

Винахід відноситься до автоматичного керування, зокрема до керування рухом космічного літального апарата (КЛА) навколо центра мас.

Відома система керування КЛА (Патент Російської Федерації №2052369, МПК⁶ В 64 G1/24, опублікований 20.01.96, бюлетень №2) , що містить засіб демпфірування кутового руху КЛА по каналах крену і рискання, виконана у вигляді триступеневого гіростабілізатора, зв'язаного з корпусом КЛА через пружний-грузлий підвіс. Недоліком такої системи є те, що канал керування по тангажу розв'язаний із взаємозалежними каналами крену-рискання і для демпфірування коливань по тангажу потрібно введення спеціальних засобів для прямого чи непрямого визначення кутової швидкості і формування впливу, що демпфірує. Так, наприклад, для формування сигналу, що демпфірує, використовують сигнал з тахогенератора електродвигуна-маховика з лінійним керуванням швидкості обертання.

Відома система для стабілізації кутового руху КЛА з пружними виносними елементами (Патент Російської Федерації №2020113, МПК⁶ В 64 G1/24, опублікований 30.09.94, бюлетень №8), що містить засіб демпфірування кутової швидкості руху апарата по каналах крену і/чи рискання, для демпфірування коливань по каналу тангажу засобами гасіння кутових швидкостей апарата по каналах крену і/чи рискання, поперечний переріз пружного виносного елемента виконаного з нерівними головними моментами інерції, розташованого паралельно вектору згинаючого моменту, що виникає при коливальному кутовому русі апарата навколо осі тангажа, і розгорнутого навколо осі, перпендикулярної площині згаданого поперечного перерізу на розрахунковий кут, при цьому розрахункова величина кута між сусідніми головними центральними осями інерції поперечного перерізу до 60 градусів. Недоліком цієї системи є коливання КЛА навколо осі тангажа, які забезпечують косий вигін штанги пружних виносних елементів.

Відома найбільш близька в технічному змісті система керування космічного апарата (Патент Російської Федерації №2058921, МПК⁶ В 64 G1/24, опублікований 27.04.96, бюлетень №12) - прототип, який містить датчик кута, датчик кутових швидкостей, перший і другий масштабні блоки, формувач закону керування, підсилювач потужності, блок виконавчих органів, обмежник тривалості сигналу на вимикання керування і компенсатор запізнювання виконавчих органів на відключення. Датчик кута та датчик кутової швидкості з'єднані з першим і другим масштабними блоками, виходи яких подаються на формувач закону керування, його вихід з'єднаний з підсилювачем потужності і з обмежником тривалості сигналу на вимикання керування та з компенсатором запізнювання виконавчих органів на відключення, вихід обмежника тривалості сигналу на вимикання керування подається на вхід формувач закону керування, а вихід підсилювача потужності подається на вхід блока виконавчих органів.

В цій системі реалізована компенсація запізнювання. Недолік прототипу полягає в низькій якості керування із-за відсутності негативного зворотного зв'язку з виконавчими органами.

В основу запропонованого винаходу покладена силова стабілізація за допомогою маховиків з використанням негативного зворотного зв'язку для забезпечення кращої точності і якості керування.

КЛА стабілізується в орбітальній системі координат трьома маховиками, у яких осі обертання роторів рівнобіжні осям OX, OY, OZ зв'язаної системи координат. Запропонований винахід полягає у введенні в маховики негативного зворотного зв'язку по кутовій швидкості їхніх роторів. Такий зворотний зв'язок дає можливість регулювати величини кутових швидкостей роторів маховиків щодо заздалегідь обраних постійних значень

$$\bar{\Omega}_c = (\Omega_{cx}, \Omega_{cy}, \Omega_{cz})^T;$$

У цьому випадку діючий на КЛА керуючий момент маховиків \bar{M}_y можна представити сумою двох складових:

