

УДК 629.11.012.55

ПРОБІГ ШИНИ ДО ПОВНОГО ЗНОСУ ПРОТЕКТОРА

© Ларін О. М., 2000

Харківський інститут пожежної безпеки

Запропоновані математичні залежності для розрахунку пробігу автомобільної шини до повного зносу висоти рисунку протектора при різноманітному сполученні експлуатаційних, конструктивних параметрів шини та дорожнього покриття.

Пробіг шини до повного зносу висоти рисунка протектора можна визначити за допомогою залежності

$$L = 2\pi R \frac{H_{np}}{I_K}, \quad (1)$$

де H_{np} - повна висота малюнка протектора, I_K - розмір зносу протектора за один оборот колеса.

Знос протектора відбувається тоді, коли в зонах фактичного торкання шини з дорогою спостерігається ковзання виступів протектора або їхньої частини відносно дорожнього покриття. При цьому в основному виявляється абразивне, втомливе, а також зношування внаслідок скочування. Реалізація визначеного виду зношування істотно залежить від механічних властивостей матеріалу протектора, технічного стану автомобіля і його конструкції.

Абразивне зношування виявляється при русі шини по дорогах із гострими вершинами поверхні і нерівностями. Абразивному зношуванню сприяє різке гальмування автомобіля.

Зношування протектора шин у результаті скочування в основному є характерним для протекторів, виготовлених із м'яких гум.

Відповідно до робіт [1, 2] втомливе зношування є переважним при русі по дорогах із поліпшеним покриттям.

При обчисленні інтенсивності зношування допускається, що фактичний контакт поверхонь виступів протектора з полотном дороги є насиченим, а в окремих зонах торкання мають місце пружні деформації, причому, у кожній зоні торкання виконується закон Герца. Звичайно знос оцінюють по інтегральній лінійній інтенсивності зношування [3]. Якщо прийняти, що в поперечному перетині контакту нормальні і дотичні сили розподілені рівномірно, то інтенсивність зносу при коченні зв'язана з інтенсивністю зносу при ковзанні такою залежністю:

$$I_K = \frac{1}{L} \int_0^{S_{MAX}} I_h ds, \quad (2)$$

де S_{MAX} - ковзання точки на поверхні кочення колеса, $L=2X_0$ - довжина площі контакту.

Відповідно до теорії втомливого зношування інтегральна лінійна інтенсивність зношування I_n залежить від питомої лінійної інтенсивності зношування i_n , тобто

$$I_n = i_n q_c \sqrt{\bar{q}_n},$$

де q_c - середній контурний тиск на виступах протектора в зоні контакту, \bar{q} - середнє нормальне напруження в зонах фактичного торкання протектора з дорогою.

Відомо, що [1]

$$i_n = \frac{0,8\kappa R_{MAX}^{1/2} \varepsilon_H^{1/2}}{2\nu^{1/2} R_n^{1/2} n} \left(\frac{\nu\varepsilon}{\varepsilon_H} + 1 - \nu \right)^{1/2}, \quad (3)$$

де n - число циклів, що витримуються матеріалом до руйнації; κ - коефіцієнт, що враховує об'єм що реально деформується; ν - параметр кривої опорної поверхні (одержують у результаті опрацювання профілограм доріг [2]); ε_H - відносне зближення, рівне відношенню відстані між виступами, що мають максимальну і мінімальну висоту, до максимальної висоти мікронерівностей.

Згідно теорії втомливого зношування число циклів навантаження, що витримуються матеріалом протектора до руйнації визначається за допомогою залежності [4]

$$n = \left(\frac{\sigma_B}{3\tau_{mp}} \right)^t = \left(\frac{\sigma_B}{3(\tau_0 + \beta q_n)} \right)^t. \quad (4)$$

При пружному насиченому контакті середні контактні зусилля дорівнюють [5]

$$q_c = 0,75 E^{2/3} \Delta^{1/3} q_n^{-1/3} / (1 - \mu^2)^{2/3},$$

де $\Delta = R_{max} / \left(R_H b^{1/2} \right)$ - характеристика мікрогеометрії поверхні, b - параметр кривої опорної поверхні.

Підставляючи значення n , q_c , τ_{mp} у вираз для i_n визначаємо питому лінійну інтенсивність зношування для найбільше типових показників кривих

опорних поверхонь таким чином

$$i_n = \frac{0,4 \cdot \kappa \cdot \Delta^{1/6} q_n^{-2/3} (1 - \mu^2)^{2/3} \tau_{mp}' (k_0) \gamma}{\sigma_b' E^{2/3}} \quad (5)$$

З огляду на те, що контурна площа торкання шини з поверхнею $S_k = 2X_0 B_n$, а номінальна площа шини $S_H = 2\pi R B_n$, а також допускаючи, що для дорожніх покриттів $\nu = b = 3$, отримуємо, що

$$I_n = \frac{0,8 \Delta^{1/6} q_n^{2/3} (1 - \mu^2)^{2/3} \tau_{mp}' \cdot x_0 (k_0) \gamma}{2\pi R \sigma_b' E^{2/3}} \quad (6)$$

Апроксимуючи відому залежність між напруженнями і прослизаннями, яка представлена на рис. 1, відрізками прямих ліній, одержимо на ділянці від 0 до S_1 $\tau = \tau_{max} S / S_1$, а на ділянці від S_1 до S_{max} , будемо мати, що $\tau = \tau_{max} (S_{max} - S) / (S_{max} - S_1)$.

