

STUDII PRIVIND UN NOU PROCEDEU DE OBTINERE A FRIGULUI

Mihail VETROV, Ana MORĂRESCU

UNIVERSITATEA „Dunărea de Jos”, Galați

Abstract. In this paper we are presenting some researches made in refrigerations plants domain with their results. This work present a refrigeration plant with compression – dissolving and separation of mixture.

1. INTRODUCERE

Frigul reprezintă un mijloc auxiliar important pentru industrie și în particular pentru industria petrolieră și a gazelor naturale. Ca principală aplicație, servește la fracționarea și lichefierea gazelor naturale. Aplicarea tehnicii frigului include întotdeauna o însemnată cheltuială (circa 15% din consumul propriu-zis, fără cazul lichefierii gazelor naturale) fiind deci necesar să folosim procese de producere a frigului mai economice. Propanul, etanul și etilena ne permit să ajungem la temperaturi de -35°C , -80°C și -100°C .

În această lucrare este descris un nou procedeu de obținere a frigului artificial bazat pe un procedeu de comprimare, dizolvare și separare a amestecurilor.

Ciclul obișnuit este compus din: comprimare, condensare, destindere și evaporare. Notând cu L lucrul mecanic consumat în procesul de comprimare și cu ϕ căldura absorbită de agentul frigorific la evaporare la temperatura scăzută t_0 , eficiența ciclului este caracterizată de raportul: $\epsilon = \phi/L$, raport care este mărit dacă fluidul evoluează aproape de procesele reversibile.

Dacă considerăm un ciclu Carnot inversat nu putem obține temperaturi t_0 mai mici de -80°C . Pentru a obține temperaturi mai mici trebuie să menținem un randament mai ridicat și să apelăm la folosirea instalațiilor frigorifice în cascadă cu două circuite independente. Acest sistem include multe aparate care duc la folosirea unor investiții foarte mari.

2. DESCRIEREA PROCESULUI

Putem găsi un mijloc de a îmbunătăți sistemul de obținere a frigului artificial folosind o «cascadă inclusă»: un amestec circulă pe un traseu unic care are un singur compresor și în care (datorită unor schimbătoare de căldură) condensarea și evaporarea se fac la o diferență mare de temperatură, pentru care se poate urma curba de lichefiere a unui gaz natural. Randamentul instalației este mai mic decât cel în cascadă însă investițiile sunt foarte mici.

Răcirea substanțelor în stare gazoasă se face după comprimare, urmând apoi diluarea agentului frigorific într-un solvent iar amestecul astfel obținut fiind răcit, se separă în două faze lichide. O fază din solvent este recirculată pentru a dizolva din nou gazul în timp ce altă fază mai bogată în fluid frigorific se destinde producând astfel efectul frigorific. Cu acest procedeu este posibil să

obținem o răcire într-o singură traptă la nivelul de -80°C folosind etanul sau chiar -100°C folosind etilena.

Procesul se bazează pe faptul că un component gazos liber poate fi condensat la temperatura ambiantă prin dizolvare sub presiune într-un solvent. Ulterior micșorarea temperaturii amestecului provoacă cu solventul o diminuare a solubilității și se obține o separare a amestecului ceea ce duce la apariția a două faze lichide din care una este fluidul frigorific care prin destindere produce frig în timp ce cealaltă cantitate din solvent este recirculată.

Schema de principiu a acestui proces este ilustrată în figura 1.

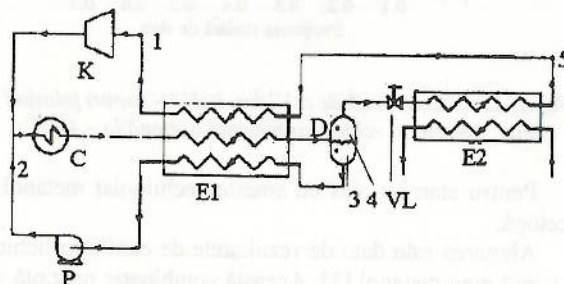


Fig. 1. Schema instalației.

Agentul frigorific gazos 1, la temperatura normală se comprimă în compresorul K, amestecându-se cu faza lichidă din solvent 2. Căldura de dizolvare este evacuată în condensatorul C. Schimbul de căldură mediu se face în contracurent cu componentii recirculați (în schimbătorul de căldură E1) amestecul răcindu-se la o temperatură intermediară la care se poate separa. După decantarea în recipientul D, faza bogată a solventului, 3 este recirculată cu ajutorul pompei P, iar altă fază 4 constituită în mare parte din agentul frigorific se destinde la trecerea prin ventilul V. Evaporarea în schimbătorul de căldură E2 duce la apariția frigului la un nivel de temperatură care depinde de natura componentilor și de presiunea de vaporizare. Gazul cu starea 5 se întoarce în compresor traversând schimbătorul de căldură E1. Din punct de vedere termodinamic, ciclul de separare al amestecului permite să fie evacuată căldura furnizată de condensator la o temperatură aproximativ constantă. Simplitatea sistemului comportă o investiție modestă. Pentru a realiza acest ciclu este necesar să găsim o combinație fluid frigorific-solvent,

care are proprietatea de a permite separarea amestecului, pentru care s-a efectuat un studiu de echilibru lichid - lichid la temperatură scăzută. Urmează să se elaboreze realizarea unui model de simulare a sistemului pentru a putea calcula și optimiza randamentul.

