

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

Направление подготовки: 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов».

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.**

**«Определение коэффициента трения для углеродно-фрикционных  
композиционных материалов (УФКМ)»**

**Выполнил:**

**Студент:** Калашников А. А.

**Группа:** 221-171

**Проверил(а):**

Склемина О.Ю.

Дата: \_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_

Москва 2023

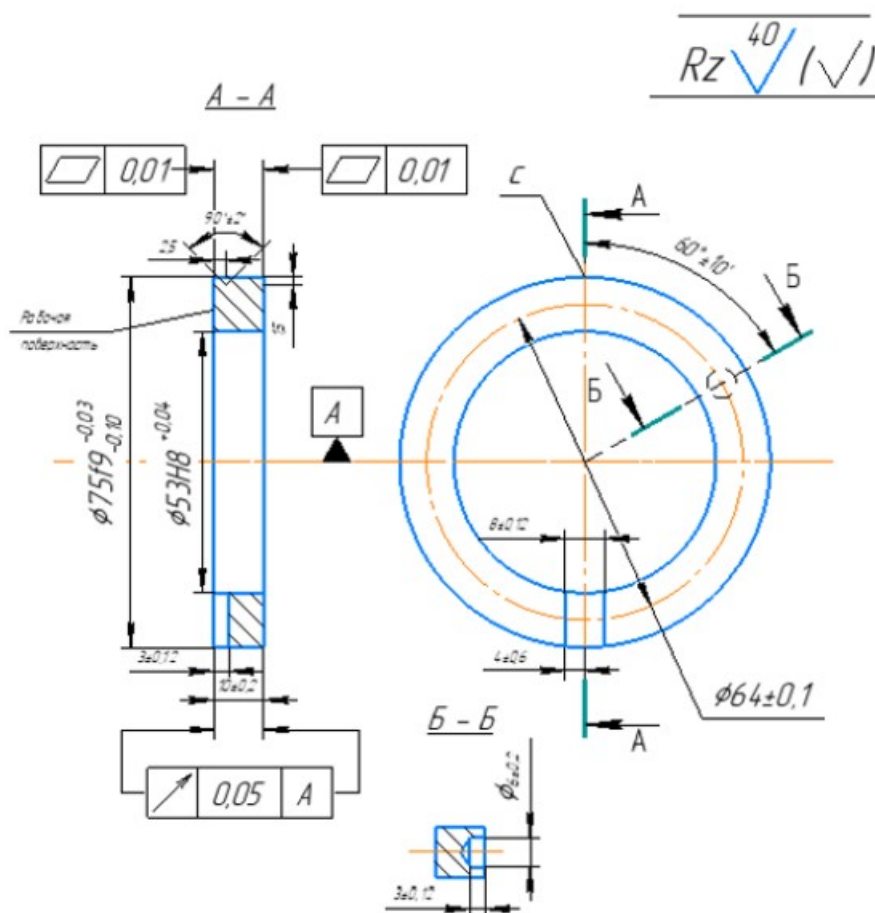
**Цель работы** — на основании результатов лабораторных испытаний оценить коэффициент трения, обеспечиваемый фрикционной парой УФКМУФКМ (трение углерода по углероду).

**Задачи:**

1. Рассчитать площадь контакта рабочей поверхности.
2. Рассчитать нагрузку  $P$ .
3. Рассчитать коэффициент трения  $f$ .
4. Построить график зависимости  $f$  от времени  $t$ .
5. Вывод.

## Задача №1.

**Рассчитать площадь контакта рабочей поверхности.**



- 1) Из рисунка выше видно, что диаметр всего кольца  $d_1=7,5$  см., и диаметр внутреннего кольца  $d_2=5,3$  см.
- 2) Зная диаметры, мы можем найти площадь всего круга и площадь внутреннего круга. Используем формулы для вычисления площади круга через диаметр.  $S_1 = ((7,5^2)/4) * 3,14=44,15625$  [см<sup>2</sup>];  
 $S_2=((5,3**2)/4) * 3,14 = 22,05065$  [см<sup>2</sup>].

d1	d2	s1	s2
7,5	5,3	44,15625	22,05065

- 3) Теперь мы знаем две площади, чтобы найти площадь контакта рабочей поверхности, нужно найти разность двух площадей.

Площадь контакта рабочей поверхности:

$$S_3 = S_1 - S_2 = 44,1563 - 22,0507 = 22,1056 \text{ [cm}^2\text{]}$$

d1	d2	s1	s2	s3
7,5	5,3	44,15625	22,05065	22,1056

### Задача №2.

#### Рассчитать нагрузку Р.

- 1) Зная площадь поверхности [см<sup>2</sup>] и приложенное давление, можно рассчитать нагрузку Р, приложенную к образцу во время испытания.
- 2) Давление было [3,12 кгс/см<sup>2</sup>],
- 3) Так как 1кгс=10 Н тогда:

$$P = \text{Давление} * 10 * S_3 = 3,12 * 22,1056 * 10 = 689,69472 \text{ Н}$$

d, см	d1, см	d2, см	s1, см <sup>2</sup>	s2, см <sup>2</sup>	s3, см <sup>2</sup>	Давление, кгс/см <sup>2</sup>	Нагрузка Р, Н
6,4	7,5	5,3	44,15625	22,05065	22,1056	3,12	689,69

### Задача №3.

#### Рассчитать коэффициент трения $f$ .

1. Известно, что коэффициент трения  $f$  вычисляется по формуле:

$$f = F_{\text{тр}} / P, \text{ где } F_{\text{тр}} - \text{сила трения, Н; } P - \text{нагрузка, Н.}$$

2. Также нам известно, что сила трения  $F_{\text{тр}} = (2 * M_{\text{тр}}) / d$

Где  $M_{\text{тр}}$  – измеренный момент трения, Нм;

$d$  – средний диаметр трения, = 6,4 см.

