

УДК 621.454.2

Исследование гидравлических параметров агрегатов жидкостных ракетных двигателей

Широкожухова Анна Александровна^{1(*)}

anamyagkih@yandex.ru

Юхневич Сергей Степанович^{1,2}

serge1975@yandex.ru

¹ АО «Конструкторское бюро химавтоматики», Воронеж, Россия² Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

Аннотация. Рассмотрены способы обеспечения гидравлических характеристик агрегатов жидкостных ракетных двигателей. Обозначены возможные риски при эксплуатации изделий в случае отклонения фактических параметров от расчетных значений. Показан метод доработки изделий с целью обеспечения требуемых параметров с учетом статистических данных, специфики применения и минимальных конструктивных изменений.

Ключевые слова: расходные параметры, испытания, гидравлические характеристики, дроссельная шайба, жидкостный ракетный двигатель

Введение. Исследование гидравлических параметров агрегатов с целью повышения эксплуатационных характеристик жидкостных ракетных двигателей является одним из актуальных направлений развития аэрокосмической отрасли, так как отвечает выполнению задач по выведению полезной нагрузки ракетами-носителями среднего и тяжелого класса, повышению надежности и экономичности вновь разрабатываемых и модернизируемых двигательных установок. Принимая во внимание определяющую роль величины удельного импульса при оценке эффективности жидкостного ракетного двигателя, значительная часть исследований и разработок проводится в данном направлении. Учитывая тот факт, что одним из способов повышения эффективности работы ЖРД является увеличение скорости истечения газов из сопла за счет роста давления в камере сгорания, особое внимание уделяется обеспечению расходных характеристик камер сгорания и организации эффективного охлаждения ее стенок [1].

Методы и материалы; результаты. Соответствие расходных характеристик агрегатов жидкостных ракетных двигателей требуемым значениям подтверждается рядом контрольных испытаний модельными жидкостями (например, водой) на протяжении всего цикла изготовления агрегата и изделия в целом. Отклонения параметров, выявленные на этапе испытаний, свидетельствуют о рисках нештатной и аварийной работы изделий в процессе эксплуатации.

Одним из ключевых параметров при выполнении гидравлического пролива камеры сгорания является соотношение расхода воды и перепада давления, определяемое расчетными показателями [2].

При проведении гидравлических испытаний модернизированной конструкции камеры было выявлено превышение расчетного значения расхода

воды через охлаждающий тракт в зоне критического сечения, что свидетельствует о неравномерном распределении охлаждающего компонента топлива в закритической зоне камеры и недостаточно эффективном охлаждении сопловой части камеры [3]. На основании проведенных расчетов, с учетом результатов анализа статистических данных, было выработано решение о возможности повышения гидравлического сопротивления охлаждающего тракта в зоне критического сечения модернизированной камеры посредством ведения в конструкцию дополнительной дроссельной шайбы. Для подтверждения были проведены экспериментальные работы на имитаторе. Полученные характеристики позволили определить размер проходного сечения дроссельной шайбы. Эффективность использования дроссельной шайбы подтверждена результатами экспериментальных проливов камеры сгорания.

При проведении экспериментальных работ для определения гидравлических характеристик использовалась общеизвестная и традиционная методика холодных гидравлических испытаний охлаждающего тракта.

Заключение. По результатам проведенных экспериментальных работ подтверждена возможность обеспечения гидравлических параметров камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя за счет минимальных изменений конструкции, что позволит сократить сроки и стоимость работ по внедрению модернизированной конструкции камеры сгорания.

Список источников

- [1] Добровольский М.В. *Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: учебник для высших учебных заведений*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016, 461 с.
- [2] Сточек Н.П., Шапиро А.С. *Гидравлика жидкостных ракетных двигателей*. Москва, Машиностроение, 1978, 128 с.
- [3] Рязанцев А.Ю., Юхневич С.С., Широкожухова А.А. Инновационные методы получения искусственной шероховатости на поверхностях теплонагруженных деталей камер сгорания жидкостных ракетных двигателей. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2020, № 4 (100). <https://doi.org/10.18698/2308-6033-2020-4-1971>