

Инерционный момент

$$A_0 = A_1 + A + A_0(\dot{\beta} + \dot{\Omega}_z)$$

Импульсный момент

$$H = \text{const}$$

$$w_y = \Omega_z \cos \beta - \Omega_2 \sin \beta$$

$$H / (\Omega_z \cos \beta - \Omega_2 \sin \beta)$$

центральный инерционный момент

$$M_{\text{ин.р.}} = \theta_y w_z - \theta_z w_y \quad \rightarrow \text{полезности}$$

$$A_0(\dot{\beta} + \dot{\Omega}_z) = D\dot{\beta} + K\beta = \underline{H \Omega_z \cos \beta} -$$

$$\underline{H \Omega_2 \sin \beta} - A_0 \Omega_z + (C_0 - B_0) w_y w_z \quad \begin{matrix} M_{\text{ин.р.}} \\ \text{интер-} \\ \text{пр-та.} \end{matrix}$$

$\Omega_1, \Omega_2, w_y, w_z$ - углов. скор-ти

$$\begin{aligned} H \Omega_z &\rightarrow H_1 \Omega_1 \cos \beta - \cancel{H_1 \Omega_1 \sin \beta} \\ &+ H_2 \Omega_2 \cos \beta + \cancel{H_2 \Omega_2 \cos \beta} = \\ &= \sum_{H_1=H_2=H} H \Omega_i \cos \beta \end{aligned}$$

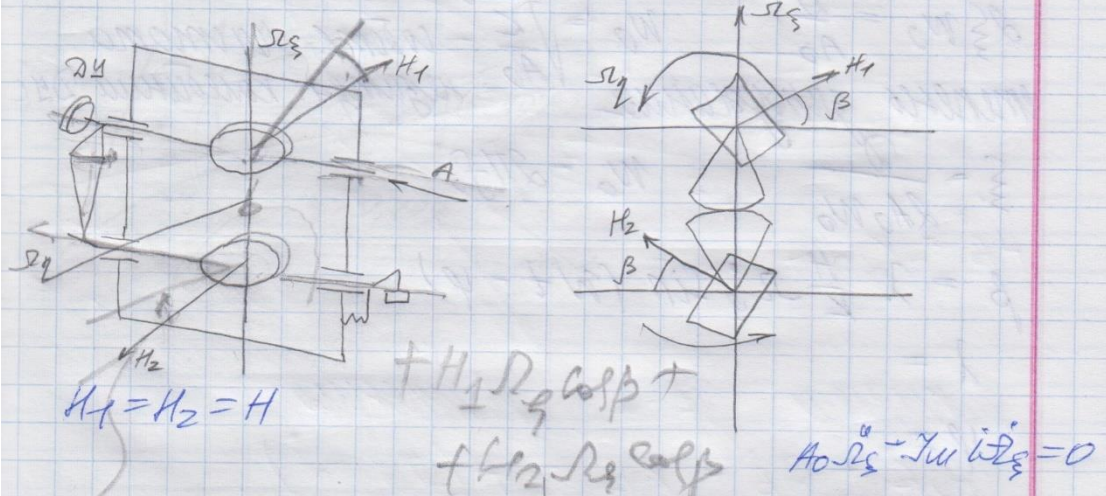
Методические погрешности ДУС

$$\chi_\beta = H \Omega_\xi \cos \beta_1 - H \Omega_\eta \frac{\beta}{\sin \beta}$$

$$\beta = \frac{H \Omega_\xi}{K + H \Omega_\eta} = h_1 \Omega_\xi$$

$$\beta > \min$$

Если $\angle \beta$ — большой, применяются кинематически связанные шарнирные шарошки



2. Устойчивость сферического гироскопа

Стр. 55 – 58

Рассмотрим приближенную модель погрешности сферического гироскопа. Классический сферический гироскоп (рис. 33) представляет собой быстровращающуюся сферу, подвешенную с помощью бесконтактного подвеса — электростатического (рис. 34), газового, жидкостного и др. Сферический гироскоп может быть чувствительным элементом БИНС, ИНС, систем ориентации и гиростабилизаторов. К сферическим относятся также гироскопы головок самонаведения, имеющие сферический шарикоподшипниковый подвес.

Положение сферы ($Ox'y'z'$) определяется углами α , β , φ (рис. 33, а) относительно базовой СК $O\xi\eta\zeta$.

