

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ОТВОДА СВЯЗЕЙ НАЗЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ БОРТА СТАРТУЮЩЕЙ РКН

Патай А. В.

Филиал ФГУП «ЦЭНКИ» - Научно-исследовательский институт стартовых комплексов имени В. П. Бармина, г. Москва, Россия

В настоящее время повсеместная экономия средств и ресурсов в различных сферах деятельности значительным образом влияют на направления развития человечества связанные с освоением космического пространства. Условия конкуренции в сфере предоставления пусковых услуг различными странами – Российской Федерацией, США, Китаем, Францией и других стран имеющих средства выведения спутников различного назначения на околоземную орбиту в свою очередь вносят ряд определенных тенденций в направления развития средств выведения – ракет-носителей космического назначения (РКН).

Направления развития современных РКН носят следующий характер:

- отказ от использования сложно-технических высоко грузоподъемных РКН и космических аппаратов для выведения полезных нагрузок и космонавтов на орбиту (Очевидный пример – завершение в США 21 июля 2011 программы использования челноков «Space Shuttle») с упрощением конструкции РКН в пользу технологичности производства.

При существующей частоте пусков ракета-носитель становится изделием не единичным, а серийным, что приводит к необходимости унификации производства РКН различного класса грузоподъемности – легкого среднего и тяжелого между собой по принципу создания модульных схем на базе универсальных ракетных блоков. К таким перспективным в реализации проектам в отечественном ракетостроении можно отнести: фактически созданное семейство РКН «Ангара», семейство проектируемых РКН «Русь-М», модернизируемое семейство РКН «СОЮЗ» с использованием унифицированных блоков (в рамках каждого семейства) с различными ракетными двигателями (РД).

- удешевление конструкции РКН и одновременно повышение надежности элементов бортовой пневмогидравлической системы (ПГС) и системы электрических связей (СЭС), участвующих в процессах подготовки к пуску РКН. Реализация данного направления развития заключается в процессе переноса части ПГС и СЭС с борта РКН на вспомогательный ССБ или на элементы наземного оборудования, благодаря чему дорогостоящие элементы ПГС и СЭС могут быть использованы многократно поскольку не находятся на борту РКН, ступени которых в настоящее время не являются спасаемыми.

- запуск на орбиту космических аппаратов «ажурных» конструкций, меньшего веса и в большем количестве с помощью одной РКН, однако данные аппараты более требовательны к нагрузкам, возникающим при старте РКН с пусковой установки (ПУ) стартового комплекса (СК).

Вышеперечисленные основные тенденции развития равным образом влияют на процессы развития и модернизации схем современных создаваемых СК. Для обеспечения работ с представленными РКН на СК в процессе подготовки к пуску и при пуске необходимо иметь специальные устройства отвода связей.

Устройство отвода связей (УО) – конструктивное решение, реализованное в виде механизма позволяющего обеспечить пуск РКН без соударения с элементами наземного оборудования, связь с которыми разрывается как до, так и при пуске РКН.

Устройства отвода связей решает комплексную задачу по взаимодействию наземного оборудования и борта РКН, поэтому к УО предъявляется ряд требований для обеспечения подготовки к пуску и пуска РКН в соответствии с заданной циклограммой пуска. Сформируем данные основные требования, предъявляемые к устройствам отвода независимо от их назначения и типа РКН.

1. Обеспечение подвода связей к борту РКН при помощи механизма подвода.

2. Обеспечение возможности стыковки бортовых и наземных коммуникаций по соответствующим узлам стыковки. В зависимости от требований предъявляемых заказчиком и разработчиком РКН этот процесс может обеспечиваться в ручном или автоматическом режиме, если стыковка происходит в ручном режиме, то конструктивно-компоновочная схема должна обеспечивать беспрепятственный доступ обслуживающего персонала в зону стыковки коммуникаций, и возможность проведения контроля выполненной операции стыковки. В случае автоматической стыковке ходом подвода УО или его отдельных частей (механизмов) необходимо иметь на элементах УО устройство, обеспечивающее автоматическую центровку стыковочных плат наземных коммуникаций с бортовыми платами и датчики контроля операции.

