

О ВЫНУЖДЕННОМ ДВИЖЕНИИ ГИРОИНТЕГРАТОРА ЛИНЕЙНЫХ УСКОРЕНИЙ

Ю. М. КАМАСHEВ, Л. П. ДЕМИДКО, В. К. ДЕМИДКО

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры
гироскопических приборов и устройств)

Рассматривается влияние угловых колебаний основания вокруг оси, перпендикулярной к наружной оси гироскопа, на его вынужденное движение.

Уравнения движения [1] гироскопа (рис. 1) при колебаниях основания вокруг поперечной оси со скоростью $\omega_n = Aq \sin qt$ можно представить в виде:

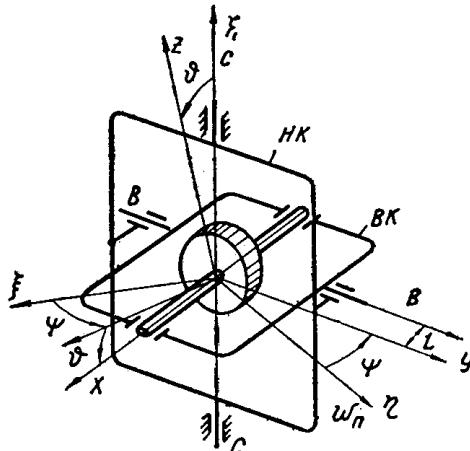


Рис. 1

$$I_B \ddot{\psi} + H \dot{\psi} - M_g = -I_y^r A q^2 \cos qt \cos \nu t + (I_y^r - I_r) A q \nu \cdot \sin qt \sin \nu t;$$

$$I_c \ddot{\psi} - H \dot{\psi} - m_0 \ddot{\psi} = H A q \sin qt \cos \nu t + (I_x^r - I_y^r) \cdot A^2 q^2 \sin^2 qt \sin \nu t \cos \nu t,$$

где I_x^r , I_y^r , I_z^r — соответственно моменты инерции гиросузы относительно осей x , y , z ;

H — кинетический момент гироскопа;

I_r — момент инерции гиросузы;

$M_g = mgL$ — момент от статического дебаланса гиросузы;

$m_0 \ddot{\psi}$ — момент стабилизирующего двигателя.

$$I_B = I_y + I_z + mL^2;$$

$$I_C = I_H + I_z + I_z.$$

I_y, I_z — соответственно моменты инерции гирокамеры относительно осей y, z ;

mL^2 — момент инерции гироузла относительно оси подвеса;

L — смещение центра тяжести;

I_H — момент инерции наружного карданова кольца относительно оси СС;

I_z — экваториальный момент инерции ротора;

ψ — угол поворота НК вместе с гироузлом вокруг оси СС;

ϑ — малый угол поворота гироузла вокруг оси ВВ;

A, q — амплитуда и частота колебаний оснований;

$\psi = \nu$ — круговая частота вращения гироинтегратора вокруг оси СС.

Уравнения (1) после тригонометрических преобразований и введения новых обозначений

$$A_1 = I_y^r A q^2 + (I_y^r - I_r) \cdot A q \nu,$$

$$A_2 = H A q$$

$$A_3 = (I_x^r - I_y^r) \cdot A^2 q^2$$

представим в виде:

$$I_B \ddot{\psi} + H \dot{\psi} - M_g = \frac{1}{2} A_1 \cos(q - \nu) t + \frac{1}{2} A_1 \cos(q + \nu) t;$$

$$I_C \ddot{\vartheta} - H \dot{\vartheta} - m_0 \vartheta = \frac{1}{2} A_2 \sin(q - \nu) t + \frac{1}{2} A_2 \sin(q + \nu) t - \\ - \frac{1}{8} A_3 \sin 2(q - \nu) t - \frac{1}{8} A_3 \sin 2(q + \nu) t.$$

Вынужденные колебания гироинтегратора с частотой возмущения $(q - \nu)$ имеют вид:

$$\psi = \frac{1}{2} \frac{I_B m_0}{\Delta} [A_1 I_C (q - \nu)^2 + A_2 H (q - \nu)] \cos(q - \nu) t + \\ + \frac{1}{2\Delta(q - \nu)} [-I_B^4 I_C A_2 (q - \nu)^5 - I_B^2 I_C H A_1 (q - \nu)^4 + \\ + I_B^3 H^2 A_2 (q - \nu)^3 + I_B H^3 A_1 (q - \nu)^2 + H m_0^2 A_1] \sin(q - \nu) t,$$

где

$$\Delta = I_B^3 I_C^2 (q - \nu)^6 - 2I_B^2 I_C H^2 (q - \nu)^4 + H^4 I_B (q - \nu)^2 + H^2 m_0^2.$$

Анализ амплитуд вынужденных колебаний гироинтегратора позволяет сделать следующие выводы:

1. При колебаниях основания вокруг оси, перпендикулярной к наружной оси интегратора, прибор совершает вынужденные колебания с частотами $(q - \nu)$, $(q + \nu)$ и кратными им.

2. При равенстве частоты вынуждающей и частоты ν вращения интегратора вокруг наружной оси амплитуды вынужденных колебаний могут достигать недопустимо больших значений.

3. Решение уравнения $\Delta = 0$ позволяет найти значения частот $(q + \nu)$, $(q - \nu)$, $2(q + \nu)$, $2(q - \nu)$, при которых амплитуды вынужденных колебаний также принимают недопустимо большие значения.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Р и в к и н. Теория гироскопических устройств. Часть 1—2, «Судостроение», 1962 — 1964.
