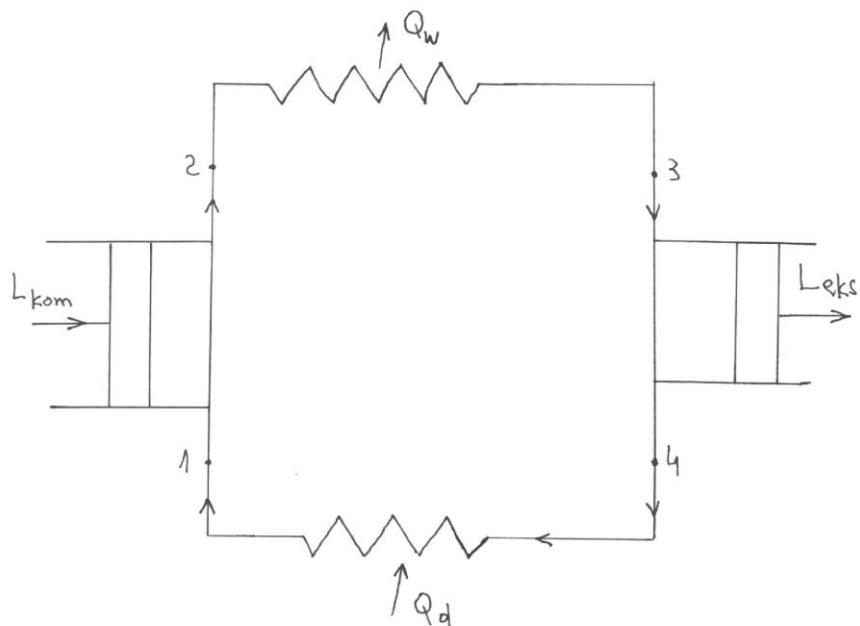
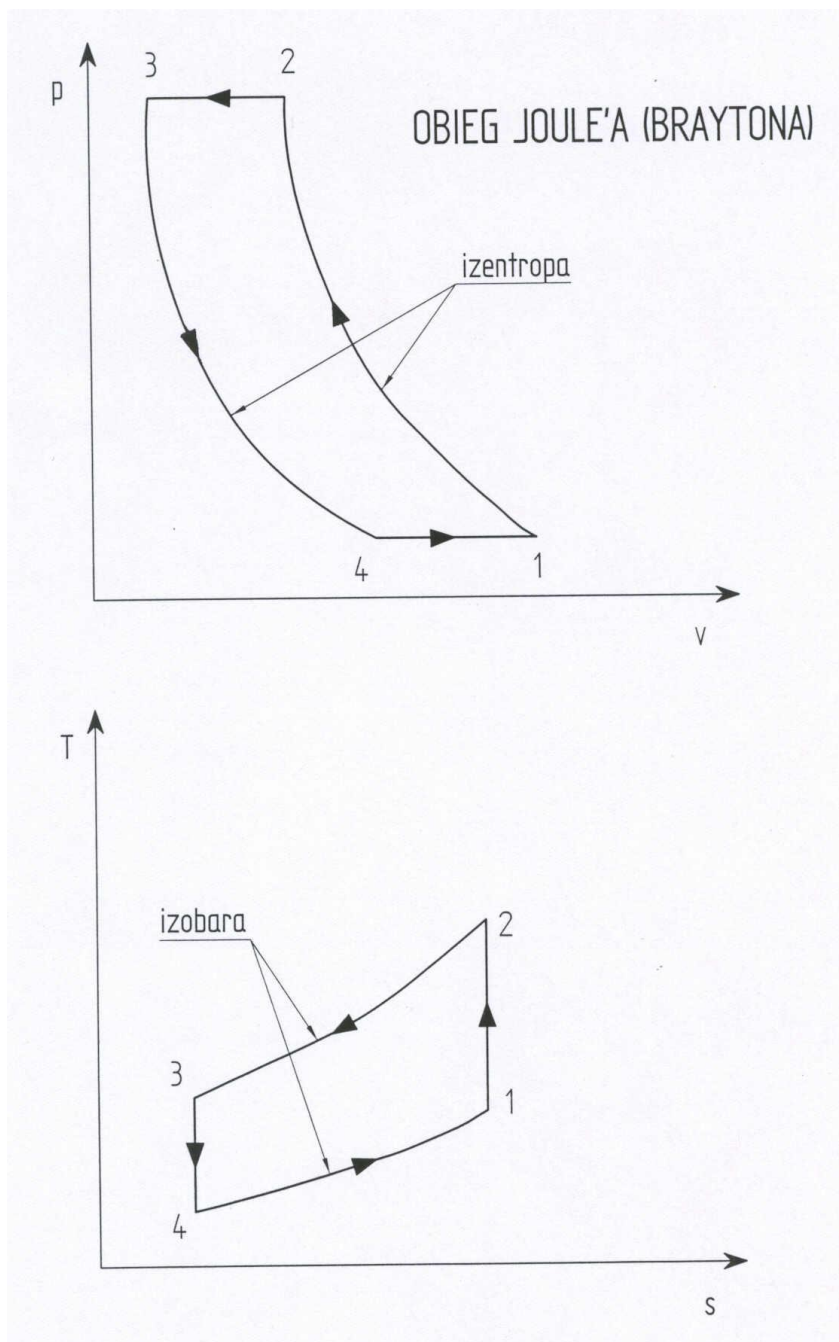


