

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Т.Ч. Колбая, А.А Шостак

Научный руководитель: к.т.н. А.И. Бондарь

Акционерное общество «Конструкторское бюро химавтоматики»

Россия, г. Воронеж, ул. Ворошилова, д. 20, 394006,

E-mail: timur2607@rambler.ru

Развитие отечественной и зарубежной ракетно-космической техники пришло к этапу создания и эксплуатации многоразовых средств выведения. Переход к таким системам коренным образом меняет подход к решению задач по обеспечению надежности и безопасности отработки и эксплуатации ЖРД. Это связано с уменьшением числа объектов, находящихся в эксплуатации, ужесточением требований к надежности, а также с существенным увеличением ресурса работы изделий. Если для ракет боевого назначения и их двигателей, изготавливаемых большими партиями, имеет значение уровень показателя надежности – вероятность безотказной работы, то для объектов, эксплуатируемых единицами длительно и многократно, важен показатель ресурсосбережения. В связи с этим возможности применяемых до сих пор статистических методов контроля качества, подтверждения безопасности и надежности эксплуатации ЖРД, базирующихся на проведении большого числа испытаний, существенно ограничены.

К тому же за последние годы изменились внешние исходные условия разработки, изготовления, испытаний и эксплуатации двигателей ракетной техники, приведшие к необходимости внедрения дополнительных работ по контролю технического состояния (КТС), диагностированию и техническому обслуживанию. Причинами этого, прежде всего, являются:

- снижение приоритетности отрасли в целом и, как следствие, снижение финансовых возможностей разработчиков, изготовителей и испытателей ЖРД, а также привлекательности для исполнителей работ по разработке, изготовлению, испытаниям и эксплуатации;
- повышение конкурентных требований к вновь разрабатываемой продукции;
- снижение квалификации исполнителей и общий кадровый дефицит на предприятиях отрасли.

В свою очередь, это может привести к увеличению количества и тяжести последствий неисправностей, возникающих при огневых включениях (летных пусках и испытаниях на земле), в межпусковой или межполетный период. С другой стороны, остро стоит логичное экономическое требование по максимальному сокращению материальных и временных затрат на проведение любых работ.

Наиболее приемлемым в этой ситуации методом, позволяющим гарантировать с требуемой достоверностью исход каждого огневого включения ЖРД, может быть метод, основанный на диагностировании параметров двигателя в процессе каждого включения и определении состояния его материальной части до и после включения. Как объект диагностирования ЖРД существенно отличается от многих технических систем физикой и динамикой появления и развития несоответствий требованиям конструкторской документации, в том числе и от своих ближайших аналогов – авиационных двигателей. Это обусловлено на порядки большей энергонапряженностью всех агрегатов ЖРД. В связи с этим возможности использования опыта других отраслей техники при разработке систем технического диагностирования (СТД) и обслуживания ЖРД довольно ограничены, хотя некоторые общие вопросы построения таких систем могут быть применимы.

Анализ используемых в других отраслях СТД, накопленный опыт разработки и эксплуатации ЖРД показали необходимость создания наземных и летных (для ракет-носителей) систем диагностирования состояния ЖРД (рис. 1), которые позволяют:

- повысить качество и ускорить анализ и оценку результатов огневых включений ЖРД;

- подтвердить сохранение работоспособности и правильного функционирования ЖРД;
- автоматизировать процедуры накопления, систематизации и анализа статистических данных автономных и огневых испытаний узлов, агрегатов и двигателя в целом.



Рис. 1. Структура системы технического диагностирования ЖРД

Разработанные методы диагностирования и КТС элементов и агрегатов ЖРД, структура, алгоритмы и методики расчетов параметров диагностирования и управления на основе математических моделей элементов ЖРД, методика, алгоритмы и специализированное программно-математическое обеспечение (ПМО) диагностирования состояния и управления ЖРД по показаниям системы измерения [1, 2] – качественно нового уровня.

Разрабатываемая СТД позволит обеспечить автоматизацию и оптимальный процесс управления проектированием, изготовлением, испытанием и эксплуатацией ЖРД на всех этапах жизненного цикла, сокращение цикла создания (модификации) ЖРД до 5-ти раз, сокращение частоты событий пропуска аварийной ситуации из-за ошибки прикладного программирования системы диагностирования и аварийной защиты до 10-ти раз. Как показывает практика создания двигателей класса РД0120, SSME ожидаемое от применения СТД уменьшение аварийности испытаний ЖРД на этапе наземной отработки – 3х-5и-кратное.

Разработка и внедрение методов диагностирования и КТС, а также специализированного ПМО СТД, отслеживающей реальное техническое состояние двигателя на всех этапах его существования, представляет собой одну из ключевых технологий и является определяющим условием эффективного создания и надежной эксплуатации современных образцов новой техники в ракетно-космической отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колбая Т.Ч. Математическое моделирование возникновения течения сжимаемой жидкости в трубопроводе и диагностика клапанных устройств: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2008. – 16 с.
2. Шостак А.А. Интеллектуализация управления испытаниями жидкостных ракетных двигателей на основе интеграции базовых и оптимизационных процедур: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2013. – 19 с.