

боты современного предприятия.

НПО «Турботехника» доказала на своем примере, что одним из основных инструментов создания, работы и развития современного конкурентоспособного производства являются информационные технологии, объединяющие в единую систему все структуры предприятия и этапы жизненного цикла изделия (финансы, управление, производство, систему качества, разработки, проектирование, производство, испытания, систему безопасности и др.).

О состоятельности такого подхода говорят среди прочего многочисленные партнерские отношения со всеми ведущими моторными заводами России, производителями СНГ и дальнего зарубежья.

Литература

1. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. М.: ДМК Пресс, 2010, 464с.
2. Лямцев Б. Ф., Микеров Л. Б. Турбокомпрессоры для наддува двигателей внутреннего сгорания. Теория, конструкция и расчет: Учебное пособие. Ярослав. гос. техн. ун-т. Ярославль, 1995, 25с.
3. Митрохин В. Т. Выбор и расчет центростремительной турбины на стационарных и переходных режимах. М.: Машиностроение, 1974, 228с.
4. Степанов Г. Ю. Основы теории лопаточных машин, комбинированных и газотурбинных двигателей. М.: Машгиз, 1958, 350с.
5. Каминский В.Н., Каминский Р.В., Сибиряков С.В., Костюков Е.А. и др. Разработка системы наддува двигателя Д-245 EURO-4 Минского моторного завода с использованием IT-технологий. Сб. трудов «VII Международная научно-практическая конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и производстве» под ред. Ю.А.Романенко, Н.А.Анисинкиной, О.А.Солошенко, Протвино, 2013, 892 с., с.860-863
6. Каминский В.Н., Григоров И.Н., Каминский Р.В., Сибиряков С.В. и др. Разработка системы двухступенчатого наддува для двигателей КАМАЗ EURO-5. Известия МГТУ «МАМИ» №2 (14), 2012, т. 1, М. с.126-132.
7. Каминский В.Н., Каминский Р.В., Лазарев А. В., Ковальцов И.В. и др. Создание стендов для контрольно-исследовательских испытаний турбокомпрессоров. Известия МГТУ «МАМИ» №2 (14), 2012, т. 1, М. с.143-149.

Программное и аппаратное обеспечение системы автоматизированного контроля параметров турбокомпрессоров

Каминский Р.В., Ковальцов И.В., Корнеев С.А.
Университет машиностроения, НПО «Турботехника»
turbo@kamturbo.ru

Аннотация. Описывается процесс создания программного обеспечения для стенда контрольно-исследовательских испытаний турбокомпрессоров. Рассматривается работа с контроллером и подключенными к нему цифровыми устройствами через программное обеспечение CoDeSys V2.3 и работа с сенсорной панелью через программу «Конфигуратор СП200».

Ключевые слова: стенд контрольно-исследовательских испытаний турбокомпрессоров, программное обеспечение, сенсорная панель, контроллер, горячие газы, топливно-воздушные смеси (ТВС)

В НПО «Турботехника» в настоящее время в соответствии с Государственным контрактом создаются специализированные стенды для контрольных и исследовательских испытаний турбокомпрессоров [1], [2]. Уникальность этих стендов состоит в том, что с их помощью появляется возможность проводить как контрольные, так и доводочные и исследовательские испытания агрегатов наддува дизельных двигателей различных размерностей и

назначений.

Одним из первых создавался стенд для испытаний турбокомпрессоров дизельных двигателей мощностью до 300 л.с. На базе этой работы проводилось проектирование и создание стендов для турбокомпрессоров других размерностей и мощностей.

В данной работе описаны процессы создания программного обеспечения и систем аппаратного комплекса управления процессами контрольно-исследовательского испытательного стенда.

Целью создания программного обеспечения являлась разработка пакета программ, позволяющих произвести автоматизированный сбор данных, характеризующих процесс работы турбокомпрессоров, необходимых для оценки их эксплуатационных характеристик. В этот пакет входят алгоритмы работы контроллера и сенсорной панели.

