

2. Неймарк Ю.И. Динамика неголономных систем / Ю.И. Неймарк, Н.А. Фуфаев. – М.: Наука, 1967. – 520 с.
3. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля и его колебания / Р.В. Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1960. – 356 с.
4. Рокар И. Неустойчивость в механике. Автомобили. Самолеты. Висячие мосты / И. Рокар. – М.: Иностранная литература, 1959. – 288 с.
5. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике / Ф.Р. Гантмахер. – М.: Наука, 1966 – 300 с.
6. Кобылянский И. Полуприцепы и их динамические характеристики / И. Кобылянский // Автомобильный транспорт. – 1963. – №4. – С. 13-15.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПОЛУПРИЦЕПА

Калинин Е.И., Шуляк М.Л., Поляшенко С.А.

В работе рассматривается вопрос о влиянии наличия подвески полуприцепа на характер его колебаний. Проведён сравнительный анализ схем с учетом подвески и без нее.

Abstract

STUDY OF HORIZONTAL AND TRANSVERSE VIBRATIONS SEMITRAILER

Y. Kalinin, M. Shulyak, S. Polyashenko

The article describes the impact of the presence of the semitrailer suspension on the nature of its vibrations. The comparative analysis of schemes based on the suspension, and without it.

УДК 621.891:620.179

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ КОВЗАННЯ ТА ЗБЛИЖЕННЯ В ТРІБОСПОЛУЧЕННІ НА ЧАСТОТУ ІМПУЛЬСІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Літовка С.В., к.т.н., доц.

*(Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка)*

Проведено теоретичне дослідження частоти імпульсів акустичної емісії як функції швидкості ковзання та зближення поверхонь у трібосполученнях машин лісового комплексу. Показано, що при збільшенні швидкості ковзання

трібосполучення прямопропорційно збільшується частота імпульсів акустичної емісії. При збільшенні зближення поверхонь частота імпульсів на початковому етапі збільшується інтенсивно і далі настає момент насичення.

Вступ. Основною причиною виходу з ладу в процесі експлуатації машин лісового комплексу є зношування їх поверхонь тертя. Це приводить до зниження показників надійності машин, а точніше, зниження терміну служби механізмів. Тому однією з основних задач, пов'язаних з розвитком сучасного машинобудування, є задача забезпечення міцності й надійності конструкцій машин лісового комплексу. При цьому залишається відкритим питання про кількісну оцінку нагромадження ушкоджень у реальних конструкціях. Досить ефективним щодо цього є метод акустичної емісії (АЕ) [1].

Аналіз публікацій. Як показує аналіз публікацій, найбільший прогрес у розвитку методу АЕ зв'язаний насамперед з можливістю виявлення появи й розвитку дефектів на самій ранній стадії функціонування трібосистеми. Крім того, метод дозволяє одержувати інформацію про об'єкт дослідження *in situ*, а не *post factum*, як це відбувається у випадку застосування більшості інших дослідницьких методів [2-4].

Відомі експериментальні дослідження сигналів АЕ присвячені пошуку закономірностей зміни акустико-емісійних параметрів при зміні зовнішніх характеристик тертя [5-8]. У цих дослідженнях відзначається, що характер фрикційних процесів і ступінь їх впливу на фрикційні параметри трібосполучень багато в чому визначається властивостями дискретного контакту, до яких сприйнятливі параметри АЕ.

Внаслідок цього, для розробки методик діагностики рухливих сполучень необхідно знати взаємозв'язок і представляти характер зміни цих параметрів від керованих зовнішніх факторів.

Ціль роботи. Метою даної роботи є встановлення функціональної залежності між швидкістю ковзання, зближенням у трібосполученні та частотою імпульсів АЕ.

Основна частина. У процесі тертя контакт мікронерівностей поверхонь існує кінцевий час, який визначається швидкістю ковзання та навантаженням. Динаміка плям контакту створює флуктуюче по глибині й у часі поле механічних напруг. Тому тертя твердих тіл можна розглядати як поверхневий динамічний процес одночасного виникнення і розпаду безлічі плям контакту [9].

При моделюванні акустичних властивостей фрикційного контакту при сухому терті в основу було покладене твердження, що акустичні сигнали виникають у результаті силової взаємодії мікронерівностей контактуючих тіл (рис. 1).

