

CERCETAREA POSIBILITĂȚII DE ÎNLOCUIRE A AGENȚILOR FRIGORIFICI HCFC DIN SISTEMELE DE CLIMATIZARE

*Lect. univ. Dionisie BEȚ
Conf. univ., dr. Vera GUTUL*

Universitatea Tehnică a Moldovei

ABSTRACT

The purpose of the work is to study the replacement possibility of HCFC in air conditioning systems.

1. Introducere

Analiza factorilor [1, 2, 4] care influențează asupra reducerii cantității de ozon din stratosferă (pentru latitudinile medii la o rată de 0,4-0,5% pe an), a evidențiat implicarea în procesul de epuizare a stratului de ozon a compușilor chimici organici care conțin atomi de clor și/sau brom, inclusiv clorfluorcarburile (CFC) și hidroclorfluorcarburile – (HCFC). În urma dovedirii științifice a efectelor nocive asupra stratului de ozon produse de freoni, comunitatea internațională a luat numeroase măsuri de reducere până la zero a utilizării acestora.

Conform Hotărârii Parlamentului Republicii Moldova nr.966-XII din 24.07.1996, țara noastră a devenit Parte a Convenției de la Viena și a Protocolului de la Montreal. Aceste tratate internaționale au fost create în scopul reducerii și opririi treptate a producției substanțelor care distrug stratul de ozon (SDO). Ratificând aceste tratate, Republica Moldova și-a asumat angajamentul să respecte și să îndeplinească toate prevederile și restricțiile acestora. Astfel, importul de agent frigorific CFC (R12), utilizat pe larg pentru aparate casnice – unul din SDO periculoase, a fost complet stopat în țara noastră începând cu 01 ianuarie 2008. Conform orarului de reducere eșalonată a SDO, către anul 2020 este stabilită reducerea consumului HCFC cu 99,5 % din nivelul de bază pentru deservirea echipamentului frigorific și de condiționare a aerului existent în Republica Moldova și suprimarea consumului de HCFC începând cu anul 2030.

În prezent există în întreaga lume, numeroase instalații cu puteri frigorifice mici și mijlocii încărcate cu agenți frigorifici poluanți (în sensul pericolului pentru stratul de ozon), care pun în continuare probleme legate de posibila lor "scăpare"

în atmosferă. Totodată se pune problema găsirii unor agenți de substituție care să fie utilizați în instalațiile frigorifice noi.

2. Compararea proprietăților termodinamice ale freonului R22 cu agenți de substituție posibili

Astăzi pe piață există o gamă foarte extinsă de agenți de substituție, dar în același timp găsirea unui agent frigorific care îndeplinește toate condițiile ecologice și economice este o provocare majoră. Totodată pentru a permite funcționarea ciclică a instalațiilor frigorifice și a pompelor de căldură, agenții de lucru din acestea, preiau căldură prin vaporizare și cedează căldură prin condensare, la temperaturi scăzute sau apropiate de ale mediului ambiant, deci trebuie să fie caracterizate de unele proprietăți termodinamici particulare.

Principalul agent frigorific cu potențial de distrugere a stratului de ozon este freonul R22 (CHF_2Cl – clordifluormetan), care a fost utilizat pe scară largă pe piața noastră în sistemele de refrigerare pe bază de comprimare, sisteme de condiționare a aerului, sisteme cu pompe de căldură, datorită proprietăților sale bune termodinamice și termofizice. Datorită proprietăților sale slabe de protecție a mediului înconjurător, a fost eliminată utilizarea acestuia în mai multe țări dezvoltate, în timp ce țările în curs de dezvoltare sînt în faza de a elimina treptat utilizarea R22 conform unui termen bine stabilit.

