

3. Соллогуб, А. В. Космические аппараты систем зондирования поверхности Зели. Математические модели повышения эффективности КА / А. В. Соллогуб, Г. П. Аншков, В. В. Данилов; под ред. Д. И. Козлова. – М.: Машиностроение, 1993. – 366 с.

УДК 629.785

Сараева Е.А.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЕКТНОГО ОБЛИКА ЭЛЕКТРОРАКЕТНОГО ТРАНСПОРТНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ВЫВЕДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ НАГРУЗОК НА ОКОЛОЗЕМНЫЕ ОРБИТЫ

В настоящее время проблема повышения эффективности транспортных операций в космосе выходит на первый план.

В последнее время стал появляться интерес к выводу космических аппаратов (КА) на опорную орбиту ракета-носителями с последующим выведением КА на целевую орбиту при помощи электроракетной двигательной установки малой тяги. Этот динамический манёвр более продолжителен, но позволяет увеличить относительную массу полезной нагрузки.

Космическая транспортная система (КТС) является сложной технической системой. На первом уровне иерархии выделяются крупные подсистемы: космическая головная часть, ракетно-технический комплекс и наземный комплекс управления.

Для снижения затрат средств и времени на разработку КТС в её составе используют уже разработанные и серийно выпускаемые изделия ракетно-космической техники. На рис. 1 представлена космическая головная часть, в составе которой можно увидеть электроракетный транспортный модуль (ЭРТМ), который соединён с полезной нагрузкой. ЭРТМ состоит из адаптера, полезной нагрузки (ПН) и двух отсеков – приборного и энергодвигательного.

На рис. 2 представлен проектный облик электроракетного транспортного модуля. Приборный отсек служит для размещения приборов и антенн служебных систем. Корпус приборного отсека представляет собой шестигранный каркас, закрытый со всех сторон сотопанелями, на которые устанавливаются приборы.

Энергодвигательный отсек (ЭДО) предназначен для размещения объединённой двигательной установки (ОДУ), энергетической установки и солнечных батарей транспортного модуля. Обеспечивает тягу и электроснабжение транспортного модуля.



Рис. 1. Состав космической транспортной системы с КА «Глонасс-К1»

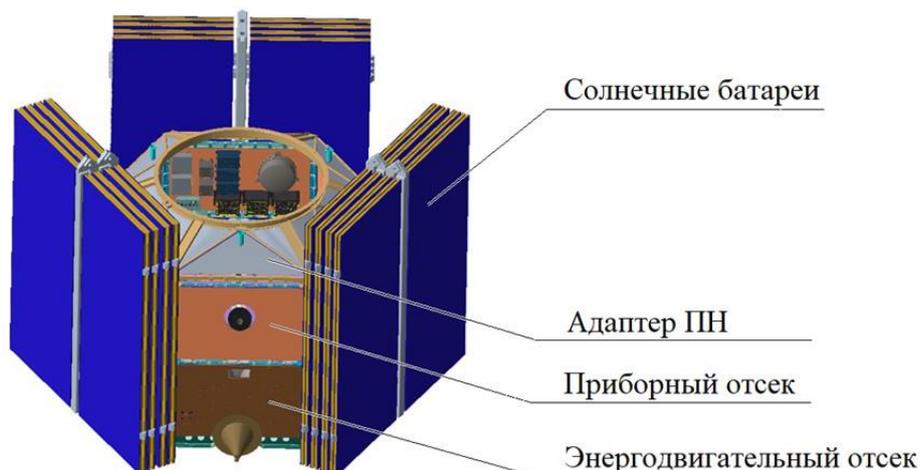


Рис. 2. Состав ЭРТМ

Адаптер ПН предназначен для конструкторской и функциональной связи полезной нагрузки с транспортным модулем. На него устанавливается космический аппарат с устройством отделения. Адаптер ПН представляет собой конструкцию из фермы и обшивки и обеспечивает переход от шестигранного корпуса ЭРТМ к цилиндрическому шпангоуту, на который устанавливается устройство отделения ПН.

Корпус энергодвигательного отсека по конструкции аналогичен корпусу приборного отсека. На внутренних поверхностях панелей и приборной раме располагаются приборы, а на наружной – панели солнечной батареи (СБ).

Основное пространство энергодвигательного отсека занимает объединённая двигательная установка, состоящая из ЭРДУ и дополнительной двигательной установки. Объединённая двигательная установка функционально является исполнительным органом системы управления движением ЭРТМ.

Двигательная установка предназначена для создания тяги, воздействующей на центр масс ЭРТМ или создающей управляющие моменты вокруг его центра масс. В её состав входят шесть жидкостных ракетных двигателей малой тяги (ЖРДМТ) (рис. 3), баллоны с гидразином и гелием для обеспечения вытеснительной подачи гидразина к ЖРДМТ.

