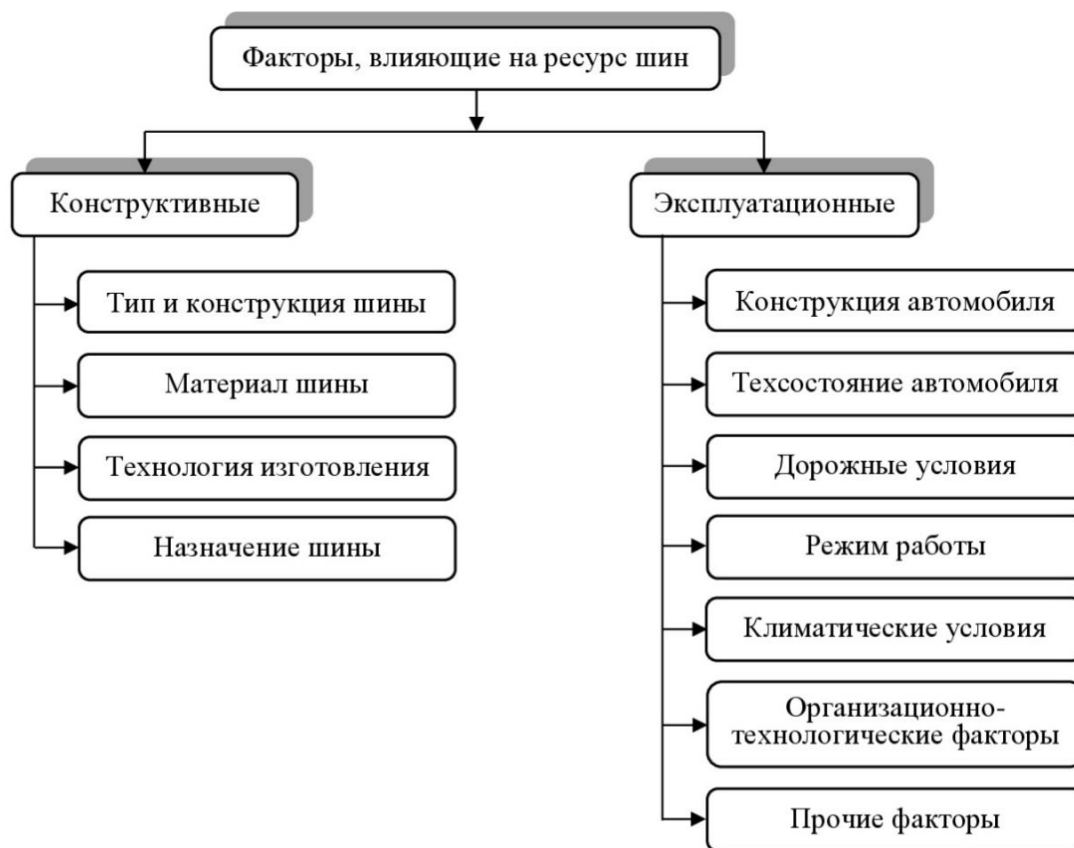


Рисунок - 1. Факторы, обуславливающие износ шин

Зависимости износа покрышек от пробега присуще крайне непростое очертание, а скорость их износа во многом находится в зависимости от наработки:

$$\Delta S = (\alpha_0/b) \cdot (1 - e^{-b \cdot l}) \quad (4)$$

где  $\Delta S$  – значение повышения износа протекторного рисунка;

$\alpha_0$  –интенсивность изнашивания (номинальная);

$b = (0, \dots, 0,1)$  –величина коэффициента, для учета величины перемены изнашивания (интенсивности) единичного износа рисунка шинного протектора применительно к высоте изнашивания;

$l$  – величина пробега конкретной машины, в км.

Чтобы спрогнозировать время или же пробег конкретных покрышек вплоть до их смены могут быть применены данные их износа.

Обеспечение функционирования колесных покрышек, когда их проскальзывания наименьшие, а также незначительны их нагрузки

(динамические), температура оптимальна, может быть уменьшена величина износа их протекторов в конкретных условиях эксплуатации машин.

Базируясь на сформированных моделях, а также закономерностях для установления величины износа протекторов покрышек на момент эксплуатации (по ресурсу), принимая во внимание эксплуатационные условия затруднительно, принятие оптимального решения о временном промежутке смены (сезонной) покрышек, и поэтому можно рекомендовать модель (имитационную) развития их износа.

На базе данных о характере и интенсивности износа шинного протектора предполагается предпринять решение о необходимости сезонной их смены.

Принимая во внимание разновидности интенсивности и эксплуатационных условий рекомендована приспособленная модель (имитационная) для подготовки методики установления временных промежутков сезонной смены покрышек.

