

DIN EN 13445-3 UNBEFEUERTE DRUCKBEHÄLTER

8. Schalen unter Außendruck

8.5.2 Unversteifte Zylinderschalen

Eingaben

$$\text{MPa} := 1 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$$

Geometrie (Bild siehe Datei)

Mittlerer Radius der Schale

$$R := 1000 \cdot \text{mm}$$

Ungestützte Schalenlänge

$$L := 5 \cdot R \quad L = 5000 \text{ mm}$$

Geschätzte Wanddicke der Schale

$$e_e := 0.015 \cdot R \quad e_e = 15 \text{ mm}$$

Werkstoffkennwerte

Elastizitätsmodul $E := 2 \cdot 10^5 \cdot \text{MPa}$

Poisson's Konstante $\nu := 0.3$

0,2%-Dehngrenze bei Berechnungstemperatur

$$R_{p0.2t} := 150 \cdot \text{MPa}$$

SS = 1 für nichtaustenitischen Stahl

SS = 2 für austenitischen Stahl

$$SS := 1$$

Überdrücke (p_e , p_i sind negativ bei Vakuum)

$$P_{\text{atm}} := 0.1 \cdot \text{MPa}$$

Betriebsbedingungen

Prüfbedingungen

äußerer Überdruck $p_e := 0.3 \cdot \text{MPa}$

$$p_{e_test} := 1.3 \cdot p_e \quad p_{e_test} = 0.39 \text{ MPa}$$

innerer Überdruck $p_i := 0 \cdot \text{MPa}$

$$p_{i_test} := 1.3 \cdot p_i \quad p_{i_test} = 0 \text{ MPa}$$

Einzel-Sicherheitsfaktoren

$$k_1 := 1.2 \quad k_{1_test} := 1.0$$

$$k_2 := 1.5 \quad k_{2_test} := 1.1$$

Berechnungen und Ergebnisse

Nennelastizitätsgrenzen nach Formel (8.4.2-1) and (8.4.3-1)

$$S := \text{wenn} \left(SS = 1, R_{p0.2t}, \frac{R_{p0.2t}}{1.25} \right) \quad S = 150 \text{ MPa}$$

Druck, bei dem die mittlere Umfangsspannung der Schale die Fließgrenze erreicht nach Formel (8.5.2-4)

$$p_y := \frac{S \cdot e_e}{R} \quad p_y = 2.25 \text{ MPa}$$

Umfangswellenzahl n_{cyl} zur Minimierung des Werte von p_m
nach Formel (8.5.2-5 to -7)

$$Z := \frac{\pi \cdot R}{L} \quad Z = 0.628 \quad \frac{L}{2 \cdot R} = 2.5 \quad \frac{e_e}{2 \cdot R} = 7.5 \times 10^{-3}$$

$$n := 2..10 \quad \varepsilon(n) := \frac{1}{n^2 - 1 + \frac{Z^2}{2}} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{n^2}{Z^2} + 1\right)^2} + \frac{e_e^2}{12 \cdot R^2 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot (n^2 - 1 + Z^2)^2 \right]$$

Abbruchbedingung

letzter Wert:

Ergebnis:

$$n_{\text{Abbruch}_n} := \text{until}(\varepsilon(n) - \varepsilon(n+1), n)$$

$$n_{cyl} := \text{letzte}(n_{\text{Abbruch}})$$

$$n_{cyl} = 4$$

Diagramm $\varepsilon(n)$ siehe Nebenseite 2

theoretischer elastischer Beuldruck bei Versagen der Schale
nach Formel (8.5.2-5)

$$\varepsilon(n_{cyl}) = 0.000359 \quad p_m := \frac{E \cdot e_e \cdot \varepsilon(n_{cyl})}{R} \quad p_m = 1.078 \text{ MPa}$$

Wert p_m/p_y

$$x := \frac{p_m}{p_y}$$

$$x = 0.479$$

Ermittlung p_r/p_y aus Kurve 1 in Bild 8.5-5

$$prpy = 0.24$$

$$p_r := prpy \cdot p_y$$

$$p_r = 0.541 \text{ MPa}$$

Berechnungsdrücke:

$$\text{Betriebsbedingungen} \quad P := \min \left[\left[\begin{array}{l} (p_e - p_i) \\ p_e + p_{atm} \end{array} \right] \right]$$

$$P = 0.3 \text{ MPa}$$

$$\text{Prüfbedingungen} \quad P_{\text{test}} := \min \left(\left(\begin{array}{l} p_{e_test} - p_{i_test} \\ p_e + p_{atm} \end{array} \right) \right)$$

$$P_{\text{test}} = 0.39 \text{ MPa}$$

Kontrollen nach Formel (8.5.2-8)

1 - zulässig
0 - unzulässig

$$\text{Kontrollen} := \left(\begin{array}{l} P < \frac{p_r}{k_1} \\ P_{\text{test}} < \frac{p_r}{k_{1_test}} \end{array} \right)$$

$$\text{Kontrollen} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$