



With contribution of
the LIFE programme
of the European Union

Onderhoud & Herstellingen

Bij systemen die met alternatieve koelmiddelen
werken

Inhoud

- 1 - Gevaren van koelmiddelen
- 2 - Brandbare koelmiddelen
- 3 - R744 (Koolstofdioxide)
- 4 - R717 (Ammoniak)
- 5 - Zelftestvragen

Koelmiddel	Inademen	Brandbaarheid	Druk	Andere gevaren
R744	Lage Toxiciteit	Niet brandbaar	Veel hoger	Grote drukstijging door ingesloten vloeistof mogelijk. Vorming van droogijs.
R717	Hoge Toxiciteit	Lagere brandbaarheid	Lager	
R32	Verstikkend	Lagere brandbaarheid	Hoger	Ontbindingsproducten bij verbranding zeer giftig.
R1234ze	Verstikkend	Lagere brandbaarheid	Lager	Ontbindingsproducten bij verbranding zeer giftig.
R600a	Verstikkend	Uiterst brandbaar	Veel lager	
R290	Verstikkend	Uiterst brandbaar	Gelijk	
R1270	Verstikkend	Uiterst brandbaar	Gelijk	



With contribution of
the LIFE programme
of the European Union

Welkom bij het REAL Alternatives 4 LIFE Blended Learning Programma

Deze module is onderdeel van een blended learning programma voor technici werkzaam in de koel-, airconditioning- en warmtepompsector en is ontwikkeld om de vaardigheden en kennis aangaande het gebruik van alternatieve koelmiddelen te verbeteren. Het programma wordt ondersteund door een mix van interactieve e-learning, gedrukte trainingsgidsen, tools en assessments die gebruikt kunnen worden door opleidingscentra. Er is ook een e-bibliotheek met bijkomende informatiebronnen (gepost door gebruikers) op www.realalternatives.eu

REAL Alternatives 4 LIFE is ontwikkeld door een consortium van verenigingen en opleidingsinstellingen uit heel Europa en is medegefinancierd door de EU. Daarnaast wordt het gesteund door stakeholders uit de industrie. Leraren, fabrikanten en ontwerpers van installaties hebben bijgedragen aan de inhoud. Het leermateriaal is beschikbaar in Kroatisch, Tsjechisch, Nederlands, Engels, Frans, Duits, Italiaans, Pools, Roemeens, Spaans en Turks.

Modules	
1	Kennismaking met alternatieve koelmiddelen – veiligheid, efficiëntie, betrouwbaarheid en goede praktijk
2	Veiligheid en risicobeheer
3	Systeemontwerp
4	Lekdichtheid en lekdetectie
5	Onderhoud en herstellingen
6	Retrofitten met lage GWP-koelmiddelen
7	Checklist met wettelijke verplichtingen
8	Metten van de financiële en de ecologische impact van lekkende koelinstallaties
9	Hulpmiddelen en begeleiding voor het uitvoeren van een onderzoek ter plaatse

Je kan iedere module afzonderlijk studeren of je kan de hele cursus vervullen en het bijhorende examen afleggen.

www.realalternatives.eu



Meer informatie is beschikbaar in de online e-bibliotheek.

Doorheen de tekst van iedere module vindt u verwijzingen naar bronnen met meer gedetailleerde informatie. In de e-bibliotheek kan u deze informatie raadplegen <http://www.realalternatives.eu/e-library>. Er bestaat ook de mogelijkheid om zelf extra bronnen toe te voegen aan de e-bibliotheek, zoals weblinks en handleidingen. Module 7 biedt een complete lijst van relevante wetgeving en normen waarnaar wordt gerefereerd.

Assessment is beschikbaar indien je een CPD-certificaat wenst te behalen.

Aan het einde van iedere module zijn een aantal eenvoudige zelftestvragen en oefeningen voorzien om u te helpen uw leerproces te evalueren. De assessment (schriftelijk examen) is enkel beschikbaar in een daartoe erkend examen centrum.

Registreer je interesse in alternatieve koelmiddelen

op www.realalternatives.eu om updates te ontvangen, nieuws en event uitnodigingen gerelateerd aan training, vaardigheden en ontwikkelingen in de koeltechniek.

Je kan dit materiaal gebruiken en verdelen

voor individuele training. Het Institute of Refrigeration en partners behouden het copyright over de leerboekjes en de inhoud. Het leermateriaal mag gebruikt worden als geheel of gedeelten ervan voor opleidingsdoeleinden op schriftelijk verzoek van het REAL Alternatives Consortium, c/o Institute of Refrigeration, UK email: ior@ior.org.uk. Vragen over het leerprogramma of inhoudelijke vragen kunnen gericht worden aan ior@ior.org.uk.

Achtergrondinformatie en hoe het programma werd ontwikkeld.

