

BIEDEN NATUURLIJKE KOUEMIDDELEN EEN WAARDIG ALTERNATIEF?

EIGENSCHAPPEN EN TOEPASSINGEN VAN NATUURLIJKE KOUEMIDDELEN

Na een uitsluitingsperiode van veertien jaar verdween het koudemiddel R22 op 1 januari 2015 volledig van de markt. Verschillende alternatieven werden de voorbije jaren al in gebruik genomen, maar ook hun toekomst wordt nu door de vernieuwde F-gas wetgeving bedreigd. Op 14 april nodigde Atic, de Koninklijke Vereniging van de Verwarmings-, Ventilatie- en Klimaatbeheersingstechniek, haar leden daarom uit voor een studiedag in Leuven, waarop de nieuwe regelgeving en mogelijke langetermijnalternatieven besproken werden. Onder andere de rol van natuurlijk koudemiddelen zoals ammoniak, CO₂ en propaan kwam aan bod.

Elise Noyez

BEPERKING CO₂-UITSTOOT

GWP

Naast het volledige verbod op R22, ging op 1 januari 2015 ook de herziene F-gaswetgeving in voege. Deze staat in het teken van het afbouwen van de uitstoot van broeikasgassen of HFK's en legt o.a. beperkingen op voor de invoer van koudemiddelen en het op de markt brengen van producten en installaties die er gebruik van maken. Het Global Warming Potential (GWP) van koudemiddelen is een belangrijke factor in deze wetgeving. Het verwijst naar het opwarmingspotentieel van een bepaald gas ten opzichte van koolstofdioxide (CO₂) en zal gaandeweg meer en meer worden beperkt. Zo mogen in huishoudelijke toestellen zoals koelkasten en diepvriezen sinds 2015 geen HFK's met een GWP > 150 meer worden gebruikt en geldt voor commerciële koelinstallaties vanaf 2020

een maximum van 2.500. Vanaf 2022 geldt voor commerciële koelkasten en diepvriezen bovendien hetzelfde als voor de huishoudelijke toestellen: er mogen dan geen HFK's met GWP > 150 meer worden gebruikt. Ook voor HVAC-installaties worden limieten opgelegd. Veel koudemiddelen die vandaag als alternatief voor R22 worden toegepast hebben echter een GWP > 150. Het GWP van R404A is zelfs > 2.500. De toekomst van HFK-koelmiddelen is dan ook bedreigd: sommige zullen weldra volledig verdwijnen, terwijl andere beperkt zullen worden.

Alternatieve koudemiddelen

Wie voorbereid wil zijn, kan nu al kiezen voor alternatieve koudemiddelen met een laag GWP. Enerzijds worden er hiervoor synthetische koudemiddelen met een laag GWP ontwikkeld; anderzijds wordt het gebruik van natuurlijke koudemiddelen aangemoedigd.

Deze hebben niet alleen een verwaarloosbaar GWP, het zijn ook geen HFK's opgenomen in bijlage 1 van de F-gasverordening. Dat wil zeggen dat ze niet onder de F-gaswetgeving vallen en dat hun invoer m.a.w. niet beperkt is. De belangrijkste criteria voor koudemiddelen zijn, naast het GWP, de energie-efficiëntie, de beschikbaarheid, de veiligheid en de prijs.

Installatie

Hoewel de F-gasregelgeving zich in hoofdzaak richt op de milieupact van de koudemiddelen zelf, dient men te beseffen dat het GWP van koudemiddelen slechts een beperkt aandeel heeft in de totale CO₂-uitstoot van een installatie. Ruim 90% van de totale Global Warming Impact van een installatie is namelijk te wijten aan indirecte uitstoot t.g.v. de productie van de installatie, het onderhoud, het elektriciteitsverbruik ... Ook hiermee dient men met andere woorden rekening te houden bij de keuze voor een bepaalde installatie en het bijbehorende koudemiddel.

