

Останні рівняння (15-17) призначені для визначення оптимального періоду проведення ТОР дизелів, а оптимальні значення критеріїв якості для окремих випадків індикації відмов можуть мати стаціонарні рішення: випадок миттєвої індикації:

$$\Phi(x) = \begin{cases} 0, & x < 0, \\ 1, & x \geq 0, \end{cases} \quad (18)$$

і випадок відсутності самостійного прояву відмов: $\Phi(x) = 0$ для $x < \infty$.

Висновки. При виборі оптимальних термінів проведення технічного обслуговування та ремонтів дизелів необхідно враховувати повноту інформації, що належить до категорії відмов вирішальних трибосистем. Тому, на основі регенеруючих, марківських та напівмарківських процесів отримано залежності ймовірності безвідмовної роботи, коефіцієнту готовності та ймовірності виконання задач залежно від часової функції для наступного вибору стратегії проведення технічного обслуговування та ремонтів дизелів.

Література

1. Биргер И.А. Техническая диагностика. – М.: Машиностроение. – 1978. – 240с.
2. Барановський Д.М. Загальний підхід до оцінки та прогнозування ресурсу дизелів засобів транспорту // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 4/10 (40). – С. 49-52.
3. Барановський Д.М. Визначення залишкового ресурсу трибосистем // Проблеми трибології (Problems of Tribology). – 2009. – № 4. – С. 127-129.
4. Барановський Д.М. Проблема довговічності дизелів засобів транспорту // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – 2009. – Вип. 5/2009 (58) ч. 1. – С. 96-99.
5. Мартынов А. А. Основы теории надёжности и диагностики / А. А. Мартынов, Г. А. Долгополов – Новосибирск, 1999. – 107 с.
6. Саркисян С.А. Теория прогнозирования и принятия решений. – М. Высш. шк., 1977. – 215 с.

Надійшла 2.12.2009 р.

УДК 621.852 (043)

О.О. ОВЧИННИКОВ

Хмельницький національний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЧЕПЛЕННЯ ЗУБЦІВ ПАСА І ШКІВА НАПІВКОЛОВОГО ПРОФІЛЮ

В результаті проведеного теоретичного дослідження були одержані математичні залежності для визначення характеристики зачеплення зубців паса і шківа напівколового профілю які задовольняють основному закону зачеплення і надають можливість за рахунок варіювання геометричних параметрів забезпечити надійну роботу зубчасто-пасової передачі для будь-яких умов.

As a result of the carried out theoretical research the mathematical dependences for definition of the characteristic of gearing tooth of a belt and pulley of a semicircular structure were received which satisfy to the basic law of gearing and enable at the expense of a variation of geometrical parameters to ensure reliable work gear belts of transfer for any conditions.

Ключові слова: зубці, пас, шків, профіль.

В процесі роботи зубчасто-пасової передачі однойменні спряжені профілі зубців шківа і паса знаходяться в контакті. Для плавної роботи передачі цей контакт повинен бути безперервним і для площинного зачеплення він відбувається в точці торкання (контакту) профілів зубців паса і шківа. Однією з основних характеристик зачеплення зубців є лінія зачеплення, яка характеризує положення точки контакту зубців. Точка контакту в процесі роботи передачі весь час переміщується по лінії, яка має назву лінія зачеплення. Лінія зачеплення поділяється на дві ділянки: теоретична (де міг би відбуватися контакт зубців) і дійсна (де відбувається контакт зубців). Плавний характер лінії зачеплення забезпечує надійну роботу зубчасто-пасової передачі.

Дослідженню впливу характеристики зачеплення на роботу передачі присвячені роботи [1, 2, 3]. В даних роботах автори роблять спробу компенсувати недоліки зачеплення за рахунок вводу поправок на геометричні розміри шківа, але це ускладнює виготовлення шківа і, крім того, не впливає на характер зачеплення і на довговічність передачі. Крім того, всі дослідження відносяться до конкретних умов роботи передачі, що не дозволяє використовувати результати дослідження для інших умов роботи.

