

DODATAK XVII

PREVOĐENJE OPREME POD TLAKOM U NIŽU RAZINU OPASNOSTI

Kada se oprema pod tlakom visoke razine opasnosti više ne koristi na tlaku pri kojem se razvrstava u opremu pod tlakom visoke razine opasnosti, sukladno dijagramima u Dodatku I Pravilnika o pregledima i ispitivanju opreme pod tlakom, vlasnik/korisnik može zatražiti od ovlaštenog inspekcijskog tijela prevođenje opreme pod tlakom visoke razine opasnosti u opremu pod tlakom niske razine opasnosti. U tom slučaju potrebno je prilagoditi sigurnosne ventile, izraditi odgovarajuću dokumentaciju, odjaviti opremu i o tome obavijestiti ministarstvo nadležno za gospodarstvo. Na opremu se mora staviti dodatna pločica s novim tehničkim podacima.

Kod svakog smanjenja radnog tlaka opreme pod tlakom visoke razine opasnosti potrebno je prilagoditi sigurnosni ventil novim parametrima i staviti na opremu dodatnu pločicu s tehničkim podacima. Smanjeni radni tlak traži veći minimalni svijetli promjer ventila.

Pod odgovarajućom dokumentacijom podrazumijeva se:

- postojeća dokumentacija nadopunjena novim radnim parametrima;
- odjava opreme ukoliko ista više ne spada u visoku razinu opasnosti,
- izgled dodatne pločice s tehničkim podacima.

Primjer proračuna sigurnosnog ventila za slučaj smanjenja maksimalnog radnog tlaka opreme pod tlakom

Primjer (EN ISO 4126-1)

Podkritično strujanje plina ili pare

potrebni maseni protok zraka kroz ventil $Q_m = 11 \text{ kg/s}$ (**39 600 kg/h**)

maksimalni radni tlak sustava PS = 40 bar pretlaka

temperatura zraka 20 °C ($293,15 \text{ K}$)

protutlak $p_b = 24 \text{ bar}$ pretlaka

pretpostavljeni koeficijent protoka $K_{dr} = 0,83$

izentropski eksponent $\kappa = 1,4$

faktor kompresibilnosti $Z \approx 0,985$

Molarna masa $M = 28,96 \text{ kg/kmol}$

opća plinska konstanta $R_m = 8314 \text{ J/ kmol K}$

Protutlak: $p_b = 25 \text{ bar}$

Rasteretni tlak: $p_0 = 1,1 \times \text{PS} + 1 = 1,1 \times 40 + 1 = 45 \text{ bar}$

$$\frac{p_b}{p_0} = \frac{25}{45} = 0,555$$

$$\left(\frac{p_b}{p_0}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = \left(\frac{25}{45}\right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} = 0,5283 < 0,555$$

Podkritično strujanje

$$C = 3,948 \cdot \sqrt{k \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}} = 3,948 \cdot \sqrt{1,4 \cdot \left(\frac{2}{1,4+1}\right)^{\frac{1,4+1}{1,4-1}}} = 2,703$$

$$K_b = \sqrt{\frac{\frac{2 \cdot k}{k+1} \left[\left(\frac{p_b}{p_0}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_b}{p_0}\right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}{k \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}}} = \sqrt{\frac{\frac{2 \cdot 1,4}{1,4+1} \left[\left(\frac{25}{40}\right)^{\frac{2}{1,4}} - \left(\frac{25}{40}\right)^{\frac{1,4+1}{1,4}} \right]}{1,4 \cdot \left(\frac{2}{1,4+1}\right)^{\frac{1,4+1}{1,4-1}}}} = 0,9984$$

Istrujna površina:

$$A = \frac{Q_m}{p_0 \cdot C \cdot K_b \cdot K_{dr} \cdot \sqrt{\frac{M}{Z \cdot T_0}}} = \frac{39600}{45 \cdot 2,703 \cdot 0,9984 \cdot 0,83 \cdot \sqrt{\frac{28,96}{0,985 \cdot 293,15}}} = 1240,56 \text{ mm}^2$$

Promjer svijetlog otvora $d_{\min} = 39,74 \text{ mm}$

Smanjenje maksimalnog radnog tlaka sustava

potreban maseni protok zraka $Q_m = 11 \text{ kg/s (39 600 kg/h)}$

maksimalni radni tlak sustava PS = 30 bar pretlaka

temperatura zraka $20 \text{ }^\circ\text{C (293,15 K)}$

protutlak $p_b = 24 \text{ bar pretlaka}$

pretpostavljeni koeficijent protoka $K_{dr} = 0,83$

izentropski eksponent $\kappa = 1,4$

faktor kompresibilnosti $Z \approx 0,985$

Molarna masa $M = 28,96 \text{ kg/kmol}$

opća plinska konstanta $R_m = 8314 \text{ J/kmol K}$

Protutlak: $p_b = 25 \text{ bar}$

Rasteretni tlak: $p_0 = 1,1 \times \text{PS} + 1 = 1,1 \times 30 + 1 = 34 \text{ bar}$

$$\frac{p_b}{p_0} = \frac{25}{34} = 0,7325$$

$$\left(\frac{p_b}{p_0}\right)^{\frac{k}{k-1}} = \left(\frac{25}{34}\right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} = 0,34 < 0,555$$

Podkritično strujanje

$$C = 3,948 \cdot \sqrt{k \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}} = 3,948 \cdot \sqrt{1,4 \cdot \left(\frac{2}{1,4+1}\right)^{\frac{1,4+1}{1,4-1}}} = 2,703$$

$$K_b = \sqrt{\frac{\frac{2 \cdot k}{k+1} \left[\left(\frac{p_b}{p_0}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_b}{p_0}\right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}{k \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}}} = \sqrt{\frac{\frac{2 \cdot 1,4}{1,4+1} \left[\left(\frac{25}{34}\right)^{\frac{2}{1,4}} - \left(\frac{25}{34}\right)^{\frac{1,4+1}{1,4}} \right]}{1,4 \cdot \left(\frac{2}{1,4+1}\right)^{\frac{1,4+1}{1,4-1}}}} = 0,8995$$

Istrujna površina:

$$A = \frac{Q_m}{p_0 \cdot C \cdot K_b \cdot K_{dr} \cdot \sqrt{\frac{M}{Z \cdot T_0}}} = \frac{39600}{34 \cdot 2,703 \cdot 0,8995 \cdot 0,83 \cdot \sqrt{\frac{28,96}{0,985 \cdot 293,15}}} = 1822,45 \text{ mm}^2$$

Promjer svijetlog otvora $d_{\min} = 48,17 \text{ mm}$

Prethodni se primjer odnosi na podkritično strujanje plinovitog medija (zraka) kroz sigurnosni ventil. Za nadkritično strujanje i strujanje pothlađene kapljevine potrebno je koristiti odgovarajuće izraze iz EN ISO 4126-1.