

INSTALAȚII FRIGORIFICE PENTRU OBTINEREA TEMPERATURILOR SCĂZUTE

Obținerea unor temperaturi scăzute ($-60\dots-80^{\circ}\text{C}$) este posibilă prin utilizarea instalațiilor frigorifice în cascadă sau a celor în auto-cascadă.

a) Instalații frigorifice în cascadă

Aceste instalații conțin, practic, două sisteme separate, ce utilizează agenți frigorifici diferiți. Un astfel de sistem este format din două instalații frigorifice (fig. 1): treapta de presiune joasă formată din (C_1), (K-V), (VL_I), (V) și respectiv treapta de presiune ridicată, formată din (C_2), (K), (VL_{II}), (K-V); elementul comun al celor două instalații îl constituie un schimbător de căldură denumit *condensator-vaporizator* (K-V), care are rolul de condensator pentru treapta inferioară și de vaporizator pentru treapta superioară.

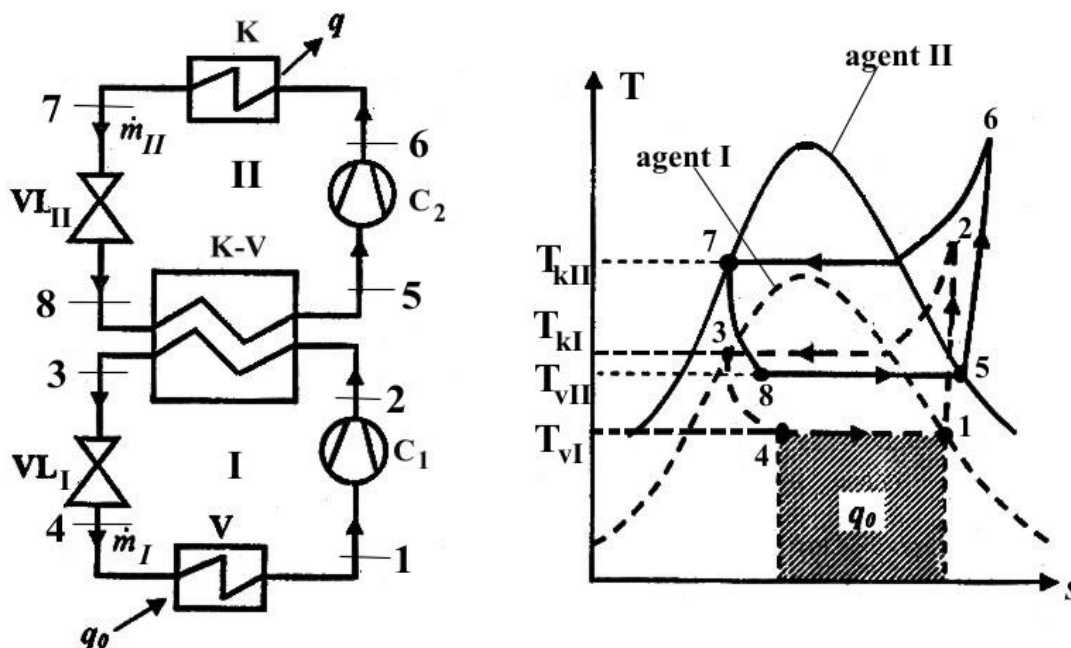


Fig. 4.54 – Instalație frigorifică în cascadă, cu două trepte

V-vaporizator; V-K-vaporizator-condensator; K-condensator; VL_I , VL_{II} -ventile de laminare; C_1 , C_2 -compresoare; I-treaptă de joasă presiune; II-treaptă de presiune ridicată.

Din diagrama ciclului funcțional se observă că procesul de condensare din ramura inferioară (2→3) are loc la o temperatură mai ridicată decât cea corespunzătoare vaporizării din ramura superioară (procesul 8→5), diferența de temperatură fiind, în mod obișnuit, de $5\dots 10^{\circ}\text{C}$. Astfel, căldura cedată de condensatorul treptei inferioare este preluată prin evaporarea agentului frigorific din treapta superioară.

În ramura inferioară se utilizează agenți frigorifici care au presiuni de saturație mai ridicate la temperaturi joase (R-13, R-14, R-23, R-503, CO_2); în ramura superioară se utilizează amoniac, R-12, R-22, R-141 etc.

De regulă, ramura inferioară este cu comprimare într-o singură treaptă, în timp ce pentru ramura superioară se poate utiliza și comprimarea în două trepte.

b) Instalații frigorifice în autocascadă

Aceste instalații folosesc de asemenea doi agenți frigorifici diferiți, dar sunt echipate cu un singur compresor; pentru funcționarea instalației este necesar ca temperatura de condensare (corespunzătoare presiunii de refulare din compresor) a agentului frigorific ce asigură temperatura scăzută să fie cu mult mai mică decât temperatura de condensare a celui de al doilea agent frigorific la aceeași presiune.

