

УДК 629.7.058(043.2)

А.В. Стельмах

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРЕНИИ ГРАНИЧНЫХ СЛОЕВ

Рассматривается программно-аппаратный комплекс сбора, обработки и анализа данных лабораторных исследований процессов трения деталей механизмов для оценки их эксплуатационных свойств и повышения ресурса техники.

Ключевые слова: трение, эксплуатационные свойства, динамические процессы, граничные слои.

Рис. 7. Табл. 1. Лит. 1.

О.В. Стельмах

АВТОМАТИЗОВАНА ВИМІРЮВАЛЬНО-ВИПРОБУВАЛЬНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ТЕРТІ ГРАНИЧНИХ ШАРІВ.

Розглядається програмно-апаратний комплекс збору, обробки та аналізу даних лабораторних досліджень процесів тертя деталей механізмів для оцінки їх експлуатаційних властивостей і підвищення ресурсу техніки.

Ключові слова : тертя , експлуатаційні властивості , динамічні процеси , граничні шари.

O. Stelmach

AUTOMATED MEASUREMENT AND TEST SYSTEM STUDY DYNAMIC PROCESSES IN FRICTION BOUNDARY LAYERS.

We consider hardware and software system for collecting, processing and analysis of laboratory tests of friction parts of mechanisms to assess their performance properties and enhancing resource engineering.

Keywords : friction, performance characteristics, dynamic processes, boundary layers.

Постановка проблемы. В классической трибологии для исследований и моделирования трения скольжения широко используется модель трибоконтакта радиального подшипника скольжения, в котором при трении скольжения вала в определенном направлении присутствуют три характерные области относительно минимального зазора в контакте. В области входа вала в зону контакта по направлению скольжения зазор между валом и подшипником является сужающимся (конфузорным). Вторая область расположена вблизи минимального зазора и максимальных контактных напряжений. Прохождение вала с граничными слоями смазки через эту область образует расширяющийся (диффузорный) зазор по направлению вращения вала.

Экспериментально установлено [1], что при перемещении поверхности вала в конфузорной области, кроме набегающего потока граничных слоев, возникают вторичные течения смазочной среды, обратные направлению вращения вала. В диффузорной, расширяющейся области, при определенных скоростях возникает маслопаровоздушная фаза смазки и вторичные течения из среды в контакт. Экспериментально установлены закономерности распределения давления в смазочном слое P_m : в конфузорной области повышение, а в диффузорной – понижение относительно давления окружающей среды (рис. 1).

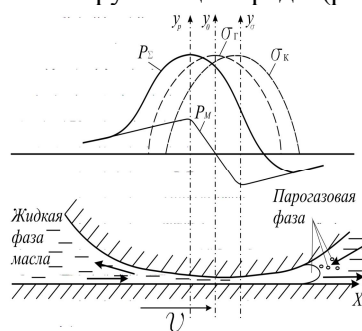


Рис. 1. Схема контактно-гидродинамических процессов в граничных слоях смазки

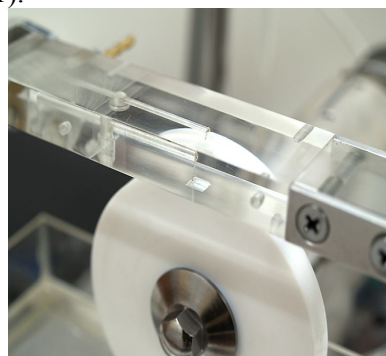


Рис. 2. Внешний вид линейного контакта с приемным устройством давления на рабочей поверхности оптически прозрачного модельного подшипника скольжения

Изложение основного материала статьи. Для количественной оценки распределения давления в граничных слоях в контактной и околоконтактной области разработаны лабораторные установки АСБ-01 и АСБ-02 [2] с оптически-прозрачным линейным контактом и приемным устройством для измерения локального давления на рабочей поверхности трения (рис. 2). Путем механического ручного сканирования приемным устройством перпендикулярно контакту измерялись локальные давления в граничных слоях при трении скольжения в динамике, в различных смазочных средах, при различных осевых нагрузках, а также с определенным зазором между поверхностью модельного вала и поверхностью плоского неподвижного прозрачного модельного подшипника.

На рис. 3. показано распределение измеренного локального давления P в граничных слоях масла в процессе трения скольжения при вариации скорости. В ходе таких исследований при фиксированных значениях скорости и нагрузки только одного типа масла получен массив данных (около 1200 значений), которые вносились в рабочие журналы вручную. Предстоящие исследования требуют автоматизации экспериментов и специальной программы обработки данных на компьютере. Поэтому проблема автоматизации такого рода трибологических экспериментальных исследований является актуальной, и авторами было принято решение разработать, изготовить и отладить программно-аппаратные модули с соответствующей модернизацией электронно-механических блоков базового прибора АСБ-02 (рис. 4) собственными силами сотрудников лаборатории нанотриботехнологий НИЧ НАУ.

