

академії України. – 2008. – № 3–4. – С. 186–191. 2. Вибрації в техніке: Справочник. в 6 т. Т. 6. Защита от вибраций и ударов / В.К. Асташев, К.В. Фролов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 1995. – 460 с. 3. Гайдайчук В.В., Носенко В.П., Горбунович І.В. Прецесійні резонанси пружного диску з лопатями при складному обертанні // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2009. – № 83. – С. 110–117. 4. Гловач Л.В., Носенко В.П. Комп'ютерне моделювання динаміки лопатей вітроенергетичних установок // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2010. – № 85. – С. 143–152. 5. Туку Ш. Эффективная работа: SolidWorks 2004. – СПб.: Изд-во “Путер”, 2005. – 768 с.

УДК 621.81

С.Г. КОСТОГРИЗ, В.В. МИСЛІБОРСЬКИЙ
Хмельницький національний університет

ЗАПАС СИЛИ ТЕРТЯ У НОМІНАЛЬНО НЕРУХОМОМУ ФРИКЦІЙНОМУ КОНТАКТІ ТА ЙОГО ДЕМПФІРУЮЧА ЗДАТНІСТЬ

© Костогриз С.Г., Мисліборський В.В., 2011

Встановлена аналітична залежність між коефіцієнтом розсіювання енергії у номінально нерухомому фрикційному контакті та коефіцієнтом запасу сили тертя в ньому. Показана принципова можливість здійснення спрямованого впливу на розсіювання енергії в контакті через технічну реалізацію у номінально нерухомих фрикційних з'єднаннях деталей машин відповідного запасу сили тертя.

Analytical relationship between the energy dissipation factor in a nominally fixed frictional contact and the safety factor of frictional force in it is established. The possibility in principle of realization of directional influence on energy dissipation in contact due to technical implementation of appropriate frictional force reserve in nominally fixed frictional joints of machine parts is shown.

Вібраційна активність механічних конструкцій різного призначення істотно залежить від пружних та дисипативних характеристик їх елементів, зокрема таких, як номінально нерухомі з'єднання деталей машин. В цьому класі з'єднань деталей машин робочі зусилля сприймає та передає номінально нерухомий фрикційний контакт (ННФК).

Демпфіруючу здатність ННФК при деформуванні зсувом прийнято оцінювати коефіцієнтом розсіювання енергії. В роботі (1) отримана аналітична залежність коефіцієнта розсіювання енергії в контакті при циклічному деформуванні зсувом від параметра пластичності контакту:

$$\Psi(e_a) = \frac{8 \cdot n \cdot e_a^{\frac{1}{n}}}{(2 \cdot n + 1) \cdot (n + 1)^{\frac{1}{n}} + 2 \cdot n \cdot e_a^{\frac{1}{n}}}, \quad (1)$$

де $\Psi(e_a)$ – коефіцієнт розсіювання енергії в ННФК; e_a – амплітуда відносного переміщення зсуву елементів контакту;

$$e_a = \frac{x_a}{\Delta_{np}}, \quad (2)$$

де x_a – амплітуда абсолютного переміщення елементів контакту; Δ_{np} – пружна частина повного попереднього зміщення в контакт; n – параметр пластичності контакту.

$$n = \frac{\Delta_{nl}}{\Delta_{np}}, \quad (3)$$

де Δ_{nl} – пластична (залишкова) частина повного попереднього зміщення в контакт.

У роботі (2) встановлено залежність параметра пластичності контакту від коефіцієнта запасу сили тертя в контакт:

$$n = \frac{2[1 - \ln(2K_{zn} - 1)]}{\ln^2(2K_{zn} - 1)}, \quad (4)$$

де K_{zn} – коефіцієнт запасу сили тертя в контакт.

$$K_{zn} = \frac{qf}{t}, \quad (5)$$

де q – номінальний тиск в контакт; f – коефіцієнт статичного тертя контактних поверхонь; t – номінальне напруження зсуву в контакт.

