

ЗАВОД ИМЕНИ ЧЕРНЫШЕВА: ШИРОКОМАСШТАБНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ

"В интересах сохранения и дальнейшего наращивания производственного потенциала на "ММП им. В. В. Чернышева" с 2002 года реализуется программа широкомасштабного технического перевооружения. В первую очередь переход к использованию самых современных принципов организации производства. Это создание единой информационной среды, переход на электронную модель двигателя и использование ее для решения задач конструирования, техническое перевооружение, разработка новых технологий производства".

НОВИКОВ А. С., генеральный директор
ОАО "ММП им. В. В. Чернышева".

Автоматизированная система управления технологическим процессом испытания двигателей РД-33 и их модификаций

А. Б. Белов, к.т.н., С. К. Горбенко, Н. Н. Севрюгин, к.т.н. – сотрудники ОАО "ММП им. В. В. Чернышева"

Техническое перевооружение производства на ММП им. В. В. Чернышева проводится во всех звеньях производственной цепи. Особое внимание уделяется испытанию готовой продукции.

В апреле 2007 г. на предприятии введен в серийную эксплуатацию испытательный стенд, обеспечивающий проведение всех видов испытаний: предъявительских, приемо-сдаточных, ресурсных, специальных (в том числе и с подогревом топлива), а также с подогревом воздуха на входе в испытуемое изделие и предназначенный для испытаний двух различных типов двигателей: РД-93 и РД-33МК.

В состав испытательного стенда входят следующие системы и основное оборудование:

- Силоизмерительная система;
- Система запуска и управления режимами двигателя;
- Топливная система стенда;
- Система заправки маслом;
- Система загрузки гидронасосов;
- Система загрузки генераторов;
- Система отбора воздуха на нужды объекта;
- Система отбора воздуха на медицинский анализ;
- Система продувки азотом кислородной системы двигателя;
- Система вакуумирования;
- Система обдува генераторов;
- Система дренажирования;

- Система измерения дымности двигателя;
- Система видеонаблюдения;
- Автоматическая система пожаротушения;
- Автоматизированная система управления технологическим процессом испытания двигателя (АСУТП ИС);
- Система автоматического управления двигателем (АвтоРУД);
- Система электропитания;
- Шумоглушители всасывания, подсоса и выхлопа;
- Входное защитное устройство;
- Установки подогрева воздуха на входе в двигатель (ДПВ);
- Газоотводящие устройства;
- Монтажно-обслуживающая площадка.

Все системы являются максимально универсальными, базируются на последних достижениях средств измерения, контроля, обработки информации и управления и соответствуют требованиям ОСТ 1 01021-93 [3], ОТУ-2006, а также СНиП.

Обеспечение требований нормативной документации, предъявляемых к испытательным стендам, выполняются, в том числе, и за счет применения современной автоматизированной системы управления технологическим процессом испытаний двигателей (АСУТП ИС). Разработчиком АСУТП ИС является научно-производственное предприятие "МЕРА" (г. Королев, Московская обл.), имеющее большой опыт создания и внедрения подобных систем.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ АСУТП ИС

АСУТП ИС предназначена для решения задачи автоматизированного управления процессом испытания двигателей, автоматизированного сбора и обработки измеренных параметров двигателя.

Основные функции АСУТП ИС:

- Автоматизированная проверка готовности системы и технологических систем стенда к испытанию двигателей, контроль за работоспособностью систем стенда, управляющих запуском и режимами работы двигателей;
- Автоматизированная подготовка и управление технологическими системами стенда;
- Автоматизированное прохождение программы испытания двигателя;
- Автоматизированное измерение параметров испытуемого двигателя;
- Автоматизированная обработка измеряемых параметров;
- Осциллографирование переменных режимов;
- Отображение параметров испытуемого двигателя на видеомониторах;
- Отображение состояния систем двигателя;
- Отображение состояния технологических систем;
- Сигнализация предаварийных и аварийных значений параметров на видеомониторах.

СОСТАВ АСУТП ИС

АСУТП ИС является многоуровневой, многофункциональной системой, разработанной на базе современных измерительных комплексов. Система является открытой и имеет возможность адаптироваться к изменениям технологических условий.