Fig. 2 prezintă schema de principiu a unei astfel de instalații, ce folosește ca agenți frigorifici R-404a și R-23.

Se observă că instalația este echipată cu un singur compresor (C), care comprimă ambii agenți frigorifici, aflați în stare gazoasă, ridicând presiunea amestecului de la 1,2 bar (presiune absolută) la 16 bar (presiune absolută). La presiunea de 16 bar, agentul R-404a are o temperatură de condensare de aproximativ

35°C, în timp ce temperatura de condensare a agentului R-23, la aceeași presiune, este de aprox. -15°C. Condensatorul (K_1) este răcit cu aer având 25°C, astfel încât asigură condensarea doar a agentului R-404a, care trece în stare lichidă; pentru agentul R-23 temperatura condensatorului (K_1) este mult prea mare față de temperatura sa de condensare (-15°C), astfel încât acest agent rămâne în stare de vapori supraîncălziți.

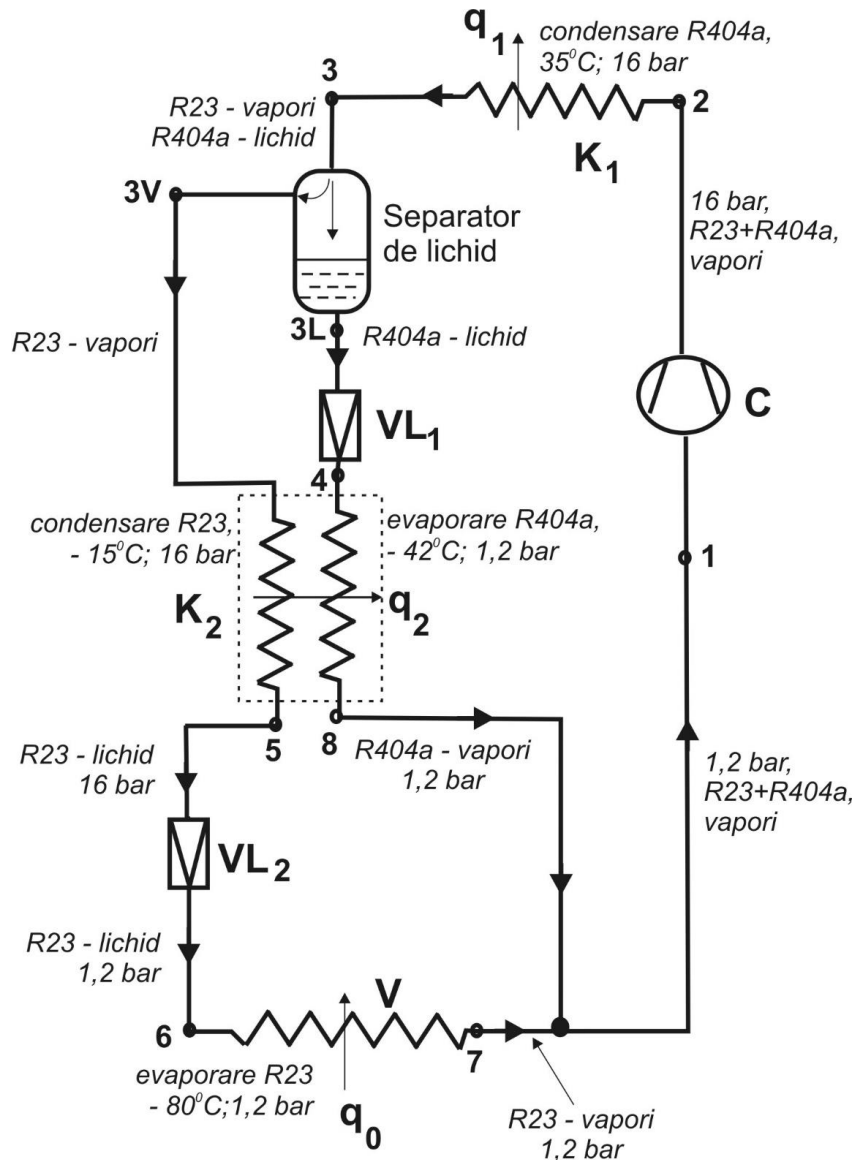


Fig. 2 – Schema de principiu a unei instalații frigorifice cu comprimare de vapori, în autocască

Amestecul de lichid (R-404a) și vapori (R-23) care iese din condensatorul (K_1) ajunge în separatorul de lichid, în care agentul R-404a, sub formă de lichid, va fi colectat la partea inferioară (datorită densității mai mari a lichidului), în timp ce vaporii de R-23 se vor acumula la partea superioară.

