

SISTEME FRIGORIFICE ECOLOGICE PERFORMANTE ȘI COMPACTE CU CO₂ AGENT DE LUCRU

Dragoș HERA, Dan ADAM, Gabriel IVAN

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII, București

Abstract. Refrigeration plants are often selected based on following criteria – refrigerant properties, performances, costs. Heat pumps are devices which can upgrade low temperature energy to high temperature levels and are best used for both heating and cooling. The paper analyse few news criteria for refrigeration plant using CO₂ selections

INTRODUCERE

În prezent alegerea unui agent frigorific indicat a fi folosit într-o aplicație are drept criterii de bază atât de ordin ecologic, termodinamic și de transfer cât și de natură economice. În funcție de aplicație apar noi criterii ce prezintă interes pentru diferiți utilizatori, criterii ce se adaugă celor de baza.

În principal se urmărește înlocuirea agenților frigorifici vechi, neecologici, cu agenți noi, cu precădere substanțe naturale, sau freoni noi amestecuri azeotrope și zeotrope, ce nu atacă stratul de ozon și au un aport mic la efectul de seră.

Agenții frigorifici naturali au câștigat teren în această competiție, datorită proprietăților lor fiind tot mai des utilizați ca agenți de lucru în sistemele frigorifice. Cei mai folosiți agenți naturali sunt amoniacul, bioxidul de carbon și apa; bioxidul de carbon are proprietăți ce îl recomandă pentru o gamă largă de aplicații practice.

PROPRIETĂȚI CE PREZINTĂ INTERES PENTRU UTILIZATORI

Pentru o gamă largă de utilizatori începe să prezinte un interes deosebit criteriile de selectare a unui agent de lucru împreună cu sistemul frigorific în care acesta evoluează, cum ar fi:

- consumul de energie primară pentru producerea agentului;
- componentele agentului de lucru – influența acestora asupra mediului, materializată în valorile coeficienților ODP și GWP;
- aportul complex la procesul de încălzire globală, nu numai în mod direct ci și în toate etapele parcurse de agent de la etapa de fabricație până la utilizarea în sistemul frigorific materializate în coeficientul TEWI ce pune în evidență influența acestor etape;
- siguranța în exploatare;
- influența agentului de lucru asupra spațiului răcit având în vedere toxicitatea și inflamabilitatea acestuia;
- nivelul de zgomot produs de sistem;
- costurile de exploatare.

Toate aceste criterii au fost în atenția utilizatorilor întotdeauna, dar în condițiile în care primează criteriile ecologice și siguranța utilizatorilor, ele devin tot mai importante.

Conform exigențelor impuse agenților frigorifici proprietățile termodinamice și de transfer de căldură ce prezintă interes se referă la - valorile presiunilor de vaporizare și condensare, căldura latentă de schimbare de stare și căldură specifică a agentului, proprietățile lui termice – conductivitatea, valori ale coeficienților superficiali de transfer de căldură, proprietățile dinamice, respectiv vâscozitatea, solubilitatea față de ulei etc.

Ca agent frigorific CO₂ prezintă avantaje în raport cu unii agenți de lucru folosiți în prezent. Din punct de vedere al proprietăților enumerate mai sus reies următoarele:

- valorile presiunilor de lucru pentru CO₂ sunt mari dar raportul de compresie asigură un consum redus de energie în funcționare;
- volumul specific este net inferior celor ale agenților comparați conducând la dimensiuni mult reduse ale componentelor instalației;
- ecartul de entalpie la schimbarea de fază este mai mare decât în cazul freonilor, determinând astfel o reducere a suprafeței de schimb de căldură la vaporizator;
- vâscozitatea redusă a CO₂ face ca pierderile de sarcină pe trasee să fie mici, de 3–5 ori mai mici decât la freonii uzual folosiți și îl recomandă pentru utilizarea ca agent de lucru în cazul schimbătoarelor cu secțiuni de trecere mici – este cazul microcanalelor;
- proprietățile lui termice determină coeficienți buni de transfer la suprafața la trecerea prin schimbător ce conduc la creșterea fluxului de căldură transferat și la reducerea suprafeței de schimb.

