

5. ОРБИТАЛЬНОЕ МАНЕВРИРОВАНИЕ

Управляемое движение КА, в результате которого происходит изменение орбиты, называется маневром.

По назначению маневра принято различать:

- корректирующие маневры;
- маневры орбитального перехода;
- маневры при выполнении операции встречи;
- маневр для схода КА с орбиты.

Любой из перечисленных видов маневров изменяет элементы орбиты, то есть по существу является маневром орбитального перехода. Однако каждый вид маневра имеет свои особенности.

5.1. Импульсные маневры коррекции элементов орбиты

Целью корректирующего маневра является, как это следует из названия, исправление или уточнение орбиты. Корректирующие маневры могут применяться для коррекции ошибок выведения; для коррекции элементов орбиты, изменяющихся под действием различных возмущающих факторов; для коррекции межпланетных траекторий и т.д.

Как правило, изменение элементов орбиты при проведении корректирующих маневров невелико. Маневры, изменяющие форму и размеры орбиты и ориентацию орбиты в плоскости, называются продольными; маневры, изменяющие положение плоскости орбиты в пространстве, - боковыми.

Если целью корректирующего маневра является изменение одного параметра орбиты, то коррекция называется однопараметрической, если двух или более - двух- или многопараметрической.

Обычно при расчете параметров корректирующего маневра стремятся найти управление, требующее минимальных энергетических затрат (оптимальное по критерию расхода топлива). Это можно сделать, пользуясь выражениями для изменения элементов орбиты под действием корректирующих импульсов (см. [табл. 5.1](#)). Данные выражения позволяют определить положение точек приложения импульсов, их величин и направлений в интересах коррекции тех или иных элементов.

Таблица 5.1

Элементы орбиты	Составляющие корректирующего импульса		
	Тангенциальная	Нормальная	Боковая
a	$\frac{2a^2 \cdot V}{\mu} \cdot \Delta V_T$		
e	$\frac{2(e + \cos(u))}{v} \Delta V_T$	$-\frac{r \cdot \sin(u)}{aV} \Delta V_N$	
ω	$\frac{2 \sin(u)}{v_e} \Delta V_T$	$\frac{2a \cdot e + r \cdot \sin(u)}{aeV} \Delta V_N$	$-\frac{\sin(u)}{V \cos(u) \cdot \operatorname{tg}(i)} \Delta V_B$
i			$\frac{\cos(u)}{V \cos(u)} \Delta V_B$
Ω			$\frac{\sin(u)}{V \cos(u) \cdot \sin(i)} \Delta V_B$

Так, большая полуось орбиты изменяется лишь под действием тангенциального импульса. Следовательно, для ее коррекции нужно ориентировать вектор тяги по касательной к орбите.

Наибольшая экономичность коррекции большой полуоси, как видно из выражения:

$$J_T = (\mu / 2 \cdot a^2 V) \cdot \Delta a,$$

где J_T -величина корректирующего импульса, достигается при тангенциальном импульсе, прикладываемом в перигее орбиты (скорость КА максимальна). В этом случае для заданного значения Δa потребуется минимальный импульс.

Коррекция эксцентриситета может осуществляться с помощью как тангенциального, так и нормального импульса. Тангенциальный импульс для коррекции эксцентриситета целесообразно прикладывать в точках аписид в зависимости от знака требуемого изменения Δe . Как следует из выражения

$$J_T = \{V / [2 \cdot (e + \cos(u))]\} \cdot \Delta e$$

величина импульса в этом случае будет минимальна.

Положение линии аписид при такой коррекции не изменится, т.к. второй фокус смещается по

линии апсид.

Оптимальные точки приложения тангенциального импульса для коррекции аргумента перигея - точки P и P' (точки пересечения эллипса с хордой, проведенной через второй фокус (рис. 5.1), т. к. в этом случае второй фокус смещается по перпендикуляру к первоначальной линии апсид, что обеспечивает максимальный угол ее поворота.

