

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

другие тела, находящиеся на геосинхронной орбите. Поэтому для отыскания требуемого объекта нужен достаточно простой и эффективный метод отождествления, которым должны владеть наблюдатели. Как известно, отождествление ГСС рекомендуется проводить по тем элементам, которые выражают различие их орбит и достаточно надежно определены. Для ГСС основными такими элементами являются долгота подспутниковой точки λ_n и ее суточное изменение — дрейф спутника d , который также является характеристикой движения ГСС. Величину дрейфа можно найти по наблюдениям в соседние даты. Но если рядом находится несколько спутников, то через сутки порядок их следования может измениться из-за разных значений дрейфа. Поэтому необходимы также наблюдения наклона орбиты i и долготы восходящего узла Ω .

Долгота подспутниковой точки очень близка к резонансной переменной:

$$\lambda_n = M + \omega + \Omega - S_g, \quad (1)$$

где M — средняя аномалия, ω — аргумент перигея, S_g — звездное время Гринвича. Тогда дрейф d может быть выражен формулой:

$$d = \dot{\lambda}_n = n + \dot{\omega} + \dot{\Omega} - s, \quad (2)$$

где $n = \dot{M}$ — среднее суточное движение, $\dot{\Omega}$, $\dot{\omega}$ — вековые изменения узла и перигея, $s = \dot{S}$ — угловая скорость вращения Земли.

Значение дрейфа резонансных ГСС не превышает $0.5^\circ/\text{сут}$. В этом случае $n = s$, и следовательно

$$d = \dot{\omega} + \dot{\Omega}, \quad (3)$$

т. е. основной причиной дрейфа ГСС являются возмущения восходящего узла и перигея.

Выражение (2) позволяет сделать очень важный вывод о связи дрейфа со средним движением, а следовательно, и с полуосью орбиты ГСС. Так, существует орбита с большой полуосью a_0 и средним движением n_0 , на которой суточное смещение спутника будет равным или близким к нулю:

$$d_0 = n_0 + \dot{\omega}_0 + \dot{\Omega}_0 - s = 0. \quad (4)$$

Подставляя (4) в (2), найдем

$$d = n - n_0 + \dot{\Omega} - \dot{\Omega}_0 + \dot{\omega} - \dot{\omega}_0. \quad (5)$$

Ввиду того, что разности $\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_0$ и $\dot{\omega} - \dot{\omega}_0$ малы, поскольку возмущения на близких орбитах отличаются мало, получим $d = n - n_0 = \Delta n$.

К такому же выводу можно прийти, трактуя правую часть выражения (2) как отклонение сред-

него движения ГСС от скорости вращения Земли, так как все эти движения происходят в экваториальной плоскости, или близкой к ней. Таким образом, получаем

$$\Delta n = n + \dot{\omega} + \dot{\Omega} - s, \quad (6)$$

Подобную связь дрейфа со средним движением можно получить также и путем определения орбиты дрейфующего ГСС по данным наблюдений. В результате будут получены заниженные значения (при $d > 0$) большой полуоси a и среднего движения n . Рассматривая дрейф спутника как изменение среднего движения, т. е. $d = \Delta n$ что равносильно изменению большой полуоси его орбиты на величину

$$\Delta a = \frac{2ad}{3n} = \frac{2a\Delta n}{3n}, \quad (7)$$

легко прийти к выводу, что по крайней мере вековую составляющую дрейфа ГСС можно компенсировать путем коррекции полуоси на величину, равную Δa , взятую со знаком дрейфа d . По сделанным оценкам величина Δa составляет около 78.3 км на 1° дрейфа. После подобной компенсации орбиты движение спутника будет таким, что он за одни звездные сутки при отсутствии возмущений прошел бы по орбите угол $360^\circ - d$. Наличие возмущений, вызывая дрейф, довернет спутник за это же время до полного оборота. Кроме того, положительная компенсация орбиты, $d > 0$, $\Delta a > 0$, приведет к расширению зоны обзора ГСС, а значит и к увеличению его возможностей.

Следовательно, такая коррекция орбит ГСС позволит значительно уменьшить дрейф и тем самым существенно повысить эффективность использования этих спутников. Возможно также, что такая компенсация вековой составляющей дрейфа ГСС способна привести к изменению положения точек либрации.

1. Сочилина А. С. Об отождествлении геосинхронных спутников по их первоначальным орбитам // Набл. искусственных небес. тел.—1990.—№ 85.

ON A NEW METHOD OF GEOSTATIONARY SATELLITES DRIFT COMPENSATION

N. G. Paltsev

The origins of geostationary satellites (GSS) drift, resulted in leaving a satellite its orbit and appearance either disturbances in corresponding operation systems are considered. A simple method of GSS drift compensation allowing to essentially decrease a frequency of correction of GSS motion and to raise their efficiency is suggested.