

занные объекты не являлись бездвигательными, и их движение время от времени корректировалось. Они, как правило, наблюдались в виде компактно движущейся группы (связки) из трех КА, один из которых обычно шел несколько впереди других, так что группа представляла собой остроугольный треугольник, вытянутый по направлению движения. Они заметно перемещались друг относительно друга, а задние КА даже менялись местами, что и должно иметь место при движении спутников по пересекающимся орбитам. По оценкам, сделанным на основе анализа наблюдательных данных и элементов орбит, минимальное угловое расстояние между объектами за время наблюдений составило около $11'$, а максимальное — около 2° , что соответ-

ствует расстоянию между ними в картинной плоскости 6 и 66 км соответственно для высоты 30° над горизонтом, или 4 и 44 км для высоты 60° .

BEHAVIOUR OF SPACECRAFTS GROUP INJECTING BY ONE LAUNCH VEHICLE

N. G. Paltsev

A behaviour of compact group of passive spacecrafts (SC) injecting by one launch vehicle under the influence of terrestrial gravity forces is considered. It is shown that the stability of SC depends on the type of separation system, the method and the direction of SC separation. This one so depends on orientation accuracy of SC last stage, which determined initial SC group configuration.

УДК 629.764 «756»

МНОГОРАЗОВЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЗДУШНОГО СТАРТА

© А. В. Сокол, В. А. Попов, Н. В. Полуян

Державне конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля

Розглядається багаторазова транспортна космічна система із застосуванням повітряного старту, що дозволяє вивести на низьку навіколоземну орбіту космічний апарат масою до 500 кг.

Анализ рынка КА, предполагаемых к запуску на низкую околоземную орбиту в рамках телекоммуникационных программ, показал, что в период с 2000 по 2007 гг. основная масса КА будет иметь вес до 500 кг. Вместе с тем анализ рынка КА за прошедшие годы указывает на постоянное увеличение количества КА, выводимых на низкую околоземную орбиту. На сегодняшний день наблюдается тенденция снижения веса КА, располагаемых на низкой околоземной орбите.

Во всем мире не прекращаются работы по созданию различных систем выведения КА: традиционные одноразовые многоступенчатые ракеты-носители, частично многоразовые транспортные космические системы (МТКС).

Особый интерес у разработчиков систем выведения КА на околоземную орбиту вызывают МТКС нового поколения, которые позволяют:

- снизить удельную стоимость выведения КА на орбиту;
- повысить надежность и безотказность выведения КА;

- упростить и значительно сократить время межполетного обслуживания систем выведения;
- уменьшить влияние запусков систем выведения на окружающую среду, максимально сократить, вплоть до полной ликвидации, зоны отчуждения по трассам пусков.

В ГКБ «Южное» проведены проектно-исследовательские работы по созданию МТКС. Было определено, что наиболее реализуемым, как с точки зрения экономических вложений, так и возможности технической реализации, является вариант воздушного старта с применением носителя многоразового использования.

Применение самолета-носителя в составе МТКС позволяет получить следующие преимущества.

1. Носитель многоразового использования, стартовый с самолета-носителя, использует его начальную скорость и крейсерскую высоту, что позволяет уменьшить стартовую массу носителя.

2. Возможность запуска многоразового носителя в любой удобной точке над поверхностью Земли, в том числе вблизи экватора, что позволяет умень-



Схема выведения КА с помощью МТКС воздушного старта

шить количество заправляемого топлива.

3. Применение в качестве базы стандартного аэродрома первого класса.

4. Повышение темпа запусков благодаря независимости системы от количества стационарных наземных пусковых комплексов; снижение трудоемкости межполетного обслуживания и подготовки к пуску при достижении максимальной взаимозаменяемости отдельных элементов системы.

Рассматриваемый вариант МТКС с применением воздушного старта имеет следующие характеристики:

взлетная масса самолета-носителя с многоразовым аппаратом	396 т;
стартовая масса носителя многоразового использования	75 т;
масса доразгонной ступени	1.162 т;
масса полезного груза	0.5 т;
радиус полета самолета-носителя	4100 км;
высота орбит	200 км
габариты носителя многоразового использования (высота×длина×ширина)	3.84×12.1×13.1 м;
габариты зоны полезного груза	2.26×3.2×2.2 м.

МТКС состоит из следующих основных элементов:

самолет-носитель АН-124 «Руслан»
носитель многоразового использования;
доразгонная ступень выведения, которая может дополнять комплекс в случае необходимости выведения КА на более высокие орбиты.

