



RCCTotalEnergy

RCC Total Energy – Schoon & zuinig koelen en verwarmen

Door ing. Rob Jans

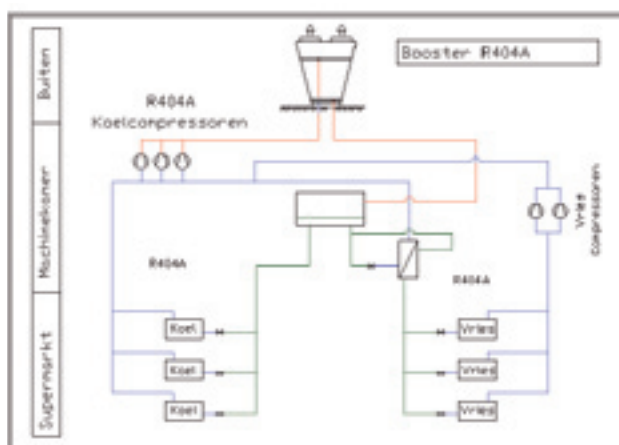
Adviseur Coolsultancy, Breda

Introduction of first transcritical booster systems with CO₂ as only refrigerant in three Dutch supermarkets

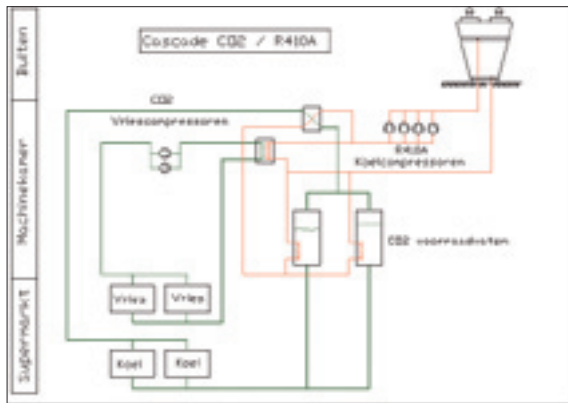
Introductie eerste transkritische boostersystemen met koudemiddel CO₂ in Nederlandse supermarkten

In het RCC-nummer van september 2004 werd voor het eerst melding gemaakt van een supermarkt die was uitgevoerd met uitsluitend CO₂ als koudemiddel. Het betrof hier echter een supermarkt in Italië. Vervolgens zijn er in diverse landen om ons heen (Luxemburg, Denemarken en later ook Duitsland) initiatieven ontstaan om deze nieuwe technologie toe te passen. Nu, bijna vijf jaar later, zullen vrij kort na elkaar drie supermarktprojecten in Nederland worden uitgevoerd met een transkritisch boostersysteem.

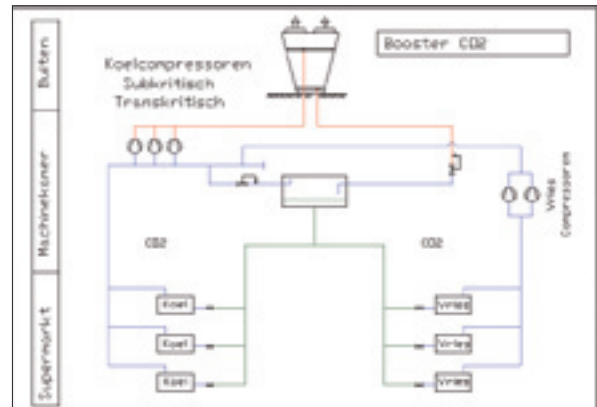
De drie projecten zullen door de auteur van dit artikel uitgebreid worden gemonitord, omdat deze door SenterNovem (in het kader van de ROB-regeling 2009) zijn aangemerkt als demonstratieprojecten met de daarbij behorende financiële tegemoetkomingen. In 2008 en 2009 zijn er al een aantal projecten uitgevoerd met een combinatie van een natuurlijk en een chemisch koudemiddel. Welke uitvoering de komende jaren in de Nederlandse supermarkten de voorkeur zal krijgen, zal vooral afhangen van de praktische meetresultaten van de demonstratieprojecten. De concepten waarover in dit artikel wordt gesproken, zijn schematisch weergegeven in de figuren 1 t/m 3.



Figuur 1: booster HFK-404A = referentie = kringloop subkritisch



Figuur 2: cascade HFK-410A/CO₂ = kringloop subkritisch



Figuur 3: booster CO₂-kringloop = subkritisch/transkritisch

De transkritische kringloop (zie Figuur 4) wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een gaskoeler i.p.v. een condensor. De kritische temperatuur van CO₂ bedraagt 31°C (7.38 Mpa). Boven deze temperatuur is het niet meer mogelijk om door drukverhoging het gas vloeibaar te krijgen. We krijgen pas weer vloeibaar koudemiddel nadat expansie van het gas heeft plaatsgevonden in het lagedrukvoorraadvat.

Vanuit dit voorraadvat vindt verdeling van de vloeistof plaats richting de koelen vriesobjecten, die kunnen worden uitgevoerd met standaard elektronische ventielen. Het ontwerp van de lagedrukzijde wijkt niet veel af van het ontwerp met R-410A.

Milieueffecten

Op voorhand kan er al een theoretische afweging gemaakt worden waarbij de milieueffecten van de diverse concepten naast elkaar worden gelegd. De getallen zijn voor de situatie waarbij gebruik wordt gemaakt van warmteterugwinning. Er is in deze situatie dus geen gasverbruik op de locatie.

