

УДК 629.017

С.В. Захаров, заст. дир., інж.-мех.

СП «Автобаза» ДП «Орджонікідзевугілля», м. Єнакієве

О.П. Кравченко, д.т.н., проф.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

О.В. Лукічов, к.т.н., доц.

Донецька академія автомобільного транспорту

О.П. Сакно, аспір.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОСУ ШИН ТА МАТЕМАТИЧНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ЙОГО ВІД НАРОБІТКУ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

На основі вимірювань висоти рисунка протектора шин в умовах експлуатації визначено моделі залежності зносу автомобільних шин від наробітку. Проаналізовано чинники, що впливають на критичний знос шин.

Вступ. Постановка проблеми. На інтенсивність зносу протектора шини впливає дуже багато чинників, такі як: технічний стан (ТС) вузлів автомобіля, дорожні умови, кваліфікація водія та ін. Деякі чинники не дозволяють оперативно виявити зміни ТС автомобіля, а отже, знижується ефективність системи управління за технічними діями. Таким чином, необхідно вдосконалити дану систему технічних дій на основі використання інтенсивності й характеру зносу протектора.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз останніх досліджень та публікацій свідчить, що проблема щодо контролю за технічним станом вантажних автомобілів є актуальною. Аналізуючи роботи [1, 2], необхідно відзначити, що вимір залишкової висоти рисунка протектора автомобільної шини вантажних автомобілів, її документування й порівняння з попередніми значеннями є найбільш доцільним методом відстеження динаміки зносу в умовах експлуатації. Так як даний метод не вимагає прецизійного й дорогого вагового обладнання, попереднього впливу на шину, руйнуючої дії на неї й демонтажу.

Крім того метод безпосереднього вимірювання висоти рисунка протектора дозволяє виявити нерівномірності зносу шини як по ширині бігової доріжки, так і по довжині її кола, що практично неможливо при об'ємних і вагових методах оцінки, або ж надає недостатньо точні дані як при методі нанесення поглиблених міток або використанні індикаторів зносу.

Мета статті. Метою дослідження є контроль за технічним станом вантажних автомобілів на основі інформації про інтенсивність і характер зносу протектора шин. ТС шин впливає на витрати палива, динамічність, стійкість, керованість, плавність ходу вантажних автомобілів. Знос шин впливає на характеристики й експлуатаційні властивості автомобілів. Тому прогнозування зносу шин та контроль за їх ТС дозволяє вирішити ці важливі питання.

Матеріали та результати дослідження. Робота виконувалась на підприємствах ТОВ «ДИСК-Сервіс» (м. Донецьк), ТОВ «ДИСК-Бетон» (м. Донецьк), СП «Автобаза» ДП «Орджонікідзевугілля» (м. Єнакієве). Досліджувались шини вантажних автомобілів: Michelin XDY-3, Michelin XZY-2, Michelin XZY-3, Continental HC1, Continental HDC1, Goodyear RHD, Belshina ІД-304 У-4, Rosava 12,00R20, ДШЗ 12,00R20. Для контролю залишкової висоти рисунка протектора шин використовувалось спеціальне пристосування [3].

За результатами експерименту можна зробити висновок, що автомобільній шині властива складна, нелінійна залежність зносу від наробітку (рис. 1), яку можна спостерігати на прикладі багатьох технічних об'єктів [4, 5].

З точки зору мінливості інтенсивності зношування повний пробіг шини можна розділити на три етапи: зона приробітку, зона усталеного (стабільного) зносу та зона критичного зносу.