3. EXPERIMENT

Echilibrul lichid - lichid

Pentru a stabili limita de solubilitate a diverselor combinații agent - solvent s-a folosit un aparat static. Ca fluid frigorific este ales etanul sau etilena care permit obținerea unui nivel de temperatură de $-80, -100^{\circ}\text{C}$.

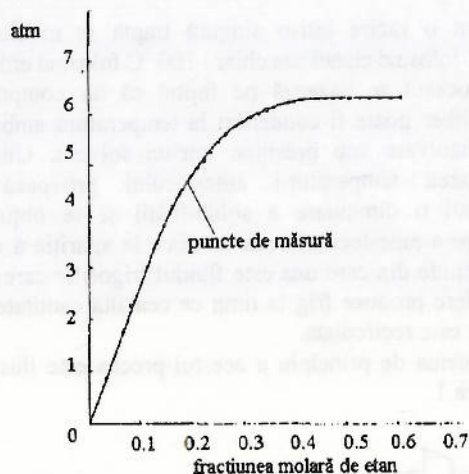


Fig. 2. Linia izotermică de echilibru lichid - vapori folosind etanul. Amestecul echimolar metanol-acetonă la -45°C .

Pentru etan s-a ales un amestec echimolar metanol-acetonă.

Alegerea este dată de rezultatele de echilibru lichid - lichid etan-metanol [1]. Această combinație prezintă o zonă în care amestecul este imposibil să se realizeze la orice temperatură. Adăugarea acetonei duce la creșterea solubilității etanului la temperatura ambiantă.

Un mic recipient din metal este dotat cu un dispozitiv de agitare magnetic și este introdus într-o baie

izotermică. Se introduce o cantitate determinată de solvent și apoi se adaugă fluidul frigorific în re prize mici.

Vaporizarea la presiunea de echilibru în funcție de compoziția fazei lichide este reprezentată de curba din figura 2.

Se constată că a doua fază este mult îmbogățită în agent frigorific

4. CALCULUL CICLULUI

Pentru simularea și optimizarea ciclului este necesar să dispunem de o metodă de calcul cu proprietățile (entalpie, entropie, densitate) a diferitelor amestecuri. Calculul se efectuează cu o ecuație de stare dată de Soave [2, 3]. Știind entalpia și entropia putem calcula eficiența frigorifică. Se poate face de asemenea o comparație cu o instalație în cascadă pentru două situații: etan, propan.

CONCLUZII

Comparând acest ciclu cu instalația în cascadă care ar produce același nivel de temperatură se disting următoarele avantaje:

- se reduc investițiile (un singur compresor);
- se economisește energie (diminuarea până la 30% a lucrului mecanic consumat de compresor);
- se obțin temperaturi de -80°C , -100°C într-o singură treaptă.

În continuare se impune studierea folosirii etilenei în diverse amestecuri care au la bază schema anterioară.

BIBLIOGRAFIE

- [1] YI HUA MA, KOHN J.P., *Multiphase and Volumetric Equilibria of the Ethane - Methanol System at Temperatures Between -40°C and -100°C* , J. Chem. Eng. Data, 9, 3, (1964).
- [2] SOAVE G., *Equilibrium Constants From a Modified Redlich-Kwong Equation of State*, Chem. Eng. Sci., 27, 1197, (1972).
- [3] HURTON M.J., VIDAL J., *Phase Equilibria Calculation With Cubic Equations of State Extension to Polar Compounds by Using non Classical Mixing Rules*, Chisa Congress, Praga, Agosto 1978.



Revistă editată de
S.C. FRIGOTEHNICA S.A.



Asociația Generală a Frigotehniștilor din România AGFR

Asociația generală a frigotehniștilor din România reunește în rândurile sale pe cei interesați în producerea și utilizarea frigului artificial în diferite domenii ale activității umane din România, fiind o asociație profesională, interdisciplinară și autonomă.

Scopul asociației. Asociația generală a frigotehniștilor din România urmărește:

- cunoașterea de către toți membrii săi a problemelor de actualitate privind producerea și utilizarea frigului artificial în diferite domenii de activitate umană atât în țară cât și pe plan internațional;
- fundamentarea direcțiilor de dezvoltare a producerii și utilizării frigului artificial în diferite domenii de activitate socio-economică din țară;
- susținerea dezvoltării învățământului de profil la toate nivelurile, precum și a reactualizării cunoștințelor de specialitate a frigotehniștilor din țară.

Mijloacele de realizare a obiectivelor asociației:

- promovarea schimbului liber de informații, sub toate formele, în domeniul producerii și utilizării frigului artificial (informare, reciprocă asupra realizărilor în diferite domenii de activitate, prezentarea de lucrări de specificitate apărute în țară și în străinătate, sinteze documentare pe tematici de interes);
- promovarea susținută a necesității înființării unui organism de coordonare a problemelor de tehnica frigului în țara noastră și care să asigure participarea României la Institutul Internațional al Frigului;
- organizarea de conferințe, congrese, alte manifestări științifice, precum și editarea unei publicații de specialitate;
- colaborarea cu alte asociații similare sau interesate în domeniul frigului artificial în țară și străinătate (în special cu Institutul Internațional al Frigului);
- înființarea și asigurarea funcționării unei biblioteci proprii cu lucrări din țară și străinătate, specializată în problematica frigului artificial;
- sprijinirea tinerilor frigotehniști în perfecționarea profesională.

Sediul actual al Asociației Generale a Frigotehniștilor din România este în București, B-dul Pache Protopopescu, nr. 66, în sediul Facultății de Instalații. Tel.: 252.60.01.