Введение

От точности средств измерения зависит эффективность выполнения различных функций: погрешности счетчиков энергии приводят к неопределенности в учете электроэнергии; погрешности весов ведут к большим объемам неучтенного товара. Повышение точности измерений позволяет определить недостатки технологических процессов и устранить их. Применение современных методов измерений, средств и систем автоматизации приводит к повышению качества продукции, экономии энергетических и тепловых ресурсов, сырья, материалов. Иллюстрируют сформулированные утверждения статьи наших авторов, представленные в настоящем разделе.

В первой работе рассматривается проект комплексной автоматизации технологического участка производственного предприятия, ключевая цель которого — повысить точность проводимых на предприятии испытаний. Вторая статья посвящена сравнению методов автоматизации лабораторных анализов (виртуальных и поточных анализаторов). От точности выполнения лабораторных анализов зависит качество выпускаемой продукции предприятий, например, нефтехимической отрасли.

Применение высокоточных контрольно-измерительных приборов повышает результаты диагностических мероприятий в промышленных системах. Следующая статья раздела журнала посвящена оперативной локализации отказов сложных коммуникационных устройств в полевых условиях на базе оборудования компании Keysight Technologies.

В нашей повседневной жизни большое значение имеет временная точность. Бывает очень важно успеть на встречу к назначенному времени, вовремя вынуть пирог из духовки, кормить по часам новорожденных и т.д. В промышленной автоматизации требования к временным отрезкам еще более жесткие. Здесь присутствует понятие реального времени, отступать от которого недопустимо для многих ТП. О самых точных часах в мире, о принципе их работы идет речь в последней статье раздела.

Комплексная модернизация технологического участка определения скорости горения энергетических конденсированных систем

А.В. Ртищев (ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)»),
В.А. Гамий, А.В. Чушкин (ФГУП «ФЦДТ «Союз»)

Рассматривается проект модернизации технологического участка определения скорости горения энергетических конденсированных систем (ЭКС) на основе его комплексной автоматизации.

Ключевые слова: комплексная автоматизация, системы измерения и управления, датчики, испытание, термостатирование, скорость горения энергетические конденсированные системы.

Введение

Всесторонняя и многоплановая модернизация испытательно-экспериментальной базы предприятий военно-промышленного комплекса (ВПК) на настоящий момент является первоочередной задачей. Основным приоритетом развития является автоматизация производств и вывод людей из опасных и особоопасных зон. Быстрое развитие ВПК в последнее время требует современного подхода, предусматривающего комплексную автоматизацию сложных ТП при производстве и испытаниях образцов изделий. состояние испытательно-экспериментальной базы оставляло желать лучшего. В основном это морально и физически устаревшее оборудование 80-х годов XX века, которое уже не отвечает современным требованиям по развитию и отработке образцов новой техники и изделий. Попытки провести модернизацию только заменой устаревшего и изношенного оборудования на более современное принципиально не меняет технологию процесса проведения испытания, не расширяет функциональность экспериментальной базы.

Модернизация испытательной базы предприятия — это, прежде всего, перевод ее на качественно новый уровень, существенное расширение функциональности, позволяющей вести отработку новых изделий.

Для решения этих проблем необходим комплексный подход по автоматизации испытательного оборудования и единая технология построения измерительных систем и систем управления. Накопленный опыт разработок и внедрений позволил выработать стратегию технического перевооружения и модернизации испытательной базы крупных промышленных предприятий [1, 2].

Выделим два основных направления работ для «правильной» модернизации испытательных комплексов:

— определение рациональной организации выполнения задач функционирования самого испыта-

тельного комплекса. Проводится глубокий анализ состояния испытательного комплекса до начала модернизации (функциональное состояние программно-технических средств, средств автоматизации, уникальность оборудования, сравнение с аналогами, сложность ТП). Исходя из этого принимается решение по работе над проектом: останется ли функционал таким же или появятся дополнительные возможности, следует ли произвести замену оборудования;

— разработка методов и средств построения инструментальной среды для синтеза систем автоматизации испытательно-экспериментальной базы предприятия в целом [2].