Измерение параметров изделия и первичная обработка результатов производится на трех системах сбора данных (ССД), основанных на комплексе МІС-400, зарегистрированном в Государственном реестре средств измерений (RU.С.34.010.А № 18031). Данные от изделия к ССД передаются по измерительным каналам. Кабельные линии, проходящие от датчиков, проведены в кроссировочные шкафы, где расположены быстроразъемные клеммные соединения и модули-нормализаторы. Все измерительные каналы аттестованы в соответствии с отраслевым стандартом ОСТ 1 00487-83 [7]. В таблице 1 приведен состав измерительных и управляющих каналов АСУ ТП ИС.

Сигналы, обработанные на ССД, передаются по сети на станции верхнего уровня: автоматизированную систему управления двигателем (АСУД), автоматизированную систему управления технологическими системами (АСУТ) и автоматизированную информационно-измерительную систему (АИИС).

ФУНКЦИИ АИИС

АИИС испытательного стенда предназначена для:

- измерения параметров испытуемого двигателя и технологических систем стенда;
- автоматизированной обработки измеряемых параметров, вычисления физических и расчетных значений параметров на установившихся и переходных режимах работы двигателей;
- градуировки силоизмерительной системы испытательного стенда;



Таблица 1 – КАНАЛЫ АСУ ТП ИС

№/№	Тип датчика	Вид сигнала	Число каналов	Погрешность, %
1	Давление	4...20мА	134	0,1...0,5
2	Температура	Гр 100П, 50П, 4...20мА	122	0,25
3	Напряжение и ток в цепях	Напряжение	27	0,08
4	Частота	Частота	11	0,1
5	Расход	Частота, 4...20мА	10	0,5
6	Вибрация	Напряжение	6	0,5*
7	Сигналы с датчиков угла (сельсины)	3-ф напряжение 400 Гц	4	0 , 5
8	Уровень	4...20мА	3	0,5
9	Дискретные сигналы	27В, сухой контакт	200	0
10	Параметры, получаемые по интерфейсу	RS-232	33	0
11	Управление исполнительными механизмами и сигналы в БАРК**	Модули дискретного вывода	226	0

* – без учета датчика

** – блок автоматического регулирования и контроля

- оценки характеристик направляющих аппаратов двигателей на установившихся и переходных режимах;
- предупредительной погрупповой проверки исправности измерительных каналов путем сравнения с заранее заданными исходными уровнями;
- отображения параметров испытуемых двигателей на видеомониторе оператора АИИС в виде цифровых значений, графиков, мнемосхем и других графических элементов;
- осциллографирования переменных режимов;
- вывода печатного протокола измерения и обработки параметров на установившихся и переходных режимах работы двигателей, в соответствии с требованиями этапов испытаний или свободно заданных параметров;

- слежения за аварийными параметрами двигателей и стенда, сигнализации о предаварийных, аварийных значениях параметров и ситуаций. Сигнализация производится изменением цвета индикации параметра, выводом предупредительных сообщений на экран монитора;
- записи значений основных параметров двигателей и стендовых систем, а так же результатов измерения и обработки параметров на установившихся и переходных режимах работы двигателей, аварийных и предаварийных сообщений в базу данных испытаний;
- извлечение из базы данных испытаний значений основных параметров двигателей и стендовых систем, результатов измерения и обработки параметров на установившихся и переходных режимах работы двигателей, аварийных и предаварийных сообщений из базы данных испытаний после завершения испытаний;
- извлечение из базы данных испытаний значений любых параметров при испытаниях ряда различных двигателей и их сравнительный анализ;
- выполнения градуировок измерительных каналов АИИС с целью определения градуировочных коэффициентов или определения погрешности измерительного канала.

Перед началом испытаний (или во время испытаний) в АИИС оператором вводятся исходные данные об испытуемом двигателе и параметрах испытаний;

С помощью клавиатуры оператор вводит цифровую и текстовую информацию. С помощью клавиатуры или манипулятора "мышь" оператор задает режимы работы АИИС и выдает управляющие команды.

