

TIPS EN ADVIEZEN ROND SMEEROLIE IN INDUSTRIËLE NH₃-INSTALLATIES

Olie, een noodzakelijk kwaad in koelinstallaties

Hoewel olie, ooit het 'Het Zwarte Goud' genoemd, tegenwoordig steeds meer in het verdomhoekje wordt geplaatst, is het als smeermiddel onontbeerlijk voor het goed functioneren van koelcompressoren. De toepassing van smeerolie vraagt echter wel om kennis, want verkeerd gebruik ervan kan leiden tot fors prestatieverlies. We zetten de belangrijkste valkuilen en een aantal praktische tips op rij.

In de hoofdlijn zijn er twee typen smeerolie: minerale en synthetische. Minerale smeerolie wordt gemaakt uit aardolie, en er zal altijd wel behoefte aan blijven, onder andere voor gebruik in koelcompressoren. Een opkomende ontwikkeling is het gebruik van 'hydro treated minerale oliën' die zijn gezuiverd onder invloed van waterstofgas. Deze oliën beschikken over de eigenschap dat ze bij hoge persgastemperaturen beduidend minder olierook vormen en een laag stolpunt hebben.

Bij synthetische smeerolie bedoelt men met 'synthetisch' dat de gebruikte basisvloeistof geen minerale olie is, maar iets anders. Daarbij kan het om allerlei vloeistoffen gaan. Het meest gebruikt zijn poly-al-

fa-olefinen, organische esters, fosfaat-esters, polyalkeen-glycolen en siliconen. Hiermee worden olietypen gemaakt met de aanduidingen AB, PAG, POE en PVE. Daarnaast wordt er nog van alles aan toegevoegd, de zogenaamde inhibitors zoals antischuim- of antioxidatiemiddelen. Synthetische olie heeft meestal een lager stolpunt dan minerale olie, en het is beter bestand tegen hoge bedrijfstemperaturen. Tegenover dit voordeel staat dat veel synthetische producten agressiever zijn ten opzichte van afdichtingsmaterialen, pakkingen, coatings, lakken en verven. Sommige synthetische producten hechten zich slecht aan metalen en zijn daardoor in pure vorm een slecht smeermiddel. Bovendien zijn ze duurder dan op minerale olie gebaseerde producten.

Functie in een koelinstallatie

In de meeste delen van een koelinstallatie heeft olie alleen maar een nadelig effect, behalve voor het tegengaan van roestvorming in stalen pijpsystemen en smering in bepaalde kleppen/afsluiters. Eigenlijk heeft alleen de compressor smeerolie nodig om goed te functioneren; het zorgt voor smering van de bewegende delen, voor koeling, en voor afdichting tegen koudemiddeldamplage. Dat klinkt alsof het goed is om niet al te zuinig te zijn met de hoeveelheid smeerolie, maar het tegendeel is waar. Zeker bij een NH₃-installatie. Anders dan in chemische koudemiddelen lost olie namelijk vrijwel niet op in ammoniak. Vooral bij lage temperaturen, als de olie een hoge viscositeit heeft, zal hij zich daardoor afzetten op pijpwanden en oppervlakten. Deze olielaag zorgt voor een hoge thermische weerstand in warmtewisselaars, dus voor een grotere ΔT en prestatieverlies. In warmtewisselaars vult olie bovendien de poriën op. Daardoor wordt de wand gladder, waardoor α (alp-



Veldtest met een add-on warmtepomp in een (te) koude machinekamer.

ha inwendig) en daarmee ook de k-waarde negatief wordt beïnvloed. Dit is geen nieuws; in het Handboek van Plank werd decennia geleden al geschreven:

'Bij een warmtebelasting van 1000 kcal/h (1163 W/m²) op een schoon oppervlak zal deze bij een oliefilm-dikte van 0,02 mm afnemen met ca 15 %.'

En wat is nu 0,02 mm? Bij een grotere laagdikte en hogere belasting neemt het temperatuurverlies verder toe. De laagdikte neemt overigens niet oneindig toen, want bij een bepaalde dikte vindt 'meesleuring' plaats, maar de basislaag blijft in stand. Het is dus van belang dus om enerzijds zo min mogelijk olie het systeem in te sturen, en anderzijds ervoor te zorgen dat de compressor zo min mogelijk olie uitstoot. Die uitstoot wordt meestal uitgedrukt in ppm's (aantal mg olie per kg koudemiddel persgas). Als deze concentratie hoog is, moet een efficiënte olieafscheider worden geplaatst.

