

## 12. PARTICULARITĂȚI ALE INSTALAȚIILOR FRIGORIFICE CU COMPRIMARE MECANICĂ DE VAPORI

În acest capitol se dorește prezentarea a două probleme importante care apar în proiectarea instalațiilor frigorifice cu comprimare mecanică de vapori și a unor soluții pentru rezolvarea acestor probleme:

- Decongelarea suprafețelor de răcire a aerului;
- Asigurarea circulației uleiului de ungere în instalațiile cu freoni.

### 12.1. Decongelarea suprafețelor de răcire a aerului

La realizarea de temperaturi negative în spațiile răcite, umiditatea din aer condensează, aceste temperaturi fiind mai reduse decât temperatura punctului de rouă și apoi solidifică pe suprafețele de răcire, formând un strat de brumă, zăpadă sau gheață, în funcție de condițiile particulare în care se desfășoară acest proces și care influențează grosimea și densitatea depunerii. În continuare se va considera că se depune zăpadă, toate considerațiile fiind valabile și în celelalte situații.

Stratul de zăpadă depus pe suprafețele de răcire prezintă două inconveniente:

- Reduce secțiunea liberă disponibilă pentru curgerea aerului;
- Înrăutățește condițiile de transfer termic.

Datorită celor două efecte negative, este necesară decongelarea la anumite intervale de timp a suprafețelor de răcire a aerului.

În acest scop se pot utiliza cel puțin două soluții tehnice care vor fi detaliate în continuare:

- Decongelarea cu vapori calzi de agent frigorific;
- Decongelarea cu agent intermediar încălzit.

O a treia soluție foarte simplă și foarte utilizată în practică o reprezintă decongelarea prin încălzire electrică, soluție care presupune montarea în interiorul serpentinelor răcitoarelor de aer, a unor rezistențe electrice dimensionate corespunzător.

#### *Decongelarea cu vapori calzi de agent frigorific*

Este procedeul cel mai utilizat în instalațiile industriale, de puteri frigorifice mari.

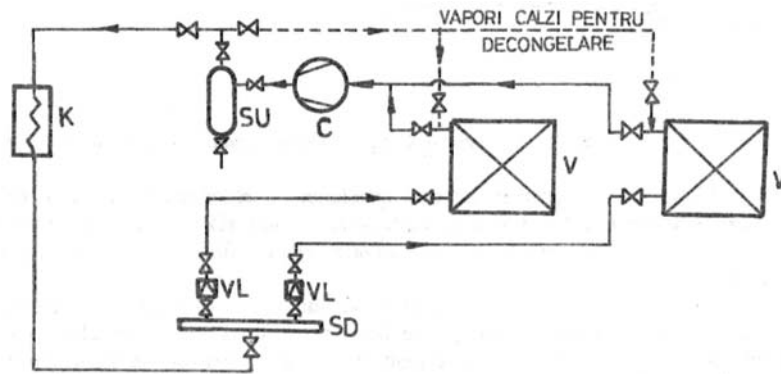
Pentru ca soluția să fie utilizabilă, trebuie să fie îndeplinite două condiții:

- Să existe disponibil un debit suficient de vapori calzi;
- Să fie prevăzute soluții de evacuare și reîntoarcere în circuit a condensului format în timpul decongelării.

Pentru ca decongelarea să fie eficientă, este recomandată evacuarea în prealabil a lichidului rece din vaporizator.

Adesea este preferată introducerea vaporilor calzi pe la partea superioară a vaporizatorului și evacuarea condensului acumulat prin partea inferioară a acestuia.

În imagine este prezentată o schemă de decongelare cu vapori calzi.