Dit leerprogramma werd ontwikkeld als onderdeel van een door de EU medegefinancierd project en wordt geleid door een consortium van partners uit heel Europa. Het leerprogramma werd ontwikkeld om het gebrek aan vaardigheden gerelateerd aan het veilig gebruiken van alternatieve koelmiddelen onder koeltechniekers, airconditioningtechniekers en warmtepomptechniekers aan te pakken. Het programma geeft onafhankelijke en up to date informatie in een gemakkelijk format. Werkgevers, fabrikanten, sectorfondsen, en professionele organisaties uit heel Europa hebben leermateriaal ter beschikking gesteld, het projectteam geadviseerd en de inhoud gerecenseerd tijdens de ontwikkeling.

De consortium partners:

- Association of European Refrigeration Air Conditioning & Heat Pump Contractors, Belgium
- Associazione Tecnici del Freddo, Italy
- IKKE training centre Duisburg, Germany
- Institute of Refrigeration, UK
- International Institute of Refrigeration
- University College Leuven-Limburg, Belgium
- London South Bank University, UK
- PROZON recycling programme, Poland.

Met dank aan onze stakeholders:

- CNI National Confederation of Installers, Spain
- CHKT Czech Association for cooling and air conditioning technology
- HURKT, Croatian Refrigeration Airconditioning and Heat Pumps Association
- RGAR Association General of Refrigeration, Romania
- SOSIAD Association of Refrigeration Industry and Businessmen, Turkey
- SZ CHKT Slovak Association for Cooling and Airconditioning technology

Module 5 - Richtlijnen in verband met onderhoud en herstellingen van systemen die met alternatieve koelmiddelen werken

Deze module richt zich op de verschillen bij het onderhoud en het uitvoeren van herstellingen van systemen die gebruik maken van een alternatief koelmiddel. Deze module geeft een inleiding tot dit onderwerp. Deze module vervangt in geen geval praktijktraining, welke essentieel is bij het werken met deze koelmiddelen. In deze gids vindt u verwijzingen naar nuttige aanvullende informatie uit een reeks bronnen die door vakgenoten zijn gerecenseerd en die technische ondersteuning kunnen bieden indien u meer informatie nodig hebt.

De volgende pagina's focussen op de verschillen bij het onderhouden en repareren van systemen die een alternatief koelmiddel gebruiken. Deze module is gebaseerd op een code van de goede praktijk. De module bevat extra informatie over werken met brandbare koelmiddelen, toxische koelmiddelen en hogedruk koelmiddelen.

Informatie over de veilige werkomgeving is opgenomen, evenals de volgende procedures waar relevant:

- Lektesten
- Terugwinning / verwijdering
- Vacumeren
- Hardsolderen
- Vullen
- Onderdelen vervangen.

Er zijn geen volledige procedures voorzien - we schetsen alleen de kritieke punten die afwijken van de procedures voor conventionele koelmiddelen. Deze informatie is dan ook bedoeld voor ervaren service- en onderhoudstechnici.

We adviseren om voor deze werken een beroep te doen op technici die over een individueel certificaat in de koeltechniek (F-gassen) beschikken dat hun competentie aantoont op het vlak van de koelmiddelhandelingen. Bovendien moeten ze een extra opleiding hebben gevolgd over het alternatieve koelmiddel in kwestie.

Technici moeten diepgaande praktische training volgens alvorens te werken met alternatieve koelmiddelen.

1 Gevaren van koelmiddelen

Onderstaande tabel is een herinnering aan de gevaren van alternatieve koelmiddelen; volledige informatie staat in Module 2 “Veiligheid en risicobeheer”. Het 'stoplichtlichtsysteem' geeft de ernst van het gevaar aan in vergelijking met R404A als voorbeeld. Voordat u aan de slag gaat, moet u een risicoanalyse uitvoeren of een bestaande risicoanalyse raadplegen. De risico's worden geanalyseerd op basis van het type werk, de omgeving en de aanwezigheid van andere mensen in de zone.

REAL Alternatives
Module 2

Tabel 1, Gevaren verbonden aan alternatieve koelmiddelen vergeleken met R404A

Koelmiddel	Inademen	Brandbaarheid	Druk	Andere gevaren
R744	Lage Toxiciteit	Niet brandbaar	Veel hoger	Grote drukstijging door ingesloten vloeistof. Vorming van droogijs.
R717	Hoge Toxiciteit	Lagere brandbaarheid	Lager	
R32	Verstikkend	Lagere brandbaarheid	Hoger	Ontbindingsproducten bij verbranding zeer giftig.
R1234ze	Verstikkend	Lagere brandbaarheid	Lager	Ontbindingsproducten bij verbranding zeer giftig.
R600a	Verstikkend	Uiterst brandbaar	Veel lager	
R290	Verstikkend	Uiterst brandbaar	Gelijk	
R1270	Verstikkend	Uiterst brandbaar	Gelijk	

Groen - Vergelijkbaar met R404A of niet zo ernstig;

Oranje - Iets ernstiger dan R404A;

Rood - Aanzienlijk ernstiger dan R404A.

Verschillen in procedures bij service en onderhoud

De eigenschappen van alternatieve koelmiddelen – en dan in het bijzonder de gevaren die ermee samenhangen – bepalen de manier waarop de systemen worden onderhouden en hersteld. De impact op de hoofdprocedures (wanneer ze verschillen van traditionele HFK's) worden in de tabel hieronder samengevat en komen in de rest van deze module meer gedetailleerd aan bod.

