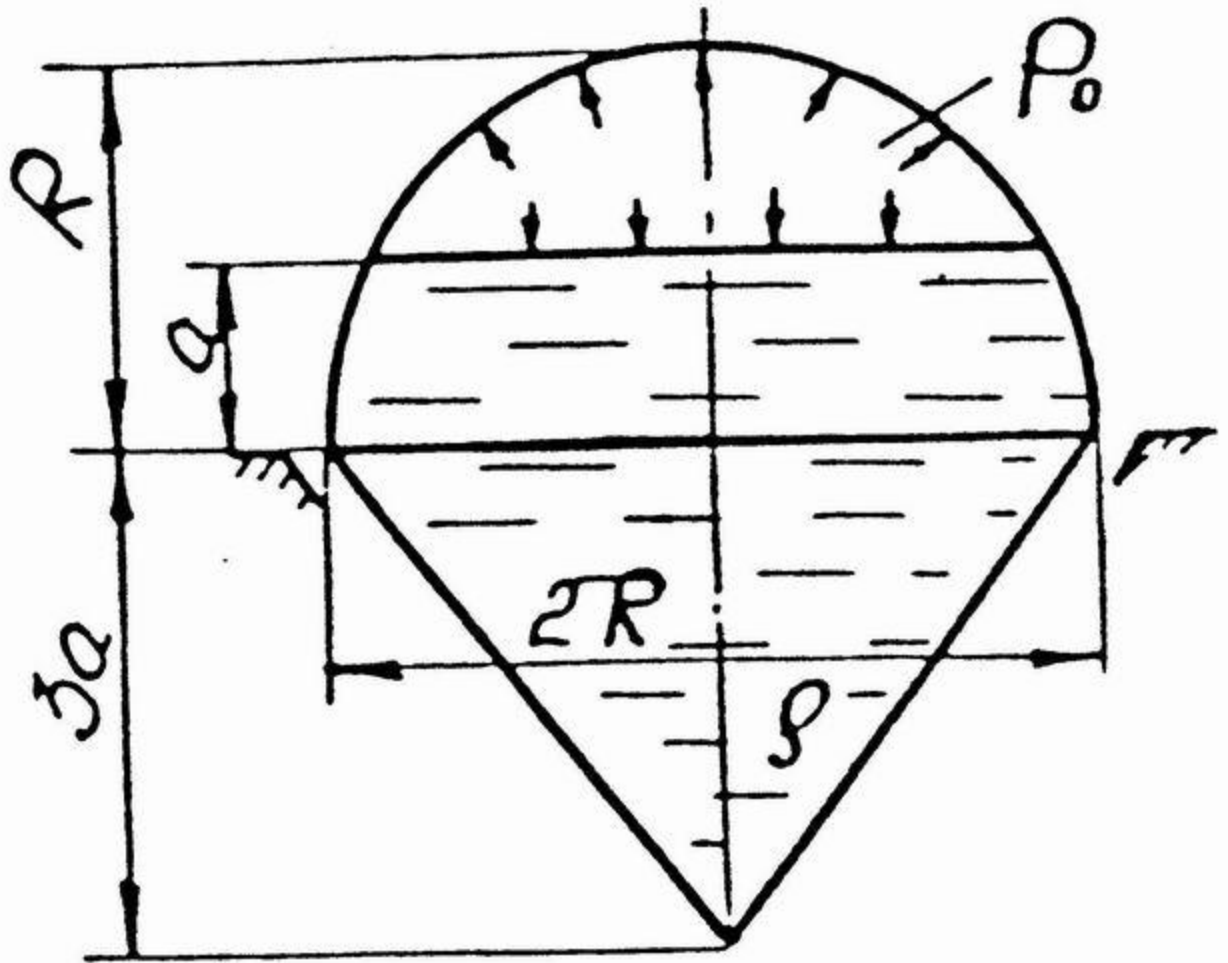


3



Исходные данные

Размер $a := 1 \text{ м}$

Радиус оболочки: $R := 2 \text{ м}$

Плотность жидкости: $\rho := 1300 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Давление газа: $P_0 := 0.07 \text{ МПа}$

Допускаемые напряжения: $\sigma_{\text{доп}} := 90 \text{ МПа}$

Предел текучести: $\sigma_T := 240 \text{ МПа}$

Решение

Разбиваю оболочку на три участка для расчётов.

Участок 1: $z := 0 \text{ м}, 0.5 \text{ м}.. 3 \text{ а}$

Давление для точек оболочки с координатой z на первом участке: $P_1(z) := P_0 + \rho \cdot g \cdot (4a - z)$

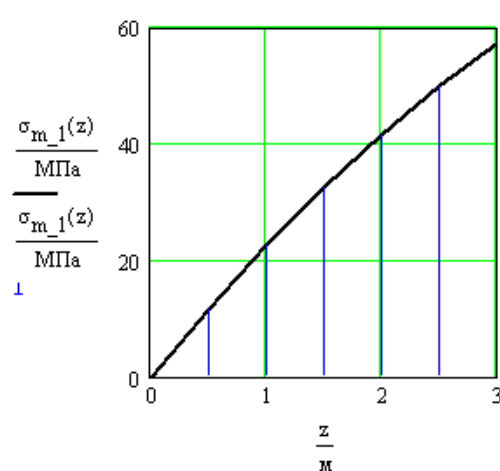
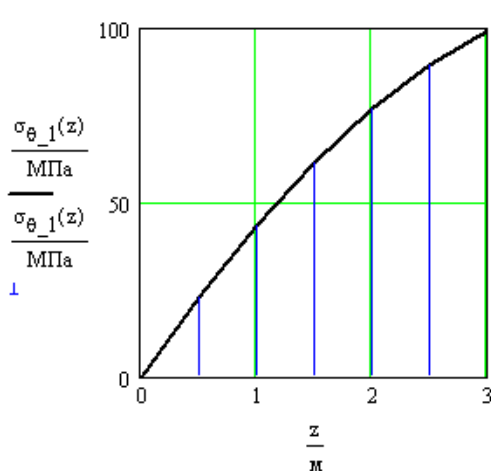
Радиус кривизны в окружном направлении: $\rho_{\theta_1}(z) := \frac{\frac{z \cdot R}{3a}}{\frac{3a}{\sqrt{(3a)^2 + R^2}}}$

