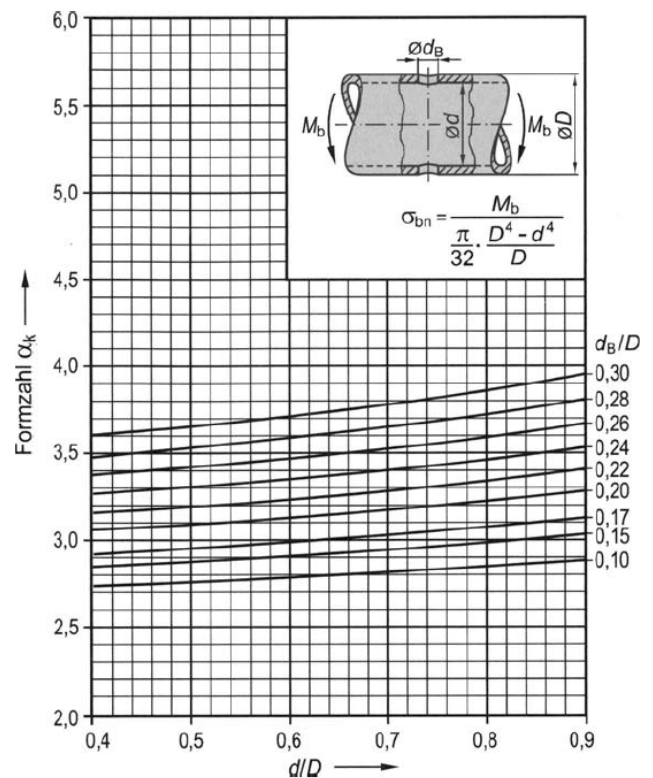


Formelblatt zur Prüfung „Einführung in die Festigkeitslehre“

21. September 2015

Formzahldiagramm für Hohlwelle mit Querbohrung unter Biegung



Hookesches Gesetz		
Beanspruchung	Dehnungen	Spannungen
σ_x ($\sigma_y = \sigma_z = 0$)	$\epsilon_x = \frac{1}{E} \cdot \sigma_x$ $\epsilon_y = -\frac{\mu}{E} \cdot \sigma_x$ $\epsilon_z = -\frac{\mu}{E} \cdot \sigma_x$	$\sigma_x = E \cdot \epsilon_x$ $\sigma_y = 0$ $\sigma_z = 0$
$\sigma_x; \sigma_y$ ($\sigma_z = 0$)	$\epsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \mu \sigma_y)$ $\epsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - \mu \sigma_x)$ $\epsilon_z = -\frac{\mu}{E} (\sigma_x + \sigma_y)$	$\sigma_x = \frac{E}{1-\mu^2} (\epsilon_x + \mu \cdot \epsilon_y)$ $\sigma_y = \frac{E}{1-\mu^2} (\epsilon_y + \mu \cdot \epsilon_x)$ $\sigma_z = 0$
$\sigma_x; \sigma_y; \sigma_z$	$\epsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \mu (\sigma_y + \sigma_z))$ $\epsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - \mu (\sigma_x + \sigma_z))$ $\epsilon_z = \frac{1}{E} (\sigma_z - \mu (\sigma_x + \sigma_y))$	$\sigma_x = \frac{E}{1+\mu} \left(\epsilon_x + \frac{\mu}{1-2\mu} \cdot e \right)$ $\sigma_y = \frac{E}{1+\mu} \left(\epsilon_y + \frac{\mu}{1-2\mu} \cdot e \right)$ $\sigma_z = \frac{E}{1+\mu} \left(\epsilon_z + \frac{\mu}{1-2\mu} \cdot e \right)$ mit $(e = \epsilon_x + \epsilon_y + \epsilon_z)$

Schubspannungs-/
Schiebungsbeziehungen:

$$\begin{aligned} \tau_{xy} &= G \cdot \gamma_{xy} \\ \tau_{yz} &= G \cdot \gamma_{yz} \\ \tau_{zx} &= G \cdot \gamma_{zx} \end{aligned} \quad \left(G = \frac{E}{2(1+\mu)} \right)$$

Eulersche Knickfälle

Knickfall		
F_K	$\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4 \cdot L^2}$	$\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$
Knickfall		
F_K	$2\pi^2 \cdot \frac{E \cdot I}{L^2}$	$4\pi^2 \cdot \frac{E \cdot I}{L^2}$