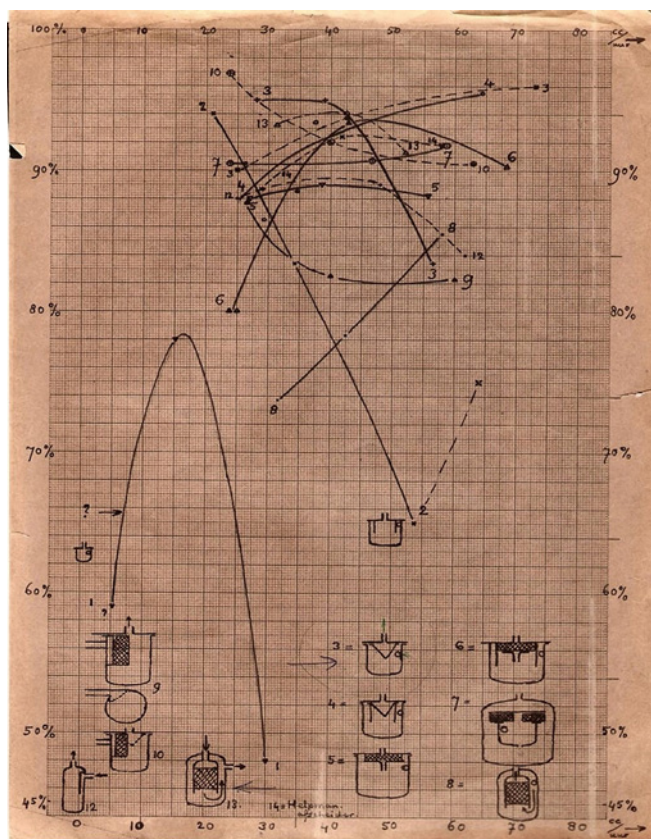
Zuiger- en schroefcompressoren

Bij smeerolie maakt het veel verschil of het in een zuiger- dan wel schroefcompressor wordt toegepast. Een goed ontworpen industriële zuigercompressor heeft goede olieschraapveren, draait met lage snelheden in het krukhuus en stoot weinig olie uit. Een voorbeeld hiervan is de GEA Grasso V-serie. D; deze compressoren gebruiken zo weinig olie dat men kan overwegen om de olieafscheider uit het systeem weg te laten. Door de grotere afstand tussen de krukas en het olieniveau in het carter wordt bij de huidige hoge toerentallen veel minder olie tegen de cilinderwanden 'opgewaaid'. Verder dragen de lage gassnelheden in de zuigkamer (afscheiderfunctie) en lagere olietemperaturen bij deellastbedrijf (minder olie in gasvorm) hier aan bij.

Bij industriële schroefcompressoren wordt per minuut al snel 100 tot 200 liter olie ingespoten. Dat zijn miljoenen ppm's die er ook weer uit moeten worden gehaald om na afkoeling opnieuw te worden ingespoten. De oliehuishouding bij een schroefcompressor is er medeoorzaak van dat het rendement vaak slechter is dan dat van een zuigercompressor. Met demistors in het primaire deel en zogeheten coalescing filterpatronen kan de olieuitstoot van een schroefpackage worden beperkt tot 10 a 15 ppm, afhankelijk van de persgastemperatuur.

Olieafscheiders

Olieafscheiders scheiden alleen olie in druppelvorm af. Het deel van de olie dat is overgegaan in dampvorm gaat met het persgas mee, verder het sys-



Ook in vroeger tijden werd onderzoek gedaan naar de beste methode voor olieafscheiding. Hier een pagina uit een oud Grasso R&D-rapport.

teem in. Dat betekent dat olie moet worden gekozen die zo lang mogelijk in vloeistofvorm blijft, ook als de persgastemperatuur stijgt. Bij de olie die in koelinstallaties wordt gebruikt, heeft de faseovergang plaats in een relatief groot temperatuurgebied. Er zijn oliën die al bij + 65 °C overgaan in gasvorm, terwijl andere dat pas bij +150 °C doen. Men moet daarom over oliedampspanningstabellen beschikken waarin staat bij welke temperatuur een bepaalde olie verdampt. Om de oliedruppels te scheiden van het persgas worden diverse methoden toegepast, zoals snelheidsverlaging, verblijfstijdverlenging of demistors. Snelheidsverlaging en botsing zijn onontbeerlijk bij de meest simpele olieafscheiders; de valsnelheid van de druppel moet immers hoger zijn dan de gassnelheid.

