

# CERCETAREA COMPRESORULUI ROTATIV CU 2 TREPTE DE COMPRESIE CU INECȚIE DE VAPORI

Dionisie BEȚ

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** The purpose of the work is to study two-stage vapor injection of rotary compressor.

**Cuvinte cheie:** Ciclu frigorific, compresor, inecție de vapori, COP, EER.

## 1. Introducere

Ciclurile de compresie a vaporilor sunt utilizate pe scară largă în procesele de încălzire, răcire și condiționare a aerului. O ușoară îmbunătățire a performanței în componentele unui ciclu de compresie a vaporilor, cum ar fi compresorul, poate juca un rol semnificativ în economisirea consumului de energie pentru aparatele de condiționare a aerului.

## 2. Descrierea problemei

Ciclul tip de comprimare a vaporilor constă dintr-un compresor, un condensator, o valvă de expansiune și un evaporator (fig.1).

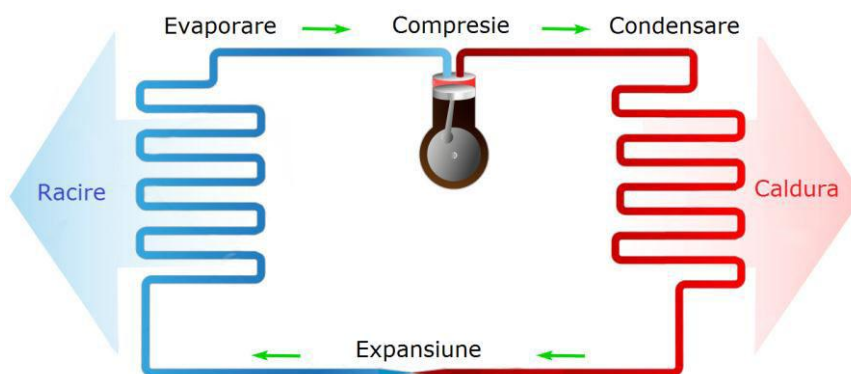


Fig. 1. Diagrama unui ciclu frigorific

Acest ciclu funcționează destul de bine în condiții moderate de temperatură a mediului ambiant. Reducerea performanțelor sistemului devine destul de semnificativă atunci când temperatura exterioară scade mai mult de  $-7^{\circ}\text{C}$  pentru regimul de încălzire sau este mai mare decât  $+35^{\circ}\text{C}$  pentru regimul de răcire.

Pentru regimul de încălzire, temperatura de evaporare din vaporizator ar trebui să fie inferioară celei din mediul ambiant pentru a absorbi căldura din mediul ambiant, ceea ce conduce la o densitate scăzută a agentului de răcire în orificiul de aspirație al compresorului. Ca rezultat, eficiența izentropică a compresorului la temperatură joasă nu este ridicată, astfel, consumul de putere electrică al compresorului devine excesiv de mare.

Efectul global este că capacitatea de încălzire și COP-ul sunt reduse în comparație cu funcționarea la temperaturi exterioare moderate.

Pentru regimul de răcire, temperatura de condensare în condensator trebuie să fie mai mare decât temperatura exterioară pentru a ceda căldura în mediul ambiant și, prin urmare, compresorul trebuie să comprime agentul frigorific la o presiune și o temperatură mai ridicată pentru a se debarasa căldura de la condensator. Acest fapt ridică, consumul de energie al compresorului, reducând astfel eficiența de răcire EER. Mai mult, temperatura de refulare a compresorului este excesiv de mare la temperaturi exterioare ridicate, ceea ce ar putea duce la degradarea uleiului din compresor și ar putea dăuna fiabilității funcționării sistemului.

Odată cu problemele menționate mai sus, a fost introdusă tehnica de inecție cu agent frigorific. O schemă simplă a ciclului de inecție a agentului frigorific este prezentată în figura 2. Inecția este utilizată în mod obișnuit pentru reducerea temperaturii de refulare extrem de ridicată a compresorului și pentru asigurarea funcționării fiabile a sistemului.

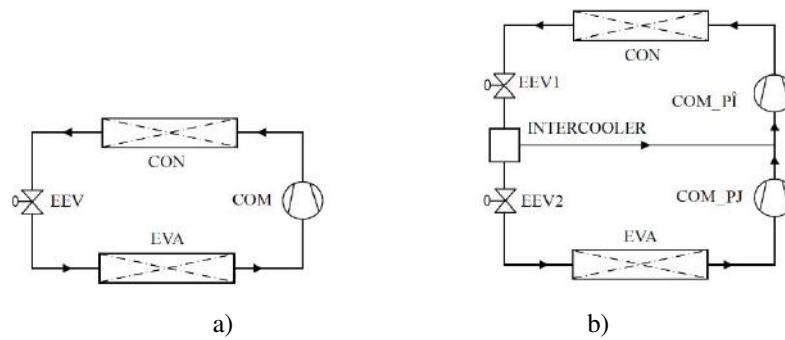
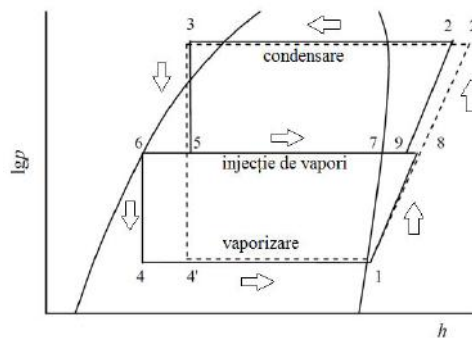


