

Для нас очевидно, что информационные технологии являются неотъемлемой частью бизнес-стратегии решения сегодняшних вопросов и достижения долгосрочных целей.

На базе созданной на нашем предприятии единой системы информационно-технологического управления разработкой и производством турбокомпрессоров и других систем и агрегатов наддува двигателей нами ведутся работы по созданию инжинирингового центра [6], который объединит отечественный потенциал специалистов двигателестроения и станет основой создания инженерной компетенции российского автопрома.

Литература

1. Каминский В.Н., Каминский Р.В., Ковальцов И.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.
2. 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», г. Протвино, 2012г.
3. Брокарев А.Ж., Петров И.В. Программируемые логические контроллеры, МЭК системы программирования и CoDeSys. Периодический информационный журнал «Автоматизация и производство», №1, 2006г., М., ПК «Пушкинская площадь», 2006.
4. Симсон А.Э., Каминский В.Н. Турбонаддув высокооборотных дизелей, М., Машиностроение, 1976.
5. Каминский В.Н. Совершенствование рабочего процесса современного автотракторного двигателя с турбонаддувом. Сб. «Проблемы обеспечения эффективности и устойчивости функционирования сложных технических систем», Серпухов, 2000г.
6. Каминский В.Н. Инжиниринговые центры как необходимое условие локализации автомобильного производства в России. Ведомости II Международного форума по развитию автомобилестроения и производства автокомпонентов в России «АвтоЭволюция 2011» г. Калуга, 2011.

Создание стендов для контрольно-исследовательских испытаний турбокомпрессоров

д.т.н. проф. Каминский В.Н., Каминский Р.В., Лазарев А.В., Григоров И.Н., Костюков А.В., Корнеев С.А., Ковальцов И.В., Сергеев А.С., Гусак А.А., Сибиряков С.В.
Университет машиностроения, НПО «Турботехника»,
turbo@kamturbo.ru

Аннотация. Описывается стенд безмоторных испытаний турбокомпрессоров: его конструкция, принципы работы, метод определения характеристик.

Ключевые слова: безмоторные испытания, параметры измерения, система автоматизированного управления

Стенды предназначены для контрольных и приёмо-сдаточных испытаний турбокомпрессоров (ТКР) в диапазонах типоразмеров 45...50, 60...80, 90...100, 180...230 и их модификаций для проверки соответствия параметров ТКР в контрольной точке требованиям технических условий (ТУ) при серийном производстве.

Испытательный комплекс состоит из 4-х независимых стендов. Каждый из стендов предназначен для работы с определённым типом турбокомпрессоров (рисунок 1), однако структуры стендов идентичны.

Стенд испытаний турбокомпрессоров – это комплекс технологического, пневматического, гидравлического, электрического оборудования, объединенного системой автоматизированного управления, контроля и измерения параметров [1].

