

Практикум

Стенд для испытания дизельных двигателей

*Илья ГЛАН,
начальник инженерно-технического отдела ОВЕН*

Ни одно крупное предприятие не выпустит в эксплуатацию двигатель после капитального ремонта без стендовых испытаний, позволяющих оценить качество ремонта двигателя и соответствие параметров, установленных нормативами. Компания ОВЕН оснастила контрольно-измерительными приборами собственного производства испытательный стенд для дизельных двигателей, работа которого наверняка заинтересует тех, кто занимается эксплуатацией и ремонтом дизелей.

После капитального ремонта дизельный двигатель (ДД) должен пройти испытания на стенде. Испытания проводятся за зависящей от типа двигателя программе, включающей работу двигателя на различных оборотах и с разной нагрузкой в течение заданных периодов времени. Стенд обкатки двигателей обеспечивает подачу топлива с измерением его количества, подачу охлаждающей жидкости с измерением её температуры, отвод выхлопных газов, а также создание регулируемой нагрузки на валу двигателя. Сигналы с датчиков при измерении температуры и давления подаются на измерительные приборы, отображаются на мониторе и заносятся в базу данных испытаний, хранящуюся в ПК. Схема управления испытательным стендом для дизельных двигателей показана на рис. 1.

Программно-аппаратный комплекс стенда обеспечивает поддержание, измерение и регистрацию следующих параметров дизельного двигателя:

- число оборотов коленвала двигателя при холодной обкатке двигателя;
- число оборотов коленвала двигателя при горячей обкатке двигателя;
- величину нагрузки, создаваемой электродвигателем;
- угол опережения впрыска топлива;
- измерение температуры в семи точках;
- измерение давления в шести точках;
- измерение массового расхода топлива.

Измерение и поддержание оборотов при холодной обкатке двигателя

В режиме холодной обкатки двигатель подключается к электромотору, вращающему коленвал ДД. Частота и время вращения задаются в зависимости от типа двигателя. Управление электромотором осуществляется при помощи частотного преобразователя, подключенного к выходу ПИД-регулятора ТРМ101-УР(1), на его вход подаётся сигнал 0...1 В, пропорциональный числу оборотов. Необходимую частоту вращения вала двигателя задают с управляющего компьютера, с выхода которого по сети RS-485 подаётся уставка для ПИД-регулятора.

Для измерения частоты вращения вала двигателя и определения угла его поворота относительно мёртвой точки на валу электродвигателя, связанного с валом испытываемого двига-

теля, установлен диск, в котором выполнены 180 прорезей через каждые два градуса, одна из прорезей длиннее всех остальных. Регистрация импульсов осуществляется двумя фотодатчиками, один из них вырабатывает 180 импульсов на оборот, а другой – один импульс. Диск ориентируют таким образом, чтобы положение длинной прорези соответствовало верхней мёртвой точке первого цилиндра.

Измерение и поддержание оборотов при горячей обкатке ДД

При горячей обкатке, проводимой на разных оборотах и с разной нагрузкой, ДД работает самостоятельно, а связанный с ним электродвигатель служит нагрузкой. Привод регулятора подачи топлива двигателя подключен к реверсивному электродвигателю, управляемому ПИД-регулятором ОВЕН ТРМ151. Уставку (количество оборотов, которые необходимо поддерживать) ТРМ151 получает от компьютера. Информация о текущих оборотах двигателя поступает на ТРМ151 от преобразователя частота-ток, на чей вход заведён сигнал от фотодатчика, срабатывающего при прохождении верхней мёртвой точки. Регулирование нагрузки на валу осуществляется управлением тока возбуждения электродвигателя, соответствующая обмотка которого подключена к частотному преобразователю, связанному с выходом ТРМ101-УР(2). На вход регулятора подаётся сигнал с электронного ваттметра РФЗ, имеющего выход 0...5 В. Для согласования его с входом ТРМ101 (0...1 В) стоит делитель напряжения 1/5. Информация о поддерживаемой мощности нагрузки задаётся с управляющего компьютера по сети RS-485.

Измерение угла опережения впрыска топлива

Измерение угла опережения впрыска топлива осуществляется с помощью прибора ОВЕН СИ8, работающего совместно с триггером. С поступлением сигнала начала впрыска начинается счёт импульсов фотодатчика, посылающего их через каждые два градуса поворота вала двигателя. При поступлении сигнала со второго датчика (ВМТ) счёт прекращается. Удваивая количество посчитанных импульсов, получаем величину угла опережения впрыска.

Измерение давления и температуры в топливной системе

Для измерения давления применяется регулятор ОВЕН ТРМ138, к входам шести каналов которого подключены датчики давления. Для согласования выхода датчиков (0...5 В) с входом ТРМ138 (0...1 В) используются делители 1/5. Температура в топливной системе измеряется датчиками температуры типа ТСМ50, подключёнными к семи каналам второго терморегулятора ТРМ138. Все данные протоколируются на компьютере.