ЭРДУ предназначена для довыведения КА на заданную орбиту и увод ЭРТМ с орбиты по истечении срока эксплуатации. Она включает четыре ЭРД СПД-140 и систему подачи и хранения (СПХ).

СПХ предназначена для хранения и подачи рабочего тела в ЭРД и включает в себя шесть баллонов для хранения рабочего тела, трубопроводы с клапанами, дросселирующими устройствами, теплообменниками-газификаторами и редукторами для подачи ксенона с необходимыми характеристиками (температурой, давлением и расходом) в ЭРД, а также датчики давления и предохранительный клапан.

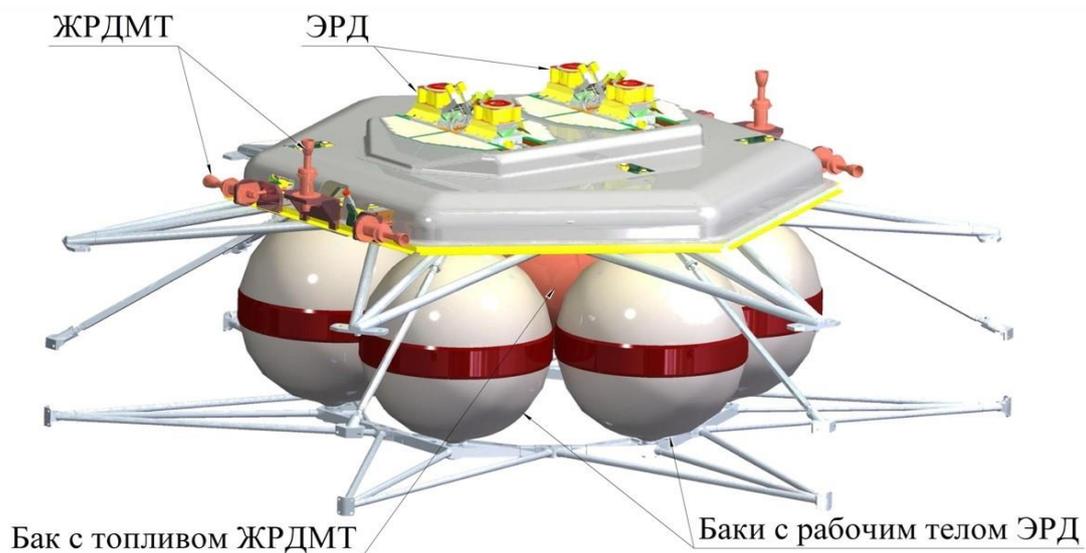


Рис. 3. Объединённая двигательная установка

СБ предназначены для преобразования электромагнитной энергии солнечного излучения в электрическую энергию и являются первичным источником электроэнергии в период эксплуатации изделия на орбите, включая участок выведения.

Система обеспечения теплового режима (СОТР) в совокупности с элементами конструкции ЭРТМ предназначена для обеспечения в процессе лётной эксплуатации заданного теплового режима элементов конструкции и приборно-агрегатного оборудования. Данная СОТР относится к пассивному типу. Электронагреватели СОТР используются для местного обогрева элементов ЭРТМ. Радиаторы с контурными тепловыми трубами обеспечивают локальный забор подводимого к ним тепла через контактные поверхности панелей, транспортировку и последующее излучение его с отдельных радиационных панелей в окружающее космическое пространство.

Экранно-вакуумная теплоизоляция обеспечивает сведение к минимуму теплообмена поверхностей ЭРТМ с окружающим космическим пространством [1].

Применение ЭРТМ в составе космической транспортной системы и схемы выведения с комбинацией двигателей большой и малой тяги позволяет увеличить массу выводимых ею полезных грузов на орбиту, снижая тем самым стоимость пусковых услуг, а также повысить надёжность выведения. В настоящее время активно развивается применение ЭРДУ для задач довыведения КА на геостационарную орбиту.

Библиографический список

1. Салмин, В. В. Выбор баллистических схем полёта и формирование проектного облика электроракетного транспортного модуля для выведения полезных нагрузок на околоземные орбиты / В. В. Салмин, А. А. Кветкин, А. С. Русских // Вестник Самарского ун-та. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2020. – №4. – С. 58-69. DOI: 10.18287/2541-7533-2020-19-4-58-69.

2. Салмин, В. В. Расчёт приближённо-оптимальных перелётов космического аппарата с двигателями малой тяги с высокоэллиптической на геостационарную орбиту орбиты / В. В. Салмин, К. В. Петрухина, А. А. Кветкин // Космическая техника и технологии. – 2019. – № 4 (27). – С. 94-108. DOI: 10.33950/spacetechn-2308-7625-2019-4-94-108.

3. Моисеев, Н. Н. Элементы теории оптимальных систем / Н. Н. Моисеев. – М.: Наука, 1975. – 526 с.