

Olie in koelsystemen

Inleiding

Het hart van de meeste koelsystemen wordt gevormd door één of meerdere compressoren. De compressor zuigt gasvormig koudemiddel aan op lage druk (zuigdruk) en brengt dit naar een hogere druk (persdruk).

Tijdens de compressie van het koudemiddel wordt warmte ontwikkeld en ontstaan er mechanische krachten. Om een lange levensduur van de compressor te bereiken wordt in de meeste gevallen een smeermiddel in de vorm van olie gebruikt. Er zijn wel diverse soorten olievrije compressoren op de markt verkrijgbaar, zoals de magnetisch gelagerde turbocompressoren, maar deze worden alleen nog voor specifieke toepassingen ingezet.

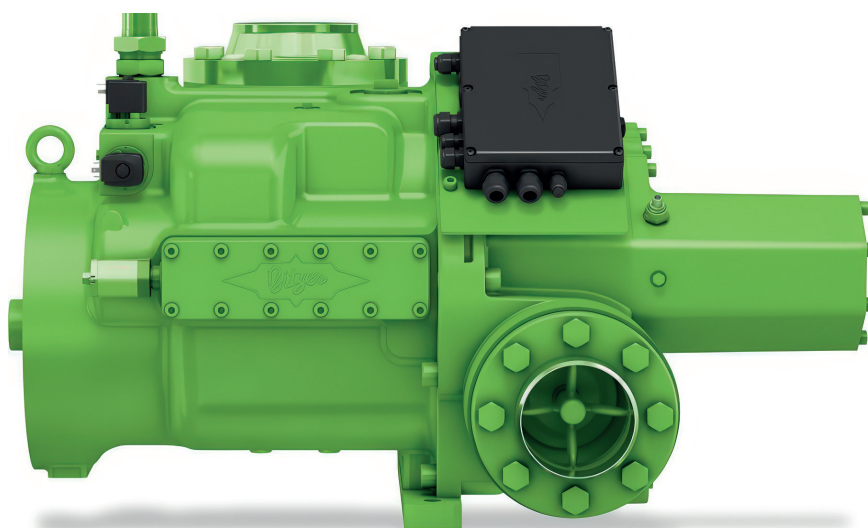


Fig. 2: Bitzer schroef compressor (bron Bitzer).

De olie hoort in de compressor en indien aanwezig in het oliecijs en in de olieafscheider. Olie in de rest van het koelsysteem heeft negatieve effecten op de warmteoverdracht in verdamper en condensers, het kan zich ophopen op plaatsen waar dit niet gewenst is (vloeijsstofvaten, leidingwerk) en vermindert de bedrijfszekerheid van de installatie.

Veel problemen die gerelateerd zijn aan olie kunnen al in de ontwerpfasen worden vermeden.

- Selecteer compressoren met een lage olie uitstoot.
- Voorkom schuim in het carter, de zuiggassen moeten droog zijn en zorg voor een rustige capaciteitsregeling.
- Gebruik een carterverwarming om te voorkomen dat het koudemiddel tijdens stilstandperioden in de olie migreert.
- Gebruik een goede olieafscheider met een hoog afscheidingsrendement.
- Maak oliereisystemen eenvoudig en overzichtelijk.
- Ontwerp de leidingloop zodanig dat er geen plaatsen ontstaan waar olie zich kan verzamelen.
- Kies een goede oliesoort die past bij het koudemiddel, de ontwerptemperaturen en het type installatie.



Fig. 1: Een schroefcompressor.

In de handel zijn vele oliesoorten verkrijgbaar die als smeermiddel in een koelsysteem kunnen dienen. Voor de juiste oliesoort moet in eerste instantie gekeken worden naar het toegepaste koudemiddel en welke oliesoorten en/of merknamen in combinatie daarmee zijn vrijgegeven door de compressorleverancier. De gebruikte materialen zoals pakkingen en o-ringen in een compressor moeten allemaal compatibel zijn met het toegepaste smeermiddel. De juiste keuze van basisolie, viscositeit, oplosbaarheid en toevoegingen (additieven) staan aan de basis van een effectief smeersysteem en een goed en efficiënt werkend koelsysteem.

Funcities van de olie

Smering;

Compressoren bevatten veel roterende en bewegende delen, zoals de krukas, drijfstangen, lagers, zuigers of rotoren. Een goede smering van deze bewegende delen vermindert wrijving, en daarmee slijtage, tussen de verschillende onderdelen. De dikte van een smeefilm wordt bepaald door de temperatuur, het toerental en de viscositeit. Bij glijlagers ontstaat door de rotatiesnelheid een oliefilm tussen de delen en is er geen contact tussen deze delen onderling mogelijk.



Fig. 3: Krukas van een zuigercompressor.