Denk eraan:
Ga niet verder als u over iets twijfelt.
Stop met werken en stel uw vraag!

Tabel 2, Verschillen in procedures bij service en onderhoud

Koelmiddel	Werkzone	Apparatuur	Lektest	Vullen	Recupereren / afvoeren
R744	Zeer goed verlucht	Geschikt voor de hoge drukken	Methode gevoelig voor R744	Initieel met gas vullen om de vorming van droog ijs te voorkomen	Wordt meestal afgeblazen
R717	Zeer goed verlucht en vrij van ontstekingsbronnen	Geschikt voor gebruik met R717 en vrij van ontstekingsbronnen	Methode moet veilig zijn en gevoelig voor R717		Gerecupereerd
R32		Geschikt voor de hoge druk en vrij van ontstekingsbronnen	Methode moet veilig zijn en gevoelig voor R32		Gerecupereerd
R1234ze		Vrij van ontstekingsbronnen	Methode moet veilig zijn en gevoelig voor R1234ze		Gerecupereerd
R600a			Methode moet veilig zijn en gevoelig voor KWS-en	Het vulgewicht is minder, dus nauwkeurigheid is belangrijk	Kleine hoeveelheden* kunnen worden afgeblazen; anders worden KWS-en teruggewonnen of afgefakkeld
R290					
R1270					

* Met kleine hoeveelheden wordt meestal minder dan 150 g bedoeld.

Draag geschikte handschoenen en een veiligheidsbril wanneer u met een koelmiddel werkt en wanneer u warmbewerkingen uitvoert (solderen/lassen).

2 Veilig werken met brandbare koelmiddelen

Dit deel beschrijft hoe veilig om te gaan met:

- Koolwaterstoffen (R600a, R290, R1270);
- R32;
- R1234ze, R1234yf;
- R717 (wat ook nog in een apart deel wordt behandeld).

De veilige werkomgeving en PBM's

Wanneer u met brandbare koelmiddelen werkt, moet de zone waarin u werkt:

- Goed verlucht zijn;
- Vrij zijn van ontstekingsbronnen binnen een straal van 3 m (de gebruikelijke veilige zone wanneer u aan systemen met brandbare koelmiddelen werkt).

Pas indien nodig geforceerde verluchting toe met behulp van een geschikt ventilatorsysteem zoals Care Air. Deze zijn uitgerust met een explosieveilige ventilatormotor en met een snoer van 5 meter. U kunt het systeem dus buiten de veilige werkzone inschakelen.



Figuur 1, Geschikte ventilator

Bij het uitvoeren van invasief werk, of als een lek wordt vermoed, moet de werkzone met behulp van een KWS-detector gecontroleerd en gemonitord worden. Het is belangrijk dat de detector niet kan gereset worden bij reeds aanwezige koelmiddelniveaus op de achtergrond, en dat de detector alarmeert bij 20 % van het onderste ontvlambaarheidsniveau. Op de afbeelding ziet u detectoren die geschikt zijn om koolwaterstoffen op te sporen.



Figuur 2, Detectoren voor brandbare gassen



Figuur 3, Blusapparaat met droog poeder



Figuur 4, CO₂ blusser

Zorg er ook voor dat er een blusapparaat binnen handbereik is. Dit moet een type zijn met droog poeder met een capaciteit van minstens 2 kg of een CO₂-blusser met een equivalente capaciteit.

Apparatuur

Een aantal standaardgereedschappen en -apparatuur kunnen op een veilige manier gebruikt worden met brandbare koelmiddelen, inclusief manifoldsets. Opgelet: dit geldt niet voor R717.

De meeste standaardvacuümpompen kunnen op een veilige manier gebruikt worden, aangezien de enige potentiële ontstekingsbron in de meeste gevallen de aan/uit-schakelaar is. Bovendien vervliegt het brandbare koelmiddel uit de pomp meestal op een veilige manier en leidt het niet tot de vorming van een brandbare zone, op voorwaarde evenwel dat de pomp zich in een goed verluchte ruimte bevindt. In een volgende deel vindt u meer info over de manieren waarop u dit gevaar kunt vermijden.

Standaard recuperatie-units kunnen niet op een veilige manier gebruiken worden om brandbare koelmiddelen terug te winnen. Deze machines niet gebruiken bij het recupereren van brandbare koelmiddelen. In tegenstelling tot vacuümpompen zijn deze uitgerust met een aantal componenten die een vonk kunnen veroorzaken (bv. aan/uit-schakelaars, relais, pressostaten). Bovendien zou een lek resulteren in een brandbare zone rond de machine. Deze gevaren kunnen niet worden voorkomen. Daarom moet voor het recupereren van brandbaar koelmiddel een geschikte recuperatie-unit gebruikt worden.

De meeste elektronische lekdetectors om lekken van HFK's en HCFC's op te sporen zijn niet veilig voor gebruik met en niet gevoelig voor brandbare koelmiddelen. Daarom moeten elektronische detectoren gebruikt worden die specifiek voor brandbare gassen zijn ontworpen (of lekdetectiespray).