Відтак, фази приробітку та критичного зносу представляють собою ступеневі функціональні залежності залишкової висоти рисунка протектора від наробітку, тобто припускають мінливість інтенсивності зношування з накопиченням пробігу. У той же час у сталій фазі інтенсивність зношування має положисту лінійну залежність, причому тангенс кута ψ нахилу прямої є середня інтенсивність зношування:

$$I_h = \frac{\Delta h_f}{\Delta L_\theta} = \frac{\Delta h_{f1} - \Delta h_{f2}}{\Delta L_{\theta 2} - \Delta L_{\theta 1}}, \frac{i}{1000 \cdot \epsilon} \quad (1)$$

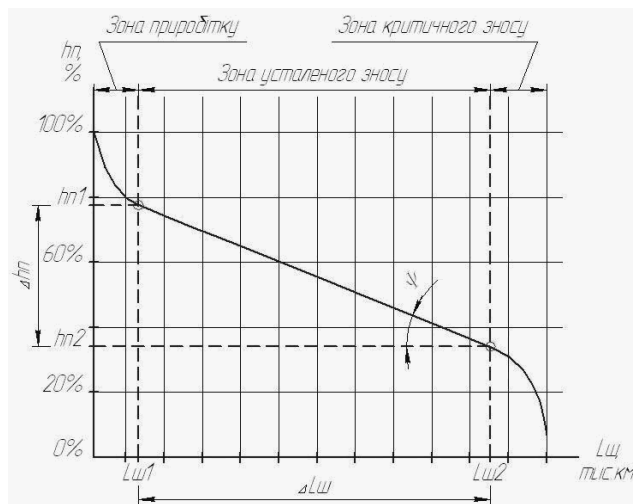


Рис. 1. Загальний вигляд залежності залишкової висоти рисунка протектора шини від її наробітку

Необхідно зазначити, що присутній на початку експлуатації шини період приробітку обумовлюється, значною мірою, пристосуванням шини до індивідуальних особливостей геометрії шасі автомобіля, роботою вузлів підвіски [2, 6, 7, 8]. Очевидно, що шасі автомобіля, що були в експлуатації у різних і не завжди сприятливих умовах, несе ряд недосконалостей, як до скручування рами, прогин або непаралельність мостів, їх одно- або різносторонній зсув, деформацію колісного диска та ін.

У ході експерименту було складено графічне представлення, наприклад, періоду приробітку шин марки Goodyear RHD, розмірності 315/80 R22,5 (рис. 2), що встановлюють на провідні осі автобетонозмішувачів Volvo FM 6 x 4.