**Результаты и обсуждение.** Показатель армирования (элемент жесткости) внутренней структуры шин сказывается на тягово-сцепные качества машин.

На производство и оптимизацию шин с малыми гистерезисными потерями при сопутствующем росте отметины их следа и продольной жёсткости необходимо значимо отличающееся и реально претворяемая направленность наиболее перспективной разработки шин [6].

За счет дополнительной проработки тягово-энергетических параметров шин, возможно содержательное их повышение.

Дать оценку надежности шин, установить причины возникновения, природу и связь их неполадок можно используя метод статистического анализа надежности. При этом подбор показателей основывается на разновидности покрышки, ее предназначения, а также обстоятельства надежности оценки. Исходя из данных статистики, анализ параметров

надежности реализуется в несколько этапов:

- определение параметров распределения;
- для определения параметров надежности установление функции распределения;
- определение надежности.

Основными тенденциями разрешения установленной проблемы являются определение параметров надежности, способы их предоставления при проектировании и производстве, получение сведений об отказах покрышек при проверке (обследовании), а также эксплуатации.

С целью моделирования исследованных закономерностей на рис. 2 представлена схема модели имитационной износа шин принимая во внимание соответствующие руководящие предложения.

Процедура смены покрышки имитируется, когда изнашивание достигает либо превосходит пороговой величины, измеритель количества поэтапных выходов из строя возрастает на одну единицу. В случае, когда совершено имитирование смены покрышки либо когда пороговое состояние не наступило, то в последующем осуществляется контроль требования завершения последовательности перебора показателей в целом. Повтор последовательности до выполнения требования его завершения имеет место, когда данное требование не осуществлено. При другой ситуации обследуется требование завершения моделирования. А в случае, когда требование не соблюдается, происходит первоначальный рост периода времени, после чего заново выполняется расчет.

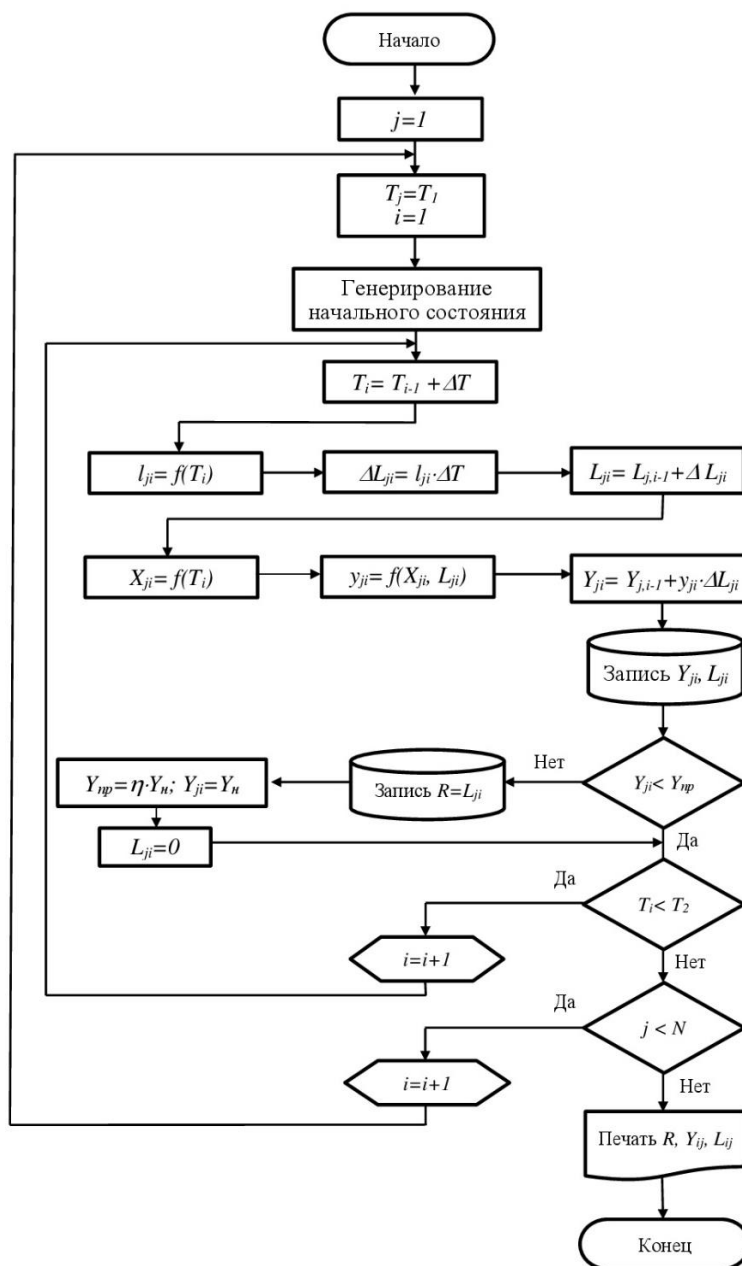


Рисунок - 2. Схема имитационного моделирования шинного износа

В температурных промежутках воздуха окружающей среды применительно сезонности предназначения покрышек (с учетом их протекторного рисунка, а также материала их производства) устанавливается коэффициент приспособленности для осуществления модели. Наряду с этим предполагается применять интенсивность изнашивания покрышек в виде показателя.