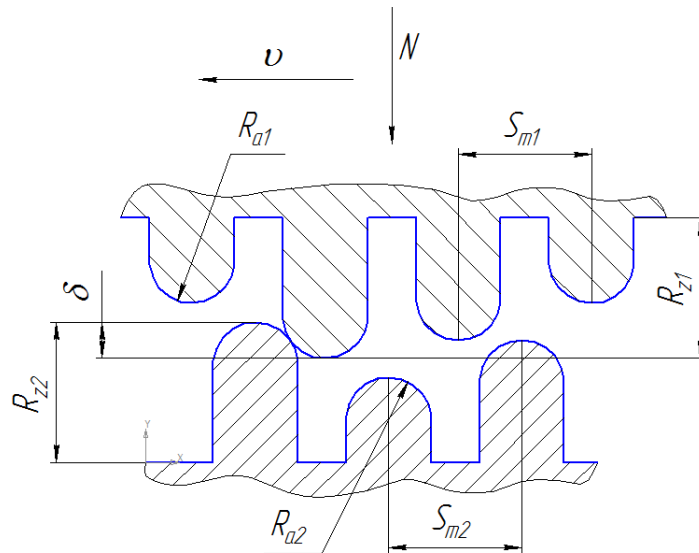


Рис. 1. Схема моделі контакту мікронерівностей трибосполучення

При виборі розрахункових співвідношень робимо наступні допущення: модель шорсткуватих поверхонь складається зі сферичних сегментів радіусом R , розташованих на твердій підставі; зближення двох поверхонь визначається навантаженням у трибосполученні; найближчі контакти не впливають один на одного; розподіл сферичних сегментів таке, що відтворюється реальний розподіл матеріалу по висоті шорсткуватого шару; навантаження прикладається нормально щодо підстави мікронерівностей; у процесі взаємодії виступів мікронерівностей один з одним відбувається пружна деформація останніх.

Моделювання проводиться для пари «кільце – кільце», поверхні взаємодіють торцевими сторонами.

При зближенні контактуючих поверхонь, тобто зі збільшенням нормальної сили, збільшуються контактні деформації, відповідно частина виступів, які раніше в контакт не вступали, тепер будуть контактувати. У міру зближення поверхонь середній інтервал часу між окремими імпульсами скорочується залежно від законів розподілу вершин мікронерівностей на контактуючих поверхнях.

Частота імпульсів АЕ пропорційна середній кількості контактів в одиницю часу, яка визначається по формулі [10]:

$$n_r = n_c \int_0^\delta \left[\int_0^{R_{z1}} \varphi_1(x) dx \right] \cdot \varphi_2(x) dx, \quad (16)$$

де n_c – загальне число виступів мікронерівностей на номінальній площі контакту по меншій поверхні тертя F_{\min} визначається через середній крок нерівностей по вершинах [10]:

$$n_c = \frac{F_{\min}}{S_{m2}^2}; \quad (17)$$

R_{z1} – максимальна висота вершин мікронерівностей, м; δ – зближення поверхонь, м; $\varphi_1(x), \varphi_2(x)$ – щільності ймовірностей законів розподілу вершин мікронерівностей першого й другого тіл; S_{m2} – середній крок мікронерівностей по вершинах (ухвалюється менший), м.

Щільність імовірностей законів розподілу вершин мікронерівностей першого й другого тіл добре описується нормальним законом розподілу, особливо для поверхонь із нерегулярним профілем [11]:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma^2}}, \quad (18)$$

де M – математичне очікування відхилення профілю, м; σ – середнє квадратичне відхилення профілю, м.

Індекси 1 і 2 при абривіатурах величин відповідають вказівці на поверхні тертя.

Частота імпульсів АЕ для модельної пари «кільце – кільце» визначаємо по формулі:

$$\nu = n_r \cdot \frac{v_{ck}}{S_{m2}}, \quad (19)$$

де v_{ck} – швидкість ковзання мікронерівностей, м/с.

Підставляючи у вираз (19) залежності(16), (17) і (18) одержуємо:

$$\nu = \frac{v_{ck}}{S_{m2}} \cdot \frac{F_{\min}}{S_{m2}^2} \cdot \int_0^{\delta} \left[\int_0^{R_{z1}} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_1} \cdot e^{-\frac{(x-M_1)^2}{2\sigma_1^2}} dx \right] \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_2} \cdot e^{-\frac{(x-M_2)^2}{2\sigma_2^2}} dx. \quad (20)$$

Для розрахунків у першому наближенні припускаємо, що радіус кривизни вершини вістря мікронерівності дорівнює середньоарифметичному відхиленню профілю R_a .