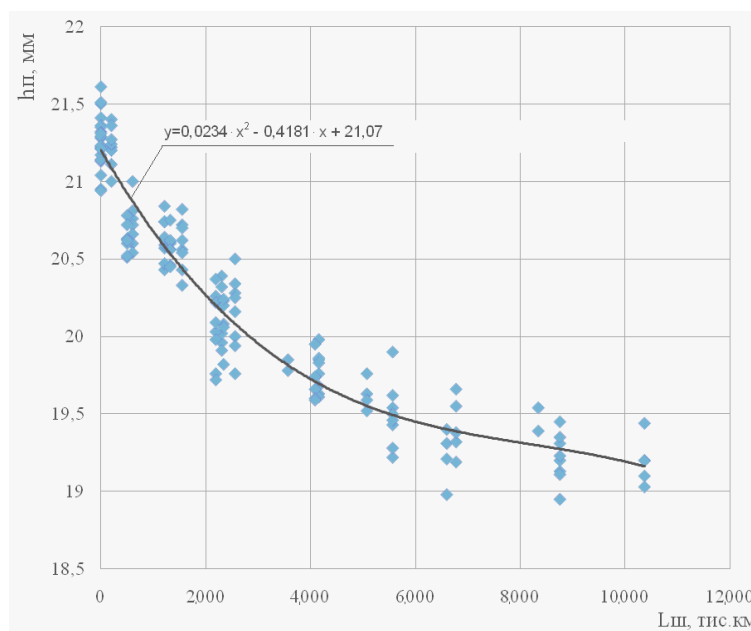


Рис. 2. Знос шин марки Goodyear RHD. Період приробітку

За виглядом даної залежності можна зробити висновок, що період приробітку складає близько 8,5 тис. км. Згідно з протоколами вимірювань, середня інтенсивність зношування становила в цей період 0,377 мм/1000 км, при цьому на перших 1,5 тис. км сягала значення 1,04 мм/1000 км, а за перші 4 тис. км пробігу мала середнє значення 0,5036 мм/1000 км. В інтервалі напрацювання від 4 до 8,5 тис. км середня інтенсивність зношування поступово знизилася до величини, що є нормальною для шин, що експлуатуються в умовах роботи на будівництві, прийнявши значення 0,147 мм/1000 км.

Факт існування приробітку шин підтвердився також у ході спостереження за динамікою зносу провідних коліс самоскидів. Так, якщо шини з пробігом близько 216 тис. км, на момент виведення з експлуатації, зношувалися з інтенсивністю 0,066...0,079 мм/1000 км, то встановлені замість шини з пробігом 41,1 тис. км показали інтенсивність зношування на рівні 0,14...0,2 мм/1000 км.

Звертаючись до даних експерименту, можна зауважити, що за етап приробітку шини автобетонозмішувачів втрачають в середньому 2,5 мм від початкової висоти протектора. У виняткових випадках шини автобетонозмішувачів за період приробітку втрачають 2,9 мм від початкової висоти рисунка протектора.

Етап усталеного зносу – найбільш тривалий етап відносно наробітку шини, що займає близько 85 % пробігу багатотоннажних автомобільних шин. Для цього етапу характерна рівномірна середня інтенсивність зношування, підтримувана завдяки відносно постійним умовам експлуатації шини та завершенню процесу приробітку.

Сталий знос вдалося спостерігати в повному циклі експлуатації шин Michelin XZY-2, розмірністю 315/80R22,5, що встановлюють на керовані осі автомобілів-самоскидів Volvo (рис. 3).

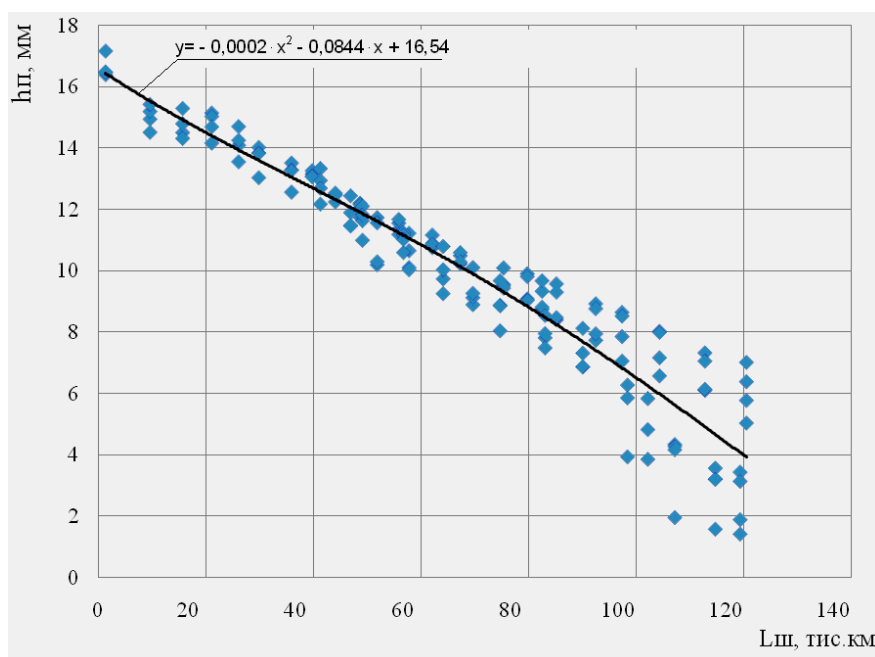


Рис. 3. Знос шин марки Michelin XZY-2

Виходячи з положень [9, 10, 11] верхня межа усталеного зносу відповідає тому значенню пробігу, за яким відбулося усталення середньої інтенсивності зносу протектора шини. Спираючись на дані дослідження можна говорити про початок усталення на 16 тис. км пробігу.

