

ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРЕЧНЯ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И АНАЛИЗ ИХ ВЛИЯНИЯ НА НАДЕЖНОСТЬ ЖРДМТ

С.А. Булдашев, Г.А. Долгих

ФГУП "Научно-исследовательский институт машиностроения",
г. Нижняя Салда Свердловской области

В статье представлен перечень основных конструкторско-технологических показателей качества ЖРДМТ и их влияние на надежность. Описаны факторы влияния на показатели качества.

ЖРДМТ, используемые в качестве исполнительных устройств систем управления КА, обеспечивают ориентацию и стабилизацию КА, коррекцию орбиты КА, перемещение КА при стыковках и расстыковках, торможение при спуске КА, создание перегрузок для обеспечения подачи топлива из баков для маршевых двигателей.

В процессе разработки ЖРДМТ в соответствии с нормативной документацией проводится анализ видов, последствий и критичности отказов. При этом оцениваются причины отказов, вероятность их возникновения, категория тяжести, последствия на уровне объекта применения. Формируются способы и средства обнаружения, мероприятия по предупреждению и компенсации последствий отказов. Полнота оценки и эффективность мероприятий основаны на опыте разработок двигателей, успешно эксплуатируемых в составе КА.

В соответствии с функциональной схемой типового ЖРДМТ конструкция разделена на следующие структурные элементы: клапан электрический (ЭК), камера двигателя, электронагреватель, теплоизоляция камеры сгорания и сопла, датчик температуры, электрические кабели с соединителями, элементы общей сборки.

Основными задачами структурных элементов, решаемыми при эксплуатации ЖРДМТ, являются:

Клапан электрический

- подача (отсечка) расхода компонентов топлива;
- обеспечение теплового состояния ЭК;
- герметичность клапанного уплотнения;
- герметичность корпуса ЭК;

- обеспечение механической прочности;
- обеспечение стойкости к факторам космического пространства (ФКП);

Камера двигателя

- обеспечение основных характеристик;
- обеспечение теплового состояния камеры;
- обеспечение герметичности камеры;
- обеспечение механической прочности;
- обеспечение стойкости к ФКП.

Электронагреватель

- обеспечение теплового состояния головки ЖРДМТ.

- обеспечение механической прочности;
- обеспечение стойкости к ФКП.

Теплоизоляция камеры сгорания и сопла

- защита от тепловых потоков камеры;
- обеспечение механической прочности;
- обеспечение стойкости к ФКП.

Датчик температуры

- контроль температуры головки ЖРДМТ;
- обеспечение механической прочности;
- обеспечение стойкости к ФКП.

Электрические кабели с соединителями

- обеспечение прохождения электрических команд от системы управления КА;
- обеспечение механической прочности;
- обеспечение стойкости к ФКП.

Элементы общей сборки

- обеспечение подвода компонентов топлива к ЭК ЖРДМТ;
- обеспечение механической прочности;
- обеспечение стойкости к ФКП.

Наиболее критичными элементами, отказ которых может привести к серьезным нарушениям в работе КА, являются клапан электрический и камера двигателя. Основными видами отказа указанных элементов являются разрушение стенки камеры вследствие ее пе-

регрева или нерегламентированного механического воздействия и неоткрытие электрического клапана из-за обрыва электрической цепи.

Причиной отказа критичных элементов могут служить производственные дефекты, не выявленные в процессе изготовления. Для исключения указанных дефектов необходим системный контроль основных конструкторско-технологических показателей качества ЖРДМТ, отвечающих за его работоспособ-

ность. По результатам анализа конструкторско-технологических особенностей ЖРДМТ и производственной документации (актов исследования дефектов, карточек разрешения, актов авторских надзоров, актов контроля технологической дисциплины, отчетов по замечаниям внешних организаций) сформирован перечень основных показателей качества и определены факторы влияния на них.

Перечень основных показателей качества ЖРДМТ представлен в таблице 1.