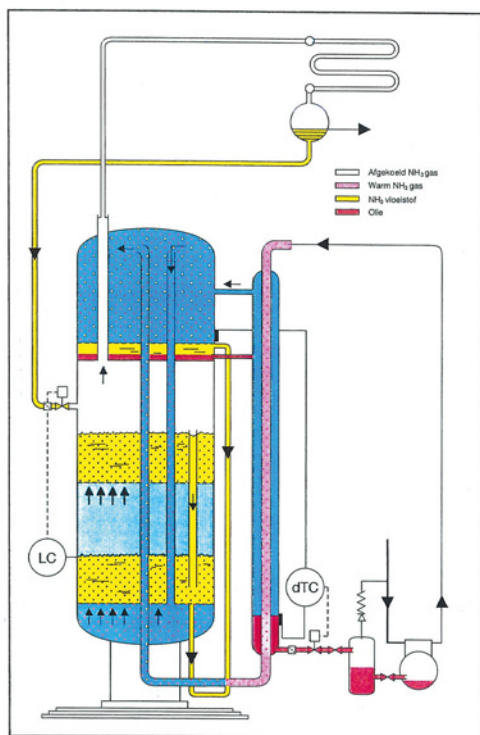
Tips en adviezen

Een aantal tips en adviezen met betrekking tot het efficiënt functioneren van een olieafscheider:

- Een grote fout bij de (diameter)keuze van de olieafscheider is dat hij vaak wordt gekozen op basis van nominale bedrijfscondities. Als die bedrijfscondities bijvoorbeeld -10 /+35 °C zijn en de installatie draait in de winter op -10 /+20 °C, dan is bij vollast

het persgasvolume, en dus ook de gassnelheid door de olieafscheider, 1,6 x groter. De op basis van nominale condities gekozen olieafscheider is in dat geval te klein, wat bij een veel groter persgasvolume leidt tot een te grote doorstromingsnelheid en daardoor een te grote olie-uitstoot.

- Hoe lager de persgastemperatuur, hoe gemakkelijker de olie kan worden afgescheiden. Bij warmteterugwinning uit persgas is het daarom raadzaam de



figuur 2 Schematische weergave oliewasser

Schematische weergave van de werking van een oliewasser.

warmtewisselaar (dé-superheater) voor de olieafscheider te plaatsen.

- Stel de afscheider niet op bij een tochtige of koude plek, zoals vlak voor een ventilatie- of machinekamerrooster. Dit kan in de winter leiden tot condensatie van het koudemiddel.

- Een zuigercompressor heeft stilstandsverwarming in het carter, en niet in de olieafscheider die ook een 'loze' olievoorraad heeft. Vergeet niet om bij een nieuwe installatie deze aanvulling aan te brengen, zodat de terugvoervlotter op het punt van schakelen staat. Anders is het carter al leeg voordat de terugvoer begint.

- Bij opstarten na langdurige stilstand duurt het even voordat de olieafscheider op temperatuur is. In de retourleiding naar het carter moet een magneetklep worden aangebracht die bediend wordt op tijd (bijvoorbeeld na 5 minuten) of via een aanlegvoeler (ingesteld op $T_c + 10$ à 15 K).

- Let op bij Ad-On NH_3 HD-warmtepompen: deze draaien met veel hogere pers- en zuigdrukken. Bij een zuigdruk van 10 bar ($+28$ °C) moet de machin kamertemperatuur hoger zijn dan de in het compressorcarter heersende druk/temperatuur, anders is er kans op condensatie van NH_3 in de olie.

- Tot slot nog twee algemene opmerkingen:
 - De combinatie olie/water/'lucht' zorgt in een koelinstallatie voor ongewenste zuurvormende reacties.
 - De door fabrikanten opgegeven capaciteit van koelers en condensors is altijd gebaseerd op olievrije NH_3 !