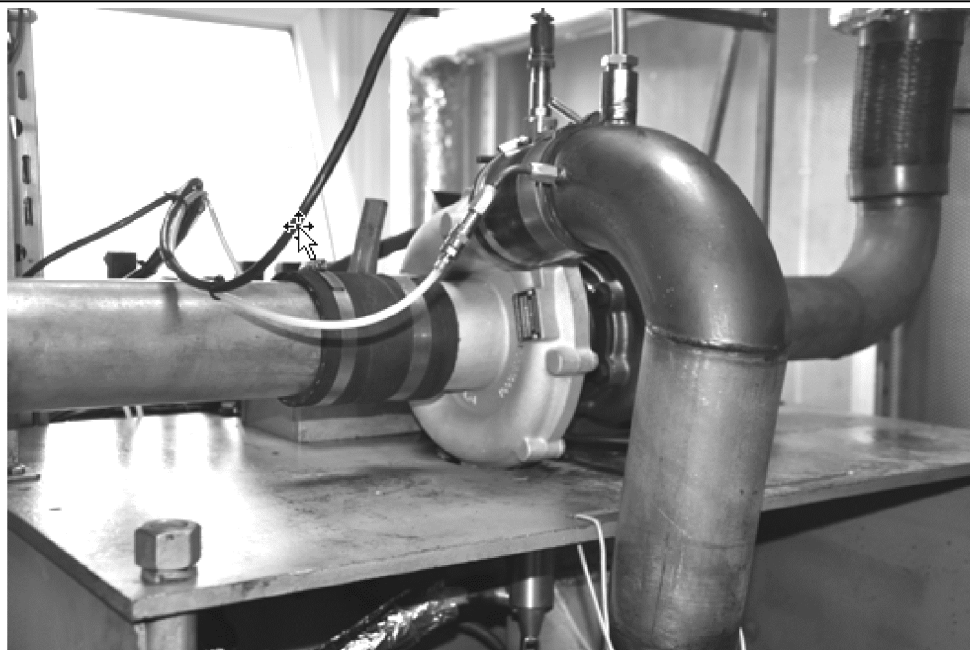


Рисунок 1

Стенд безмоторных испытаний турбокомпрессоров состоит из испытуемого ТКР с приспособлениями для его крепления, систем подвода и отвода газа и воздуха, системы смазки, системы топливоподачи и средств измерения [2].

Система подвода воздуха к компрессору включает воздушный фильтр, устройство для измерения расхода воздуха через компрессор, преобразователи температуры и давления воздуха на входе в компрессор и выходе из него, соединительные воздухопроводы. Расход воздуха после компрессора регулируется заслонкой с электроприводом и позиционером для осуществления обратной связи с информацией о положении заслонки.

Автономная сеть сжатого воздуха снабжена устройством для измерения расхода воздуха, преобразователями температуры и давления, а также электромагнитным клапаном для аварийного перекрытия подачи воздуха в магистраль стенда.

Система подвода газа к турбине может быть осуществлена несколькими способами:

1. Разомкнутый цикл, когда воздух в камеру сгорания подается только из автономной сети сжатого воздуха.
2. Полузамкнутый цикл, воздух из компрессора ТКР подается на вход камеры сгорания, а также добавляется воздух из автономной сети.
3. Замкнутый цикл, воздух из автономной сети используется только для пуска стенда и выхода ТКР на режим, затем он перекрывается, и обеспечение воздухом камеры сгорания осуществляется только компрессором ТКР.

Система смазки предназначена для подвода масла к подшипниковому узлу ТКР для обеспечения смазки и охлаждения ротора. Масло циркулирует в замкнутом контуре. Система включает масляный бак с электронагревателями и жидкостно-масляным теплообменником для поддержания заданной температуры масла, масляный насос с приводом, масляный фильтр, устройство для измерения расхода масла, вентили, датчики температуры и давления масла перед ТКР, маслопроводы.

Система топливоподачи предназначена для подачи и регулирования расхода топлива через камеру сгорания. Включает топливный бак, топливный насос с приводом, топливный фильтр, клапаны подачи топлива к форсункам, форсунки со сменными распылителями, свечу зажигания, топливопроводы, преобразователи температуры, давления и расхода топлива.

Для измерения частоты вращения ротора и виброактивности турбокомпрессора предназначен виброанализатор с акселерометром. Измерение частоты вращения ротора осуществляется путём регистрации оборотной частоты в спектре колебаний ТКР по специальной методике.

Датчики имеют электрический выход, позволяющий выводить результаты измерений на АЦП, оцифровываются и обрабатываются на стендовом компьютере [3].

При испытаниях определяются параметры и характеристики ТКР, предусмотренные программой испытаний. Характеристики компрессора ТКР определяются при постоянных окружных скоростях на наружном диаметре лопаток колеса компрессора, приведенных к нормальным условиям, кратных 50 м/с, в диапазоне от 250 до 550 м/с. Характеристики компрессора ТКР определяются во всем его рабочем диапазоне: от максимального расхода воздуха через компрессор до границы помпажа. Начало помпажа компрессора определяется по появлению колебаний давления воздуха в выходном трубопроводе компрессора и повышению температуры на входе компрессорной ступени, регистрируемых преобразователем давления и температуры с мониторингом на соответствующем приборе. Характеристики компрессора и турбины определяются по одновременно измеренным параметрам на одних и тех же режимах работы ТКР. Измерение параметров проводится при установившемся режиме работы турбокомпрессора и в режиме реального времени отображается на рабочем столе оператора [4] (рисунок 2).

