

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОГНЕВЫМИ ИСПЫТАНИЯМИ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА СТЕНДЕ №1 ОП «ВИНТАЙ» ПАО «ОДК-КУЗНЕЦОВ»

Карповский В.А.¹, Лисейкин В.А.², Тожокин И.А.², Чурин М.Н.², Скрыбышев А.Г.²

¹ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара

²ФКП «НИЦ РКП», г. Пересвет, oius-110@nic-rkp.ru

Ключевые слова: информационно-управляющая система; система аварийной защиты; стендовые огневые испытания ЖРД.

В 2023 году на стенде №1 ПАО «ОДК-Кузнецов» внедрена в эксплуатацию разработанная ФКП «НИЦ РКП» автоматизированная система управления АСУ-С1, предназначенная для управления технологическим процессом подготовки и проведения огневых испытаний жидкостных ракетных маршевых двигателей (ЖРД) первой и второй ступеней ракет-носителей среднего класса семейства «Союз». Система обеспечивает реализацию циклограмм контрольно-технологических (КТИ), контрольно-выборочных (КВИ), специальных проверочных (СПИ) и экспериментальных огневых испытаний ЖРД.

Функцией АСУ-С1 является управление заправкой стендовых емкостей компонентами топлива, запуском и остановом двигателя, послепусковыми технологическими операциями в ручном и автоматическом режимах. В процессе работы двигателя на основном режиме система осуществляет регулирование и контроль основных параметров ЖРД, а по окончании испытания – автоматизированную обработку результатов испытания и представление их в виде протокола установленной формы отчетности для допуска двигателя к эксплуатации в составе ракеты-носителя.

Безаварийное и качественное проведение огневых испытаний ЖРД обеспечивается решением автоматизированной системой управления следующих задач:

- управление исполнительными элементами ракетного двигателя и стенда в соответствии с заданными алгоритмами и циклограммой;
- искробезопасный прием и регистрация сигналов с датчиков для контроля параметров и управления работой двигателя;
- управление соотношением компонентов топлива и тягой двигателя;
- автоматическое прекращение испытания при развитии аварийной ситуации на изделии;
- отображение на экранах автоматизированных рабочих мест операторов и ведущих инженеров состояния элементов автоматики, значений измеряемых параметров в виде мнемосхем, таблиц, графиков, индикаторов;
- оперативная обработка результатов испытаний для формирования протокола.

Система управления испытаниями ЖРД имеет двухуровневую структуру. Центральным устройством системы является программируемый логический контроллер (ПЛК) СИКОН-М.30, построенный на 2-х ядерной ARM-архитектуре, позволяющей обеспечить требуемый цикл работы 10 мс за счёт оптимального распределения задач реализации циклограммы испытания ЖРД, алгоритмов управления, регулирования и контроля (первое ядро) и обмена с периферийным оборудованием (второе ядро). Контроллер оснащён промышленным интерфейсом Ethernet (EtherCAT).

Периферийные модули связи с объектом управления обеспечивают приём сигналов датчиков дискретного и аналогового типа, а также формирование сигналов управления на исполнительные элементы. Преобразователи обеспечивают поканальную гальваническую изоляцию и искробезопасные цепи приёма входных аналоговых сигналов. Аппаратно-программные решения обеспечивают поддержку резервированной архитектуры системы с целью повышения надёжности и безопасности проведения огневых испытаний ЖРД. Локальная вычислительная сеть реализует синхронизацию единого времени контроллеров

АСУ-С1 в пределах системного такта (10 мс) с использованием протокола РТР (Precision Time Protocol). Синхронизация времени рабочих станций предусмотрена на базе протокола NTP (Network Time Protocol). Идеология построения АСУ-С1 и реализованные при разработке системы технические решения подробно изложены в материале [1].

Прикладное программное обеспечение реализует алгоритмы управления объектом испытания и стендовым технологическим оборудованием. Для описания алгоритмов управления и циклограмм в среде контроллеров АСУ-С1 используется специально разработан ФКП «НИЦ РКП» язык параллельных алгоритмов логического управления CLL (Control Logic Language) [2, 3].

В ходе разработки АСУ-С1 выполнена адаптация аппаратно-программных средств системы к специфике управления испытываемыми двигателями и технологии огневых испытаний ЖРД. Комплексная отработка, проведённая коллективом специалистов ФКП «НИЦ РКП» и ПАО «ОДК-Кузнецов» после интеграции АСУ-С1 в технологическую инфраструктуру стенда, аттестация испытательного оборудования системы и последующее проведение огневых испытаний ЖРД подтвердили правильность принятых при её создании решений, основанных на современных достижениях электроники и вычислительной техники и опыте создания и эксплуатации систем управления испытаниями ЖРД.

Список литературы

1. Карповский В.А., Лисейкин В.А., Тожокин И.А., Чурин М.Н., Скрыбышев А.Г. Направления модернизации автоматизированной системы управления огневыми испытаниями жидкостных ракетных двигателей на стенде № 1 ОП «Винтай» ПАО «ОДК-Кузнецов» // Общероссийский научно-технический журнал «Полёт». – 2022. – №9. – С.11-25.
2. Лисейкин В.А., Сизяков Н.П., Тожокин И.А., Юрьев И.А. Информационно-управляющие системы для стендовых испытаний жидкостных ракетных двигателей и двигательных установок // Итоги науки. Выпуск 48. – Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. – М.: РАН, 2021. – С. 50-87.
3. Лисейкин В.А., Чурин М.Н., Васильева Л.Т. и др. Программно-алгоритмическое обеспечение информационно-управляющих систем для стендовых испытаний ЖРД и двигательных установок // Общероссийский научно-технический журнал «Полёт». – 2019. – №12. – С.9-25.

Сведения об авторах

Карповский В.А., руководитель ОП «Винтай» ПАО «ОДК-Кузнецов»; Лисейкин В.А., кандидат техн. наук, начальник отдела ФКП «НИЦ РКП»; Тожокин И.А., зам. начальника отдела ФКП «НИЦ РКП»; Чурин М.Н., ведущий инженер ФКП «НИЦ РКП»; Скрыбышев А.Г., ведущий инженер ФКП «НИЦ РКП».

Область научных интересов авторов: стендовые испытания ЖРД, наземные системы управления и аварийной защиты для стендовых испытаний ЖРД и жидкостных ракетных двигательных установок.

EXPERIENCE OF MODERNIZATION OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR FIRING TESTS OF LIQUID-PROPELLANT ROCKET ENGINES AT THE STAND NO.1 OP «VINTAI» PAO «ODK-KUZNETSOV»

V.A. Karpovskiy, V.A. Liseykin, I.A. Tozhokin, M.N. Churin, A.G. Skryabyshev,
oius-110@nic-rkp.ru

¹PJSC "ODK-Kuznetsov", Samara

²FKP "NIC RCP", Peresvet, oius-110@nic-rkp.ru

Keywords: supervisory control and data acquisition system, emergency protection system, bench firing tests of liquid-propellant rocket engines.

The experience of modernization and commissioning of the automated control system of stand No. 1 OP "Vintai" of PAO "ODK-Kuznetsov" are considered.