

Druga domaća zadaća iz kolegija Gospodarenje energijom i energetska učinkovitost

Ak. god. 2011/2012.

znamenke; 8.=2 9.=6 10.=4

1. ZADATAK - Određivanje ispusta komprimiranog zraka (3 boda)

Broj nekontroliranih procjepa i rupa u sustavu je velik. Mala ispuštanja je vrlo teško primjetiti, ali se množe u velikom broju čineći time znatan volumen zraka koji se izgubi iz sustava bez ikakve kontrole. Zbog toga je važno eliminirati neželjena ispuštanja iz instalacija.

Najbolji način kvantifikacije ispusta u sustavu komprimiranog zraka je mjerenjem. Dvije su metode dovoljno određene i ne previše komplicirane, pa zbog toga se mogu koristiti kao redovit postupak u industriji. Zajedničko za oba testa je da se mogu provesti samo tijekom perioda bez proizvodnje.

- TEST OPTEREĆENJA / RASTEREĆENJA
- TEST UPUMPAVANJA

a) Opišite postupak provođenja testa opterećenja i rasterećenja (1 bod)

b) Test opterećenja / rasterećenja (1 bod)

Protok slobodnog zraka kompresora korištenog za testiranje je **16,4** (10 + 9. znamenka JMBAG-a + $0,1 \cdot 10$. znamenka JMBAG-a = $10 + 5 + 0,4 = 16,4$) nm^3/min uz ulaznu snagu od 90 kW. Godišnje pogonsko vrijeme za ovaj kompresor je 8400 sati. Regulacija je uključivanjem/isključivanjem.

Ciklus:	Vrijeme: u pogonu, opterećenje T [min]	Vrijeme: u pogonu, rasterećenje t [min]
1	4,6	3,1
2	4,2	3,5
3	4,5	3,1
4	4,1	3,4
5	4,2	3,3

Izračunajte:

Koliko je ispuštanje?

Koliki su gubici energije?

Koliki je izgubljeni iznos novca godišnje ako je poduzetnik ugovorio cijenu električne energije kao što je u tarifnom sustavu za kupce u sustavu javne usluge - u primjeni od 1. svibnja 2012. godine za NN poduzetništvo plavi?

c) Test upumpavanja (1 bod)

Kod testa upumpavanja zabilježene su slijedeće vrijednosti:

- Volumen zraka u cjevovodima i prijamnicima **12,64** (10+8. znamenka JMBAG-a + $0,1 \cdot 9$. znamenka JMBAG-a + $0,01 \cdot 10$. znamenka JMBAG-a = $10 + 2 + 0,6 + 0,04 = 12,64$) m^3
- tlak pumpanja 6,1 [bar]
- konačni tlak nakon vremena proteka testiranja 4,6 [bar]
- vrijeme testiranja 4,6 [s]
- barometarski tlak 1,013 [bar]

Izračunajte koliko je ispuštanje.

1) Zadatak rješenje;

a) Opišite postupak provođenja testa opterećenja i rasterećenja

Postupak testa je kako slijedi:

- Ugasiti sve strojeve i opremu koja koristi komprimirani zrak
- Odabrati jedan od kompresora za testiranje i zatvoriti ispusne ventile ostalih.
- Pokrenuti odabrani kompresor i pogoniti ga na punom linijskom tlaku. Ako kompresor ne može dosegnuti puni linijski tlak samostalno, tada ispuštanje prelazi puni kapacitet tog kompresora. Moraju se pokrenuti dodatni ili veći kompresori.
- Kroz što više ciklusa, zabilježiti prosječno vrijeme opterećenja (T_{OPTER}) i prosječno vrijeme rasterećenja (t_{RASTER}). Ispusti zraka će uzrokovati pad tlaka i kompresor(i) će se ponovo opteretiti.
- Ukupno ispuštanje može se proračunati korištenjem slijedeće formule:

$$V_{ISPUST} [l/s] = V_{CC} [l/s] \cdot \frac{T_{OPTER}}{T_{OPTER} + t_{RASTER}}$$

U ovoj formuli, V_{CC} je zračni kapacitet kompresora. Ako se kompresor pogoni regulacijom uključeno/isključeno, V_{CC} predstavlja nazivni kapacitet. Ali, ako se koristi regulacija moduliranjem, ovisnost prosječne snage i isporuke slobodnog zraka mora biti poznata. Prosječna snaga tijekom testiranja može se proračunati ili mjeriti.