În ultimul deceniu, au fost elaborați mai mulți agenți frigorific de substituție pentru R22. O mare parte dintre acestea reprezintă amestecuri ale unor alți freoni. Printre acești agenți alternativi sînt:

- hidrocarburile (HC), cum ar fi R290, R1270 și amestecurile R432A, R433A;
- amestecurile de hidrofluorocarbon (HFC), cum ar fi R404A, R407C și R410A;
- amestecurile (HFC/HC), cum ar fi R417A și R422A.

Aceste hidrocarburi sînt identificate ca fiind cele mai importante substanțe de schimb pentru R22 în sistemele de refrigerare, climatizare și pompe de căldură. Proprietățile freonului R22 și a substanțelor de substituție acestuia sînt prezentate în tabelul 1.

Din analiza datelor prezentate în tabelul 1 rezultă că hidrocarburile R290 și R1270 au proprietăți termodinamice cele mai apropiate de R22 și pot servi în calitate de agenți de substituție posibile ale R22 pentru înlocuirea în aparatele de aer condiționat rezidențiale și pompe de căldură.

3. Analiza proprietăților principale ale propanului R290 și posibilității de utilizarea lui în calitate de agent de substituție pentru R22

Principalul obiectiv al acestui studiu este de a analiza proprietățile principale a propanului și posibilitățile de utilizare a lui în calitate de agent de substituție pentru R22.

Tabelul 1

Proprietățile freonului R22 și a substanțelor de substituție acestuia

Agent frigorific	Compoziție chimică	Masa moleculară, (g/mol)	Temperatura de fierbere la 101.3 kPa, (°C)	Temperatura critică, (°C)	Potențial de distrugere ozon (PDO)	Potențial de încălzire globală (GWP)
R22	Fluid pur	86.5	-40.8	96.2	0.034	1700
R290	Fluid pur	44.1	-42.1	96.7	0	20
R1270	Fluid pur	42.1	47.7	92.4	0	20
R404A	R125/R143a/R134	97.6	-46.5	72.1	0	3800
R407C	R32/R125/R134a	86.2	-43.5	87.3	0	1700
R410A	R32/R125	72.6	-51.5	72.5	0	2000
R417A	R125/R134a/R600	106.8	-38.0	89.9	0	2200
R422A	R125/R134a/R600	115.8	-49.8	72.5	0	3043
R432A	R1270/RE170	42.8	-43.1	99.6	0	20
R433A	R290/R1270	42.6	-46.0	93.6	0	20

Agenții frigorifici HFC (hidrofluorocarburi) cu potențial de distrugere a ozonului egal cu zero, au fost recomandați ca agenți frigorifici alternativi. Aceste hidrocarburi au mai fost utilizate în trecut ca agenți de răcire, iar odată cu creșterea gradului de conștientizare a impactului negativ asupra mediului, utilizarea lor a fost considerată din nou actuală. Unele țări europene folosesc HC (hidrocarburi) ca agent frigorific pentru frigidere de dimensiuni mici. În majoritatea cazurilor hidrocarburi utilizate sînt: propanul, izobutanul, n-butanul, perfluorociclobutanul, ciclopropanul, propilenă, etc.

Freonii naturali sînt:

- ecologici;
- netoxici;
- stabili din punct de vedere chimic;
- compatibili cu multe materiale și miscibili cu uleiurile minerale.

În afară de aceasta, amestecurile de agent frigorific zeotropic de hidrocarburi (HC) au potențialul de a îmbunătăți performanța și eficiența unui sistem datorită efectului alunecare de temperatură. Este raportat, că capacitatea de transfer de căldură pentru aceste hidrocarburi este mai mare decît cele pentru R22. Hidrocarburi (HC) au fost pe larg utilizate în primii ani ai tehnicii de refrigerare, dar o serie de aspecte tehnice și de siguranță a făcut ca acestea să fie abandonate, atunci cînd agenții CFC au devenit disponibili. Hidrocarburi (HC) au proprietăți excelente ca agent frigorific și există în mod natural în atmosferă.

