

Нышанбаева А.Б.

## ИЗНОС АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Nyshanbaeva A.B.

## THE WEAR OF AUTOMOBILE TIRES IN THE MOUNTAINS

УДК 629.11.012.5:625.711.812

*В данной работе рассмотрены вопросы интенсивности износа автомобильных шин в горных условиях, а также приведены рекомендации правильной их эксплуатации.*

*This paper deals with the wear of tires in the mountains, and provides recommendations properly operated.*

В заданных горных дорожно-климатических условиях работы величину интенсивности изнашивания можно использовать в более широких пределах, например, для характеристики режима работы автомобиля, мастерства вождения, а следовательно, для характеристики изменения технического состояния агрегатов автомобиля. Автомобиль – это система последовательно связанных элементов, техническое состояние которых взаимно зависимо, и по изменению одного из элементов можно оценить состояние остальных. Наиболее точно это можно сделать по износу шин – по результатам наших исследований, величина среднего квадратического отклонения пробега агрегатов, узлов автомобиля до замены по сравнению с величиной пробега шин этого же автомобиля до ремонта в 3–10 раз меньше, чем при сравнении, например, с пробегом крестовины шарнира. И это вполне объяснимо. Зависимость износа шин от пробега можно принять линейной, а у крестовины она более сложная, экспоненциальная, поэтому точность измерения изменения технического состояния агрегатов по пробегу крестовин до замены с увеличением пробега уменьшается. Зависимость соотношения изменения технического состояния любого агрегата и шин от пробега можно получить аналитически. Например, износ главной передачи. Таким образом, по результатам измерения износа протектора шин можно оценить изменение технического состояния агрегатов этого автомобиля при работе в установившихся дорожно-климатических условиях. На основе анализа изменения условий работы на интенсивность изменения технического состояния шины можно сделать некоторые выводы: – из-за износа протектора изменяются техническое состояние, рабочие характеристики шины в процессе эксплуатации автомобиля; – по мере износа протектора снижаются экранирующее действие протектора (повышается вероятность прокола), коэффициент сцепления шины с дорогой, величина скорости, при которой наступает аквапланирование, коэффициент сопротивления качению.

**Коэффициент сопротивления качению уменьшается по мере износа протектора.**  
Полностью изношенные шины (износ 100%)

снижают тягово-сцепные качества автомобиля в горных условиях примерно в два три раза [6]. По мере уменьшения глубины дренажных канавок меньше уходит воды из зоны контакта, и аквапланирование наступает при меньшей скорости. Поэтому глубина рисунка должна быть не менее 1,5–2 мм. По мере износа рисунка протектора до остаточной глубины 2–3 мм коэффициент сцепления колеса с дорогой уменьшается и на сухих и на мокрых асфальтобетонных и цементно-бетонных покрытиях; минимальная величина коэффициента сцепления составляет 0,6 на сухих покрытиях и в два раза меньше – на мокрых. Потери на качение примерно в 1,5 раза меньше при изменении глубины рисунка протектора с 20 до 7 мм, что свидетельствует о существенном влиянии этого фактора на динамические качества и топливную экономичность автомобиля. При установившихся дорожных и других условиях работы вероятности разрушения шины зависит от продолжительности эксплуатации шины, износа ее протектора. С увеличением пробега снижается прочность хлопчатобумажного корда, особенно в начальный период: по беговой дорожке до 10%, а по боковине – до 22%. Интенсивность разрушения каркаса в зависимости от пробега и износа протектора изменяется по степенной функции. Основными факторами, определяющими изменение интенсивности разрушения в зависимости от пробега шины, являются накопление усталостных повреждений в каркасе и снижение его прочности, а также уменьшение толщины протектора и снижение его экранирующего свойства по мере его износа. О способности протектора различной степени износа защищать шины от механических повреждений можно судить по зависимости интенсивности повреждений от величины его износа. К повреждениям, зависящим от износа протектора, отнесены пробой каркаса, разрывы и изломы его, к независимым – все другие возможные виды дефектов и повреждений. Интенсивность повреждений, зависящих от глубины рисунка протектора, пропорциональна величине износа шин. Интенсивность повреждений и дефектов этих шин, не зависящих от износа протектора, возрастает не пропорционально величине износа грунтозацепов и особенно увеличивается в интервале износов, близких к выбраковочным.

**Уменьшение интенсивности изнашивания протектора.** Износ оказывает влияние на насыщенность рисунка протектора, так как у основания элементов рисунка размеры больше. Следовательно, по мере износа протектора давление

в плоскости контакта с Дорогой должно уменьшаться после окончания приработки, а следовательно, должна уменьшаться и интенсивность изнашивания. Уменьшение интенсивности изнашивания протектора в процессе эксплуатации шин отмечено и другими исследователями. Авторы считают это следствием повышения жесткости выступа, благодаря чему уменьшается его проскальзывание по поверхности дороги. По нашим данным, интенсивность изнашивания уменьшается пропорционально износу протектора. В практических условиях можно принять с небольшой погрешностью интенсивность изнашивания шин постоянной, а зависимость износа шин от пробега линейной из-за незначительного увеличения площади контакта и действия других факторов. Механическое воздействие режима работы (нагрузка на поверхность трения и скорость относительного перемещения) оказывают на долговечность шин более сильное влияние, чем износ протектора.

