

Кравченко О.П., д.т.н.¹, Сакно О.П.¹, Захаров С.В.²

1 – Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, м. Луганськ;

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

АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ РУХОМОГО СКЛАДУ НА ПІДСТАВІ ІНФОРМАЦІЇ ЗНОСУ ПРОТЕКТОРА ШИН

Проаналізовано основні фактори, які впливають на інтенсивність зносу рисунка протектора рухомого складу. Розглянуто заходи необхідності для подальшого вдосконалення і розвитку розрахункової методики з корегування нормативного ресурсу шин. Впровадження запропонованих методик дозволило на ранній стадії експлуатації шин визначати норми, а потім коректувати їх у міру збільшення долі шин, що відмовили. Отримано економічний ефект, який пов'язаний із зниженням витрат на шини.

Постановка проблеми

На автотранспортних підприємствах (АТП) актуальним питанням залишається економічне й раціональне використання експлуатаційних матеріалів автотранспортних засобів, до яких відносяться автомобільні шини. З економічної точки зору в цьому питанні особливе значення має система управління технічним станом рухомого складу (РС). У загальних витратах АТП на матеріально-технічне забезпечення на шини доводиться не менше 10% [1]. На АТП з добре налагодженим технічним обслуговуванням витрати від ресурсу шин складають 10...15% і більше. Значні втрати несуть підприємства через збільшення витрати палива, причини якого також пов'язані з шинами. Враховуючи те, що за термін служби автомобіль використовує не менше 5–6 комплектів шин, а вартість одного комплекту шин складає 10–27% [1] від початкової його вартості, виникає необхідність зниження витрат на шини під час їх експлуатації.

Тому особливу увагу необхідно приділяти системі управління технічним станом рухомого складу. Згідно з вимогами [2, 3, 4, 5] необхідно контролювати технічний стан автомобільних шин і вести контроль за економією й раціональним використанням матеріальних ресурсів.

Мета роботи – проаналізувати основні фактори, які впливають на інтенсивність зносу рисунка протектора рухомого складу. Розглянути заходи необхідності подальшого вдосконалення та розвитку розрахункової методики щодо корегування нормативного ресурсу шин. Впровадити заходи, що дозволяють на ранній стадії експлуатації шин визначати норми, а потім коректувати їх у міру збільшення долі шин, що відмовили.

Основна частина

Практика показала необхідність врахування наступних факторів, здатних зробити істотний вплив на динаміку зносу рисунка протектора шин в умовах експлуатації:

- умови експлуатації;
- розташування шини на РС з урахуванням конструкції;
- швидкісне перевантаження шин з урахуванням радіуса повороту;
- відхилення внутрішнього тиску від нормативного значення;
- перевантаження транспортного засобу.

Розрахунки ведуться згідно з рекомендаціями виробника у випадку зарубіжних моделей шин та за рекомендаціями [2] для шин виробників країн СНД. Рекомендовані коефіцієнти проаналізовані й запропоновані в [6, 7, 8].

З наведеної таблиці 1 можна бачити, що практично будь-яка несправність ходової частини та підвіски автомобіля може бути виявлена завдяки аналізу зношування шин. Голов-

ним характерним параметром в даному випадку виступає залишкова висота протектору. Тільки ретельний вимір цього параметру дозволить однозначно й безпомилково визначити характер зносу. Окрім того, якщо прийняти до уваги мету будь-якого діагностування – визначення несправності та запобігання її розвитку, можна досягти висновку, що вимірювання повинне мати ступінь точності до 0,05 мм для шин із підвищеним ресурсом і здійснюватися регулярно, щонайменше раз на 10 тис. км пробігу задля визначення нерівномірності на ранніх стадіях її розвитку.