Таким чином, для поліпшення роботи передачі необхідно мати можливість визначити характеристику зачеплення зубців паса та шківа залежно від геометричних параметрів зубців шківа і за рахунок їх зміння впливати на характер роботи зубчасто-пасової передачі.

Для рішення поставленої задачі знайдемо рівняння лінії зачеплення напівколового профілю зубців для двох умов: коли відомий профіль зубців шківа і коли відомий профіль зубців паса. Знаходимо рівняння

основних параметрів, що визначають рівняння лінії зачеплення. Для цього на основі матеріалів роботи [4] визначасмо формули переходу від допоміжних геометричних параметрів до основних параметрів для випадків, коли відомий профіль зубців шків (рівняння 1) і коли відомий профіль зубців паса (рівняння 2).

$$\left. \begin{aligned} X_p &= Y_2 \sin(\varphi_2 + \alpha) - X_2 \cos(\varphi_2 + \alpha) \\ Y_p &= R_\delta - Y_2 \cos(\varphi_2 + \alpha) - X_2 \sin(\varphi_2 + \alpha) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} X_p &= X_1 + W \\ Y_p &= Y_1 + d_0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Значення геометричних параметрів X_2, Y_2, X_1, Y_1 , що входять до математичних виразів (1, 2) і які були одержані в роботі [4], підставляємо в рівняння (1, 2) і знаходимо математичні вирази для параметрів X_p і Y_p , які визначають характеристику зачеплення зубців паса і шків для випадків, коли відомий профіль зубців шків (рівняння 3) і коли відомий профіль зубців паса (рівняння 4)

$$\left. \begin{aligned} X_p &= \frac{R_2(R_\delta + R_2 - h_2 - \delta_0) \sin \varphi_2}{\sqrt{(R_\delta + R_2 - h_2 - \delta_0)^2 - 2A_2(R_\delta + R_2 - h_2 - \delta_0) \cos \varphi_2 + A_2'^2}} + (R_\delta + R_2 - h_2 - \delta_0) \sin \varphi_2 \\ Y_p &= R_\delta + \frac{R_2[0,3mR_2 \cos(0,3m\varphi_2) - (2h_2R_2/z_2) \cos 2\varphi_2]}{\sqrt{(R_\delta + R_2 - h_2 - \delta_0)^2 - 2A_2(R_\delta + R_2 - h_2 - \delta_0) \cos \varphi_2 + A_2'^2}} - (R_\delta + R_2 - h_2 - \delta_0) \cos \varphi_2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} X_p &= \frac{R_1 W}{\sqrt{W^2 + [R_\delta - \delta_0 - A_2 - A_3]^2}} + W \\ Y_p &= A_3 - \frac{R_1 [R_\delta - \delta_0 - A_2 - A_3]}{\sqrt{W^2 + [R_\delta - \delta_0 - A_2 - A_3]^2}} + \delta_0 \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

де A_1, A_2', A_2, A_3 – додаткові геометричні параметри, що прийняті для скорочення запису, дорівнюють згідно з роботою [4]:

$$A_1 = (R_\delta - \delta_0) - (h_1 + R_1 \operatorname{tg} \gamma) \sin(0,5m\varphi_2) + 0,03m(1 + \operatorname{tg} \gamma) + (h_1 R_1 / z_2)(1 + \operatorname{tg} \gamma) \sin(2\varphi_2) - (h_1 - R_1) / \cos \gamma;$$

$$A_2' = (R_\delta + R_2 - h_2 - \delta_0) \cos \varphi_2 + 0,3mR_2 \cos(0,3m\varphi_2) - \frac{2h_2R_2}{z_2} \cos(2\varphi_2);$$

$$A_2 = 0,5mR_1 \cos(0,5m\varphi_2) - \frac{2h_1R_1}{z_2} \cos 2\varphi_2 + \frac{A_1 \cos^2 \gamma}{\cos^2(\varphi_2 - \gamma)} + \left[\frac{2h_1R_1}{z_2} \cos 2\varphi_2 - 0,5m(h_1 + R_1 \operatorname{tg} \gamma) * \right.$$

$$\left. * \cos(0,5m\varphi_2) \right] \frac{\sin \varphi_2 \cos \gamma}{\cos(\varphi_2 - \gamma)};$$

$$A_3 = \frac{h_1 - R_1}{\cos \gamma} + [R_1 \sin(0,5m\varphi_2) - 0,03m - \frac{h_1R_1}{z_2} \sin(2\varphi_2)] \operatorname{tg} \gamma + A_1 \frac{\sin \varphi_2 \sin \gamma}{\cos(\varphi_2 - \gamma)};$$

h_1, h_2, R_1, R_2 – висота, глибина западини, радіуси зубців паса та западини зубців шків;

