

7. Obliczenia wytrzymałościowe wężownicy i kolektora podgrzewacza wody/przegrzewacza pary

7.1. Rury wężownicy $D_z = \dots$, $g_n = \dots$

7.1.1. Materiał

Według PN-EN 10216-2:2004 stal kotłowa XXX

7.1.2. Ciśnienie obliczeniowe

Według DT/0-100/63 pkt. xxx str.x

$$p_o = \dots \text{MPa} \quad \text{wyższe z ciśnień wlot/wylot}$$

7.1.3. Temperatura obliczeniowa

Temperatura czynnika roboczego t_m

$$t_m = \dots \text{°C} \quad \text{wyższa z temperatur czynnika wlot/wylot}$$

Wężownice ogrzewane przez konwekcję wg. pkt. xxx str.x

$$t_o = t_m + \dots \text{°C} \quad t_o = \blacksquare$$

7.1.4. Naprężenia dopuszczalne

Według pkt. xxx str. xxx:

Ponieważ temperatura obliczeniowa $t_o = \dots \text{°C}$ nie przekracza temperatury granicznej dla stali XX) która wynosi $\text{XXX} \text{°C}$, za dopuszczalne naprężenie przyjmuje się wg. pkt. xxx:

$$k = \frac{R_{p02}}{x} \text{ MPa}$$

gdzie:

R_{p02} - minimalna umowna granica plastyczności w temperaturze obliczeniowej $R_{p02} = \dots \text{MPa}$

x - współczynnik bezpieczeństwa dla elementów walcowych równy $x = \dots$

Dla stali XXX i temperatury obliczeniowej $\dots \text{°C}$

$$k = \frac{R_{p02}}{x} \text{ MPa} \quad k = \blacksquare$$

LUB:

Według pkt. xxx str. xxx:

Ponieważ temperatura obliczeniowa $t_o = \dots \text{°C}$ **przekracza** temperaturę graniczną dla stali XXX,

która wynosi $\text{xxx} \text{°C}$, za dopuszczalne naprężenia przyjmuje się wg. pkt. xxx:

$$k = \frac{R_{z200000t}}{x} \text{ MPa}$$

gdzie:

$R_{z200000t}$ - wytrzymałość na pełzanie po czasie 200 000 h w temperaturze obliczeniowej $R_{z200000t} = \blacksquare$

x - współczynnik bezpieczeństwa dla elementów walcowych równy

$x = \blacksquare$

Dla stali xxx i temperatury obliczeniowej ... °C:

$$k = \frac{R_{z200000t}}{x} \text{ MPa}$$

7.1.5. Współczynnik β

Według pkt. xxx str. x:

$$\beta = \frac{D_z}{D_z - 2 \cdot g_n}$$

gdzie:

D_z - średnica zewnętrzna równa $D_z = \dots mm$

g_n - nominalna grubość ścianki równa $g_n = \dots mm$

$$\beta = \frac{D_z}{D_z - 2 \cdot g_n} \quad \beta = \blacksquare < 1.4 \text{ stąd wg. pkt. xxx str. x} \quad \alpha = \blacksquare \quad \text{Kruczek}$$

7.1.6. Obliczeniowa grubość ścianki rury

Według pkt. xxx str. xxx:

$$g_o = \frac{(D_z - 2g_n) \cdot p_o}{\frac{2.3}{\alpha} \cdot k \cdot z - p_o}$$

gdzie:

z - obliczeniowy współczynnik wytrzymałości rur $z = \dots$

Wg. pkt xxx str. x dla rur

$$g_o = \frac{(D_z - 2g_n) \cdot p_o}{\frac{2.3}{\alpha} \cdot k \cdot z - p_o} \quad g_o = \blacksquare$$

7.1.7. Najmniejsza wymagana grubość ścianki

Według pkt. xxx str. x:

$$g = g_o + c_2 + c_3$$

gdzie:

c_2 - eksploatacyjny naddatek grubości ścianki równy $c_2 := 1.0 mm$

c_3 - naddatek grubości ze względu na występowanie dodatkowych naprężeń nie pochodzących od ciśnienia równy $c_3 := 0.5 mm$

$$g = g_o + c_2 + c_3 \quad g = \blacksquare$$

7.1.8. Nominalna grubość ścianki

Według pkt. xxx str. x:

$$g_n \geq g + c_1$$

gdzie:

c_1 - technologiczny naddatek grubości ścianki

Wg. PN-EN 10216-2:2004 dla średnicy zewnętrznej do xxx mm dopuszczalne odchyłki grubości ścianki wynoszą $\pm \dots \%$ ($-\dots\%$).

