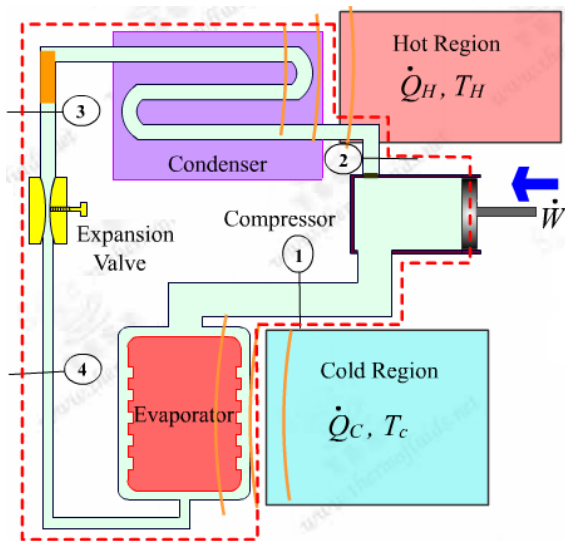


Chłodnictwo i pompy ciepła

1. Cykl chłodniczy zamrażarki realizowany jest według schematu z rys.1. na czynniku R-12. Strumień czynnika obiegowego wynosi 0,1 kg/s. Temperatura otoczenia (ciepły region), do którego oddawane jest ciepło ze skraplacza wynosi 25°C, temperatura komory chłodniczej (zimny region) wynosi -10°C. Jeśli różnica temperatury 5°C utrzymywana jest między czynnika chłodniczym a okolicą parownika i skraplacza, określić (a) wydajność chłodniczą, (b) pobieraną moc netto oraz (c) współczynnik efektywności (wydajności) chłodniczej. (d) Określić wielkości a,b,c, gdyby R-12 został zastąpiony przez bardziej przyjazny dla środowiska R-134a? Przedstawić obieg czynnika w układach T-s i log(p)-i. W obu przypadkach założyć sprawność sprężarki równą 80%.



Rys.1. Schemat działania zamrażarki –obieg czynnika chłodniczego (obieg Lindego)

2. Komora o mocy (wydajności) chłodniczej wynoszącej 5 kW pracuje na amoniaku jako czynnika chłodniczym. Skraplacz i parownik utrzymują ciśnienie odpowiednio 1500 kPa i 200 kPa. Wewnętrzna izentropowa sprawność sprężarki wynosi 80%. Jeśli para opuszczająca parownik jest przegrzana o 5°C, a ciecz opuszczająca skraplacz przechłodzona o 5°C, określić (a) moc sprężarki, (b) masowy strumień amoniaku oraz (c) efektywność chłodniczą (COP_{CH}). Jak zmieni się COP_{CH} gdyby para była przegrzana do 10°C powyżej temperatury nasycenia? Przedstawić obieg czynnika w układach T-s i log(p)-i.

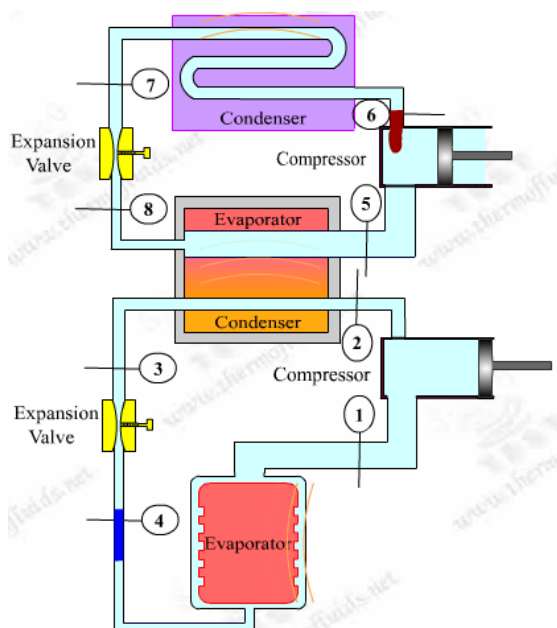
3. Pompa ciepła działająca według obiegu Lindego, z amoniakiem NH_3 jako płynem roboczym, może służyć do chłodzenia pomieszczeń latem, a ogrzewania ich zimą. Aby to osiągnąć, wystarczy by radiatory w pomieszczeniu pełniły rolę parownika ciekłego amoniaku latem, a po odpowiednim przełączeniu zimą stawały się skraplaczami pary amoniaku.

a) Wyznaczyć teoretyczną moc napędową sprężarki, COP_{PC} oraz maksymalną efektywność grzewczą (Carnota), działającego jako grzejna pompa ciepła, takiego obiegu o wydajności cieplnej 15 kW przy temperaturze skraplania NH_3 w radiatorze 50°C i temperaturze parownika pobierającego ciepło z otoczenia w temperaturze 0°C.

b) Obliczyć COP_{CH} oraz maksymalną efektywność chłodniczą (Carnota) w przypadku, gdy radiator, w którym wrze NH_3 , ma temperaturę 10°C, a ciepło oddawane jest do atmosfery przy temperaturze wynoszącej 40°C w skraplaczu. Jaka jest wydajność chłodnicza $\dot{Q}_{CH}$ i teoretyczna moc napędowa sprężarki, jeżeli częstość obrotów, a tym samym zasysany przez sprężarkę tłokową strumień objętości pary, pozostają niezmiennione?