$m, z_2, R_\delta = 0,5mz_2, \delta_0, \varphi_2, \alpha = \pi / z_2$ – модуль, кількість зубців шків, дільний радіус шків, відстань від ніжки зубця паса до середини корду, кут оберту шків, половина центрального кута, відповідно.

Для визначення закономірностей характеристики зачеплення зубців паса та шків, за допомогою математичних залежностей (3, 4), будемо графічні залежності основних геометричних параметрів X_p і Y_p від кута оберту шків ($X_p = f(\varphi_2), Y_p = f(\varphi_2)$). При побудові графічних залежностей задаємося параметрами передачі, тобто радіусами западини шків і зубця паса, модулем, кількістю зубців шків, глибиною западини і висотою зубця, кутом оберту шків, який є змінною величиною і знаходимо параметри X_p і Y_p . Одержані графічні залежності надаються на рис. 1 (відомим елементом є зубці шків) і рис. 2 (відомим елементом є зубці паса) для трьох значень модуля зубчасто-пасової передачі ($m = 3, 4, 5$ мм), які знаходять найбільше використання в промисловості, і кількості зубців шків ($z_2 = 20, 30, 40$) при куті нахилу передачі рівному нулю ($g = 0$). Аналіз одержаних характеристик зачеплення зубців паса і шків дозволяє зробити наступні висновки:

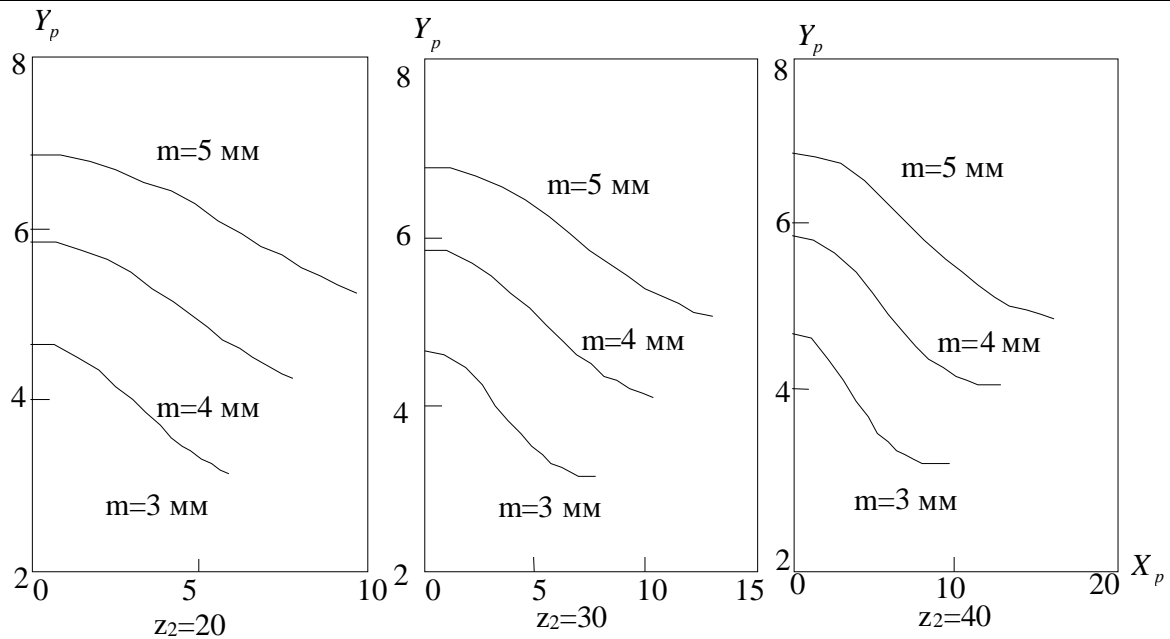


Рис. 1. Лінія зачеплення напівколового профілю зубців (відомий профіль зубців шківів)