Графически зависимость интенсивности отказов шин от пробега проиллюстрировано рисунком 3.

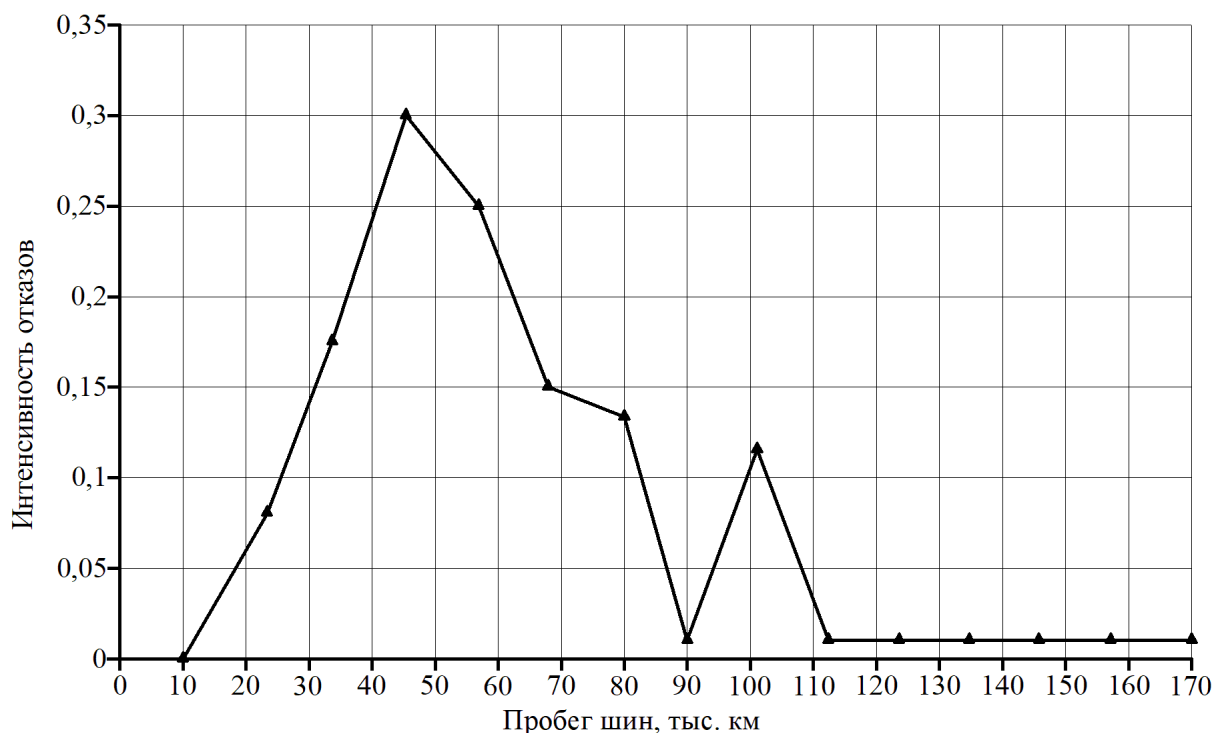


Рисунок - 3. Зависимость интенсивности шинных отказов от их пробега

**Заключение.** Повышением качества факторов, устанавливающих ресурс шин возможно увеличение их надежности при эксплуатации.

Оценку параметров надежности и расходов на обеспечение пребывания шин в рабочем состоянии, установление ожидаемого их ресурса по параметрам эксплуатации дает возможность подготовка и реализация мер для увеличения параметров шин по надежности.

Углы установки колес машин при более высокой скорости его передвижения оказываю существенное воздействие на износ покрышек.

Для оценивания приспособленности конкретных из моделей покрышек для разных эксплуатационных условий и с определением цифровых значений показателей входящих в них следует осуществление экспериментальной проверки с целью контроля достоверности подготовленных моделей.

Потребность в дополнительной проработке шин подтверждается тем, что для значений коэффициента сопротивления качению и тягового

коэффициента полезного действия при перемене давления воздуха в них не наблюдаются общепризнанные закономерности.