Описание объекта модернизации и автоматизации

Предложенный подход был реализован при модернизации технологического участка определения скорости горения энергетических конденсированных систем (ЭКС).

Анализ работы технологического участка до модернизации выявил ряд недостатков, к которым можно отнести применение устаревших средств измерений и программно-технических средств (многие из которых уже не выпускаются), высокую инструментальную погрешность при определении скорости горения, слабую защищенность от помех измерительных каналов, наличие фактора изменения начальной температуры образца при огневом испытании, а также влияние человеческого фактора при подготовке и проведении испытания.

До модернизации на участке существовало полуавтоматизированное рабочее место испытателя. При измерении длины образца использовался механический индикатор, и все данные по измерениям заносились вручную в журнал. Термостатирование образцов проводилось в ячейкостных термостатах (изготовления 80-х гг. XX века) с ведением журнала термостатирования, куда вручную через определенный интервал времени заносились показания температуры с самопишущего моста (типа КСП).

Кроме этого, необходимость модернизации участка была обусловлена современными (более «жесткими») требованиями к проведению испытаний на определение скорости горения.

Реализация проекта

При разработке и проектировании комплексной системы автоматизации применялись современные подходы к автоматизации и модернизации испытательной базы предприятия. Немало внимания уделялось конфигурированию и проектированию оптимальной архитектуры будущей системы.

Реализация комплексной системы происходила поэтапно. Вначале разработан эскизный проект системы, в котором сформулирована задача системы