Измерение массового расхода топлива

Массовый расход топлива определяется в измерительной ёмкости, откуда топливо подаётся в двигатель в течение заданного промежутка времени. Измерение проводится при максимальных оборотах и максимальной нагрузке. Измерительная

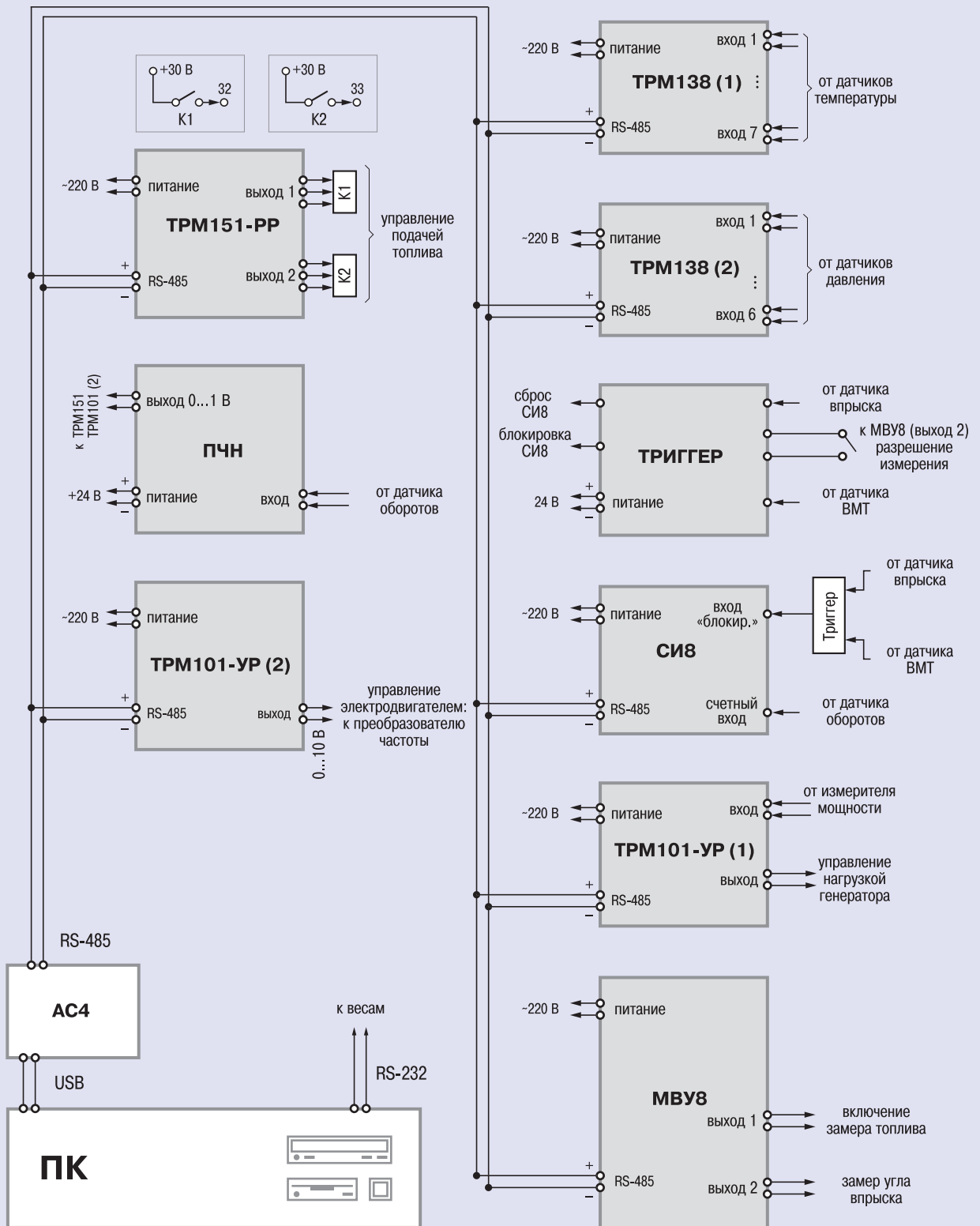


Рис. 1. Схема управления испытательным стендом

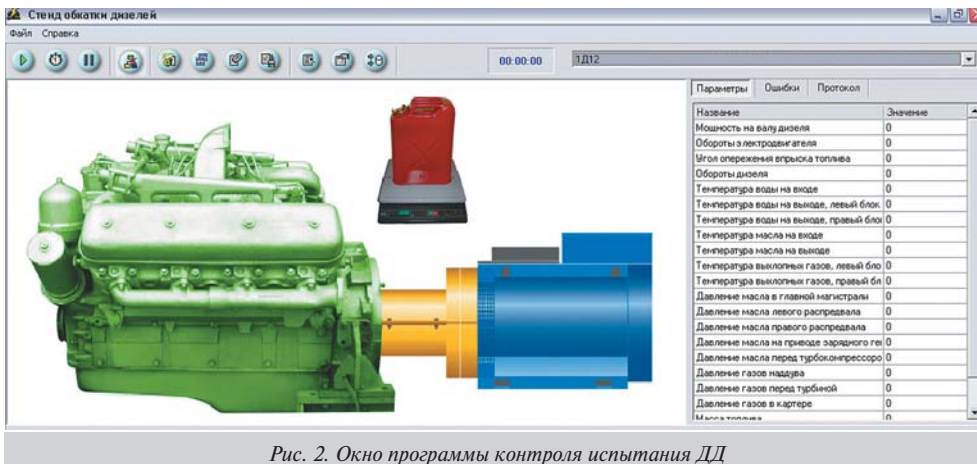


Рис. 2. Окно программы контроля испытания ДД

ёмкость находится на электронных весах, сигнал с них поступает на управляющий компьютер через отдельный COM-порт. Управляющая программа опрашивает весы через интерфейс RS-232 в соответствии с протоколом обмена, предоставляемым производителем весов. Время измерения задаётся таймером ОВЕН УТ24, запускаемым сигналом с управляющего компьютера и поступающим по сети RS-485 через один из каналов модуля вывода ОВЕН МВУ8.

Перед началом измерения двигатель питается от основного топливного бака, измерительная ёмкость также наполнена топливом. Управляющая программа опрашивает весы, фиксирует полученную величину и запускает таймер. При этом питание двигателя с помощью управляемых клапанов переводится с основного топливного бака на измерительную ёмкость. Таймер отсчитывает время работы двигателя (5 мин), пока топливо подаётся из измерительной ёмкости. По истечении этого времени производится обратное переключение подачи топлива с измерительной ёмкости на основной бак. Управляющая программа снова опрашивает весы и фиксирует новую величину. Изменение массы между первым и вторым измерениями даёт величину массового расхода топлива.

Программная часть комплекса

Программный комплекс стенда состоит из трёх модулей:

- модуля управления алгоритмами испытаний;
- модуля отображения хода процесса испытаний;
- модуля отображения архивных данных.

Модуль управления алгоритмами испытаний позволяет создавать и модифицировать алгоритмы проведения испытания дизельных двигателей любых типов. Каждый алгоритм включает в себя три режима: холодная обкатка, горячая обкатка, измерение массового расхода топлива, любой из них может быть исключён из алгоритма. Каждый режим содержит один или несколько этапов, в которых задаются: продолжительность работы, обороты, мощность на валу двигателя. Каждый алгоритм имеет следующие атрибуты:

- название;
- тип дизеля;
- дата создания;
- дата последней модификации;
- примечания.

Количество алгоритмов испытаний, созданных при помощи модуля, не ограничено. Алгоритмы хранятся в базе данных и используются для проведения автоматического испытания двигателей.