Из установленных показателей деформации шин следует потребность в разработке шин, нити корда коих функционировали бы на изгиб и растяжение на участках воздействия нормальных и касательных сил соответственно. Данным необходимым условиям предпочтительно соответствует разработанная конструкция колесной шины [6].

### Список литературы

1. Ерицян Г.С., Карапетян М.А., Авакян А.Г. Влияние условий эксплуатации на ресурс шин: монография / Национальный политехнический университет Армении; ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева. – М.: ООО «Мегаполис», 2022. – 129 с.
2. Задворнов В.Н., Балакина Е.В., Мищенко Н.А. Прогнозирование износа протектора по жесткостным характеристикам шин / Трение и износ. 2020. № 4. Т. 41. С. 485-490.
3. Кравченко В.А., Меликов И.М. Оценка агротехнических свойств движителей зерноуборочных комбайнов с шинами различного конструктивного исполнения / Аграрный научный журнал. 2020. № 5. С. 93-98.
4. Кравченко В.А., И.М. Меликов, Кондра Б. А. Влияние габаритных размеров шин на тягово-цепные и агротехнические показатели трактора тягового класса 5 / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. 2021. № 166 (02). – С. 53-67.
5. Кравченко В.А., И.М. Меликов, Кондра Б.А. Влияние давления в шинах на агротехнологические показатели ходовых систем трактора класса 5 / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. 2021. – № 167 (03). С. 164-176.
6. Пневматическая шина для мобильного энергетического средства. Патент 2677817 РФ / В.Г. Яровой, В.А. Кравченко, И.М. Меликов, Ф.М. Магомедов. 2019. № 3.
7. Чебоксаров А.Н. Анализ факторов влияющих на износ шин / Техно-экономические проблемы сервиса. 2023. №2 (64). С. 31 – 33.
8. Юсупов У.Б., Нарзиев Ж. Особенности эксплуатации крупногабаритных шин для технологического транспорта / Oriental Journal of Technology and Engineering. 2022. 2 (1). С. 20 – 29.
9. Dadonov M., Kulpin A., Borovtsov V., Zhunusbekova A. Effect of aerodynamic loads on redistribution of normal reactions of quarry dump trucks tires / E3S Web of Conferences Electronic edition. – 2020.
10. Yusupov U.B., Mukhitdinov A.A. 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.

### References

1. Ericjan G.S., Karapetjan M.A., Avakjan A.G. Vlijanie uslovij jekspluatacii na resurs shin: monografija / Nacional'nyj politehneskij universitet Armenii; FGBOU VO RGAU–MSHA im. K. A. Timirjazeva. – M.: ООО «Megapolis», 2022. – 129 s.

2. Zadvornov V.N., Balakina E.V., Mishhenkov N.A. Prognozirovanie iznosa protektora po zhestkostnym harakteristikam shin / *Trenie i iznos*. 2020. № 4. T. 41. S. 485-490.
3. Kravchenko V.A., Melikov I.M. Ocenka agrotehnicheskikh svojstv dvizhitelej zernouborochnykh kombajnov s shinami razlichnogo konstruktivnogo ispolnenija / *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. 2020. № 5. S. 93-98.
4. Kravchenko V.A., I.M. Melikov, Kondra B. A. Vlijanie gabaritnyh razmerov shin na tjagovo-scepnye i agrotehnicheskie pokazateli traktora tjagovogo klassa 5 / *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo GAU*. 2021. № 166 (02). – S. 53-67.
5. Kravchenko V.A., I.M. Melikov, Kondra B.A. Vlijanie davlenija v shinah na agro-tehnologicheskie pokazateli hodovyh sistem traktora klassa 5 / *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo GAU*. 2021. – № 167 (03). S. 164-176.
6. Pnevmaticheskaja shina dlja mobil'nogo jenergeticheskogo sredstva. Patent 2677817 RF / V.G. Jarovoj, V.A. Kravchenko, I.M. Melikov, F.M. Magomedov. 2019. № 3.
7. Cheboksarov A.N. Analiz faktorov vlijajushhih na iznos shin / *Tehniko-jekonomicheskie problemy servisa*. 2023. №2 (64). S. 31 – 33.
8. Jusupov U.B., Narziev Zh. Osobennosti jekspluatacii krupnogabaritnyh shin dlja tehnologicheskogo transporta / *Oriental Journal of Technology and Engineering*. 2022. 2 (1). S. 20 – 29.
9. Dadonov M., Kulpin A., Borovtsov V., Zhunusbekova A. Effect of aerodynamic loads on redistribution of normal reactions of quarry dump trucks tires / *E3S Web of Conferences Electronic edition*. – 2020.
10. Yusupov U.B., Mukhitdinov A.A. 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), R. 49-59.