

INDUSTRIËLE KOUEMIDDELEN

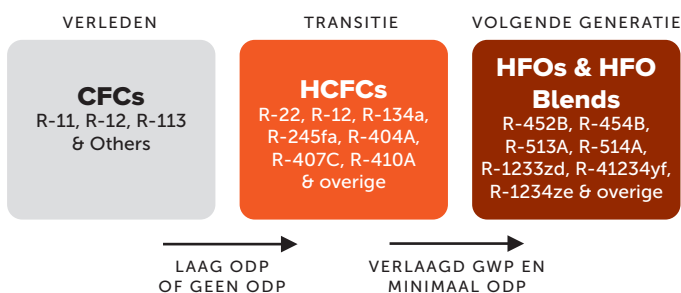
WAT IS EEN KOUEMIDDEL?

Industriële koelmachines halen warmte uit vloeistof via een verdampers, adsorptiekoeling of absorptiekoelcyclus. Koudemiddelen, zijn de stoffen die worden gebruikt in de koelcyclus waar ze in de meeste gevallen overgaan vanuit een vloeistofvorm naar gas (verdampen) en vervolgens weer terug naar vloeistof (condenseren). Fluorkoolwaterstoffen, vooral chloorfluorkoolwaterstoffen, werden in de 20e eeuw veelvuldig gebruikt als koudemiddel, maar deze worden nu afgebouwd vanwege hun ozonafbrekende effecten. Veel voorkomende koudemiddelen zijn ammoniak, zwaveldioxide en niet-gehalogeneerde koolwaterstoffen zoals propaan.

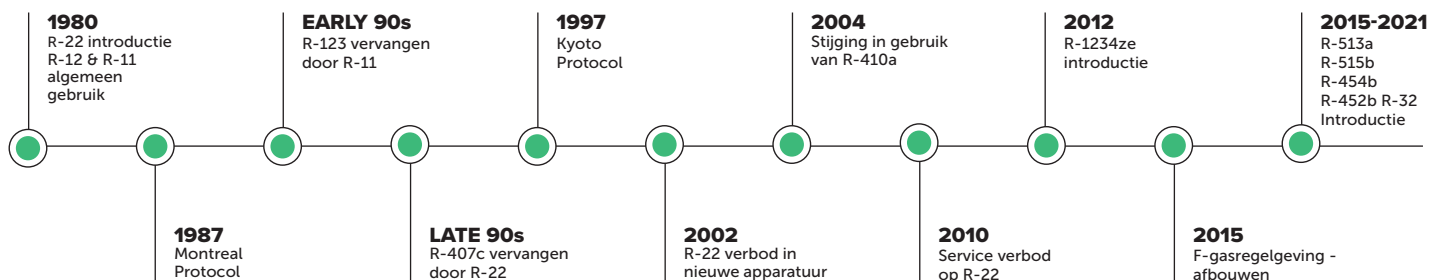
IDEALE KOUEMIDDELEIGENSCHAPPEN

Het ideale koudemiddel is niet-giftig, niet-ontvlambaar, niet-explosief, niet-corrosief, niet-schadelijk voor het milieu, goedkoop en gemakkelijk te produceren en te verwerken, en heeft goede thermodynamische eigenschappen bij lage drukken.

De gewenste thermodynamische eigenschappen zijn een verdampingspunt iets onder de gewenste vloeistoftemperatuur en een hoge latente verdampingswarmte om meer warmte per volume te verplaatsen wanneer het verdamt. Idealiter zou het koudemiddel een matige dichtheid in vloeibare vorm moeten hebben, een relatief hoge dichtheid in gasvorm, en verdampen en condenseren bij temperaturen die gemakkelijk te variëren zijn met compressiedruk. Omdat het verdampingspunt en de gasdichtheid worden beïnvloed door druk, kunnen koudemiddelen geschikter worden gemaakt voor een bepaalde toepassing door de juiste keuze van werkdrukken.



TIJDLIJN VERLOOP:



Ten slotte moeten koudemiddelen goed met olie worden gemengd, zodat de olie de compressor effectief kan smeren.

In werkelijkheid hebben verschillende koudemiddelen deze gewenste eigenschappen in meerdere of mindere mate, waardoor de keuze een kwestie van afweging is.

De verandering in prioriteiten in de afgelopen eeuw van veiligheid naar milieubescherming blijft de verandering in de keuze van koudemiddel stimuleren.