NIEUWE MACHINEKAMER INZA

Zuivelfabriek Inza had doorheen haar site twee netwerken lopen: een ijswaternetwerk op 0,5 °C en een glycolwaternetwerk op -8 °C. De glycolinstallatie was verouderd echter en werkte met een slecht rendement, terwijl de ijswaterinstallatie niet altijd de gewenste vertrektemperatuur behaalde. Na onderzoek bleek bovendien dat de fabriek perfect kon werken met slechts één



Op het dak van de machinekamer werden twee nieuwe condensers geplaatst



Het thermosiphonsysteem met op de achtergrond twee nieuwe SMC compressoren. Boven op de warmtewisselaar werd een afscheider geplaatst

koudenetwerk op ijswater (0,5 °C). Hiervoor bouwde Johnson Controls Industrial een nieuwe ammoniakmachinekamer waar het ijswater in twee trappen gecoeld wordt: eerst wordt het retourwater van 7 à 8 °C door een thermosiphonsysteem naar 2 °C gebracht en vervolgens wordt het met behulp van de bestaande ijswaterbakken gecoeld tot 0,5 °C. Voor de installatie werden twee bestaande GRASSO compressoren, twee ijswaterbakken en één BAC condensor gerecupereerd. Het thermosiphonsysteem is nieuw: hiervoor werden twee nieuwe SMC116 compressoren van SABROE, twee nieuwe condensers, een nieuwe afscheider en een platenwisselaar geplaatst. Er werden ook twee nieuwe frequentiegestuurde ijswaterpompen geplaatst. Daarnaast werden de nieuwe compressoren en de ventilatoren van de oude en nieuwe condensers met frequentieregeling uitgerust. Alle glycolverbruikers werden omgebouwd tot ijswaterverbruikers.

R717 (NH₃)

R717 of ammoniak (NH₃) is een natuurlijk koudemiddel dat al in gebruik is sinds het begin van de twintigste eeuw. Vandaag worden vooral de mogelijkheden voor ammoniak als alternatief voor R134a onderzocht, al is het door zijn werkdruk ook geschikt als alternatief voor R404A.

Eigenschappen

Ammoniak heeft een grote latente warmte, een goede warmtegeleidbaarheid en een erg gunstig rendement. Dankzij de lage viscositeit treden er slechts beperkte drukverliezen op en het grote specifieke volume, in combinatie met het lage specifieke gewicht, resulteert in minder volumetrisch debiet. Daarnaast is ammoniak goedkoop, is het steeds beschikbaar en is de milieu-impact met een GWP van 0 zeer laag.

Veiligheid

Nadeel van ammoniak is echter dat het een aantal belangrijke gevaren met zich meebrengt. Het is brandbaar, irriterend en corrosief. Er is ook een ontploffingsgevaar, bv. wanneer extreem hoge concentraties bereikt worden of wanneer water op vloeibare NH₃ wordt gesproeid. Tot slot is ammoniak ook giftig en kan het bij langdurige blootstelling aan extreme concentraties – 1.700 ppm/

30 min. of 5.000 ppm/2 min. – zelfs dodelijk zijn. Ammoniak is echter lichter dan lucht en al waarneembaar bij 5 ppm, zodat langdurige blootstelling in de praktijk zeer onwaarschijnlijk is.

Installatie

Om aan de veiligheidsproblematiek van ammoniak tegemoet te komen, moeten installaties specifiek op het product worden afgestemd. In plaats van de koperen buizen die traditioneel worden gebruikt, moet er bv. gebruikgemaakt worden van buizen uit staal of rvs. Daarnaast moet bijzondere aandacht worden besteed aan lekdetectie en afzuiging, alsook aan het onderhoud van de veiligheidsinstallaties. De norm NBN EN 378-3 schrijft voorts nog een aantal specifieke maatregelen voor. Zo moet de drain naar de riolering gesloten zijn en mogen er in de technische ruimte geen sprinklers worden gebruikt.

Toepassingen

Door de hogere installatie- en onderhoudskosten is ammoniak vooral interessant voor grotere installaties zoals de pompcirculatiesystemen in grote vrieshuizen, ijsbanen en brouwerijen. Het kan echter ook in directe en indirecte expansiesystemen voor airconditioning en proces-

koeling worden toegepast.