Таблиця 1

Залежність між виглядом зносу та ймовірними несправностями автомобіля

№	Вигляд картини зносу	Характерні причини, несправності
1	Виражений місцевий	Деформація гальмівного барабану або диску
2	Місцевий в одному або деяких хаотично розташованих зонах	Дисбаланс
3	Місцевий в деяких періодично розташованих зонах	Бічне биття колеса, недостатній момент затягнення колісних гвинтів, люфт підшипника маточини
4	Хвилястий	Відмова, вичерпання ресурсу амортизаторів, неприпустимі значення люфтів підвіски
5	Ексцентричний	Радіальне биття колеса, некоректна посадка шини на колісний диск, нерівномірність гальмівного моменту на колесі, концентрація дисбалансу в одній точці, деформація колісного диску
6	Односторонній знос	Для керованих коліс – відхилення від нормативних значень кутів поперечного розвалу внаслідок деформації важелів підвіски, люфту поворотних шкворнів, деформації ресор. Для провідних та інших – прогин мостів
7	Односторонній пилкоподібний знос	Для керованих коліс – відхилення від нормативних значень кутів поздовжнього сходження внаслідок деформації рульових тяг, люфтів рульових тяг. Для провідних та інших – непаралельність, перекис мостів

Окрім того, візуальному розпізнанню піддаються не всі види аномального зносу. Так, якщо односторонній знос, що накопичувався упродовж значного пробігу легко визначається візуально, то конусність без систематичного промірювання висоти протектору шини визначити неможливо, хоча відомо, що подібний характер зносу може свідчити про таку значну ваду як прогин мосту.

Слід також зауважити, що відстеження динаміки зношування дозволяє визначити так само причини, здатні призвести до передчасного виходу з експлуатації самої шини, такі як, наприклад, дисбаланс коліс.

З вищесказаного випливає очевидний висновок – залишкова висота рисунка протектора, закон її зміни залежно від пробігу є значним і різнобічним діагностичним параметром, здатним вказати на несправності автомобіля, що схильні до розвитку, а так само здатними передчасно вивести з експлуатації саму шину.

У результаті виконаних досліджень розроблено методику визначення норм пробігу шин, яка включає наступні етапи:

1. Здобуття інформації щодо фактичного ресурсу шин РС.
2. Підбір закону розподілу ресурсів шин.
3. Визначення об'єму вибірки.
4. Збір основної вибірки ресурсів шин.
5. Розрахунок математичного сподівання ресурсу шин.
6. Встановлення норми пробігу шин на рівні математичного чекання.

На підставі цієї методики розроблено норми пробігу шин. Нижче приведено норми пробігу для РС з відповідними статистичними характеристиками (рис. 1, табл. 2). Заштрихована область гістограм показує найбільш характерні випадки вірогідності відмови пневматичних шин до досягнення нормативного ресурсу.