In reality, different refrigerants have varying degrees of these desired properties making choice a matter of trade off. The change in priorities over the last century from safety to environmental protection continues to drive change in refrigerant choice.

GESCHIEDENIS EN REGULERING VAN KOELMIDDELEN

De eerste commerciële koelmiddelen gebruikten giftige of brandbare gassen, zoals ammoniak, methylchloride of propaan, die bij lekken tot dodelijke ongevallen konden leiden. Een niet-giftig en niet-ontvlambaar chloorfluorkoolwaterstof (CFC) -gas werd ontwikkeld in 1928 (R-12) en het merk Freon werd door DuPont later vervangen door chloorfluorkoolwaterstof (HCFC), gewoonlijk R-22 en fluorkoolwaterstof (HFK) koelmiddelen. Deze koudemiddelen werden veelvuldig gebruikt voor industriële doeleinden omdat ze een hoog niveau van veiligheid en efficiëntie boden in combinatie met lage installatiekosten.

De meeste van deze veel voorkomende CFC-, HCFC- en HFC-koudemiddelen zijn broeikasgassen die bijdragen aan de opwarming van de aarde en die de ozonlaag kunnen aantasten wanneer ze naar de atmosfeer worden gelekt. R-22 heeft bijvoorbeeld een global warming potential (GWP) dat ongeveer 1.800 keer hoger is dan CO₂.

INDUSTRIËLE KOUEMIDDELEN

Regelgeving is steeds strenger geworden met het Montreal Protocol in 1987 en het Kyoto Protocol in 1997, wat heeft geleid tot een verschuiving naar koudemiddelen met een nog lagere milieu-impact. Er zijn voorschriften van kracht geworden die het gebruik van ozonafbrekende HCFC-koelmiddelen zoals R-22 in nieuwe systemen verbieden. Oudere koelmachines die dit koelmiddel gebruiken, mogen wel nog steeds worden gerepareerd en onderhouden.

De EU-regelgeving voor F-gassen is in 2015 van kracht geworden om de uitstoot van gefluoreerde broeikasgassen (F-gassen) te verminderen door middel van verlaagde quota, verboden en onderhoudsvereisten.

- Beperking van de hoeveelheid F-gassen die in de EU worden verkocht vanaf 2015, geleidelijke afbouw tot een vijfde van de verkopen in 2014 in 2030.
- Het verbieden van F-gassen in veel nieuwe soorten apparatuur
- Voorkomen van emissies van F-gassen door bestaande apparatuur door lekcontroles, onderhoud en terugwinning van de gassen aan het einde van de levensduur van de apparatuur

Deze regelgeving en de vraag vanuit de markt naar meer milieuvriendelijke oplossingen hebben geleid tot veel innovatie in industriële processen en HVAC-apparatuur, waarbij veel nu nieuwe koelmiddelen zoals R-454b en R-513a worden gebruikt.

VEILIGHEIDSClassificaties voor KoudeMiddel

Koelmiddelen zijn gecategoriseerd op basis van toxiciteit en ontvlambaarheid. Er zijn twee klassen voor toxiciteit; lagere toxiciteit (Klasse A) waar toxische concentraties lager zijn dan of gelijk zijn aan 400 delen per miljoen (PPM) per volume en hogere toxiciteit (Klasse B).

Er zijn vier ontvlambaarheidsklassen: 1, 2L, 2 of 3. Klasse 1 is voor koelmiddelen die niet ontvlambaar zijn bij 60 ° C (140 ° F), variërend tot klasse 3 licht ontvlambaar. Het doel van de 2L-subklasse is om de lagere ontvlambaarheidseigenschappen van de nieuwe koelmiddelen met een laag GWP weer te geven, zoals hydrofluoro-Olefins (HFO's), zoals R-1234yf en R-1234ze.