Deze hebben een kleinere koudemiddelinhoud dan de pompcirculatiesystemen, en bij de indirecte systemen wordt er in het systeem zelfs helemaal geen vloeibare ammoniak meer verpompt. Hier fungeert een secundair medium zoals glycol of CO₂ als koudedragers. Ten slotte wordt verwacht dat ammoniak enigszins zal winnen bij het groeiend belang van warmtepompen.

R744 (CO₂)

Net als ammoniak werd ook R744 of koolstofdioxide (CO₂) al rond 1900 als koudemiddel gebruikt. Omdat de werkdruk bij R744 echter zeer hoog ligt, tot 160 bar, ging de voorkeur lange tijd uit naar de freonen R12 en R22. Met het verbod op R22 en de nieuwe F-gaswetgeving wordt de deur naar R744 echter opnieuw open gezet.

Eigenschappen

R744 beschikt, zeker bij lage temperaturen, over goede koelcapaciteiten en een relatief hoog rendement. Bij een omgevingstemperatuur van 24 °C is het rendement bv. vergelijkbaar met dat van R404A; bij een omgevings-temperatuur van 12 °C benadert het het rendement van ammoniak. Dankzij de goede warmteoverdracht en het hoge volumetrische vermogen kunnen de verschillende componenten ook bij R744 relatief klein worden uitgevoerd. De werkdruk moet echter steeds op punt worden gehouden. Wanneer de druk onder het tripelpunt van 5,1 bar zakt, zal er namelijk droogijs ontstaan. R744 heeft een GWP van 1, is vrij beschikbaar en heeft een gunstige prijs (€ 2 à € 5/kg).

Veiligheid

In tegenstelling tot ammoniak is R744 niet giftig, niet brandbaar en niet explosief. Hoge concentraties, vanaf 5.000 ppm, kunnen echter wel tot ontstekingen en ademhalingsproblemen leiden. Een bijkomend aandachtspunt hierbij is dat CO₂ zwaarder is dan lucht en bovendien niet waarneembaar is. Ook hier kunnen lekken dus grote (menselijke) schade teweegbrengen.

Installatie

Voor CO₂-installaties zijn doorgaans andere systemen en compressoren nodig. Omdat R744 als koudemiddel vaak transkritisch wordt gebruikt, hebben CO₂-systemen bv. geen condensoren maar gaskoelers. Daarnaast zijn de conventionele koperen buizen door de hoge werkdruk niet geschikt voor dergelijke installaties, al bestaan er vandaag wel speciale buizen en fittingen, vervaardigd uit een extra

OPLEIDINGSCENTRUM MET CO₂-SYSTEMEN

In het opleidingscentrum koeltechnieken van de UC Leuven-Limburg in Houthalen wordt volop ingespeeld op de overstap naar natuurlijke koudemiddelen en energiebesparende technologieën. Het centrum fungeert als gecertificeerd examencentrum voor het behalen van het certificaat in de koeltechnieken, maar biedt ook verschillende opleidingen en trainingen die specifiek gericht zijn op het gebruik van innovatieve technologieën en natuurlijke koudemiddelen. Dat gebeurt niet alleen aan de hand van theoretische lessen, maar vooral vanuit een praktische benadering. Voor de opleidingen over het gebruik van CO₂ werden daarom drie verschillende CO₂-systemen geplaatst:

- **Transkritisch CO₂ boostersysteem** Low Temperature (6 kW), met directe expansie, en Medium Temperature (17 kW), met directe expansie en gepompte CO₂; een systeem dat doorgaans in supermarkten, voedingsverwerkende bedrijven en distributiecentra wordt toegepast.
- **Cascadesysteem NH₃/CO₂ LT** (3 kW): DX en MT (8 kW): gepompte CO₂; een systeem voor industriële toepassingen.
- **Subkritische CO₂ installatie** MT (6 kW): DX; een labo-opstelling bedoeld voor proeven, die in de praktijk echter zo goed als geen toepassing vindt.

