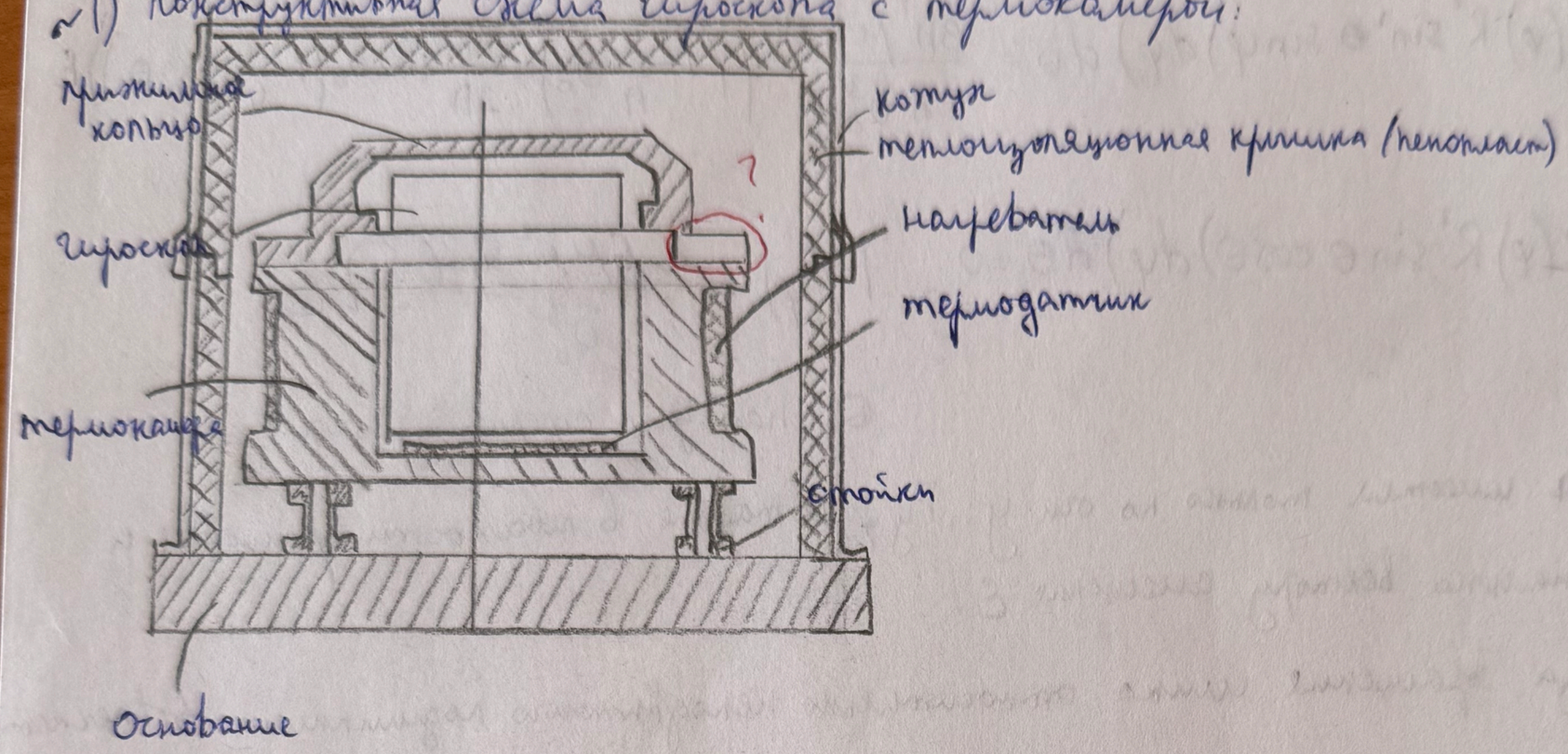
Давыдов Д.А. ИУ2-61 2 2 1 → 3,0

+· 1. Пример конструктивной схемы гироскопа с термокамерой
+− 2. Типы шарикоподшипниковых опор гиромотора, их достоинства и недостатки
− 3. Причины вибраций в гиромоторах, их особенности и требования к уровню вибраций
+− 4. Формулы газодинамической подъемной силы полусферической ГДО (причины возникновения силы, направление вектора силы)
+· 5. Рассчитать момент сопротивления вращению конической ГДО с параметрами: R=8 мм, H=12 мм, δ=3 мкм, частота вращения f=250 Гц, газовая среда – водород

№1) + Конструктивная схема гироскопа с термокамерой:



№2) Шарикоподшипниковые опоры гиромоторов:

+−

а) радиальные

достоинства:
- простота конструкции
- низкая стоимость
- хорошо работают при высоких оборотах

Какие недостатки характерны для всех шарикоподшипников?

