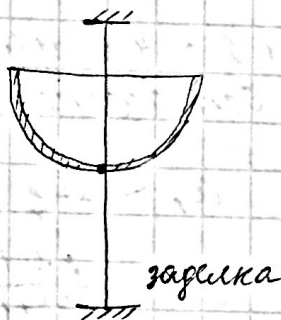
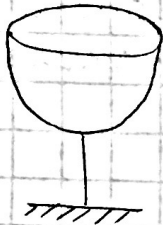


$$\Delta \omega \approx \omega_0 + \omega_1(g) n_\eta + \omega_2(g) n_\xi + \omega_3(g^2) n^2 \dots$$

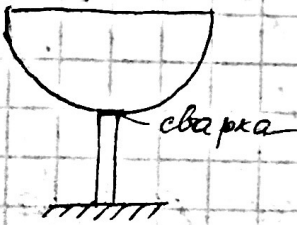
классический виброизмерительный гироскоп  
(см. "Гироскоп - это просто")

Возмущенный твердотельный гироскоп (ВТГ)

05.12.14



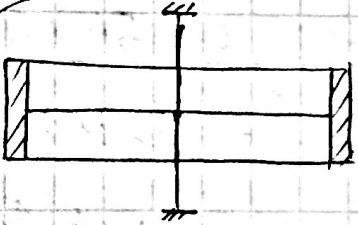
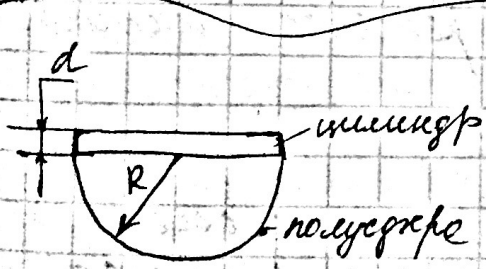
резонатор  
получают  
из одного  
куска  
материала



в месте сварки - нестабильное конструктивное деление

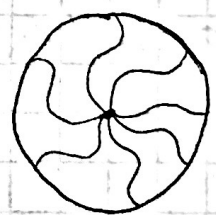
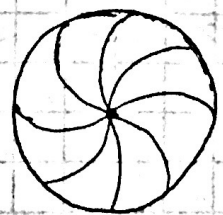
Кварцевые резонаторы для авиационных и ракетных с-м

модульная конструкция



Микро ВТГ

Металлич. f-f



Спираль Архимеда

синусоид

$l(k)$  - зависит от формы колеблющейся функции

Для осциллирующей функции колеблющей  $k=2$ ,  $l(k)=\frac{1}{2}$

$$f_0 = \frac{P_0}{2\pi} = \frac{k \cdot l(k)}{2\pi R^2} \sqrt{\frac{E}{3(1+\nu)S}}$$

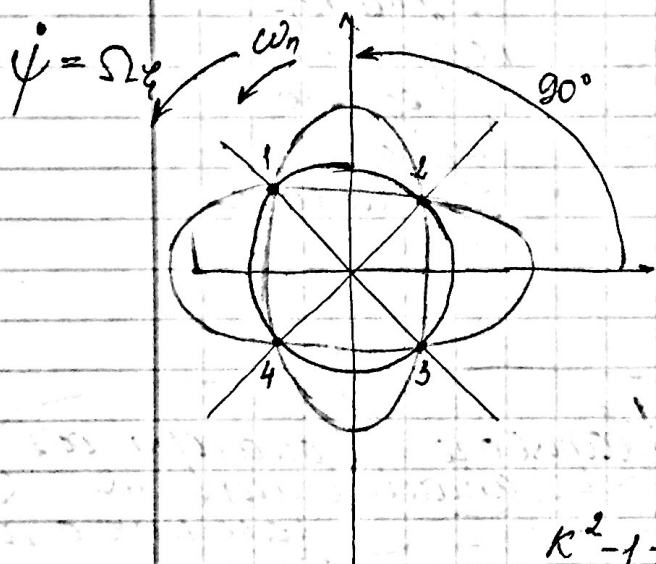
$E$  - модуль упругости

$\nu$  - коэффициент Пуассона

$R$  - радиус  $r$ -ра

$S$  - площадь материала

$$\nu = (0,17 \div 0,19)$$



1, 2, 3, 4 - узловые точки, остаются неподвижными

$$\omega_n < \Omega_\epsilon$$

$$\omega_n = \frac{k^2 - 1}{k^2 + 1} \Omega_\epsilon$$

$$\varphi = (\omega_n - \Omega_\epsilon) t = \left( \frac{k^2 - 1}{k^2 + 1} - 1 \right) \Omega_\epsilon t =$$