Для інженерних розрахунків, пов'язаних із визначенням демпфіруючої здатності машинобудівних конструкцій, практичне значення має залежність коефіцієнта розсіювання енергії в контакт від коефіцієнта запасу сили тертя. Таку залежність отримаємо, якщо до формули (1) замість параметра пластичності контакту n підставимо його аналітичну залежність (4) від коефіцієнта запасу сили тертя в контакт:

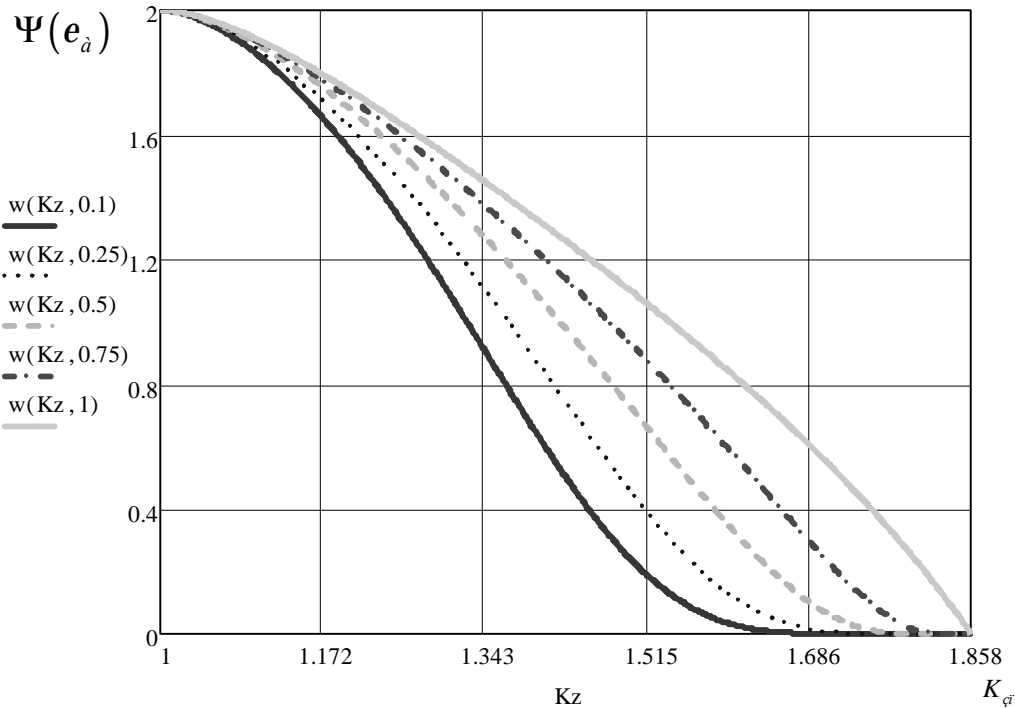
$$\Psi(e_a) = \frac{16[1 - \ln(2K_{zn} - 1)] \cdot e_a^{\frac{\ln^2(2K_{zn} - 1)}{2[1 - \ln(2K_{zn} - 1)]}}}{\{4[1 - \ln(2K_{zn} - 1)] + \ln^2(2K_{zn} - 1)\}} \times \frac{1}{\left\{ \frac{2[1 - \ln(2K_{zn} - 1)] + \ln^2(2K_{zn} - 1)}{\ln^2(2K_{zn} - 1)} \right\}^{\frac{\ln^2(2K_{zn} - 1)}{2[1 - \ln(2K_{zn} - 1)]}} + \{4[1 - \ln(2K_{zn} - 1)]\} \cdot e_a^{\frac{\ln^2(2K_{zn} - 1)}{2[1 - \ln(2K_{zn} - 1)]}}} \quad (6)$$

Аналізуючи формулу (6) та побудовані за нею графіки, зображені на рисунку, можна зазначити: коефіцієнт розсіювання енергії в контакт набуває максимального значення $\Psi(e_a) = 2S$ при коефіцієнті запасу сили тертя в контакт, що дорівнює одиниці $K_{zn} = 1$. Із зростанням коефіцієнта запасу сили тертя коефіцієнт розсіювання енергії в контакт зменшується, і $K_{zn} = 1,858S$, коли контакт повністю втрачає пластичні властивості, що доведено нами в роботі (2), розсіювання енергії в контакт також дорівнюватиме нулю.

У проміжку, коли $1,0 < [K_{zn}] < 1,858$, коефіцієнт розсіювання енергії в контакт збільшується із зростанням відносної деформації зсуву при циклічному навантаженні контакту зсувною силою. Варто звернути увагу на те, що коли відносна деформація зсуву в контакт має коливальний характер і $\Psi(e_a) = 2$, то такому розсіюванню енергії відповідати логарифмічний декремент $d = 1$, оскільки $\Psi(e_a) \approx 2d$. Оскільки

$$d = \ln \frac{x_i}{x_{i+1}}, \quad (7)$$

то при $d=1$ має бути відношення суміжних амплітуд загасаючих коливань x_i та x_{i+1} , що дорівнює $e = 2,72$. Цей результат підтверджує висновок, що при цьому відносний рух елементів контакту матиме коливальний характер.



