

УДК 681.327.8

**Шмаров В.Н., Стельмах А.В.**

Национальный авиационный университет. Украина, Киев

**СИСТЕМА АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ УСТАНОВОК****Анотація**

*Розглядається реалізація віртуального вимірювального інструменту для збору, обробки параметрів енергосилових установок, створення бази даних параметрів при різних режимах роботи для подальшого аналізу і розробки математичної моделі.*

**Abstract**

*The realization of the virtual measuring tool for the collecting and processing of the parameters of engine installations, creation a database of the parameters at a different operational modes for the further analysis and development of mathematical model is considered in this article.*

В условиях глобального энергетического кризиса и острого дефицита природных ресурсов проблема энергоресурсосбережения является чрезвычайно актуальной во всех промышленно-развитых странах, в том числе в народном хозяйстве Украины. Повышение эффективности энергосиловых установок (ЭСУ) путём оптимизации режимов их работы и снижения удельного расхода топлива — одно из наиболее перспективных направлений на пути достижения энергетической независимости государства.

Определение фактического состояния энергосиловых установок в любой момент эксплуатации и своевременное оперативное принятие необходимых мер по поддержанию технического состояния, которые обеспечивали бы высокие технико-экономические показатели, входят в круг важнейших задач диагностики и ремонта ЭСУ по состоянию.

Система функционального технического диагностирования [1] должна представлять комплекс, который находится в структурной и функциональной взаимосвязи с оборудованием и приборами, предназначенными для приема, обработки, хранения и выдачи информации о состоянии энергосиловой установки в любой момент времени без нарушения режима его эксплуатации.

Создание новой техники, методик и аппаратуры диагностирования связано с выполнением большого объема исследовательских работ и прежде всего экспериментальных. Для этого разрабатывается специализированная, уникальная измерительная аппаратура под конкретный тип изделия.

Сегодня при проектировании систем автоматического контроля и управления используют модули программируемых контроллеров ведущих фирм мира (ф. Advantech, ф. Action Instruments, ф. Control Microsystems ф. National Instruments и прочие). Программируемые контроллеры имеют открытую архитектуру, большую номенклатуру интеллектуальных модулей ввода-вывода, каналы связи с интерфейсами RS-232, RS-485, Ethernet и встроенные функции архивации.

Программируемые контроллеры могут обеспечить реализацию практически всех необходимых функций: сбор информации, ее обработку, хранение, и передачу на верхний уровень, контроль и управление технологическими процессами, индикацию значений параметров, предупредительную и аварийную сигнализацию и т.д.

Используя технологии современных SCADA-систем автоматического проектирования, таких как LabViem, Trace Mode 5, Genesis32, InTouch7.1, Citect, iFix, на базе программируемых контроллеров строят автоматические системы управления технологическими процессами промышленных предприятий [2].

**Актуальность работы**

На серийных и ремонтных промышленных предприятиях часто возникают задачи локального контроля и управления комплексными испытаниями сложных технических систем, где особое внимание уделяется контролю параметров энергосиловых установок на этапе стендовых предэксплуатационных испытаний.

Классическое решение поставленной задачи заключается в построении системы контроля на базе современной контрольно-измерительной аппаратуры предприятий "Овен", "Тера", "Микрол" и т.п., объединяя их в единую информационную структуру с цифровыми каналами. Другой подход основывается на создании систем с использованием программируемых контроллеров и SCADA-систем. Такие традиционные пути построения рассматриваемых информационных систем требуют значительных финансовых и материальных затрат, они не являются гибкими, чем ограничивается их широкое применение.

**Постановка задачи**

Авторами предложена современная альтернативная локальная цифровая система активного контроля параметров энергосиловых установок.

**Изложение основного материала**

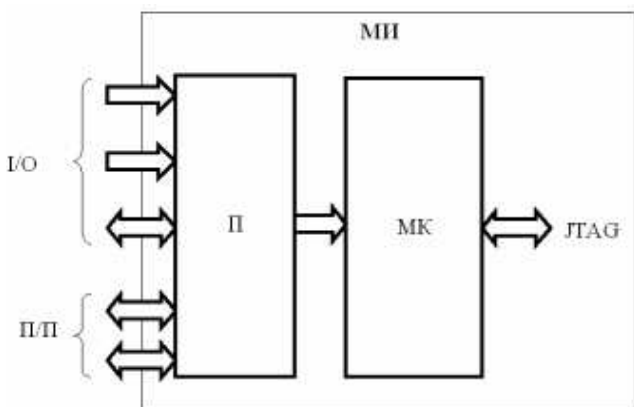
В результате интеграции на кристалле все большей вычислительной мощности традиционные 8-разрядные микроконтроллеры за последнее время приобрели качественно новые свойства и возможности. На кристалле рядом с микропроцессорным ядром интегрируются значительные объемы памяти разных типов – EEPROM, flash, SRAM, и широкий набор периферийных устройств – 16-разрядные таймеры, последовательные каналы типа UART, АЦП; поддерживается технология программирования, реализуются отладка и перепрограммирование системы на повышенных рабочих частотах микроконтроллеров. Значительное увеличение быстродействия микроконтроллеров удалось достичь благодаря использованию прогрессивной RISC-архитектуры, за счет чего выполнение большинства инструкций происходит за один машинный цикл. При этом следует отметить, что родственность технологического оснащения микроконтроллеров RISC-архитектуры с микроконтроллерами типа i8051 сохраняется [3].