$$= \frac{k^2 - 1 - k^2 - 1}{k^2 + 1} \varphi = -\frac{2}{k^2 + 1} \varphi$$

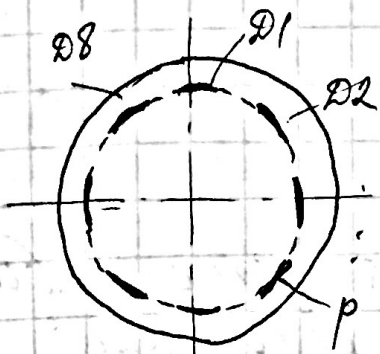
отставание прецессии колеблющейся

$k=2$ ,  $\omega_n = 0,4 \Omega_\epsilon$

$\varphi = -0,4 \varphi$ ;  $\varphi = 0,4 \int \Omega_\epsilon dt$  - прецессия вектора?

$\dot{\varphi} = -0,4 \dot{\varphi}$  - прецессия ДУС

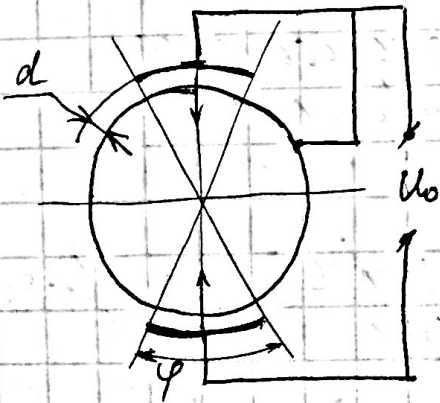
Вектор задан фиксировать положение прецессии относительно центра



Векторное отношение  
 скорости света и скорости волны

система возб-ия дв  
 типов:

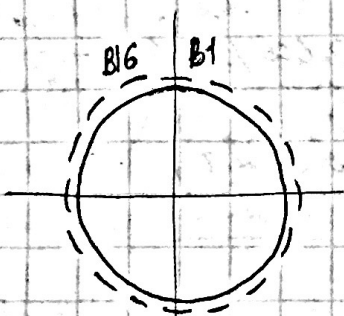
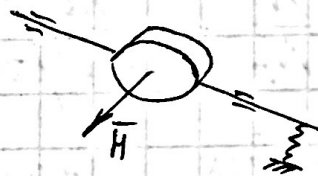
- 1) поперечное возб-ие (циркуляционная волна в волноводе)
- 2) параметрическое возб-ие (с пом. кольцевого диэлектрика, диэлектрик привязан к корпусу)



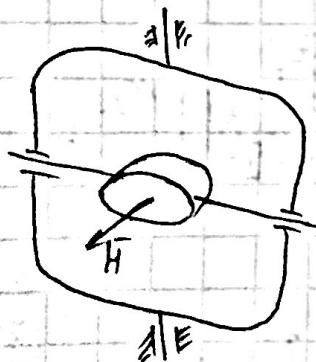
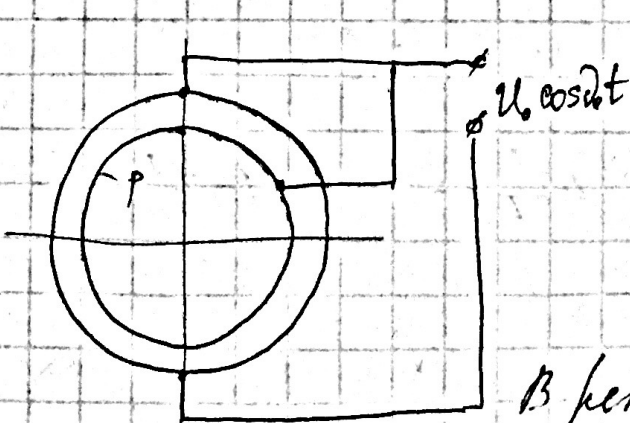
$$\rho = -0,5 \epsilon_0 \left( \frac{U}{d} \right)^2$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

в режиме  
 лд. возб-ия  
 ВТТ работает  
 как ДУС



Кольцевой диэлектрик; циркуляционная волна в свободном пространстве:



В режиме параметр. возб-ия  
 работает в режиме интер. 1,  
 в режиме своб. 1.