Для розрахунків ухвалюємо наступні дані:

- радіус кривизни вершин вістря мікронерівності
 $R_{a1} = 0,8 \cdot 10^{-6}$; $R_{a2} = 0,125 \cdot 10^{-6}$ м;
- максимальна висота вершин мікронерівностей, $R_{z1} = 3,2 \cdot 10^{-6}$ м;
- зближення поверхонь варіюється в діапазоні R_{z2} , $\delta = 0 \dots 0,6 \cdot 10^{-6}$ м;
- номінальна площа контакту по меншій поверхні тертя, $F_{\min} = 0,015$ м;
- середній крок мікронерівностей по вершинах, $S_{m2} = 1,6 \cdot 10^{-3}$ м;
- математичне очікування відхилення профілю,
 $M_1 = 1,6 \cdot 10^{-6}$ м, $M_2 = 0,2 \cdot 10^{-6}$ м;

– середнє квадратичне відхилення профілю, $\sigma_1 = 0,92 \cdot 10^{-6}$ м, $\sigma_2 = 0,15 \cdot 10^{-6}$ м.

– швидкість ковзання мікронерівностей, $v_{ck} = 0 \dots 5$ м/с.

Результати дослідження. Результати розрахунків частоти імпульсів АЕ залежно від швидкості ковзання та зближення поверхонь представлено на рисунку 2.

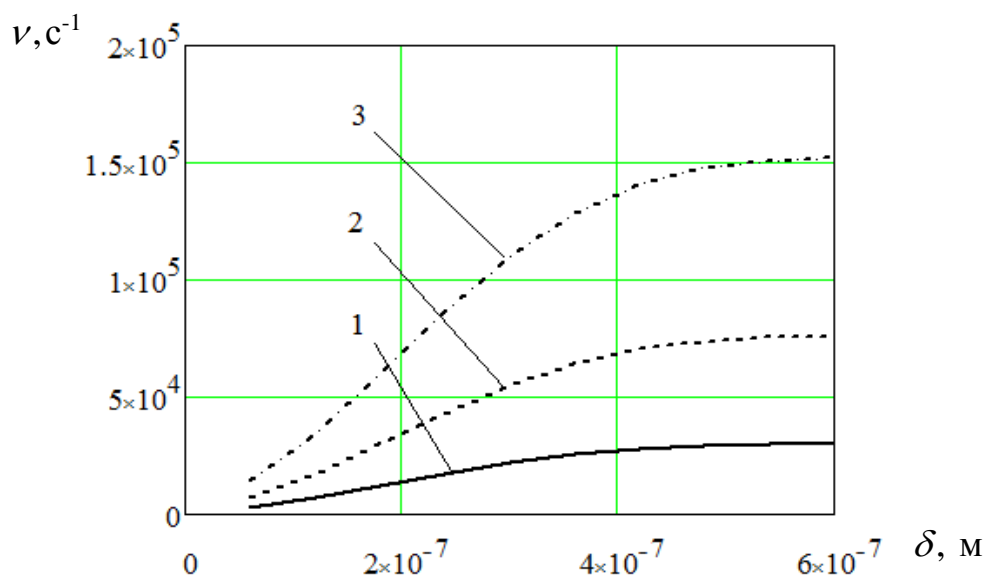


Рис. 2. - Графік залежності частоти імпульсів АЕ від швидкості ковзання та зближення поверхонь трібосполучення (1 – $v_{ck} = 1$ м/с, 2 – $v_{ck} = 2,5$ м/с, 3 – $v_{ck} = 5$ м/с)

З аналізу залежності (20) й графіка на рисунку 2 видно, що частота імпульсів АЕ збільшується при збільшенні зближення і швидкості ковзання поверхонь. Показане, що частота імпульсів АЕ прямопропорційно залежить від швидкості ковзання і для представлених максимальних значень швидкості ковзання та зближення досягає 150 кГц. Дані значення добре корелюють із експериментальними даними [2,12].

Крім цього, на графіку видно, що при збільшенні зближення поверхонь частота імпульсів АЕ на початковій стадії збільшується інтенсивно і далі інтенсивність знижується. Можна припустити, що настає момент насичення сигналу.

Висновки. На підставі теоретичних досліджень встановлено функціональний зв'язок частоти імпульсів АЕ зі швидкістю ковзання поверхонь і зближенням у трібосполученні. Показане, що при збільшенні швидкості ковзання трібосполучень прямопропорційно збільшується частота імпульсів АЕ. При збільшенні зближення поверхонь частота імпульсів на початковому етапі збільшується інтенсивно і далі настає момент насичення сигналу.