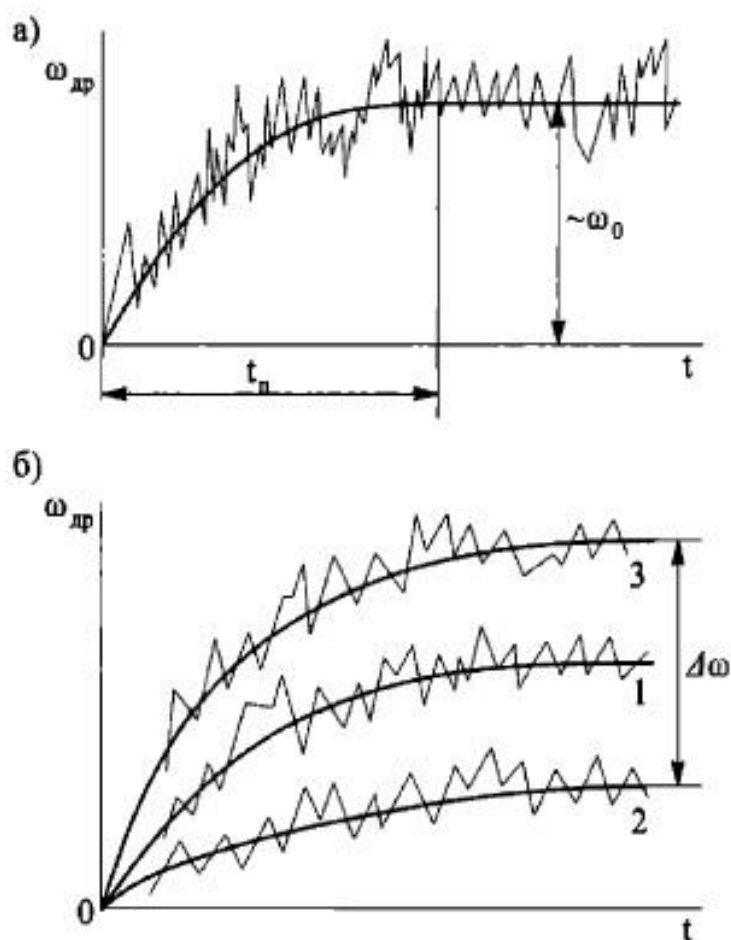


Рис. 32. Зависимость $\omega_{др}$ от времени t :

a — в одном запуске (t_n — время переходного процесса); b — от запуска к запуску (1—3)

Условие устойчивости сферического гироскопа, при котором затухают нутационные колебания, имеет вид

$$CD_x > AD_z,$$

где C, A — осевой и экваториальный моменты инерции ротора ($Ox'y'z'$ — главные оси инерции; в дальнейшем штрих опускаем); D_x, D_z — удельные демпфирующие моменты (относительно осей Ox' и Oz').

При $D_x = D_z$ необходимо обеспечить $C > A$ путем утолщения сферы по экватору (рис. 33, б) или с помощью технологического пояска (рис. 33, в). При анализе точности устойчивого сферического гироскопа можно пользоваться прецессионными уравнениями, считая $H = \text{const}$.

