

Kružni ciklusi

1. Za Otto-ov kružni proces odrediti veličine stanja u karakterističkim tačkama, dovedenu i odvedenu količinu toplote, koristan rad i termodinamički stepen korisnosti ako je: $p_1=1$ bar, $t_1=100^\circ\text{C}$, $\epsilon=6$, $p_3/p_2=1,6$. Predstaviti ciklus u p-V dijagramu.

Tačka	p [bar]	v [m ³ /kg]	T [K]
1	1	1,07	373
2	12,33	0,178	765
3	19,73	0,178	1224
4	1,6	1,07	598

$$\eta=0,51$$
$$w=168,5 \text{ kJ/kg}$$

2. Za Deisel-ov kružni proces odrediti veličine stanja u karakterističnim taškama, dovedenu i odvedenu količinu toplote, koristan rad i termodinamički stepen korisnosti ako je: $p_1=1$ bar, $t_1=20^\circ\text{C}$, $\epsilon=12,7$, $v_3/v_2=2$. Radna materija je vazduh (idealni gas). Predstaviti ciklus u p-V dijagramu.

Tačka	p [bar]	v [m ³ /kg]	T [K]
1	1	0,841	293
2	35,1	0,066	807,2
3	35,1	0,132	1614
4	2,63	0,841	772

$$\eta=0,573$$
$$w=461,9 \text{ kJ/kg}$$

3. Karnoov kružni ciklus odvija se na sledeći način: vazduh zapremine $1,45 \text{ m}^3$, pritiska 1 bar i temperature 21°C , komprimuje se izotermски do pritiska od 4 bara, a zatim izentropski (eksponent izentropе iznosi 1.4) do pritiska od 35 bara. Predstaviti ciklus u p-V dijagramu, odrediti veličine stanja u karakterističnim tačkama i termodinamički stepen korisnosti.

Tačka	p [bar]	V [m ³]	T [K]
1	1	1,45	294
2	4	0,3625	294
3	35	0,077	546,5
4	8,75	0,308	546,5

$$\eta=0,462$$

4. U motoru sa unutrašnjim sagorevanjem, vazduh ostvaruje teorijski Sabateov ciklus sa stepenom kompresije 10 pri čemu se pri izobarskom i izohorskom zagrevanju dovodi ista količina toplote. Na početku kompresije je pritisak 1 bar i temperature 60°C , a maksimalni

pritisak u ciklusu iznosi 31 bar. Odrediti veličine stanja u karakterističkim tačkama, koristan rad i termodinamički stepen korisnosti.

Tačka	p [bar]	v [m ³ /kg]	T [K]
1	1	0,956	333
2	25,11	0,096	840
3	31	0,096	1037
4	31	0,121	1311
5	1,72	0,956	572

$$\eta=0,563$$

$$w=222 \text{ kJ/kg}$$

Konvekcija i kondukcija

1. Potrebno je odrediti toplotni protok po jedinici površine za betonski zid debljine 12 cm koji je sa jedne strane obložen izolacijom debljine 5 cm. Veličina zida je 4 x 3,5 m. Spoljašnja temperatura iznosi – 15 °C, a unutrašnja 20 °C. Koeficijenti prelaza toplote su $\alpha_1=8,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, a $\alpha_2=20 \text{ W/m}^2\text{K}$, koeficijent provođenja toplote betona je $\lambda_b=0,186 \text{ W/m K}$, a izolacije $\lambda_i=0,093 \text{ W/m K}$.

$$\dot{q} = 25,82 \text{ W/m}^2$$

$$\dot{Q} = 361,48 \text{ W}$$

2. Koliku debljinu treba da ima zid od leda da bi kod toplotnog protoka od 116 W/m² i temperaturi na spoljašnjoj površini leda od - 40 oC mogao da obezbedi temperaturu na unutrašnjoj strani od – 1 o? Koeficijent provođenja toplote leda je $\lambda_l=2,2 \text{ W/m K}$.