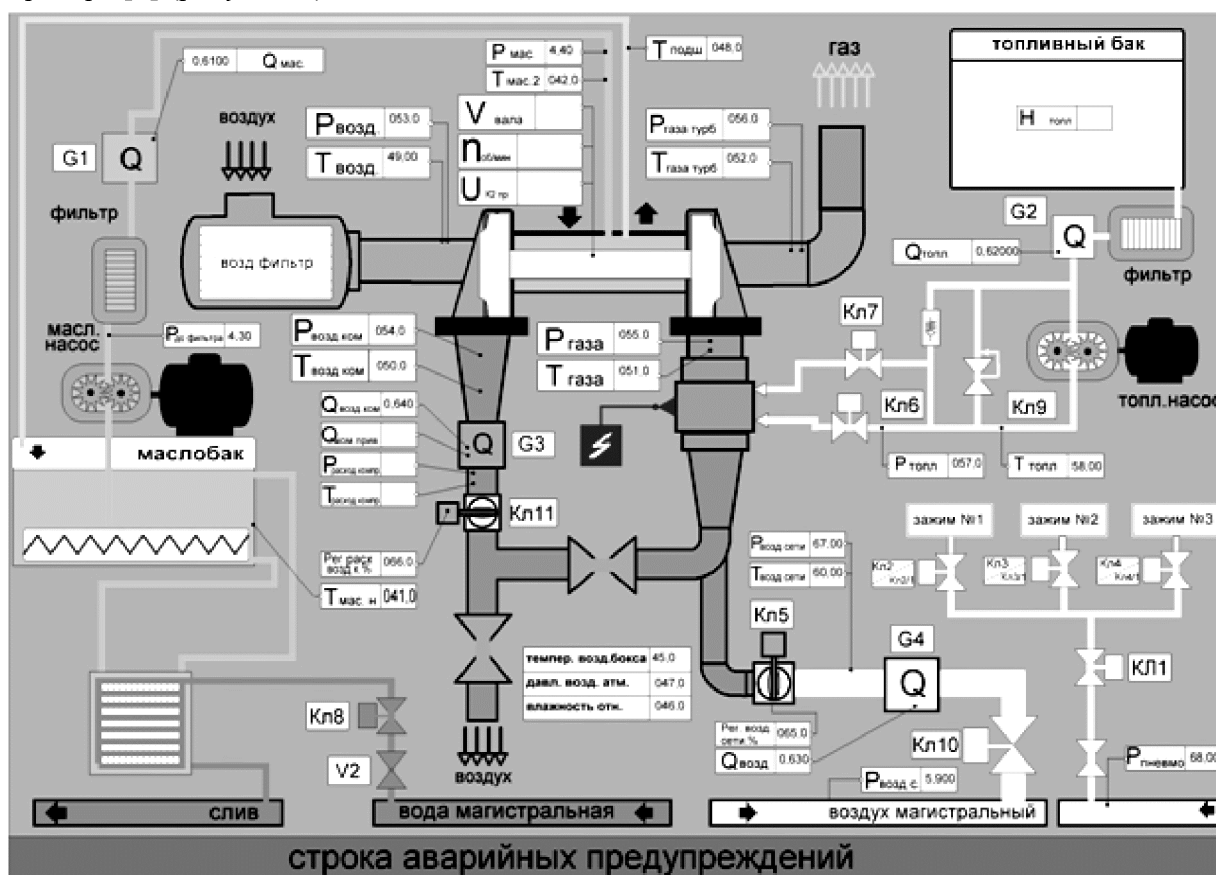


Рисунок 2 – Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) технологического оборудования

В процессе испытаний автоматически формируются отчетные файлы [5]:

1. Файл измерений – это файл, содержащий все значения параметров, измеряемых приборами и датчиками стенда.
2. Файл расчета – этот файл содержит сведения о ТКР, начальные данные и все рассчитываемые параметры турбокомпрессора.
3. Файл статистики – содержит основные контролируемые параметры турбокомпрессора (в основном эти сведения необходимы для контроля качества серийной продукции).