Lektesten

Op systemen die met brandbare koelmiddelen werken, moet u via een veilige methode lektests uitvoeren:

- Lekdetectiespray;
- Een geschikte elektronische detector voor brandbare gassen (in de afbeeldingen hieronder ziet u enkele voorbeelden).

Als u met deze methoden geen lekken vindt, moet u eerst het koelmiddel verwijderen dat nog in het systeem zit. Dan moet u een lektheidstest uitvoeren op het systeem met behulp van stikstof (of stikstof + traceergas).



Figuur 5, Voorbeeld van gereedschappen die worden gebruikt bij het onderhoud van een KWS-installatie

BRA Guide to servicing hydrocarbon refrigerants in a commercial environment

Zie REAL Alternatives Module 4 Lektheid en lekdetectie



Figuur 6, Elektronische lekdetectors geschikt voor koolwaterstoffen

Koelmiddel terugwinnen

Brandbaar koelmiddel moet u terugwinnen met behulp van een geschikte recuperatie-unit zoals de Care Saver (u mag hiervoor geen standaard recuperatie-unit voor koelmiddelen op basis van gehalogeneerde koolwaterstoffen gebruiken). Opgelet: deze oplossing is niet geschikt voor R717.

- Vacumeer de recuperatiecilinder voordat u ze met brandbaar koelmiddel vult.
- Meng geen brandbare koelmiddelen met andere types koelmiddel in een recuperatiecilinder.
- Vul de recuperatiecilinder met maximaal 45 % van het veilige vulgewicht voor HFK's wanneer u koelmiddelen op basis van koolwaterstof terugwint.
- Breng op de recuperatiecilinder de vereiste labels aan, zodat duidelijk is dat er een brandbare stof in opgeslagen is.



Figuur 7, Recuperatie-unit geschikt voor KWS-en, R32 and R1234ze

Vacumeren

Controleer de vacuümpomp om na te gaan of de aan/uit-schakelaar de enige potentiële ontstekingsbron is. Als dat het geval is, kunt u de vacuümpomp op een veilige manier gebruiken met brandbaar koelmiddel als de aan/uit- schakelaar niet wordt gebruikt:

- Plaats de schakelaar in de aan-stand, stop de stekker in een stopcontact buiten de zone van 3 meter en stuur de pomp aan vanaf dit stopcontact.
- Stel de vacuümpomp op in een goed verluchte ruimte of buiten.

Soldeerverbindingen lossolderen

Veilig een soldeerverbinding lossolderen:

- Controleer de zone continu met een detector geschikt voor brandbare koelmiddelen. Zorg voor een goede natuurlijke of geforceerde ventilatie.
- Recupereer het brandbare koelmiddel uit het systeem (zie recuperatieprocedure). Zorg ervoor dat er geen koelmiddel meer aanwezig is in het systeem.
- Laat de recuperatie-unit lang genoeg werken, zodat het systeem onder vacuüm komt te staan en er zoveel mogelijk koelmiddel uit het systeem wordt verwijderd.
- Vul het systeem met droge stikstof op een druk van 0,1 bar g.

- Sluit een afblaasleiding op het systeem aan, die openstaat ten opzichte van de atmosfeer.
- Maak de soldeerverbindingen los.

Zorg ervoor dat al het koelmiddel is verwijderd voorafgaand aan het lossolderen door zowel de hoge- als de lagedruk zijden van het systeem aan te sluiten.

Solderen

Veilig een soldeerverbinding maken:

- Controleer de zone continu met een detector voor brandbare koelmiddelen.
- Zorg voor een goede natuurlijke of geforceerde verluchting.
- Als u de aansluitingen opnieuw soldeert: zorg ervoor dat minstens één toegangspunt van het systeem openstaat ten opzichte van de atmosfeer en zorg voor stikstofdoorstroming.

Vullen

- Zorg voor een goede natuurlijke of geforceerde ventilatie.
- Voor KWS-en: gebruik een koolwaterstof dat geschikt is om te gebruiken als koelmiddel. Gebruik geen lpg.
- Purgeer de vulslangen zorgvuldig als ze niet zijn gevacumeerd.
- Vul het systeem niet te veel (bv. het vulgewicht van een KWS bedraagt ongeveer 45 % van het vulgewicht voor een vergelijkbaar HFK-systeem).
- Weeg het toegevoegde koelmiddel nauwkeurig wanneer u kritisch gevulde systemen moet vullen. De tolerantie bedraagt in de meeste gevallen ± 5 %. Wijk hier niet vanaf! Volg op dit vlak altijd de instructies van de fabrikant.

Onderdelen vervangen

- Vervang elektrische apparatuur en compressoren met identieke onderdelen.
- Controleer of afgedichte elektrische contactdozen op een correcte manier afgedicht zijn voordat u het systeem opnieuw in werking stelt.
- Wijzig of verplaats geen componenten.

