

УДК 62-83

Деев С.Г.¹, Рябінін А.А.²

¹ старш. викл. ЗНТУ

² студ. гр. Е-327сп ЗНТУ

РОБАСТНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ОРІЄНТАЦІЄЮ КОСМІЧНОГО АПАРАТУ

В даний час для розворотів космічних апаратів (КА) щодо трьох ортогональних вісей зазвичай використовуються чотири електромеханічні виконавчі органи (електродвигуни-маховики – ЕДМ на базі синхронних двигунів, або силові гіроскопи). При виході з ладу будь-якого ЕДМ система повинна автоматично перебудовуватися і зберігати працездатність. В роботі розглянуто взаємне розташування ЕДМ по схемі фірми General Electric [1].

Для даної схеми ЕДМ має місце рівність

$$\begin{bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_z \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ M_4 \end{bmatrix} = A_{3 \times 4} \cdot \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ M_4 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де M_1, M_2, M_3, M_4 – моменти, створені кожним з чотирьох ЕДМ; M_x, M_y, M_z – моменти обертання по вісям крену, тангажу та рискання.

При рівноцінних каналах управління на прикладі рівняння руху КА навколо вісі x

$$J_x \ddot{\vartheta} = M_x + \dot{I}_{ix}, \quad (2)$$

де J_x – момент інерції КА; M_x – керуючий момент; ϑ_x – кут відхилення КА в базовій системі координат; M_{ix} – момент навантаження.

Представимо M_x і J_x як суми номінальних значень і деяких відхилень від них

$$J_x = J_{x0} + J_{x\delta}, \quad M_x = M_{x0} + M_{x\delta},$$

$$J_0 \ddot{\vartheta} = M_{x0} + f_x, \quad (3)$$

де $\dot{f}_x$ – сумарна невизначеність у системі.

Спостерігач невизначеності має вигляд

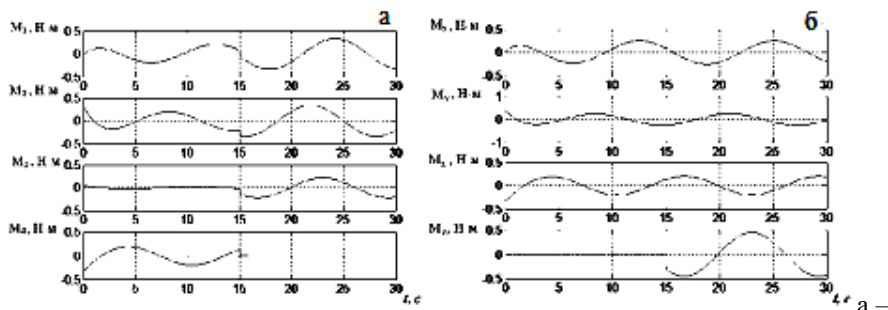
$$\dot{\hat{f}}_x = L[\hat{f}_x - (I_0 \ddot{\vartheta}_x - M_{x0})] . \quad (4)$$

В такому випадку керуючий момент по вісі x дорівнює

$$M_{x0} = k_1 \dot{\vartheta}_x + k_2 (\vartheta - \vartheta_p) - \hat{f}_x . \quad (5)$$

Таким чином, оцінка та компенсація невизначеності $\dot{f}_x$ проводиться незалежно від того, якими причинами було викликано її появу.

Аналіз результатів моделювання (рисунок 1) показує, що розроблений алгоритм автоматично забезпечує працездатність КА при виході з ладу одного (будь-якого) з двигунів блоку ЕДМ (в даному випадку ЕДМ №4).



моменти двигунів блоку ЕДМ; б – моменти КА по вісям x, y, z, s.

Рисунок 1 – Результати моделювання.

Таким чином, запропонований алгоритм робить систему управління робастною по відношенню до виходу з ладу будь-якого з ЕДМ. Компенсація здійснюється не за допомогою будь-якого спеціального алгоритму, а за допомогою штатного алгоритму управління КА

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Деев С.Г. Оптимальное робастное управление космическим аппаратом с избыточным количеством электродвигателей- маховиков [Текст] / С.Г. Деев, Е.М. Потапенко // Електротехніка та електроенергетика. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2011. – № 1.