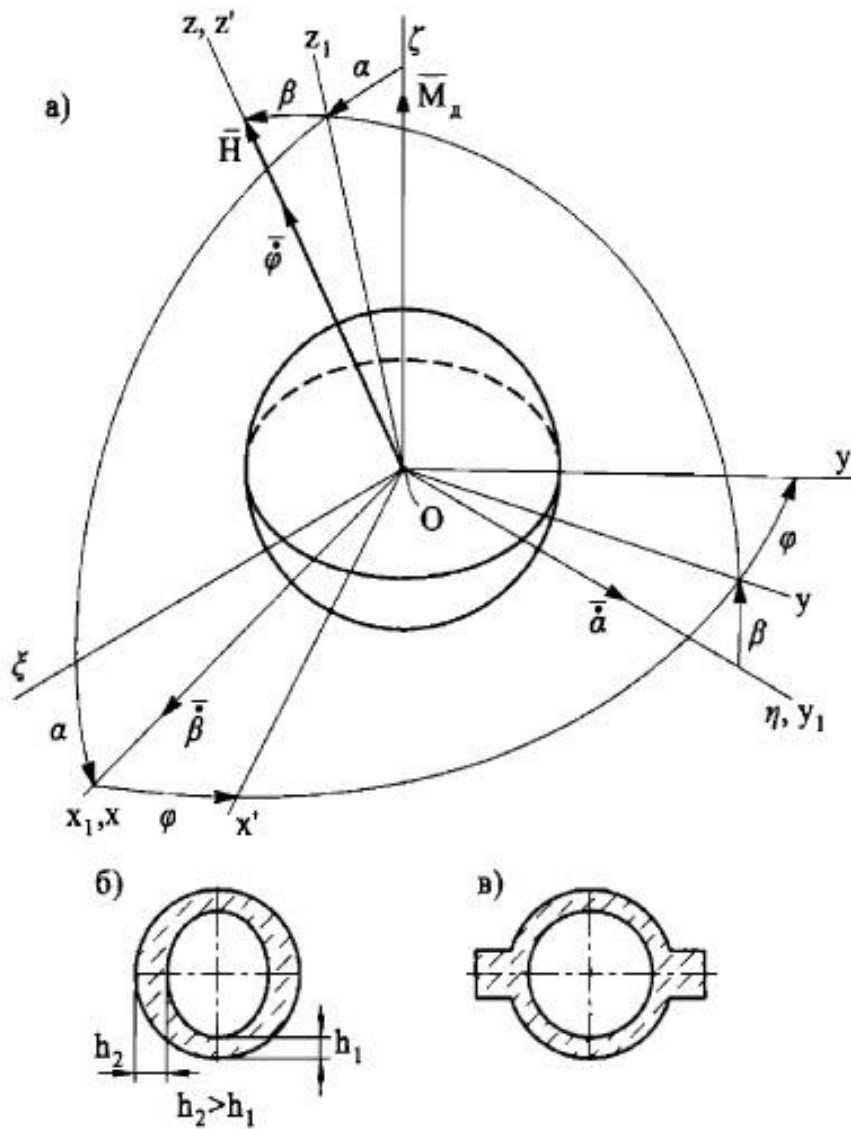


Рис. 33. К выводу уравнений движения сферического гироскопа

Полагая СК $O\xi\eta\zeta$ неподвижной, найдем абсолютные угловые скорости при малых α и β :

$$\begin{aligned}\omega_x &\approx \dot{\beta}; \\ \omega_y &= \dot{\alpha} \cos \beta \approx \dot{\alpha}.\end{aligned}$$

Проекции момента M_g двигателя, направленного по оси $O\xi$ (оси статора двигателя) на оси Ox и Oy :

$$\begin{aligned}M_x &= -M_d \sin \alpha \approx -\alpha M_d; \\ M_y &= M_d \cos \alpha \sin \beta \approx \beta M_d.\end{aligned}$$

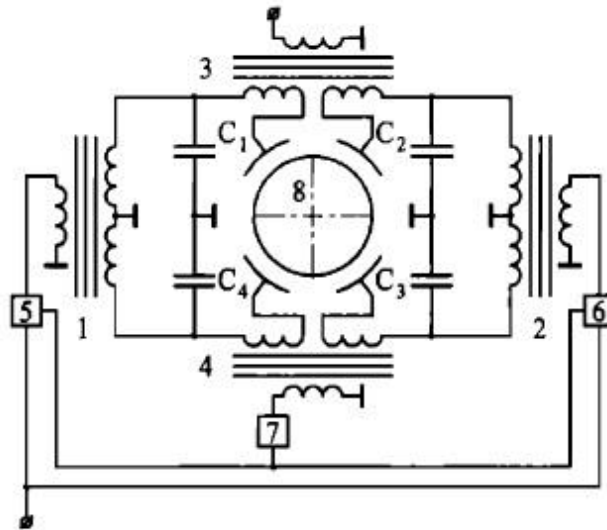


Рис. 34. Принципиальная схема электростатического гироскопа: 1, 2 — элементы питания; 3, 4 — элементы системы определения положения ротора (датчики положения); 5, 6 — усилители мощности; 7 — фазочувствительный усилитель; 8 — ротор; C_1 — C_4 — разделительные конденсаторы

Прецессионные уравнения движения гироскопа для СК $Oxyz$:

$$\Sigma M_x = 0; \quad -H\dot{\alpha} - \alpha M_d + M_x = 0;$$

$$\Sigma M_y = 0; \quad H\dot{\beta} + \beta M_d + M_y = 0,$$

где M_x , M_y — внешние (вредные, управляющие) моменты.

После преобразования уравнений получим

$$\dot{\alpha} + \varepsilon\alpha = \omega_{\text{ССП}};$$

$$\dot{\beta} + \varepsilon\beta = \omega'_{\text{ССП}}, \quad (43)$$

где $\varepsilon = M_d/H$ — удельная скорость прецессии сферического гироскопа, вызванная моментом двигателя; $\omega_{\text{ССП}} = \frac{M_x}{H}$; $\omega'_{\text{ССП}} = -\frac{M_y}{H}$ — ССП под действием вредных моментов M_x , M_y .

При $M_x = M_y = 0$ решение (43) имеет вид $\alpha = \alpha_0 e^{-\varepsilon t}$; $\beta = \beta_0 e^{-\varepsilon t}$, где α_0 , β_0 — углы, характеризующие начальное положение оси ротора при $t = 0$.

Траектория апекса на картинной плоскости — прямая $\alpha = \frac{\alpha_0}{\beta_0} \beta$, т. е. ось гироскопа «корректируется» моментом дви-

гателя и движется кратчайшим путем к совмещению с вектором M_d (своеобразная радиальная коррекция), что приводит к погрешности сферического гироскопа; при наличии момента двигателя сферический гироскоп «теряет» свойства свободно-го гироскопа.