

Оглоблин Г.В.

АмГППУ, Комсомольск - на –Амуре,

Россия

О ФРИКЦИОННЫХ ПОТЕРЯХ ПАРЫ МЕТАЛЛОВ

Рассматривается вопрос определения коэффициента сухого и жидкого трения пары металлов, через тепловые потери.

Ogloblin G. V.

АмГППУ, Komsomolsk - on – Amur,

Russia

ABOUT FRICTIONAL LOSSES OF COUPLE OF METALS

The question of determination of coefficient of dry and liquid friction of couple of metals, through thermal losses is considered.

Так в работе [1,2] нами было показано, как с помощью жидких кристаллов определить коэффициенты трения для сухого и жидкого случая.

Данную задачу можно так же решить и через тепловые потоки, проходящие в точке контакта пары металлов.

Допустим в случае сухого трения в точке касания пары металлов (один из которых не подвижен, другой подвижен) выделяется Q_1 – количества тепла. На рис. 1 показана градиентная термограмма сухого контакта пары металлов сталь – чугун за 50с.. В качестве индикатора теплового поля используются жидкие кристаллы на мезофазу 42-50°C.

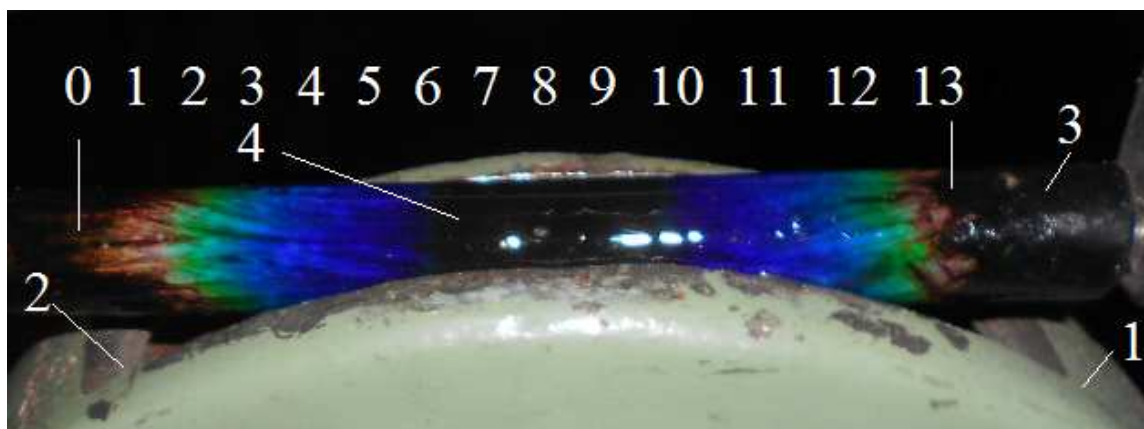


Рис. 1. Термограмма контакта пары металлов сталь-чугун на фиксированном отрезке от 0-130 относительных делений в интервале температур 42-52°C за 50с. Красная изотерма 42°C, ультрафиолет-50°C. 1. Корпус установки. 2. Чугунный диск. 3. Стальной образец. 4. Жидкие кристаллы .

Для жидкого трения этой же пары металлов требуется Q_2 – количества тепла. Термограмма при жидком трении аналогична рис.1.

При этом, тепловые потери должны быть одинаковы (их определяют по термограммам) т.е.:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = 1. \quad (1)$$

Где

$$Q_1 = C_v m_1 (T_1 - T_2) = C_v m_1 \Delta T_1 \quad (2)$$

$$Q_2 = C_v m_2 (T_1 - T_2) = C_v m_2 \Delta T_2 \quad (3)$$

Выразим m_1 и m_2 через силу трения:

$$F_{\text{тр1}} = k_1 P = k_1 m_1 g, \quad (4)$$

$$F_{\text{тр2}} = k_2 P = k_2 m_2 g \quad (5)$$

Откуда

$$m_1 = \frac{F_{\text{тр1}}}{k_1 g}, \quad (6)$$

$$m_2 = \frac{F_{\text{тр2}}}{k_2 g}. \quad (7)$$

В тоже время масса испытуемого тела m_1 из выражения (2) равно

$$m_1 = \frac{Q_1}{c_v \Delta T_1}, \quad (8)$$

Для m_2 из выражения (3) равно

$$m_2 = \frac{Q_2}{c_v \Delta T_2}. \quad (9)$$

Приравняем правые части уравнений (6) и (8), (7) и (9) получим:

$$\frac{F_{\text{тр}1}}{k_1 g} = \frac{Q_1}{c_v \Delta T_1} \quad (10)$$

$$\frac{F_{\text{тр}2}}{k_2 g} = \frac{Q_2}{c_v \Delta T_2} \quad (11)$$

Тогда сила $F_{\text{тр}1}$ для сухого трения из уравнения (10) равна:

$$F_{\text{тр}1} = \frac{Q_1}{c_v \Delta T_1} k_1 g \quad (12)$$

Сила $F_{\text{тр}2}$ для жидкого трения из уравнения (11) равна:

$$F_{\text{тр}2} = \frac{Q_2}{c_v \Delta T_2} k_2 g. \quad (13)$$

Сила трения через фрикционные потери выражается следующим образом:

$$F_{\text{тр}} = \frac{1}{V} \frac{dA}{dt}, \quad (14)$$

Где

$\frac{dA}{dt}$ – мощность фрикционных потерь, V – скорость перемещения тела.