За виглядом наведеного графіка (рис. 3) можна зробити висновок, що перехідна зона для даних шин знаходиться на 100 тис. км пробігу. На цій відмітці спостерігається стрімке наростання розбіжності між залишковими середніми висотами рисунка протектора, що плавно збільшувалися до 100 тис. км.

Таким чином, у режимі усталеного зносу шина керованого колеса чотирирівнісного самоскида Volvo FM 8 x 4 долає близько 72 % пробігу. Середня інтенсивність зносу за цей період становить 0,112 мм/1000 км, при мінімальному значенні інтенсивності 0,088 мм/1000 км. Середня висота рисунка протектора шини на початок фази усталеного зносу склала 14,75 мм, а наприкінці фази – 4,64 мм. Таким чином, власна середня величина зносу склала 10,11 мм, яка дорівнює 62 % від загальної висоти, що повинна зазнати зносу до моменту списання шини.

Також, на невеликій ділянці пробігу, обмеженій часовими рамками експерименту, вдалося спостерігати усталений знос протектора шин Michelin XZY-3, розмірністю 385/65 R22,5, що встановлюються на керовану вісь автобетонозмішувачів Volvo (рис. 4).

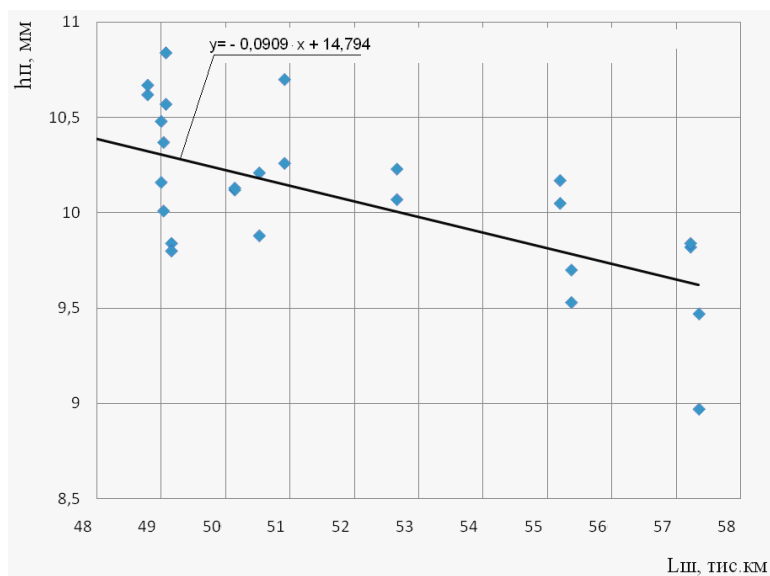


Рис. 4. Знос шин марки Michelin XZY-3

Етап критичного зносу характеризується підвищеною середньою інтенсивністю зношування, нестабільністю даної величини. На прикладі рисунка 4 можна спостерігати, як розсіювання залишкової висоти рисунка протектора збільшується з пробігом, що свідчить про мінливість інтенсивності зношування, яка сягає меж варіювання при наробітку 120 тис. км – 0,08...0,2 мм/1000 км для шин керованих коліс самоскидів (рис. 5) та 0,04...0,25 мм/1000 км – для провідних.

