

Д.М. Караваев

D.M. Karavaev

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

DETERMINING THE FRICTION COEFFICIENT OF COMPOSITE MATERIAL BASED ON THE EXPANDED GRAPHITE IN VARIOUS ENVIRONMENTS

Разработана методика определения коэффициентов трения. Определены коэффициенты трения композиционного материала на основе терморасширенного графита в воде, масле и без смазочного материала.

Ключевые слова: композиционные материалы, терморасширенный графит, коэффициент трения, отходы производства, метод испытания.

Method of determination of the coefficients of friction was developed. The coefficients of friction of a composite material based on expanded graphite in water, oil and no lubricant are studied.

Keywords: composite materials, expanded graphite, friction coefficient, production wastes, test method.

Одним из важнейших показателей работы уплотнений шаровых кранов является усилие, затрачиваемое на поворот шара, которое зависит от коэффициента трения. Коэффициенты трения тестовых образцов из композиционного материала на основе терморасширенного графита (ТРГ) определяли в лаборатории кафедры КМиТОМ Пермского национального исследовательского политехнического университета. Были изготовлены образцы из композиционного материала, состоящего из двух порошкообразных компонентов [1, 2] – частиц размером 63–315 мкм [3], полученных измельчением отходов производства уплотнений из ТРГ и модифицированной силиконовой смолы. Образцы из композиционного материала изготавливали односторонним пресованием тщательно перемешанных компонентов смеси, которые помеща-

лись в удлиненную вертикальную пресс-форму прямоугольного сечения со съёмным дном [4]. Исследование проводили на образцах с содержанием ТРГ 60 %.

Коэффициент трения тестовых образцов в смазочной среде и по сухой поверхности образца из стали 20Х13 с твердостью 50 HRC и шероховатостью $Ra = 0,84$ мкм определялся на машине трения по схеме «палец – диск» (рис. 1) при комнатной температуре, давлении в контакте от 1 МПа и скорости скольжения 0,008 м/с. Три тестовых образца-пальца (угловой шаг 120 °С) из композиционного материала на основе ТРГ 6 выставляли по высоте и закрепляли в планшайбе с держателем 5. Пальцы 6 истирали по контртелу 7, опорой которому через шарик 9 служила стойка 10 с подшипником 11. Держатель 5 соединяли с валом через торцовую шпонку и приводили в движение через ременную передачу 2 от электродвигателя 1.

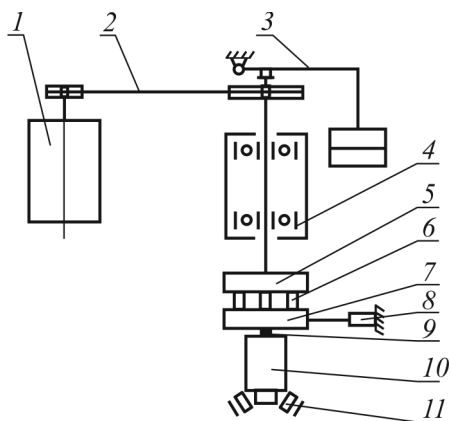


Рис. 1. Лабораторная машина для трибологических испытаний по схеме «палец – диск»: 1 – электродвигатель; 2 – ременная передача; 3 – устройство для нагружения; 4 – опора; 5 – планшайба с держателем; 6 – образец-палец; 7 – контртело – диск с рычагом; 8 – тензометрический датчик силы; 9 – шарик; 10 – стойка; 11 – подшипник

