

## Teoria maszyn cieplnych

### Lista nr 6

1. W butli spawalniczej o objętości  $V = 40$  l znajduje się tlen pod ciśnieniem  $p_1 = 12$  MPa i w temperaturze  $T_1 = 290$  K. Na skutek nieszczelności zaworu tlen z butli przedostaje się do otoczenia. Określić czas po upływie którego ciśnienie spadnie do  $p_2 = 0,5$  MPa, jeżeli wiadomo, że powierzchnia nieszczelności (traktowanej jak dysza Bendemanna) wynosi  $A_2 = 0,5$  mm<sup>2</sup>. Przyjąć, że temperatura otoczenia nie ulega zmianie.  **Odp:  $\tau = 1287$  s.**
2. Dwutlenek węgla CO<sub>2</sub> (gaz doskonały) przepływa przez dyszę de Lavalą z przestrzeni o parametrach  $p_0 = 0,8$  MPa,  $T_0 = 500$  K do przestrzeni, w której ciśnienie  $p_{ot} = 0,15$  MPa. Strumień masy gazu wynosi  $m_s = 0,3$  kg/s. Określić pole powierzchni otworu wylotowego  $A_2$  oraz prędkość wypływu  $w_{2s}$ .  **Odp:  $A_2 = 2,45 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>,  $w_{2s} = 508,8$  m/s.**
3. Powietrze (gaz doskonały) rozpręża się izentropowo w dyszy de Lavalą od ciśnienia  $p_0 = 500$  kPa do  $p_{ot} = 100$  kPa. Prędkość wypływu gazu z dyszy wynosi  $w_{2s} = 500$  m/s. Przekrój wylotowy dyszy ma pole  $A_2 = 30$  cm<sup>2</sup>. Strumień masy gazu przepływającego przez dyszę ma wartość  $m_s = 3$  kg/s. Obliczyć średnicę  $d_1$  dolotowego przekroju dyszy.  **Odp:  $d_1 = 53,2$  mm.**
4. Pomiar wydajności sprężarki przeprowadzono tłocząc powietrze do zbiornika, z którego wypływa ono do atmosfery przez dyszę Bendemanna. Średnica minimalna dyszy  $d_m = 20$  mm. Założyć, że powietrze w zbiorniku ma temperaturę  $t_0 = 20^\circ\text{C}$ , a ekspansja w dyszy przebiega bez tarcia. Obliczyć wydajność sprężarki dla ciśnienia w zbiorniku  $p_0 = 6$  bar i parametry  $p_m$ ,  $w_m$ ,  $t_m$  w wylotowym przekroju dyszy.  **Odp:  $m = 0,445$  kg/s,  $p_m = 3,17$  bar,  $w_m = 312,9$  m/s,  $t_m = -29^\circ\text{C}$ .**
5. Powietrze o parametrach statycznych  $p_1 = 10$  bar,  $t_1 = 350^\circ\text{C}$  i prędkości  $w_1 = 250$  m/s wypływa przez dyszę zwężającą się do otoczenia o ciśnieniu 1 bar. Powierzchnia przekroju dyszy wynosi 20 cm<sup>2</sup>. Zakładając, że rozprężanie przebiega według przemiany izentropowej oraz że powietrze zachowuje się jak gaz doskonały, obliczyć prędkość wypływu oraz natężenie przepływu powietrza. Jak zmieni się prędkość wypływu, jeśli dysza zwężająca się zostanie zastąpiona dyszą de Lavalą?  **Odp:  $w_2 = 467$  m/s,  $m = m_{deLaval} = 3,71$  kg/s,  $w_{2deLaval} = 577$  m/s.**
6. Powietrze o parametrach początkowych  $p_1 = 8$  bar,  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ ,  $w_1 \approx 0$  m/s ekspanduje w dyszy de Lavalą izentropowo. Ciśnienie w przekroju wylotowym dyszy  $p_2 = 2$  bar. Poza dyszą następuje rozprężanie wtórne do ciśnienia  $p_3 = p_{ot} = 1$  bar. Obliczyć prędkość  $w_3$  po wtórnym rozprężaniu do  $p_3$  oraz stosunek prędkości  $w_3/w_{3s}$  (Podpowiedź: „Teoria maszyn cieplnych cz. 1”, S. Ochęduszek, Warszawa 1957, str. 385-386).  **Odp:  $w_3 = 503,5$  m/s,  $w_3/w_{3s} = 0,980$**