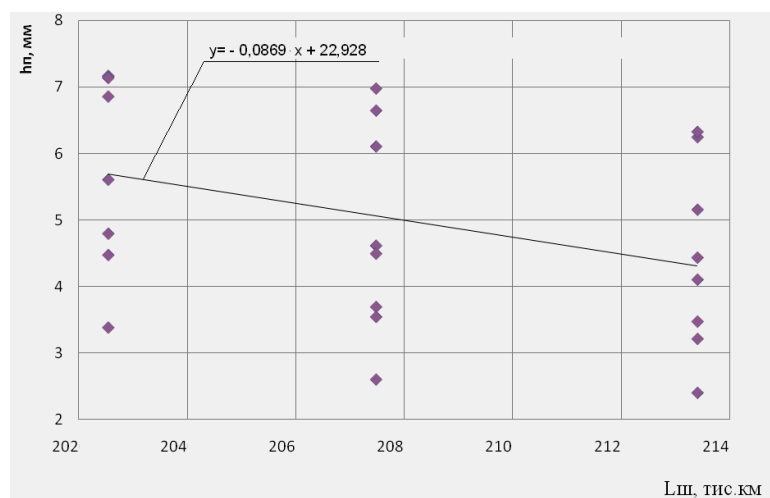


Рис. 5. Графік зносу шин марки Michelin XDY-3 при наближенні до зняття з експлуатації

З точки зору економічної доцільності експлуатації етап входження шини в фазу критичного зносу найбільш несприятливий. Практика показує, що 80 % випадків ушкоджень, які не підлягають ремонту, пов'язані саме з вичерпанням ресурсу шини.

Так як підприємство зацікавлене у відновленні протектора шини методом наварки, в завдання технічної служби введена функція завчасного виведення з експлуатації шин, що мають середню залишкову висоту рисунка протектора близько 2 мм.

Можна припустити, що чинниками, які зумовлюють критичний знос є:

1. Накопичення втомних напружень і руйнувань у масиві протекторної гуми.
2. Наростання нерівномірності зносу по довжині бігової доріжки, що призводить за собою мінливість радіуса кочення. Беручи до уваги сталість швидкості автомобіля та непостійність радіуса кочення колеса необхідно призвести або до посиленого прослизання в зоні контакту, або до мінливості й збільшення амплітуди дотичних поздовжніх напружень. Залежно від результату кочення колеса з непостійним радіусом зміниться міра впливу абразивного чи втомного зносу.

У випадку подвійної ошиповки нерівномірність зносу шин може призвести до того, що спарена шина, в деякому центральному перерізі, поведе себе як усічений конус, покладений бічною поверхнею на площину. Очевидно, що основи усіченого конуса при коченні його бічної поверхні по площині прагнуть подолати різні відстані. Якщо подібне явище реалізується у плямі контакту спарених шин, воно може призвести до циркуляції дотичних напружень, викликаних моментом тертя з плечем, що дорівнює половині відстані між площинами симетрії шин.

3. Підвищення жорсткості шини в дотичному напрямку. Підвищення дотичної жорсткості тягне за собою зниження здатності до шини пружної деформації, отже, більш ранній її перехід до прослизання. Таким чином, за інших рівних умов зношена шина перейде в режим повного бічного прослизання раніше тієї, що має великий запас ресурсу.

4. Підвищення жорсткості шини в нормальному напрямку. З підвищенням жорсткості шини в нормальному напрямку знижується її протидія проникаючим впливам, таким як проколи, порізи, зрізи та ін., що здатні інтенсифікувати зношування.

5. Зменшення діаметра шини. Геометрична передумова більшого циклічного навантаження шини – зменшення довжини її розгортки. У результаті відбувається більше робочих циклів за одиницю пробігу, а отже, інтенсивність зносу протектора зростає.

Висновки. Прогнозування зносу шин та контроль за їх ТС дозволяє вирішити ряд важливих питань щодо експлуатації вантажних автомобілів і технічного стану його елементів в умовах підприємства.

Виміри залишкової висоти рисунка протектора та аналіз умов експлуатації вантажних автомобілів можуть надати інформацію про частку кожного фактора, що впливають на знос шин. Виявити основні причини інтенсивності зносу та несправності шин, а також елементів вантажних автомобілів.