Заменим в выражения (12) и (13) $F_{\text{тр}1}$ и $F_{\text{тр}2}$ их значениями из выражения (14) с учётом сухого и жидкого трения.

$$\frac{1}{V} \frac{dA_1}{dt_1} = \frac{Q_1}{c_v \Delta T_1} k_1 g, \quad (15)$$

$$\frac{1}{V} \frac{dA_2}{dt_2} = \frac{Q_2}{c_v \Delta T_2} k_2 g \quad (16)$$

Преобразуем выражения (15) и (16), выразив dA_1 и dA_2 :

$$dA_1 = \frac{Q_1}{c_v \Delta T_1} k_1 g V dt_1 \quad (17)$$

и

$$dA_2 = \frac{Q_2}{c_v \Delta T_2} k_2 g V dt_2 \quad (18)$$

Проинтегрируем, левые и правые части уравнений (17) и (18):

$$A_1 = \frac{Q_1}{c_v \Delta T_1} k_1 g V t_1 \quad (19)$$

и

$$A_2 = \frac{Q_2}{c_v \Delta T_2} k_2 g V t_2 \quad (20)$$

Разделим уравнение (19) на уравнение (20):

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\frac{Q_1}{c_v \Delta T_1} k_1 g V t_1}{\frac{Q_2}{c_v \Delta T_2} k_2 g V t_2} \quad (21)$$

Но из условия (1) $Q_1=Q_2$, тогда $\frac{A_1}{A_2} = 1$ при $\Delta T_1 = \Delta T_2$ перепишем уравнение (21) следующим образом:

$$1 = \frac{\frac{Q_1}{c_v \Delta T_1} k_1 g V t_1}{\frac{Q_2}{c_v \Delta T_2} k_2 g V t_2} = \frac{k_1 t_1}{k_2 t_2} \quad (22)$$

Или

$$1 = \frac{k_1 t_1}{k_2 t_2} \quad (23)$$

$$k_2 t_2 = k_1 t_1 \quad (24)$$

Чтобы определить коэффициент трения k_2 необходимо знать: t_1 – время при котором образец нагреется до температуры ΔT_1 , t_2 – время при котором образец нагреется до температуры $\Delta T_2 = \Delta T_1$, k_1 – коэффициент сухого трения.

С другой стороны работа электрического постоянного тока за t_1 секунд равна:

$$A = UI t_1 \quad (25)$$

$$UI t_1 = \frac{Q_1}{c_v \Delta T_1} k_1 g V t_1 \quad (26)$$

откуда

$$k_1 = \frac{UI}{mgV}, \quad (27)$$

где

$$m = \frac{Q_1}{c_v \Delta T_1} \text{ кг};$$

V – линейная скорость вращения диска (м/с);

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2.$$

U – напряжение питания двигателя (В);

I – ток питания двигателя (А.)

Проверим размерность формулы (27).

$$k_1 = \frac{UI}{mgV} = \text{В} \cdot \text{А} / \text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{м} \cdot \text{с} = \text{Вт} / \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3} = \text{Вт} / \text{Вт},$$

получается безразмерная величина. Проверим наши рассуждения для пары металлов алюминий-сталь. Подставляем значения в таблицу 1.

Таблица 1.

п/№	U, В	I, А	m кг	g м/с ²	V об/м	k ₁	R м
1.	220	0,2	0,113	9,8	1420	0,6126	0.04

Табличное значение сухого трения пары металла алюминий – сталь $k = 0,61-0,41$ [3].

Вывод.

1. Показано как с помощью жидкокристаллического индикатора, можно решать поставленную задачу через тепловые потери.
2. Отработана методика определения коэффициента трения пары металлов через тепловые потоки.

Литература.

1. Оглоблин Г.В., Иваненко В.Ф., Гусейнов И. Исследование сухого и жидкого трения пары металлов чугун-сталь. // Научный электронный архив. URL: <http://econf.rae.ru/article/6915> (дата обращения: 21.05.2013).

2. Оглоблин Г.В., Иваненко В.Ф. Техника и методика применения жидких кристаллов для исследования сухого и жидкого трения пары металлов. // Научный электронный архив.

URL: <http://econf.rae.ru/article/7109> (дата обращения: 21.05.2013).

3. Юров В.М., Гученко С.А., Ибраев Н.Х., Хуанбай Е. Связь коэффициентов трения с работой выхода электронов.//Успехи современного естествознания. №11,2011.С.113-114.