I: axiales Trägheitsmoment

F_K : Knicklast

Trägheits-/Widerstandsmomente

Querschnittsform	Biegung		Torsion	
	Axiales Flächen-trägheitsmoment	Widerstandsmoment gegen Biegung	Polares Flächen-trägheitsmoment	Widerstandsmoment gegen Torsion
	$I_z = \frac{bh^3}{12}$	$W_{b,z} = \frac{bh^2}{6}$	nicht elementar lösbar	
	$I = \frac{\pi}{64} d^4$	$W_b = \frac{\pi}{32} d^3$	$I_p = \frac{\pi}{32} d^4$	$W_t = \frac{\pi}{16} d^3$
	$I = \frac{\pi}{64} (d_a^4 - d_i^4)$	$W_b = \frac{\pi}{32} \left(\frac{d_a^4 - d_i^4}{d_a} \right)$	$I_p = \frac{\pi}{32} (d_a^4 - d_i^4)$	$W_t = \frac{\pi}{16} \left(\frac{d_a^4 - d_i^4}{d_a} \right)$

Näherungsformel für die Kerbwirkungszahl:

$$\beta_K = \frac{\alpha_K}{1 + \frac{55}{R_e} \cdot \sqrt{\frac{C}{\rho}}}$$

R_e : Streckgrenze [in MPa]

ρ : Kerbradius [in mm]

$C = 2$: bei Zug/Druck und Biegung

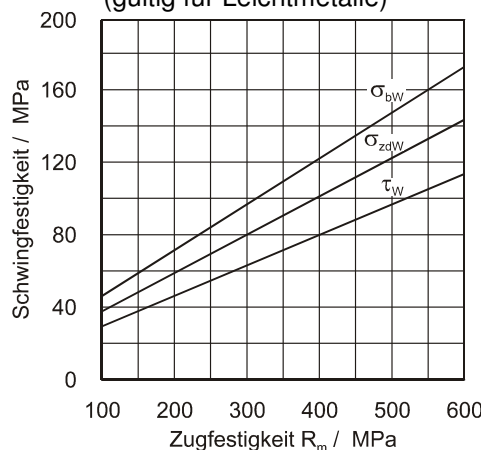
$C = 1$: bei Torsion

Vergleichsspannungen				
Spannungszustand				
Hypothese	dreiachsrig	zweiachsrig		
	$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 = 0^{+)}$	$\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$	σ_b, τ_t
NH	σ_1 (Zug) bzw. σ_3 (Druck)	σ_1	$\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4 \tau_{xy}^2}$	$\frac{\sigma_b}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \tau_t^2}$
SH	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ_1	$\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4 \tau_{xy}^2}^{++)}$	$\sqrt{\sigma_b^2 + 4 \tau_t^2}$
GEH	$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}$	$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2}$	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \tau_{xy}^2}$	$\sqrt{\sigma_b^2 + 3 \tau_t^2}$

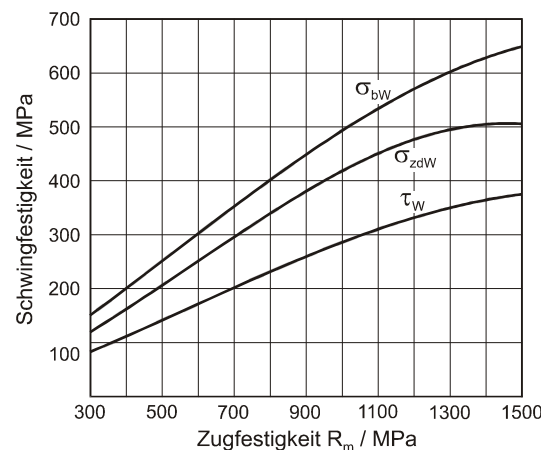
⁺⁾ Für die Fälle $\sigma_1 > 0; \sigma_2 = 0; \sigma_3 < 0$ bzw. $\sigma_1 = 0; \sigma_2 < 0; \sigma_3 < 0$ ergibt sich σ_V aus Spalte 1

⁺⁺⁾ gilt nur für $\sigma_x \sigma_y \leq \tau_{xy}^2$; für $\sigma_x \sigma_y > \tau_{xy}^2$ ist σ_V (SH) = σ_V (NH)

Schwingfestigkeitskennwerte
in Abhängigkeit von der Zugfestigkeit
(gültig für Leichtmetalle)



Schwingfestigkeitskennwerte
in Abhängigkeit von der Zugfestigkeit
(gültig für Stahl)



Näherungsformeln für die dauerfest ertragbare Spannungsamplitude

Für zähe Werkstoffe:

$$\sigma_A = \sigma_W \sqrt{1 - \frac{\sigma_m}{R_m}}$$

Für spröde Werkstoffe:

$$\sigma_A = \sigma_W \left(1 - \frac{\sigma_m}{R_m} \right)$$

Formeln zur Berechnung dünnwandiger Hohlzylinder unter Innendruck

Umfangsspannung:

$$\sigma_u = \frac{p \cdot d_i}{2 \cdot s}$$

Längs-/Axialspannung:

$$\sigma_a = \frac{p \cdot d_i}{4 \cdot s}$$

Radialspannung (Innenseite):

$$\sigma_{r,i} = -p$$

Kesselformel:

$$\sigma_v = \frac{p \cdot d_m}{2 \cdot s}$$