Aan de hand van deze installaties leren de deelnemers aan de UCLL opleidingen veilig omgaan met CO₂, alsook over het ontwerp, de installatie, de inbedrijfstelling en de service- en onderhoudsprocedures van CO₂-systemen.



Een deelnemer aan de driedaagse training 'CO₂ als koelmiddel' maakt een component drukvrij

Het TripleAqua systeem werkt op basis van het speciaal ontworpen koudemiddel PROPÆNE, dat eigenschappen van propaan en propyleen combineert



sterke koperlegering (K65-koper). Zij zijn wel geschikt voor hogere werkdrukken en het transkritische gebruik van CO₂. Wanneer R744 in cascadesystemen wordt toegepast en de druk maximum tot 40 bar oploopt, mogen de conventionele koperen leidingen overigens wel worden gebruikt. Net als bij installaties die werken met ammoniak, vragen CO₂-installaties de nodige veiligheidsmaatregelen. Zo moet er voldoende ventilatie voorzien zijn, alsook goed geplaatste CO₂-detectoren en een duidelijk alarm. Om het risico op extreme druk te beperken, moet er een afblaasinrichting aanwezig zijn.

Toepassingen

Hoewel R744 niet meteen toepassing bij klassieke HVAC-installaties zal vinden, groeide het de voorbije vijftien jaar wel weer uit van een nichekoudemiddel tot een gewaardeerde oplossing voor commerciële koelinstallaties en warmtepompen. Zeker in gebieden met een relatief lage gemiddelde temperatuur, zoals in België, kunnen CO₂-installaties interessant zijn. Of R744 ook effectief zal uitgroeien tot een volwaardig alternatief voor koudemiddelen met een hoger GWP, is in ieder geval in grote mate afhankelijk van een aangepast systeemontwerp en de beschikbaarheid van gespecialiseerde opleidingen voor technici. Beide zijn namelijk onontbeerlijk om met de hoge drukken van CO₂-systemen om te gaan.

R290, R1270 EN R600A

De koolwaterstoffen propaan (R290), propeen (R1270) en isobutaan (R600a) gedragen zich het meest zoals R22. In de petrochemische industrie wordt propaan al lange tijd als koudemiddel gebruikt.

Eigenschappen

Het koelvermogen van propaan is vergelijkbaar met dat van R22, en dankzij de beperkte drukken en het temperatuurbereik zijn ze geschikt voor tal van toepassingen. Ook de dichtheid van de gassen en hun massa-

ECOMUNITYPARK KIEST VOOR PROPÆNE

In het Nederlandse Oosterwolde wordt op initiatief van opdrachtgever ECOstyle een duurzaam bedrijventerrein gerealiseerd. Ecomunitypark moet een ecologisch werklandschap worden, waarin innovatie, ondernemerschap en het delen van kennis en faciliteiten centraal staan. Bij de nieuwbouwplannen van het centrale kantoor werden dan ook verschillende eisen gesteld, waaronder het bouwen van een energieneutraal gebouw met BREEAM-outstanding certificaat en het afstappen van de milieubelastende koudemiddelen die traditioneel in HVAC-installaties worden gebruikt. In een vroeg stadium werd ook al gekozen voor bodempslag.

Op aanraden van de aannemer koos de bouwheer uiteindelijk voor het TripleAqua klimaatsysteem van ECR, een totaalconcept met aan de basis een warmtepomp die werkt op het natuurlijke koudemiddel PROPÆNE. Het PROPÆNE gas combineert de eigenschappen van propaan met de indringende geur en koeltechnische eigenschappen van propyleen. Het rendement en de werkdrukken van dit gas zijn

daardoor vrijwel identiek als bij R22, terwijl de persgastemperatuur en vulgraad in het TripleAqua systeem gunstiger zijn. Dankzij minipewarmtewisselaars is er namelijk een koudemiddelreductie tot 80%. Zo bedraagt de vulling minder dan een standaardpropaanfles van een caravan, en is de buitentoepassing van TripleAqua volledig veilig en toegestaan volgens EN378.