Вес полезного груза выбирался с учетом мировых тенденций и рынка потенциальных заказчиков на услуги запуска КА до 500 кг.

Носитель многоразового использования представляет собой моноплан по схеме безхвостка и обладает несущим стреловидным фюзеляжем, благодаря которому уменьшилась площадь поверхности крыльев аппарата, и двумя V-образными киями. В качестве компонентов топлива для носителя многоразового использования выбраны кислород + керосин. По сравнению с топливом кислород + водород выбранное топливо обладает лучшими эксплуатационными свойствами и имеет большую плотность. В результате МТКС данного класса обладает лучшими энергетическими характеристиками.

На носителе многоразового использования используется силовая установка с многокамерным ЖРД и центральным телом. Отдельные камеры расположены в два ряда по сторонам плоского центрального тела, выполненного в виде клина. Внутри центрального тела расположены все основ-

ные агрегаты ЖРД (турбонасосный агрегат, газогенератор, элементы автоматики и т. д.)

На схеме выведения КА с помощью МТКС воздушного старта (рисунок) показаны:

- взлет МТКС с аэродрома базирования;
- выход МТКС в расчетную точку запуска;
- отделение носителя многоразового использования от самолета-носителя;
- траектория полета носителя многоразового использования;
- выход на расчетную траекторию носителя многоразового использования, отделение доразгонной ступени, вход носителя многоразового использования в плотные слои атмосферы и его возвращение по-самолетному на аэродром базирования;
- вывод КА на заданную околоземную орбиту;
- разделение КА и доразгонной ступени, после чего происходит увод доразгонной ступени с орбиты КА;
- функционирование КА на околоземной орбите.

В результате проведенных работ показано, что в Украине возможно создание МТКС с применением воздушного старта. Высокие энергетические возможности данной системы обусловлены применением силовой установки на базе многокамерного ЖРД с центральным телом. Исследование рынка КА показало, что данная система будет успешно действовать для удовлетворения нужд потенциальных заказчиков при выведении КА на низкие околоземные орбиты. Вместе с тем существует возможность вывода КА на более высокую орбиту при использовании доразгонной ступени.

REUSABLE TRANSPORT SPACE SYSTEMS WITH APPLICATION OF AIR LAUNCH

A. V. Sokol, V. A. Popov, N. V. Poluyan

A reusable transport space system with application of air launch permitting to inject a spacecraft of total mass up to 500 kg into low near-Earth orbit is considered.

УДК 629.78.52?13+521.3

О НОВОМ МЕТОДЕ КОМПЕНСАЦИИ ДРЕЙФА ГСС

© Н. Г. Пальцев

Астрономічна обсерваторія Одеського університету, Одеса

Розглянуто причини дрейфу геостационарних супутників (ГСС), які призводять до сходження супутника зі свого місця та до порушень роботи відповідних систем. Запропоновано простий метод компенсації дрейфу ГСС, який дозволяє суттєво зменшити частоту корекцій руху ГСС та підвищити їхню ефективність.

Геостационарные спутники (ГСС) — это спутники, находящиеся на суточной экваториальной (синхронной) круговой орбите. Так как период обращения этих спутников в точности равен одним звездным суткам, то в идеальном случае каждый из них должен всегда находиться над одной и той же точкой земного экватора. Гринвичская долгота каждой такой подспутниковой точки и является долготой точки стояния соответствующего ГСС.

Соизмеримость движения этих спутников с вращением Земли приводит к значительным резонансным возмущениям в долготе спутника в орбите, вызывая дрейф КА относительно его первоначального положения. В связи с этим движение всех активно работающих спутников время от времени корректируется для компенсации этого дрейфа. Применяемые способы коррекции движения ГСС позволяют возвращать его на прежнее место, одна-

ко не предотвращают возможности дальнейшего ухода спутника со своего места, и поэтому движение ГСС должно корректироваться очень часто. Те ГСС, которые выработали свои энергетические ресурсы, либо переводятся на более низкие орбиты, либо остаются на синхронной орбите и начинают двигаться по инерции. Резонансные возмущения вызывают также изменения большой полуоси порядка 30 км, что является некоторой гарантией от столкновения с ними вновь запускаемых спутников.

Исследование движения пассивных ГСС представляет интерес не только для небесной механики, но и для геофизики, так как их наблюдения позволяют определять некоторые параметры гравитационного поля Земли и их вариации.

При наблюдениях ГСС нужно помнить, что в окрестности наблюдаемого объекта могут быть и

КОСМІЧНА НАУКА І ТЕХНОЛОГІЯ. ДОДАТОК.—2001.—7, № 1