

Teoria Maszyn Ciepłych

Lista 3

1. Jednostopniowa sprężarka tłokowa zasysa powietrze o parametrach $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$, $T_1 = 290 \text{ K}$ i spręża je do ciśnienia $p_2 = 0,7 \text{ MPa}$. Określić moc teoretyczną sprężarki jeżeli strumień masy powietrza $m = 0,12 \text{ kg/s}$ a sprężanie przebiega:

- a) izotermicznie,
- b) adiabatycznie,
- c) politropowo ($n = 1,3$).

Odp: $N_T = 19,4 \text{ kW}$, $N_{ad} = 25,9 \text{ kW}$, $N_n = 24,2 \text{ kW}$.

2. Sprężarka zasysa $250 \text{ m}^3/\text{h}$ powietrza o parametrach $p_1 = 90 \text{ kPa}$, $T_1 = 298 \text{ K}$ i spręża je do $p_2 = 0,8 \text{ MPa}$. Określić ilość wody chłodzącej sprężarkę, jeżeli sprężanie przebiega politropowo $n = 1,2$ / a woda może się podgrzać o $\Delta T = 15 \text{ K}$.

Odp: $m_w = 390 \text{ kg/h}$.

3. Parametry powietrza na wlocie do sprężarki wynoszą $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$, $T_1 = 290 \text{ K}$, spręż $\sigma = 5$. Na skutek spadku natężenia wody przepływającej przez płaszcz chłodzący cylinder sprężarki, temperatura powietrza na wylocie ze sprężarki wzrosła od $T_2 = 373 \text{ K}$ do $T_2' = 423 \text{ K}$. Jak zmieni się moc napędowa sprężarki? Wynik podać w procentach.

Odp: $\Delta N/N = 6 \%$.

4. Sprężarka bez przestrzeni szkodliwej powinna sprężać $V_1 = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ powietrza od $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$, $T_1 = 300 \text{ K}$ do $p_2 = 6,4 \text{ MPa}$. Zakładając, że sprężanie odbywa się politropowo $n = 1,3$ / określić moc sprężarki: a) jednostopniowej, b) dwustopniowej z chłodzeniem międzystopniowym.

Odp: $N_{1st} = 19,33 \text{ kW}$, $N_{2st} = 14,83 \text{ kW}$.

5. Jednostopniowa sprężarka tłokowa bez przestrzeni szkodliwej spręża adiabatycznie powietrze o parametrach $p_1 = 98 \text{ kPa}$, $T_1 = 290 \text{ K}$ do $p_2 = 980 \text{ kPa}$. Jak duży będzie zysk na pracy napędowej gdy sprężanie 1- stopniowe zastąpimy 2- stopniowym?

Odp: $100 * (\Delta L / L) = 16,2 \%$.

6. Dwustopniowa sprężarka zasysa powietrze o parametrach $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$, $T_1 = 293 \text{ K}$ by sprężyc je do $p_4 = 4 \text{ MPa}$. W wymienniku międzystopniowym powietrze oziębia się do temperatury początkowej. Określić moc teoretyczną sprężarki, ciepło odprowadzone od gazu w czasie sprężania i ciepło chłodzenia gazu w wymienniku międzystopniowym. Przyjąć, że sprężanie jest politropowe $n = 1,3$ / a wydajność sprężarki $V_n = 500 \text{ m}^3/\text{h}$. Procesy zachodzące w sprężarce przedstawić na wykresie $p-v$ i $T-s$.

Odp: $N = 70,6 \text{ kW}$, $Q_{n1-2} = Q_{n3-4} = - 6,88 \text{ kW}$, $Q_{p2-3} = 28,97 \text{ kW}$.

7. Określić średnie ciśnienie indykowane dwucylindrowej i dwustopniowej sprężarki powietrza mając dane: średnice cylindrów $D_1 = 0,3 \text{ m}$, $D_2 = 0,18 \text{ m}$, skok tłoka $S = 0,15 \text{ m}$, liczba obrotów wału $n_w = 13 \text{ s}^{-1}$. Moc indykowana cylindra I stopnia wynosi $N_I = 25 \text{ kW}$, II stopnia $N_{II} = 26 \text{ kW}$.

Odp: $p_I = 0,182 \text{ MPa}$, $p_{II} = 0,524 \text{ MPa}$.

8. Określić wydajność jednostopniowej sprężarki tłokowej, niechłodzonej woda V_n , w m^3/h oraz objętość skokową V_{sk} , jeżeli wiadomo, że parametry początkowe powietrza wynoszą: $p_1 = 98 \text{ kPa}$, $T_1 = 293 \text{ K}$, spręż $\sigma = 8$, sprawność efektywna $\eta_e = 0,68$. Wał sprężarki wykonuje

$n = 300$ obrotów / min, sprawność wolumetryczna $\eta_v = 0,883$ a moc efektywna sprężarki wynosi $N_e = 52$ kW.

