

УДК 629.7.058(043.2)

**А.В. Стельмах**

### **ПРОГРАМНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ**

*Рассматривается программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку и анализ результатов лабораторных испытаний товарных горюче-смазочных материалов для оценки их эксплуатационных свойств и создание базы данных.*

*Ключевые слова:* трибологические испытания, эксплуатационные свойства, программно-аппаратный комплекс.

*Рис. 3. Лит. 3.*

**О.В. Стельмах**

### **ПРОГРАМНО-АППАРАТНИЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛІННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ ТРИБОЛОГІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ**

*Розглядається програмно-апаратний комплекс, що забезпечує збір, обробку та аналіз результатів лабораторних випробувань товарних пально-мастильних матеріалів для оцінки їх експлуатаційних властивостей і створення бази даних.*

*Ключові слова:* трибологічні випробування, експлуатаційні властивості, програмно-апаратний комплекс.

**A. Stelmach**

### **HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX MANAGEMENT AND CONTROL PROCESS TRIBOLOGICAL TESTS**

*We consider hardware and software system that provides collection, processing and analysis of the results of laboratory tests commodity lubricants to assess their performance properties and create a database.*

*Keywords:* tribology testing, performance characteristics, hardware and software system.

**Постановка проблемы.** Применение новейших технологий при разработке горюче-смазочных материалов (ГСМ) приводит к значительному уменьшению износа деталей трибосистем с увеличением контактных нагрузок и нуждается в выполнении большого объема трибологических испытаний [1]. Для уменьшения погрешности испытаний и корректной оценки эффективности ГСМ необходима надежная, высокоточная контрольно-измерительная аппаратура, а также обеспечение высокой воспроизводимости условий их проведения [2]. Соответственно разработка новых средств и методов для повышения достоверности результатов трибоиспытаний актуальна как в научных, так и в прикладных аспектах.

Современный этап развития науки характеризуется переходом на качественно новый уровень исследований, который определяется широким использованием средств и методов сбора, анализа, обработки и передачи информации, а также формирования баз данных. Применение такого подхода освобождает исследователя от рутинной работы при поиске информации для решения поставленных задач [3, 4].

**Изложение основного материала статьи.** В настоящее время при разработке и проектировании автоматизированных систем используют модули программированных контроллеров ведущих производителей, таких как: Advantech, Action Instruments, Control Microsystems, National Instruments и других. Программируемые контроллеры имеют открытую архитектуру, широкую номенклатуру интеллектуальных модулей ввода/вывода, каналы связи с интерфейсами RS-232, RS-485, Ethernet, встроенные функции архивации. Современные контроллеры значительно расширяют возможности систем автоматизированного управления, так как могут обеспечить реализацию практически всех необходимых функций: сбора, обработки, хранения информации, контроля и управления технологическими процессами, индикации значений параметров, предупредительной и аварийной сигнализации и т.п.

Центральным элементом информационно-управляющей системы стает программное обеспечение, которое позволяет оперативно формировать разнообразные алгоритмы управления исполнительными устройствами и модулями сбора информации. На основе технологии SCADA-систем, таких как LabView, Trace Mode 5, Genesis32, InTouch7.1, Citect, iFix создают информационно-измерительные системы, системы диагностирования, идентификации, автоматические системы управления и др.

Несмотря на всю универсальность SCADA-систем использование программируемых контроллеров ведущих фирм экономически нецелесообразно. Так, при исследовании физических, химических и других свойств конструкционных и горюче-смазочных материалов в ходе

разработки и применения новых методик испытаний в научно-исследовательских лабораториях возникает необходимость автоматизации испытательной системы для корректной оценки триботехнических свойств материалов путем контроля и управления режимами с использованием методов математического моделирования на основе ряда исходных параметров.

Программно-аппаратный комплекс управления и контроля процесса трибологических испытаний является совокупностью базы данных и всего комплекса аппаратных, программных средств накопления, обработки а также хранения информации. Экспериментально полученные результаты, характеризующие эксплуатационные свойства тех или других ГСМ и присадок к ним, подлежат последующей обработке с применением современных приемов систематизации данных средствами вычислительной техники.

В состав программно-аппаратного комплекса входят (рис. 1):

- машина трения АСК-01 [5], в которую интегрированы датчики, модули первичной обработки информации, построенные по известному принципу работы и на основе аппаратных и программных модулей системы активного контроля параметров энергосиловых установок [6] и аппаратно-программной информационно-измерительной системы [7], исполнительные устройства, модули формирования сигналов для их управления;

- персональный компьютер со специализированным пакетом программ обработки, хранения, изменения и поиска экспериментально полученных данных, характеризующих эксплуатационные свойства тех или других ГСМ.

Специализированный программный пакет обеспечивает:

- управление исполнительными устройствами в ручном или в автоматическом режимах;

- обработку и визуальное отображение информации о процессах, протекающих при трении скольжения в испытуемом ГСМ;

- сохранение измерительной информации в электронном виде, создание базы данных, документальное оформление протоколов проведенных испытаний смазок.

