

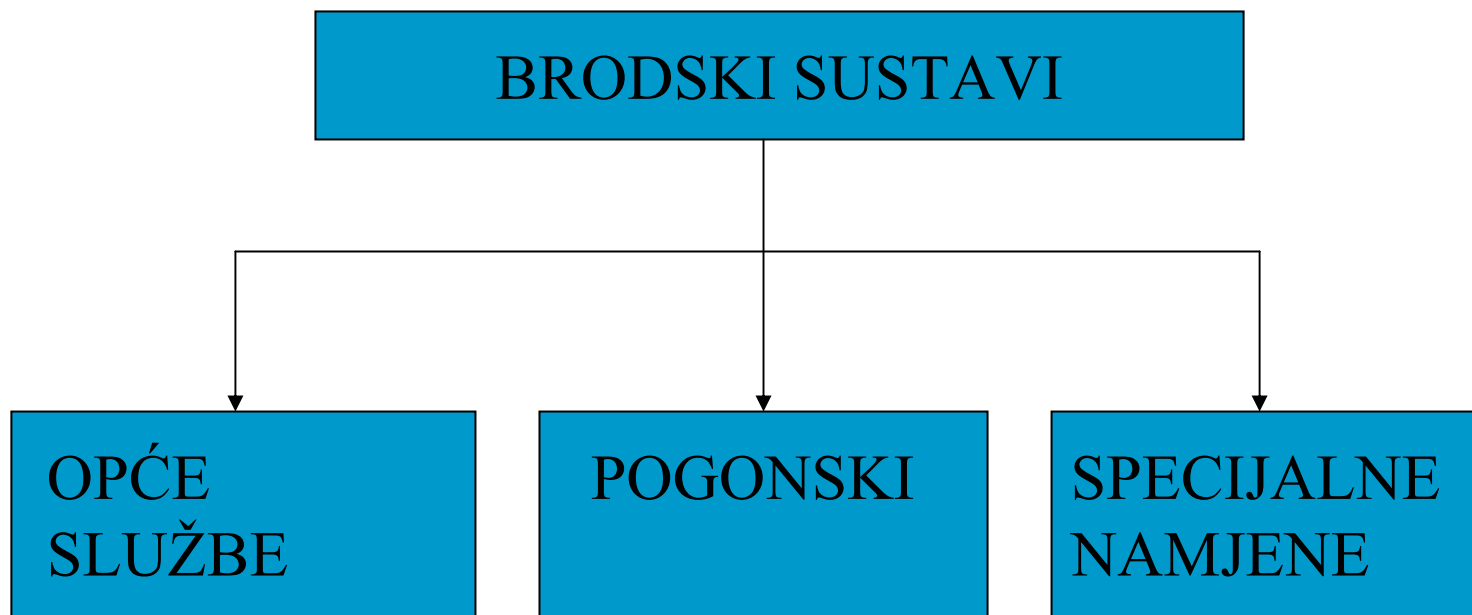
BRODSKI STROJNI SUSTAVI



UVOD

3/3/2008

Podjela





Cjevovodi opće službe

- kaljužni i izljevni
- balastni
- odušivanja, otplinjavanja, preljevni i naljevni, sondiranja
- ventilacije i klimatizacije
- hidraulike i pneumatike
- protupožarni...



Pogonski cjevovodi*

- goriva
- ulja za podmazivanje
- rashladne vode
- komprimiranog zraka
- pare, kondenzata i napojne vode
- ispušnih plinova
- ispirnog zraka



Cjevovodi specijalne namjene

- tekućeg tereta
- (ukapljenih) plinova
- pranja tankova
- posušivanja tankova tereta
- inertnog plina
- grijanja i hlađenja tereta
- uzimanja uzoraka atmosfere...

Boje cjevovoda



Morska voda

Slatka voda

Komprimirani zrak

Teško gorivo

Lako gorivo

Para

Ulje



Proračun

- nacionalni i internacionalni propisi
- propisi klasifikacijskog društva
- zahtjevi brodovlasnika
- preporuke proizvođača opreme



Proračun

- unutarnji promjer - d_u
- debljina stjenke - s
- pad tlaka kroz cjevovod - Δp
- produljenje cjevovoda (zbog promjene temperature ili dr.) - Δt
- kapaciteti dijelova sustava (pumpi, filtara, izmjenjivača topline...)

Cjevovodi (dio 8), opći zahtjevi

- proračunski tlak $p_i = 1,5 \left(\frac{\sigma_d^{100}}{\sigma_d^t} \right)^* p [MPa]$
- * za $t > 300^\circ\text{C}$
- hidrauličko ispitivanje: za klase I i II, para i napajanje, gorivo s $p > 0,35 \text{ MPa}$
- materijali:
 1. čelik (bešavne ili zavarene*)
do 400°C ugljični ili manganski, do 500°C niskolegirani,
preko 500°C legirani



Cjevovodi (dio 8), opći zahtjevi

2. Cu – bešavne, do 200°C ili s Ni do 300°C
3. žilavi lijev (kaljuža, balast i TT) do 350°C
4. sivi lijev (balast i TT)
5. Pb – rijetko, izljevi u nadgrađu
6. plastične (doglasne, sanitarne i odljevne, za ventilaciju i sl.)