Het TripleAqua systeem zorgt via een driepijpswaternet en de binneneenheden met hoog rendement voor onafhankelijke koeling en verwarming, en kan dankzij de interne energieopslag van restwarmte en -koude rekenen op een hoog rendement.

In het ECOstyle project werd het systeem rechtstreeks gekoppeld aan de al voorziene bodempslag en kan het ook zonder inzet van de koelcompressor koelen.

debiet zijn gunstig. Ze hebben goede eigenschappen wat oplosbaarheid en transport van olie betreft, al kan hun sterke oplosbaarheid in combinatie met gangbare oliën ook negatieve gevolgen hebben op de installatie. Koolwaterstoffen hebben een GWP van 3 en tasten de ozonlaag niet aan.

Veiligheid

Wat corrosie en toxiciteit betreft, doen de koolwaterstoffen het goed. Ze zijn compatibel met quasi alle veelgebruikte materialen en zijn niet giftig. Het grote probleem is echter dat ze zeer brandbaar en explosief zijn.

Installatie

Bij installaties waarin koolwaterstoffen zoals propaan als koudemiddel worden gebruikt, dienen verschillende voorzorgs- en veiligheidsmaatregelen te worden genomen. Dat kan bv. door de hoeveelheid koudemiddel beperkt te houden. Installaties waarin minder dan 150 gram koolwaterstof gebruikt wordt, zoals koelkasten, kunnen probleemloos worden toegepast. Bij andere installaties dient men te voldoen aan diverse en strenge veiligheidsnormen, die door een onafhankelijke partij getest dienen te worden. Zo moet er o.a. ventilatie aanwezig zijn om de concentratie van de koolwaterstoffen te kunnen controleren, en moet de installatie uit zichzelf stilvallen wanneer de concentratie meer dan 25% van de onderste explosiegrens bedraagt.

Naast de ontvlambaarheid en het explosiegevaar, is ook de oplosbaarheid van de olie een aandachtspunt. Om een te sterke verdunning van de olie en bijgevolg een aantasting van de levensduur van de installatie tegen te gaan, wordt het best een interne warmtewisselaar geplaatst. Deze zal de vloeistof onderkoelen en de zuigassen oververhitten. De

oververhitte zuigassen verhinderen vervolgens dat koolwaterstoffen zich met de olie mengen en dat de viscositeit daalt.

Ten slotte moet ook de vochtigheidsgraad in de installatie beperkt blijven (< 50 ppm) en mogen geen legeringen worden gebruikt die meer dan 2% magnesium bevatten.

Toepassingen

De koolwaterstoffen hebben een lange traditie in de petrochemische sector en worden ook in kleinere installaties zoals koelkasten en automaten, waar de hoeveelheid < 150 gram is, regelmatig toegepast. Ook in commerciële koelinstallaties, chillers en warmtepompen zijn ze toepasbaar, mits de nodige veiligheidsmaatregelen worden genomen.

CONCLUSIE

Wat energie-efficiëntie, milieu-impact en beschikbaarheid betreft, bieden de natuurlijke koudemiddelen een sterk alternatief voor de koudemiddelen die vandaag het meest worden gebruikt, zeker op lange termijn.

Als de huidige lijn van de Europese wetgeving doorgetrokken wordt, lijken de natuurlijke koudemiddelen alvast het meest toekomstbestendig te zijn.

Natuurlijke koudemiddelen brengen echter ook bepaalde risico's met zich mee, bv. wat ontvlambaarheid, toxiciteit, druk of corrosie betreft. Die risico's kunnen door een aangepast systeemontwerp en de nodige veiligheidsmaatregelen weliswaar worden ingeperkt, maar dat brengt voorlopig nog een meerprijs met zich mee. Anderzijds kampen ook de meeste synthetische middelen met een laag GWP vandaag nog met bepaalde veiligheidsproblemen, waardoor ook zij bepaalde aanpassingen aan de installatie vragen. □