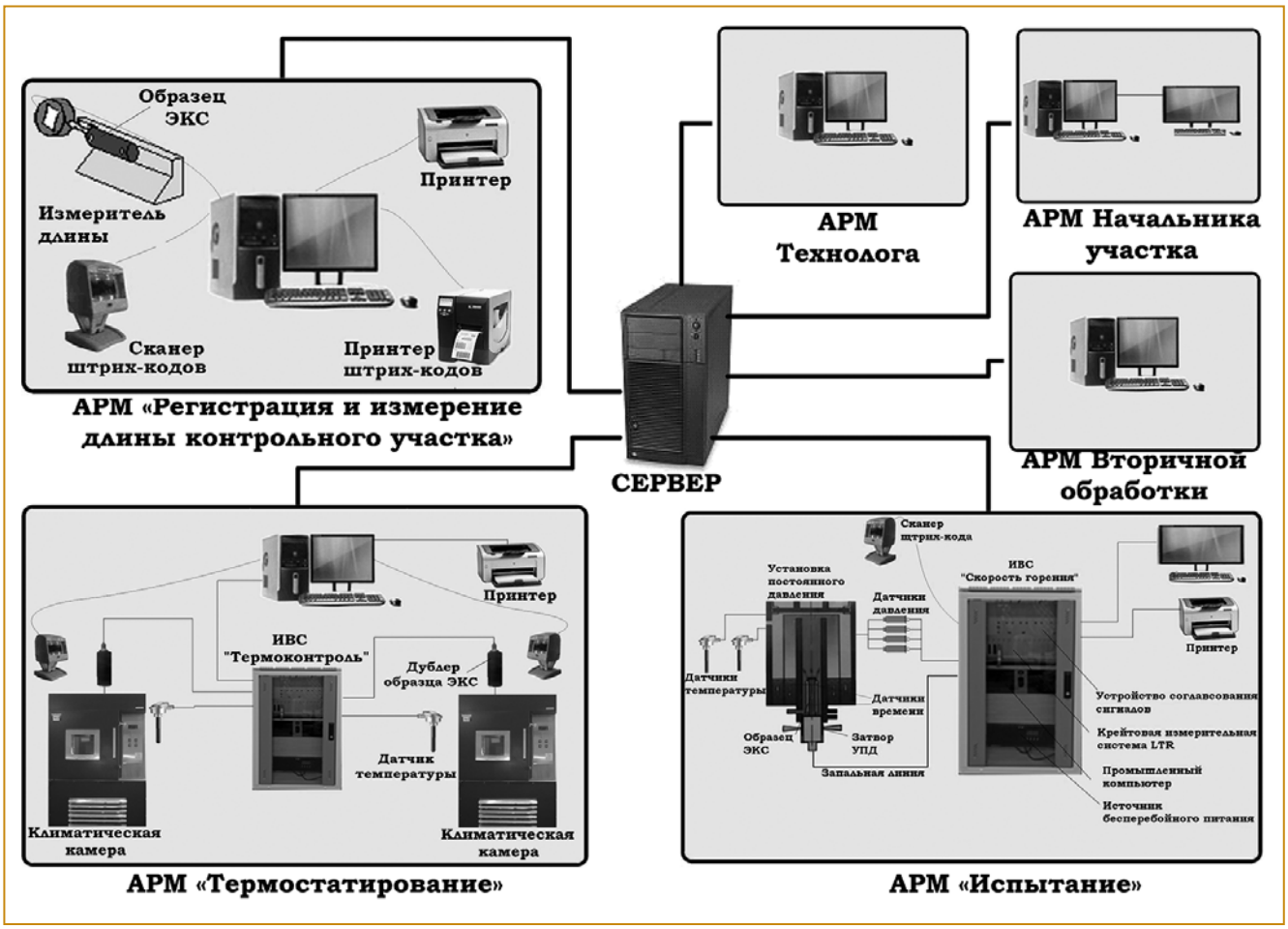

Рис.1. Структурная схема комплексной системы для определения скорости горения ЭКС

Горение синим пламенем, способствует оценке ценностей.
Андрей Табаков

в целом, тщательно исследована и детально спроектирована архитектура системы.

Основные задачи автоматизации ТП подготовки и проведения испытаний образцов ЭКС (далее образцов) на скорость горения:

• управление информационными потоками комплексной системы, включающей ряд специализированных АРМ;

• регистрация первичной информации по образцам в базе данных (БД);

• управление и мониторинг процессом термостатирования образцов;

• управление процессом определения скорости горения в ходе проведения огневых испытаний на установках постоянного давления (УПД);

• первичная и вторичная обработка информации по законам и требованиям Отраслевого стандарта;

• каталогизация (с резервированием) и хранение регистрируемой и обрабатываемой информации;

• представление результатов в виде установленных печатных и графических форм;

• обеспечение безопасности выполнения работ;

• мониторинг за всеми АРМ комплексной системы.

На следующем этапе были выбраны программно-аппаратные средства, наиболее полно отвечающие поставленным задачам.

Затем изготовлен макет АРМ-термостатирования и отработан на участке определения скорости горения. Позже претерпел модернизацию АРМ-испытателя. Для отдельного экземпляра АРМ-испытателя были разработаны новые программно-технические средства, включая современные средства измерения. Внедрена новая помехозащищенная схема определения времени срабатывания проволочных сигнализаторов для определения времени горения. После этого АРМ-испытателя сдан в эксплуатацию на участок для выявления недостатков и замечаний. В течение эксплуатации велся журнал учета неисправностей. По полученным результатам эксплуатации стало понятно, как проводить комплектацию основных АРМ и интегрировать их в комплекс.

Рис.2. АРМ испытателя

Далее было приобретено климатическое оборудование, полностью заменены все средства измерения, заново разработано программное обеспечение АРМ.

Описание структуры комплексной системы автоматизации

Структурная схема комплексной системы автоматизации представлена на рис. 1.

Ядром системы служит выделенный сервер, на котором создана база данных образцов, программ испытаний, датчиков давления и температуры, результатов испытаний. Создание клиент-серверной системы обеспечивает хранение в структурированном виде всей информации, получаемой в ходе подготовки и проведения испытаний [2, 3].

К серверу подключаются клиенты — девять технологических АРМ (два АРМ-испытателя на схеме не указаны), на каждом из которых предусмотрена возможность использования штрих-кода для отслеживания процесса прохождения образца по всему технологическому циклу, начиная от поступления образца на участок и заканчивая испытанием его в УПД. Нанесение штрих-кодов предусмотрено только на двух АРМ — регистрации и измерения. На остальных АРМ (кроме АРМ-начальника участка) производится только считывание. Каждому образцу присваивается уникальный номер, по которому идентифицируется вся необходимая информация на каждом АРМ после его сканирования.