	1 (Geen vlamverspreiding)	2 (Lagere ontvlambaarheid)		3 (Hogere ontvlambaarheid)
A (lagere toxiciteit <400ppm)	A1 – inc. CFC's R-718 (Water) R-744 (CO2) R-22 R-410a R-407c R-513a R-1234zd	A2L - inc. HFO's R-32 R-454b R-1234yf R-1234ze	A2 - inc. HFC/ HCFC's R152a	A3 R-290 (Propaan) R600a (Isobutaan)
B (hogere toxiciteit)	B1 R-123	B2L R-717 (Ammoniak)	B2	B3 R-1140

OZONAFBREKEND VERMOGEN (ODP) AND GLOBAL WARMING POTENTIAL (GWP)

Alle koelmiddelen hebben een classificatie voor ozonafbrekend vermogen (ODP) en Global Warming Potential (GWP). Het ozonafbrekend vermogen (ODP) is de relatieve hoeveelheid afbraak ten opzichte van de ozon ten opzichte van R-11 (of CFC-11) die wordt vastgesteld op een ODP van 1,0. Het is de verhouding tussen het wereldwijde ozonverlies en het wereldwijde ozonverlies door CFC-11 van dezelfde massa.

Chloorfluorkoolwaterstoffen hebben ODP's meestal in het bereik van 0,005 - 0,2 vanwege de aanwezigheid van waterstof, waardoor deze gemakkelijk reageren in de troposfeer en de kans om de

stratosfeer te bereiken waar de ozonlaag aanwezig is wordt verkleind. Fluorkoolwaterstoffen (HFC) hebben geen chloorgehalte, dus hun ODP is in wezen nul.

Global Warming Potential (GWP) is de warmte die wordt geabsorbeerd door een broeikasgas in de atmosfeer, als een factor van de warmte die zou worden geabsorbeerd door dezelfde massa kooldioxide (CO2). GWP is een maatstaf voor hoe milieubelastende koelmiddelen zich kunnen verhouden tot CO2 met een GWP van 1,0.

	Type	Refrigerant	ODP	GWP*	
Synthetisch	CFC	R-12	1	Zeer hoog	10,910
	HCFC	R-123	0.012	Laag	
	HFO	R-1234ze	0	Zeer laag	1
	HFC	R-134a	0	Hoog	1,430
	HCFC	R-22	0.05	Hoog	1,810
	HFC	R-32	0	Medium	675
	HCFC	R-401a	0.027	Medium	
	HFC	R-404a	0	Zeer hoog	
	HFC	R-407a	0	Hoog	
	HFC	R-407c	0	Hoog	
	HCFC	R-408a	0.016	Zeer hoog	
	HCFC	R-409a	0.039	Hoog	
	HFC	R-410a	0	Hoog	2,090
	HFO	R-454b	0	Laag	466
	HCFC	R-502	0.18	Zeer hoog	
HFC	R-507	0	Zeer hoog		
HFO	R-513a	0	Medium	631	
Natural	Isobutaan HC	R-600a	0	Zeer laag	
	Ethaan	R-170	0	Zeer laag	
	Propaan	R-290	0	Zeer laag	
	CO ²	R-744	0	Zeer laag	1
	Ammoniak	R-717	0	Geen	
	Water	R-718	0	Geen	

INDUSTRIËLE KOUEMIDDELEN

NIUWE KOUEMIDDELEN MET EEN LAAG GWP

In 2020 bedroeg de markt in de EU nog 71% R-410a voor nieuwe apparatuur, en nu staan nieuwe koelmiddelen met een lager GWP, zoals R-454b, klaar om het vanaf 2021 over te nemen.

HFC				HFO		Mengsel HFC/HFO		Natuurlijk
R-410a	R-407c	R-134a	Otherig	R-1234ze	Otherig	R-513a	Otherig	
71%	1%	10%	12%	3%	0%	1%	2%	0%

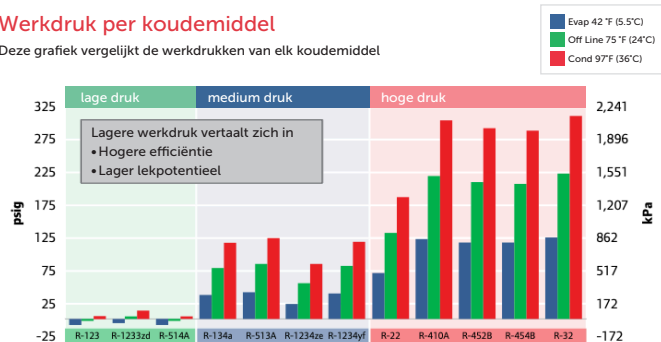
R-454b is een HFO (Hydro Olefin) koudemiddel gemaakt door het mengen van het eencomponent R-32 koudemiddel met R-1234yf, wat een aantal unieke voordelen oplevert. R-32 op zichzelf heeft een hoge werktemperatuur die zijn werkbereik kan beperken zonder enige vorm van injectie. R-454b is echter een gemakkelijker te hanteren koelmiddel en biedt vergelijkbare eigenschappen als R-410a, waardoor het een kosteneffectieve en gebruiksvriendelijke oplossing is in nieuwe apparatuur zonder dat grote aanpassingen nodig zijn, ideaal voor industriële procestoepassingen. R-454b heeft ook een lager GWP van 466 vergeleken met R-32 bij 675 en heeft een ozonafbrekend vermogen (ODP) van nul.