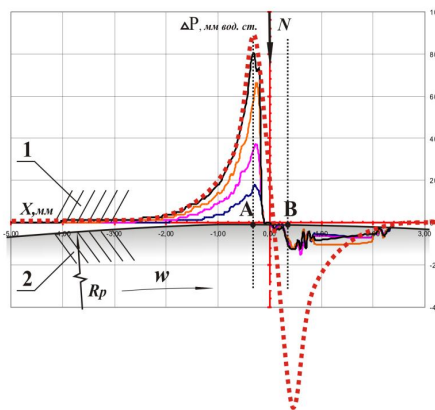


Рис. 3. Распределение давления P в граничных слоях масла в процессе трения скольжения при различных скоростях

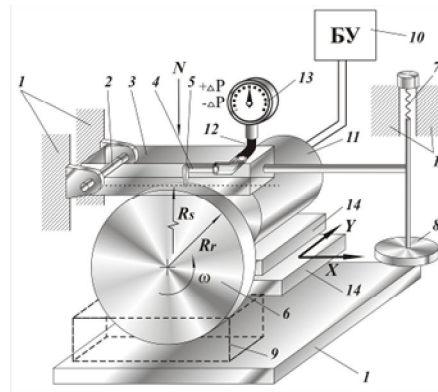


Рис. 4. Схема базовой модели лабораторного прибора трения АСБ-02

Использование унифицированных аппаратных и программных модулей систем [3,4] в машине трения АСБ-02 с дополнительными программными модулями математической обработки экспериментальных данных и формирования алгоритма управления позволило за короткое время и с минимальными финансовыми и материальными затратами спроектировать и создать относительно простую автоматизированную систему для исследования характеристик компрессионно-вакуумных процессов трения скольжения.

В состав автоматизированной системы (рис. 5) входит прибор АСБ-02, блок обработки входных и формирования выходных сигналов БУ, персональный компьютер ПК со специализированным программным обеспечением. Обмен данными между блоком и персональным компьютером осуществляется по последовательному интерфейсу.

Модернизация прибора АСБ-02 заключалась в установке дополнительных электронных датчиков давления ДД и разрежения ДР для измерения соответствующих параметров в зоне контакта модельного вала с поверхностью плоского неподвижного прозрачного модельного подшипника, оптического датчика частоты оборотов вала ДЧВ и датчика определения потребления тока ДТ основного двигателя АД, доработке механизма позиционирования на базе шагового двигателя ШД. Разработанные схемы модуля измерения напряжения ДН и потребления тока ДТ позволяют получать исходные данные для расчета мощности потерь АД в процессе трения скольжения при фиксированной частоте вращения и различных нагрузках.

Блок управления БУ выполняет следующие функции:

- обработку сигналов датчиков ДР, ДД, ДЧВ, ДТ, ДН;

- формирование и передачу массива данных в ПК;
 - прием данных из ПК для формирования сигналов управления АД, и ШД. Программное обеспечение выполняет функции формирования алгоритма управления исполнительными устройствами, отображение в цифровом или в графическом виде рабочих параметров и режимов лабораторной установки АСБ-02.

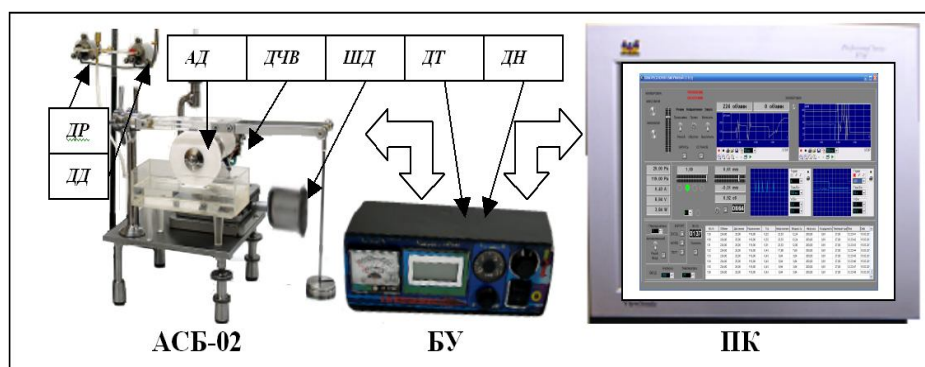


Рис. 5. Структура автоматизированной измерительно-испытательной системы: АСБ-02 – лабораторная установка для измерения компрессионно-вакуумных процессов; БУ – блок управления; ПК – персональный компьютер; АД – асинхронный двигатель; ШД – шаговый двигатель; ДР – датчик разрежения; ДД – датчик давления; ДЧВ – датчик частоты вращения; ДТ – датчик тока; ДН – схема измерения напряжения

Управление скоростью позиционно-сканирующего механизма при исследовании процесса трения скольжения автоматизировано. Предусмотрено ручное юстирование зоны контакта. Частота вращения основного двигателя автоматически поддерживается на заданном значении независимо от нагрузки и скорости сканирования.

Формирование таблицы 1 осуществляется в ручном или в автоматическом режиме с предварительной установкой периода записи. Предусмотрена возможность экспорта данных в программу EXCEL с целью дальнейшей статистической обработки.