Printre acești agenți frigorifici naturali, R290 este considerat ca un bun înlocuitor pentru R22. R290 este denumirea industrială pentru propan și ca agent frigorific are o istorie lungă în sistemele de refrigerare. Acesta a fost utilizat pe

larg pînă a fi dezvoltați agenții CFC și a fost reintrodus pentru a fi utilizat în sisteme de climatizare și pompe de căldură, după eliminarea CFC. În unele țări, producătorii de utilaj și producătorii de alimente au început să utilizeze R290 ca un înlocuitor pentru R404A sau R134a, la scurt timp după anul 2000, ca urmare a preocupărilor de mediu. Se conține în gazele naturale, în produse de cracare a produselor petroliere, separarea gazelor asociate, ca un produs secundar în diferite reacții chimice. R290 este foarte pur ($> 99,5\%$), asigură o durată de viață mai lungă pentru orice material care intră în contact cu acesta. Propanul pur este fără culoare și fără miros, dar în gaz se pot adăuga componente care au miros. În tabelul 2 sînt prezentate caracteristicile de conținut ale R290.

Tabelul 2

Caracteristicile de conținut ale agentului frigorific R290

Caracteristici standarde	Valori
Vizibilitate	fără culoare
Presiunea vaporilor la 20 °C	$7,6 \pm 0,2$ bar
Compoziție:	
- propan	$\geq 99,5$ % din volum
- isobutan	$\leq 0,40$ % din volum
- n-butan	$\leq 0,15$ % din volum
- carburi nesaturate	$\leq 0,01$ % din volum
Odorizant	nu are miros
Conținut de umiditate	$\leq 0,0012$ % din volum

Agentul R290 este caracterizat de cost redus și toxicitate redusă, dar are un efect advers asupra sistemului nervos central (are proprietăți narcotice slabe). La utilizarea acestui agent frigorific nu apare problemă cu selectarea de materiale de construcții pentru părțile din compresor, condensator și vaporizator. Propanul este ușor solubil în uleiuri minerale. Temperatura de fierbere la presiune atmosferică este de $-42,1^{\circ}\text{C}$ (vezi tabelul 3). De asemenea, avantajul propanului este temperatura scăzută la ieșirea din compresor. Cu toate acestea, propanul ca agent frigorific are două dezavantaje principale. În primul rând, este un reprezentant al hidrocarburilor gazoase inflamabile și explozive, iar pe de altă parte, mărimile de gabarit a compresorului trebuie să fie mai mari decât atunci când în instalația frigorifică se utilizează R22 de capacitatea predeterminată. Pentru a evita o acumulare explozivă de hidrocarburi în cazul unei scurgeri, masa maximă de agent frigorific într-un utilaj este limitată.

Capacitatea de răcire a agentului frigorific este o proprietate termodinamică, care în mare măsură depinde de evaporare. Pentru a putea declara compatibilitatea termodinamică între R22 și R290, trebuie să examinăm care sînt presiunile de vaporizare (sau condensare) la diferite valori de temperatură.

Tabelul 3

Proprietățile agentului frigorific R290

Proprietăți		Unități de măsură	Valori
Formula moleculară			CH ₃ -CH ₂ -CH ₃
Masa moleculară		g/mol	44.10
Temperatura de fierbere	la 1.013 bar	°C	-42.1
Densitate lichid	la 20 °C	kg/dm ³	0,500
Densitate vapori	la 20 °C	kg/dm ³	0,018
Presiune absolută	la 20 °C	bar	8,5
Temperatura critică		°C	96.7
Limita inferioară de inflamabilitate	în mediu ambiant	% din	2,2
Limita superioară de inflamabilitate	la 20 °C și 1.013 bar	volum	9,5
Temperatura de autoaprindere		°C	480

În fig. 1 sînt prezentate curbele de presiune a agenților frigorifici R22 și R290 în funcție de temperatură. Pe axa ordonată avem valoarea unei presiuni limitate la 25 bar (presiune absolută), care este o valoare tipică pentru presiunea maximă de refulare. La o creștere a presiunii de refulare, crește de asemenea diferența de presiune asupra pistonului și acțiunea asupra pieselor mecanice ale compresorului.