В процессе испытания силы трения пальцев 6 при контакте их с контртелом – диском с рычагом 7 стремились повернуть контртело в направлении вращения пальцев, чему препятствовал тензометрический датчик, удерживающий диск силой противодействия. Регистрацию этой силы F_d , возникающей в процессе трибологических испытаний, производили с использованием измерительной установки LTR-U-8 с тензометрическим модулем LTR212 и компьютера. Передачу силы F_d с диска 7 на тензометрический датчик силы 8 осуществляли через жестко прикрепленный к диску рычаг. По регистрируемой с частотой опроса 150,2 Гц силе F_d по формуле (1) рассчитывали момент трения $M_{тр}$, а затем по формуле (2) вычисляли коэффициент трения [5]:

$$M_{\text{тр}} = F_{\text{д}} l_{\text{д}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{д}}$ – сила, передаваемая на тензометрический датчик 8, Н; $l_{\text{д}}$ – расстояние от оси вращения держателя 5 до тензометрического датчика силы 8, мм.

$$f = \frac{M_{\text{тр}}}{F_{\text{а}} r} = \frac{F_{\text{д}} l_{\text{д}}}{F_{\text{а}} r}, \quad (2)$$

где $F_{\text{а}}$ – осевая сила, Н; r – средний радиус траектории движения тестового образца, мм.

Результаты испытаний сведены в таблицу.

Данные статистической обработки коэффициентов трения образца из композиционного материала на основе ТРГ с образцом – диском из стали 20Х13, $Ra = 0,84$

| Смазочная среда | Измерение | | | \bar{x} | S_n | W_n | $S_{\bar{x}}$ | Δx ($\alpha = 0,9$) | Δx ($\alpha = 0,95$) |
|-----------------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | | | | |
| На воздухе | 0,240 | 0,246 | 0,251 | 0,246 | 0,006 | 2,30 | 0,003 | 0,009 | 0,014 |
| Вода | 0,015 | 0,012 | 0,010 | 0,012 | 0,003 | 21,20 | 0,001 | 0,004 | 0,006 |
| Масло И-40 | 0,067 | 0,067 | 0,066 | 0,067 | 0,001 | 1,42 | 0,001 | 0,002 | 0,002 |

Примечание. S_n – средняя квадратичная ошибка одиночного результата при n измерениях; W_n – коэффициент вариации; $S_{\bar{x}}$ – средняя квадратичная ошибка среднего арифметического; Δx – доверительный интервал среднего арифметического.

Результаты экспериментов могут быть использованы как в инженерных расчетах, так и при моделировании.

Список литературы

1. Механические свойства композиционного материала на основе терморасширенного графита / Д.М. Караваев, А.М. Ханов, А.И. Дегтярев, Л.Е. Макарова, Д.В. Смирнов, О.Ю. Исаев // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 1 (2). – С. 562–564.

2. Анизотропия механических свойств композиционного материала на основе терморасширенного графита / Д.М. Караваев, А.М. Ханов, А.И. Дегтярев, Л.Е. Макарова, Д.В. Смирнов, О.Ю. Исаев // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2012. Т. 14, № 4 (5). – С. 1243–1245.

3. Кичигина К.А., Дегтярев А.И., Караваев Д.М. Исследование механических характеристик фракций композиционного материала на основе терморасширенного графита и их взаимосвязь с фрактальной размерностью // Master's Journal. – Пермь: Изд-во нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – № 2. – С. 9–14.

4. Пат. 2460642 Российская Федерация, МПК В 29 С 43/02. Устройство для прессования порошков / А.М. Ханов, Д.М. Караваев, А.А. Нестеров, Л.Е. Макарова, Д.В. Смирнов, О.Ю. Исаев, В.А. Москалев, А.И. Дегтярев, Д.А. Петров; патентообладатель Гос. образоват. учр. высш. проф. образования «Перм. гос. техн. ун-т». № 2011125289/05; заявл. 17.06.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. – 9 с.

5. Методики изучения трибологических характеристик пленок / А.Л. Каменева, Д.М. Караваев, А.В. Пепельшев, Н.В. Пименова // Технологии металлов. – 2012. – № 2. – С. 34–37; № 3. – С. 48–52.

Получено 21.05.2013

Караваев Дмитрий Михайлович – ассистент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: kmcm@ya.ru).

Karavaev Dmitriy Michailovich – Assistant, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: kmcm@ya.ru).