WERKDRUKVEREISTE VAN NIUWE KOELMIDDELEN

Terwijl de volgende generatie koelmiddelen een evenwicht biedt tussen veiligheid en vermindering van de ecologische voetafdruk, is de nieuwe afweging de ontwikkeling en kosten van de apparatuur om te gaan met de verhoogde systeemdruk die nodig is om deze koelmiddelen te laten werken. Als directe vervanging voor R-410A, werkt R-454B met een iets lagere druk, terwijl R-32 een iets hogere druk vereist.

Werkdruk per koudemiddel

Deze grafiek vergelijkt de werkdrukken van elk koudemiddel



Koelmiddelen van de volgende generatie zorgen voor verbeteringen in de prestatiecoëfficiënt (COP), de verhouding tussen nuttige verwarming of koeling die wordt geleverd in verhouding tot het energieverbruik van de compressor.

Dit gaat gepaard met de afweging van lichte ontvlambaarheid die gevolgen kan hebben voor de plaatsing van de koelmachine en

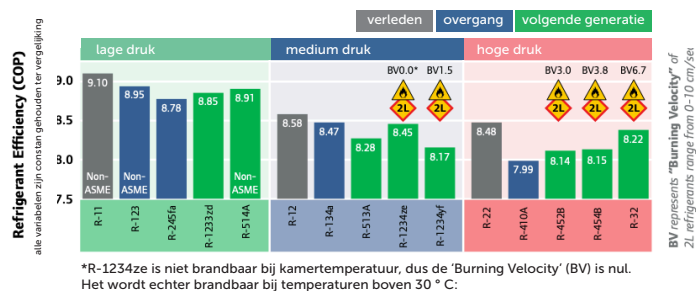
PROCESS TEMPERATURE CONTROL SPECIALISTS. VERKOOP. VERHUUR. SERVICE.

Onze internationale kantoren: Nederland: 088 258 2580 | Engeland en Wales: 0800 774 7426 | Ierland: 04692 52934 | Schotland: 01698 7445 40
Frankrijk: 01 60 66 80 83 | Duitsland: 0800 0116 0117 | Nederland: 088 258 2580 | België: 0800 29 110 | Oostenrijk: 01236 81 73 | Zwitserland: 055 505 66 22

de maximale vulling (vandaar de capaciteit). Het betekent ook dat componenten compatibel moeten zijn met ontvlambare koelmiddelen, om ervoor te zorgen dat ze niet als een ontstekingsbron kunnen worden beschouwd.

Milieu-impact door koudemiddel

Hieronder vindt u de theoretische efficiëntie van gangbare koelmiddelen, waarbij alle variabelen ter vergelijking constant worden gehouden



ICS COOL ENERGY KOELMIDDELONTWIKKELING

ICS Cool Energy, de toonaangevende leverancier van oplossingen voor proces- en kritische temperatuurregeling, heeft uitgebreide ervaring in het ontwerpen van producten die werken met koudemiddelen met een laag GWP. Het volledige assortiment koelmachines met schroefcompressoren is al beschikbaar met alternatieven voor koudemiddel met een laag GWP, zoals R-1234ze, R-1233zd en R-513a.

Gedurende de eerste helft van 2021 zullen kleinere i-Chiller Compact met scrollcompressoren worden ontwikkeld om met R-513a te worden toegepast, en zullen de meeste ICS Cool Energy packaged i-chillers en grotere scrollunits overgaan op het gebruik van R-454b, met de laagste GWP waarde ter vervanging van R-410a, terwijl hiermee de efficiëntie wordt verhoogd.

