

перемещений позволяет рассчитать эту схему и получить значения зажимных сил, которые отражают реальное распределение реакций на всех опорах приспособления. Существенное уменьшение диаметров поршней пневмоприводов зажимных устройств 3 и 6 значительно снижает металлоемкость приспособления, что экономически более выгодно по сравнению с базовым (заводским) вариантом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Довнар Е. П., Коршун Л. И. Строительная механика: Учебник для вузов по спец. «Стр-во». - Мн.: Выш. шк., 1986-310 с.; ил.
2. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособления: Учеб. пособие для студентов вузов машиностроительных спец. - Мн.: Выш. шк., 1986-238с.; ил.

УДК 539.4 (075.8)

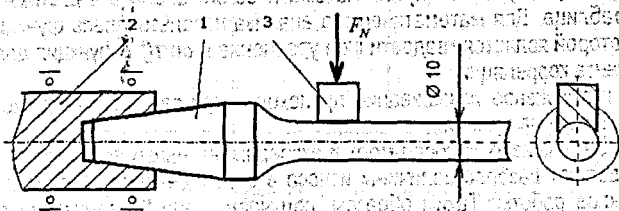
Лис И.Н., Веселуха В.М.

Научный руководитель: д.т.н., доцент Богданович А.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИ ТРЕНИИ СКОЛЬЖЕНИЯ

Приводится описание дискретного метода измерения износа при трении скольжения. Анализируются результаты экспериментального исследования локальных характеристик износа для фрикционной пары – цилиндрический образец из стали 45 – вкладыш из силумина.

Неравномерный износ характерен, как известно, для многих деталей автомобиля. Однако существующие методы испытаний конструкционных материалов на трение и изнашивание не предусматривают измерение локальных характеристик износа.



1 - образец, 2 - шпиндель, 3 - вкладыш

Рис. 1. Схема испытаний на трение скольжения (фрикционную усталость)

В данном докладе представлены результаты экспериментального исследования локальных характеристик износа в соответствии с разработанным дискретным методом [1].

Схема испытаний представлена на рис. 1. Цилиндрический образец 1 диаметром рабочей части 10 мм консольно закрепляется в шпинделе 2 испытательной машины УКИ-6000/2 и приводится во вращение с частотой 3000 мин⁻¹. К нему при помощи контактной нагрузки F_N прижимается контрообразец – вкладыш 3 шириной 4 мм.

Для проведения испытаний было изготовлено приспособление к усталостной машине УКИ, позволяющее обеспечивать приложение контактной нагрузки и реализовать трение скольжения.

Испытания пары трения образец из стали 45 – вкладыш из подшипникового сплава силумина вели при различной величине контактной нагрузки, которую поддерживали постоянной для каждой пары образец – вкладыш. В процессе испытаний обеспечивался фитильный подвод смазочного материала – универсального всепогодного моторного

масла SuperLuxoil SAE 15W-40 и периодически проводилось измерение с помощью индикаторной головки с точностью 2 мкм величины линейного износа фрикционной пары в локальных 8-и точках по периметру опасной зоны образца.

В качестве предельного состояния был принят суммарный износ пары образец – вкладыш, равный 100 мкм, а база испытаний составила 10^7 циклов в соответствии с СТБ 1448 – 2004.

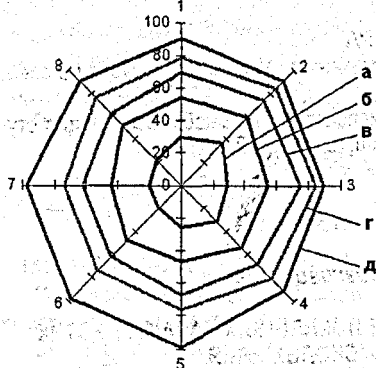


Рис. 2. Круговые диаграммы износа при числе циклов: а - 110 тыс.; б - 700 тыс.; в - 2 500 тыс.; г - 3 800 тыс.; д - 6 500 тыс.

В качестве примера рассмотрим некоторые результаты испытаний фрикционной пары при контактной нагрузке $F_N = 280 \text{ Н}$. На рис. 2 приведена круговая диаграмма износа i , мкм, на которой отражено изменение величины i каждой из 8-и точек, равномерно распределенных по опасной зоне образца. Значения i в этих локальных точках при заданном числе циклов N нагружения соединяли ломаными линиями. Видно, что изнашивание происходит неравномерно по периметру образца, причем наибольшая неравномерность наблюдается на стадии приработки (см. диаграмма а на рис. 2). С ростом числа циклов неравномерность снижается. Наибольший

износ имел место при $N = 6 500$ тыс. циклов в области локальных точек 5 – 7 (96–99 мкм).