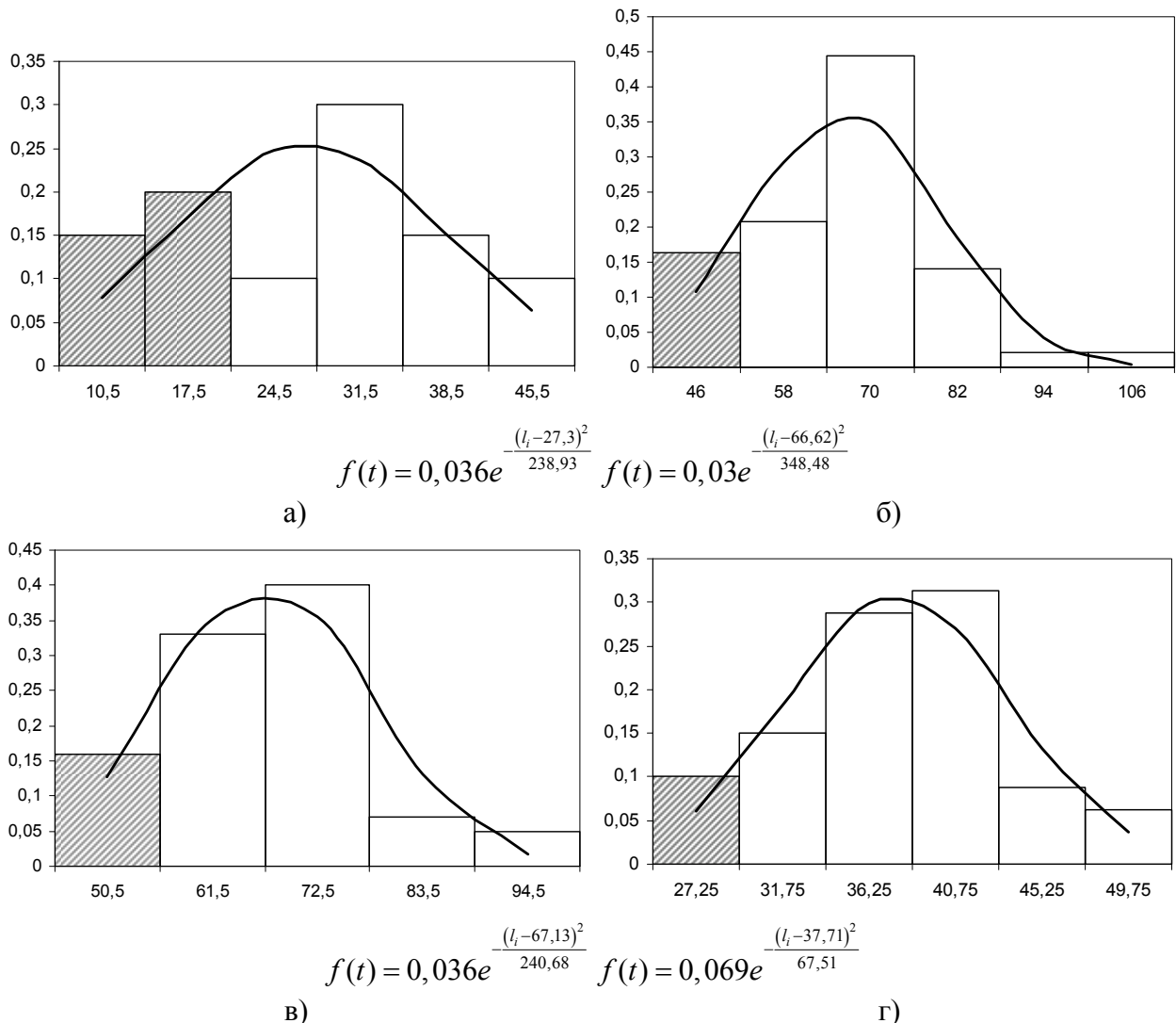


Рис. 1. Гістограми, теоретичні криві та їх щільність розподілу наробітки на відмову шин РС:

- а) – КрАЗ-6510 ДШЗ 12,00R20; б) – КрАЗ-6510 Rosava 12,00R20;
в) – КАВЗ-685 Біла церква 9.00R20; г) – КамАЗ-5511 ДШЗ 10,00R20

Таблиця 2

Статистична характеристика пробігу шин для автомобілів сімейства КамАЗ,
КрАЗ, КАВЗ СП «Автобаза» ДП «Орджонікідзевугілля»

Показники	Тип шини			
	ДШЗ 10,00R20	ДШЗ 12,00R20	Rosava 12,00R20	БЦ 9,00R20
Об'єм вибірки	80	80	135	44
Закон розподілу	нормальний	нормальний	нормальний	нормальний
Середнє значення, <i>тис. км</i>	37,71	27,3	66,62	67,13
Середнє квадратичне відхилення, <i>тис. км</i>	5,81	10,93	13,2	10,97
Довірчий інтервал се- реднього (P = 95%), <i>тис. км</i>	36,42...39,0	24,87...29,73	64,39...68,85	63,8...70,46
Коефіцієнт варіації	0,16	0,38	0,19	0,16
Вірогідність відпові- дності закону розпо- ділу	1,0	0,92	0,864	1,0
Норма, що рекомен- дується (P = 95%), <i>тис. км</i>	37	25	65	64

Виходячи з наведених в [3, 6, 7, 8] висновків, можна намітити наступні шляхи подальшого вдосконалення й розвитку розрахункової методики:

- уточнення значень коефіцієнтів коригування шляхом подальшого накопичення масиву даних та їх статистичної обробки;

- розробка окремої розрахункової гілки для визначення пробігу приробітку шин в різних експлуатаційних умовах. Вдосконалення дозволить оптимізувати алгоритми операцій по перестановці й заміні шин рухомого складу;

- розширення функціональних можливостей методики в бік оптимізації управління фондами запасних шин. Вдосконалення дозволить визначити оптимальний момент завчасного виведення з експлуатації шин з граничним зносом з точки зору ризику отримання пошкоджень, економічної ефективності створення фонду, його доцільного наповнення;

- створення цілісної методології управління експлуатацією шин.