Залежність коефіцієнта розсіювання енергії у ННФК від коефіцієнта запасу сили тертя в контакті при різних значеннях амплітуди відносної деформації при циклічному деформуванні зсувом:

$$1-e_a = 0,1; 2-e_a = 0,25; 3-e_a = 0,5; 4-e_a = 0,75; 5-e_a = 1,0$$

Ці результати мають цілком певне прикладне значення для проектування систем із влаштованими в них фрикційними демпферами коливань для вирішення питання про вибір коефіцієнта запасу сили тертя в контакті інерційної маси демпфера, а також для оцінювання втрат енергії при вібраціях механічних систем.

Результат, коли коефіцієнт втрат Ψ прямує до нуля або дорівнює нулю і при якому коефіцієнт запасу сили тертя в контакті $K_{зп}$ близький до 1,858 або дорівнює йому, важливий для застосування до фрикційних передач та фрикційних муфт з погляду вибору такого значення коефіцієнта запасу сили тертя, при якому забезпечувались мінімальні витрати енергії на буксування в період пуску. Це ті випадки, коли можна переносити результати досліджень взаємодії елементів номінально нерухомого фрикційного контакту на рухомий фрикційний контакт. При цьому таке перенесення стосується також проміжку часу, що відповідає вибору повного попереднього зміщення контактних пар фрикційних передач або муфт при пуску. Вже тільки після цього настає фрикційна взаємодія контактних пар, що істотно відрізняється від взаємодії елементів ННФК у режимі їх відносного руху у межах повного попереднього зміщення.

Висновки:

1. Коефіцієнт розсіювання енергії у номінально нерухомому фрикційному контакті, а відтак і у фрикційних з'єднаннях деталей машин залежить винятково від коефіцієнта запасу сили тертя в ньому за заданого рівня амплітуди відносної деформації зсуву.

2. Виявлено принципову можливість здійснювати керований вплив на розсіювання енергії у нерухомих фрикційних з'єднаннях деталей машин через створення певного запасу сили тертя в них.

1. Костогриз С.Г. *Механіка вібраційного тертя у номінально нерухомому фрикційному контакті: Автореф. ... дис. д-ра техн. наук: 05.02.04.* – Хмельницький, 1995. – 39 с. 2. Костогриз С.Г., Мисліборський В.В. // *Проблеми трибології (Problems of Tribology)* / 2010. – № 3. – С. 90–94. 3. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. *Колебания в инженерном деле.* – М.: Машиностроение, 1985. – 350 с.

УДК 629.017

*О.П. КРАВЧЕНКО, *О.П. САКНО, **О.В. ЛУКІЧОВ, **С.А. МАТВИЄНКО

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля,

**Донецька академія автомобільного транспорту

МОДЕЛЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ПІДВІСЦІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЗНОС ШИН

© Кравченко О.П., Сакно О.П., Лукічов О.В., Матвієнко С.А., 2011

Розглянуто зв'язок між вібраційними процесами в підвісці вантажних автомобілів та інтенсивністю й виду зносу шин. Вібрації досліджені в середовищі Simulink для створеної фізичної моделі. Досліджено їх вплив на вид зносу шин та методи уникнення цього явища.

In the article, connection is between oscillation processes in the pendant of trucks and intensity and to the type of tire wear is considered. Vibrations are researched in the environment of Simulink for the created physical model. Their influence on the type of tire wear and methods of evasion of this phenomenon is researched.

Постановка проблеми. На інтенсивність зносу протектора шини впливає дуже багато чинників, таких як технічний стан вузлів автомобіля, дорожні умови, кваліфікація водія та інші. Серед основних експлуатаційних властивостей вантажних автомобілів – плавність ходу, що виражається характеристиками коливальних процесів його мас, займає особливе місце. Це пояснюється істотним впливом коливань кузова й коліс, що виникають при русі по нерівностях дороги, майже на всі експлуатаційні якості автомобіля, а особливо на стан і знос шин, що безпосередньо сприймають всі фактори, що збурюють.

Аналіз останніх досліджень. Проблемі плавності ходу й підресорювання автомобілів присвячені фундаментальні дослідження І.Г. Пархиловського, Я.М. Певзнера, Р.В. Ротенберга, А.А. Силаєва, А.А. Хачатурова, Н.Н. Яценко й інших, в яких розроблено сучасну теорію коливань автомобіля. Ефективно ця теорія розвивалася у напрямі вдосконалення розрахунків і оцінювання завантаженості основних агрегатів трансмісії, в реальних умовах руху й в побудови теорії й методів форсованих полігонних випробувань.