соединение для передачи данных в цифровом или аналоговом виде. Сам микроконтроллер запитывается от внешнего источника питания на постоянное напряжение +9В.

На рисунке 2 представлено схематичное изображение передней панели лабораторного стенда. Панель разделена на области, в каждой из которых присутствуют выводы для подключения датчика или исполнительного механизма, а также находятся все необходимые переключатели, чтобы создавать возмущающее воздействие на датчик.

Рисунок 2 – Передняя панель стенда

К стенду предполагается написание методического обеспечения к лабораторным работам. Предлагается рассмотреть лабораторные работы по следующим тематикам:

- Исследование датчика температуры;
- Исследование датчика тока на основе эффекте Холла;
- Исследование датчика напряжения на основе эффекте Холла;
- Исследование датчика вибрации;
- Управление сервоприводом;
- Исследование датчика наклона.

1. Аппаратная часть платформы Arduino [Электронный ресурс] / – Электронные текстовые данные – Режим доступа: <http://arduino.ru/>.
2. Arduino «Курс для начинающих». [Электронный ресурс] / – Сборник уроков по программированию – / А. Гагарин. – 2017. – Режим доступа: <http://edurobots.ru/kurs-arduino-dlya-nachinayushhix/>.

Комлев Г.В., Митрофанова А.С.

Быстроменяющиеся параметры при испытаниях ЖРД

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
(Россия, Красноярск)*

doi:10.18411/lj-11-2018-177

idsp: lj-11-2018-177

Аннотация

В статье рассматриваются классы регистрируемых при огневых испытаниях ЖРД параметров и более детально быстроменяющиеся параметры.

Ключевые слова: обработка, анализ, быстроменяющиеся параметры, вибрации, пульсации давлений.

Обработка информации в ракетно-космической технике подразделяется на первичную и вторичную [1]. Задачами первичной обработки радиотелеметрической информации являются прием, синхронизация, уточнения оценок параметров, масштабирование и приведение их к виду, удобному для дальнейшего использования.

Вторичная обработка обеспечивает анализ информации, связанный с формированием данных, необходимых оператору или системе для принятия решения или дальнейшего исследования. Принятие решения осуществляется при управлении объектами, поиске неисправностей и при исследованиях систем.

Назначение анализа определяет его виды, задачи, принципы построения систем и необходимые объемы информации.

Все регистрируемые параметры обычно разделяют на два класса [2]:

- медленноменяющиеся параметры (ММП) с частотным диапазоном от 0 до 100 Гц, включающие давление в проточных частях, расход жидких компонентов, относительное перемещение элементов конструкции, температура, обороты роторов турбонасосных агрегатов, показания гироскопов;
- быстроменяющиеся параметры (БМП) с частотным диапазоном от 100 Гц до 48 кГц и выше (в разных организациях значения могут отличаться), включающие пульсации давлений в проточных частях, относительное виброперемещение, виброускорения и деформацию элементов конструкции, угловые колебания роторов, гироскопов.

Обработка БМП жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) в настоящее время осуществляются в частотном диапазоне от 100 до 48000 Гц, верхняя граница которого может увеличиваться в процессе стендовых испытаний. Некоторые системы позволяют регистрировать параметры в частотном диапазоне до 64000 Гц.

БМП играют немаловажную роль, особенно в процессе отработки ЖРД, расчет запасов прочности и оценки надежности работы конструкции.

Из существующего многообразия первичных преобразователей параметров вибраций при испытаниях ЖРД наиболее часто используют пьезоэлектрические преобразователи, что объясняется их малыми габаритными размерами и массой, широким частотным диапазоном. Эти преобразователи работают по принципу сейсмического эффекта, т.е. инерционного смещения массы чувствительного элемента под действием вибрационного нагружения.

Для определения напряженности узлов и агрегатов ЖРД при огневых испытаниях широко используют тензометрирование. Проволочные или фольговые тензометры наклеивают на исследуемый элемент ЖРД и включают в схему электрического моста или полумоста [3].

Принцип работы таких преобразователей деформаций и напряжений аналогичен принципу их работы в схемах тензометрических измерителей пульсаций давлений и сил.

При анализе БМП все сигналы подвергаются множеству видов обработки, что позволяет получить очень ценную информацию о работе ЖРД.

Необходимо отметить, что современный анализ нестационарных быстроменяющихся параметров весьма сложен вследствие необходимости получения одновременной информации о точном времени наступления того или иного события, а

также об его частотной характеристике с достаточными степенями информативности, достоверности и разрешения.

1. Испытания ракетно-космической техники. Введение в специальность Бахвалов, Ю.О. - М.: Аир, 2015. - 942 с.
2. Испытание огнем Ершов, Яков. - М.: ДОСААФ, 1979. - 208 с.
3. Испытания жидкостных ракетных двигателей Жуковский, А.Е. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 101 с.

Комлев Г.В., Митрофанова А.С.

Системы управления и измерения при огневых стендовых испытаниях ЖРД

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени
академика М.Ф. Решетнева
(Россия, Красноярск)*

doi:10.18411/lj-11-2018-178

idsp: lj-11-2018-178

Аннотация

В статье рассматриваются системы управления и измерения стенда при огневых испытаниях жидкостных ракетных двигателей.

Ключевые слова: стендовые испытания, измерение, управление, система, информация.

Испытательные стенды для огневых испытаний жидкостных ракетных двигателей включают в себя множество систем. Одними из самых важных и ключевых систем таких стендов являются системы управления и измерения. В некоторых современных системах функции управления и информационно-измерительные функции могут быть объединены [1].

В системах управления в последнее время используются мощные ЭВМ для автоматизированного управления технологическими процессами (АСУТП).

Системы диагностики и аварийной защиты испытаний обеспечивают контроль параметров двигателя и ДУ (например, давления, температуры, расходов и сплошности потока на входе в насосы, оборотов ротора ТНА для исключения кавитационного срыва насосов, давления и температуры в теплонапряженных узлах камеры, газогенератора и турбины, пульсации давления, вибраций и др.), формирование и выдачу команд на аварийное выключение двигателя или перевода двигателя на “падающий” режим испытания при отклонениях параметров (группы параметров) от заданных величин.

Автоматизация испытательных стендов включает автоматизацию операций по подготовке и проведению испытаний.

В общем случае система автоматического контроля и управления с ЭВМ является замкнутой. На вход ЭВМ от соответствующих датчиков поступает измерительная информация о параметрах, которую машина обрабатывает в соответствии с принятым законом управления, определяет параметры управляющих воздействий, которые необходимо приложить к исполнительным механизмам для изменения корректируемых параметров. С целью уменьшения объема оборудования применяют коммутаторы измерительных и выходных цепей системы. Для совмещения непрерывно протекающих процессов в объекте испытания и дискретных процессов в вычислительной машине на входе в систему вводят аналого-дискретные преобразователи и дискретно-аналоговые преобразователи – на выходе. Синхронизация работы ЭВМ с объектом достигается тактированием ее работы с использованием службы единого времени (СЕВ) и