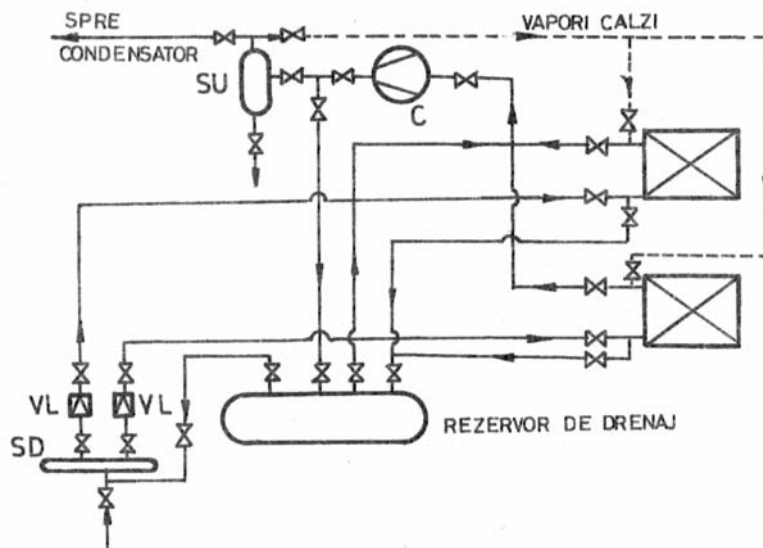
Decongelare cu vapori calzi, cu purjarea condensului în stația de distribuție

Această soluție este recomandată când în instalație există mai multe vaporizatoare, alimentate dintr-o stație de distribuție a lichidului SD.

Vapori calzi necesari decongelării unui vaporizator sunt asigurați de funcționarea normală a celorlalte vaporizatoare. De regulă se consideră că debitul de vapori calzi este suficient dacă raportul dintre numărul vaporizatoarelor funcționând în regim de răcire și cel al vaporizatoarelor funcționând în regim de decongelare este de minim 2/1. Decongelarea vaporizatoarelor se realizează pe rând.

Condensul format în timpul decongelării, este evacuat în conducta de alimentare a vaporizatoarelor funcționând în regim de răcire.

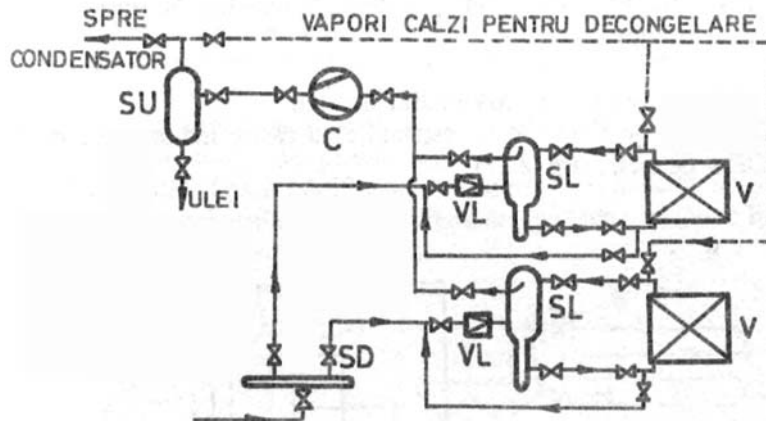
O soluție preferabilă, dar mai scumpă, o reprezintă utilizarea unui rezervor de drenaj ca în figură.



Decongelare cu vapori calzi, cu purjarea condensului într-un rezervor de drenaj

Conductele de legătură cu rezervorul de drenaj, împreună cu robinetii prevăzuți pe acestea, asigură golirea condensului din vaporizatoare și reîntoarcerea acestuia în circuit. În acest caz, decongelarea vaporizatoarelor se realizează tot pe rând.

Decongelarea cu vapori calzi a vaporizatoarelor alimentate prin autorecirculare (separatoare de lichid), se poate realiza ca în figură.

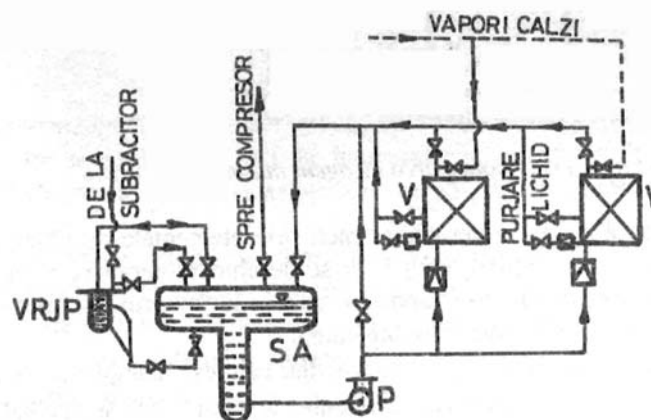


Decongelarea cu vapori calzi a vaporizatoarelor alimentate prin autorecirculare

Condensul format în timpul decongelării se reîntoarce în circuit în fața ventilului de laminare montat pe separatoarele de lichid SL.