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Установка и настройка среды CoDeSys для работы с контроллером ОВЕН ПЛК154 (рисунок 1). Сюда входит установка среды разработки и создание соединения с контроллером, запись в него тривиальной программы.
2. Настройка конфигурации под конкретные цифровые устройства. Для того чтобы контроллер мог получать данные от различных измерительных и управляющих приборов по сети RS 485, необходимо сконфигурировать все приборы в установленном порядке. Назначение ID и времени опроса.
3. Установка и настройка приложения Конфигуратор СП200 для работы с сенсорной панелью ОВЕН СП270 (рисунок 2). Сюда входит установка программы, настройка соединения панели сначала с компьютером (RS232), потом с контроллером (RS485).
4. Программирование логического контроллера ПЛК 154 и сенсорной панели СП270. Пишется алгоритм работы контроллера, создаются экраны панели, устанавливается взаимосвязь панели и контроллера (кнопка включения испытаний, экран ошибок, показания датчиков, таймер испытания и т.д.).
5. Обмен данными с сервером. Необходимые данные отправляются по Ethernet на сервер для дальнейшего отображения на компьютере испытателя.

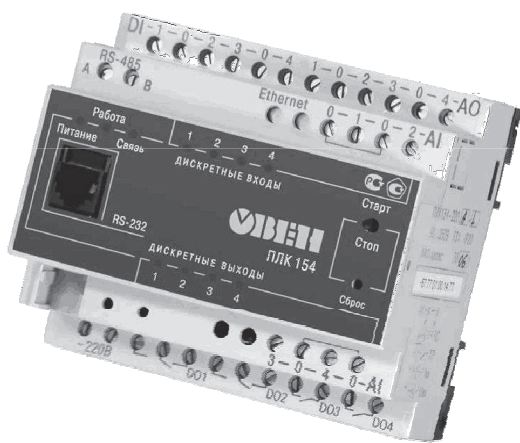


Рисунок 1. Контроллер



Рисунок 2. Сенсорная панель

Технологическим процессом управляет программируемый логический контроллер, который постоянно собирает с датчиков всю необходимую информацию. Программируемый логический контроллер [5] используется для автоматизации технологических процессов. Для программирования контроллера используется среда разработки CoDeSys V2.3. Основным языком программирования - язык ST (Structured text). Программирование контроллера в первую очередь отличается от стандартного программирования тем, что написанный код будет выполняться в бесконечном цикле.

Управление реле стенда происходит за счет модулей дискретного ввода/вывода. Он имеет 12 входов и 8 выходов. Каждый из них имеет значение либо true, либо false.

Было выбрано два способа управления процессом испытаний: сенсорная панель (рису-

нок 2) и шкаф управления (рисунок 3). Сенсорная панель и пульт управления управляют одними и теми же процессами. У панели есть два типа экранов - сервисные и стандартные. В стандартном режиме оператор имеет возможность следить за всем процессом испытания, а в сервисном еще и полностью им управлять. Специальный экран предупреждений и ошибок, описывающий их и предлагающий пути решения, расположен на специальном мониторе.

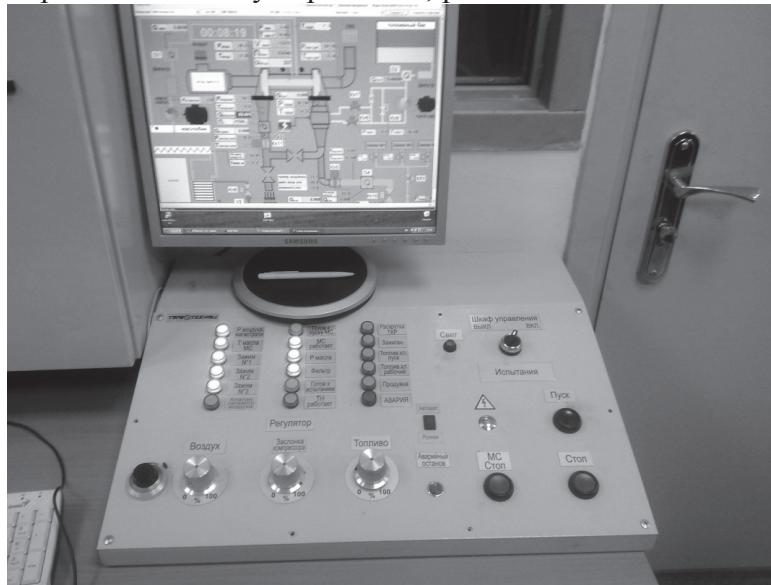


Рисунок 3. Пульт управления

На пульт управления выведены все органы управления, необходимые для проведения испытания. Оператор сенсорной панели предпочитает пульт управления, т.к. для него это проще и привычнее. [4]. В мире управление подобными испытаниями осуществляется только с помощью сенсорных панелей, к чему в дальнейших работах будем стремиться и мы.

