

**О. Кравченко**

Професор, д-р техн. наук

**О. Сакно**

Аспірант

Східноукраїнський національний  
університет імені Володимира Даля,  
м. Луганськ

**О. Лукічов**

Доцент, канд. техн. наук,  
Донецька академія  
автомобільного транспорту,  
м. Донецьк

**С. Захаров**

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

**В. Винокуров**

Магістр,  
Донецька академія  
автомобільного транспорту,  
м. Донецьк

УДК 629.017

## ДО АНАЛІЗУ НАДІЙНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

*На основі вимірювання висоти рисунка протектора шин в умовах експлуатації визначені моделі залежності зносу автомобільних шин від пробігу. Проаналізовані чинники, що впливають на критичний знос.*

**рухомий склад, технічний стан, протектор, шина, знос**

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

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** свідчить, що проблема контролю за технічним станом рухомого складу (РС) є актуальною. Аналізуючи роботи [1, 2], необхідно відзначити, що вимір залишкової висоти рисунка протектора автомобільної шини РС, її документування й порівняння з попередніми значеннями є найбільш доцільним методом відстеження динаміки

зносу в умовах експлуатації. Оскільки цей метод не вимагає прецизійного й дорогого вагового обладнання, попереднього впливу на шину, руйнуючої дії на неї й навіть демонтажу.

Крім цього метод безпосереднього вимірювання висоти рисунка протектора дозволяє виявити нерівномірності зносу шини, як по ширині бігової доріжки так і по довжині її кола, що практично не можливо 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 РС на основі інформації про інтенсивність і характер зносу протектора шин. ТС шин впливає на витрати палива, на динамічність, стійкість, керованість, плавність ходу РС. Знос шин впливає на характеристики

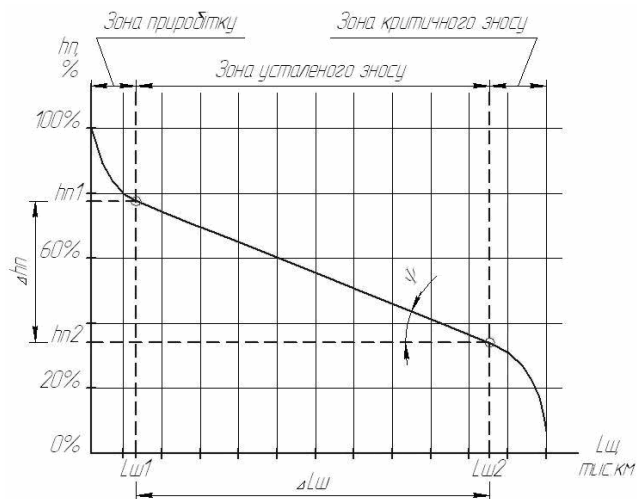


Рис. 1. Загальний вигляд залежності залишкової висоти рисунка протектора шини від її пробігу

й експлуатаційні властивості РС. 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 РС: Michelin XDY3, Michelin XZY2, Michelin XZY3, Continental HC1, Continental HDC1, Goodyear RHD, Belshina ИД-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 пробігу (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: зону припрацювання, зону усталеного (стабільного) зносу та зону критичного зносу.

Відтак, фази припрацювання і критичного зносу представляють собою ступеневі функціональні залежності залишкової висоти рисунка протектора від пробігу, а, отже, припускають мінливість інтенсивності зношування з накопиченням пробігу. У той же час у сталій фазі інтенсивність зношування має пологоу лінійну залежність, причому тангенс кута  $\psi$  нахилу прямої є середня інтенсивність зношування:

$$I_h = \frac{\Delta h_{II}}{\Delta L_{III}} = \frac{\Delta h_{II1} - \Delta h_{II2}}{\Delta L_{III2} - \Delta L_{III1}}, \frac{\text{мм}}{1000 \text{ км}}$$

Треба зауважити, що присутній на початку експлуатації шини період припрацювання обумовлюється, значною мірою, пристосуванням шини до індивідуальних особливостей геометрії шасі автомобіля, роботою вузлів підвіски [2, 6 – 8]. Очевидно, що шасі автомобіля, які були в експлуатації у різних і не завжди сприятливих умовах,

несе ряд недосконалостей, як то скручування рами, прогин або непаралельність мостів, їх одно- або різносторонній зсув, деформацію колісного диска й багато інших.

У ході експерименту було складено графічне представлення, наприклад, періоду приробітку шин марки Goodyear RHD, розмірності 315/80 R22,5 (рис. 2), що встановлюють на провідній осі автобетонозмішувачів Volvo FM 6x4.

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, які експлуатуються в умовах будівництва, прийнявши значення 0,147 мм/1000 км.

