

## Teoria maszyn cieplnych

### Lista nr 5

1. Pole prędkości płynu w okrągłym przewodzie opisuje równanie  $w(r) = w_0[1-(r/R)^m]$ , gdzie:  $R$  promień wewnętrzny przewodu,  $w_0$  maksymalna prędkość w osi przewodu (dla  $r = 0$ ),  $m$  – stała zależna od rodzaju (charakteru przepływu). Wyprowadzić zależność określającą średnią prędkość objętościową  $w_v$ . **Odp:  $w_v = w_0 m / (m+2)$ .**
2. Para wodna po rozprężeniu w turbinie kierowana jest do skraplacza. Strumień pary  $m = 125$  t/h. Stan pary na wlocie do skraplacza określają parametry  $p_1 = 4,5$  kPa,  $x_1 = 0,89$ . Określić średnicę króćca wlotowego do skraplacza, jeżeli prędkość pary wynosi  $w = 120$  m/s. **Odp:  $d = 3,196$  m.**
3. Gaz ziemny wypływający ze złoża ma następujący skład:  $z_{CH_4} = 0,7$ ,  $z_{N_2} = 0,25$ ,  $z_{He} = 0,05$ . Określić dla tej mieszaniny krytyczny stosunek ciśnień, liczbę prędkości i liczbę przepływu izentropowego. **Odp:  $\beta_s = 0,536$ ,  $\alpha = 1,073$ ,  $\Psi_{smax} = 0,677$ .**
4. Ze zbiornika, w którym parametry początkowe wynoszą  $p_0 = 6$  MPa,  $T_0 = 373$  K, wypływa tlen do środowiska o ciśnieniu  $p_{ot} = 3,6$  MPa. Obliczyć prędkość wypływu  $w_{2s}$  i strumień masy  $m_s$  tlenu, traktując otwór wylotowy jak dyszę zbieżną o minimalnym polu przekroju  $A_{min} = 20$  mm<sup>2</sup>. Założyć, że prędkość na wlocie do dyszy jest bliska zeru, gaz jest doskonały a przepływ izentropowy. **Odp:  $w_{2s} = 303$  m/s,  $m_s = 0,277$  kg/s.**
5. Powietrze (gaz doskonały) o parametrach początkowych  $p_1 = 1$  MPa,  $T_1 = 623$  K i prędkości  $w_1 = 250$  m/s przepływa przez dyszę zbieżną do przestrzeni, w której panuje ciśnienie  $p_{ot} = 250$  kPa. Pole przekroju wylotowego dyszy wynosi  $A_2 = 1500$  mm<sup>2</sup>. Wyznaczyć strumień masy  $m_s$  i prędkość wylotową  $w_{2s}$  powietrza. **Odp:  $m_s = 2,81$  kg/s,  $w_{2s} = 468$  m/s.**
6. Gaz doskonały o parametrach spoczynkowych  $p_0 = 0,4$  MPa,  $T_0 = 600$  K przepływa izentropowo przez dyszę zbieżną do przestrzeni, w której panuje ciśnienie  $p_{ot} = 100$  kPa. Obliczyć, ile razy wzrosną: a) masa  $m_s$  strumienia gazu przepływającego przez dyszę, b) prędkość wylotowa  $w_{2s}$ , jeżeli temperatura spoczynkowa gazu zmaleje dwukrotnie ( $T_0' = 300$  K). **Odp: a)  $m'_s / m_s = 1,414$ , b)  $w'_{2s} / w_{2s} = 0,707$ .**
7. Azot (gaz doskonały) o parametrach spoczynkowych  $p_0 = 250$  kPa,  $T_0 = 400$  K przepływa izentropowo przez dyszę zbieżną do przestrzeni, w której panuje ciśnienie  $p_{ot} = 100$  kPa. Obliczyć ile razy wzrosną: a) parametry  $p_2$  i  $T_{2s}$  oraz prędkość  $w_{2s}$  w wylotowym przekroju dyszy, b) masa  $m_s$  strumienia gazu przepływającego przez dyszę, jeżeli ciśnienie w przestrzeni za dyszą zostanie podwyższone dwukrotnie ( $p'_{ot} = 2 p_{ot}$ ). **Odp: a)  $p'_2/p_2 = 1,515$ ,  $T'_{2s}/T_{2s} = 1,126$ ,  $w'_{2s}/w_{2s} = 0,609$ , b)  $m'_s/m_s = 0,819$ .**