$$\bar{M}_y = -\bar{M}_\Omega - \bar{M}_T;$$

$$\bar{M}_\Omega = \bar{H};$$

$$\bar{M}_T = \bar{\omega}_0 \times \bar{H}_c;$$

$$\bar{H}_c = j_M \cdot \bar{\Omega}_c;$$

$$\dot{\bar{H}} = j_M \cdot \dot{\bar{\Omega}};$$

$$\bar{M}_\Omega = (M_{\Omega x}, M_{\Omega y}, M_{\Omega z})^T;$$

$$\bar{M}_y = (M_{yx}, M_{yy}, M_{yz})^T;$$

$$\bar{M}_T = (M_{Tx}, M_{Ty}, M_{Tz})^T;$$

$$\dot{\bar{\Omega}} = (\dot{\Omega}_x, \dot{\Omega}_y, \dot{\Omega}_z)^T;$$

$$\bar{\omega}_0 = (\omega_{0x}, \omega_{0y}, \omega_{0z})^T, \text{ де}$$

\bar{M}_Ω - момент електродвигунів вхідних до складу маховиків;

\bar{M}_T - гіроскопічний момент;

j_M - осьовий момент інерції роторів маховиків;

$\bar{\omega}_0$ - орбітальна кутова швидкість КЛА.

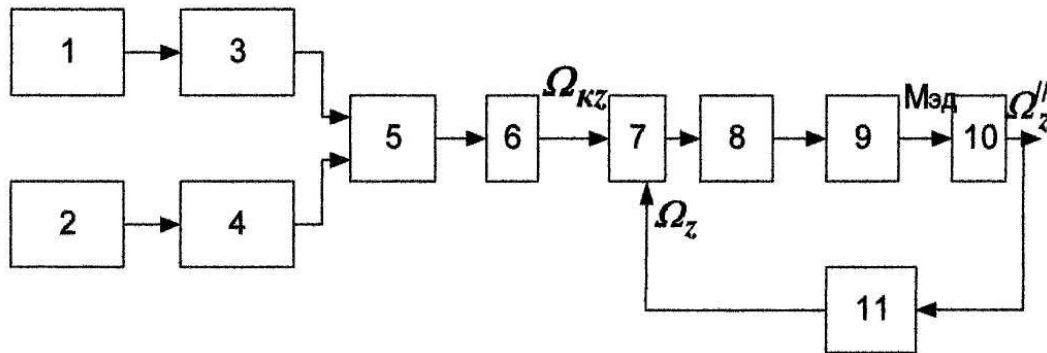
Суть винаходу пояснюється кресленнями. На фіг. зображений загальний вигляд системи керування.

Система керування КЛА складається з: датчика кута 1, датчика кутових швидкостей 2, які послідовно з'єднані з першим масштабним блоком 3, та другим масштабним блоком 4, а їх виходи з входом формувача закону керування 5, той в свою чергу - з інтегратором 6, інтегратор з порівнюючим пристроєм 7, далі послідовно з'єднані підсилювач потужності 8, електродвигун 9, ротором електродвигуна 10, та тахометром 11, вихід якого подається на другий вход порівнюючого пристрою.

Система функціонує наступним чином: датчик кута 1 видає сигнал пропорційний куту відхилення ϑ , а датчика кутових швидкостей 2 - сигнал $\dot{\vartheta}$. Масштабні блоки 3 і 4 перетворюють ці сигнали у відповідні напруги. Формувач закону керування формує керуючий сигнал і коефіцієнти до нього:

$$\varepsilon_g = k_g \vartheta + k_{\dot{g}} \dot{\vartheta}.$$

Сигнал надходить на порівнюючий пристрій. В інтеграторі 7 цей сформований сигнал інтегрується. Далі різницевий сигнал по кутовій швидкості ротора надходить на підсилювач потужності 8 і на електродвигун 9. За допомогою тахометра 11 визначається швидкість обертання ротора 10 по якій формується зворотний зв'язок. Після чого помилка, якщо є, обнуляється мховиком за рахунок збільшення чи зменшення швидкості обертання ротора в залежності від величини моменту, що обурює, і його напрямку, що в наслідку орієнтує космічний апарат у потрібному напрямку.



Фіг.