3 Veilig werken met R744 (Koolstofdioxide)

De belangrijkste verschillen bij het werken met R744 kunnen geassocieerd worden met hoge drukken, het verhoogde risico en de kans op het insluiten van vloeistof en problemen die samenhangen met de vorming van droogijs.

Veilige werkomgeving en PBM's

De werkzone moet goed worden verlucht en worden gemonitord met een CO₂-detector (ofwel door de vaste lekdetectie in de zone of met een persoonlijke detector).

Daarbij worden meestal de volgende alarmniveaus toegepast:

- Vooralarm bij 5 000 ppm;
- Hoofdalarm bij 20 000 ppm.



Figuur 8, Persoonlijke CO₂ detector

R744 is verstikkend en kan hyperventilatie en desoriëntatie veroorzaken. Bij het afblazen van R744-systemen moet u ook gehoorbescherming gebruiken.

Voordat u aan een R744-systeem begint te werken, moet u weten hoe het systeem werkt en wat alle onderdelen doen. Dit geldt vooral voor de afsluitkleppen.



Apparatuur

Bij transkritische systemen kan de druk tot 120 bar g zijn, bij de meeste subkritische cascadesystemen 45 bar g. De druk in de koelmiddelcilinder is hoog: bv. ongeveer 100 bar g wanneer de temperatuur van de koelmiddelcilinder 40°C bedraagt.

De gereedschappen en de apparatuur moeten geschikt zijn voor de hoge drukken:

- Slangen (omvlochten staaldraad, koperen buis of pneumatische slang);
- Meters/manifoldset;
- Aansluitingen op koelmiddelcilinders;
- Stikstofdrukregelaar (drukreduceerventiel) en manifold voor druktests – het is mogelijk dat u een sterktestdruk van meer dan 120 bar g moet toepassen (op de afbeelding ziet u een geschikte regelaar).



Figuur 9, geschikte regelaar voor druktests op R744-systemen

Bij het aansluiten op systemen:

- Zorg ervoor dat er geen R744 achtergebleven is in slangen, montagestukken enz.
- Als het systeem met een overdrukklep uitgerust is, moet u controleren of ze in een veilige richting gas afblaast.

Op de afbeeldingen ziet u voorbeelden van geschikte vulapparatuur.



Figuur 10, Koelmiddelcilinder



Figuur 11, Aansluiting systeem



Figuur 12, Aansluiting cilinder

Lekdetectie

CO₂ bestaat uit kleinere moleculen dan HFK-koelmiddelen, waardoor dit gas gemakkelijker ontsnapt (diffusie). In combinatie met de hogere druk betekent dit dat R744-systemen meer risico hebben om te lekken. De volgende lekdetectiemethoden worden toegepast:

Zie REAL Alternatives
Module 4

- Visuele controle – bv. op olievlekken;
- Lekdetectiespray;
- Geschikte elektronische lekdetectoren zoals die op de afbeelding (er zit CO₂ in de atmosfeer, waardoor deze detectoren een lek boven dit niveau detecteren).



Figuur 13, Lekdetectoren geschikt voor R744

Afblazen

R744 wordt meestal afgeblazen in plaats van teruggewonnen:

- Blaas het koelmiddel af in een zeer goed verluchte ruimte of buiten.
- Denk aan het verstikkingsgevaar.
- Houd rekening met het hoge geluidsniveau bij afblazen (draag gehoorbescherming).
- Let op de vorming van droogijs in het systeem (bv. aan orifice) en in de afblaasleiding bij het naderen van het tripelpunt.
- Draag geschikte handschoenen, want de temperatuur van de leiding zal zakken.
- Let op voor de erg hoge druk. Zet de afblaasleiding vast, zodat ze niet weg kan slaan.
- Houd altijd toezicht op het systeem tijdens het afblazen.

Droogijs

Bij afblazen:

Als er zich droogijs vormt tijdens het afblazen, zal de druk achter de “stop” zakken naar 0 bar g (indien de manometer in open verbinding staat met de atmosfeer). Hierdoor kan het lijken dat het systeem leeg is. Echter, wanneer het droogijs sublimeert, zal de manometerdruk plots snel toenemen en dus ook de druk in de afblaasleiding. Controleer de systeemdruk voordat u er aan gaat werken.

Als er zich droogijs vormt:

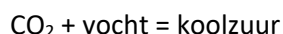
- Verwarm het niet.
- Controleer dat de afblaasleiding goed gefixeerd is en controleer de systeemdruk.
- U zult het merken wanneer het droogijs gesublimeerd is. Dit kan lang duren.
- Blijf het systeem afblazen.

In het systeem:

Droogijs kan gevormd worden in een werkend systeem. Bijvoorbeeld wanneer de druk van een tussendrukvat daalt onder de 5,2 bar g. Dit kan gebeuren door een slecht ingeregelde klep of een slecht afgestelde pump-down cyclus.

Vacumeren

Systemen moeten worden gevacumeerd als ze open zijn geweest, aan lucht zijn blootgesteld of na afloop van een druktest:



De aanwezigheid van lucht in transkritische systemen veroorzaakt grote problemen, aangezien lucht een niet-condenseerbaar gas is dat de systeemdruk doet stijgen (zoals dat in alle koelsystemen gebeurt, maar in een R744- systeem is de extra druk meer kritiek).

