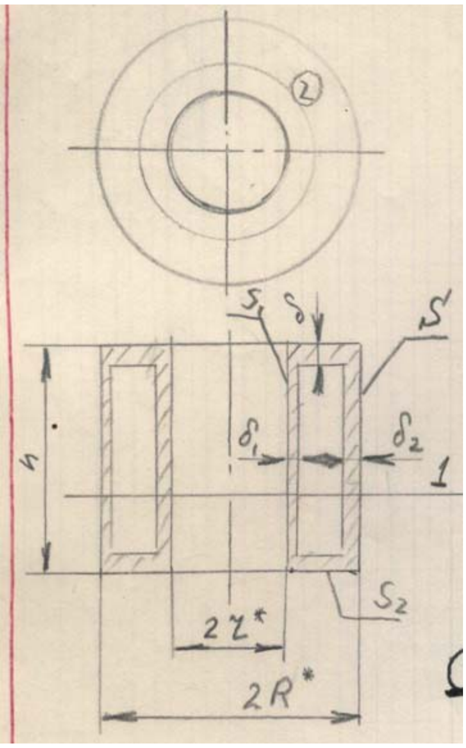
Весьма неудачная схема блока ИГ. Однако разработка была полезна. Дело в том, что когда работаешь в сфере вещей привычных можно брать параметры просто по аналогии – никто не рассчитывает табуретку. Но когда мы попадаем в в область иных масштабов, приходится считать. Хотя этот расчет выполнен по принципу «искать не там, где потерял, а там, где светло», он показал, что масса самого тяжелого элемента ПН не выходит за ранее сделанных оценок.

Позднее более аккуратные сравнительные расчеты показали, что оптимальным вариантом блока ИГ является конструкция типа «гантеля».

И.Моисеев, 30.03.2010

Оценочный расчет блока искусственной гравитации

Расчетная схема



$r^* = 10$ м

$R^* = 55$ м

$h = 100$ м

$S = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot h = 3{,}46 \cdot 10^4$ м^2

$S_1 = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = 0{,}63 \cdot 10^4$ м^2

$S_2 = 2 \cdot \pi \cdot (R^2 - r^2) \cdot h = 18800$ м^2

$P = 1$ атм

$q = 7 \cdot 10^6$ кг

$P' = q/S \approx \mathbf{200}$ кГ/м^2 $= 0{,}02$ атм

Считаю деформации и изгибающие моменты малыми.

[σ] - допустимое напряжение

$$\sigma_{02} / \sigma = 3 \qquad (1)$$

Рассекаем плоскостью 1

$$[\boldsymbol{\sigma}] = \boldsymbol{P \cdot S_2}/(2\cdot \boldsymbol{\pi} \cdot \boldsymbol{r^*} \cdot \boldsymbol{\delta}_1 + 2\cdot \boldsymbol{\pi} \cdot \boldsymbol{R^*} \cdot \boldsymbol{\delta}_2) \qquad (2)$$

$\boldsymbol{\delta}_2 = \boldsymbol{\delta}_1(\boldsymbol{r^*/R^*})$ - из соображений равнопрочности.

Однако ввиду того, что $\boldsymbol{\delta}_2$ находится в более жестких условиях, примем $\boldsymbol{\delta}_1=\boldsymbol{\delta}_2=\boldsymbol{\delta^*}$, тогда

$$\boldsymbol{\delta^*} = \boldsymbol{P \cdot S_2}/[\boldsymbol{\sigma}] \cdot 2\, \boldsymbol{\pi} \cdot (\boldsymbol{r^*} + \boldsymbol{R^*}) \qquad (3)$$