Oliewaskolom

De negatieve invloed die olie in een koelinstallatie kan hebben, wordt vaak onderschat. In het verleden heeft onder andere GEA Greenco BV er veel onderzoek naar gedaan, en aan de hand daarvan een efficiënte oliewaskolom (feitelijk een gaswasser) ontwikkeld. In deze kolom wordt eerst het persgas verzadigd met NH_3 en daardoor afgekoeld tot bijna de condensatietemperatuur. Door de verlaagde persgastemperatuur vindt vervolgens in het olieafscheider-gedeelte een zeer efficiënte afscheiding plaats van de olie- en NH_3 -druppels. Het relatief schone persgas wordt vervolgens nog iets verder afgekoeld in twee NH_3 -baden. Het bruist via kleine gaatjes door deze baden, waardoor het zeer intensief contact heeft met de schone NH_3 -vloeistof.



Oliewaskolommen, geïnstalleerd bij de brouwerij van Heineken.

Zo blijven ook de laatste olieresten hierin achter, en het eindresultaat is een minimale olie-uitstoot van ca 1 ppm. Dit systeem wordt toegepast bij grote NH₃-pompsystemen en er wordt veel energie mee gewonnen, niet alleen bij lagere temperaturen.

Praktijkvoorbeelden

- In 1994 werd bij de Heineken-brouwerij in Den Bosch de bestaande koelinstallatie van oliewaskolommen voorzien. Er stonden acht schroefcompressoren (ca. 9 MW bij 2,5 tot -10 °C) en de installatie had een NH₃-inhoud van circa 50 ton. Er zijn energiemetingen uitgevoerd voor en na de installatie van de oliewaskolommen, waarbij bleek dat er een besparing mee is bereikt van tussen de 6 en 13 procent. Later zijn ook bij de brouwerij van Grolsch (toen nog in Groenlo) waskolommen achter de zuigercompressoren geplaatst. Hier werd 10 procent energiebesparing gemeten.
- Bij een groot diepvriesbedrijf (ca 5 MW bij -35 °C) zijn oliewaskolommen in de persleiding geplaatst, waardoor de olie-uitstoot van 50 naar 2 ppm daalde. Binnen een jaar werd meer dan 2.500 kg oude olie uit de installatie gehaald. Doordat met name de vries-tunnels beter functioneerden, kon de verdampingstemperatuur worden verhoogd van -35 naar -30 °C. Hierdoor was er 35 procent meer koelvermogen beschikbaar, bij 13 procent minder asvermogen. ■

OLIEVRIJE COMPRESSOREN

Olie heeft een zeer grote negatieve invloed op de zwaar belaste oppervlakten (> 50 kW/m²) van zogeheten 'geschraapte' warmtewisselaars die worden toegepast in de margarine- en consumptie-ijsindustrie. Daarom werden in het verleden vaak volledig olievrige compressoren toegepast, meestal grote dubbelwerkende Sulzer-zuigercompressoren met

een kruis hoofd en labyrintafdichting, en teflon- of koolstofzuigerveren. Toen bij Unilever Rotterdam deze Sulzers versleten waren, besloot men ze te vervangen door oliegesmeerde schroefcompressoren en een NH₃/NH₃-warmtewisselaar, zodat de lagedrukkzijde olievrig bleef. Dit verhoogde de ΔT met 1 à 2 K, maar het scheelde aanzienlijk in de investeringskosten.

Resultaten lab test met luchtkoelers

	given K - value	measured K - value		ΔT * at 10 kW		ΔT at 30 kW	
	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]		[K]		[K]	
	oilfree??	with oil	oilfree	with oil	oilfree	with oil	oilfree
1 circuit	20.7	12,0	17,1	6	4	18	13
2 circuits	19.3	9,5	15,0	7	4	21	13
3 circuits	17.8	7,2	12,8	9	5	27	15

(* ΔT = t_{air} - t_o)

De resultaten van laboratoriumonderzoek naar luchtkoelers met en zonder smeerolie.



Plaats een olieafscheider niet pal voor geopende ventilatieroosters; dit kan tot koudemiddelcondensatie leiden.



KALIBRATIE

op locatie van uw
meetinstrumenten

Kalibratiebus

☎ +31 (0)653138426
 🌐 www.kalibratiebus.nl
 ✉ service@kalibratiebus.nl