Vullen

Veel systemen hebben een vast vulpunt, zodat koelmiddelcilinders zo weinig mogelijk moeten worden verplaatst (zie voorbeeld op de afbeelding). Die leidingen mogen aan slechts één uiteinde met een klep zijn uitgerust, zodat er geen koelmiddel kan worden ingesloten. Ofwel



Figuur 14, Voorbeeld van een vulpunt

moeten ze voorzien zijn van een overdrukklep. Alvorens met vloeistof te vullen, moeten de slangen van de manometer eerst met gasvormig R744 gevuld worden.

Tijdens het vullen met R744:

- Zorg ervoor dat de ruimte heel goed wordt verlucht.
- Controleer of er CO₂ wordt gebruikt die geschikt is als koelmiddel (nl. R744).
- Zorg ervoor dat de cilinders rechtop staan en stevig vast staan (bv. in een geschikte kar).
- Zet de cilinders langzaam open. Vergeet niet dat de hoge druk een fles kan destabiliseren.
- Purgeer de leidingen, zodat er geen lucht, vocht en andere verontreinigende stoffen meer in zitten.

Het is belangrijk om de vorming van droogijs te voorkomen:

- Vul met gas tot de systeemdruk zich boven het tripelpunt van 4,2 bar g bevindt (bv. vul tot 10 bar g).
- Vul daarna met vloeistof.

Bij cascadesystemen is de volgorde van het vullen belangrijk: u moet eerst de hoge trap vullen en in werking stellen.

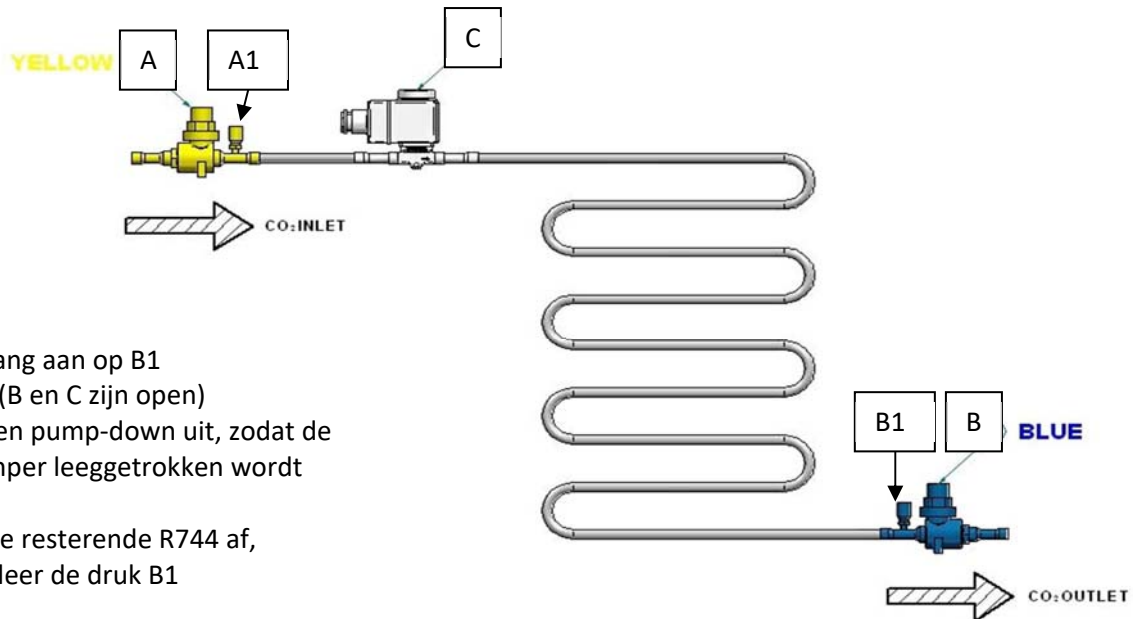
Controleer na het vullen of er geen R744 in de vulapparatuur of de slangen achtergebleven is. Open daarom alle kranen op de vulapparatuur. Sluit de kranen pas wanneer u er zeker van bent dat er alleen R744-gas bij lagedruk (bv. 10 bar g) in de leidingen zit.

In veel systemen ligt de instelwaarde van de overdrukklep (PRV) lager dan de druk van de R744 in de cilinder. Vul langzaam en zorgvuldig, zodat de PRV niet afblaast.

Onderdelen isoleren/ vervangen

De R744 moet op een van de volgende manieren worden verwijderd:

- Afblazen op de manier die hierboven beschreven staat;
of
- Vloeistof naar een ander deel van het systeem overbrengen;
of
- Vloeistof verdampen op de manier die hieronder beschreven staat.



1. Sluit slang aan op B1
2. Sluit A (B en C zijn open)
3. Voer een pump-down uit, zodat de verdamper leeggetrokken wordt
4. Sluit B
5. Blaas de resterende R744 af,
6. Controleer de druk B1

Figuur 15, R744 verwijderen uit een verdamper, drukkrijg maken

Zorg er zeker voor dat...