ICS Cool Energy koelmachines maken gebruik van koudemiddelen die niet giftig zijn, zich in de praktijk bewezen hebben, met een lagere aanschafprijs en laag GWP, en gemakkelijk in onderhoud zijn

R-454b	Minst ontvlambare alternatieven voor R-410a die, wanneer gebruikt ter vervanging, een efficiëntieverbetering van ongeveer 5% kan opleveren, en er vaak een lagere hoeveelheid nodig is, en een laag GWP van 466 en een minimale ontvlambaarheid van 2L.
R-513a	Niet-ontvlambare vervanging voor R-134a, die vrijwel geen invloed heeft op de capaciteit. ODP en 55% lager GWP (573 vs. 1300). Terwijl de theoretische rendementsdaling ongeveer is 2%, indien gebruikt als een vervanger, is de werkelijke impact op de efficiëntie van de koelmachine ongeveer 4-6% afhankelijk van de toepassing
R-1233zd	Een niet-ontvlambare vervanging van een enkel component voor R-123, die bijna nul biedt. ODP en een zeer laag GWP van 1. Vaak aangeduid als „zd“, wordt het geclassificeerd als een „A1“ koelmiddel.

De ICS Cool Energy eMission Critical-campagne draagt bij aan de doelstelling om in 10 jaar de uitstoot van broeikasgassen van afnemers met 1 gigaton (een miljard metrische ton CO₂) te verminderen door het toepassen van deze producten.

INDUSTRIËLE KOUEMIDDELEN

DEFINITIES:

ODP – ozone depletion potential – ODP - ozonafbrekend vermogen - mate waarin een stof de ozonlaag kan afbreken. Dit wordt bepaald ten opzichte van een vergelijkbare massa CFC-11, die is geïndexeerd op 1,0.

GWP – global warming potential – aardopwarmingsvermogen - de mate waarin een broeikasgas (BKG) warmte vasthoudt in de atmosfeer; alle metingen ten opzichte van een vergelijkbare massa kooldioxide (CO²), die wordt geïndexeerd op 1,0.

CFCs – chloorfluorkoolwaterstoffen (bijv.R-11, R-12) – deze worden afgebouwd volgens het Montreal Protocol in 1996 vanwege hun zeer hoge ODP's. Aanzienlijke impact op zowel de aantasting van de ozonlaag als opwarming van de aarde als gevolg van de chloor- en fluoratomen en zeer lange levensduur.

HCFCs – chloorfluorkoolwaterstoffen (bijv.R-22, R-123) - bevatten ook chloor, maar minder bijdragen aan de aantasting van de ozonlaag en klimaatverandering als gevolg van een kortere levensduur. Wereldwijd nog steeds in gebruik, maar volgens het Protocol van Montreal zijn er data voor uitfasering gepland.

HFCs – fluorkoolwaterstoffen (bijv.R-134a, R-404A, R-407C, R-410A) - bevatten geen chloor, maar ze hebben wel een hoog GWP gezien hun fluorgehalte. Momenteel gericht op wereldwijde afbouw volgens het Protocol van Montreal.

HFOs & HCFOs – hydrofluorolefinen (bijv.R-1234yf, R-1234ze) en chloorfluorolefinen (bijv.R-1233zd) - koelmiddelen van de volgende generatie die de ozonlaag niet aantasten en met zeer lage GWP's en zeer korte levensduur (gemeten in dagen versus jaren of decennia).

HFO BLENDS (bijv.R-452b, R-454b, R-513a, R-514a) - mengsels inclusief een HFO met lagere GWP's.

- Zeotropen (mengsels uit de 400-serie) – bestaan uit componenten die bij verschillende temperaturen verdampen en condenseren (d.w.z. een zekere mate van temperatuurverschuiving hebben). Lagere glide heeft doorgaans de voorkeur voor HVAC-toepassingen.
- Azeotropen (mengsels uit de 500-serie) - gedragen zich tijdens de faseverandering (verdampen, condenseren) als een koelmiddel met één component, met vrijwel geen temperatuurverschuiving.

MONTREAL PROTOCOL – internationaal verdrag ondertekend in 1987, met als doel om de ozonlaag te beschermen door de productie en consumptie van ozonafbrekende stoffen geleidelijk uit te faseren.

KYOTO PROTOCOL - breidt het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering uit 1992 (UNFCCC) uit, dat staten zich ertoe verbinden de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Aangenomen in Kyoto in 1997 en in werking getreden in februari 2005.

THE KIGALI AMENDMENT - breidt het toepassingsgebied van het Protocol van Montreal uit om de wereldwijde productie en consumptie van HFK's geleidelijk af te bouwen. Ondertekend in oktober 2016, geratificeerd door de EU en 112 staten in januari 2021.