Використовуючи отримані залежності й інтегруючи I_K , отримуємо, що

$$I_K = \frac{0,1 \cdot \kappa \cdot \Delta^{1/6} \cdot r_{max}' \cdot S_{max} \cdot (1 - \mu^2)^{2/3} \cdot Q^{2/3} \cdot k_1^{1/3} \cdot \sigma_b^{-1} \cdot E^{-2/3} \cdot k_{np}^{-2/3} \cdot B_n^{-2/3}}{2^{13/9} \cdot \pi R^{11/9} \left(\left(2 \cdot B_n^{3/2} \cdot q_B^{3/2} \cdot R^{1/2} + 3Q k_1^{1/2} \right)^{1/3} - \left(2 \cdot B_n^{3/2} \cdot q_B^{3/2} \cdot R^{1/2} \right)^{1/3} \right)^{2/3}} \quad (8)$$

При русі шини з кутами установки коліс автомобіля відповідно до роботи [6] бокова сила визначається так:

$$\tau_{max} = \chi_W q_B \alpha \cdot 2x_0 / H_{np} \quad \text{і} \quad S_{max} = \psi' \alpha \cdot 2X_0,$$

де χ_W і ψ' - коефіцієнти, що залежать від конструкції шини; α - кут бокового уводу колеса; H_{np} - висота

$$L = \frac{2^{22/9} \cdot \pi^2 \cdot R^{20/9} H_{np} \left(\left(2 \cdot B_n^{3/2} \cdot q_B^{3/2} \cdot R^{1/2} + 3Q \cdot k_1^{1/2} \right)^{1/3} - \left(2 \cdot B_n^{3/2} \cdot q_B^{3/2} \cdot R^{1/2} \right)^{1/3} \right)^{2/3}}{0,1 \cdot \kappa \cdot \Delta^{1/6} (\chi_W q_B \alpha \cdot 2x_0 / H_{np}) \gamma \cdot \psi' \cdot \alpha \cdot 2x_0 (1 - \mu^2)^{2/3} \cdot Q^{2/3} \cdot k_1^{1/3} \sigma_b^{-1} \cdot E^{-2/3} \cdot k_{np}^{-2/3} \cdot B_n^{-2/3}} \quad (9)$$

При дії на колесо обертового або гальмового моменту питомі зусилля та максимальні ковзання шини відносно дороги можливо визначити таким чином [6]:

$$\tau_{max} = T / (B X_0 R), \quad S_{max} = \psi_{max} (k_x X_0 R),$$

де T - момент, що крутить або гальмує рух шини; ψ_x

$$L = \frac{2^{22/9} \cdot \pi^2 \cdot R^{20/9} \cdot H_{np} \left(\left(2 \cdot B_n^{3/2} \cdot q_B^{3/2} \cdot R^{1/2} + 3 \cdot Q \cdot k_1^{1/2} \right)^{1/3} - \left(2 \cdot B_n^{3/2} \cdot q_B^{3/2} \cdot R^{1/2} \right)^{1/3} \right)^{2/3}}{0,1 \cdot \kappa \cdot \Delta^{1/6} (T / B \cdot x_0 \cdot R) \gamma \cdot \psi_x \cdot T / (k_x \cdot x_0 \cdot R) (1 - \mu^2)^{2/3} \cdot k_1^{1/3} \cdot \sigma_b^{-1} \cdot E^{-2/3} \cdot k_{np}^{-2/3} \cdot B_n^{-2/3}} \quad (10)$$

Отримана формула для визначення пробігу шини до повного зносу висоти протектора враховує основні параметри конструкції шини і умови експлуатації. Пробіг шини залежить від наступних параметрів: навантаження (Q); основних розмірів шини

$$I_K = \frac{0,4 \cdot \Delta^{1/6} q_n^{2/3} (1 - \mu^2)^{2/3}}{2\pi R \sigma_b' E^{2/3}} \int \tau_{mp}' ds = \frac{0,1 \cdot \kappa \Delta^{1/6} q_n^{2/3} r_{max}' S_{max} (1 - \mu^2)^{2/3}}{2\pi R \sigma_b' E^{2/3}} \quad (7)$$

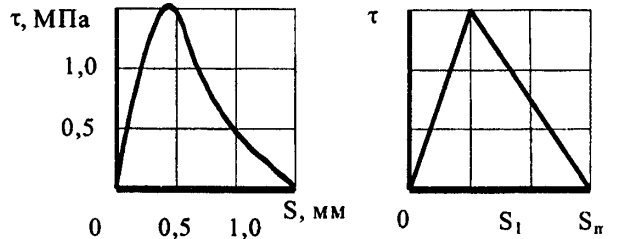


Рис. 1. Залежність дотичних напружень від ковзань у контакті [1].