Agentul R-404a, în stare lichidă, trece apoi prin ventilul de laminare (VL_1), în care presiunea scade de la 16 bar la 1,2 bar (presiuni absolute) și ajunge în schimbătorul de căldură (K_2). În acest schimbător are loc condensarea agentului R-23, căldura latentă de condensare fiind preluată prin evaporarea agentului R-404a; se observă că temperatura de condensare pentru R-23 este de -15°C (la o presiune de 16 bar), în timp ce temperatura de evaporare a agentului R-404a este de -42°C (la o presiune de 1,2 bar), astfel încât este posibil transferul căldurii latente de la R-23 la R-404a (de la o sursă caldă, cu temperatură mai mare, la o sursă rece, cu temperatură mai mică, conform celui de al doilea principiu al termodinamicii).

Agentul R-23 în stare lichidă trece prin ventilul de laminare (VL_2), în care presiunea scade de la 16 bar la 1,2 bar, și ajunge în vaporizatorul (V), în care are loc evaporarea sa la o temperatură de -80°C.

La ieșirea din vaporizator vaporii de R-23 și R-404a (având aceeași presiune, de 1,2 bar) se amestecă și sunt aspirați de către compresorul (C).

În fig. 3 sunt reprezentate procesele care formează ciclul de funcționare al instalației, în coordonate presiune-entalpie, pentru amestecul de agenți frigorifici și pentru fiecare agent în parte.

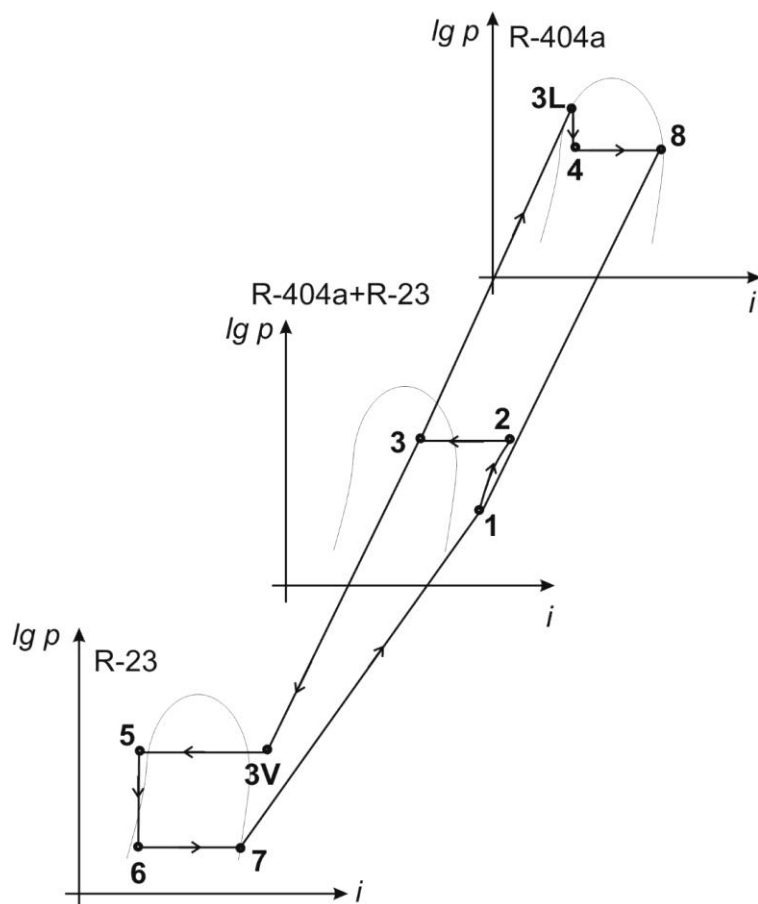


Fig. 3 – Schema ciclului de funcționare al unei instalații frigorifice cu comprimare de vapori, în autocascadă

1-2: comprimarea; 2-3: condensarea R-404a și supraîncălzirea vaporilor de R-23; 3-3L: separarea R-404a lichid; 3L-4: destinderea în ventilul de laminare VL₁; 4-8: evaporarea R-404a în K₂; 3-3V: separarea vaporilor de R-23; 3V-5: desupraîncălzirea, condensarea și subrăcirea R-23; 5-6: destinderea în VL₂; 6-7: evaporarea R-23; 8-7 amestecarea vaporilor de R-404a și R-23, rezultând amestec cu parametrii punctului 1.