**Износ шин в процессе эксплуатации в горных условиях.** В автомобиле используют большое число деталей из резины (сальники, прокладки, шины), среди которых основное значение имеют шины. Расходы на шины составляют значительную долю (до 10%) в себестоимости перевозок. Поэтому поддержание шин в технически исправном состоянии с минимальными затратами является одной из задач технической эксплуатации автомобиля. В процессе эксплуатации, по мере износа протектора изменяются рабочие характеристики шины. Для наиболее полного использования шин в заданных горных условиях эксплуатации необходимо знать научно обоснованную закономерность износа шин в зависимости от пробега автомобиля, предельную величину износа. Интенсивность изменения технического состояния шин при установившихся условиях и режиме работы автомобиля зависит от сил при взаимодействии шины с дорогой, от температуры шины, от технического состояния агрегатов автомобиля и в свою очередь влияет на интенсивность изменения технического состояния силовых агрегатов трансмиссии. Так, несбалансированность колес повышает износ и шин, и трансмиссии; давление воздуха в шине влияет на динамическую нагрузку креплений агрегатов, расход топлива, а следовательно, на нагрузку агрегатов. Эти факторы влияют главным образом на основной показатель рабочей характеристики, определяющий экономичность перевозок – долговечность шин, напряжение и температуру шины в зоне контакта с дорогой, интенсивность изнашивания протектора.

**Взаимодействие шины с дорогой.** Условия взаимодействия шин с дорогой влияют на долговечность шин и агрегатов автомобиля. Шины грузовых автомобилей снимают с эксплуатации чаще всего (75%) из-за износа и реже из-за повреждения, разрыва каркаса в результате действия динамических

нагрузок; величина динамических нагрузок в 2–3 раза, а при наезде на препятствие в 6–7 раз выше статических из-за значительных сдвиговых усилий, а следовательно, и касательных напряжений. Величина радиальных и касательных напряжений в шине при качении колеса зависит от площади контакта шины с дорогой, от веса автомобиля, окружной силы (от крутящего момента), от реакции на эти силы. Движение автомобиля происходит за счет реакции силы противодействия дороги окружной силе. В плоскости контакта возникают касательные силы. Это происходит потому, что в процессе соприкосновения с поверхностью дороги элементы протектора сжимаются, так как, занимая сначала участок сферы, в контакте они должны уместиться на меньшей площади. Задние части выступов рисунка протектора «растягиваются» при выходе из контакта с дорогой и потому они изнашиваются больше.

**Относительный износ протектора.** С увеличением дисбаланса колеса легковых автомобилей 5,60–15 с 0,2 до 0,3 Пм интенсивность изнашивания протектора повышается на 20%. Боковое биение колеса увеличивает боковые силы, а следовательно, и интенсивность изнашивания протектора [8]: Боковое биение колеса, мм 1,0–1,2 1,5–1,8 2–3 Относительный износ протектора, % 100 108 130. На горных дорогах пробег шин ниже, чем наравнинных, из-за повышенного износа протектора при частых поворотах колес и торможении. Износ довольно резко увеличивается (примерно по линейной зависимости), начиная с величины подъема 2 – 3% из-за увеличения проскальзывания элементов шины. На лесных разработках пробег также снижается, повышается число повреждений. Но особенно велико количество механических повреждений шин при работе в каменных карьерах, там пробег уменьшается на 30–50%. давление зоне контакта и величина касательного напряжения влияют на интенсивность изнашивания протектора не только за счет проскальзывания и механического нагружения, но и изменения физико-механических свойств резины при неизбежном образовании теплоты.

Влияние температуры шины на интенсивность изнашивания протектора. Температура протектора зависит от температуры окружающего воздуха и режима работы шины (скорость относительного перемещения, нагрузка). Изменение нагрузки и особенно скорости относительного перемещения из-за изменения режима работы автомобиля влияют на температуру шины. Аналитическую форму зависимости температуры шины от параметров механического воздействия можно установить на основе дифференциального уравнения теплового баланса. Так, если на единицу изменения скорости относительного перемещения в шине образуется единиц теплоты, то часть этой теплоты расходуется на нагрев шины, а часть переходит в окружающую среду, в диск колеса, через воздух и зону контакта шины с дорогой. Количество теплоты в шине зависит

от ее тепло-емкости  $c$ , изменения температуры  $i$  шины, а количество теплоты, поглощенной окружающей средой – от площади охлаждения  $E$  шины, коэффициента теплоотдачи при изменении температуры и скорости на единицу измерения, разницы температур  $i$  шины и % среды и величины изменения скорости соvrращения колеса. Из приведенного уравнения можно получить зависимость температуры шины от скорости движения.

