

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДОМ ОБКАТКИ ДИЗЕЛЕЙ

Р.Р. Бабаян, А.Б. Осипов (ИПУ РАН)

Описана автоматизированная система управления стендом тестовых испытаний (обкатки) дизельных двигателей различных типов, поступающих на стенд после ремонта.

Ключевые слова: датчики, система управления, испытательный стенд, тестовые испытания.

На ОАО «Истинский машиностроительный завод» (Рязанская обл.), выпускающем главным образом путевые машины для нужд железнодорожного транспорта, обкатка дизельных двигателей, прошедших плановый ремонт, производится на специальном стенде, снабженном датчиками, измерительными приборами, имитаторами ходовой нагрузки и т.д. Многочисленность параметров работы дизеля и проверяемых режимов потребовали автоматизации процесса обкатки. Структурная схема модифицированного для этой цели стенда приведена на рис. 1

По технологическим соображениям на стенде нередко проводится обкатка двух двигателей разных типов одновременно, причем программа испытаний каждого из них, то есть один из нескольких списков последовательности действий по обкатке (табл. 1) может быть сдвинута по времени и реализована независимо от другой.

Оператор запускает на выполнение одну из программ, исходя из технологических соображений.

Управление двигателем (за исключением ручного первого пуска) осуществляет цифровое устройство управления (УУ), сигналы которого после преобразования в аналоговую форму и усиления подаются на управляющие элементы (дроссельные заслонки, генератор – имитатор нагрузки и др.), каждого испытуемого двигателя.

Для измерения и контроля служат как встроенные в тело двигателя, так и закрепленные снаружи датчики температуры, давления, числа оборотов и угла опережения впрыска, а также весы для определения массы расходуемого масла и топлива. Аналоговые сигналы с датчиков поступают на АЦП и затем обрабатываются управляющей программой компьютера.

Для измерения и контроля служат как встроенные в тело двигателя, так и закрепленные снаружи датчики температуры, давления, числа оборотов и угла опережения впрыска, а также весы для определения массы расходуемого масла и топлива. Аналоговые сигналы с датчиков поступают на АЦП и затем обрабатываются управляющей программой компьютера.

Табл.2 Соответствие каналов ЦАП и сигналов управления

| Канал ЦАП | Сигнал управления |
|-----------|--|
| 1 | Дроссельная заслонка 1-го дизеля |
| 2 | Дроссельная заслонка 2-го дизеля |
| 3 | Нагрузка на валу 1-го дизеля |
| 4 | Нагрузка на валу 2-го дизеля |
| 5 | Переключение патрубков измерительной системы расхода масла |
| 6 | Переключение патрубков измерительной системы расхода топлива |

Оператор, запустив программу испытаний, наблюдает на экране за изменениями параметров по ходу обкатки. Критические несоответствия выделяются цветом и звуковым сигналом. При наличии аварийной ситуации оператор имеет возможность остановить программу, в этом случае управление отключится и двигатель остановится.

Результаты регистрации данных в виде файла могут передаваться вместе с двигателем, также автоматически создается бумажный протокол.

В качестве ЦАПов в системе использована плата L-1208 (ЗАО L-Card), располагающаяся на шине ПК и имеющая восемь независимых каналов напряжения 0 ...10 В для выработки сигналов управления всеми исполнительными механизмами стенда (табл. 2)

Кроме ЦАПов на плате L-1208 имеются 16 каналов цифрового ввода/вывода, используемых для внутривстендового обмена данными между УУ и ПК.

Для оцифровки аналоговых параметров использована плата ЛА-1,5 РС1 производства ЗАО «Руднев-Шиляев», также располагающаяся на шине ПК и имеющая в своем составе 12-разрядный

АЦП, мультиплексор на 32 канала, входной усилитель с программируемым коэффициентом усиления, а также 16-канальный порт ввода/вывода.

В табл. 3 приведены измеряемые параметры, подлежащие оцифровке на плате АЦП, в расчете на один двигатель. Список параметров для второго двигателя аналогичен.

Устройство управления представляет собой отдельный блок, соединенный с датчиками и компьютером. Оно осуществляет: обработку измерительных сигналов, не подлежащих подаче на АЦП (импульсы датчиков числа оборотов и датчиков угла опережения впрыска), преобразование токовых сигналов с ряда датчиков в напряжение для последующей оцифровки и преобразование сигнала ШИМ с электронных весов в напряжение для последующей оцифровки.

В состав УУ входят: процессорный узел, внутренняя мультиплексированная шина данных, блок задания временных интервалов для обработки импульс-

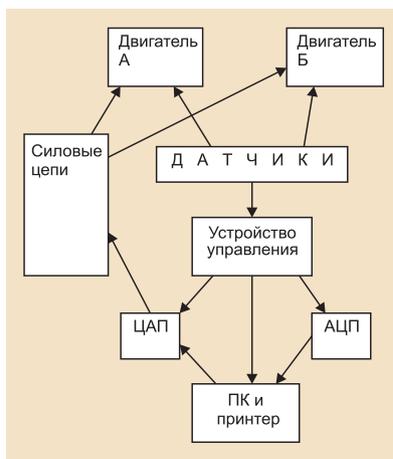


Рис. 1

Табл. 1. Пример программы испытаний двигателя

| Двигатель ЯМЗ-236 | | |
|-------------------------|---------------------------|----------------------|
| Временной интервал, мин | Скорость вращения, об/мин | Мощность на валу, Вт |
| 2 | 0...400 | 0 |
| 10 | 400 | 40 |
| 4 | 600 | 80 |
| 30 | 1200 | 150 |