АРМ регистрации служит для ввода с маршрутного листа исходных данных на образцы, ввода информации о программе и методике испытания, занесения сведений о датчиках давления, температуры и другим измерительным преобразователям, сведений о калибровках и проведенных поверках измерительной аппаратуры в общую БД.

АРМ измерения образцов обеспечивает измерение длины контрольного участка горения образца и маркировку его штрих-кодом.

На АРМ регистрации и измерения образцов фиксируется информация о партии образца, принадлежность образца к серии, его геометрические размеры, требования по термостатированию и испытанию и др. После подготовки образца для дальнейших испытаний он маркируется штрих-кодом, который «привязывает» образец к его описанию в БД.

АРМы регистрации и измерения представляют подсистемы хранения информации об образцах на испытательной станции, а также информации по измерительному оборудованию. Эти подсистемы облегчают работу оператора по внесению данных по партиям, сериям, образцам в БД, позволяют представлять отчеты о заданиях на испытания, сохраняемых в БД, определяют последовательность действий оператора.

АРМ термостатирования выполняет следующие функции: подготовку задания для работы климатической камеры; управление термостатированием; контроль, регистрацию и визуализацию параметров процесса термо-

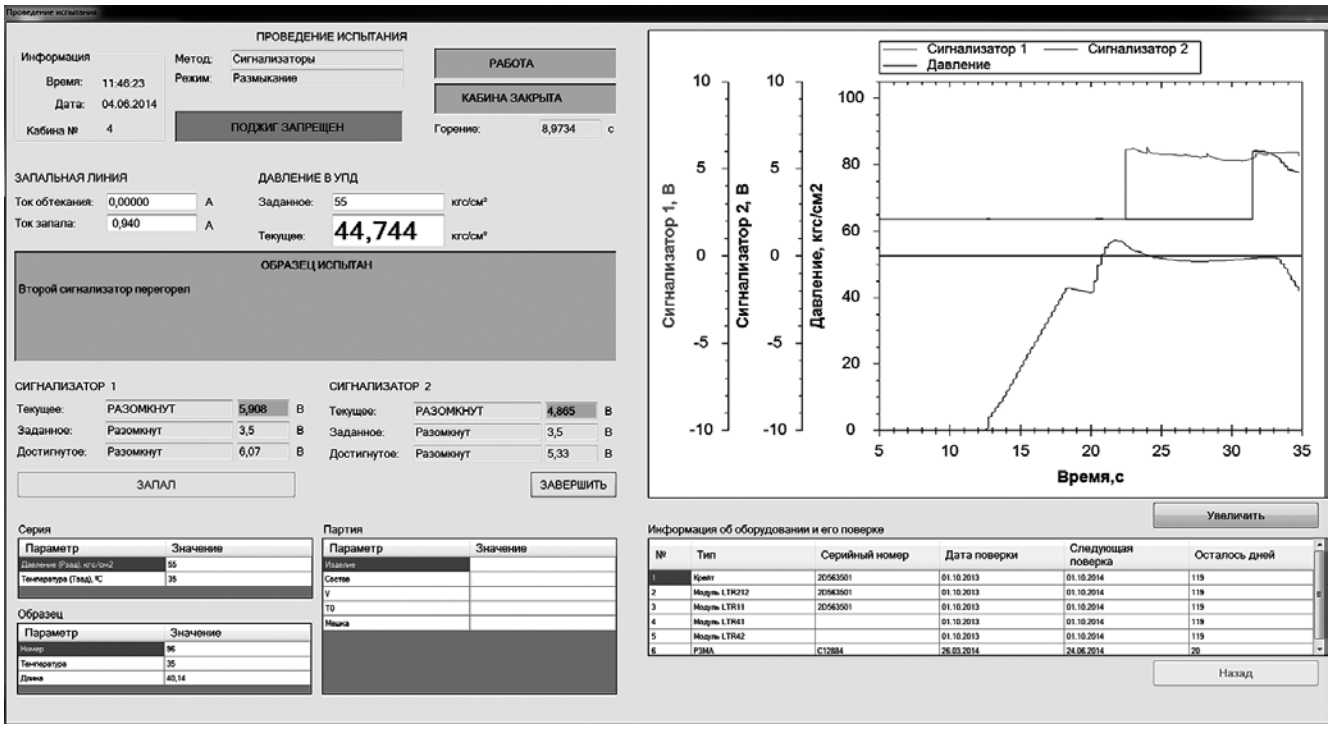

Рис. 3. Окно проведения испытаний на определение скорости горения

статирования образцов в климатических камерах и термостатах; считывание штрих-кода образца перед установкой в климатическую камеру, а также при его извлечении из камеры для контроля времени термостатирования.

Около каждой климатической камеры (термостата) устанавливается сканер штрих-кода и клеммный блок для подключения термометров сопротивления и датчиков образцов-свидетелей (дублеров), по которым определяется температура образцов в процессе термостатирования.

Использование такого набора компонент в составе АРМ значительно упрощает процесс подготовки образцов с требуемыми температурными характеристиками, облегчает проведение испытаний, исключает возможность влияния человеческого фактора. Высокоточные, сертифицированные, внесенные в Госреестр средства измерения позволяют проводить климатические испытания с заданной высокой точностью и повышенной надежностью.

АРМ испытателя (рис. 2) полностью автоматизирует работу испытателя на УПД, освобождает его от выполнения рутинных операций и практически полностью устраняет влияние человеческого фактора при проведении работ. При сканировании штрих-кода образца на АРМ с сервера автоматически загружается программа испытаний для расчета скорости горения. Процесс определения скорости горения осуществляется по стандартному методу, широко применяющемуся на предприятиях отрасли [4], а также по модернизированному методу «угловых точек» (патент на изобретение № 2494275. 2011). Работа испытателя сводится к установке образца в УПД и «поджигу» его командой, подаваемой через АРМ.

