

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

Визначення коефіцієнта тертя кочення підшипника

**Гушак Роман Іванович¹, Стародуб Юрій Петрович²,
Михалічко Борис Миронович³, Лавренюк Олена Іванівна⁴**

¹ Кандидат технічних наук, старший викладач кафедри фізики та хімії горіння;
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності; Україна

² Доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики та хімії горіння;
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності; Україна

³ Доктор хімічних наук, професор кафедри фізики та хімії горіння;
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності; Україна

⁴ Доктор технічних наук, доцент кафедри фізики та хімії горіння;
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності; Україна

Ми пропонуємо один із варіантів, як експериментально можна визначити коефіцієнт тертя кочення підшипника. Будемо відштовхуватися від лабораторної роботи № 7 «Визначення моменту інерції тіла динамічним методом» [1]. Схема установки представлена на рис.1.

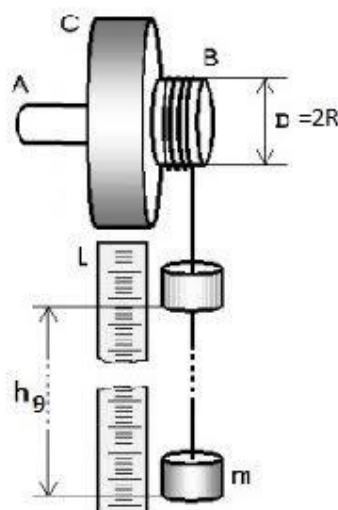


Рисунок 1

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

Тут вал А закріплено в досліджуваному підшипнику. На шківі В намотана нитка, кінець якої приклеєно, а на іншому підвишено вантаж масою m . На валу є махове колесо С щоби спуск був плавний і нитка не порвалася в нижній точці спуску. Радіус шківа на малюнку позначено R . Початкова висота опускання h_0 . За інерцією маховик буде обертатися втому ж напрямку і вантаж підніметься на висоту h .

Опишемо коротко вивід робочої формули екперименту.

Кожен підшипник має свій момент опору кочення M . Він дорівнює

$$M=kN \quad (1)$$

де k – коефіцієнт тертя кочення підшипника, який ми визначимо екпериментально, N – сила тиску на підшипник. Дана формула випливає з відомих положень теоретичної механіки [2] і теорії підшипників [3]. Втрата потенціальної енергії вантажу дорівнює роботі сил тертя на шляху опускання і підіймання:

$$mg h_0 - mgh = F_T (h_0 + h) \quad (2)$$

Звідси можемо знайти силу тертя

$$F_T = mg (h_0 - h) / (h_0 + h) \quad (3)$$

Коли цю силу помножити на R отримаємо момент опору кочення підшипника

$$M = R mg (h_0 - h) / (h_0 + h) \quad (4)$$

Сила тиску на підшипник складається із сили натягу нитки, яку знаходимо з другого рівняння Ньютона і ваги конструкції m^k , що обертається. Перше твердження випливає із теореми про паралельне перенесення сил [2]. Отже

$$N = m(g - 2h_0/t^2) + m^k g \quad (5)$$

Підставляючи отримані величини в (1) отримуємо

$$Rmg (h_0 - h) / (h_0 + h) = km(g - 2h_0/t^2) + km^k g. \quad (6)$$

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

Якщо відомо m^k , то звідси можемо знайти k . Якщо не вдається зняти з підшипника обертаючу конструкцію і її зважити, тоді можемо позбутися m^k . Для цього запишемо (6) для двох різних вантажів m^1 і m^2 і віднімемо ці рівняння. Звідси отримаємо

$$k = Rg \frac{m_1 \frac{h_0 - h_1}{h_0 + h_1} - m_2 \frac{h_0 - h_2}{h_0 + h_2}}{g(m_1 - m_2) - 2h_0 \left(\frac{m_1}{t_1^2} - \frac{m_2}{t_2^2} \right)} \quad (7)$$

Тут h_1 і h_2 – висоти підняття вантажів m^1 і m^2 відповідно, t_1 і t_2 – часи їх опускання.

Було проведено експеримент з такими вхідними даними: $h_0 = 139$ см, $R = 10.7$ мм, $m^1 = 100$ г, $m^2 = 357.8$ г. Отримано такі результати: $t_1 = 43$ с, $h_1 = 67.5$ см, $t_2 = 21.3$ с, $h_2 = 93.3$ см. Підставляючи ці дані у формулу (7) отримали $k = 1.49$ мм.

References:

- [1] Лабораторний практикум з фізики. Ч. 1: Механіка та молекулярна фізика, навч. посібник / Зачек І.Р., Юр'єв С.О., Лопатинський І.Є. і ін. – Львів: видавництво «Львівська політехніка», 2022 – 176 с.
- [2] Пастушенко С. І., Руденко О. Г., Ішенко В. В. Практикум з теоретичної механіки. Ч. 1: Статика. Кінематика. – Вінниця: Нова Книга, 2006 – 384 с.
- [3] Коновалюк Д. М., Ковальчук Р. М. Деталі машин. – К.: Кондор, 2004. – 584 с.