Измерительное оборудование, используемое на стенде:

- измерители пропорциональные (ПИД) и регуляторы ТРМ210 предназначены для измерения и автоматического регулирования температуры по ПИД-закону;
- измерители-регуляторы одноканальные ТРМ201 предназначены для измерения и автоматического регулирования температуры по двухпозиционному (релейному) закону;
- СИЗ0 универсальный счетчик, предназначенный для подсчета количества поступающих на его входы импульсов как в прямом, так и в обратном направлении и перевода его (количества) в физическую величину.

Все оборудование «общается» между собой по протоколу Modbus.

Конфигуратор СП200 позволяет создавать экраны для сенсорной панели. Обладает огромным количеством предустановленных изображений. Кнопки, клапана, тахометры, градусники и многое другое. Это значительно упрощает работу с ней, так как анимация в большинстве элементов уже присутствует. Остается только осуществить привязку к необходимым регистрам.

Дискретные и аналоговые выходы подключены к контроллеру. С их помощью осуществляется все управление техническим процессом. Сенсорная панель подключена к контроллеру и визуализирует его текущее состояние, предоставляя управление. Компьютер по Ethernet подключен к серверу, сервер подключен к АРМу (Автоматизированное рабочее место). АРМ визуализирует процесс испытания, позволяет сохранять результаты, рисовать графики испытаний.

Задача управления оборудованием стенда, которая подразумевает создание условия стабилизации определенных параметров на время, необходимое для сохранения данных в подобных системах, связана с реальными проблемами. Применение прямооточной камеры предполагает внимательный подход к процессу подготовки топливно-воздушной смеси (ТВС). Рисунок 4 показывает распределение области устойчивого горения прямооточной камеры. Границы области определяются коэффициентом избытка воздуха λ . Коэффициент из-

бытка воздуха в значительной степени влияет на температуру продуктов сгорания. Первая задача создания условий проведения испытаний ТКР - удерживать значение λ в границах области устойчивого горения, чтобы избежать срыва пламени в камере.

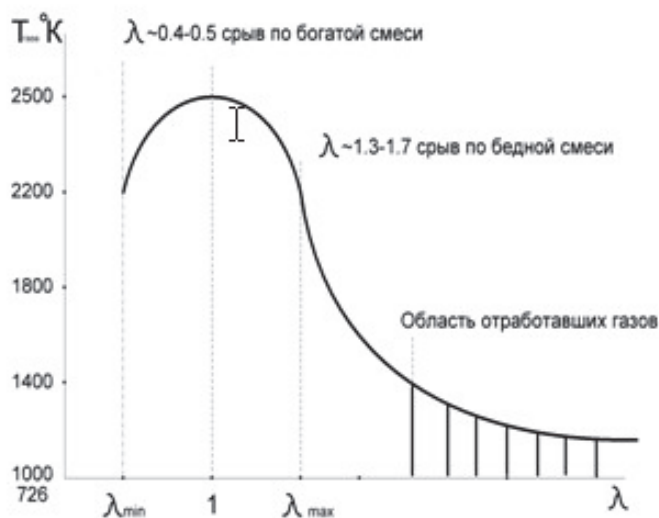


Рисунок 4

Процесс формирования горячих газов в определенном температурном диапазоне обусловлен конструкцией камеры сгорания, в которой только часть поступающего воздуха, примерно 30%, участвует в процессе горения, остальная часть идет на охлаждение самой камеры и подвод воздуха в зону смешения с продуктами горения для резкого обеднения смеси с целью локализации пламени в определенной области и охлаждения газов на выходе камеры. Вторая задача создания условий проведения испытаний ТКР - стабилизация температуры горячих газов на выходе камеры в соответствии с ТУ на проведение испытания ТКР.

Объем горячих газов зависит как от количества подаваемого в камеру сгорания топлива, так и от количества подаваемого воздуха, что, безусловно, влияет на обороты ротора ТКР. Третья задача создания условий проведения испытаний ТКР - стабилизация оборотов ротора.