Датчики давления (в том числе используемые для них измерительные каналы) и температуры выбираются также путем сканирования их штрих-кода и автоматически фиксируются в программе. До момента подачи команды на «поджиг» испытатель видит полную информацию об образце, измерительных сигналов и оборудовании. В программе предусмотрен ряд проверок и сквозной контроль испытания, что существенно снижает ошибку при проведении испытания: контроль целостности цепи поджига, контроль наличия питающего напряжения, контроль цепи блокировки двери кабины УПД, режима работы программы, проверка срока очередной поверки используемого измерительного оборудования. Уровни и допуски на сигналы четко определены, в случае превышения уровня возникает запрет на испытание. При несоблюдении каких-либо требований, например, превышение времени нахождения образца после извлечения из климатической камеры или выбор образца другой серии, испытатель оповещается об этих отклонениях и включается запрет на начало испытаний — «поджиг» образца. На рис. 3 приведен интерфейс пользователя при проведении испытания на определение скорости горения.

После проведения огневых испытаний формируется отчет о результатах измерений и расчетов. АРМ может работать в режиме «имитации», что позволяет проводить тестирование системы и ее отдельных узлов по модели. АРМ испытателя позволяет проводить на рабочем месте калибровку датчиков давления с использованием эталонных грузопоршневых манометров и проверку канала измерения временного интервала с помощью частотомера.

Алгоритмы и программы определения скорости горения реализуют методы, защищенные патентами.

АРМ технолога предназначено для автоматизации работ по формированию протокола испытания партии изделий. На АРМ технолога проводится вторичная обработка результатов испытаний, формируются технологические паспорта. Использование единой БД облегчает поиск информации для расчетов.

АРМ обработки (инженера-исследователя) позволяет проводить анализ результатов испытаний, обрабатывать исходные данные, получаемые в ходе испытаний, по дополнительным алгоритмам и методикам.

Для визуальной обработки данных применяется программный пакет ACTest-Analayzer, разработанный в «Лаборатории автоматизированных систем (АС)» [5]. Наличие широкого инструментария программы обработки данных дает возможность инженеру-исследователю глубоко анализировать результаты испытаний серийных и опытных изделий.