Факт існування припрацювання шин до автомобіля 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 припрацювання шини автобетонозмішувачів втрачають, в середньому 2,5 мм від початкової висоти протектору. У виняткових випадках шини автобетонозмішувачів за період приробітку втрачають 2,9 мм від початкової висоти рисунка протектора.

Етап усталеного зносу – найбільш тривалий етап відносно пробігу шини, що займає близько 85% пробігу багатотоннажних автомобільних шин. Для цього етапу характерна рівномірна середня інтенсивність зношування,

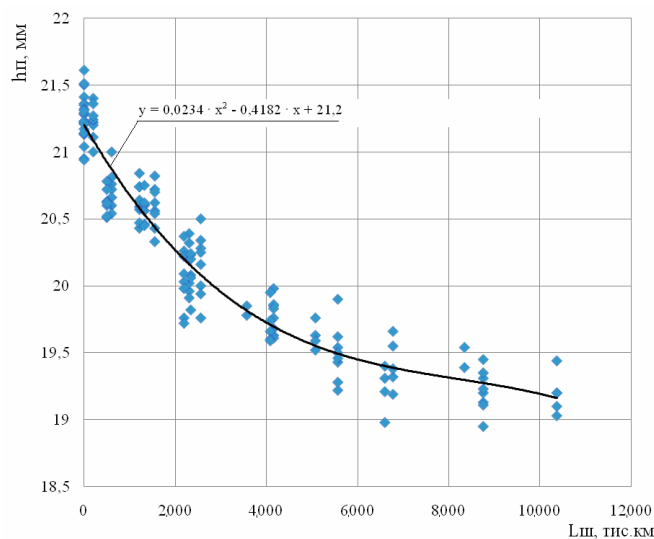


Рис. 2. Графік зносу шин марки Goodyear RHD у період припрацювання

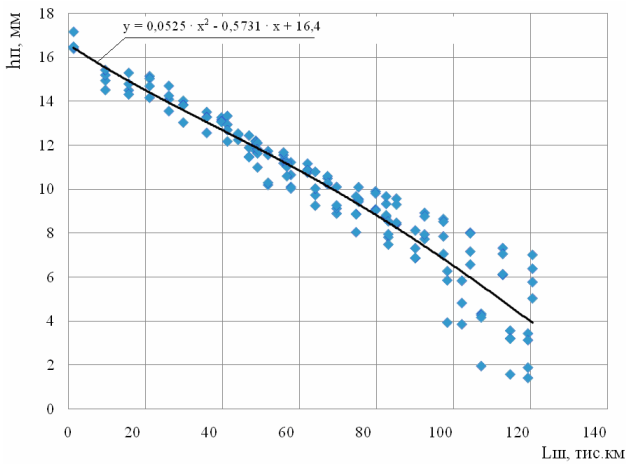


Рис. 3. Графік зносу шин Michelin XZY-2

підтримувана завдяки відносно сталим умовам експлуатації шини та завершенню процесу припрацювання.

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).

Виходячи з положень [9 – 11] верхня межа усталеного зносу відповідає тому значенню пробігу, за якого відбулося усталення середньої інтенсивності зносу протектора шини. Спираючись на дані дослідження можна говорити про початок усталення зносу 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, які плавно збільшувалися до 100 тис. км.

Таким чином, у режимі усталеного зносу шина керованого колеса чотиривісного самоскида Volvo FM 8x4 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 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).

Етап критичного зносу характеризується підвищеною середньою інтенсивністю зношування, нестабільністю цієї величини. На прикладі рис. 4 можна спостерігати, як розсіювання залишкової висоти рисунка протектора збільшується з пробігом, що свідчить про мінливість інтенсивності зношування, яка сягає меж варіювання при пробігу 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 ведучих.