**Влияние радиальной нагрузки на износ протектора шины.** Осциллограммы показывают, что процесс проскальзывания элементов шины прерывный. В зоне контакта происходит скачкообразные сдвиги элементов протектора. Повышение интенсивности изнашивания протектора при увеличении радиальной нагрузки можно объяснить главным образом возрастанием касательных напряжений и проскальзывания, а также усилением неравномерности распределения удельных давлений в плоскости контакта шины с дорогой. Влияние радиальной нагрузки на износ протектора шины 12.00–20 [8]: Радиальная нагрузка в % от номинальной 100 110 130 Износ протектора, % 100 120 150. С увеличением радиальной нагрузки возрастают тяговые, тормозные и боковые силы на колесе автомобиля, что повышает интенсивность изнашивания. Все, что способствует снижению проскальзывания, уменьшает интенсивность изнашивания. Так, по сравнению с шиной, имеющей ребро по центру, у шины с канавкой по центру несколько меньшее удельное давление по центру и повышенное по краю беговой дорожки, интенсивность изнашивания на 20–25% ниже за счет большей устойчивости к боковому уводу. При снижении удельного давления шины на дорогу уменьшаются силы трения в контакте, что должно сказаться на уменьшении износа, но при этом несколько возрастает проскальзывание в контакте. Для снижения износа нужно уменьшать боковые силы: при эксплуатации, например, поворачивать с минимальной скоростью, следить за соотношением углов поворота колес, за величиною угла схождения колес. Так, при нарушении угла схождения колесо все время движется с принудительным боковым уводом и, следовательно, протектор интенсивно изнашивается. При увеличении угла развала колес с наружной стороны протектор изнашивается больше, так как в плоскости контакта максимальные удельные давления будут на этом участке. Аналогичное явление наблюдается и при увеличении угла схождения колес. При величине угла меньше нормы протектор изнашивается в плоскости контакта. Угол схождения не остается постоянным при качении колеса в реальных условиях эксплуатации. Такой угол схождения называется неустановившимся в отличие от установившегося (в стационарных условиях). При испытании в условиях горизонтального участка дороги и прямолинейного движения плоскость качения колеса отклоняется от направления

движения автомобиля на асфальтовом шоссе в среднем на 101, а на булыжном покрытии – на 30, то есть даже на прямолинейных участках автомобиль движется по криволинейным траекториям, на колесо действуют боковые силы, и оно движется с боковым уводом. Угол схождения в процессе движения зависит от скорости, радиальной нагрузки на колесо и от ровности дороги, изменяется с амплитудой 10–40% от номинального значения.

**Износ протектора в процессе эксплуатации шин в установившихся условиях.** Уменьшение же долговечности в зависимости от нагрузки является следствием главным образом двух факторов: максимального давления в зоне контакта и температуры. На основе приведенного можно сделать вывод, во-первых, что при заданных эксплуатационных условиях, качестве шин их долговечность зависит от режима работы (нагрузка на шину и скорость движения), температуры протектора, пробега автомобиля с начала эксплуатации, от зазора в сопряжениях агрегатов и узлов трансмиссии. Все это вместе влияет на параметры механического воздействия на шину в процессе эксплуатации. Во-вторых, интенсивность изнашивания зависит от многих факторов, изменяется в широких пределах по величине, что объясняется, видимо, разницей в механизме изнашивания шин. Интенсивность изнашивания протектора в процессе эксплуатации шин зависит от температуры поверхности трения, от сил взаимодействия шины с дорогой, механического воздействия (нагрузка, скорость) относительного перемещения и, как следствие, от механизма изнашивания резины. При установившихся дорожно-климатических условиях и заданном режиме работы условия работы шины могут измениться только по мере износа протектора. Таким образом, в установившихся условиях работы зависимость износа от пробега определяется влиянием на интенсивность изнашивания износа протектора. Необходимо установить закономерность износа шин в зависимости от пробега. О механизме изнашивания резины. В процессе эксплуатации резиновых изделий происходит скольжение выступов контр тела по истираемой поверхности резины, образование и разрастание микротрещин, механохимические процессы под влиянием кислорода воздуха и повышенных температур в зоне трения. У поверхностного слоя резины снижается прочность, сопротивление разрыву, упругие и другие свойства, и истиранию подвергается уже несколько разрушенный, изменившийся тонкий слой материала толщиной в сотые доли миллиметра. Резина является классическим упругим материалом. По существующим представлениям, изнашивание высокоэластичных полимерных материалов может быть усталостным, посредством скатывания» и абразивным. При трении уплотняющей резины о поверхность быстровращающихся элементов автомобиля происходят многократные деформации материала выступами

истиращей поверхности, основным видом разрушения является усталостное изнашивание. Оно является основным и в процессе эксплуатации шин.

**Литература:**

1. Нусупов Э.С. Темпы автомобилизации и проблемы безопасности дорожного движения //Наука и новые технологии. -2009.-№6.
2. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. -М.: Транспорт, 1985.-115 с.
3. Афанасьев Л.Л. Повышение эффективности и качества работы автомобильного транспорта. –М.: Транспорт, 1977. -203 с.
4. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. -М.: Транспорт, 1985.-228 с.
5. Крамаренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей.- М.: Транспорт, 1983. – 487с.

**Рецензент: к.т.н., доцент Советбеков Б.С.**

---