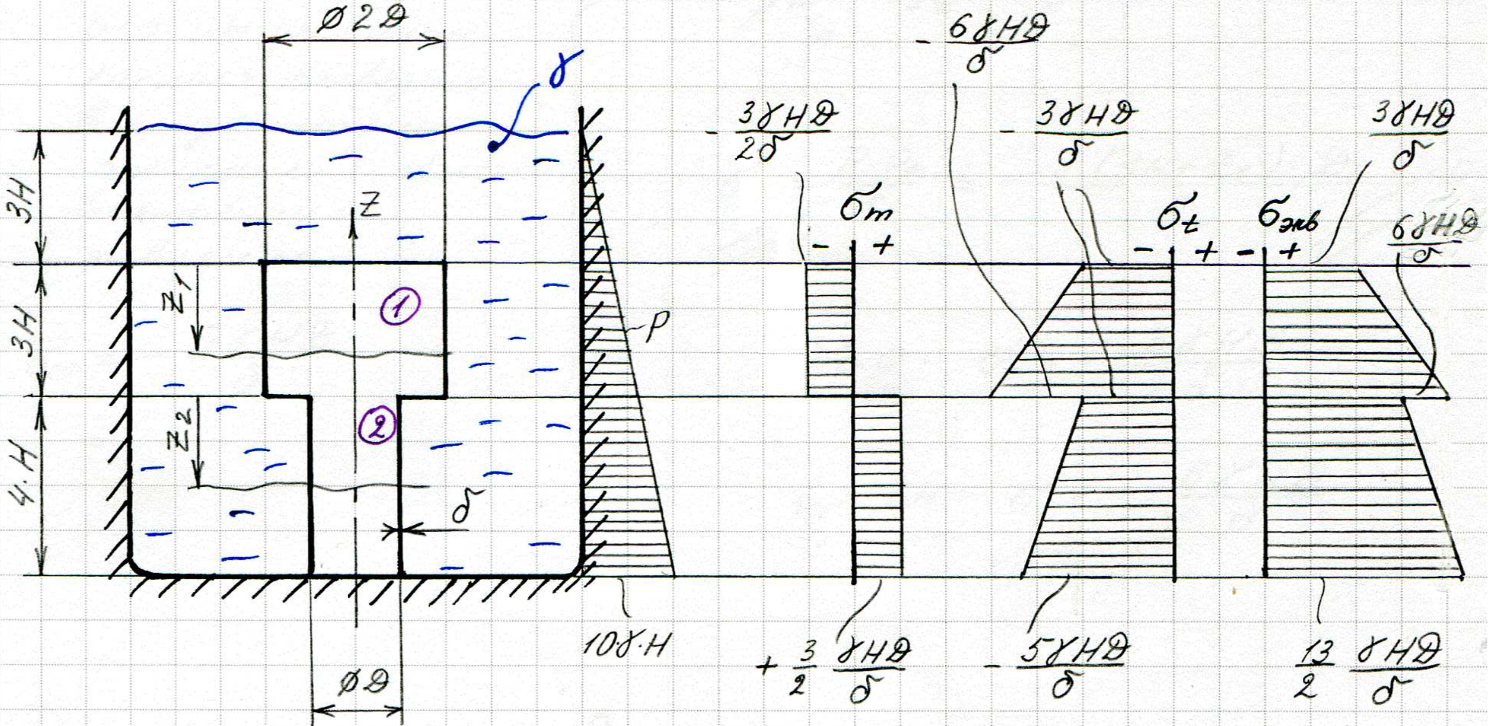
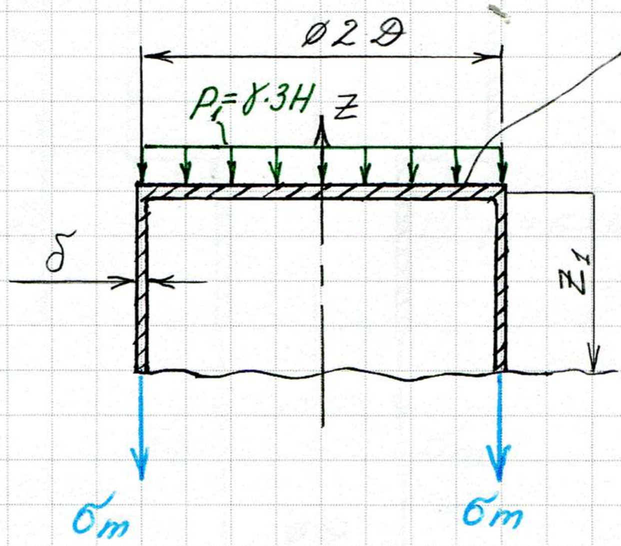
8

Составная цилиндрическая оболочка под действием внешнего давления.



$\gamma = \rho \cdot g$, $[\frac{H}{м^3}]$ – удельный вес жидкости.