Фирма Atmel – один из лидеров на рынке микроконтроллеров с расширенной RISC-архитектурой.

Для решения локальной организации системы активного контроля параметров энергосиловых установок, на основе микроконтроллера ATmega 128 ф. Atmel, нами разработан базовый модуль первичного сбора, обработки и передачи информации (МИ), максимально приближенный к функциональным возможностям программируемых контроллеров ведущих производителей мира.

Структурная схема базового модуля представлена на рис. 1.

Микроконтроллер ATmega 128 (МК) обеспечивает следующие основные параметры:



**Рис. 1.** Структурная схема модуля сбора и первичной обработки информации:

I/O – входные-выходные сигналы; П/П – два последовательных канала RS-232; П – преобразователи входных-выходных сигналов; МК – микроконтроллер ATmega 128; JTAG – технологический канал

- быстродействие – до 16 MIPS на частоте 16 МГц;
- объем памяти программ типа flash – 128 Кб;
- память данных типа EEPROM – 4 Кб;
- оперативную память типа SRAM – 4 Кб.

ATmega 128 содержит два 8-разрядных и два 16-разрядных таймера/счетчика, 8-канальный 10-разрядный АЦП (аналогово-цифровой преобразователь), двойной универсальный последовательный синхронный и асинхронный приемопередатчик (USART), имеет 53 программируемых линии ввода-вывода и средства программирования и отладки в системе, а также возможность самопрограммирования при пониженном энергопотреблении [4].

Микроконтроллер может управлять разными устройствами и принимать от них данные при минимальном количестве дополнительных узлов, так как большинство периферийных схем встроены непосредственно на кристалле микроконтроллера. Это разрешает уменьшить размеры конструкции и снизить потребление энергии от источника питания.

В модуле используется 8-канальный 10-разрядный АЦП последовательного приближения для обработки входных аналоговых сигналов. На таймерах/счетчиках реализована обработка частотных сигналов. Модуль разрешает обрабатывать 32 дискретных входных сигнала, или формировать до 32 управляющих команд согласно алгоритмам, запрограммированных в микроконтроллере, а также организовывать параллельную шину ввода-вывода.

Программирование и отладка алгоритмов производится через технологический канал JTAG.

Используя каналы RS-232, возможна реализация передачи данных и получения инструкций управления от внешних устройств.

Модуль разрешает организовывать синхронный интерфейс SPI, а также интерфейс I2C.

Применяя соответствующий математический аппарат микроконтроллеров, возможна организация систем с параллельной обработкой информации и обмена информации между модулями для расчетов и формирования управляющих сигналов.

**Реализация**

На основе разработанного модуля построен и реализован блок индикации (БИ) параметров двигателя внутреннего сгорания при его стендовых испытаниях. Структурная схема блока представлена на рис. 2.

В состав блока входят 3 модуля сбора информации (МИ1, МИ2, МИ3), модуль питания (МП) и плата индикации (ПИ).

Блок обрабатывает аналоговые и частотные сигналы датчиков системы охлаждения, системы

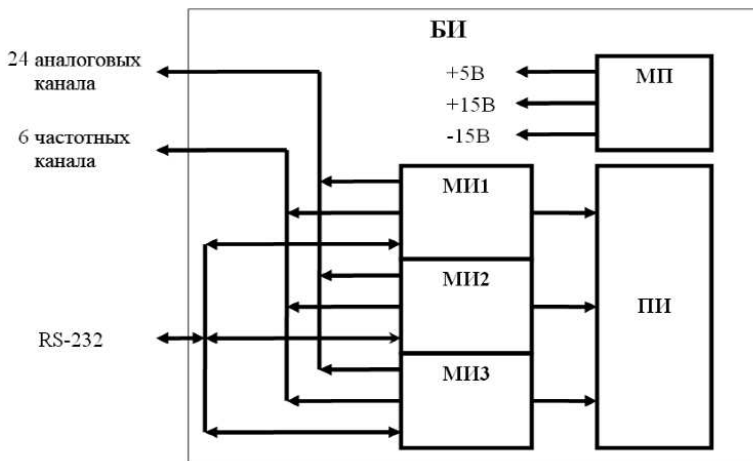


Рис. 2. Структурная схема блока индикации

смазки, топливной системы, температуры выхлопных газов, электрические параметры электрогенератора, климатические параметры окружающей среды, механические параметры крутильной машины (частота вращения, крутящий момент).