У ході проведення експерименту з відстеження динаміки зношування в реальних умовах експлуатації на підприємстві СП «Автобаза» ДП «Орджонікідзевугілля» (м. Єнакієве) було накопичено дані, що обумовлюють вид залежності залишкової висоти рисунка протектора шин різних моделей від пробігу в постійних умовах [7, 8]. Експериментальні дані дозволили підтвердити:

- нелінійність закону зношування автомобільної шини;

- прояв інтенсивності зношування в трьох фазах – приробітки, усталеного зношування, критичного зношування;

- залежність інтенсивності зношування від умов експлуатації, дорожньо-кліматичних умов, конструкції транспортного засобу, динамічного й статичного перевантаження транспортних засобів.

У контексті дослідження перевірено контактні та експлуатаційні методики розрахунку ресурсу автомобільних шин шляхом зіставлення результату розрахунків з накопиченими експериментальними даними.

Встановлено незадовільну відповідність розрахункових пробігів до моменту списання шин в умовах реальної експлуатації. Виявлено, що контактні методики розрахунків становлять істотно занижені значення ресурсу. Це пояснюється тим, що вони, як правило, приймають за основу лінійний закон зношування. Крім того, контактні методи розрахунку вимагають знання конкретних фізико-механічних властивостей гум для кожної шини, що, в свою чергу, спричиняє необхідність лабораторних досліджень, що значно підвищить вартість і знизить ефективність планування. Зважаючи на це, застосування контактних методик в умовах виробництва визнано не доцільним. Методика поправкових коефіцієнтів, застосовувана в даний час, носить недосконалість в базовому пробігу за моделями шин і потребує удосконалень.

З огляду системи управління технічним станом необхідність нормування ресурсу шин РС обумовлена їх використанням для вирішення наступних завдань АТП:

- планування потреби в шинах;
- планування об'єму технічних впливів вузлів РС;
- планування собівартості перевезень;
- управління ресурсом шин в експлуатації;
- удосконалення системи управління технічним станом РС;
- якісний контроль технічним станом РС;
- формування комплексу технічних дій;
- оптимізація й оцінка ефективності системи ТО.

Відсутність нормування ресурсу автомобільних шин не дозволяє вирішити жодного з вказаних завдань. Тому впровадження запропонованих методик дозволить на ранній стадії експлуатації шин визначати норми, а потім коректувати їх у міру збільшення частки шин, що відмовили.

Після впровадження розроблених рекомендацій щодо норм пробігу шин буде отримано економічний ефект $E_{ш}$ – ефект, пов'язаний із зниженням витрат на шини.

Витрати шин по АТП за розрахунковий період складатимуть

$$N = \frac{L_{заг}}{L_H}, \quad (1)$$

де $L_{заг}$ – загальний пробіг всіх шин за розрахунковий період, *тис. км*;

L_H – норма пробігу шин, *тис. км*.

Загальний пробіг всіх шин визначається за формулою:

$$L_{заг} = L_{cp} \cdot n \cdot A_{cc}, \quad (2)$$

де L_{cp} – середній пробіг одного автомобіля за розрахунковий період, *тис. км*;

n – кількість ходових коліс на одному автомобілі, *од.*;

