

Teoria Maszyn Ciepłych

Lista 1

1. 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: $d = 3,22$ m.

2. 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: $\beta_s = 0,536$, $\alpha = 1,073$, $\psi_{smax} = 0,677$.

3. 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 $A_{min} = 20$ mm². Założyć, że prędkość na wlocie do dyszy jest bliska zero, gaz jest doskonały a przepływ izentropowy.

Odp: $w_{2s} = 303$ m/s, $m_s = 0,256$ kg/s.

4. 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 $A_2 = 1500$ mm². Wyznaczyć strumień masy m_s i prędkość wylotowa w_{2s} powietrza.

Odp: $m_s = 2,78$ kg/s, $w_{2s} = 470$ m/s.

5. 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 2-krotnie ($T_0' = 300$ K).

Odp: a) $m'_s / m_s = 1,414$, b) $w'_{2s} / w_{2s} = 0,707$.

6. 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 2-krotnie ($p'_{ot} = 2 p_{ot}$).

Odp: a) $p'_2 / p_2 = 1,514$, $T'_{2s} / T_{2s} = 1,126$, $w'_{2s} / w_{2s} = 0,609$, b) $m'_s / m_s = 0,818$.

7. W butli spawalniczej o objętości $V = 40$ l znajduje się tlen pod ciśnieniem $p_{01} = 12$ 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 $p_{02} = 0,5$ MPa, jeżeli wiadomo, że powierzchnia nieszczelności (traktowanej jak dysza Bendemanna) wynosi $A_2 = 0,5$ mm². Przyjąć, że temperatura otoczenia nie ulega zmianie.

Odp: $\tau = 1287$ s.

8. Dwutlenek węgla CO_2 / gaz doskonały / przepływa przez dysze de Laval'a z przestrzeni o parametrach $p_0 = 0,8 \text{ MPa}$, $T_0 = 500 \text{ K}$ do przestrzeni, w której ciśnienie $p_{ot} = 0,15 \text{ MPa}$. Strumień masy powietrza wynosi $m_s = 0,3 \text{ kg/s}$. Określić pole powierzchni otworu wylotowego A_2 oraz prędkość wypływu w_{2s} .

Odp: $A_2 = 2,45 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, $w_{2s} = 509,5 \text{ m/s}$.

9. Powietrza / gaz doskonały / rozpręża się izentropowo w dyszy de Laval'a od ciśnienia $p_0 = 500 \text{ kPa}$ do $p_{ot} = 100 \text{ kPa}$. Prędkość wypływu gazu z dyszy wynosi $w_{2s} = 500 \text{ m/s}$. Przekrój wylotowy dyszy ma pole $A_2 = 30 \text{ cm}^2$. Strumień masy gazu przepływającego przez dyszę ma wartość $m_s = 3 \text{ kg/s}$. Obliczyć średnicę d_1 dolotowego przekroju dyszy.

Odp: $d_1 = 52,8 \text{ mm}$.