3. Обеспечение отслеживания взаимных перемещений РКН и УО (агрегата на которой располагается УО, например кабель-заправочная башня) под действием различных факторов с обязательным сохранением целостности связи. Стыковка коммуникаций при помощи УО проводится, как правило, к «сухой» РКН (как удерживаемой так и не удерживаемой от ветрового воздействия). При состыкованном состоянии на систему РКН+УО действуют различные возмущающие факторы вызывающие взаимное отклонение УО и РКН (например, ветровое воздействие, температурные деформации, деформации РКН в процессе заправки и др.).

4. Обеспечение отвода наземных частей коммуникаций располагаемых на УО от борта РКН с исключением возможности их соударения. Процесс отвода коммуникаций можно разделить на следующие основные этапы: раскрытие замков на устройстве отвода и состыкованных узлах коммуникаций; выход наземных частей плат и направляющих элементов из бортовых плат с образованием минимальных гарантированных зазоров; быстрый отвод на расстояние, обеспечивающее безударное прохождение наиболее опасных точек и геометрических обводов борта РКН (определяется по чертежам и схема РКН местам выхода бортовых коммуникаций из стыковки, траекторным смещениям РКН на начальном этапе полета) в момент их прохождения уровней размещения УО; торможение и остановка в отведенном положении (общий ход отвода и торможения определяется исходя из условий безударного отвода, траектории, по которой осуществляется отвод и конструктивно-компоновочной схемы агрегата, на котором размещается УО, требованиями по обеспечению сохранности УО под действием динамических, газодинамических, акустических и тепловых нагрузок).

5. Обеспечение сохранности коммуникаций в процессе и после отвода. Если УО и подводимые и наземные части коммуникации не являются узлами разового действия, то необходимо обеспечивать сохранность этих элементов от газодинамического, акустического, температурного воздействия и сил инерции. Защита от сил инерции обеспечивается за счет оптимизации скоростей и ускорений, возникающих в процессе отвода и приводящих к перегрузкам в элементах наземных коммуникации и УО (например, за счет оптимизации усилия в демпфере, гасящем скорость отводимого УО). Защиту от газодинамических, акустических, тепловых воздействий обеспечивают следующими способами: в конструкции УО используются различные щиты или рассекатели, защищающие от газодинамического воздействия, теплостойкие покрытия и материалы на коммуникациях и элементах УО, вибропоглощающие крепления и материалы.

6. Отвод коммуникаций под защиту других стационарно располагаемых на СК агрегатов за время, при котором струя ДУ еще не достигнет зоны воздействия на УО.

7. Автоматизированное управление процессами, указанными в пунктах 1–6, в соответствии с циклограммой функционирования УО на всех этапах подготовки к пуску РКН и при пуске РКН.

Все вышеперечисленные требования, предъявляемые к УО, характеризуют данный

объект как сложную техническую систему с множеством связей и параметров, что в свою очередь делает процесс проектирования такой системы сложным и многогранным, требующим наличия определенных систематизированных знаний и методик проектирования данных устройств.

Таким образом, объектом исследования настоящей работы является исследование различных устройств отвода связей от борта РКН на существующих и перспективных СК, с целью:

- систематизации знаний и технических решений по УО;
- определению критериев и основных параметров УО;
- разработки и внедрению методики проектирования и расчетов УО.

Отдельные результаты данной работы – «Положение центров струй и границы их разброса на плоскости следов при старте РКН» (Абдурашидов Т. О., Коробов А. С., Патай А. В., Тарнаева Н. И.) в настоящий момент запатентован (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2009611786) и применяется для расчетов нагрузок на УО и другие элементы стартового комплекса при пуске РКН в расчетно-теоретическом отделе Филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - НИИСК им В. П. Бармина.