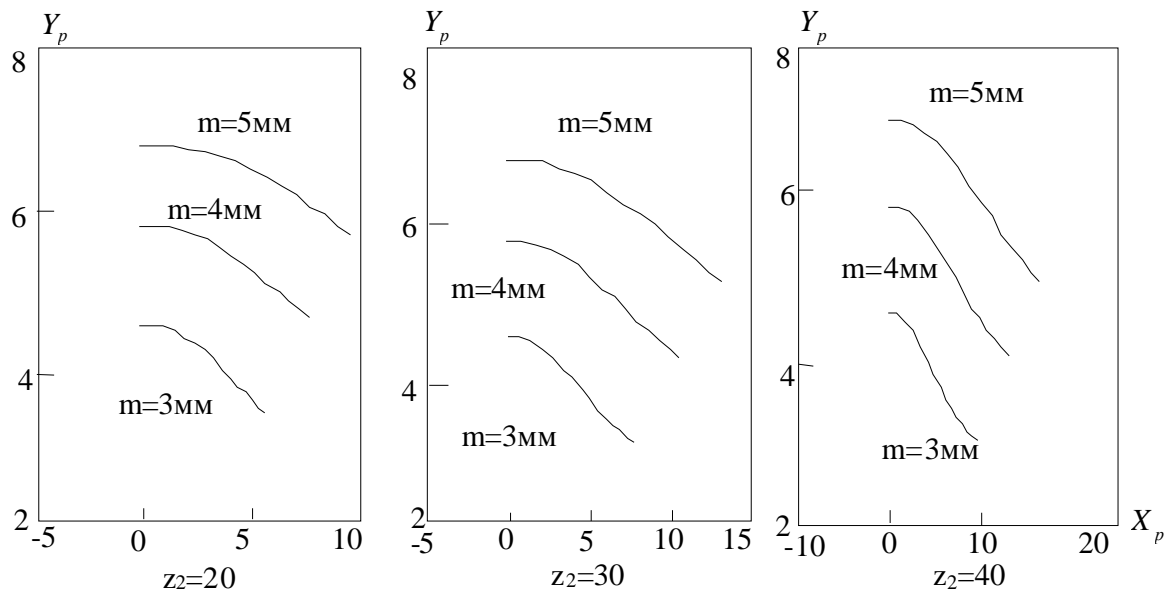


Рис. 2. Лінія зачеплення напівколового профілю зубців (відомий профіль зубців паса)

1) характеристика зачеплення уявляє плавну криву лінію; 2) характер лінії зачеплення не залежить від модуля і кількості зубців шківів; 3) кількість зубців шківів на характер лінії зачеплення не впливає; 4) збільшення модуля зубчасто-пасової передачі веде до невеликого повороту розташування лінії зачеплення; 5) характер лінії зачеплення не залежить від того, який елемент є відомим.

Таким чином, в результаті проведеного дослідження одержані математичні залежності для визначення характеристик зачеплення зубців паса і шківів, а також проведений графічний аналіз характеристик зачеплення зубців паса і шківів.

Література

1. Воробьёв И.И. Ременные передачи. – М.: Машиностроение, 1979. – 163 с.
2. Арбузов М.О. Выбор оптимального профиля зуба ремня в плоскозубчатой передаче с точки зрения облегчения входа его в зацепление с зубом шкива // Механические передачи (цепные с зубчатым ремнем). М.: НИИМАШ, 1971. – С. 152-160.
3. Погребняк А.П. Геометрия зацепления зубчатых ременных передач. – Теория механизмов и машин. – 1979. – Вып. 27. – С. 88-92.
4. Овчинников О.О. Розрахунок профілю зубців шківів // Проблеми трибології. – Хмельницький. – 2008. – № 4. – С. 100-105.

Надійшла 4.12.2009 р.