Odp: $V_n = 418,3 \text{ m}^3/\text{h}$, $V_{sk} = 0,029 \text{ m}^3$.

9. Idealna sprężarka tłokowa zasysa $500 \text{ m}^3/\text{h}$ powietrza o parametrach $p_1 = 1$ bar i $T_1 = 290$ K. Temperatura powietrza na końcu sprężania wynosi $T_2 = 500$ K. Moc teoretyczna sprężarki wynosi $N_t = 50$ kW. Oblicz strumień ciepła odbierany w płaszczu chłodzącym cylinder oraz ciśnienie na wylocie ze sprężarki.

Odp.: $\dot{Q}_{1-2} = 14,8 \text{ kW}$, $p_2 = 1,5 \text{ MPa}$

10. Strumień powietrza $\dot{V} = 0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ o temperaturze $t_1 = 20$ °C i ciśnieniu $p_1 = 0,98$ bar jest sprężany politropowo w idealnej sprężarce tłokowej do ciśnienia $p_2 = 5,5$ bar. Obliczyć moc napędową sprężarki wiedząc, że podczas przemiany kompresji zamkniętej stosunek ciepła do pracy technicznej przemiany wynosi $q_{1-2}/l_{t1-2} = 0,31$.

Odp.: $N = 70,49 \text{ kW}$

11. Idealna sprężarka tłokowa o mocy teoretycznej 350 kW spręża powietrze o parametrach $p_1 = 1$ bar i $T_1 = 27$ °C do ciśnienia $p_2 = 8$ bar. Jaką wydajność (w m^3/h) będzie miała ta sprężarka jeśli proces sprężania będzie: **a)** izotermiczny, **b)** politropowy ($n = 1,3$), **c)** adiabatyczny izentropowy. Jaką wartość osiągnie temperatura powietrza na końcu sprężania i ile ciepła musi być wyprowadzone z cylindra sprężarki we wszystkich przypadkach.

Odp.: a) $\dot{V}_n = 1,51 \text{ m}^3/\text{s}$, $T_{2T} = 300\text{K}$, $\dot{Q}_{1-2T} = 350 \text{ kW}$; b) $\dot{V}_n = 1,18 \text{ m}^3/\text{s}$, $T_{2n} = 485 \text{ K}$, $\dot{Q}_{1-2n} = 67,3 \text{ kW}$; c) $\dot{V}_n = 1,1 \text{ m}^3/\text{s}$, $T_{2s} = 544 \text{ K}$, $\dot{Q}_{1-2s} = 0 \text{ kW}$

12. Jednostopniowa sprężarka tłokowa ma przestrzeń szkodliwą o objętości 4 l, a objętość przestrzeni roboczej równą 100 l. Powietrze zasysane jest przy ciśnieniu $0,95$ bar i sprężane do ciśnienia $5,7$ bar. Sprężanie jest politropowe przy wykładniku politropy $n_{sp} = 1,3$, a rozprężanie powietrza pozostałego w przestrzeni szkodliwej przy $n_r = 1,25$. Obliczyć współczynnik wydajności sprężarki λ przyjmując, że jedynym zjawiskiem obniżającym jej wydajność jest obecność przestrzeni szkodliwej.

Odp.: $\lambda = 0,867$

13. Jednostopniową dwucylindryczną sprężarkę tłokową charakteryzują następujące wielkości: średnica cylindra 230 mm, skok tłoka 300 mm, prędkość obrotowa 300 min^{-1} . Strumień objętości wytłaczanego powietrza wynosi $1 \text{ m}^3/\text{min}$, a parametry na wylocie wynoszą: temperatura 133 °C i ciśnienie 7 bar. Zasysanie odbywa się przy ciśnieniu 1 bar i temperaturze 17 °C. Sprawność mechaniczna sprężarki wynosi $0,92$, a moc indykowana odczytana z wykresu indykatorowego $23,8 \text{ kW}$. Obliczyć rzeczywistą wydajność sprężarki w odniesieniu do warunków na ssaniu, współczynnik wydajności sprężarki, ciśnienie indykowane oraz moc napędową i sprawność indykowaną i całkowitą w odniesieniu do przemiany izotermicznej.

Odp.: $\dot{V}_{rz} = 5 \text{ m}^3/\text{min}$, $\lambda = 0,667$, $p_i = 1,94 \text{ bar}$, $N_n = 25,85 \text{ kW}$, $\eta_i = 0,67$, $\eta_c = 0,615$