АРМ начальника участка предназначено для контроля за состоянием ТП на всех технологических АРМ участка скорости горения, позволяет контролировать работу как отдельного АРМ, так и всю систему в целом, отслеживать путь движения образца от его подготовки до испытания, анализировать отчеты, полученные на каждом АРМ.

Все АРМ предусматривают наличие контроля уровня доступа для пользователей, что обеспечивает безопасность от несанкционированного доступа: например, администратору доступно изменять настройки подключения приборов и устройств, а также настройки программы; старшему оператору доступно изменять режимы функционирования программы.

Электропитание всех АРМ и сервера защищено источниками бесперебойного питания двойного преобразования, которые обеспечивают не только работу при отказе в подаче электроэнергии, но и эффективную фильтрацию сетевых помех.

Важным моментом комплексной системы является ее «масштабируемость»: существует возможность замены ее компонентов и добавления в архитектуру дополнительных модулей. Это позволит в будущем, оставаясь в рамках комплексного подхода и единой архитектуры системы, решать дополнительные задачи ТП определения скорости горения ЭКС. Развитие пакетов программ, защищенных свидетельством о государственной регистрации ПО для ЭВМ, выполненных по международному стандарту программирования, и серийно выпускаемых средств измерений обеспечивает эффективное развитие комплексной системы.

Результаты проекта

Целью рассматриваемого проекта было проведение комплексной модернизации с созданием АРМов для увеличения производительности труда, исключения влияния человеческого фактора на определение скорости горения (получение результатов в процессе испытания), повышение точности измерений, а также выполнение основных требований Отраслевого стандарта, действующего на предприятиях отрасли.

По результатам проекта на участке горения размеры образца автоматически заносятся в БД с помощью электронного индикатора, при термостатировании применяется климатическое оборудование с ПИД-регуляторами. Процесс термостатирования ведется в автоматическом режиме. АРМ-технолога по дополнительным алгоритмам и методикам пересчитывает результаты испытаний и автоматически формирует технологические паспорта.

Таким образом, в результате проведенных работ по модернизации испытательных стендов решены следующие проблемы ТП определения скорости горения ЭКС:

- повышение производительности труда за счет автоматизации всего ТП;
- снижение общей инструментальной погрешности;
- улучшение качества работ и уменьшение брака при определении скорости горения образцов, в том числе за счет снижения влияния человеческого фактора.

Система сдана в опытную эксплуатацию в декабре 2014 г. и в настоящее время проходит отработку на технологическом участке.

Список литературы

1. *Перцовский М.И.* Стратегия развития и модернизации экспериментально-испытательной базы крупных промышленных предприятий // Автоматизация в промышленности. 2009. №6.
2. *Перцовский М.И., Ртищев А.В.* Комплексная система реального времени испытания сложного технического объекта: от теории к практике // Автоматизация в промышленности. 2014. №2.
3. *Чушкин А.В.* Комплексная автоматизированная система определения скорости горения ТРТ // Ракетно-космическая техника: Научно-технический сборник. Сер.XIV. Расчет, экспериментальные исследования и проектирование баллистических ракет с подводным стартом. 2012. Выпуск 1 (58).
4. *Гамий В.А., Калашников В.И., Куренков В.С., Юрлов А.Ф.* Методика использования проволочных сигнализаторов при измерении скорости горения РТТ // Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы. 2009. Выпуск 1.
5. *Перцовский М.И., Ртищев А.В., Шулик А.С., Яковлев А.В.* Программный комплекс ACTest – комплексный подход к автоматизации испытаний и экспериментальных исследований // RMMagazine. 2006. №.

***Ртищев Алексей Викторович** — главный конструктор ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)»,*
Контактный телефон (495) 730-36-32.
E-mail: rav@actech.ru
***Гамий Виктор Александрович** — канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник,*
***Чушкин Александр Викторович** — инженер ФГУП «ФЦДТ «Союз».*
Контактный телефон (495) 551-71-23.
E-mail: fcdt@monnet.ru