1 $(0 \le z_1 \le 3 \cdot H)$



Диафрагма. Подвержена сильному изгибу. Рассчитывается методами теории осесимметричных пластин.

$$\sum F_z = 0 = -p_1 \cdot \frac{\pi (2D)^2}{4} - \sigma_m \pi 2 D \delta$$

$$-3\gamma H \cdot \cancel{\pi} D^{\cancel{2}} = \sigma_m 2 \cancel{\pi} \cancel{D} \delta$$

$$\sigma_m = -\frac{3\gamma H D}{2\delta} < 0$$

$\rho_m = \infty$

$\rho_t = D$

$p = -\gamma(3H + z_1)$

$p<0$, ибо уравнение Лапласа выведено в предположении нагружения оболочки внутренним давлением

$\sigma_m = -\dfrac{3\gamma H D}{\delta}$

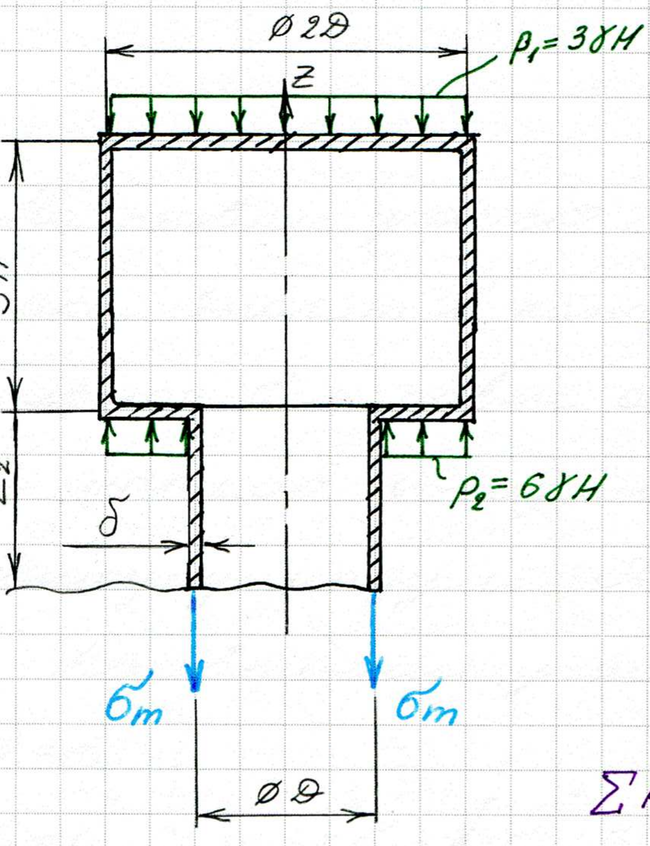
$$\cancel{\frac{\sigma_m}{\rho_m}}^{\,0} + \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{p}{\delta}, \qquad \rho_m = \infty$$

$$\sigma_t = \frac{p \cdot \rho_t}{\delta} = -\frac{\gamma(3H + z_1)\cdot D}{\delta} < 0$$

$$z_1 = 0: \quad \sigma_t = -\frac{3\gamma H D}{\delta}$$

$$z_1 = 3H: \quad \sigma_t = -\frac{6\gamma H D}{\delta}$$

(2) $\quad (0 \le z_2 \le 4 \cdot H)$



Площадь верхней (круговой) диафрагмы:

$$A_1 = \frac{\pi (2D)^2}{4} = \pi D^2$$

Площадь нижней (кольцевой) диафрагмы:

$$A_2 = A_1 - \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3}{4}\pi D^2$$

$$\sum F_z = 0 = -p_1 \cdot A_1 + p_2 \cdot A_2 - \sigma_m \pi D \delta$$

$$0 = -3\gamma H \cancel{\pi} D^{\cancel{2}} + \overset{3}{\cancel{6}}\gamma H \frac{3}{\cancel{4}\,2} \cancel{\pi} D^{\cancel{2}} - \sigma_m \cancel{\pi D}\delta$$

$$0 = -\frac{6}{2}\gamma H D + \frac{9}{2}\gamma H D - \sigma_m \delta$$

$$\sigma_m = \frac{3}{2}\cdot\frac{\gamma H D}{\delta} > 0 \text{ растяжение.}$$

$$\left.\begin{aligned} &\rho_m = \infty \\ &\rho_t = \frac{D}{2} \\ &p = -\gamma\cdot(6H + z_2) \\ &\sigma_m = \frac{3}{2}\cdot\frac{\gamma H D}{\delta} \end{aligned}\right\} \qquad \underbrace{\cancel{\frac{\sigma_m}{\rho_m}}}_{\rho_m=\infty}^{\,0} + \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{p}{\delta}$$

$$\sigma_t = \frac{p\cdot\rho_t}{\delta} = -\frac{\gamma(6H+z_2)\cdot D}{2\delta};$$

$$z_2 = 0: \quad \sigma_t = -3\,\frac{\gamma H D}{\delta}$$

$$z_2 = 4H: \quad \sigma_t = -5\,\frac{\gamma H D}{\delta}$$

На первом участке напряжения σ_m и σ_t одного знака. Значит в каждой точке всегда положительное $\sigma_{экв}$ равно бо́льшему из них двоих по модулю. Обводим по выступающему контуру модули обеих эпюр.

На втором участке $\sigma_m > 0$, $\sigma_t < 0$, значит:

$$\left.\begin{aligned} &\sigma_1 = \sigma_m \\ &\sigma_2 = 0 \\ &\sigma_3 = \sigma_t \end{aligned}\right\} \sigma_{экв} = \sigma_1 - \overset{1}{1}\cdot\overset{<0}{\sigma_t} = \sigma_1 + |\sigma_t|$$

То есть напряжения складываются по модулю.