In tabel 2 vindt u een overzicht van de milieueffecten van de diverse installatieconcepten.

Zoals u in de tabel ziet, geven beide nieuwe concepten een nagenoeg vergelijkbaar milieueffect. Er hoeft maar één parameter in de modelberekening anders te worden ingevoerd om het resultaat in het voordeel van het andere concept te laten uitvallen. De praktische metingen van het boosterconcept zullen het resultaat dus aanzienlijk beïnvloeden.

Warmteterugwinning

Belangrijk voor het uiteindelijke totale

energiegebruik is de uitvoering c.q. regeling van de warmteterugwinning. Bij de meest gangbare subkritische systemen dient in geval van een warmtevraag uit de supermarkt de condensatietemperatuur verhoogd te worden. Op die manier wordt een temperatuurniveau gecreëerd dat hoog genoeg is om effect te hebben op het warmteafgiftesysteem. Bij het CO₂-boosterconcept kan de warmtevraag in twee verschillende modi optreden, namelijk subkritisch en transkritisch.

Directe emissie t.g.v. koudemiddellekkage	Cascade-theorie	Booster-theorie
Koudemiddel(en)	R410A / CO ₂	CO ₂
Koudemiddelinhoud (ton)	0,1 / 0,35	0,35
GWP van het koudemiddel	1890 / 1	1
Jaarlijks lekverlies (%/jr)	5 / 5	5
Directe jaarlijkse emissie (ton CO ₂ eq./jr)	10 / 0,02	0,02

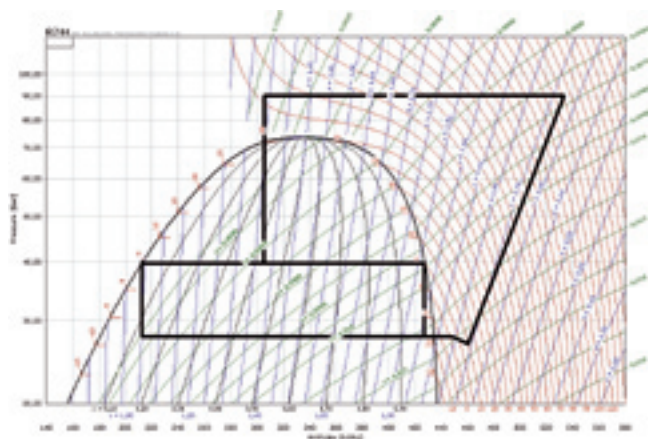
Indirecte emissie t.g.v. energieverbruik	Cascade-theorie	Booster-theorie
Koelvermogen (kW) (koelobjecten/vriesobjecten)	108 / 11,3	108 / 11,3
Koudefactor (COP)	Modelberekening	Modelberekening
Draaiuren installatie (h/jr)	Modelberekening	Modelberekening
Elektriciteitsverbruik koelinstallatie (kWh/jr)	170.721	189.940
Indirecte emissie (ton CO ₂ /jr) (0,61 kg CO ₂ /kWh)	104	116

Tabel 1: praktische milieueffecten



RCCTotalEnergy

RCC Total Energy – Schoon & zuinig koelen en verwarmen



Figuur 4: transkritische kringloop

De WTW-vraag bij de subkritische situatie is vergelijkbaar met de situatie met een HFK. Bij de transkritische kringloop vindt er geen condensatie plaats, maar hebben we te maken met het afkoelen van een gasstroom. Hierbij kan, nadat de warmteafgifte aan het WTW-systeem heeft plaatsgevonden, de gasstroom echter worden nagekoeld middels de altijd noodzakelijke gaskoeler. Hierdoor neemt de COP van de kringloop toe. Belangrijk voor het uiteindelijke energiegebruik is dus de uitvoering van de

regeling voor de WTW. Theoretisch kan het interessant zijn om in het geval van warmtevraag de kringloop naar de transkritische mode te forceren. In hoeverre dit ook in de praktijk zal plaatsvinden, zal de toekomst moeten uitwijzen.

Samenvatting

Nadat bijna vijf jaar geleden de eerste supermarkten in Europa werden voorzien van een transkritisch koelsysteem met CO₂ als koudemiddel, worden

medio 2009 de eerste supermarkten in Nederland uitgevoerd met een dergelijk systeem. Hierbij zijn overigens wel veel technische verbeteringen aangebracht ten opzichte van de eerste generatie, waardoor het energetisch rendement concurrerend is geworden met de huidige HFK-boostersystemen.

Summary

After the introduction of transcritical systems with CO₂ as refrigerant in European supermarkets almost five years ago, a number of Dutch supermarkets will (medio 2009) be equipped with similar systems. In comparison with the first generation, a number of technical improvements have been integrated in these systems, as a result of which the energy efficiency is now competitive with the existing HFC booster concept.

Installatieconcept	Broeikasgasemissie van de diverse concepten					
	Direct		Indirect		Totaal	
	ton CO ₂ /jr	%	ton CO ₂ /jr	%	ton CO ₂ /jr	%
Booster R404A (= referentie)	66	100	122	100	188	100
Cascade CO ₂ /R410A-theorie	10	10	104	85	114	61
Booster CO ₂ /CO ₂ -theorie	0	0	116	95	116	62

Tabel 2: overzicht milieueffecten van de beide concepten

MEER INFORMATIE
Coolsultancy Rob Jans
Ginnekenhof 4
4835 NN Breda
T: 076-8883567
F: 076-8883568
I: www.coolsultancy.nl