По результатам испытаний характеристики ТКР представляются в виде графических зависимостей:

- степени повышения давления воздуха и адиабатического КПД компрессора от приведенного расхода воздуха через компрессор и приведенной окружной скорости на наружном диаметре колеса или частоты вращения ротора;

- эффективного КПД, приведенного расхода газа через турбину и пропускной способности турбины от степени уменьшения давления газа в турбине.

В случае контрольных или приёмо-сдаточных испытаний параметры ТКР сравниваются с имеющимися характеристиками компрессора и турбины.

Система автоматического управления, контроля, измерения параметров турбокомпрессоров (САУКИП): автоматизированная система представляет собой совокупность измерительных, контрольных, управляющих модулей, функционально объединенных в единый испытательно-исследовательский комплекс.

Программное обеспечение (ПО) системы представляет собой три уровня иерархии: КП (контролируемый пункт), ДП (диспетчерский пункт), АРМ (автоматизированные рабочие места (рисунки 3).

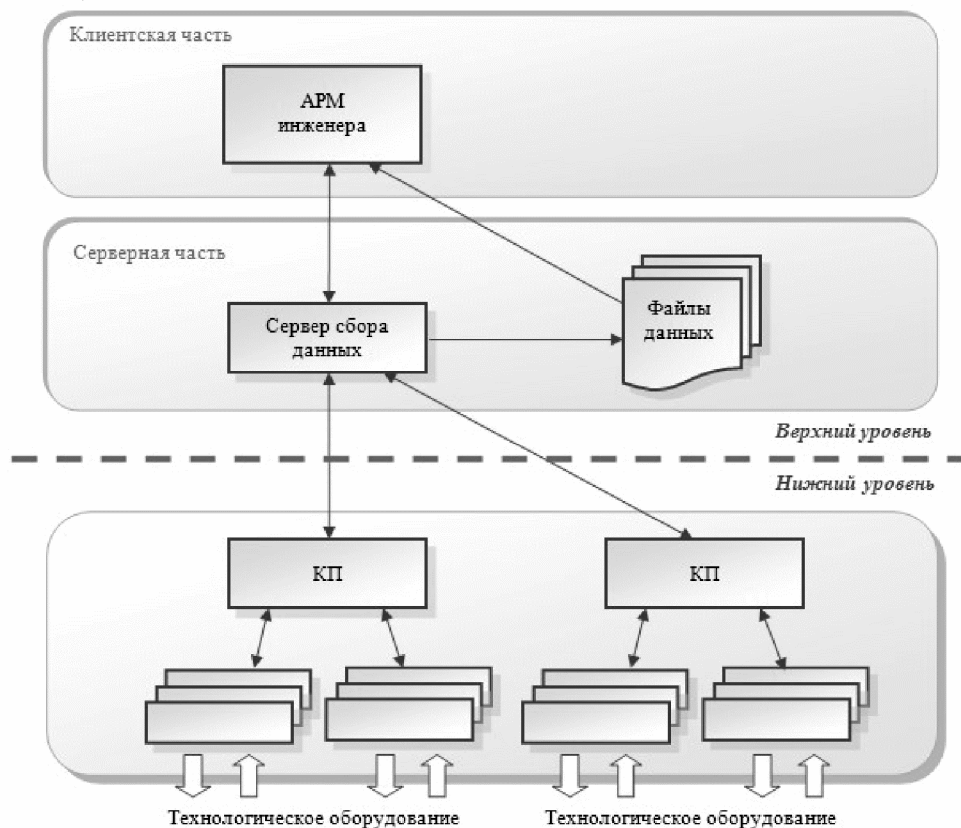


Рисунок 3

Уровень КП

Это нижний уровень системы. Представлен программой KpServer (сервер КП). Каждый из четырех стендов имеет собственную конфигурацию, в соответствии с которой программа осуществляет периодический опрос подключенного к стендам оборудования и передает данные в следующий уровень – ДП. Каналы виброанализатора СД-21 подключены к 4 стендам, но управление и съем данных с этого устройства выполняется только одним из серверов КП. Уровень КП децентрализован, и возможна работа от 1 до 4 серверов КП в системе. На данный момент аппаратная конфигурация системы такова, что существует единственный (центральный) компьютер – сервер САУКИП, на котором установлено ПО уровней КП и ДП, в то время как АРМы распределены по стендам.