Задаю значением толщины оболочки: $h := 2 \text{ мм}$

т.к. для конического участка радиус кривизны меридиана средней поверхности равен бесконечности, то

$$\sigma_{\theta_1}(z) := \frac{P_1(z) \cdot \rho_{\theta_1}(z)}{h}$$

Меридианальные напряжения: $\sigma_{m_1}(z) := \frac{P_1(z) \cdot \left(z \cdot \frac{R}{3a} \right) + \frac{\rho \cdot g \cdot z^2 \cdot \frac{R}{3a}}{3}}{2 \cdot h \cdot \frac{3a}{\sqrt{(3a)^2 + R^2}}}$



Участок 2

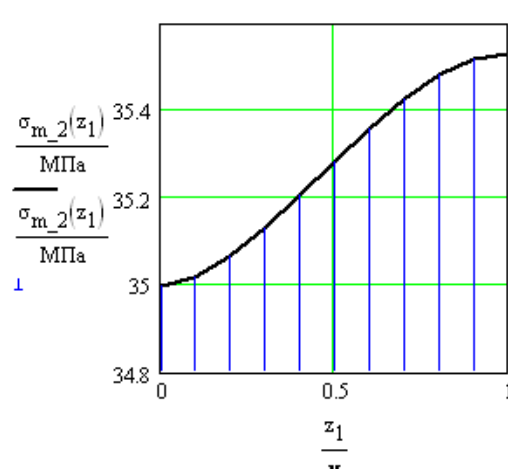
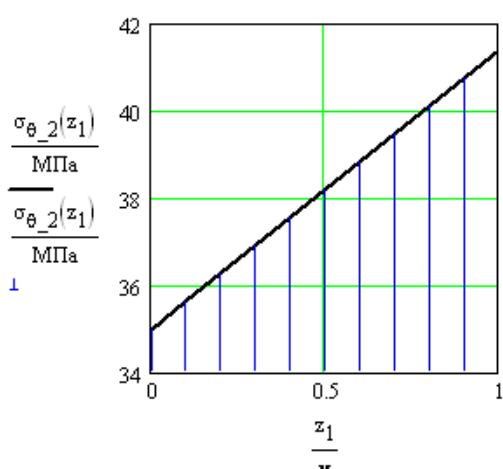
Ввожу новую координату $z_1 := 0, 0.1 \text{ а}.. \text{ а}$

Давление на этом участке: $P_2(z_1) := P_0 + \rho \cdot g \cdot z_1$

Окружные напряжения на этом участке: $\sigma_{\theta_2}(z_1) := \frac{P_2(z_1) \cdot R}{2 \cdot h}$

Меридианальные напряжения:

$$\sigma_{m_2}(z_1) := \frac{P_2(z_1) \cdot \pi \cdot \left[R \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a - z_1}{R} \right)^2} \right]^2 - \frac{1}{3} \pi \cdot \rho \cdot g \cdot \left[(R - a + z_1)^2 \cdot (2R + a - z_1) - (R - a)^2 \cdot (2R + a) \right]}{2 \pi \cdot R \cdot h \cdot \left[1 - \left(\frac{a - z_1}{R} \right)^2 \right]}$$



Участок 3: $\sigma_{\theta_3} := \frac{P_0 \cdot R}{2 \cdot h}$ $\sigma_{\theta_3} = 35 \text{ МПа}$

$\sigma_{m_3} := \frac{P_0 \cdot R}{2 \cdot h}$ $\sigma_{m_3} = 35 \text{ МПа}$

Опасное сечение: $\sigma_{\theta_1}(3a) = 99.451 \text{ МПа}$ $\sigma_{m_1}(3a) = 57.39 \text{ МПа}$

$\sigma_{\theta_{\text{max}}} := \sigma_{\theta_1}(3a)$ $\sigma_{m_{\text{max}}} := \sigma_{m_1}(3a)$

эквивалентное напряжение в опасном сечении по критерию пластичности Мизеса

$$\sigma_{\text{экв_max}} := \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{\sigma_{m_{\text{max}}}^2 + \sigma_{\theta_{\text{max}}}^2 + (\sigma_{m_{\text{max}}} - \sigma_{\theta_{\text{max}}})^2}$$
 $\sigma_{\text{экв_max}} = 86.47 \text{ МПа}$

Нормативный коэффициент запаса прочности:

$$n_{\text{норм}} := \frac{\sigma_T}{\sigma_{\text{доп}}} \quad n_{\text{норм}} = 2.667$$

Коэффициент запаса прочности (расчётный): $n := \frac{\sigma_T}{\sigma_{\text{экв_max}}} \quad n = 2.776$

Сосуд удовлетворяет условию прочности, т.к. расчётный коэффициент запаса прочности больше нормативного. Толщина стенки оболочки $h = 2 \text{ мм}$