недостатки:
- неэффективно воспринимают осевые нагрузки

б) радиально-упорные со съёмными наружными кольцами

достоинства:
- воспринимают как радиальные, так и осевые нагрузки
- простота обслуживания и замена подшипников
- повышенная устойчивость к нагрузкам

?

недостатки:
- более сложная конструкция и высокая стоимость по сравнению с радиальными
- больший вес и размер по сравнению с радиальными)?

в) радиально-упорные со съёмными внутренними кольцами

достоинства те же, что и у рад-упоры со съёмн. наружными кольцами

Недостатки: · высокая стоимость и сложность конструкции

· сложность с установкой и демонтажем

· менее устойчивы к вибрациям.

№4) $F_x = \int_{\theta_0}^{\pi/2}\left(\int_0^{2\pi}\left(-P(\varphi)R^2\cdot\sin^2\theta\cdot\cos\varphi\right)d\varphi\right)d\theta = 0$

+−

$$F_y = \int_{\theta_0}^{\pi/2}\left(\int_0^{2\pi}\left(-P(\varphi)R^2\sin^2\theta\sin\varphi\right)d\varphi\right)d\theta = \frac{9\pi^2\mu R^4\Omega}{8\delta_0^3}\left(\left(1-\frac{2}{\pi}\theta_0\right)+\frac{4}{3\pi}\sin 2\theta_0\left(1-\frac{1}{4}\cos 2\theta_0\right)\right)\varepsilon$$

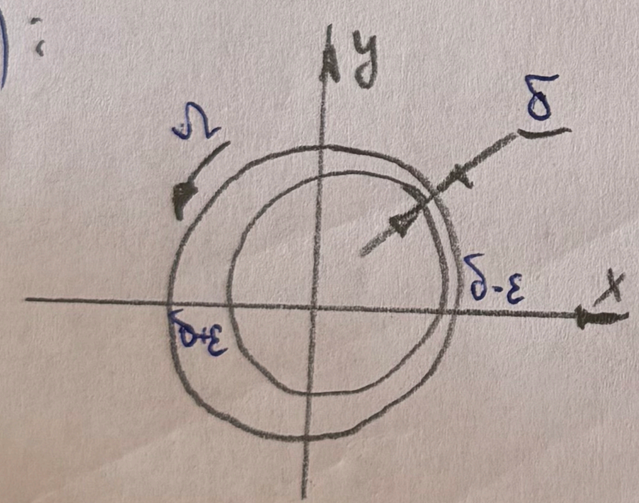
$$F_z = \int_{\theta_0}^{\pi/2}\left(\int_0^{2\pi}\left(-P(\varphi)R^2\sin\theta\cos\theta\right)d\varphi\right)d\theta = 0, \quad P(\varphi) = -\frac{6\mu r^2\sin\varphi}{\delta_0^3}\Omega\varepsilon$$

?

θ_0 – нач. угол сферической опоры

Единственная проекция силы имеется только по оси y: F_y, лежащая в плоскости вращения и направленная ортогонально вектору смещения ε.

Это происходит из-за вращения шипа относительно неподвижного подшипника вовлекает в движение прилегающие к нему слои газа (при этом шип смещён вдоль оси x на величину ε):



где вектор смещения $\bar{\varepsilon}$ и вектор силы $\bar{F}$, как вертикал. силы?

№3) Причины вибраций в гиромоторах:

1) несбалансированность ротора (даже небольшие отклонения (особенности) могут вызвать сильные вибрации)

2) механические дефекты подшипников (качения) (могут усиливаться со временем)

3) неравномерное распределение масс (обычно проявляются при высоких скоростях вращения)

4) воздействие сил, таких как аэродинамических, могут вызвать доп. колебания (трудно контролировать)

Требования к уровню вибраций:

1) не должны превышать определённой амплитуды (0,1 мм на определённой частоте вращения)

2) допустимый уровень вибрации ÷ 0,5 – 1 мкм/с

№5) $M = \int_0^{2\pi}\int_0^{R} \sqrt{1+\left(\frac{H}{R}\right)^2}\,\frac{\mu\Omega r^3 L}{\delta}\,d\varphi\,dr = \frac{\pi\cdot\mu\Omega R^4}{2\delta}\sqrt{1+\left(\frac{H}{R}\right)^2}$

+

$R = 8$ мм $= 0{,}008$ м

$\delta = 3$ мкм $= 3\cdot10^{-6}$ м

$f = 250$ Гц $\Rightarrow$ $\Omega = 2\pi\cdot f = 500\pi = 1{,}571\cdot10^3$ рад/с

$\mu = 8{,}9\cdot10^{-6}$ Па·с

$M = \frac{\pi\cdot 8{,}9\cdot10^{-6}\cdot 1{,}571\cdot10^3\cdot(0{,}008)^4}{2\cdot3\cdot10^{-6}}\cdot\sqrt{1+\left(\frac{12}{8}\right)^2} =$

$= 3{,}406\cdot10^{-5}$ Н·м

?