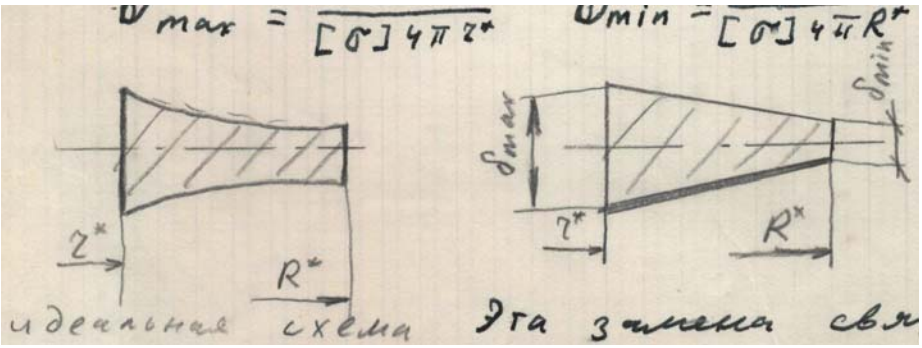
1. Рассекаем цилиндрической поверхностью произвольного радиуса *r* ($\boldsymbol{r^*} \le \boldsymbol{r} \le \boldsymbol{R^*}$).

$$[\boldsymbol{\sigma}] = (\mathbf{P+P'}) \cdot \boldsymbol{S}/(2 \cdot 2\boldsymbol{\pi} \cdot \boldsymbol{r} \cdot \boldsymbol{\delta}) \qquad (4)$$

$$\boldsymbol{\delta} = (\mathbf{P+P'}) \cdot \boldsymbol{S}/[\boldsymbol{\sigma}] \cdot (4\boldsymbol{\pi} \cdot \boldsymbol{r}) \qquad (5)$$

Заменяю гиперболическую зависимость **δ** от ***r*** линейной (по крайним точкам).

$$\boldsymbol{\delta}_{max} = (\mathbf{P+P'}) \cdot \boldsymbol{S}/[\boldsymbol{\sigma}] \cdot (4\boldsymbol{\pi} \cdot \boldsymbol{r^*}) \qquad \boldsymbol{\delta}_{min} = (\mathbf{P+P'}) \cdot \boldsymbol{S}/[\boldsymbol{\sigma}] \cdot (4\boldsymbol{\pi} \cdot \boldsymbol{R^*}) \qquad (6)$$



Эта замена связана в основном с технологичностью конструкции и увеличивает надежность.

2. Определяем вес оболочки

$\boldsymbol{V}_{общ}$ – объем стенок,

$\boldsymbol{\gamma}$ - удельный вес.

$$\boldsymbol{P} = \boldsymbol{V}_{общ} \cdot \boldsymbol{\gamma} \qquad (7)$$

$$\boldsymbol{V}_{верт} = 2\, \boldsymbol{\pi} \cdot (\boldsymbol{r^*} + \boldsymbol{R^*}) \cdot \boldsymbol{\delta^*} \cdot \boldsymbol{h} \qquad (8)$$

Горизонтальная стенка равновелика кольцу с высотой

$$(\boldsymbol{\delta}_{max} + \boldsymbol{\delta}_{min})/2 = \boldsymbol{h^*} \qquad (9)$$

$$\boldsymbol{V}_{гор} = 2 \cdot \boldsymbol{S}_2 \cdot (\boldsymbol{\delta}_{max} + \boldsymbol{\delta}_{min})/2 \qquad (10)$$

$$\boldsymbol{P} = (\boldsymbol{V}_{верт} + \boldsymbol{V}_{гор}) \cdot \boldsymbol{\gamma} \qquad (11)$$

Для несущей конструкции предлагаю до выяснения лучших (по-видимому, композиционных) материалов применить листовой **Be** сорта PS-20.

$\boldsymbol{\sigma}_{02}$ = 394 МН/м^2 = 3900 кГ/см^2

$\boldsymbol{\gamma}$ = 1,85 г/см^3.

Тогда:

[σ] = 1300 кГ/см^2

δ* = 3,5 см

$\boldsymbol{\delta}_{max}$ = 21,2 см

$\boldsymbol{\delta}_{min}$ = 3,85 см

P = 10 000 тонн

Вывод: учитывая возможность более оптимизации и и применения лучших материалов оцениваю вес оболочки блока искусственной гравитации в 5 000 тонн.

В дальнейшем необходимо рассмотреть противометоритную и радиационную защиту.

αK001-M001.220677
И.Моисеев