1. Obieg porównawczy chłodziarek gazowych - Joule'a (Braytona)



Rys. 1. Schemat ideowy chłodziarki gazowej.



Rys. 2. Obieg porównawczy chłodziarki gazowej Joule’a-Braytona.

Sprawność termiczna obiegu - współczynnik wydajności chłodniczej

$$\varepsilon_z = \frac{Q_d}{|L_{ob}|} = \frac{Q_d}{|Q_w| - Q_d} = \frac{1}{\frac{|Q_w|}{Q_d} - 1} = \frac{1}{\frac{|q_w|}{q_d} - 1} \quad (1.1)$$

Ciepło jednostkowe wyprowadzone z obiegu

$$|q_w| = c_p(T_2 - T_3) \quad (1.2)$$

Ciepło jednostkowe doprowadzone do obiegu

$$q_d = c_p(T_1 - T_4) \quad (1.3)$$

$$\varepsilon_z = \frac{1}{\frac{c_p(T_2 - T_3)}{c_p(T_1 - T_4)} - 1} = \frac{1}{\frac{T_2 \left(1 - \frac{T_3}{T_2}\right)}{T_1 \left(1 - \frac{T_4}{T_1}\right)} - 1} \quad (1.4)$$

Z równań izentrop 1-2 oraz 3-4

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_4} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \quad (1.5)$$

Z (1.5)

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{T_3}{T_2} \quad (1.6)$$

Kolejno podstawiamy (1.6) i (1.5) do (1.4)

$$\varepsilon_z = \frac{1}{\frac{T_2}{T_1} - 1} = \frac{1}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1} \quad (1.7)$$

Wady chłodziarek gazowych: mała pojemność cieplna czynnika (gazu) - znaczna ilość czynnika musi krążyć w obiegu. Niezbędne jest stosowanie rozprężarki.

2. Chłodziarki parowe - obieg Lindego

W chłodziarkach parowych czynnik podczas obiegu zmienia stan skupienia. W parowaczu ciecz o stanie punktu pęcherzyków (zawarta w parze mokrej o niskim stopniu suchości) zamienia się w parę. W skraplaczu następuje ochłodzenie i skroplenie pary. Pożądane cechy czynników chłodniczych:

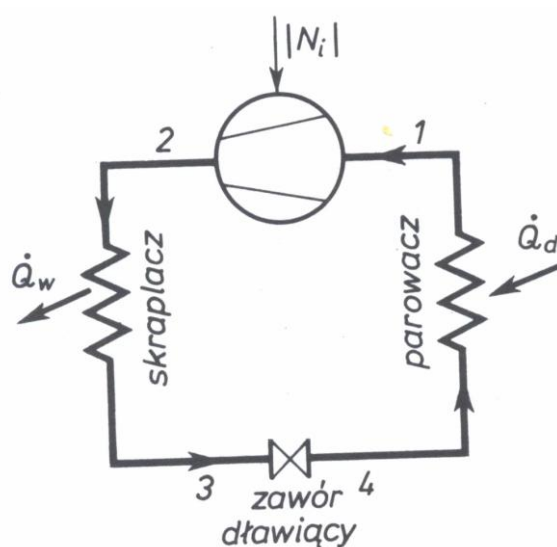
- odpowiednio niska temperatura wrzenia dla ciśnienia nieco wyższego od atmosferycznego (ochrona instalacji przed zapowietrzeniem i zawilgoceniem),
- temperatura skraplania wyższa od temperatury otoczenia dla umiarkowanych ciśnień (mała praca napędowa sprężarki, małe obciążenie mechaniczne układu),
- niewielka objętość właściwa pary (mniejsze zapotrzebowanie mocy, mniejsze gabaryty urządzenia),
- duże ciepło parowania (mały wymagany strumień czynnika),