Список литературы

1. Свириденко А. И., Мышкин Н. К., Калмыкова Т. Ф. и др. Акустические и электрические методы в триботехнике. Минск: Наука и техника, 1987. – 280 с.
2. Рубцов В.Е. Использование акустической эмиссии для анализа процессов изнашивания при трении скольжения / В.Е. Рубцов, Е.А. Колубаев, А.В. Колубаев, В.Л. Попов // Письма в ЖТФ. – 2013. – Т. 39. – Вып. 4. – С. 79-84.
3. Маленко П. И. Исследование методом акустической эмиссии поверхностей трения в условиях смазывания / Конденсированные среды и межфазные границы. – 2011. – Т.13. – № 2. – С. 164—171.
4. Баранов А.В. Ультразвуковой мониторинг работы трибосопряжений / А.В. Баранов, С.В. Тарасевич, В.А. Вагнер // Ползуновский вестник. – 2012. – Вип. 1/1 – С. 23-27.
5. Рапопорт П.С. и др. Исследование динамики процесса трения металлов методом акустической эмиссии. - Трение и износ. 1981, Т.2. №2. С. 304 - 309.
6. Филатов С.В. Акустическая эмиссия при абразивном изнашивании материалов // Трение и износ. – 1982. – Т.3. – №3. – С. 559 – 562.
7. Щавелин В.М., Сарычев Г.А. Исследование акустического излучения, возникающего в зоне фрикционного контакта твердых тел // Трение и износ. – 1983. – Т.4. – №5. – С. 808 - 815.
8. Козочкин М.П., Смирнов В.В. Экспериментальное исследование акустических явлений при трении твердых тел. // Трение и износ. – 1983. – Т. 4. – № 6. – С. 991-994.
9. Фадин Ю.А. Динамика разрушения поверхности при сухом трении // Письма в Журнал технической физики. - 1997. -Т. 23. - № 15. - С. 75-78.
10. Рыжов Э.В. Контактное взаимодействие твердых тел при статических и динамических нагрузках. / Э.В. Рыжов, Ю.В. Колесников, А.Г. Суслова – Киев: Наук. Думка, 1982. – 172 с.
11. Рудзит Я.А. Статистический расчёт радиуса закругления вершин микронеровностей / Я.А. Рудзит // Вопросы механики и машиностроения. – 1968. – Т. 23, № 3. – С. 66–74.
12. Деев А.А. Акустические колебания в фрикционном контакте как способ контроля поверхностей трения на этапе приработки двигателей внутреннего сгорания / Вестник Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина. – 2010.- Вып. 3. – С. 132-148.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ И СБЛИЖЕНИЯ В ТРИБОСОПРЯЖЕНИИ НА ЧАСТОТУ ИМПУЛЬСОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Литовка С.В.

Проведено теоретическое исследование частоты импульсов акустической эмиссии как функции скорости скольжения и сближения поверхностей в

трибосопряжениях машин лесного комплекса. Показано, что при увеличении скорости скольжения трибосопряжений прямопропорционально увеличивается частота импульсов акустической эмиссии. При увеличении сближения поверхностей частота импульсов на начальном этапе увеличивается интенсивно и далее наступает момент насыщения.

Abstract

INFLUENCE OF SLIDING SPEED AND BINDING IN THE FRICTION UNITS ON PULSE FREQUENCY OF ACOUSTIC EMISSION

Litovka S.V.

A theoretical study of the pulse frequency of acoustic emission as a function of sliding speed and binding of surfaces in the friction units of machines of forest complex has been conducted. It is shown that an increase of the sliding speed of friction units has allowed to increase in direct proportion the pulse frequency of acoustic emission. With increasing binding of surface the pulse frequency initially increases rapidly and then comes a point of saturation.

УДК 621.52

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАКУУМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Автухов А.К., к.т.н., доцент, Саблина М.А., аспирант

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени П.Василенка)

В данной статье проведен анализ технологий деревообрабатывающей промышленности с применением вакуумного оборудования. Приведены рабочие характеристики и типы вакуумных насосов, а так же рассмотрены причины основных неисправностей и пути их устранения.

Введение. Уже многие годы вакуумное оборудование используется в технологиях деревообработки.

Если говорить, например, о прижиге, транспортировке и ламинировании деталей, то без вакуумных насосов пластинчато-роторного и водокольцевого типа не обойтись.

Надежность прижима древесных деталей при их обработке должна быть велика. Для этого широко применяют сухие пластинчато-роторные насосы, обеспечивающих вакуум 150 мбар. Насосы предназначены для круглосуточной работы и очень просты в обслуживании.