Розроблені рекомендації для зниження зносу шин вантажних автомобілів для підприємства в реальних умовах. Запропоновані рекомендації щодо вдосконалення контролю за ТС автопарку підприємства на підставі інформації характеру й інтенсивності зносу шин.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Говоруценко Н.Я.* Техническая эксплуатация автомобилей / *Н.Я. Говоруценко.* – Харьков : Вища школа, 1984. – 311 с.
2. *Ларин А.Н.* Колесные узлы современных автомобилей / *А.Н. Ларин, Е.Е. Черток, А.Н. Юрченко.* – Харьков : «С.А.М.», 2004. – 260 с.
3. *Захаров С.В.* До аналізу надійності автомобільних шин в умовах експлуатації / *С.В. Захаров, О.П. Кравченко, О.П. Сакно* // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – Житомир : ЖДТУ, 2010. – № 2 (53). – С. 52–57.
4. *Бажинов О.В.* Надійність автомобільних поїздів : монографія / *О.В. Бажинов, О.П. Кравченко.* – Луганськ : Ноулідж, 2009. – 412 с.
5. *Кузнецов Е.С.* Управление технической эксплуатацией автомобилей / *Е.С. Кузнецов.* – М. : Транспорт, 1990. – 272 с.
6. *Кравченко А.П.* К вопросу анализа надежности автомобильных шин / *А.П. Кравченко, О.П. Сакно* // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ : СНУ імені Володимира Даля, 2010. – № 6 (148). – С. 218–222.
7. *Лукичев А.В.* Анализ причин выхода из строя пневматических шин грузовых автомобилей ООО «ДИСК» / *А.В. Лукичев, М.И. Гнатюк, В.Д. Винокуров и др.* // Транспорт і логістика : матеріали. II Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів, 13–14 жовтня 2010 р., Донецьк. – Донецьк : ДААТ, 2010. – С. 182–186.
8. *Кравченко О.П.* Дослідження видів зносу та ушкоджень пневматичних шин спеціалізованого автотранспорту / *О.П. Кравченко, В.П. Ткаченко, О.П. Сакно та ін.* // Логістика промислових регіонів : матеріали III Міжнародної наук.-практ. конф. (Донецьк—Святогірськ, 6–9 квітня 2011 року) : зб. наук. праць. — Донецьк : ЛАНДОН-XXI, 2011. – С. 384–388.
9. Про затвердження Експлуатаційних норм середнього ресурсу пневматичних шин колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі / Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 20 травня 2006 року № 488.
10. Закон України «Об автомобильном транспорте» от 05.04.2001 г. № 2344-III.
11. Закон України «О дорожном движении» от 30.06.93 г. № 3353-XII.

ЗАХАРОВ Сергій Валерійович – інженер-механік, заступник директора з перевезень СП «Автобаза» ДП «Орджонікідзевугілля», м. Єнакієве.

Наукові інтереси:

- забезпечення безпеки руху транспортних засобів в умовах експлуатації.

Тел. (роб.): (06252)9–60–29; 9–63–43.

КРАВЧЕНКО Олександр Петрович – доктор технічних наук, професор, декан факультету наноелектроніки та нанотехнологій, завідувач кафедри «Автоніка та управління на транспорті» Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Наукові інтереси:

- підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту.

Тел. (роб.): (0642)41–95–83.

E-mail: avtoap@ukr.net

ЛУКІЧОВ Олександр Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри основ проектування машин Донецької академії автомобільного транспорту.

Наукові інтереси:

- підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту.

САКНО Ольга Петрівна – аспірантка кафедри «Автоніка та управління на транспорті» Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Наукові інтереси:

- забезпечення безпеки руху транспортних засобів в умовах експлуатації;

- аналіз надійності автомобільних шин.

E-mail: sakno-o@yandex.ru

Подано 08.08.2011