Таким образом, коэффициент трения:

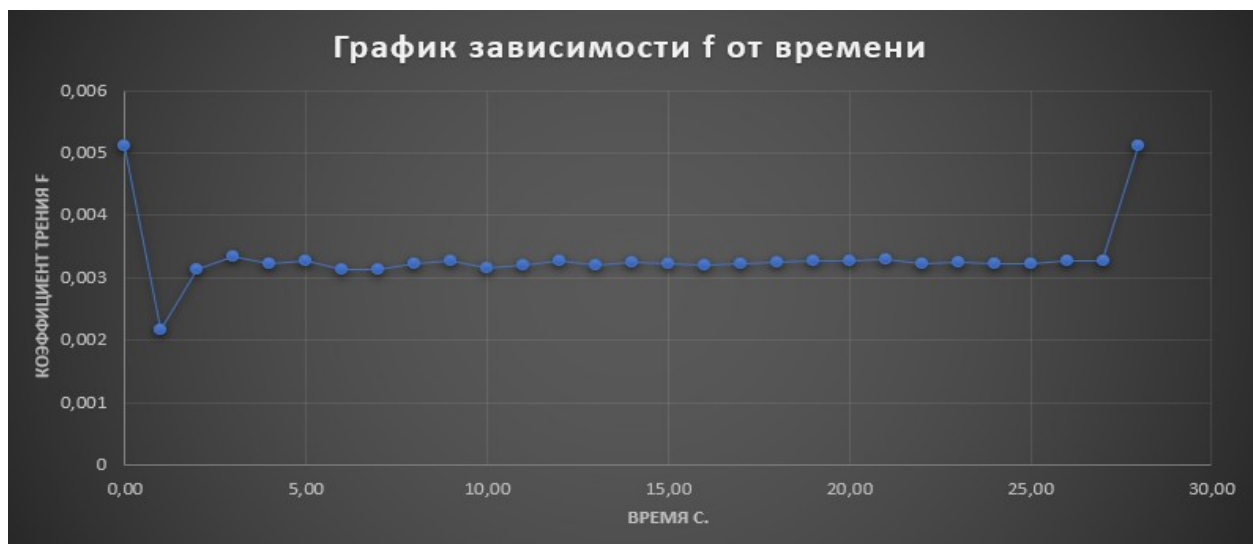
$$f = (2 * M_{\text{тр}}) / (P * d)$$

3. Далее заполняем таблицу в excel, чтобы построить график зависимости  $f$  от  $t$ .

## Задача №4.

**Построить график зависимости  $f$  от времени  $t$ .**

d, см	d1, см	d2, см	s1, см <sup>2</sup>	s2, см <sup>2</sup>	s3, см <sup>2</sup>	Давление, кгс/см <sup>2</sup>	Нагрузка P, Н
6,4	7,5	5,3	44,15625	22,05065	22,1056	3,12	689,69472



t, сек	M_{тр,} Н*м	Коэффициент трения f
0,00	11,27168	0,005107187
1,00	4,7872	0,002169076
2,00	6,91968	0,0031353
3,00	7,3984	0,003352208
4,00	7,13728	0,003233895
5,00	7,24608	0,003283192
6,00	6,89792	0,003125441
7,00	6,94144	0,00314516
8,00	7,13728	0,003233895
9,00	7,22432	0,003273332
10,00	6,98496	0,003164879
11,00	7,072	0,003204316
12,00	7,20256	0,003263473
13,00	7,09376	0,003214176
14,00	7,1808	0,003253613
15,00	7,13728	0,003233895
16,00	7,072	0,003204316
17,00	7,13728	0,003233895
18,00	7,15904	0,003243754
19,00	7,20256	0,003263473
20,00	7,24608	0,003283192
21,00	7,2896	0,003302911
22,00	7,13728	0,003233895
23,00	7,15904	0,003243754
24,00	7,11552	0,003224035
25,00	7,13728	0,003233895
26,00	7,20256	0,003263473
27,00	7,24608	0,003283192
28,00	11,27168	0,005107187

## Задача №5.

### Вывод:

1. Проведены экспериментальные исследования по определению коэффициентов трения из материала УФКМ8 компании Boeing. Установлено, что для данного класса материалов коэффициент трения находится в диапазоне 0,0021...0,0051.
2. Все коэффициенты находятся в диапазоне 0,0031...0,0033 поэтому при проектировочных расчётах его можно принять равным примерно 0,0032, однако есть 3 коэффициента, которые отличаются от остальных, и они равны 0,0021 и 0,0051.
3. Также установлено, что коэффициент на протяжении всего времени находился примерно на одном уровне 0,0032, однако сильные скачки происходили в самом начале и в самом конце эксперимента, причём коэффициенты в начале и в конце были также примерно равны 0,0051.