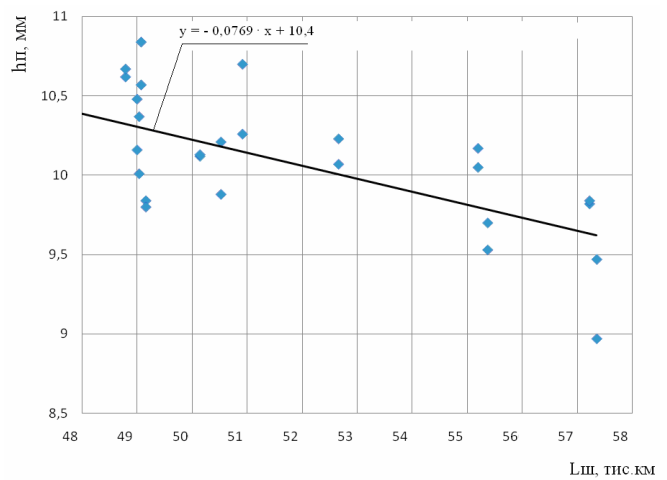


Рис. 4. Графік зносу шин Michelin XZY-3

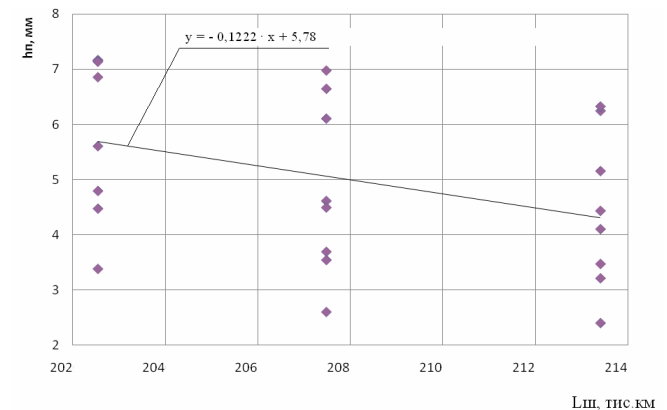


Рис. 5. Графік зносу шин Michelin XDY-3 при наближенні до зняття з експлуатації

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

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

Можна припустити, що чинниками, які зумовлюють критичний знос шин 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 може призвести або до посиленого прослизання в зоні контакту, або до мінливості й збільшення амплітуди дотичних поздовжніх напружень. У залежності від результату кочення

колеса зі сталим радіусом зміниться міра впливу абразивного чи втомного зносу.

У випадку подвійного ошиповування нерівномірність зносу шин може призвести до того, що спарена шина, в деякому центральному перерізі, поведе себе як зрізаний конус, покладений бічною поверхнею на площину. Очевидно, що основи зрізаного 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 напрямі. Підвищення дотичної жорсткості тягне за собою зниження здатності шини до пружної деформації, а отже, більш ранній її перехід до прослизання. Отже, за інших однакових умов зношена шина перейде в режим повного бічного прослизання раніше, ніж з великим запас ресурсу.

4. Підвищення жорсткості шини в нормальному напрямі. З підвищенням жорсткості шини в нормальному напрямі знижується її протидія проникаючим впливам, таким як проколи, порізи, зрізи та інші, 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 значить, інтенсивність зносу протектора зростає.

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

Вимірювання залишкової висоти рисунка протектора й аналіз умов експлуатації РС можуть надати інформацію про частку кожного фактора, які впливають на знос шин. Виявити основні причини інтенсивності зносу та несправностей шин, а також елементів РС.

Розроблені рекомендації для зниження зносу шин РС для підприємства в реальних умовах. Запропоновано також удосконалити контроль за ТС автопарку підприємства на підставі інформації про характер та інтенсивність зносу шин.

## Література

1. *Говорущенко Н.Я.* Техническая эксплуатация автомобилей. – Харьков: Вища школа, 1984. – 311 с.

2. *Ларин А.Н., Черток Е.Е., Юрченко А.Н.* Колесные узлы современных автомобилей. – Харьков: «С.А.М.», 2004. – 260 с.

3. *Захаров С.В., Кравченко О.П., Сакно О.П.* До аналізу надійності автомобільних шин в умовах експлуатації // 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: вид-во «Ноулідж», 2009. – 412 с.

5. *Кузнецов Е.С.* Управление технической эксплуатацией автомобилей. – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.

6. *Кравченко А.П., Сакно О.П.* К вопросу анализа надежности автомобильных шин // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2010. – №6 (148). – С. 218 – 222.

7. *Лукичев А. В., Гнатюк М.И., Винокуров В.Д., Сакно О.П.* Анализ причин выхода из строя пневматических шин грузовых автомобилей ООО «ДИСК» // Транспорт і логістика: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів, 13 – 14 жовтня 2010 р., Донецьк. – Донецьк: ДААТ, 2010. – С. 182 - 186.

8. *Кравченко О.П., Ткаченко В.П., Сакно О.П., Лукичев О.В.* Дослідження видів зносу та ушкоджень пневматичних шин спеціалізованого автотранспорту // Логістика промислових регіонів: Матер. Третьої міжнар. наук.-практ. конф. — 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.

Отримана 17.04.10

*A. Kravchenko<sup>1</sup>, O. Sakno<sup>1</sup>, A. Lukichev<sup>2</sup>, S. Zakharov<sup>3</sup>, V. Vinokurov<sup>2</sup>*  
**Towards the analysis of reliability of motor-car tires in the conditions of the operation**

<sup>1</sup>Vladimir Dahl East-Ukrainian National University, Lugansk;

<sup>2</sup>Donetsk Academy of Automobile Transport, Donetsk;

<sup>3</sup>Structural subdivision "Avtobaza" of State enterprise "Ordzhenikidzeugol", Enakievo

*Mathematical models of dependence of the tyre wear from the life are defined on the basis of measurement the height of the tread pattern in the operating conditions. Factors are analyzed that influence on the critical wear.*