Typowy czynnik chłodniczy to tetrafluoroetan (nazwa kodowa: R134a, C₂H₂F₄) – organiczny związek chemiczny, z grupy halogenków alkilowych (freonów), fluoropochodna etanu.

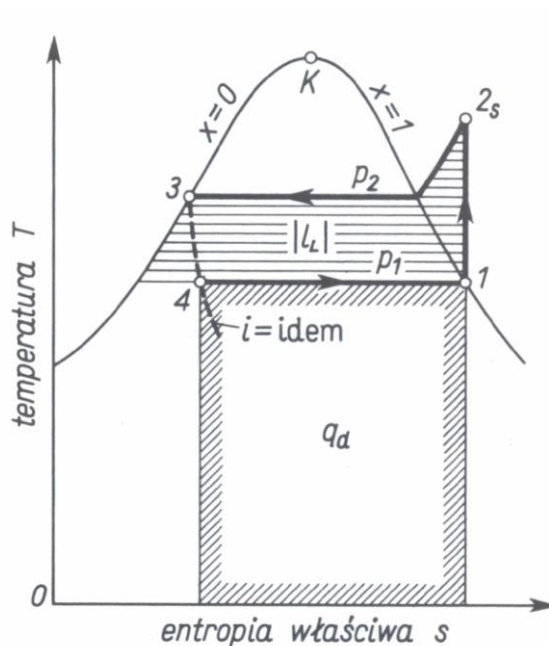
R134a stosowany jest w domowych i handlowych urządzeniach chłodniczych (do średnich temperatur) oraz w klimatyzacji samochodowej i stacjonarnej.

Wybrane właściwości:

- gaz bezbarwny, bez smaku, o eterycznym zapachu
- temperatura wrzenia pod ciśnieniem 1,013 bar wynosi -26°C
- ciśnienie wrzenia dla temperatury 20°C wynosi 4,7 bar
- gęstość pary nasyconej przy 1.013 bar wynosi 5,29 kg/m³



Rys. 3. Schemat ideowy chłodziarki parowej.



Rys. 4. Obieg Lindego.

Obieg Lindego jest podstawowym obiegiem porównawczym dla parowych sprężarkowych urządzeń chłodniczych. W skład obiegu Lindego wchodzi następujące przemiany:

- *izentropowe* sprężanie pary 1-2s
- *izobaryczne* ochładzanie pary przegrzanej i *izobaryczno-izotermiczne* skraplanie pary nasyconej 2s-3
- *izentalpowe* dławienie skroplin 3-4
- *izobaryczno-izotermiczne* wrzenie 4-1

Ciepło doprowadzone do obiegu (jednostkowa wydajność chłodnicza obiegu)

$$q_d = i_1 - i_4 \quad (2.1)$$

Jednostkowa praca techniczna (praca teoretyczna) sprężania (obiegu) ($l_L < 0$)

$$|l_L| = i_{2s} - i_1 \quad (2.2)$$

Sprawność termiczna obiegu (współczynnik wydajności chłodniczej obiegu)

$$\varepsilon_z = \frac{q_d}{|l_L|} = \frac{i_1 - i_4}{i_{2s} - i_1} \quad (2.3)$$

Strumień ciepła doprowadzonego do obiegu (wydajność chłodnicza)

$$\dot{Q}_d = \dot{m}q_d \quad (2.4)$$

Moc techniczna (moc teoretyczna) sprężania (obiegu)

$$N_L = \dot{m} |l_L| \quad (2.5)$$

i - entalpia właściwa, kJ/kg

\dot{m} - strumień czynnika chłodniczego, kg/s