Сложность процесса управления стендом испытания ТКР заключается в том, что решение каждой из этих локальных задач приводит к изменению условий для решения предыдущих (рисунок 5).

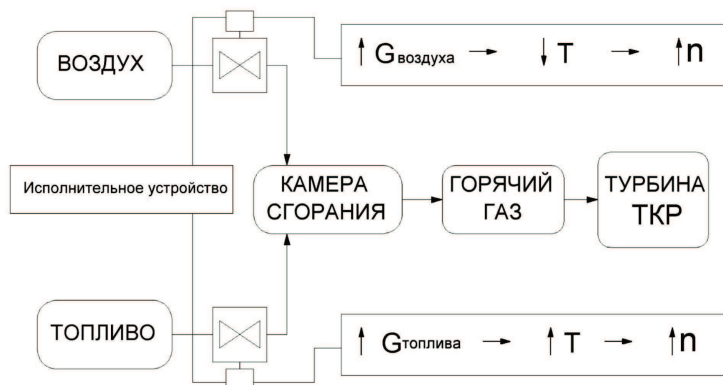


Рисунок 5

Другими словами, изменяя обороты ротора ТКР посредством изменения расхода воздуха в камеру сгорания, изменяется и температура горячих газов, что недопустимо в процессе испытаний. Если предположить, что мы привели систему в уравновешенное состояние, то есть обороты заданы и поддерживаются с определенной точностью, температура постоянна и соответствует норме технических условий, то при ограничении расхода воздуха для задания режима компрессора баланс системы нарушается, что приводит к смещению оборотов ротора и температуры газов (рисунок 6).

Четвертая задача создания условий для испытания ТКР - это решить три задачи в комплексе.

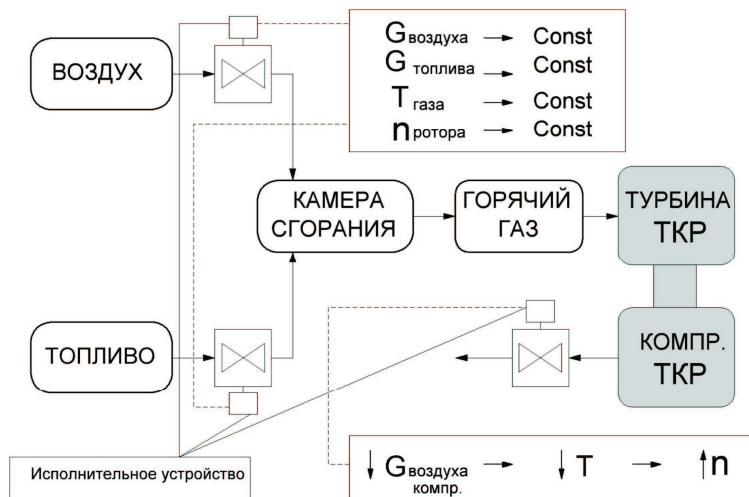


Рисунок 6

В подобных условиях обойтись ручным управлением не представляется возможным, поскольку затраты времени на последовательное регулирование очень значительны. Нельзя забывать, что процесс испытания не должен быть длительным, поскольку связан с расходом энергоресурсов, что экономически не выгодно, особенно при испытании ТКР с большими диаметрами колес. Задачу регулирования можно решить, охватив систему обратными связями, имея необходимые сигналы, аппаратную и программную поддержку. Необходимые сигналы задаются техническим заданием и стандартами на проведение испытаний - это сигналы температуры газов и оборотов ротора, при условии, что сигнал оборотов ротора снимается непосредственно с ротора любым из доступных способов, именно такой сигнал можно использовать в качестве сигнала обратной связи (рисунок 7).

Все вышесказанное, плюс развитая система взаимосвязанного технологического оборудования, требует применения современных средств управления, контроля, диагностики и визуализации процесса испытания. Задача непростая и может быть решена только с помощью системного подхода к выбору средств автоматизации, способов и законов регулирования, исполнительных устройств, средств измерения.

Предъявление высоких требований к выпускаемой продукции задает уровень требований к вопросам выбора средств автоматизации для управления процессом испытания по функциональности и производительности компонентов.

