

**Бабак О.П.,  
Кузьменко А.Г.,  
Пасечник А.А.**  
Технологический университет  
Подолья, г. Хмельницкий, Украина

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПО СХЕМЕ «ВРАЩАЮЩИЙСЯ ЦИЛИНДР–ПЛОСКОСТЬ»

Одной из актуальных проблем современного машиностроения является повышение качества машин, поскольку подавляющее большинство (85-90%) отказов в механических системах связано с разрушением контактных поверхностей подвижных сопряжений [1]. Таким образом, именно повышение износостойкости узлов трения является наиболее важным и перспективным направлением повышения общего качества изделий. Для оценки эффективности предлагаемых технологических мероприятий на стадиях проектирования или доработки наиболее целесообразным с экономической и методической точек зрения является проведение лабораторных испытаний.

Одним из требований к лабораторным испытаниям является их сопоставимость с результатами, проведенными другими исследователями в других лабораториях, а также возможность использования полученных результатов для реальных узлов трения. Условия, обеспечивающие постоянство и сопоставимость результатов, называются условиями подобия для триботехнических систем.

Основой лабораторных методов испытаний может служить физическое моделирование, то есть моделирование физически подобных процессов на установках, сохраняющих физическую природу явлений, но воспроизводящих их в других геометрических размерах [2].

Учитывая распространенность и ответственность кулачковых механизмов в деталях машин необходимо уделить особое внимание разработке лабораторной методики их испытаний, что и является важной и актуальной проблемой в настоящий момент. Долговечность узлов такого типа определяется точностью перемещений выходных звеньев исполнительных органов и величиной усилий на них. В свою очередь, интенсивность процессов разрушения контактных поверхностей зависит от величины износа и его распределения по поверхности трения [3].

В данной работе разработана методика лабораторных испытаний для узлов типа кулачковых механизмов с плоским толкателем. В соответствии с требованиями геометрического подобия данная пара трения может быть имитирована сопряжением типа "вращающийся цилиндр – плоскость", при этом сравнение пар трения и оценку узлов трения по износу целесообразно проводить на основе моделей изнашивания.

Теоретические основы метода испытаний на износ по схеме "вращающийся цилиндр – плоскость", основные расчетные соотношения и порядок определения параметров модели разработаны в работе [4].

Суть методики состоит в следующем:

1. Испытания на износ проводятся при постоянных нагрузке и скорости вращения, а также при неизменных условиях смазывания и теплоотвода до моментов времени  $t_1, \dots, t_n$ , которым соответствуют пути трения  $S_1, \dots, S_n$ . По результатам испытаний определяется массив износа  $u_i$  ( $i=1 \dots n$ ) для  $n$  точек.

2. Определяются параметры степенной аппроксимации зависимости износа от пути трения  $c_1, \beta_1, c_a, \beta_a$ , из которых получают параметры модели изнашивания:

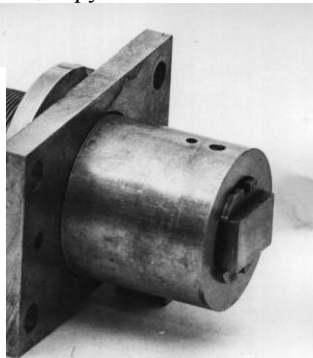
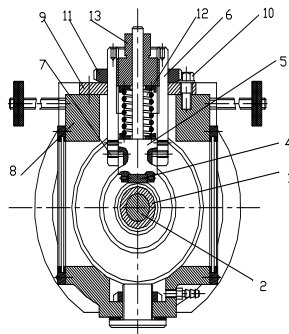
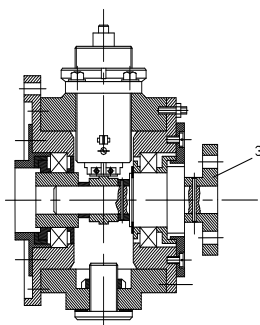
- при изнашивании цилиндра:  $m_1 = \frac{1}{\beta_a}(1 + \beta_a - \beta_1)$ ;  $k_{w_1} = \frac{c_1 c_a^{m_1 - 1} \pi R \beta_1}{(Q/2b)^{m_1} (1 + \beta_a)}$
- при изнашивании плоскости:  $m_2 = \frac{1 - 2\beta_2}{\beta_2}$ ;  $k_{w_2} = \frac{c_a^{m_2 + 2\beta_a}}{R(Q/2b)^{m_2}}$

Расчет параметров закономерности изнашивания осуществлялся на ПЭВМ по специально разработанной программе с использованием Mathcad.

Для практической реализации приведенной выше методики были проведены лабораторные испытания на специально разработанном приспособлении для универсальной машины трения (УМТ-1) (рис. 1). Главным условием при проектировании приспособления было моделирование контактного взаимодействия по схеме "вращающийся цилиндр – плоскость", обеспечивающие геометрическое подобие с сопряжением типа "кулачок – плоский толкатель". С целью снижения стоимости испытания пневматическая схема нагружения заменена на силовую с помощью тарированной пружины.

Приспособление монтируется на стандартной камере трения, применяемой на УМТ-1 (рис.2). Принципиальная схема приспособления приведена на рис.3. Подвижный цилиндрический образец 1 устанавливается на валу 2, вращение которому передается от двигателя через клиноременную передачу и муфту 3. Неподвижный плоский образец 4 устанавливается в образецдержателе 5. Образцедержатель пе-

ремещается вертикально в корпусе 6 по направляющим штифтам 7. Корпус 6 крепится к камере трения 8 при помощи пластины 9 и винтов 10. Положение корпуса 6 относительно пластины 9 регулируется по высоте при помощи гайки 11. Нагрузка в контакте задается при помощи пружины 12 и гайки 13.



