

Изобретение относится к способам определения относительной угловой скорости при колебательном процессе управления ориентацией объекта на подвижный ориентир с помощью электромаховичных двигателей (ЭМД) и может быть использовано в следящих системах управления.

Известен способ определения относительной угловой скорости при колебательном процессе управления ориентацией объекта неподвижный ориентир [1], где измеряют и дифференцируют текущее угловое отклонение ориентируемой оси от направления на ориентир.

Недостатком способа является то, что при наличии помех в измеряемом сигнале будут иметь место помехи при определении относительной угловой скорости.

В известном способе (прототипе) [2] измеряют угловое отклонение ориентируемой оси от направления на ориентир, прилагают к ориентируемому объекту управляющее воздействие, сформированные в функции измеряемого отклонения, при помощи электромаховичных двигателей (ЭМД), измеряют скорости вращения маховиков, относительную угловую скорость объекта определяют через момент инерции объекта и разность суммарного кинетического момента и накопленного ЭМД.

Недостатком прототипа является то, что он применим только тогда, когда известен и неизменен суммарный кинетический момент, накопленный объектом (например, после его обнуления), а вторым недостатком является то, что он определяет абсолютную угловую скорость, а не относительную.

В основу изобретения поставлена задача создания способа, определения относительной угловой скорости при колебательном процессе управления ориентацией объекта на подвижный ориентир, в котором за счет измерения и запоминания скорости вращения маховика ЭМД о момент экстремального значения углового отклонения обеспечивается определение относительной угловой скорости объекта по информации о скорости вращения маховика и за счет этого, используя относительную скорость в системе управления ориентацией, можно повысить точность ориентации этой системы.

Поставленная задача решается тем, что в способе определения относительной угловой скорости при колебательном процессе управления ориентацией объекта на подвижный ориентир, содержащем измерение углового отклонения ориентируемой оси от направления на ориентир, приложение к ориентируемому объекту управляющего воздействия, сформированного в функции измеренного отклонения, при помощи электромаховичных двигателей (ЭМД), измерение скорости вращения маховиков ЭМД, согласно изобретению, определяют момент времени, когда угловое отклонение достигает экстремального значения, запоминают скорость вращения маховика для этого момента времени, а относительную угловую скорость объекта управления ϕ определяют в соответствии со следующим выражением:

$$\phi = \frac{1}{I} (\Omega - \Omega^*),$$

где:

I - априорно-известный момент инерции маховика ЭМД;

I - априорно-известный момент инерции объекта управления;

Ω^* - скорость вращения маховика в момент достижения угловым отклонением экстремального значения;

Ω - текущая скорость вращения маховика ЭМД.

При использовании для ориентации объекта релейного датчика ориентации с одним порогом срабатывания и отпускания измеряют и запоминают скорость вращения маховика ЭМД при срабатывании и отпуске порога, а значение скорости в момент достижения угловым отклонением экстремального значения определяется в соответствии со следующим выражением:

$$\Omega^* = \frac{\Omega_{01} + \Omega_{02}}{2},$$

где Ω_{01} и Ω_{02} скорости вращения маховика ЭМД при срабатывании и отпуске порога соответственно, причем на интервале срабатывания или отпуске порога момент, прикладываемый к объекту управления, постоянен.

Сущность способа определения относительной угловой скорости при колебательном процессе управления ориентацией объекта на подвижный ориентир заключается в следующем. Поддержание ориентации с помощью моментных исполнительных органов возможно только в режиме колебаний, это единственный способ иметь в среднем угловое отклонение $\phi = 0$ (см. Б.В. Раушенбах, Е.Н. Токарь "Управление ориентацией космических аппаратов". М.: "Наука", 1974, стр. 183-184). При колебаниях всегда имеют место моменты времени, когда угловое отклонение ϕ относительно ориентира достигает экстремумов (максимумов и минимумов). В эти моменты времени относительная угловая скорость ϕ проходит через нуль ($\phi = 0$). Рассмотрим один канал управления, где ось канала управления является главной и центральной. Для этого канала управления справедливо выражение

$$G = I_p + I\Omega \quad (1)$$

(индекс канала управления не указываем), где:

G - проекция вектора кинетического момента всей системы на ось управления;

I и i - моменты инерции объекта и маховика ЭМД соответственно;

p и Ω - проекции абсолютной угловой скорости объекта на ось управления и относительная скорость вращения маховика ЭМД по отношению к объекту.

Величину p можно представить следующим образом:

$$p = \phi + p^*, \quad (2)$$

где:

ϕ , p^* - относительная и переносная скорости соответственно.

Поставив (2) в (1) получаем

$$G = I(\phi + p^*) + I\Omega. \quad (3)$$

При экстремуме (максимум или минимум) относительная скорость $\phi = 0$ из (3) получаем

$$G = I p^* + I\Omega^*, \quad (4)$$

где Ω^* - угловая скорость маховика ЭМД в момент экстремума φ .

Вычитая из (4) выражение (3) получаем выражение для определения относительной угловой скорости

$$\varphi = \frac{I(\Omega - \Omega^*)}{I} \quad (5)$$

Таким образом, использование датчика ориентации с возрастающей характеристикой (необязательно линейной) и исполнительного органа в виде электромаховичного двигателя позволяет определить относительную угловую скорость объекта по оси канала управления.

Важным достоинством вышеописанного способа является то, что величина Ω легко доступна измерению (при необходимости весьма точному) и в силу больших численных соотношений между моментами инерции I и i воспроизводят Ω в весьма "крупном" масштабе. Это позволяет получать информацию о чрезвычайно малых величинах φ , трудно поддающихся определению иными методами. Можно добавить, что колебания φ и рассматриваемом случае определяются практически без задержки во времени, поскольку измерение Ω составляет с этой точки зрения технически несложную задачу.

Для определения Ω^* необязательно использовать датчик ориентации с возрастающей характеристикой. Можно использовать и чисто релейный датчик с одним и тем же порогом срабатывания и отпускания. Если после срабатывания (отпускания) порога релейного датчика ориентации к объекту прикладывается постоянный по величине момент (в первом случае управляющий, а во - втором - возмущающий, внутренний и/или внешний), то экстремум φ наступает через 0,5 интервала времени приложения управляющего (возмущающего) момента, т.е. 0,5 времени нахождения порога в сработавшем (отпущенном) состоянии. Поскольку при постоянном моменте постоянно и угловое ускорение объекта, то скорость Ω посередине временного интервала равна полусумме угловых скоростей на концах интервала, т.е.

$$\Omega^* = \frac{\Omega_{01} + \Omega_{02}}{2}, \quad (6)$$

где Ω_{01} и Ω_{02} - угловые скорости маховика ЭМД, измеряемые и запоминаемые при срабатывании (отпускании) и отпуске (срабатывании) порога релейного датчика ориентации на интервале включения (отключения) ЭМД.

Колебания объекта при его ориентации могут быть двусторонние и односторонние. При односторонних колебаниях целесообразно Ω определять на интервалах отпускания порога релейного датчика ориентации, когда ЭМД выключен, а интервал срабатывания порога использовать для демпфирования колебаний.