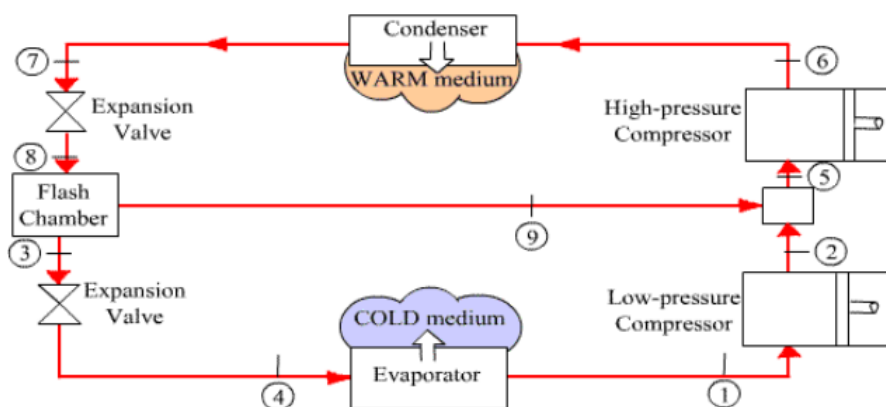
W obu przypadkach przedstawić schemat urządzeń i przemiany obiegu na wykresach T-s i log(p)-h.

4. Dwustopniowa instalacja chłodnicza (kaskada, rys.2.) wykorzystuje R-22 jako czynnik roboczy w obu stopniach. Dolny (pierwszy) stopień działa między ciśnieniami 120kPa i 380kPa, a w górnym w skraplaczu panuje ciśnienie 1200kPa. Wymiennik ciepła, który sprzęga dwa obiegi wymaga minimalnej różnicy temperatury 5°C pomiędzy stopniami. Jeżeli przepływ masowy w obiegu górnym wynosi 0.08 kg/s, określić (a) szybkość przepływu masy w obiegu dolnym, (b) wydajność chłodzenia oraz (c) COP_{CH} . (d) policzyć COP_{CH} jeśli identyczna wydajność chłodnicza zostanie zrealizowana na jednym obiegu pracującym pomiędzy 120kPa i 1200kPa ? W obu przypadkach przedstawić przemiany obiegu na wykresach $T-s$ i $\log(p)-h$.



Rys.2. Schemat kaskady (dwustopniowego układu chłodniczego)

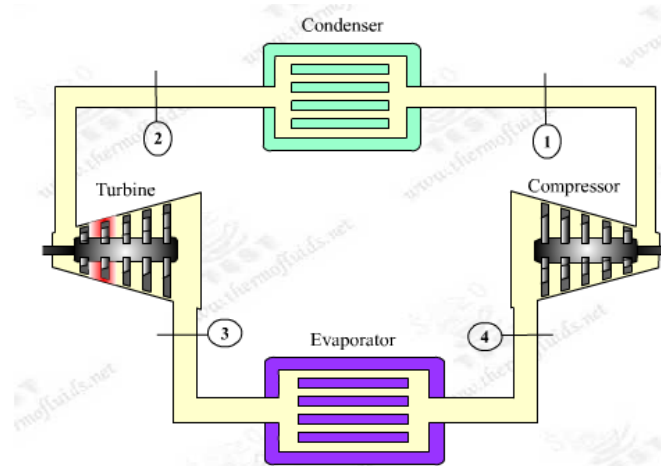
5. Dwustopniowa instalacja chłodnicza działa na czynniku R-22 według schematu z rysunku 3 pomiędzy ciśnieniem 120kPa i 1200kPa z pośrednim upustem czynnika przy ciśnieniu 380 kPa. Zakładając, że obieg jest idealny (sprawność urządzeń 100%), określić (a) upust czynnika chłodniczego, który przepływa przez parownik, i (b) COP_{CH} . (c) Jak zachowuje się COP_{CH} jeśli ciśnienie na upuście zmienia się od jednej skrajności (120kPa), do drugiego (1200kPa)?



Rys.3. Schemat kaskady z upustem czynnika chłodniczego

6. Układ chłodniczy działający w oparciu o idealny obieg Joule'a (rys.4.), utrzymuje temperaturę zimnego regionu na 10°C przy jednoczesnym oddawaniu ciepła do ciepłego regionu o temperaturze 40°C . Minimalna różnica temperatur pomiędzy czynnikiem roboczym, którym jest powietrze,

a regionem zimny i ciepłym wynosi 5°C . Sprężarka, która ma współczynnik kompresji 3, zasysa powietrze przy ciśnieniu 101kPa z objętościowym natężeniem przepływu $100\text{m}^3/\text{min}$. Korzystając z modelu gazu doskonałego, określić (a) wydajność chłodniczą, (b) pobór mocy netto i (c) COP_{CH} .



Rys.4. Układ chłodniczy realizujący obieg Joule'a