С помощью модуля отображения хода процесса испытаний определяются и отображаются в режиме реального времени параметры двигателя – обороты, нагрузка на валу, угол опережения впрыска топлива, а также температура и давление во всех точках измерения. При приближении текущей величины параметра к верхней границе допустимого значения цвет цифр в окне меняется на красный. Кроме того, по окончании измерений определяется и фиксируется массовый расход топлива.

При запуске программы на экран выводится меню, позволяющее выбрать тип двигателя, который будет испытываться (рис. 2). После выбора оператором типа двигателя на экран выводится его схема в виде анимационной картинке и отображаются текущие параметры. После того, как оператор выберет режим «ИСПЫТАНИЕ», программа переходит в автоматический режим и следует выбранному алгоритму.

При работе в ручном режиме параметры могут быть записаны в протокол по команде оператора. Программа формирует файл архива и заносит в него данные о режимах испытаний. Архив содержит данные о типе двигателя и дате испытаний. В автоматическом режиме параметры двигателя записываются в архив один раз на каждом этапе испытаний, а в ручном режиме запись производится при каждом нажатии кнопки записи. При необходимости автоматический режим управления может быть прерван на время до 30 минут переходом в режим «ПАУЗА». Управление двигателем при этом производится вручную. При выходе из режима «ПАУЗА» программа отрабатывает сначала тот этап испытаний, на котором автоматический режим был остановлен, а затем работает до полного завершения. Если перерыв в автоматическом режиме превысил 30 минут, испытания необходимо начать сначала. По завершении обкатки двигателя программа (по запросу оператора) может выдать отчёт по его параметрам.

Модуль отображения архивных данных предоставляет доступ к данным испытаний, проводившимся ранее, и позволяет получать их распечатки в виде таблицы, содержащей данные по всем этапам обкатки двигателя.

Модуль отображения архивных данных предоставляет доступ к данным испытаний, проводившимся ранее, и позволяет получать их распечатки в виде таблицы, содержащей данные по всем этапам обкатки двигателя.

От редакции. На момент создания проекта компания ОВЕН ещё только заканчивала разработку программируемых логических контроллеров (ПЛК), поэтому при автоматизации стенда было использовано большое число приборов. Сегодня подобный стенд может быть выполнен на основе ОВЕН ПЛК100 или ПЛК150, а также модулей МДВВ. Такое решение сокращает число приборов, а задачи, связанные со счётном импульсом и запуском измерения массового расхода топлива, реализуются одним контроллером – ПЛК. ■