Cjevovodi (dio 8), opći zahtjevi

- d_u $d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot \dot{V}}{\pi \cdot v_{dop}}}$ $s_o = \frac{d \cdot p}{2\sigma_d \cdot \varphi + p} [mm]$
- $s = s_o + b + c$
- *pad tlaka* $\Delta p = \sum_{i=1}^n \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \cdot \frac{\rho \cdot v_i^2}{2} + \sum_{j=1}^m \zeta_j \cdot \frac{\rho \cdot v_j^2}{2}$
- *toplinsko rastezanje* $\Delta l = \alpha \cdot l_o \cdot \Delta t$

$$\Delta p = p_1 \left(1 - \sqrt{1 - 1275 \cdot \lambda \frac{\dot{m}^2 \cdot l}{d^5 \cdot p_1 \cdot \rho_1}} \right),$$

$$p_1 [kp/cm^2]$$

$$\rho_1 [kg/m^3]$$

$$l = l_{uk} + l_a, l_a = \frac{\zeta \cdot d}{\lambda}$$

Primjer 1

Odrediti potreban kapacitet pumpe slatke vode visoke temperature za motor snage 10000 kW i 50%-tnog stupnja iskoristivosti, ako je potrebno od ukupno dovedene količine energije odvesti 25%.

Rješenje: $P=10000 \text{ kW}$; $\eta=0,5$; $Q_{VT}=0,25Q_{dov}$

$$Q_{dov} = \frac{P}{\eta}$$

$$Q_{dov} = 10000 / 0,5 = 20000 \text{ kW}$$

$$Q_{VT} = 0,25 \cdot Q_{dov}$$

$$Q_{VT} = 0,25 \cdot 20000 = 5000 \text{ kW}$$

$$m = \frac{Q_{VT}}{c_w \cdot \Delta t}$$

$$m = 5000 \cdot 10^3 / 4000 \cdot 10 = 125 [\text{kg} / \text{s}] \Rightarrow \dot{m} = 450 [\text{m}^3 / \text{h}]$$

Primjer 2

Odrediti potreban unutarnji promjer cijevi ako je poznat kapacitet pumpe slatke vode visoke temperature (iz prethodnog zadatka).

Rješenje: 450 m³/h

$$d_u = \sqrt{\frac{4\dot{V}}{\pi \cdot v_{dop}}}$$

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot 450}{\pi \cdot 1,5 \cdot 3600}}$$

$$d_u = 0,3257m$$

Usvojena $d_u = 350mm$

Primjer 3

Dimenzioniraj cirkulacijsku (booster) pumpu goriva glavnog motora specifične potrošnje goriva $b_e = 160 \text{ g/kWh}$, snage 8000 kW .

Rješenje: $P = 8000 \text{ kW}$; $b_e = 160 \text{ g/kWh}$

$$B = b_e \cdot P$$

$$B = 160 \cdot 10^{-3} \cdot 8000 = 1280 [\text{kg} / \text{h}] = 1,28 [\text{t} / \text{h}]$$

$$\dot{V} = \frac{B}{\rho}$$

$$\dot{V} = \frac{1,28}{0,9} = 1,422 [\text{m}^3 / \text{h}]$$

Korisne jednažbe

$$G = \frac{b_e \cdot P}{3600} [kg / s], b_e [kg / kWh], P_{mcr} [kW] \quad \begin{array}{l} \text{kapacitet pumpe} \\ \text{goriva} \end{array}$$

$$G = \frac{P \cdot 1,18 \cdot b_e \cdot 24}{\rho \cdot T} [l / h] \quad \begin{array}{l} \text{kapacitet separatora} \\ \text{goriva} \end{array}$$

$$A = \frac{G \cdot c_p \cdot (\mathcal{G}_{izl} - \mathcal{G}_{ul})}{k \cdot \Delta t_{\log}} [m^2] \quad \begin{array}{l} \text{površina grijača} \\ \text{goriva} \end{array}$$



Elementi sustava

- zaporni elementi
- filtri
- kompenzatori dilatacija
- spojevi
- brtve
- usisne kutije, kondenzni lonci...
- BPU (pumpe, separatori...)



Zaporni elementi

- ventili (ND \geq 50mm)
- zasuni
- pipci (ND <50mm)
- simboli



Filtri

- način filtriranja
- finoća (veličina čestica)
- dimenzije



Kompenziranje dilatacija

- vođenjem cjevovoda
- “cijevne lire”
- klizni
- korugirani lim



Spojevi

- rastavljivi
- nerastavljivi



Brtve

- odgovaraju fluidu, temperaturi, tlaku
- papir, tekstolit, guma, bakar...



Kondenzni lonci

- na izlazu pare iz grijača