

Termodynamika II

1. Powietrze wilgotne o ciśnieniu 1 bar, temperaturze 40°C i wilgotności względnej 0,6 jest chłodzone *izobarycznie* do temperatury 25°C . Podczas chłodzenia wykrapla się woda, która jest usuwana z powietrza. Obliczyć strumień odbieranego ciepła oraz strumień usuwanej wody, jeżeli strumień powietrza suchego wynosi 0,3 kg/s. Odp.: $Q_{1-2} = -17,39 \text{ kW}$, $m_w = 4,96 \text{ g/s}$.
2. Do strumienia powietrza $\dot{m} = 20 \text{ kg/min}$, o temperaturze $t_1 = 25^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej $\varphi = 0,3$, dodaje się strumień rozpylonej wody $\dot{m}_w = 0,042 \text{ kg/min}$, o temperaturze $t_w = 12^{\circ}\text{C}$. Wyznaczyć: stopień zawilżenia, wilgotność względną, temperaturę i strumień entalpii, w kW, nawilżonego powietrza. Przemianę powietrza przedstawić na wykresie *i-X*. Na wykresie pokazać sposób odczytu wielkości użytych w rozwiązaniu. Odp.: $X_2 = 0,00799 \text{ kg/kg}$, $\varphi_2 = 0,552$, $t_2 = 19,9^{\circ}\text{C}$, $I_2 = 13,42 \text{ kW}$.
3. Przy dużej wilgotności względnej powietrza, na zimnych powierzchniach, np. rurociągów wodnych, z powietrza wilgotnego wykrapla się woda. W celu zapobieżenia temu zjawisku rurociągi takie izoluje się cieplnie. Obliczyć maksymalną temperaturę na zewnętrznej powierzchni izolacji, przy której z powietrza wilgotnego o ciśnieniu $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$, temperaturze $T_1 = 298 \text{ K}$ i wilgotności względnej 72% zacznie wykraplać się woda. Odp.: $19,4^{\circ}\text{C}$.
4. Strumień powietrza $\dot{m}_1 = 20 \text{ kg/min}$, o temperaturze $t_1 = 35^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej $\varphi_1 = 0,3$ jest mieszany ze strumieniem powietrza $\dot{m}_2 = 12 \text{ kg/min}$, o temperaturze $t_2 = 15^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej $\varphi_2 = 0,7$. Wykorzystując wykres *i-X* wyznaczyć temperaturę, wilgotność względną i entalpię właściwą mieszaniny. Na wykresie pokazać sposób odczytu wielkości użytych w rozwiązaniu. Odp.: $t_m = 27,5^{\circ}\text{C}$, $\varphi_m = 0,41$, $i_m = 51,6 \text{ kJ/kg}$.
5. Teoretyczna *politropowa* moc napędowa idealnej sprężarki tłokowej powietrza wynosi $|N_t| = 35 \text{ kW}$. Obliczyć wydajność sprężarki $\dot{V}_u \text{ um}^3/\text{h}$, jeżeli jej spręż jest równy $\pi = p_{\max}/p_{\min} = 5,5$, wykładnik politropy kompresji zamkniętej $z = 1,28$, a parametry powietrza na wlocie do sprężarki $p_1 = 0,09 \text{ MPa}$ i $T_1 = 293 \text{ K}$. Odp.: $566,7 \text{ um}^3/\text{h}$.
6. Do dyszy *Bendemanna* o przekroju wylotowym $A_2 = 54 \text{ mm}^2$ dopływa powietrze (dwuatomowy gaz doskonały, $M = 29$) o ciśnieniu $p_1 = 0,78 \text{ MPa}$ i temperaturze $t_1 = 22^{\circ}\text{C}$, z prędkością $w_1 = 95 \text{ m/s}$. Ciśnienie powietrza w przestrzeni, do której wypływa powietrze z dyszy wynosi $p_2 = 0,55 \text{ MPa}$. Zakładając, że przepływ w dyszy jest izentropowy obliczyć: (a) ciśnienie i temperaturę spiętrzenia, (b) prędkość powietrza na wylocie z dyszy, (c) strumień powietrza przepływającego przez dyszę. Odp.: (a) $p_0 = 8,224 \text{ bar}$, $T_0 = 299,6 \text{ K}$, (b) $w_2 = 237,4 \text{ m/s}$, (c) $m = 0,09208 \text{ kg/s}$.
7. Powietrze o parametrach wlotowych $p_1 = 1 \text{ MPa}$, $t_1 = 350^{\circ}\text{C}$ i prędkości $w_1 = 250 \text{ m/s}$ przepływa przez dyszę zwężającą się i wypływa do otoczenia o ciśnieniu 0,1 MPa. Powierzchnia przekroju wylotowego dyszy wynosi 20 cm^2 . Zakładając, że rozprężanie przebiega według przemiany izentropowej oraz że powietrze zachowuje się jak gaz doskonały, obliczyć prędkość wypływu oraz strumień powietrza (w kg/s). Czy, a jeżeli tak, to o ile zmieni się prędkość wypływu, jeśli dysza zwężająca się zostanie zastąpiona dyszą de Lavalą? Odp.: $w_2 = 396 \text{ m/s}$, $m = 3,173 \text{ kg/s}$, $\Delta w = 380,9 \text{ m/s}$.
8. Ile um^3 powietrza należy teoretycznie doprowadzić do roztworu $V_{u1} = 10 \text{ um}^3$ metanu CH_4 i $V_{u2} = 20 \text{ um}^3$ acetylenu C_2H_2 , aby uzyskać spalanie zupełne? Odp.: 333 um^3

9. Drewno opałowe ma następujący skład kilogramowy: $c = 0,34$, $h = 0,04$, $w = 0,32$, reszta popiół. Zakładając, że spalanie ilości $m = 800$ kg drewna odbywa się przy stosunku nadmiaru powietrza $\lambda = 1,7$, w sposób całkowity i zupełny, obliczyć zapotrzebowanie powietrza do spalania V_{uL} um^3 , ilość spalin wilgotnych V_{usw} um^3 oraz udział objętościowy CO_2 w spalinach wilgotnych. Odp.: $V_{uL} = 5838$ um^3 , $V_{uss} = 5456$ um^3 , $V_{usw} = 6142$ um^3 , (CO_2) 0,0838