A_{cc} – середньооблікова кількість автомобілів, *од.*

Тоді

$$N = \frac{L_{cp} \cdot n \cdot A_{cc}}{L_H}. \quad (3)$$

Витрата шин до впровадження коригування нормативів ресурсу шин

$$N_1 = \frac{L_{cp} \cdot n \cdot A_{cc}}{L_{H1}}. \quad (4)$$

Витрата шин після впровадження коригування нормативів ресурсу шин

$$N_1^{kop} = \frac{L_{cp} \cdot n \cdot A_{cc}}{L_{H1}^{kop}}. \quad (5)$$

Після впровадження витрата шин зменшиться на величину

$$\Delta N = N_1^{kop} - N_1. \quad (6)$$

Із врахуванням формул (4), (5) і (6) визначається ΔN :

$$\Delta N = L_{cp} \cdot n \cdot A_{cc} \cdot \left(\frac{1}{L_{H1}^{kop}} - \frac{1}{L_{H1}} \right). \quad (7)$$

Економія витрат на шини складе

$$E_{ш} = \Delta N \cdot C_{ш}, \quad (8)$$

де $C_{ш}$ – вартість (ціна) однієї шини, грн.

Розрахунок на прикладі СП «Автобаза» ДП «Орджонікідзевугілля» (м. Єнакієве) зведено в таблицю 3. Таким чином, використання результатів досліджень на практиці дозволить знизити витрати на шини на 1303...9807 грн на один автомобіль.

Таблиця 3

Економічна ефективність шин для автомобілів сімейства КамАЗ, КраЗ, КавЗ

L_p , тис. км	n , од.	A_c , од.	L_{H1} , тис. км	L_{H1}^{kop} , тис. км	ΔN	$E_{ш}$, грн.	
						всього	на один РС
ДШЗ 10,00R20 (280-508)							
37,71	10	12	37	23,5	70,26	117685,5	9807,1
ДШЗ 12,00R20 (320-508)							
27,3	10	10	25	23,5	6,97	13844,93	1384,5
Rosava 12,00R20							
66,62	10	10	65	52	25,62	47268,9	4726,89
БЦ 9,00R20 (260-508)							
67,13	6	12	64	56	10,79	15645,5	1303,79

Висновки

В результаті аналізу чинників, що впливають на знос рисунка протектора, встановлено функціональний зв'язок між технічним станом РС і інтенсивністю та характером зносу рисунка протектора шин. Наявність та використання інформації про інтенсивність і характер зносу рисунка протектора шин дозволяє використати її для поліпшення технічного стану автомобіля та удосконалення системи технічного обслуговування.

Необхідно розглядати комплекс технічних дій системи контролю технічним станом рухомого складу на основі інформації про інтенсивність і характер зносу протектора шин.

При оцінці результатів необхідно удосконалювати структуру системи технічного обслуговування та ремонту (наприклад, подальшу оптимізацію, адаптацію до іншого транспортного засобу або до умов конкретного автотранспортного підприємства) та порівнювати з іншими системами управління технічним станом вузлів і агрегатів РС.

Використання інформації про інтенсивність і характер зносу протектора шин дозволяє зменшити вартість технічного обслуговування РС.

Список літератури

1. Ларин А.Н. Колесные узлы современных автомобилей / А.Н Ларин, Е.Е. Черток, А.Н. Юрченко. – Харьков: «С.А.М.», 2004. – 260 с.
2. 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.
3. Норми витрат палива для автомобілів, норми ресурсу шин та акумуляторів / [уклад. В. Кузнецов]. — Х.: Фактор, 2009. – 528 с.
4. Закон України «Об автомобильном транспорте» от 05.04.2001 г. № 2344-III.
5. Закон України «О дорожном движении» от 30.06.93 г. № 3353-XII.
6. Кравченко А.П. К вопросу анализа надежности автомобильных шин / А.П. Кравченко, О.П. Сакно // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2010. – №6 (148). – С. 218–222.
7. Кравченко О.П. Порівняльний аналіз норм та фактичного ресурсу шин автотранспорту в умовах Донбасу / О.П. Кравченко, О.П. Сакно, О.В. Лукічев // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2010. – №7 (149). – С. 110-114.
8. 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.

Рецензент: д.т.н., проф. М.І. Міщенко, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ».

Стаття надійшла до редакції 11.04.11
© Кравченко О.П., Сакно О.П., Захаров С.В., 2011