# Возб-ие в 2 этапа

кожес. возб.-ия

когда колебания становятся устойчивыми, выкл. пог. возб-ия и выкл. колебательной электрод-парал. возб-ие, поддерживаемые каковыми.

## Проблемы создания ВТГ

- 1) Конструкционные демпфирования - потери энергии (в жарке и по резонатору)

$$Q = \frac{N}{N_n} = \frac{\text{наведенная энергия}}{\text{энергия потери}} = \text{добротность}$$

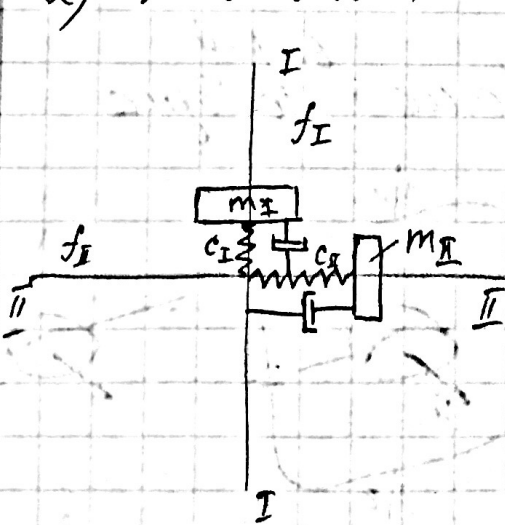
в первых микроскопах  $Q \approx 10^5$  ( $80 \text{e}_{22}$ ),

добавление спец. обр-ку, полировку -

$$Q \approx 10^6 \text{ (90e}_{22}\text{)}, \quad Q \approx 10^7 \text{ (20022)}$$

(ДУС)                      (УГ)

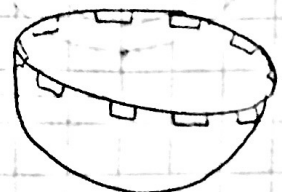
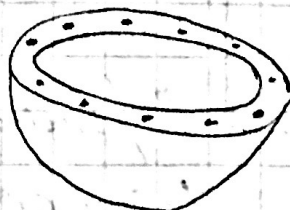
- 2) Колебания



$$f_I = \sqrt{\frac{c_I}{m_I}}$$

$$\omega_0 = 2\pi f_0$$

$$\omega_{0 I, R} = \omega_0 \sqrt{1 - \xi^2}$$

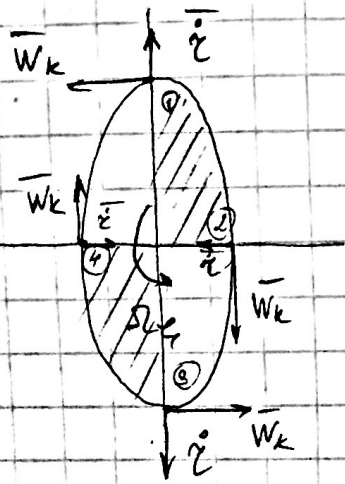


$$\Delta f = f_{0I} - f_{0R} = 10^{-3} \dots 10^{-4} \text{ Гц}$$

-24С                      УГ

# Физика работы ВТГ

1) расск. I полуцикл колебаний резонатора  
 Воображает упр. ск-ть  $\Omega \xi$



$$\Omega_0 = \omega_0; \quad r \rightarrow R; \quad r = r_0 \cos \varphi_0 t$$

В точках 1-4  
 приведенные сосредоточенные массы

/// зона сжатия

зона растяжения

$$F_k = m W_k$$

Упругая волна при вращении в резонаторе  
 проходит зону в определенных условиях  $\rightarrow$   
 отражается упругой волной от  
 основания.

На резонатор действует момент  $M_k = 4r F_k$

## Модель погрешности ВТГ

$$\Delta \Omega = \Omega_0 + \Omega_{\xi \eta} + \frac{\Omega_{\Delta D}}{\Delta D} \sin 4(\varphi - \varphi_0) + \Delta \Omega_{сл} \quad (\text{сл. проскальзывание ВТГ})$$

зависит от габ-ти случайная составляющая

$$\Delta D = D_L - D_H$$

Точность: дрейф  $0,01^\circ/\text{час}$

систематич. составляющая  $2^\circ/\text{час}$