Математический аппарат микроконтроллеров позволяет организовать вычисление расчетных параметров двигателя, таких как:

- перепад давления между левым и правым блоками системы смазки;
- перепад температуры масла в системе смазка;
- перепад температур между левым и правым блоками системы охлаждения;
- перепад температур выхлопных газов между левым и правым блоками;
- неравномерность вращения коленчатого вала;
- удельный расход масла, топлива, расчет максимальной мощности двигателя.

Измерительные и расчетные показатели выводятся на панель индикации (ПИ).

Блок выдает информацию о текущем состоянии двигателя, магистралей испытательной станции и крутильной машины, а именно:

- температура охлаждающей жидкости на входе и выходе двигателя системы охлаждения;
- температура и давление масла на входе и выходе двигателя, его потери в системе смазки;
- температура топлива на входе, давление топлива после топливного насоса, расход топлива;
- механические характеристики (частота оборотов коленчатого вала, крутящий момент, мощность);
- электрические характеристики (ток генератора, напряжение);
- параметры окружающей среды (температура и влажность воздуха, атмосферное давление).

Внешний вид блока индикации (БИ) представлен на рис. 3.

Вычислительная среда блока построена по принципу параллельных вычислений. Обмен

информации между модулями организован в интерфейсе I2C.

Единый информационный канал (I2C) обеспечивает в реальном времени обмен параметрами между модулями, в которых сосредоточено выполнение того или другого типа задач. Параметры, которые используются, или получаются при решении одних задач, могут быть переданы в другие модули в удобном для пользователя виде без повторной обработки данных.

Такая система информационных связей позволяет существенно расширить круг решаемых задач путём разработки и создания качественно новых систем, аппаратно добавляя

модули, расширяя и используя информационную базу системы.

Используя каналы RS-232, возможна реализация передачи данных во внешние устройства.

### Выводы

Разработанный блок прошел апробацию на производстве и внедрен на одном из предприятий машиностроительного комплекса Украины.

Предложенная структура построения локальных систем контроля параметров энергосиловых установок, может использоваться в качестве виртуального инструмента для создания базы данных параметров ЭСУ на разных режимах работы, с оперативным анализом полученных результатов для решения задач по оптимизации режимов работы. Кроме того открывается перспектива для создания новых автоматизированных систем диагностирования и управления энергосиловыми установками нового поколения в ходе их разработки, на этапе приёмо-сдаточных испытаний после серийного изготовления и ремонта, а также во время их эксплуатации на борту.

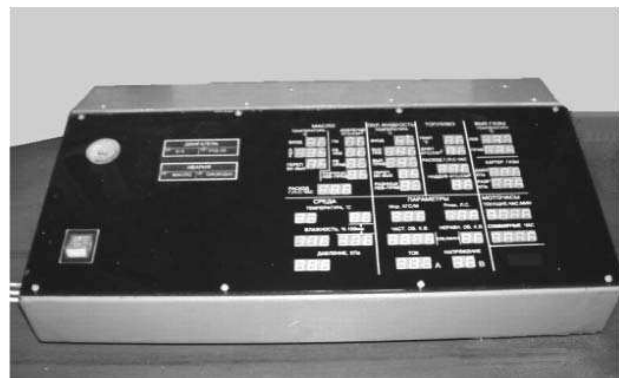


Рис. 3. Внешний вид блока индикации параметров двигателя внутреннего сгорания



Предлагаемая структура открывает перспективы для разработки аналогичных локальных систем контроля большого количества параметров, которые характеризуют состояние объектов различной степени сложности в реальном времени с возможностью их управления, а также контроль и управление технологическими процессами высокого уровня.

#### Литература

1. Э.А. Никитин, Л.В. Станиславский, Э.А. Улановский и др. Диагностирование дизелей — М.: Машиностроение, 1978.
2. [www.adastra.ru](http://www.adastra.ru).
3. [www.atmel.ru](http://www.atmel.ru).
4. А.В. Евстифеев. Микроконтролеры AVR семейства Mega — М.: Додэка-XXI, 2007.