Fig. 2. a) Ciclu frigorific al unui compresor rotativ normal;  
b) Ciclu frigorific al unui compresor rotativ cu 2 trepte, cu injecție de vapori

Mai jos este prezentată diagrama lgP-h a ciclului frigorific cu 2 trepte de compresie cu injecție de vapori de presiune medie.



- 9 – 2 refularea vaporilor în condensator;
- 3 – 5 subrăcirea lichidului după 1 valvă de expansiune;
- 6 – 4 laminarea lichidului după a 2 valvă de expansiune;
- 1 – 9 aspirația în prima treaptă;
- 7 – 8 – 9 amestecarea vaporilor și aspirația în a 2-a treaptă;

Fig. 3. Diagrama lgP-h a ciclului frigorific al unui compresor rotativ cu 2 trepte, cu injecție de vapori

**Acest sistem nou este dotat cu:**

- 2 căi de aspirație (separator de lichid și intercooler);
- 2 camere de compresie cu 2 cilindri care funcționează concomitent.

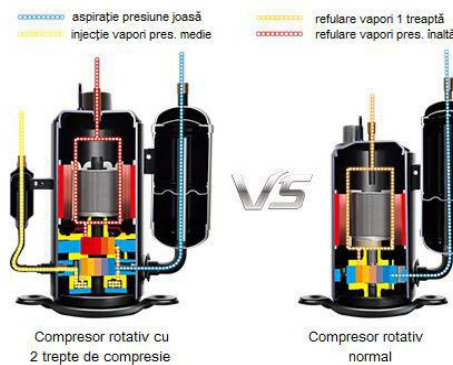


Fig. 4. Construcția comparativă a unui compresor rotativ cu 2 trepte de compresie și a unui compresor rotativ normal

**Avantajele de bază ale compresorului rotativ cu 2 trepte:**

- ✓ diapazon temperaturi de lucru: -30°C ... +54°C;

- ✓ majorarea capacității de încălzire cu aprox. 40%;
- ✓ majorarea capacității de răcire cu aprox. 35%;
- ✓ îmbunătățirea diapazonului temperaturii aerului refulat din vaporizator:
  - răcire +12°C;
  - încălzire +52°C;
- ✓ eficiență energetică SEER și SCOP majorată.

### 3. Cercetarea compresorului rotativ cu 2 trepte de compresie cu injecție de vapori



Compressorul are un cilindru de presiune joasă și un cilindru de presiune înaltă, acționate sincron de același motor electric.

Intercoolerul amplasat pe compresor are trei funcții: separă faza lichidă și faza de vapori de agent frigorific, sustrăcește gazul de aspirație în partea de pres. joasă și pentru a răci lichidul după prima valvă de expansiune. Acest ciclu are un consum redus de energie și o capacitate mai mare datorită compresiei vaporilor de la pres. intermediară care este mai mare decât pres. de evaporare.

Pentru efectuarea măsurărilor au fost utilizate: unitățile interioare și exterioare ale aparatelor de condiționare a aerului montate în 2 încăperi de birou separate, dar egale ca suprafață. Aparat și instrumente utilizate: furtune din cauciuc, stație manometrică, multimetru, termometre, tester electronic etc.

Am efectuat măsurările parametrilor de lucru pentru două aparate diferite de condiționare a aerului cu capacitatea nominală de 9000Btu/h, care funcționează cu agent frigorific R410, cu tehnologie Inverter.

Măsurările au fost efectuate mai întâi în perioada rece, cu funcționarea aparatelor în regim de încălzire. Vara s-au efectuat măsurări în regimul setat de răcire, în zilele cu temperaturile cele mai ridicate. Rezultatele măsurărilor sînt prezentate sub formă de diagrame (fig. 5÷6).