Таблица 1. Результаты исследований

№ пп	Об/мин	Давление	Разрежение	Ток	Напряжение	Мощность	Нагрузка	Координата	Температура	Время
0	100	255	255	2,55	60	153	0	-1	0	20:02:41
1	115,5	255	255	2,55	60	153	0	-0,91	0	20:02:59
2	132,03	255	255	2,55	60	153	0	-0,65	0	20:03:13
3	162	255	255	2,55	60	153	0	-0,45	0	20:03:23
4	187,83	255	255	2,55	60	153	0	-0,23	0	20:03:31
5	211,6	255	255	2,55	60	153	0	0,01	0	20:03:39
6	132,03	255	255	2,55	60	153	0	-0,65	0	20:03:43
7	162	255	255	2,55	60	153	0	-0,45	0	20:03:48
8	187,83	255	255	2,55	60	153	0	-0,23	0	20:03:52
9	211,6	255	255	2,55	60	153	0	0,01	0	20:03:59
10	132,03	255	255	2,55	60	153	0	-0,65	0	20:03:63
11	162	255	255	2,55	60	153	0	-0,45	0	20:04:28
12	187,83	255	255	2,55	60	153	0	-0,23	0	20:04:32

Графический интерфейс (рис. 6) программы дает возможность визуально наблюдать в реальном времени необходимые графические зависимости с сохранением изображений (рис. 7) в памяти ПК.

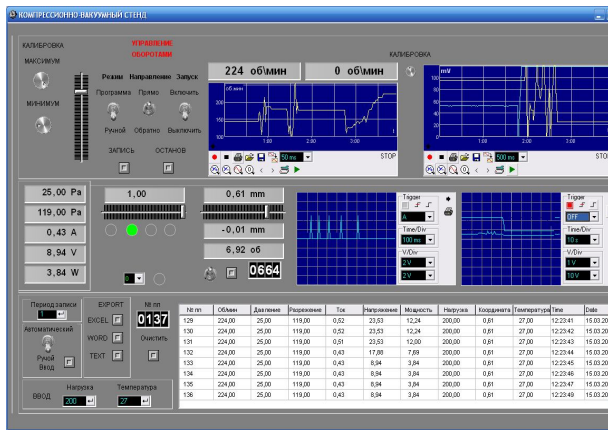


Рис. 6. Внешний вид графического интерфейса программного обеспечения

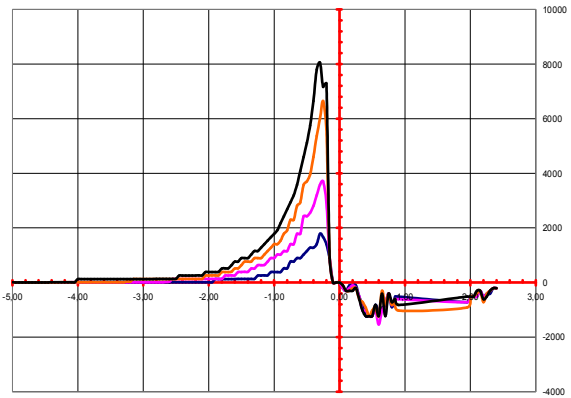


Рис. 7. Результаты экспорта и первичной обработки измеренных параметров

Графический интерфейс в совокупности с программными модулями математической обработки экспериментальных данных позволило создать наглядную, удобную и относительно простую автоматизированную систему регистрации параметров и управления режимами трения скольжения.

Выводы: Использование базовых аппаратных и программных модулей систем [3,4] с разработанными программными модулями математической обработки экспериментальных данных и формирования алгоритма управления позволило за короткое время и с минимальными финансовыми и аппаратными затратами спроектировать и создать эффективную автоматизированную измерительно-испытательную систему определения компрессионно-вакуумных составляющих процессов трения скольжения.

Разработанная и внедренная система значительно повысила производительность экспериментальных исследований трибологических свойств смазочных материалов, исключая влияние человеческого фактора (субъективное принятие решений оператором).

Графический интерфейс программного обеспечения позволяет формировать алгоритмы управления, визуальное наблюдение в реальном времени необходимых графических зависимостей.

Управляющий позиционно-сканирующий механизм обеспечивает равномерность износа деталей при трении, что повышает достоверность результатов исследований.

1. *Стельмах А.У* Возникновение контактных струйных течений в условиях граничной смазки и механизм их образования. –Деп. ГНТБ Украины 14.04.09, №20 – Ук2009. – 43 с.
2. Положительное решение №1514/ЗУ/11 от 14.01.2011 о выдаче декларационного патента на полезную модель «Прибор определения трибологических характеристик трения скольжения в условиях граничной смазки» авторов Стельмах А.У., Бондарь В.С. и др.
3. *Шмаров В.Н., Стельмах О.В.* Система активного контроля параметров энергосиловых установок. В сб. «Технологический системы», №4, Киев, 2008. – С. 17-20.
4. *Шмаров В.М., Стельмах О.В.* Апаратно-програмна інформаційно-вимірвальна система. В сб. «Технологический системы», №1, Киев, 2010. – С.88-90.

Статья надійшла до редакції 27.04.2013.