Studiile realizate au demonstrat că proprietățile termodinamice și de transport ale CO₂ diferă considerabil față de alți agenți frigorifici cum ar fi cei fluorocarbonați, presiunile înalte din apropierea punctului critic ce apar în schimbătoarele de căldură determinând viteze de curgere ce conduc la un transfer eficient de căldură. Forma curbei presiunii de saturație a

CO₂ permite obținerea unei presiuni de 5 – 10 ori mai ridicată în schimbătoarele de căldură, pe partea CO₂ în comparație cu fluidele convenționale. La vaporizarea CO₂, proporția scăzută lichid / vapori face curgerea în două faze mai omogenă decât în cazul fluidelor ce vaporizează la presiune joasă. Căldura specifică a CO₂ lichid este de asemenea ridicată, de aproximativ 3 ori mai mare decât a freonului R134a.

Valorile parametrilor punctului critic ale CO₂ respectiv temperatura critică de 31,06°C și presiunea critică de 73,83 bar, volumul masic critic de 0,00216 m³/kg, permit viteze mari de curgere, realizând un transfer de căldură eficient.

Coordonatele punctului triplu ale CO₂ atât temperatura de - 56,6°C, cât și presiunea 5,18 bar – sunt inconveniente particulare severe. Ținând cont de temperatura agenților naturali de răcire (aer și apă) de care dispunem, nu este posibilă condensarea CO₂, cum se face în mod curent cu fluidele ale căror puncte critice au valorile parametrilor caracteristici mult mai ridicate.

Pentru CO₂ este mai practic să folosim ciclurile frigorifice particulare transcritice, adesea denumite *circumcritice* deoarece agentul de lucru, CO₂ evoluează în jurul punctului sau critic.

Din punctul de vedere al cerințelor actuale CO₂ prezintă interes din următoarele puncte de vedere:

- consumul de energie primară pentru producerea agentului este comparabil cu al altor agenți, sau chiar mai mic;
- componentele agentului de lucru – sunt în favoarea acestui agent natural, cu atât mai mult cu cât influența lui asupra stratului de ozon este nulă (ODP = 0), iar aportul direct la încălzirea globală este atenuat de procesele naturale în care este antrenat agentul eșapat din instalație;
- aportul complex la procesul de încălzire globală materializate de coeficientul TEWI avantajează CO₂;
- siguranța în exploatare nu prezintă elemente mult diferite pentru sistemele ce utilizează CO₂ față de alți agenți, cum ar fi NH₃ sau SO₂. Și în cazul CO₂ sunt necesare măsuri de siguranță, respectarea unui regulament de lucru pentru a evita posibilele accidente;

- influența agentului de lucru asupra spațiului răcit având în vedere toxicitatea și inflamabilitatea acestuia este funcție de sistemul frigorific ales, de caracteristicile spațiului, de regimul de lucru în spațiul răcit. Apartenența CO₂ la grupa 1 de fluide neinflamabile, cu toxicitate nulă sau slabă, recomandă din acest punct de vedere utilizarea lui drept agent de lucru ;

- nivelul de zgomot produs de sistem nu prezintă caracteristici deosebite ;

- costurile de exploatare sunt pentru cazul CO₂ reduse datorită proprietăților termodinamice și termofizice, respectiv pierderi de sarcină pe traseele instalației reduse, lucrul mecanic necesar compresiei redus datorită raportului de compresie mic.

CONCLUZII

Proprietățile CO₂ îl recomandă drept un agent frigorific de viitor în raport cu alți agenți de lucru. Nivelele de presiune mai ridicate prezintă întradevăr un inconvenient, dar în condițiile tehnologice actuale ele nu mai sunt o problemă deosebită.

Având în vedere modul în care acest agent frigorific răspunde cerințelor actuale considerăm că utilizarea CO₂ drept agent de lucru reprezintă o bună soluție de viitor.

BIBLIOGRAFIE

- [1] CHIRIAC FI., ILIE A., DUMITRESCU R., *Utilizarea schimbătoarelor de căldură cu microcanale drept condensatoare și vaporizatoare în instalațiile frigorifice cu amoniac*. Nov. 2001.
- [2] HERA Dr., IVAN G., *Analiza energetică a instalațiilor frigorifice utilizând diferiți agenți frigorifici*, Conf. a VIII-a cu participare internațională "Eficienta, confort, conservarea energiei și protecția mediului" Bucuresti 28–30 nov. 2001.
- [3] VERHOEF P.J., *Good practice guidance for comercial refrigeration*, International Congress of Refrigeration 2003, Washington D.C.