Dla średnicy zewnętrznej ... i grubości nominalnej $g_n = \blacksquare$:

$$c_1 = g_n \cdot \dots \% \quad c_1 = \blacksquare$$

Zatem

$$g_n = g + c_1 \quad g_n = \blacksquare$$

Przyjęto $g_n = \dots mm$

7.1.9. Rzeczywista grubość ścianki

Według pkt. xxx str. x:

Ponieważ $g_n = \blacksquare > g + c_1 = \blacksquare$ spełnia ten warunek, to rzeczywista najmniejsza grubość ścianki węzownicy:

$$g_{rz} := g_n - c_1 \quad g_{rz} = \blacksquare$$

7.2. Kolektor przegrzewacza $D_z = \dots, g_{n_p} \dots$

7.2.1. Rozmiary geometryczne kolektora

- średnica zewnętrzna: $D_z = \blacksquare mm$
- grubość nominalna ścianki kolektora: $g_{n_p} = \blacksquare mm$
- średnica wewnętrzna kolektora: $D_w = D_z - 2 \cdot g_{n_p} \quad D_w = \blacksquare$
- średnice otworów pod króćce węzownic $\phi \dots \times \dots$: $d_1 = \blacksquare mm$
- średnice otworów pod króćce przewodów odwadniających $\phi \dots \times \dots$: $d_2 = \blacksquare mm$
- podziałka wzdłużna króćców węzownic: $t_1 = \blacksquare$
- podziałka poprzeczna króćców węzownic: $t_2 = \blacksquare$
- przesunięcie kątowe między sąsiednimi rzędami otworów: $\alpha = \dots^\circ$

7.2.2. Materiał

Według PN-EN 10216-2:2004 stal kotłowa XXX

7.2.3. Ciśnienie obliczeniowe

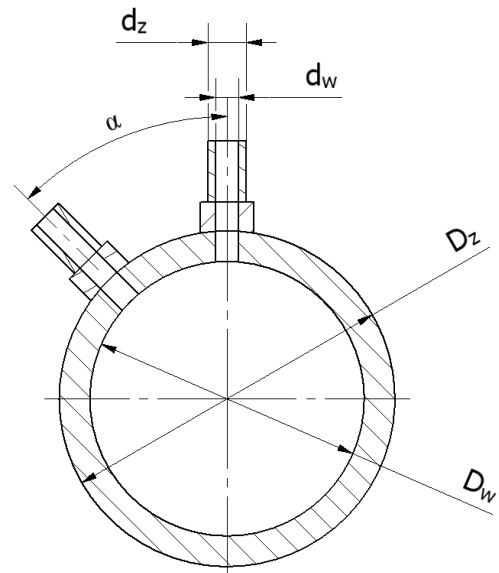
Według pkt. 2.1 str.7

$$p_o = \dots MPa$$

7.2.4. Temperatura obliczeniowa

Temperatura czynnika roboczego t_m

$$t_m = \dots ^\circ C$$



Kolektor zaizolowany wg. pkt. xxx str. x:

$$t_o = t_m + \dots \text{ } ^\circ\text{C} \quad t_o = \blacksquare$$

7.2.5. Naprężenia dopuszczalne

Według pkt. xxx str. xxx:

Ponieważ temperatura obliczeniowa $t_o = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$ nie przekracza temperatury granicznej dla stali XX która wynosi $\text{XXX } ^\circ\text{C}$, za dopuszczalne naprężenie przyjmuje się wg. pkt. xxx:

$$k = \frac{R_{p02}}{x} \text{ MPa}$$

gdzie:

R_{p02} - minimalna umowna granica plastyczności w temperaturze obliczeniowej $R_{p02} = \dots \text{ MPa}$

x - współczynnik bezpieczeństwa dla elementów walcowych równy $x = \dots$

Dla stali XXX i temperatury $\dots \text{ } ^\circ\text{C}$

$$k = \frac{R_{p02}}{x} \text{ MPa} \quad k = \blacksquare$$

LUB:

Według pkt. xxx str. xxx:

Ponieważ temperatura obliczeniowa $t_o = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$ **przekracza** temperaturę graniczną dla stali xxx,

która wynosi $\text{xxx } ^\circ\text{C}$, za dopuszczalne naprężenia przyjmuje się wg. pkt. xxx:

$$k = \frac{R_{z200000t}}{x} \text{ MPa}$$

gdzie:

$R_{z200000t}$ - wytrzymałość na pełzanie po czasie 200 000 h w temperaturze obliczeniowej $R_{z200000t} = \blacksquare$

x - współczynnik bezpieczeństwa dla elementów walcowych równy $x = \blacksquare$

Dla stali xxx i temperatury $\text{xxx } ^\circ\text{C}$:

$$k = \frac{R_{z200000t}}{x} \text{ MPa}$$

7.2.6. Grubość ścianki komory

7.2.6.1. Współczynniki wytrzymałościowy mostków wzdłużnych

$$z_1 := \frac{t_1 - d_1}{t_1} \quad z_1 = \blacksquare$$

7.2.6.2. Współczynniki wytrzymałościowy mostków obwodowych

$$z_2 := \frac{t_2 - d_1}{t_2} \quad z_2 = \blacksquare$$

7.2.6.3. Współczynniki wytrzymałościowy mostków skośnych (zredukowany)

Według pkt. xxx str. x:

a - przesunięcie wzdluzne między otworami d_1 w sąsiednich rzędach

$$a := 2s_1 \quad a = \blacksquare$$

b - przesunięcie obwodowe między otworami d_1 w sąsiednich rzędach

$$b := \frac{D_z + D_w}{2} \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} \quad b = \blacksquare$$

$$m_s := \frac{b}{a} \quad m_s = \blacksquare$$

$$t_s := \sqrt{a^2 + b^2} \quad t_s = \blacksquare$$

$$z_s := \frac{t_s - 0.5(d_1 + d_2)}{t_s} \quad z_s = \blacksquare$$

$$K := \frac{1 + m_s^2}{\sqrt{(1 + m_s^2)^2 + m_s^2}} \quad K = \blacksquare$$

$$z_{zred} := K \cdot z_s \quad z_{zred} = \blacksquare$$

7.2.6.4. Współczynnik wytrzymałościowy pojedynczego otworu

Według pkt. xxx str. x:

Wg. PN-EN 10216-2:2004 dla średnicy zewnętrznej do xxx mm dopuszczalne odchyłki grubości ścianki wynoszą $\pm \dots \%$ ($-\dots \%$).

Dla średnicy zewnętrznej xxx i grubości nominalnej:

$$g_{n_p} = \blacksquare$$

$$c_1 = \dots \% \cdot g_{n_p} \quad c_1 = \blacksquare$$

$$g_{rz} := g_{n_p} - c_1 \quad g_{rz} = \blacksquare$$

$$\omega := \frac{d_2}{\sqrt{D_z \cdot g_{rz}}} \quad \omega = \blacksquare$$

$$\text{Dla } \omega = \blacksquare \quad \text{wartosc } z_0 = \blacksquare$$

7.2.6.5. Współczynnik wytrzymałościowy złącza spawanego między płaszczem i dnem komory

Według pkt. xxx str. x:

$$z_b = \blacksquare$$

7.2.6.6. Współczynnik β

Według pkt. xxx str. x:

$$\beta = \frac{D_z}{D_z - 2 \cdot g_{n-p}}$$

gdzie:

D_z - średnica zewnętrzna równa $D_z = \blacksquare$

g_n - nominalna grubość ścianki równa $g_{n-p} = \blacksquare$

$$\beta = \frac{D_z}{D_z - 2 \cdot g_{n-p}} \quad \beta = \blacksquare < \dots \text{ stąd wg. pkt. xxx str. x} \quad \alpha = \blacksquare$$

7.2.6.7. Obliczeniowa grubość ścianki komory

Według pkt. xxx str. x:

$$g_o = \frac{D_z \cdot p_o}{\frac{2.3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_o}$$

gdzie:

z - obliczeniowy współczynnik wytrzymałości rur.

Najmniejsza wartość z z_1, z_2, z_{zred}, z_0 i z_b wg. xxx:

$$z = \min(z_1, z_2, z_{zred}, z_0, z_b)$$

$$g_o = \frac{D_z \cdot p_o}{\frac{2.3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_o} \quad g_o = \blacksquare$$

7.2.7. Najmniejsza wymagana grubość ścianki

Według pkt. xxx str. x:

$$g = g_o + c_2 + c_3$$

gdzie:

c_2 - eksploatacyjny naddatek grubości ścianki równy $c_2 := 0.0mm$

c_3 - naddatek grubości ze względu na występowanie dodatkowych naprężeń nie pochodzących od ciśnienia równy $c_3 := 0.5mm$

$$g = g_o + c_2 + c_3 \quad g = \blacksquare$$

7.2.8. Nominalna grubość ścianki

Według pkt. xxx str. x:

$$g_{n-p} \geq g + c_1$$

gdzie:

c_1 - technologiczny naddatek grubości ścianki

Wg. PN-EN 10216-2:2004 dla średnicy zewnętrznej do xxx mm dopuszczalne odchyłki grubości ścianki wynoszą $\pm \dots \%$ (- ... %).

Dla średnicy zewnętrznej xxx i grubości nominalnej:

$$g_{n_p} = \blacksquare$$

$$c_1 = g_{n_p} \cdot \dots \% \quad c_1 = \blacksquare$$

Zatem

$$g_{n_p} = g + c_1 = \blacksquare$$

Przyjęto

$$g_{n_p} = \dots \text{mm}$$

7.2.9. Rzeczywista grubość ścianki kolektora

Według pkt. xxx str. xxx:

Ponieważ $g_{n_p} = \blacksquare > g + c_1 = \blacksquare$ spełnia ten warunek, to rzeczywista najmniejsza grubość ścianki kolektora:

$$g_{rz} = g_{n_p} - c_1 \quad g_{rz} = \blacksquare$$