Уровень ДП

Центральное звено системы представлено программой DpServer (сервер ДП). Сервер ДП выполняет три главные задачи: сбор данных с серверов уровня КП (от 1 до 4), запись данных в базу данных MS SQL Server 2000/2005, передачу данных в АРМы и прием команд от АРМов.

Конфигурация сервера ДП представляется объединением конфигураций серверов КП плюс дополнительная информация для подключения сервера СУБД и АРМов.

Уровень АРМ

Верхний уровень системы представлен программой jskit, выполняющейся на каждом компьютере – рабочем месте оператора станда (от 1 до 4 мест). Программа обеспечивает подключение к серверу ДП для получения on-line данных, а также визуализирует мнемосхемы стандов с учетом текущего состояния измерений.

Информационная часть комплекса состоит из сервера, 4-х автоматизированных рабочих мест операторов и станда калибровки (рисунок 4). Всё оборудование связано независимой ЛВС. Данные, собранные с СИТ, обрабатываются сервером, который имеет выход в ЛВС предприятия. Таким образом, информация, полученная в ходе испытаний, может быть выведена на любой персональный компьютер, подключенный к сети предприятия. Для связи оборудования станда и стандового компьютера используется оборудование фирмы MOXA (плата С104Н/РСІ-DB9М).



Рисунок 4

Целью создания САУКИП СИТ является автоматизация хода испытания и процесса измерения, экономия ресурсов за счет внедрения информационных технологий.

Результатом внедрения системы (рисунок 5) является:

- повышения качества контрольных и приёмосдаточных испытаний;
- автоматизированный сбор, обработка, представление и хранение данных по признакам;
- обеспечение точности режимов испытаний;
- повышение эффективности процесса испытаний;
- повышение информативности процесса испытания;
- обеспечение безопасности персонала;
- улучшение ремонтпригодности оборудования;
- снижение технических и коммерческих потерь в ходе испытаний;
- обеспечение сохранности данных об измеренных величинах и служебной информации в специальной базе данных, отвечающей требованию повышенной защищенности.

Функции, реализуемые САУКИП СИТ:

- автоматическое выполнение измерений физических величин во время испытаний турбокомпрессора;
- автоматический выбор конфигурации режимов в зависимости от типа изделия;
- вывод текущих значений измерения на АРМ оператора;
- визуализация процесса испытаний;
- оперативный контроль режимов испытаний;
- анализ результатов измерений;
- сохранение базы данных результатов измерений;
- выдача результатов измерений в форме таблиц, графиков, протоколов;
- диагностика и мониторинг систем.
- выдача предупреждений об аварийных ситуациях.

- обеспечение сохранности данных об измеренных величинах и служебной информации в специальной базе данных, отвечающей требованию повышенной защищенности.



Рисунок 5

Методы испытаний и применяемое оборудование соответствуют требованиям ГОСТ Р 53637-2009 «Турбокомпрессоры автотракторные. Общие технические требования и методы испытаний».

Литература

1. 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.
2. 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», г.Протвино, 2012.
3. Гайнутдинов К. Подключение модулей ввода/вывода МВА8, МБУ8, МДВВ в ПЛК по протоколу ОВЕН. Периодический информационный журнал «Автоматизация и производство», № 1, М., 2010.
4. Брокарев А.Ж., Петров И.В. Программируемые логические контроллеры, МЭК системы программирования и CoDeSys. Периодический информационный журнал «Автоматизация и производство», № 1, М., 2006.
5. Кареткин И. Решение: архивирование и отображение. Периодический информационный журнал «Автоматизация и производство», № 2, М., 2010.