b) Test opterećenja / rasterećenja

$$Q=16,4 \text{ nm}^3/\text{min}$$

$$P=90 \text{ kW}$$

$$T_{uk}=8400 \text{ h}$$

$$T=21,6 \text{ min}$$

$$t=16,4 \text{ min}$$

Ispuštanje

$$Q_{\text{ispuštanje}} = Q \cdot \frac{T}{T + t} = 16,4 \cdot \frac{21,6}{21,6 + 16,4} = 9,32210 \text{ nm}^3/\text{min}$$

Gubici energije

$$E = T_{uk} \cdot \frac{T}{T + t} \cdot P = 8400 \cdot \frac{21,6}{21,6 + 16,4} \cdot 90 = 429,726 \text{ kWh}$$

Troškovi

$$c_{kn} = 0,95 \text{ kn (sustav javne usluge – plavi, 2012)}$$
$$C_{kn} = E \cdot c_{kn} = 429,7 \text{ k} \cdot 0,95 = 408240 \text{ kn}$$

c) Test upumpavanja

$$V=12,64 \text{ m}^3$$

$$p_1= 6,1 \text{ bar}$$

$$p_2= 4,6 \text{ bar}$$

$$t=4,6 \text{ s}$$

$$p_b=1,013 \text{ bar}$$

Ispuštanje

$$V_{\text{ispust}} = \frac{V_{\text{glavno}}}{\tau} \cdot \frac{p_1 - p_2}{B}$$
$$V_{\text{ispust}} = \frac{12,64}{4,6} \cdot \frac{6,1 - 4,6}{1,013} = 4,06884 \text{ m}^3$$

2. ZADATAK (1 bod)

Betonski zid s vanjskom toplinskom izolacijom od šljakaste vune između neke prostorije i okoliša ima površinu 10 m^2 . Temperatura na unutarnjoj površini zida je 298 K , a temperatura vanjske površine izolacije 270 K . Debljina betonskog zida je **17** ($13 + 10$. znamenka JMBAG-a = $13 + 4 = 15$) cm, a debljina sloja šljakaste vune **7** ($3 + 10$. znamenka JMBAG-a = $3 + 4 = 7$) cm. Koliki je gubitak topline kroz zid i kolika je vanjska temperatura betona? Koliki bi bio gubitak topline kroz zid bez toplinske izolacije?

2) Zadatak rješenje;

$$d_b = 17 \text{ cm} = 0,17 \text{ m}$$

$$d_v = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$$

$$T_u = 298 \text{ K}$$

$$T_v = 270 \text{ K}$$

$$\lambda_{\text{beton}} = \lambda_b = 0,76 \text{ W/Km}$$

$$\lambda_{\text{vuna}} = \lambda_v = 0,05 \text{ W/Km}$$

$$R_b = \frac{d_b}{\lambda_v * F} = \frac{0,17}{0,76 * 10} = 0,02237 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_v = \frac{d_v}{\lambda_v * F} = \frac{0,07}{0,05 * 10} = 0,14 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

Gubitak kroz beton

$$Q_p = \frac{T_u - T_v}{R_b + R_v} = \frac{298 - 270}{0,02237 + 0,14} = 172,446 \text{ W}$$

Vanjska temperatura betona

$$T_b = T_u - Q_p * R_b = 298 - 172,446 * 0,02237 = 297,14 \text{ K}$$

Gubitak kroz zid bez izolacije

$$Q_p = \frac{T_u - T_v}{R_b} = \frac{298 - 270}{0,02237} = 1251,68 \text{ W}$$

3. ZADATAK (0,5 boda)

Ako se centrifugalnoj pumpi dobavne visine 15 m potrební protok kroz pumpu smanji sa **124** (60 + 9. znamenka JMBAG-a*10 + 10. znamenka JMBAG-a = 60 + 6*10 + 4 = 124) m³/h na **99** (35 + 9. znamenka JMBAG-a*10 + 10. znamenka JMBAG-a = 35 + 6*10 + 4 = 99) m³/h i to smanjenjem brzine pumpe za koliko % se smanjila brzina pumpe, dobavna visina pumpe i snaga elektromotora pumpe?

3) Zadatak rješenje;

$$H=15\text{m}$$

$$Q_1=124 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_2=99 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$N\%=?$$

$$H\%=?$$

$$P\%=?$$

Protok fluida kroz pumpu proporcionalni brzini vrtnji

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{124}{99}$$

$$N\% = \frac{N_1 - N_2}{N_1} = 20,16\%$$

Dobavna visina

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

$$H\% = \frac{H_1 - H_2}{H_1} = 1 - \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 = 36,25\%$$

Snaga

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$$

$$P\% = \frac{P_1 - P_2}{P_1} = 1 - \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 = 49,1\%$$