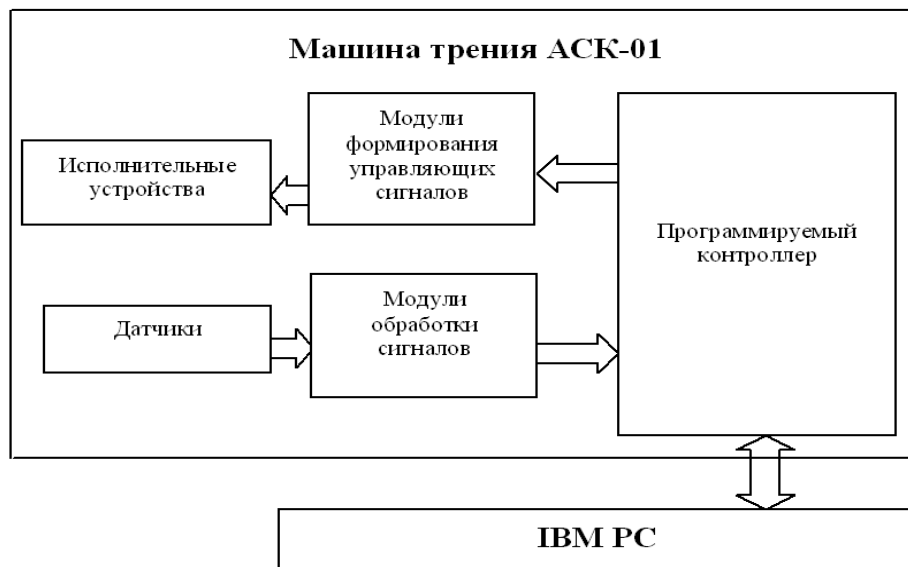


Рис. 1. Структурная схема программно-аппаратного комплекса

В данном комплексе реализуются следующие возможности программного обеспечения (рис.

2):

1. Управление, контроль и отображение рабочих параметров и режимов машины трения АСК-01:

- механические (частота оборотов вала, путь трения, скорость подачи испытуемого ГСМ, количество оборотов, контактные нагрузки, скорость нагрузки);

- системы охлаждения и нагрева ГСМ.

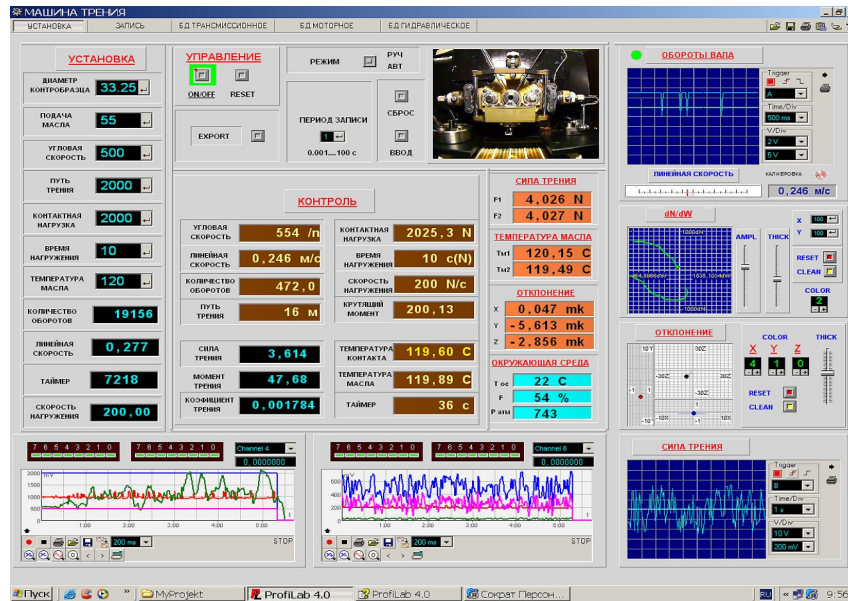
2. Отображение экспериментально определяемых и расчетных характеристик, а также параметров испытания ГСМ:

- температура ГСМ на входе и выходе из контакта;

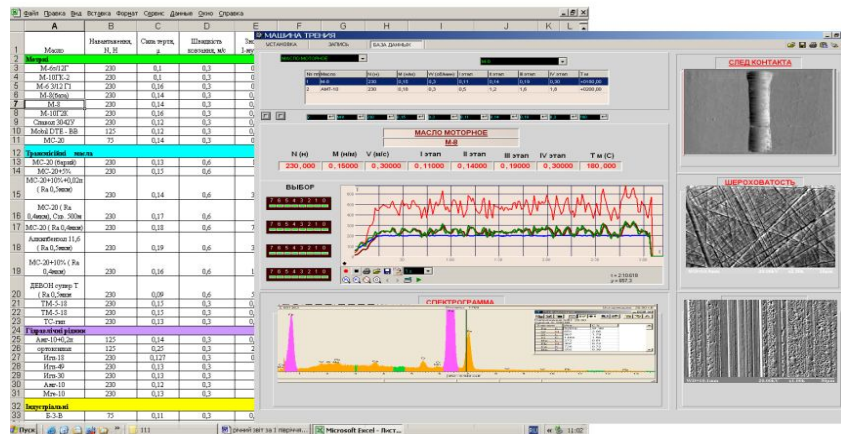
- сила трения, коэффициент трения и крутящий момент;

- радиально-осевое отклонение рабочей поверхности контробразца;
- параметры окружающей среды.

