

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В МИКРОДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Якутин А. В.

ОАО «ГСКБ «Алмаз – Антей» им. академика А. А. Расплетина, г. Москва, Россия

Концепция применения малых и микрокосмических аппаратов (МКА) в настоящее время стала особенно актуальной из-за стремления минимизировать стоимость жизненного цикла спутников для различных космических миссий путём уменьшения массы и размеров этих аппаратов. При этом одной из ключевых проблем является создание микродвигателей для управления положением в пространстве и коррекции орбиты таких аппаратов.

Основными областями применения космических аппаратов с микродвигателями являются: телекоммуникация, навигация, мониторинг ближайшего космического пространства, выполнение научных миссий на околоземных орбитах, формационные полеты и многое другое. В частности, на современных ракетах типа «Patriot (РАС-3)» для управления полетом применяются 18 микродвигателей.

Целями настоящей работы являются создание математической модели внутрикамерных рабочих процессов микро-ЖРД применительно к очень малой размерности трактов (в несколько десятков микрометров).

В результате математического исследования решаются задачи по определению тяги и удельного импульса микро-ЖРД.

Исследуемые двигатели работают на однокомпонентном топливе - гидразине, каталитический реактор представляет собой совокупность отдельно стоящих и равноудаленных друг от друга элементов ромбообразной (шаровой) формы. Элементы, а так же область подложки и боковые стенки реактора, покрываются каталитически активным металлическим сплавом «Shell-405».

Предложено математическое описание процессов в микро-ЖРД, на основе уравнений Навье-Стокса и теплового баланса. Структурная схема общей модели микро- ЖРД состоит из нескольких взаимосвязанных моделей, которые взаимно дополняют друг друга, делая понятной структуризацию всего объекта. Эта модель позволяет рассчитать процессы гидро – газодинамического течения в распределительном блоке, каталитическом реакторе и сопле с учетом химических реакций и тепловыделения в корпус ЧИПа микродвигателя.

Произведен численный анализ рабочих процессов и оценены тяга и удельный импульс микро-ЖРД. Проведены исследования зависимости распределения температуры потока в каталитическом реакторе от температуры его стенок.

Предложенный подход математического исследования рабочих процессов в ракетных жидкостных микродвигателях позволяет сократить время и стоимость разработки микродвигателя.