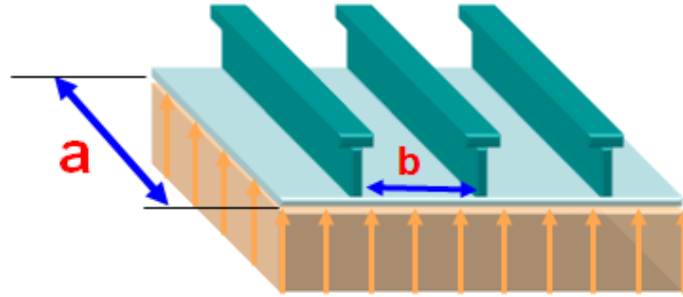


Parte do painel do fundo de uma embarcação, submetido a pressão constante p , é mostrado na figura. As dimensões da menor unidade de chapeamento são $a \times b$ (separação entre reforços). Sendo o engenheiro responsável pela construção desse painel, escolha de forma racional as dimensões a e b de tal forma de limitar a tensão efetiva no centro do painel a metade da tensão de escoamento do material. Considere $\sigma_{yield} = 300$ MPa, pressão equivalente a uma coluna de água de 15 m, espessura do chapeamento $t = 19$ mm.



Temos um problema com duas variáveis que devem ser determinadas. As tensões normais no centro do painel devido a flexão da placa serão consideradas as tensões críticas principais, cisalhamento nulo. As tensões normais podem ser obtidas por:

$$\sigma_x = k_x p \left(\frac{b}{t} \right)^2$$

$$\sigma_y = k_y p \left(\frac{b}{t} \right)^2$$

$$\sigma_z \approx 0$$

As constantes k_x e k_y são função da razão de aspecto a/b da placa e das condições de contorno. A direção x coincide com o lado longo da placa e direção y com a direção do lado curto. Para uma placa simplesmente suportada as constantes valem: para unidade de chapeamento quadrada $\frac{a}{b} = 1 \rightarrow k_x = k_y \approx 0,29$ e para $\frac{a}{b} > 3 \rightarrow k_x \approx 0,225$ e $k_y \approx 0,75$. Combinando as tensões no centro do painel usando von Mises obtemos:

$$\frac{\sigma_{yield}}{FS} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}$$

$$2 \left(\frac{\sigma_{yield}}{FS} \right)^2 = \left[k_x p \left(\frac{b}{t} \right)^2 - k_y p \left(\frac{b}{t} \right)^2 \right]^2 + \left[k_y p \left(\frac{b}{t} \right)^2 \right]^2 + \left[k_x p \left(\frac{b}{t} \right)^2 \right]^2$$

$$2 \left(\frac{\sigma_{yield}}{FS} \right)^2 = \left[p \left(\frac{b}{t} \right)^2 \right]^2 \times \left[(k_x - k_y)^2 + k_y^2 + k_x^2 \right]$$

$$2 \left(\frac{\sigma_{yield}}{FS} \right)^2 = \left[p \left(\frac{b}{t} \right)^2 \right]^2 [2k_x^2 - 2k_x k_y + 2k_y^2]$$

$$\left[p \left(\frac{b}{t} \right)^2 \right] = \left(\frac{\sigma_{yield}}{FS} \right) \sqrt{\frac{1}{[k_x^2 - k_x k_y + k_y^2]}}$$

$$\left(\frac{b}{t} \right)^2 = \left(\frac{\sigma_{yield}}{FS \times p} \right) \sqrt{\frac{1}{[0.225^2 - 0.225k_y + k_y^2]}}$$

$$b = t \times \left\{ \left(\frac{\sigma_{\text{yield}}}{\text{FS} \times p} \right) \sqrt{\frac{1}{[k_x^2 - k_x k_y + k_y^2]}} \right\}^{1/2}$$

Pressão da coluna

$$p = \gamma T = 1.025 \times 15$$

$$p = 15.375 \text{ [ton/m}^2\text{]} \times \frac{10 \text{ kN}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ m}^2}{1000^2 \text{ mm}^2}$$

$$p = 0.15375 \text{ [MPa]}$$

Considerando painel com $a/b = 3$, a separação entre reforços longitudinais vale (considerando FS=2)

$$b = t \times \left\{ \left(\frac{300}{2 \times 0.15375} \right) \sqrt{\frac{1}{[0.225^2 - 0.225 \times 0.75 + 0.75^2]}} \right\}^{1/2}$$

$$b = t \times \left\{ 975.6 \sqrt{\frac{1}{0.4437}} \right\}^{1/2}$$

$$b = t \times \{1463\}^{1/2}$$

$$b = t \times 38.25$$

$$b = 19 \times 54.1$$

$$b = 726.86 \text{ mm}$$

$$a = 3 \times b$$

$$a = 2181 \text{ mm}$$

É necessário encontrar um ponto ótimo para escolha das dimensões finais do painel (processo iterativo). A escolha final tem que considerar minimizar o peso estrutural, espaço disponível de carga, etc.