Табл.3 Соответствие каналов АЦП и фактических параметров

| Номер канала АЦП | Обозначение сигнала | Измеряемый параметр |
|------------------|---------------------|--|
| 0 | W | Мощность на валу |
| 1 | PD1 | Давление масла главной магистрали |
| 2 | PD2 | Давление масла левого распредвала |
| 3 | PD3 | Давление масла правого распредвала |
| 4 | PD4 | Давление масла зарядного генератора |
| 5 | PD5 | Давление масла перед турбокомпрессором |
| 6 | PD6 | Давление наддува |
| 7 | TP1 | Температура воды на входе |
| 8 | TP2 | Температура воды на выходе левого блока |
| 9 | TP3 | Температура воды на выходе правого блока |
| 10 | TP4 | Температура масла на входе |
| 11 | TP5 | Температура масла на выходе |
| 12 | ТХК1U | Температура выхл. газов левого блока |
| 13 | ТХК2U | Температура выхл. газов правого блока |

ных сигналов, преобразователи ток – напряжение, реле для передачи сигналов на силовые устройства и блока питания

Основным элементом УУ является процессорный узел (выполнен на базе микроконтроллера AT89S8252), обеспечивающий временное распределение работ по обработке импульсных сигналов, а также управление шиной данных для обмена с компьютером. Специальная восьмиразрядная мультиплексированная шина

данных была разработана из-за недостаточной скорости обмена по каналу RS-232. Шина состоит из двунаправленных буферных схем, управляемых микроконтроллером. На стороне ПК работа с данным каналом передачи осуществляется программно с помощью двухбайтовых регистров ввода/вывода, размещенных на платах ЦАП и АЦП.

Схема обработки импульсных сигналов в составе УУ основана на заполнении измеряемого временного интервала (интервала между импульсами фотодатчика на валу) калиброванными импульсами с последующим их подсчетом. Схема позволяет с требуемой точностью измерять как скорость вращения вала, так и угол опережения впрыска топлива. И то, и другое значение (для обоих двигателей) передается в цифровом виде по шине данных в ПК и обрабатываются программой обслуживания.

Для управления силовыми устройствами стенда использованы электромагнитные реле. Обмотки реле через усилители тока на транзисторах управляются непосредственно линиями ввода/вывода микроконтроллера. Рабочие контакты реле приводят в действие двигатели управления дроссельными заслонками, пускатели генераторов нагрузки на валу и т.д.

Программное обеспечение стенда включает:

- программу интерфейса оператора, функционирующую под управлением ОС Windows XP. Программа

выполняет алгоритмы испытаний, обеспечивая управляемый выход двигателей на нужные режимы и автоматически поддерживая заданные параметры, а также осуществляет протоколирование стендовых испытаний.

- программа обслуживания устройства управления, также работающая под ОС Windows на ПК. Эта программа предназначена в основном для связи программы интерфейса с программой УУ. Работает программа как отдельный сервис для независимости работы с устройствами от действий ОС.

- программа микроконтроллера, записанная во флэш-память микросхемы. Ее назначение – обработка импульсных сигналов, передача результатов в основную программу, а также выполнение команд основной программы, получаемых из ПК.

С целью обеспечения взаимодействия между тремя программами обслуживания стенда была разработана система команд, которая в статье не рассматривается.

Для отладки аппаратуры и ПО был изготовлен имитатор двигателя – устройство, порождающее импульсные сигналы и сигналы постоянного напряжения в диапазонах, соответствующих рабочим диапазонам сигналов датчи-

ков, окружающих двигатель.

Имитатор выдает три импульсных сигнала, а также имеет по одному псевдодатчику трех типов: токового, реостатного и напряжения. Структурная схема имитатора приведена на рис.2

Плата имитатора предназначена для выдачи следующих испытательных сигналов:

- напряжения 0 ...4 В (датчик напряжения – термомпары, а также показания ваттметра);
- напряжения 0 ...4 В (датчик “тока” – датчики давления);
- сопротивления 60 ...120 Ом (датчик реостатный – датчики температуры);
- последовательности импульсов нарезки (импульсы прорезей диска на валу 180 ед.);
- последовательности опорных импульсов (одна большая прорезь);
- последовательности импульсов впрыска.

Выводы

Разработанная система управления позволила уменьшить время подготовки стенда к испытаниям, упростить его обслуживание, увеличить точность параметров испытаний за счет их автоматического поддержания, предоставить оператору возможность мониторинга процесса путем вывода на экран ПК текущих параметров, автоматизировать составление протоколов испытаний.

Авторы выражают благодарность И.М. Адамовичу, без участия которого данная разработка не могла бы состояться.

Осипов Андрей Борисович – научный сотрудник, Бабаян Роберт Рубенович – д-р техн. наук, заведующий лабораторией Института проблем управления РАН. Контактный телефон (495) 334-76-91.

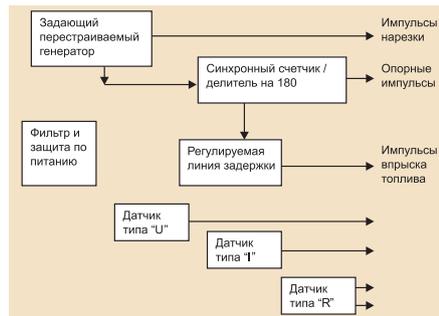


Рис.2