Установлено, что экспериментальные точки удовлетворительно описываются степенной зависимостью вида $i = a \cdot N^b + c$. Значения коэффициентов a , b , c и коэффициента корреляции k , полученные путем математического анализа в системе MathCAD, приведены в таблице. Для математического анализа использовалась функция $\text{pwrfit}()$, результатом которой является квадратичное уравнение и $\text{corr}()$ – функция для нахождения коэффициента корреляции.

Наиболее интенсивное изнашивание происходит при заданной нагрузке в первые 700 – 800 тыс. циклов нагружения.

Каждое сечение кривых износа имеет 8 экспериментальных точек, которые в совокупности определяют разброс величины износа в одном сечении образца при данном количестве циклов работы. Таким образом, получаем сразу 8 реализаций случайного процесса изнашивания.

Таблица. Результаты обработки опытных данных.

Коэффициент	Номер точки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
a	1,366	2,474	1,422	1,229	0,35	0,224	0,161	0,555
b	0,269	0,233	0,269	0,277	0,359	0,387	0,407	0,326
c	-1,05	-1,145	-2,058	-0,352	1,292	0,771	1,286	-0,93
k	0,99	0,988	0,99	0,99	0,982	0,978	0,974	0,986

Установлено [2, 3], что закономерности изнашивания сохраняются и при других значениях контактной нагрузки, но интенсивность изнашивания существенно определяется ее величиной.

Оказывается, что хотя нагрузка F_N не изменяется, реакция поверхностных слоев металла в различных локальных зонах пути трения существенно различна. Это представляется естественным ввиду того, что физико-механические свойства поверхностных

слоев металла также существенно неодинаковы. Следовательно, поскольку сопротивление разрушению локальных поверхностных участков образца различно, то и локальный износ на таких участках должен быть различным [4].

Результаты испытаний серии исследуемых моделей узла трения представлены на рис. 3 в виде кривой фрикционной усталости контрообразца-вкладыша из силумина в координатах контактная нагрузка F_N – число циклов N до наступления предельного состояния вкладыша. Видно, что кривая усталости состоит из двух ветвей: левой 1 с большим наклоном и правой 2, расположенной почти вертикально.

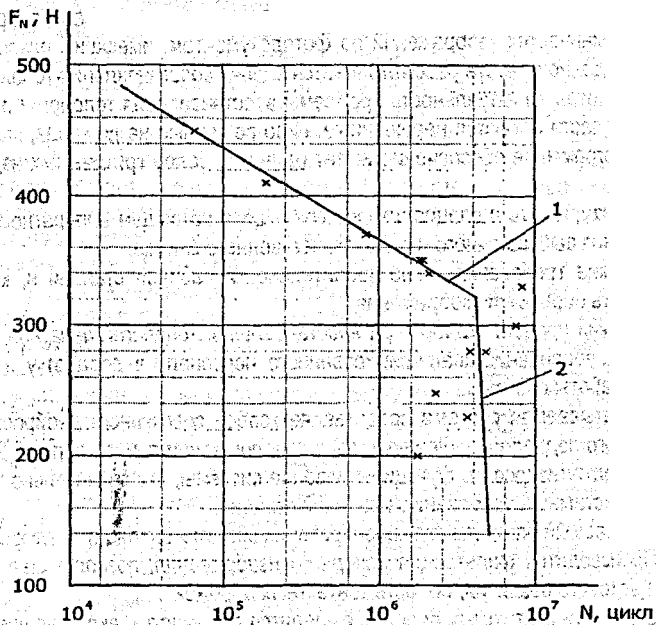


Рис. 3. Кривая фрикционной усталости контрообразца из силумина

ЛИТЕРАТУРА

1. Yelovoy O. M., Stukachev V. N., Zamyatnin V. O. Method of measurement of the parameters of wear-fatigue tests using the SI-series machines // Proc. of the III International Symposium on Tribo-Fatigue (Beijing, China, October 2-26, 2000). – Beijing: Human University Press, 2000. – P.208-212.
2. Еловой, О.М. Локальные характеристики износоусталостного повреждения и сопротивление разрушению силовых систем / О.М. Еловой, А.В. Богданович // Горная механика. – 2007. – №1. – С. 25-30.
3. Исследование основных закономерностей повреждения, постановка и решение задачи прогнозирования долговечности силовых систем, работающих в условиях фрикционно-механической усталости: отчет о НИР (промежуточный) / Гродн. гос. ун-т им. Я. Купалы; рук. А.В. Богданович. Исполнители – А.Е. Шишкин, С.С. Щербаков, И.Н. Лис. – Гродно, 2007. – 55 с.
4. Сосновский, Л.А. Основы трибофатики: учебное пособие для студентов вузов. В 2 ч./ Л.А. Сосновский. – Гомель: БелГУТ, 2003. – Ч.1. – 246 с.; Ч.2. – 235 с.