Este posibilă și purjarea lichidului acumulat în vaporizatorul decongelat, direct în rezervorul de lichid al instalației. În acest caz, pe perioada decongelării se mărește presiunea vaporilor calzi, cu 1...3 bar, prin utilizarea unui sistem de reglare a presiunii de condensare, care include un presostat, pentru a se crea forța motrice necesară circulației condensului.

Dacă vaporizatoarele sunt alimentate prin circulație forțată, cu ajutorul pompelor, din separatoare acumulative SA, alimentarea cu vapori calzi se poate realiza și pe la partea superioară și pe la partea inferioară. Prima variantă de schemă de decongelare va arăta ca în figură.



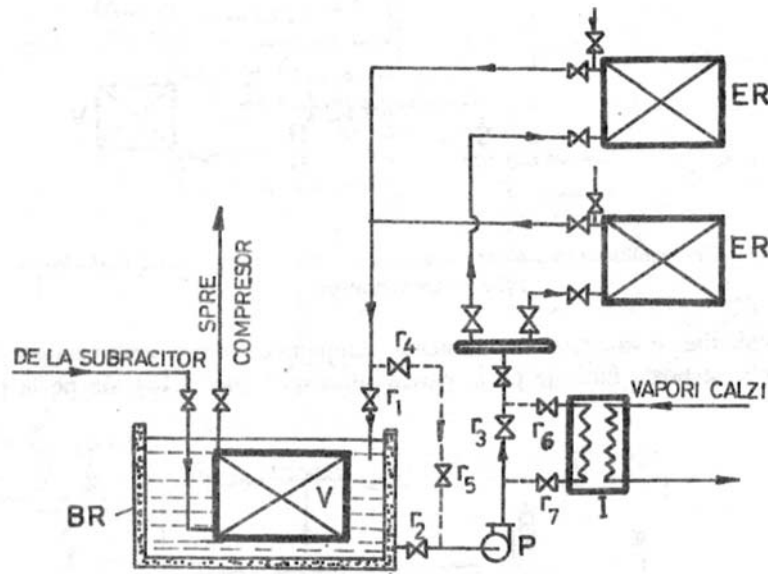
Decongelarea cu vapori calzi introduși pe la partea superioară, a vaporizatoarelor alimentate forțat

Avantajele decongelării cu vapori calzi, care au impus această soluție în instalațiile mari, sunt:

- Eficiență foarte bună (durată scurtă - cca. 0,5 h);
- Posibilitatea automatizării.

*Decongelarea cu agent intermediar încălzit*

În cazul în care instalația funcționează cu răcire indirectă, decongelarea se va realiza cu agent intermediar încălzit, ca în imagine.



Decongelarea cu agent intermediar încălzit

Agentul intermediar este circulat prin elementele de răcire ER, de către pompa P. La decongelare se închid robinetele r1, r2 și r3, deschizându-se robinetele r4, r5, r6 și r7, ceea ce determină circulația agentului intermediar, preluat din bazinul de răcire, prin încălzitorul I.

Procedeul prezintă dezavantajul accentuării corodării când agentul intermediar este cald.

Se pot prevedea circuite complet separate pentru decongelare, având avantajul că permit decongelarea unor ER, în timp ce altele funcționează în regim de răcire.

## 12.2. Asigurarea circulației uleiului de ungere în instalațiile cu freoni

Instalațiile cu freoni prezintă particularitatea că aceștia sunt miscibili cu uleiul de ungere, ceea ce îngreunează separarea acestuia din agentul frigorific în separatoarele de ulei SU și antrenarea acestuia în instalație.

Din punct de vedere al circulației uleiului, instalația trebuie să respecte două condiții:

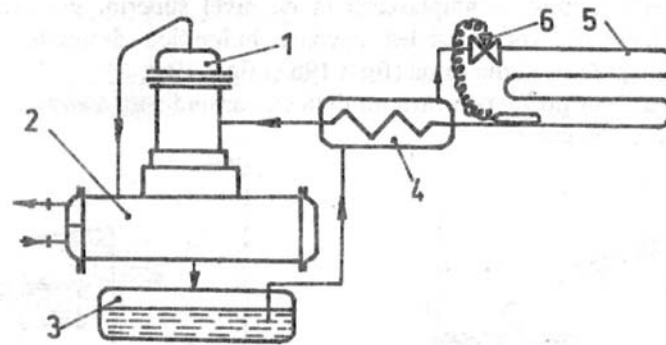
- Debitul de ulei antrenat în circuit să fie egal cu cel reîntors în compresor;
- Concentrația uleiului reîntors în carter să fie apropiată de cea a uleiului din carter.

