

УДК 519.245

УДК 629.783

Исследование различных расположений сопел для управления ориентацией КА и корректирования орбиты

Р.А.Крымов^{1,2}, В.Е.Турков^{1,2}, Е.А.Цветков^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Центральный научно-исследовательский институт химии и механики

В последнее время всё большую популярность при проектировании научно-исследовательских КА приобретает стандарт CubeSat. Наряду с очевидными преимуществами, включающими простоту разработки, широкую номенклатуру готовых компонент, открытую спецификацию и низкую себестоимость, данный формат спутников имеет существенные ограничения на используемые ресурсы.

Одним из важных вопросов, стоящих перед разработчиками, является проблема рационального использования рабочего тела двигательной установки с несколькими соплами, так как неудачное расположение сопел двигателей приводит к перерасходу имеющихся ресурсов. Оптимальная компоновка двигательной установки должна быть одновременно достаточной для осуществления различных манёвров (всевозможных перемещений и вращений), компактной и экономичной. Оценка величины перерасхода топлива для различных конфигураций расположения сопел является целью настоящей работы. Специфика задачи заключается в том, что направление момента или силы тяги заранее неизвестно. Такая ситуация возникает, например, при коррекции орбиты спутника без нарушения его ориентации.

Было проведено численное моделирование работы систем двигателей различных конфигураций, при котором выбиралось случайное направление желаемого вектора силы тяги или момента и находилась схема включения двигателей, обеспечивающая создание требуемых тяги и момента. Поскольку такое решение принципиально не является единственным, дополнительно было потребовано, чтобы суммарный расход топлива был минимальным. Для оценки качества каждой из схем расположения сопел были введены два критерия: усреднённый по всевозможным направлениям расход топлива для создания единичного вектора тяги и усреднённый по всевозможным направлениям расход топлива для создания единичного вектора момента.

В числе прочих была исследована система двигателей VACCO CubeSat High Impulse Propulsion System (CHIPS-R134A) компании CU Aerospace, разработанная для установки на КА формата CubeSat. Одна такая установка не способна создавать произвольный момент при отсутствии тяги и произвольную тягу при отсутствии момента. В то же время две такие двигательные установки, расположенные друг напротив друга, уже позволяют совершать произвольные перемещения и вращения. Для сдвоенной системы было предложено конструктивное изменение, позволяющее повысить эффективность работы двигателей.