Підставивши значення середнього питомого нормального тиску шини на дорогу отримуємо, що

профілю шини.

Тоді пробіг шини до повного зносу протектора буде визначатися так:

і κ_x - коефіцієнти, що залежать від конструкції шини.

Пробіг шини до повного зносу висоти рисунка протектора дорівнює

(H_{np} , B_n , R , α_1 , α_2); виду малюнка протектора (κ_{np}); тиску повітря в шині (q); фізико-механічного стану і типу дорожнього покриття (τ_0 , β , h_1 , R_H); основних механічних характеристик матеріалу протектора (α , E , μ , σ_b).

1. Крагельский И. В., Михин Н. М. Узлы трения машин. Справочник. - М.: Машиностроение, 1984. - 271 с. 2. Крагельский И. В. Об оценке свойств материалов трущихся пар // Заводская лаборатория. - 1968. - Т. XXXIV. - № 8. - С. 1007-1011. 3. Бухин Б. Л. Введение в механику пневматических шин. - М.: Химия, 1988, - 224 с. 4. Хромов М. К. Дальнейшее изучение методических вопросов в области испытания резин на усталость. // В сб. Труды

НИИШП. - № 7. - М.: Госхимиздат. - 1960. - С. 5-20. 5. Бухин Б. Л. Теория безмоментных сетчатых оболочек вращения и ее приложения к расчету пневматических шин: Дис ... докт. техн. Наук: 05.05.04. - М., 1972. - 387 с. 6. Непомнящий Е. Ф. Износ эластичного колеса при качении с проскальзыванием. Роль спектра нагрузок // В кн. Резина — конструкционный материал современного машиностроения. - М.: Химия. - 1967. - С. 58-72.

ВИМОГИ ДО АВТОРСЬКИХ СТАТЕЙ, ЯКІ ПОДАЮТЬСЯ ДЛЯ ПУБЛІКАЦІЇ В ЖУРНАЛІ “МЕТОДИ ТА ПРИЛАДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ”

1. Структура статті

Стаття повинна складатися із таких основних розділів:

а) УДК; б) назва статті; в) автор(и) статті; г) установа(и), де працює(ють) автор(и); д) анотація до статті; е) текст статті; ж) літературні джерела.

У тексті статті можуть бути включені математичні формули, рисунки, таблиці. Рисунки і таблиці повинні бути пронумерованими і мати назви.

При невиконанні пп. а), г), д) стаття може бути не прийнята до друку.

2. Оформлення статті

Стаття повинна бути набрана в текстовому редакторі Word 6.0 (7.0, 8.0) і подана в електронному варіанті на дискеті 3,5". На дискеті повинні зберігатися стаття, рисунки і загальний архівний файл усієї статті разом з рисунками.

Границі текстового поля повинні бути такими: верхнє - 25 мм, нижнє - 20 мм, лівє - 25 мм, правє - 10 мм. Текст повинен бути набраним гарнітурою Times New Roman Cyr, розмір 12 пт, інтервал 1,5 на сторінці формату А4.

Формули в статті повинні бути набрані в редакторі формул Microsoft Equation 2.0 (3.0). Наприклад, якщо текст з формулою має такий вигляд:

$$\ll V = \frac{4}{3} \cdot \pi R^3, \quad (12)$$

де V - об'єм кулі, R - радіус кулі», то пояснення до формули « V » і « R » та інші повинні бути також набраними у редакторі Microsoft Equation.

Список літературних джерел повинен містити повну інформацію про першоджерело. Найповнішу інформацію про оформлення літературних джерел можна знайти у Бюлетені Вищої атестаційної комісії України, 2000. - № 2. - С. 39-40.

Графічна інформація може міститися у графічних точкових файлах (*.tif, *.bmp, *.psx, *.jpg, *.gif та інших) із роздільною здатністю **не менше 300 DPI**, або може бути виконана графічними редакторами у вигляді векторного рисунку (допускається використання внутрішнього графічного редактора Microsoft Word при правильному його використанні) і повинна бути якісно роздрукованою на білому папері.

3. Подання статті до редколегії

Крім 2-х прим. статті на білому папері формату А4 до редколегії повинні бути подані: електронний варіант статті на дискеті, експертний висновок, рецензія, відомості про авторів (з контактним телефоном для можливого уточнення тексту статті та вирішення інших питань).

Повний об'єм статті при виконанні умов п. 2 не повинен перевищувати 8 стор. формату А4.