В течение всей работы АИИС на видеомониторе производится графическое отображение параметров испытуемого двигателя в виде нескольких окон:

- окно основных параметров двигателя и характеристик направляющих аппаратов;
- окно измерения и обработки контрольных точек;
- окно измерения и обработки переходных режимов;
- окно параметров стендовых систем;
- окно отображения аварийных сообщений.

Оператор АИИС имеет возможность переключать окна отображения параметров, запускать расчеты контрольных точек, измерение и обработку переходных режимов, вывод измеренных и обработанных параметров в печатный протокол испытаний. В течение испытаний двигателя, по указанию оператора АИИС, основные измеренные параметры двигателя записываются в долговременную базу данных хранения параметров испытаний.

При достижении аварийных значений параметров выполняется аварийная сигнализация путем изменения цвета индикации параметра, вывода текстовых сообщений в окно аварийной сигнализации. Измерение параметров стендовыми датчиками осуществляется непрерывно во время подготовки к запуску, от момента запуска до останова двигателя. Обработка информации для расчета "контрольной точки" обеспечивается как в реальном масштабе времени, так и по базе жесткого диска. Вид экрана АИИС представлен на рис. 4а.

ФУНКЦИИ АСУТ

АСУТ предназначена для управления технологическими системами испытательного стенда и обеспечивает:

- автоматизированную подготовку и включение технологических систем для проведения испытаний;
- автоматизированный контроль состояния тех-

нологических систем на всех этапах испытаний;

ФУНКЦИИ АСУД

АСУД обеспечивает выполнение следующих функций:

- подачу питания на системы управления двигателей;
- выбор категории испытаний (предъявительские, приемо-сдаточные, ресурсные);
- выбор типа двигателя;
- управление коммутационной аппаратурой запуска двигателей;
- управление аппаратурой защитных систем двигателей;
- загрузку агрегатов в процессе испытания двигателей.

Организация работы предполагает пошаговое управление процессом испытаний.

При возникновении аварийной ситуации на экран видеомонитора выводится мнемосхема, содержащая аварийный параметр, изображение которого указывает на его аварийное значение и сопровождается звуковым сигналом.

Параметры изделия выводятся на экран видеомонитора пульта АРМ в виде стрелочных приборов, для визуальной оценки динамики изменения данных параметров. АСУД имеет два экрана для отображения информации – управляющий экран с переключателями и экран параметров.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

На всех аппаратных средствах комплекса в качестве системного ПО устанавливается операционная система "Windows-2000".

В качестве программы управления ИВК МС-400 используется ПО "Recorder", разработанное НПП "Мера". Основные функции ПО "Recorder" следующие: обслуживание аппаратных устройств ИВК, подготовка к работе настройка, выполнение градуировки и калибровки чувстви-

тельности, получение измеренных данных и формирование управляющих сигналов, сохранение измеренных данных в виде файлов, предоставление измеренных данных по запросу по средством протокола OPC.

Для выполнения функций АСУ Д используется специализированное программное обеспечение АСУ Д. Основные функции ПО АСУ Д следующие: получение измеренных данных от ИВК и отображение их в виде мнемосхем, получение управляющих воздействий от оператора и формирование управления для ИВК, протоколирование действий оператора, выполнение аварийного контроля.

Для выполнения функций АИИС используется специализированное программное обеспечение АИИС. Основные функции ПО АИИС следующие: получение измеренных данных от ИВК и отображение их в виде мнемосхем, обработка данных, вычисление значений расчетных параметров, сбор и подготовка данных для контрольных точек, сбор данных для осциллографирования переменных режимов, протоколирование действий оператора, выполнение аварийного контроля.

Для выполнения функций АСУ Т используется специализированное программное обеспечение АСУ Т. Основные функции ПО АСУ Т следующие: получение измеренных данных от ИВК и отображение их в виде мнемосхем технологических систем стенда, получение управляющих воздействий от оператора и формирование управления для ИВК, протоколирование действий оператора, выполнение аварийного контроля.