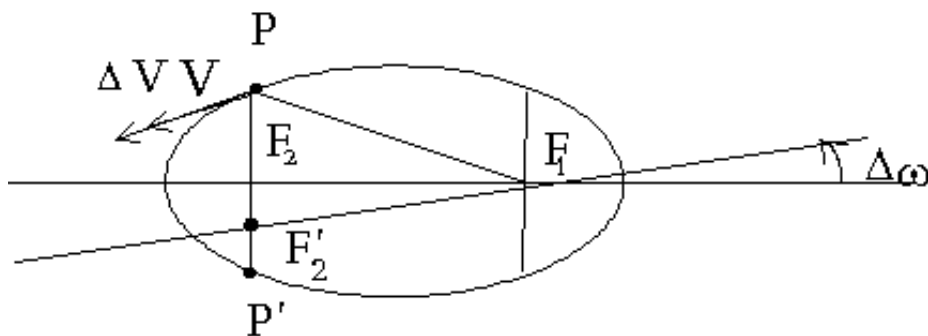


Рис. 5.1. Оптимальные точки приложения тангенциального импульса для коррекции аргумента перигея

Наряду с тангенциальным импульсом для коррекции эксцентриситета и аргумента перигея может использоваться нормальный импульс. Из анализа выражений, приведенных в табл. 5.1, можно получить точки приложения оптимальных импульсов, при этом коррекция эксцентриситета и аргумента перигея не будет сопровождаться изменением большой оси орбиты.

Из выражения следует, что нормальный импульс, приложенный в апогее или перигее орбиты, обеспечивает оптимальную коррекцию аргумента перигея. Действительно, такой импульс смещает второй фокус по дуге окружности с радиусом PF_2 или AF_2 (рис. 5.2). При малых импульсах дугу можно заменить касательной и считать, что смещение происходит по перпендикуляру к первоначальной линии апсид.

В результате эксцентриситет практически не изменится, а угол поворота линии апсид будет максимальным.

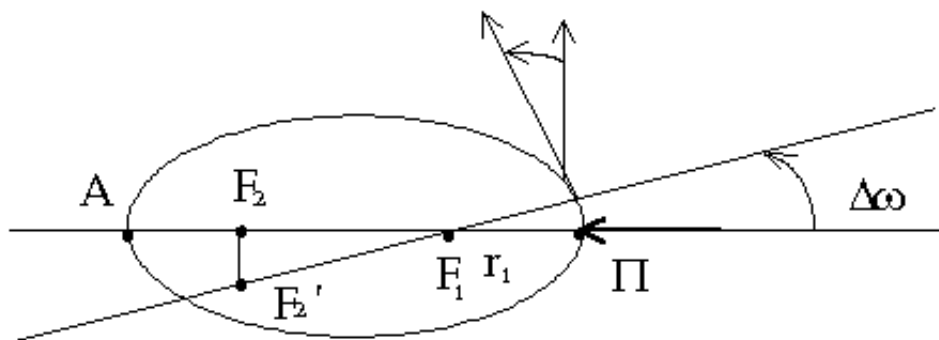


Рис. 5.2. Смещение линии апсид под действием нормального импульса

Необходимо отметить, что, как это следует из выражений, приведенных в [табл. 5.1](#), при заданном $\Delta\omega$ требуемый нормальный импульс для орбит с малыми эксцентриситетами вдвое больше тангенциального. С увеличением эксцентриситета e эта разница уменьшается.

Для изменения эксцентриситета потребуется минимальный нормальный импульс, если он прикладывается в точках P и P' , т.к. в этом случае второй фокус смещается в направлении (для малых импульсов) первоначальной линии апсид. В результате все смещение переходит в изменение межфокусного расстояния, что приводит к наибольшему изменению эксцентриситета e .

Для коррекции наклона и долготы восходящего узла необходимо прикладывать к КА бинормальный импульс таким образом, чтобы он не вызывал нежелательных изменений другого элемента. Кроме того, важно, чтобы коррекция того или иного элемента производилась при минимальной потребной величине импульса, так как при этом обеспечивается минимум расхода топлива.

[\[Начало раздела\]](#)

[\[Предыдущий раздел\]](#) [\[Оглавление\]](#) [\[Следующий раздел\]](#)

<mailto:webmaster>