Dacă se prevăd pante corecte ale conductelor, va fi asigurată prima condiție.

Dacă în carter se întoarce în loc de ulei, un amestec de ulei și freon, uleiul va spuma datorită vaporizării freonului, produsă de vacuumul creat prin deplasarea pistoanelor. În acest caz apar grave probleme de ungere.

Pentru evitarea acestui neajuns, se poate monta un schimbător de căldură regenerativ de tip lichid-vapori, care subrăcește lichidul.

Subrăcirea lichidului poate determina vaporizarea freonului din uleiul de ungere.



Instalație cu subrăcire regenerativă

1-compresor; 2-condensator; 3-rezervor; 4-subrăcitor;  
5-vaporizator; 6-ventil de reglaj termostatic

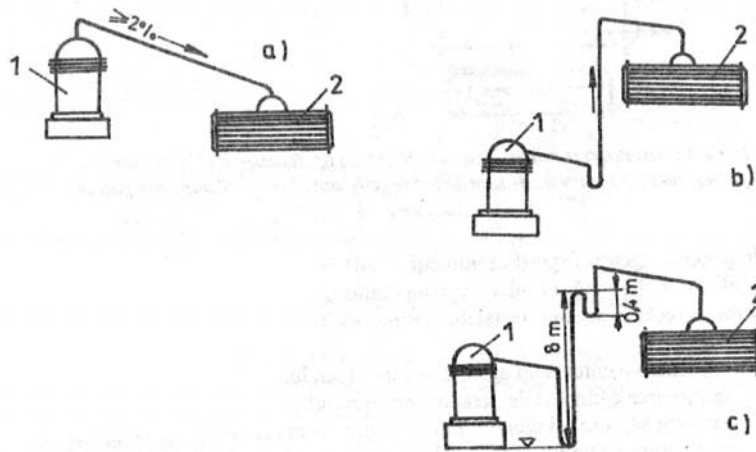
În general aspectele de care trebuie să se țină seama la proiectarea circuitului instalațiilor cu freoni sunt următoarele:

- Alimentarea corectă cu agent a vaporizatoarelor;
- Reducerea căderilor de presiune pe circuitul frigorific;
- Evitarea acumulării uleiului într-o zonă a instalației;
- Prevenirea posibilității de pătrundere a agentului frigorific lichid în compresor în timpul opririi instalației.

Pentru instalațiile mici și medii, funcționând cu freoni este bine să se țină seama de următoarele recomandări:

1. Pentru evitarea vaporizării agentului în conductele de lichid, datorită căderilor de presiune, este recomandată subrăcirea cu cca 5°C pentru o denivelare de 3m între K și VL;
2. Viteza vaporilor în conducta de refulare trebuie să fie suficient de mare pentru a antrena picăturile de ulei, evitând acumularea acestora. Se recomandă minim 6m/s în cazul conductelor verticale și minim 3,5 m/s în cazul conductelor orizontale;

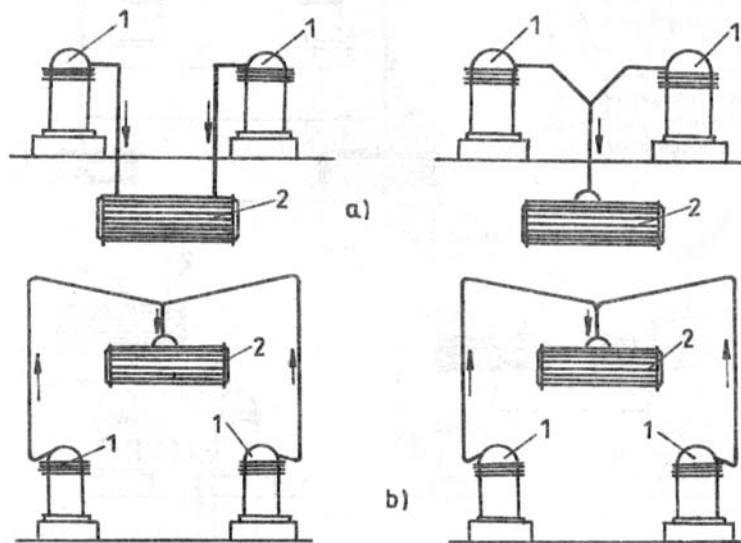
În cazul în care condensatorul este departe de compresor, pot interveni următoarele situații prezentate în imagine:



Legarea conductei de refulare  
între compresor (1) și condensator (2)  
a-aceleași nivel, sau condensatorul sub compresor;  
b-diferență de nivel sub 8m;  
c-diferență de nivel peste 8m.

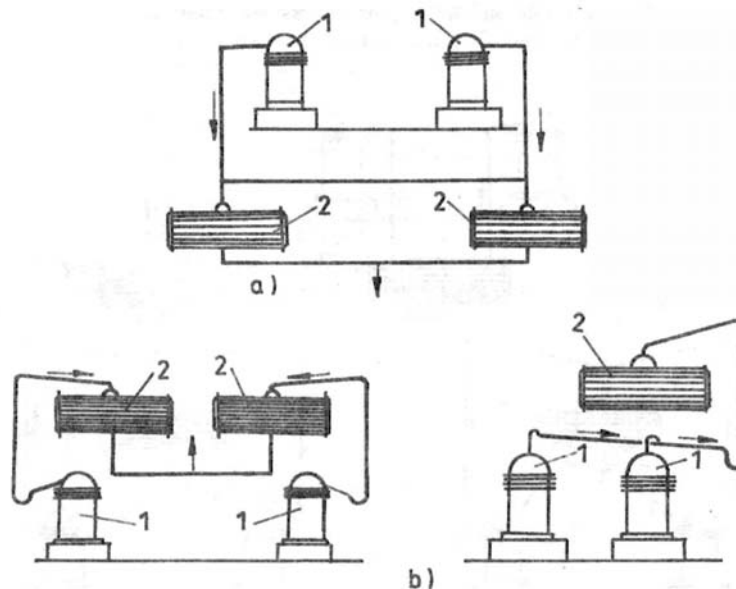
- a) panta conductei de refulare va fi orientată spre condensator, pentru ușurarea curgerii uleiului;
- b) pe conducta de refulare se vor prevedea zăvoare hidraulice care să împiedice întoarcerea uleiului spre compresor;
- c) pe conducta de refulare se vor prevedea zăvoare hidraulice duble care să împiedice întoarcerea uleiului spre compresor.

3. Pot apare situații în care două sau mai multe compresoare să refuleze într-un același compresor, caz în care se recomandă legarea refulării compresoarelor ca în figură.



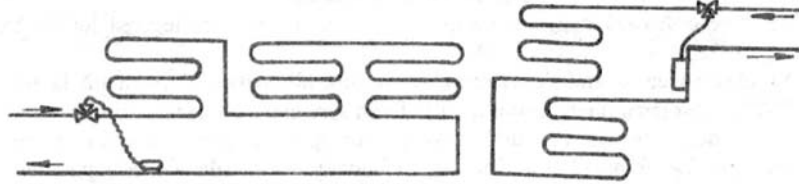
Legarea conductei de refulare între mai multe compresoare (1) și un singur condensator (2)  
 a-condensatorul sub compresoare;  
 b-condensatorul deasupra compresoarelor

4. Pot să apară situații în care mai multe compresoare să fie legate în paralel de mai multe condensatoare, caz în care se recomandă ca legarea să se efectueze ca în figură.



Legarea conductelor de refulare între mai multe compresoare (1) și mai multe condensatoare (2)  
 a-compresoarele deasupra condensatoarelor;  
 b-compresoarele sub condensatoare.