Графический интерфейс в совокупности с программными модулями математической обработки экспериментальных данных позволяют создать наглядную, удобную и относительно простую систему управления режимами трения скольжения и регистрации триботехнических параметров. Интерфейс программы обеспечивает возможность визуально наблюдать в реальном времени основные графические зависимости, в том числе силы трения, углы абсолютного отклонения контробразца относительно трехкоординатных осей, нагрузочные и скоростные характеристики. Специализированные подпро-граммы, отвечающие за проведение лабораторных испытаний в соответствии с предварительно разработанной и апробированной экспресс-методикой, дают возможность производить сравнительную оценку противоизносных и антифрикционных свойств ГСМ с учетом параметров шероховатости поверхностей трения.



**Рис. 2. Внешний вид графического интерфейса программы**



**Рис. 3. База данных триботехнических свойств ГСМ**

Программно-аппаратный комплекс управления и контроля процесса трибологических испытаний позволяет воспроизводить с высокой точностью процесс испытаний, а также возможность формировать электронный массив данных триботехнических характеристик ГСМ и присадок к ним (рис. 3.), что является предметом интереса предприятий разработчиков, производителей и потребителей товарных смазочных материалов.

**Выводы:**

1. Использование аппаратных и программных модулей систем [6,7] в машине трения АСК-01 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 эффективный, удобный и относительно простой программно-аппаратный комплекс управления и контроля процесса трибологических испытаний.

Комплекс обеспечивает возможность оптимизировать режимы трения скольжения и регистрацию триботехнических параметров ГСМ, исключая человеческий фактор (субъективное принятие решений) при проведении испытаний.

2. Интерфейс программного обеспечения позволяет формировать алгоритмы управления по заданным входным параметрам.

Визуальное наблюдение в реальном времени необходимых графических зависимостей, в том числе силы трения, крутящего момента, температуры в контакте, углов абсолютного отклонения контурбразца относительно горизонта, и др. разрешает проводить сравнительную оценку ГСМ при различных режимах испытаний.

3. Для проведения испытаний ГСМ на программно-аппаратном комплексе разработана и апробирована методика, разрешающая в лабораторных условиях исследовать моторные и трансмиссионные масла со штатными присадками.

Методика предусматривает получение сравнительных оценок противоизносных и антифрикционных свойств ГСМ с учетом конфигурации шероховатости рабочих поверхностей и дает возможность подобрать оптимальные компоненты трибосистем для повышения их ресурса и надежности.

4. Программно-аппаратный комплекс управления и контроля процесса трибологических испытаний в совокупности с лазерным сканирующим дифференциально-фазовым микроскопом-профилометром ЛДФСМП, растровым электронным микроскопом РЭМ-106И, а также многоступенчатыми методиками лабораторных испытаний обеспечивают формирование электронной базы данных триботехнических характеристик горюче-смазочных материалов и присадок к ним, что является предметом особого внимания предприятий, разработчиков, производителей и потребителей товарных смазочных материалов.

1. *Виппер А.Б., Виленкин А.В., Гейснер Д.А.* Зарубежные масла и присадки. - М.: Химия, 1981. – 192 с.
2. *Костюник Р. Е.* Информационно-испытательная трибологическая система со стабилизированными контактными напряжениями: Дис... канд. техн. наук: 05.02.04 / Национальный авиационный ун-т. – К., 2006. – 161л.: рис. - Библиогр.: С. 132-143.
3. *Голего Н. Л., Будя А. П., Коценко А.В., Натансон М.Е.* Особенности построения и реализации банка данных из трибологии// Проблемы трения и изнашивание. – 1989, вып. 36.
4. *Захаров З. М.* Задача компьютерной трибологии// Трение и износ. – 2002, том 23, № 3.
5. *Аксенов А.Ф., Стельмах А.У., Корбут Е.В., Костюник Р.Е., Сидоренко О.Ю., Шимчук С.П., Куцев А.В.* Патент на полезную модель №38141 «Прибор для сравнительной оценки противоизносных и антифрикционных свойств элементов трибосистем». Зарегистрировано в Государственном реестре патентов Украины на полезные модели 25.12.2008. Бюл. №24.
6. *Шмаров В.Н., Стельмах А.В.* Система активного контроля параметров энергосиловых установок. В сб. «Технологический системы», №4, Киев, 2008. – С. 17-20.
7. *Шмаров В.Н., Стельмах О.В.* Апаратно-програмна інформаційно-вимірвальна система. В сб. «Технологический системы», №1, Киев, 2010. – С.88-90.

Стаття надійшла до редакції 26.04.2013.