Частью ПО АСУТП ИС является сервисное ПО БРС/ИДК. Основные функции ПО БРС/ИДК следующие: получение измеренных значений с устройства БРС (электронный барометр), получение измеренных значений параметров двигателя с устройства ИДК (информационно-диагностический комплекс).

В процессе выполнения испытаний двигателей измеренные ИВК значения, а также характеристики двигателя, испытания, данные контрольных точек, графики осциллографирования переменных режимов, сохраняются в базе данных испытаний.

Работа всего программного обеспечения АСУТП ИС синхронизирована, между отдельными подсистемами ПО выполняется информационный обмен по средством общих файлов, по средством информационной вычислительной сети (ЛВС – Ethernet), по средством специальных функций операционной системы, а также по средством стандартного протокола OPC.

В соответствии с требованиями ТЗ доступ к программному обеспечению контролируется для защиты от несанкционированного доступа либо случайного повреждения. Все действия оператора протоколируются.

ПОСТЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В качестве программы послеекспериментальной обработки используется ПО "WinPos",



разработанное НПП "Мера". Основные функции ПО "WinPos":

- извлечение зарегистрированных ранее измеренных данных из файлов и из базы данных;
- обработка данных при помощи различных математических и статистических алгоритмов;
- формирование и отображения графиков зависимости измеренных значений параметров;
- формирование и печать отчетов, графиков и таблиц с данными.

ПО позволяет пользователю разрабатывать специальные алгоритмы обработки данных в зависимости от поставленной измерительной задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За время эксплуатации стенда проведено более 80 испытаний новых изделий. Проведенные испытания подтвердили все заявленные характеристики стенда, его надежность, функциональность, удобство эксплуатации и соответствие требованиям нормативной документации. Накопленный опыт работы позволил отметить основные преимущества испытательного стенда относительно стендов предыдущего поколения:

1. Современная многоуровневая автоматизированная система управления испытанием;

2. Наличие АвтоРУДа, исключающего тросовое управление;

3. Обработка измеряемых параметров в соответствии с ГОСТ 8.207 [8];

4. Отсутствие ручных механических переключателей (тумблеров, кнопок, выключателей); Современный дизайн кабины наблюдения и испытательного бокса, удовлетворяющий требованиям эргономики.

5. Гибкость настройки ПО, позволяющая добавлять или корректировать формулы расчетов;

6. Высокая частота опроса параметров с автоматической записью значений всех параметров;

7. Использование компьютерных систем записи параметров позволяет отказаться от применения устаревших приборов и оборудования (шлейфовых осциллографов, частотомеров и т.п.);

8. Более 50 алгоритмов обработки сигналов;

9. Возможность построения взаимозависимостей параметров;

10. Применение быстроразъемных клеммных соединений;

11. Высокая культура производства;

12. Универсальность – возможность проведения испытаний двух типов двигателей (РД-93 и РД-33МК);

13. Использование современных первичных преобразователей, расположенных в непосредственной близости от объекта испытаний, обес-

печивающих минимальную систематическую погрешность;

14. Современная система шумоглушения, обеспечивающая снижение уровня шума ниже санитарных норм;

15. Система видеонаблюдения, позволяющая обеспечить круговой обзор изделия и "приближение" интересующих частей изделия. Использование системы видеонаблюдения позволяет отказаться от смотрового окна, обеспечивая большую защищенность персонала;

16. Управление двигателем подогрева на входе в изделие с помощью цифровых автоматизированных устройств управления.

Все системы стенда и программное обеспечение прошли аттестацию, подтвержденную соответствующими документами.

Результаты внедрения АСУТП ИС на ММП им. В. В. Чернышева обсуждались на семинаре, проводимом в рамках выставки AeroSpaceTesting 26.09.2007, на НТС АССАД 17.10.2007 г. и вызвали большой интерес у участников.

В заключение отметим, что АСУТП ИС показала высокую надежность и удобство в эксплуатации, что отмечено в письме, направленном генеральным директором ММП им. В. В. Чернышева Новиковым А. С. в адрес генерального директора НПП "МЕРА" Потапова И. А.