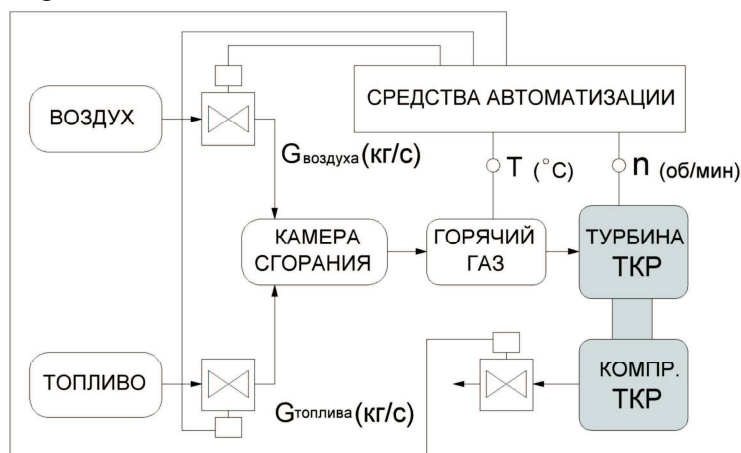


Рисунок 7

Требования к функциональности обусловлено применением различного электрооборудования с различными типами и видами сигналов, связанных с измерениями, контролем,

управлением.

Требования к производительности обусловлено количеством применяемого оборудования, скоростью управления и точностью измерения. Значительное число сигналов измерения и управляющих сигналов заставляет выбирать компактные, высокоскоростные системы, не требующие организации большого пространства для их размещения в шкафу управления.

Особое внимание уделяется гибкости и расширяемости системы, которая дает возможность изменять функциональность применения дополнительного оборудования, наращивая аппаратную часть, используя, например, средства удаленного ввода/вывода (рисунок 8).

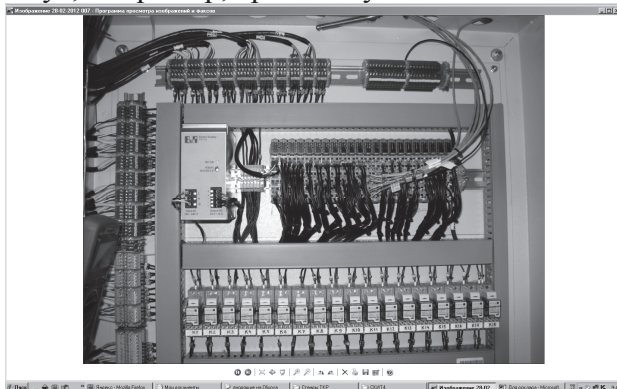


Рисунок 8

В результате проделанной работы стенд контрольно-исследовательских испытаний был запущен в эксплуатацию.

Создана база для оснащения всех стендов, изготавливаемых по Государственному контракту, современной вычислительной техникой и необходимым программным обеспечением с безусловным учетом особенностей каждого из проектируемых и испытываемых агрегатов.

Литература

1. Каминский В.Н., Каминский Р.В., Сибиряков С.В., Лазарев А.В. и др. Использование информационных технологий при контрольно-исследовательских испытаниях турбокомпрессора на безмоторной стенде. Сб. трудов VI Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании, науке и производстве», Протвино, 2012, с. 467.
2. Каминский В.Н., Каминский Р.В. и др. Разработка программного комплекса для решения технологических задач ЗАО «НПО «Турботехника». Сб. трудов VI Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании, науке и производстве», г. Протвино, 2012, с.467.
3. Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования Си = The C programming language. 2-е изд. М. Вильямс, 2007, с. 304.
4. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Глава 13. Коммутируемые сети Ethernet // Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы 4-е изд. СПб.:Питер, 2010. с. 438.

Моделирование устройства балансировки с дросселями в режиме перераспределения энергии для литий-ионной аккумуляторной батареи

Варламов Д.О., к.т.н. Лавриков А.А.

Университет машиностроения

8(916)513-72-16, varlamovd@mail.ru, 8(495)353-35-02, lavrikov@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено моделирование устройства балансировки с дросселями для Li-Ion аккумуляторной батареи, смоделированного в программе Matlab Simulink. В статье приведены характеристики устройства, полученные при его моделировании в режиме перераспределения заряда.

Ключевые слова: устройство балансировки напряжений аккумуляторной