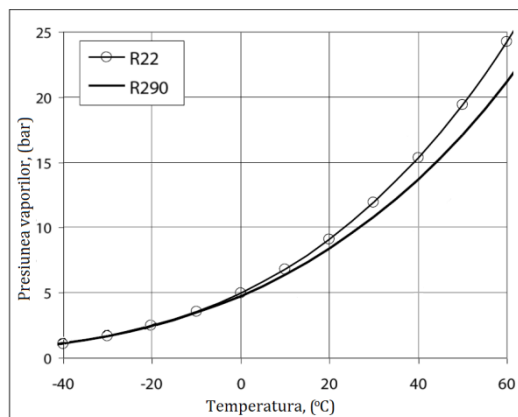


Fig. 1. Curbele de presiune pentru R22 și R290

Freonul R22 și R290 nu depășesc presiunea de 20 bari la o temperatură puțin mai mare de 50 °C – temperatura maximă de condensare la care poate ajunge agentul frigorific în condițiile climatice ale Republicii Moldova. Astfel, limitarea temperaturii de condensare poate fi bazat pe temperatura de refulare sau coeficientul de presiune. Comparând datele din fig.1 și tabelul 4, se observă o asemănare foarte mare a parametrilor termodinamici de lucru ai agenților frigorifici R22 și R290.

Se poate constata că R290 ar putea fi folosit ca înlocuitor pentru R22 în sistemele de condiționare, dar și în multe aplicații comerciale de refrigerare, unde presiunea de lucru este medie și joasă. Agentul R290 are proprietăți cele mai apropiate de R22, iar în unele aspecte chiar îl depășește. Raportul de comprimare mai scăzut și temperatura de refulare mai joasă, chiar permite utilizarea lui în anumite aplicații în care folosirea R22 este problematică.

Tabelul 4

Parametrii de presiune absolută a vaporilor la diferite temperaturi pentru R22 și R290

Propanul poate fi imediat alimentat în sistemul în care a fost agentul frigorific care distruge stratul de ozon. Studiile au arătat că, în acest caz, se pierde

Temperatura de fierbere sau de condensare, (°C)	Presiunea absolută a vaporilor R22, bar	Presiunea absolută a vaporilor R290, bar
-40	1.052	1.110
-30	1.639	1.677
-20	2.453	2.443
-10	3.548	3.451
0	4.980	4.743
10	6.809	6.364
20	9.100	8.363
30	11.920	10.788
40	15.340	13.692
50	19.430	17.130
60	24.270	21.140

până la 10% de putere frigorifică, în cazul în care în sistemul a fost anterior R22, și 15% când R502 [3]. Unii experți cred că această reducere ar putea fi evitată prin adăugarea de polipropilenă pentru propan.

Concluzii: În urma eliminării treptate a R22, propanul R290 este un agent frigorific destul de promițător din punct de vedere termodinamic El pare a fi cel mai potrivit pentru a substitui R22, în special în zonele cu temperaturi ridicate și în cazul în care temperatura de condensare este ridicată și sarcina termică este mare.

Bibliografie:

1. Cod al bunelor practici în domeniul frigului și condiționării aerului, Chișinău, 2010.
2. Dragoș Hera –Instalații Frigorifice –vol.I, Agenți frigorifici, Editura Matrix Rom, București, 2004.
3. Florea Chiriac, Maria Grațela Târlea, Robert Gavriliuc, Anica Ilie, Rodica Dumitrescu. „Mașini și Instalații Frigorifice”, Editura Agir, București, 2006.
4. ASHRAE – Thermophysical Properties of Refrigerants, - Chapter 20, 2005.