Таблица 1. Перечень основных показателей качества ЖРДМТ

Конструкторско-технологические показатели качества ЖРДМТ	Факторы влияния
Электрический клапан	
Уровень герметичности конструкции	-качество сварных швов разнородных материалов; -качество паяных швов; -геометрические размеры свариваемых элементов.
Уровень герметичности по паре "седло+клапан"	-чистота внутренних полостей ЭК; -качество уплотняющих поверхностей (седло, фторопластовый вкладыш); -усилие поджатия якоря и седла; -чистота рабочего тела.
Срабатывание электрического клапана	-чистота внутренних полостей ЭК; -чистота рабочей жидкости; -геометрия подвижных элементов; -магнитные свойства применяемых материалов.
Электрические характеристики	-сопротивление обмотки ЭК; -тяга ЭК; -сопротивление изоляции; электрических цепей ЭК; -качество распайки монтажных и обмоточных проводов; -рядность намотки электромагнита.
Камера двигателя	
Характеристики жаропрочного покрытия	-толщина покрытия; -целостность покрытия; -отсутствие поверхностных дефектов.
Характеристики двигателя, полученные при испытаниях на натуральных компонентах	-тяга двигателя; -удельный импульс тяги; -расходные характеристики (на компонентах топлива); -температура конструкции двигателя;

Конструкторско-технологические показатели качества ЖРДМТ	Факторы влияния
Гидравлические характеристики двигателя, головки, форсунок, полученные при проливках водой	<ul style="list-style-type: none"> -расходные характеристики; -угол распыла центробежной форсунки; -неравномерность распыла центробежной форсунки; -суммарный расход через струйные форсунки; -углы наклона струй к оси центробежной форсунке окислителя; -разность между максимальным и минимальным значением расходов через струйные форсунки; -разность углов между образующими конуса распыла и торцевой плоскостью форсунки окислителя; -длина нераспушённой части струи.
Характеристики теплового состояния стенки камеры при испытаниях на натуральных компонентах	<ul style="list-style-type: none"> -организация рабочего процесса в камере сгорания; -качество жаропрочного покрытия.

Для уменьшения вероятности отказа двигателя в конструкторско-технологической документации предусмотрена программа контроля, позволяющая выявлять дефекты ЖРДМТ на этапе изготовления с высокой долей вероятности. Программа контроля включает в себя проверку указанных факторов в процессе изготовления.

Повышение вероятности выявления дефектов в процессе изготовления ЖРДМТ обеспечивается за счет многоступенчатости контроля и проведения 100% натуральных испытаний на завершающей стадии контроля.

Применение перечня основных показателей качества ЖРДМТ позволяет разработать методику оценки вероятности возникновения и выявления производственных дефектов при изготовлении ЖРДМТ и использовать ее для совершенствования процессов производства.

LIST FORMATION OF MAIN DESIGN-ENGINEERING QUALITY FACTORS AND ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCE ON THRUSTER RELIABILITY

S.A. Buldashev, G.A. Dolgikh

Federal State Unitary Enterprise
Research and Development Institute of Mechanical Engineering
Nizhnyaya Salda, Sverdlovsk region

The paper presents a list of main design-engineering quality factors of liquid thruster and factors influence on thruster reliability. Factors influencing on quality are described.

Информация об авторах:

Булдашев Сергей Алексеевич, начальник конструкторского отдела ФГУП «НИИ-Маш» г. Нижняя Салда. тел (34345) 36-291 E-mail: niimash@list.ru. Область научных интересов: расчетно-теоретические и экспериментальные исследования по созданию перспективных образцов ракетно-космической техники.

Долгих Галина Анатольевна, начальник группы конструкторского отдела ФГУП «НИИМаш» г. Нижняя Салда. тел (34345) 36-572 E-mail: niimash@list.ru. Область на-

учных интересов: расчётно-теоретические и экспериментальные исследования параметров ракетно-космической техники, их влияния на работоспособность, качество изготовления и надёжность.

Authors information:

Buldashev Sergei A., Principal of Design-engineering Department, FSUE R&D Institute Mechanical Engineering, Nizhnyaya Salda, Phone: (34345) 36-291, E-mail: niimash@list.ru. Area of research: design-theoretical and experimental researches for promising rocketry patterns creation.

Dolgikh Galina A., Head of Design-engineering Group, FSUE R&D Institute Mechanical Engineering, Nizhnyaya Salda, Phone: (34345) 36-572, E-mail: niimash@list.ru. Area of research: design-theoretical and experimental researches of rocket space engineering parameters and their effects on working capacity, quality of manufacturing and reliability.