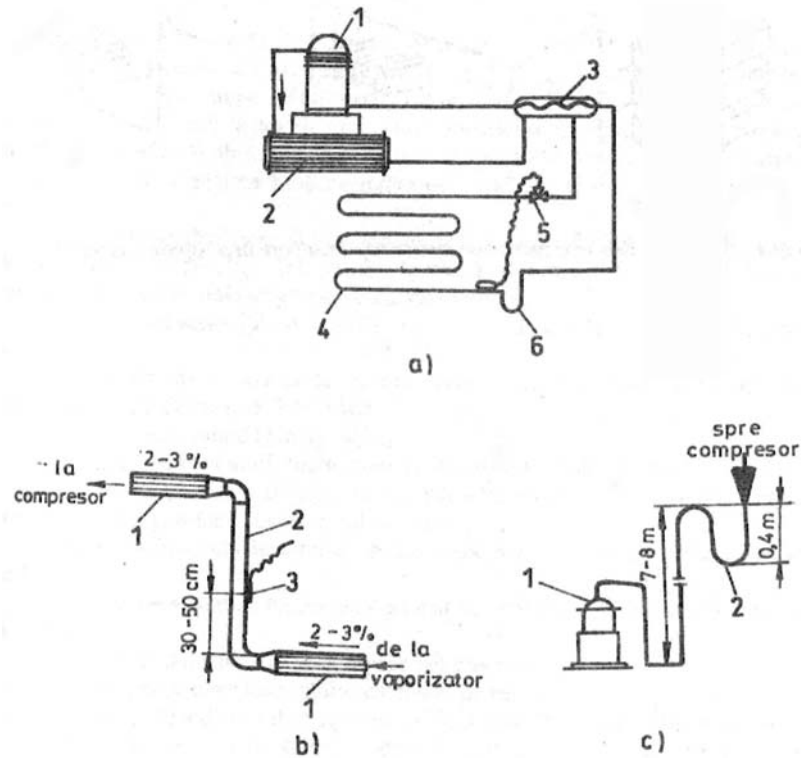
5. Se preferă alimentarea vaporizatoarelor pe la partea superioară, deoarece astfel este posibilă evacuarea odată cu vaporii și a uleiului, care se va putea întoarce spre carter.
- În acest caz este recomandată (obligatorie) amplasarea vaporizatorului deasupra compresorului;
  - Dacă se utilizează mai multe vaporizatoare se recomandă legarea acestora ca în figură.



Legarea în serie a vaporizatoarelor formate din mai multe baterii



6. Conducta de aspirație (de la vaporizator la compresor) asigură pe lângă circulația vaporilor și întoarcerea uleiului în carter.
- În mod normal reîntoarcerea uleiului este asigurată dacă se asigură căderi de presiune de maxim 0,5...1K și o viteză a vaporilor de maxim 8 m/s;
  - Câteva situații particulare când vaporizatorul este amplasat sub compresor, sunt prezentate în imagine și sunt caracterizate de prezența unui zăvor hidrolic (sifon);



Legarea conductei de aspirație când vaporizatorul este amplasat sub compresor

*a-diferență de nivel de 3...7m*

1-compresor, 2 condensator, 3-schimbător intern de căldură,  
4-vaporizator, 5-ventil de reglaj termostatic, 6-sifon;

*b-diferență de nivel sub 3m*

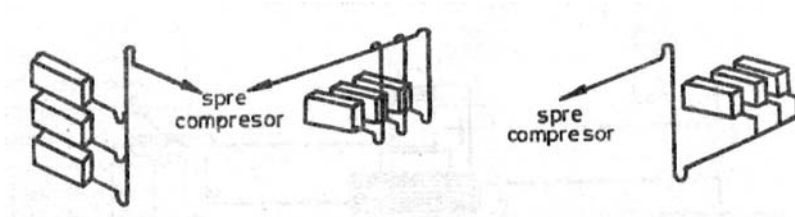
1-conductă de aspirație de diametru normal,  
2-conductă de aspirație de diametru micșorat  
(accelerarea vaporilor);

3-bulbul ventilului de reglaj;

*c-diferență de nivel peste 7m*

1-compresor, 2-zăvor hidrolic

- O altă situație particulară, reprezentată în imagine, este cea a funcționării mai multor vaporizatoare în paralel pe o conductă de aspirație comună.



Legarea mai multor vaporizatoare în paralel pe o conductă de aspirație comună

Situațiile prezentate descriu în principiu toate cazurile uzuale întâlnite în practica exploatării instalațiilor frigorifice cu comprimare mecanică de vapori, funcționând cu freoni.