$$\delta = 0,74 \text{ m}$$

3. Kotao na čvrsto gorivo ima vrata od čeličnog lima koeficijenta provođenja toplote 52 W/mK, debljine 12 mm. Koeficijent prelaza toplote na unutrašnju površinu vrata iznosi 15 W/m²K, a sa spoljašnje površine vrata 8 W/m²K. Odrediti debljinu izolacije koju treba postaviti sa spoljašnje strane vrata (koeficijenta provođenja toplote 0.75 W/mK), da bi se toplotni gubici smanjili za 35 %?

$$\delta_2 = 0.0826 \text{ m}$$

4. Kroz ravan zid od čelika debljine 10 mm razmenjuje se toplota. Koeficijent provođenja toplote čelika je 50 W/mK. Sa jedne strane zida struji topla voda temperature 150°C, a sa druge voda temperature 55°C. Koeficijent prelaza toplote sa toplije vode na zid je 2650 W/m²K, a sa zida na hladniju vodu 900 W/m²K. Ako se sa obe strane zida nahvata sloj kamenca debljine 1 mm, sa koeficijentom toplotne provodljivosti 6 W/mK, izračunati za koliko procenata se smanji razmenjena količina toplote.

$$\frac{\dot{q}_1 - \dot{q}_2}{\dot{q}_1} * 100\% = 69 \%$$

Radijacija

1. Koliko se toplote izmeni zračenjem između dve paralelne čelične površine koje imaju jednak koeficijent emisije, a koji iznosi $\epsilon=0,8$. Temperatura jedne površine je 800°C , a druge 100°C .

$$q_{12} = 49505 \text{ W/m}^2$$

2. Sfera prečnika 0,5 m zrači toplotu sa koeficijentom emisije $\epsilon=0,4$. Temperatura sfere je 340°C , a nalazi se u prostoriji temperature 15°C . Koliko toplote se prenosi zračenjem?

$$\dot{Q}_{12} = 4783 \text{ W}$$

3. Štap kvarcne grejalice prečnika 30 mm i dužine 400 mm, koja se koristi za grejanje prostorije je od šamota, koeficijenta zračenja 0,80. Temperatura na spoljašnjoj strani štapa grejalice iznosi 650°C , a temperatura u prostoriji 22°C . Odrediti količinu toplote koja se prostire, ako je koeficijent prelaza toplote sa štapa na vazduh $25 \text{ W/m}^2\text{K}$.

$$\dot{Q} = 1227,5 \text{ W}$$

KONDUKCIJA

Provođenje toplote kroz višestruki ravan zid

$$\dot{q} = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \left[\frac{W}{m^2} \right] - \text{specifičan toplotni protok}$$

$$\dot{Q} = \dot{q} \cdot A \text{ [W]} - \text{toplotni protok}$$

$$Q = \dot{Q} \cdot \tau \text{ [J]} - \text{količina toplote}$$

Provođenje toplote kroz višestruki cilindričan zid

$$\dot{q} = \frac{\dot{Q}}{l} = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\pi\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}} \left[\frac{W}{m} \right] - \text{specifičan toplotni protok}$$

$$\dot{Q} = \dot{q} \cdot l \text{ [W]} - \text{toplotni protok}$$

$$Q = \dot{Q} \cdot \tau \text{ [J]} - \text{količina toplote}$$

KONDUKCIJA I KONVEKCIJA

Prolaženje toplote kroz višestruki ravan zid

$$\dot{q} = \frac{t_I - t_{II}}{\frac{1}{\alpha_I} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{II}}} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Prolaženje toplote kroz višestruki cilindričan zid

$$\dot{q} = \frac{t_I - t_{II}}{\frac{1}{d_I \pi \alpha_I} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\pi\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{d_{II} \pi \alpha_{II}}} \left[\frac{W}{m} \right]$$

RADIJACIJA

$$\dot{q} = C_{12} \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$$

$$C_{12} = \frac{1}{C_1 + C_2 + C_c} - \text{zračenje između dve paralelne ploče}$$

$$C_{12} = \frac{C_c}{C_1 + \frac{A_1}{A_2} \left(\frac{1}{C_2} - 1 \right)} - \text{zračenje između dve površine od kojih je jedna sa svih strana obuhvaćena drugom}$$