- Er geen R744-vloeistof achterblijft;
- Dat de juiste kranen worden gebruikt bij het isoleren van een component (bijvoorbeeld: gebruik hiervoor geen magneetventiel);
- Leidingen/ onderdelen die R744 bevatten, niet worden gesoldeerd of gelast.

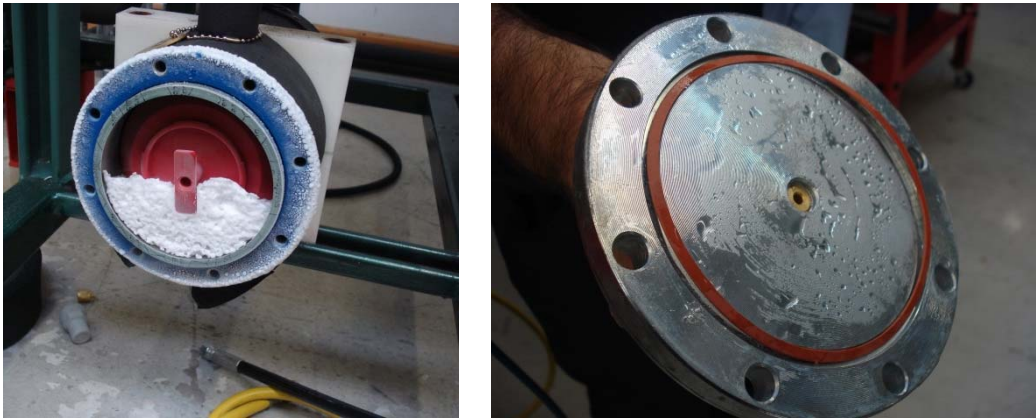
Opmerking: Het is mogelijk dat u wegens de erg hoge druk een magneetventiel niet open krijgt met behulp van een magneet. Controleer of de klep wel degelijk open gaat door te luisteren.

Droogijs

Het is mogelijk dat er droogijs ontstaat in het systeem wanneer R744 wordt afgeblazen.

Dit ijs is heel koud, waardoor de oppervlakken zeer koud zijn wanneer u het systeem opent. Vocht zal op deze oppervlakken dan ook sneller condenseren. Droog de oppervlakken zo grondig mogelijk en vacumeer het systeem voordat u het opnieuw in dienst stelt.

Op de afbeeldingen hieronder ziet u een voorbeeld tijdens de vervanging van een drogerkern.



Figuur 16, Voorbeeld van droogijs en vocht binnen in de behuizing van een filter/droger

4 Veilig werken met R717 (Ammoniak)

Veilige werkomgeving en PBM's

Naast de maatregelen die bij het gebruik van andere brandbare koelmiddelen horen, is het mogelijk dat u ook ademhalingsapparatuur onder positieve druk nodig hebt. U moet hoe dan ook met deze veiligheidsapparatuur kunnen omgaan (via een opleiding) voor u ze gebruikt.

U moet persoonlijke beschermingsmiddelen dragen wanneer u met R717 werkt en wanneer u olie aftapt. Het moet minstens gaan om werkhandschoenen die tegen chemische producten bestand zijn, een goed aansluitende beschermende bril en een ademhalingstoestel met een cartridge.



Figuur 17,
Ademhalingsapparatuur die geschikt is voor gebruik met R717

Er moet een oplossing beschikbaar zijn om de ogen uit te spoelen en voor ammoniakhoeveelheden van meer dan 1000 kg moet een nooddouche worden voorzien.

IOR Guidance Note on
Ammonia Servicing

Voor alle procedures waarbij het systeem moet worden geopend, moeten er gedetailleerde risicoanalyses en evacuatieprocedures beschikbaar zijn. Bovendien moeten er geschikte maatregelen worden getroffen om het risico voor het personeel zo veel mogelijk te beperken. Ventilatie is hierbij van essentieel belang.

Zie REAL Alternatives
Module 4

Apparatuur

Alle gebruikte apparatuur moet geschikt zijn voor gebruik met R717. Onderdelen en montagestukken in koper of messing mogen niet worden gebruikt. Algemeen gesteld is apparatuur voor HFK-koelmiddelen niet geschikt voor gebruik met R717.

Op de foto ziet u een door een riem aangedreven vacuümpomp die geschikt is voor gebruik met R717.



Figuur 18, Vacuümpomp geschikt voor gebruik met R717

Lekdetectie

R717 lekken kunt u op de volgende manieren opsporen:

- Visuele controle – bv. controleren op olievlekken;
- Lekdetectiespray;
- Een geschikte elektronische lekdetector;
- Fenolftaleïnepapier (lakmoes).

Koelmiddel verwijderen voor service

Systemen waaraan service moet worden verricht, worden normaal vooraf leeggepompt. Daarbij wordt het koelmiddel overgepompt naar een ander deel van het systeem of naar een opslagvat. Een kleine hoeveelheid gas kan worden afgeblazen.