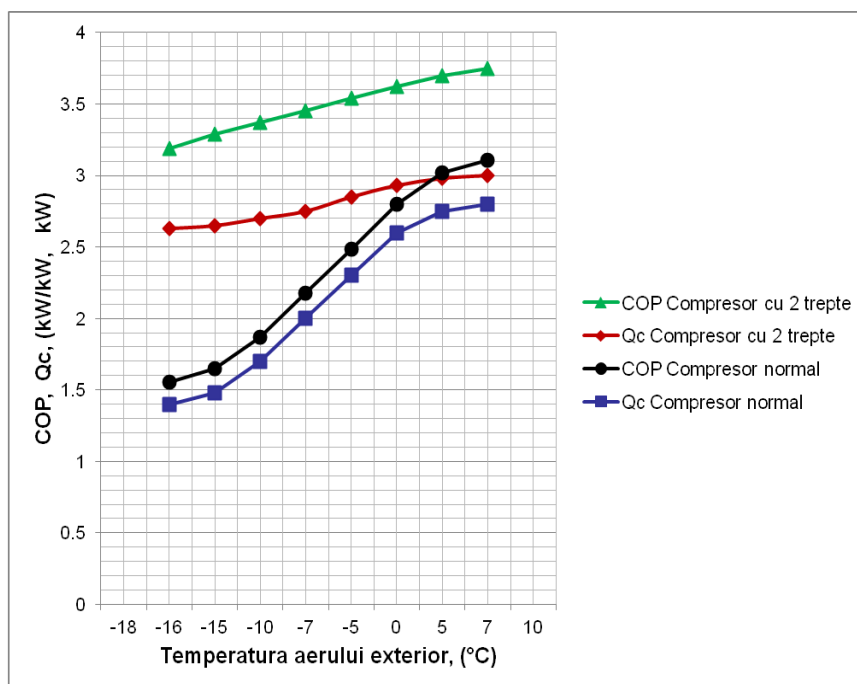


Fig. 5. Coeficientul COP și puterea termică Qc a compresoarelor în regimul de lucru la încălzire

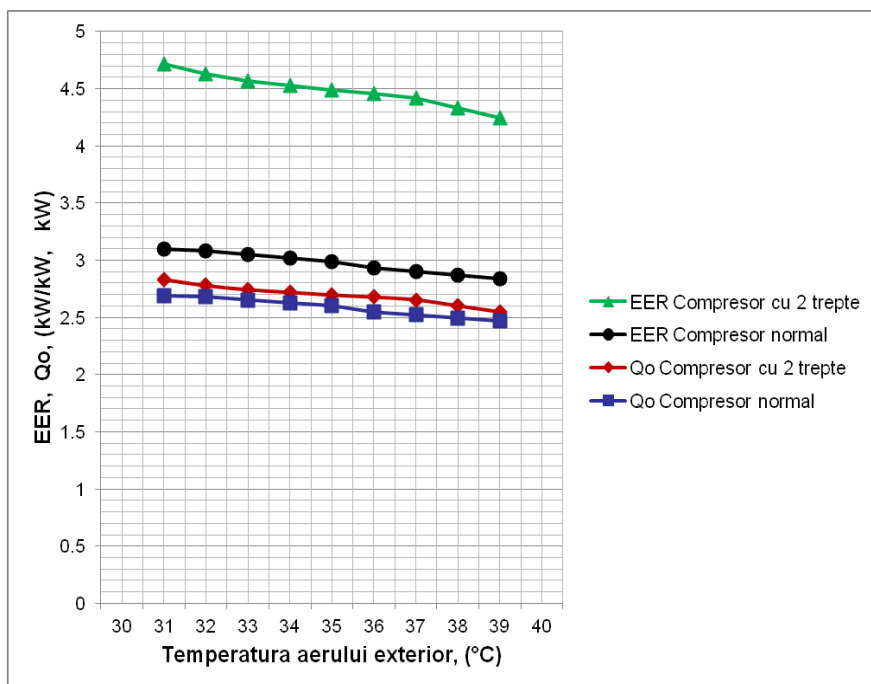


Fig. 6. Coeficientul EER și puterea frigorifică  $Q_o$  a compresoarelor în regimul de lucru la răcire

#### 4. Concluzii

Au fost studiate 2 tipuri de compresoare: compresor rotativ în două trepte cu injecție de vapori și compresor rotativ normal;

- Am cercetat care este efectul injecției vaporilor la diferite regimuri de temperatură a mediului ambiant și temperatură setată de lucru: încălzire sau răcire;
- Injecția de vapori contribuie cel mai mult la creșterea capacității de încălzire. Acest sistem nou crește în mod eficient performanța aparatelor de condiționare a aerului în regiunile reci;
- Pentru ciclul de încălzire al compresorului rotativ cu 2 trepte, raportul maxim de îmbunătățire a capacității de încălzire este în jur de 40~43% cu îmbunătățirea COP cu 55%, atunci când temperatura mediului ambiant este de  $-10^{\circ}\text{C}$ ;
- Pentru răcire, raportul maxim de îmbunătățire a capacității este în jur de 4~5% cu îmbunătățirea EER cu 65%, atunci când temperatura mediului ambiant este de  $+35^{\circ}\text{C}$ ;

Compresorul cu 2 trepte este o soluție necesară și actuală în sistemele de condiționare a aerului care sînt exploatate în Republica Moldova.

#### Bibliografie

1. *Cod al bunelor practici în domeniul frigului și condiționării aerului*, Chișinău, 2010.
2. <https://ru.wikipedia.org>.