$\mu, S_k, u_{wjk}$ ,  
льжения  $v$ ,

ны 12. Ве-  
я которой  
ается при  
15 до 3000  
на износа

таль  
),5 м/с,  $v_2=1,0$  м/с нагрузки составляли  
износа проводились через каждые 50  
л контакта обеспечивалось путем оку-

Таблица 1

## Результаты испытаний

Путь трения $S$ , км	Величина нагрузки $Q$ , Н			
	100		200	
	износ цилиндра, мм	износ плоскости, мм	износ цилиндра, мм	износ плоскости, мм
50	0,022	1,126	0,061	2,009
100	0,074	1,452	0,150	2,821
150	0,081	1,595	0,183	3,049
200	0,090	1,609	0,197	3,272
250	0,101	1,799	0,230	3,681
300	0,148	1,903	0,285	3,782
350	0,154	1,946	0,315	4,024
400	0,159	2,002	0,329	4,062
450	0,171	2,101	0,363	4,203
500	0,190	2,190	0,412	4,309

Параметры степенной аппроксимации зависимости износа от пути трения представлены в табл.2.

Таблица 2

## Параметры степенной аппроксимации функции износа

	Величина нагрузки $Q$ , Н			
	100		200	
	для цилиндра	для плоскости	для цилиндра	для плоскости
Параметры аппроксимации износа	$C_1 = 0,00136$	$C_a = 0,397$	$C_1 = 0,00752$	$C_a = 0,625$
	$\beta_1 = 0,844$	$\beta_a = 0,273$	$\beta_1 = 0,752$	$\beta_a = 0,315$

Величина погрешности степенной аппроксимации зависимости износа от пути трения в основном не превышает 12%.

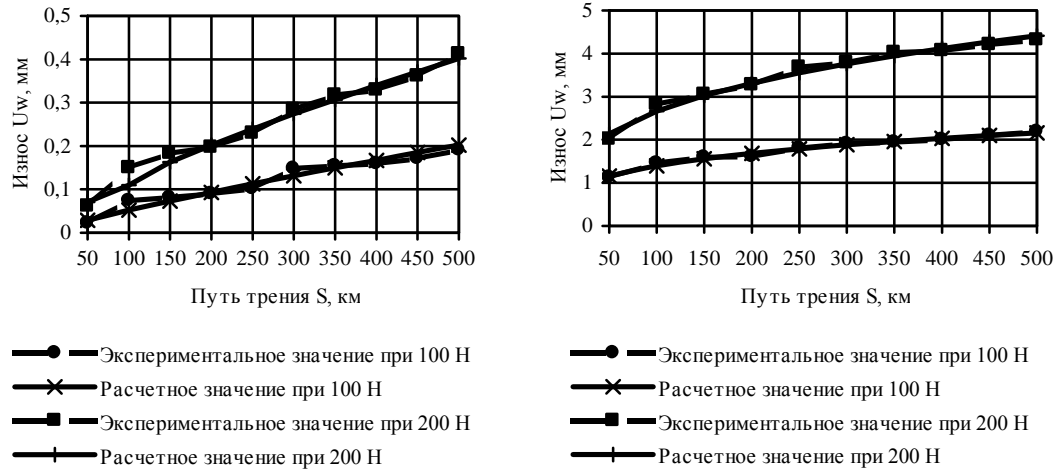
Параметры закономерности изнашивания цилиндра и плоскости, рассчитанные по приведенной ранее методике, представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Параметры закономерности изнашивания

	Величина нагрузки $Q$ , Н			
	100		200	
	для цилиндра	для плоскости	для цилиндра	для плоскости

Параметры закономерности изнашивания	$Kw_1 = 0,0125$	$Kw_2 = 0,0000105$	$Kw_1 = 0.00909$	$Kw_2 = 0.0000779$
	$m_1 = 1.573$	$m_2 = 1.665$	$m_1 = 1.789$	$m_2 = 1.179$



а б  
Рис. 4 - Зависимость износа от пути трения для цилиндра (а), плоскости (б)

#### Выводы:

1. Получены первые результаты лабораторных испытаний на износ по схеме цилиндр-плоскость по методике [4], определены параметры модели установившегося изнашивания.
2. В связи с необходимостью точно фиксировать окончание приработки в дальнейшем планируется разработка методики испытаний по схеме "цилиндр-плоскость" в неустановившемся режиме.

#### Литература

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника.-М.: Машиностроение, 1989. - 328с.
2. Основы трибологии (трение, износ, смазка) / Э.Д. Браун, Н.А. Буше, И.А. Буяновский и др. / Под ред. А.В.Чичинадзе – М.: Центр «Наука и техника», 1995. – 778с.
3. Степурин П.В. Теоретические исследования трения и изнашивания рабочих поверхностей кулачковых механизмов // Трение и износ.-1998.-Т.19, №6.-С. 739-743.
4. Кузьменко А.Г., Бабак О.П. Метод испытаний на износ по схеме "вращающийся цилиндр-плоскость" // Проблемы трибологии. – 2000. – №2 (14). – С.116.

Надійшла 22.11.2000