Grote systemen kunnen met specifieke pompen om het koelmiddel uit het systeem te pompen uitgerust zijn:

- Voor damp – in de meeste gevallen een compressor en condensorset die met een lage tegendruk kan werken;
- Voor vloeistof – een pompunit.



Figuur 19, Voorbeeld van een ammoniakpomp

Olie terugwinnen

Aangezien ammoniak en minerale olie bijna niet mengen, blijft de olie die in de lage drukzijde van het systeem terechtkomt, daar meestal achter als een laag olie onder de ammoniak. Tenzij er olieterugwinsystemen geïnstalleerd zijn of tenzij de olie uit het systeem wordt verwijderd. Dit betekent dat u de olie bij sommige systemen regelmatig manueel moet opvangen en dat u het systeem met verse olie moet vullen.

U moet olie opvangen in een geschikte open metalen houder en vervolgens verwijderen in overeenstemming met de geldende afvalverwijderingsvoorschriften. Verwijder nooit olie uit het systeem zonder het onderdeel of het deel van het systeem waaruit u de olie tapt, vooraf leeg te pompen en behoorlijk te isoleren.

Om veiligheidsredenen is het van essentieel belang dat de juiste procedure wordt gevolgd en dat ze wordt uitgevoerd door bekwame en gecertificeerde personen.

IOR Guidance Note of
Oil draining from
Ammonia Systems

5 Zelftestvragen

Probeer de meerkeuzevragen hieronder om uw leerproces te checken:

Vraag 1 –

Wat is de aanbevolen straal rond het werkgebied die vrij moet zijn van vonken wanneer wordt gewerkt met R1270?

- I. 0.3 m
- II. 1 m
- III. 3 m
- IV. 10 m

Vraag 2-

Welke methode wordt meestal gebruikt om een R744 systeem leeg te maken?

- I. De R744 wordt afgeblazen naar de atmosfeer
- II. De R744 wordt gerecupereerd m.b.v. een hogedruk recuperatie-unit
- III. De R744 wordt in een hogedrukcilinder gepompt
- IV. Er wordt een pump-down op het systeem uitgevoerd

Vraag 3 –

Voor welk koelmiddel is het vulgewicht bijzonder belangrijk?

- I. R32
- II. R1234ze
- III. R744
- IV. R600a

Vraag 4 –

Wanneer u invasief moet werken aan een systeem met brandbaar koelmiddel, moet het werkgebied worden bewaakt door een lekdetector. Bij welk percentage van de LFL moet de detector een alarm geven?

- I. 100%
- II. 20%
- III. 50%
- IV. 150%

(De juiste antwoorden worden getoond aan het einde van de volgende pagina.)

Volgende stappen

Deze module richt zich op de verschillen bij het onderhoud en het uitvoeren van herstellingen van systemen die gebruik maken van een alternatief koelmiddel. Deze module geeft een inleiding tot dit onderwerp. Er is veel meer informatie in de documenten die in de links zijn gemarkeerd. Ga naar de online e-bibliotheek op <http://www.realalternatives.eu/e-library> om alle aanvullende informatie te bekijken die u mogelijk nuttig vindt.

Als je een REAL Alternatives Certificaat wilt behalen, moet je een volledig eindexamen afleggen bij een gecertificeerd opleidingscentrum voor REAL Alternatives. Informatie over het examen is beschikbaar op <http://www.realalternatives.eu/>

Je kunt nu je zelfstudie voortzetten met een van de volgende REAL Alternatives leermodules:

1. Kennismaking met alternatieve koelmiddelen – veiligheid, efficiëntie, betrouwbaarheid en goede praktijk
2. Veiligheid en risicobeoordeling
3. Systeemontwerp voor systemen met alternatieve koelmiddelen
4. Lekdichtheid en lekdetectie bij alternatieve koelmiddelen
5. Richtlijnen in verband met onderhoud en herstellingen van systemen die met alternatieve koelmiddelen werken
6. Bestaande koelsystemen retrofitten met lage GWP-alternatieven
7. Checklist met wettelijke verplichtingen bij werken met alternatieve koelmiddelen
8. Meten van de financiële en ecologische impact van lekkage
9. Hulpmiddelen en begeleiding voor het uitvoeren van een onderzoek ter plaatse

Gebruiksvoorwaarden

De REAL Alternatives e-learning materialen worden kosteloos ter beschikking gesteld voor educatieve doeleinden en mogen niet worden verkocht, afgedrukt, gekopieerd of gereproduceerd zonder voorafgaande schriftelijke toestemming. Alle materialen blijven eigendom van het Institute of Refrigeration (UK) en partners. Materialen zijn ontwikkeld door experts en zijn onderworpen aan een grondige collegiale toetsing en testen, maar het IoR en partners accepteren geen aansprakelijkheid voor fouten of weglatingen. © IOR 2015, herzien 2017

Dit project is gefinancierd met steun van de Europese Commissie. Deze publicatie [communicatie] geeft uitsluitend de mening van de auteur weer en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor het gebruik van de informatie die erin is vervat.