Afdichten;

Bij een zuigercompressor bestaat een dunne, hydrodynamisch opgewekte oliefilm tussen de zuigerveren en de cilinder. Om een optimale afdichtfunctie te realiseren met een minimaal olieconsumptie, is een zo dun mogelijke oliefilm tussen de zuiger-

veren en cilinderwand gewenst. De dikte van de oliefilm wordt klein gehouden door het te veel aan olie met de zogenaamde olieschraapveren weg te schrapen.

Schroefcompressoren bestaan uit twee nauw in elkaar grijpende schroefvormige rotoren die het gas samendrukken. De smeerolie zorgt niet alleen voor een goede afdichting tussen de rotoren, maar zorgt er ook voor de mechanische energie tussen de rotoren over te brengen, waardoor de ene rotor volledig door de andere kan worden aangedreven. In compressoren waarbij de motor niet in dezelfde behuizing zit, ook wel open compressoren genoemd, wordt gebruik gemaakt van een mechanische asafdichting. Aan de as van de compressor bevindt zich het roterende deel dat tegen het niet roterende compressorhuis loopt. Om de slijtage van de afdichtingsvlakken zo laag mogelijk te houden, een goede afdichting te realiseren en wrijvingswarmte af te voeren is een goede smering essentieel. Schade aan de mechanische asafdichting is vaak terug te voeren naar een te hoge concentratie koudemiddel in de olie, omdat de smerende werking door de hoge concentratie koudemiddel afneemt.

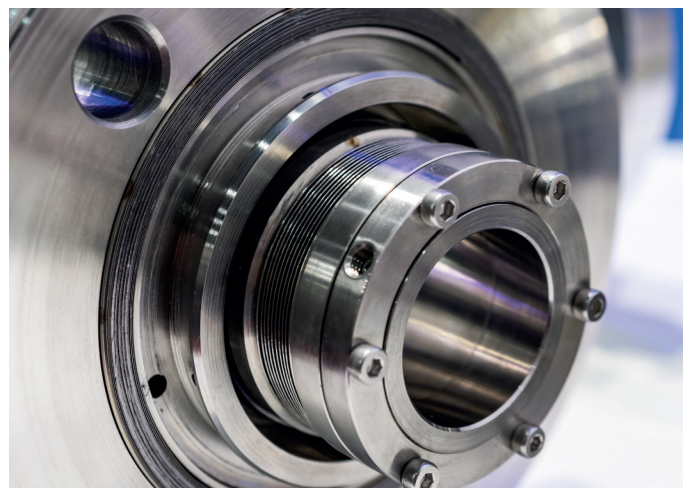


Fig. 4: Mechanische asafdichting.

Koeling;

Bij het comprimeren van een gas wordt arbeid verricht. Vanwege de wet van behoud van energie zal kinetische energie van de gasatomen toenemen waardoor de temperatuur van het gas toeneemt. Daarnaast zal door wrijving tussen de bewegendelen warmte worden geproduceerd. Een deel van deze warmte wordt door de compressor weer aan de omgeving afgegeven. Het oliesysteem kan ook worden ingezet om een deel van de warmte

afvoeren. Afhankelijk van de werkcondities en het compressor type kan het noodzakelijk zijn om extra oliekoeling toe te passen.

Capaciteitsregeling;

Grotere compressoren maken gebruik van een capaciteitsregeling middels kleplichting (zuigercompressoren) of een capaciteitsschuif (schroefcompressoren). Deze onderdelen worden meestal hydraulisch gestuurd met een systeem dat gebruikt maakt van de in de compressor aanwezige olie.

Keuze van de olie

Bij alle compressorsystemen moeten de basisolie, de additieven en de viscositeitsgraad van het smeermiddel zorgvuldig worden gekozen. Compatibiliteit met het te comprimeren koudemiddel is misschien wel de belangrijkste factor bij het kiezen van een olie. In NH_3 systemen worden meestal gekozen voor een niet oplosbare olie. Bij alle overige koudemiddelen wordt in de meeste gevallen gekozen voor een oplosbare olie.

Een goede olie heeft een laag vloeipunt (het punt waarop de overgangsfase van vloeibaar naar vast begint) en een hoog vlampunt (het punt waarbij dampen worden ontwikkeld). Door toevoeging van additieven of drop-ins kan de eigenschap van het smeermiddel worden aangepast. Helaas zijn veel gevallen bekend waarbij olie onder lage of hoge temperaturen in een aantal fracties uiteen vallen en de samenstelling, en daarmee de essentiële eigenschappen van de olie, niet meer gewaarborgd zijn. De gevolgen zijn zichtbaar als compressorschade en een verstoorde oliehuishouding.

Er bestaan minerale en synthetische oliesoorten. Minerale oliën komen uit de raffinage van aardolie. Om deze ruwe aardolie om te zetten in smeerolie wordt deze verhit tot een temperatuur van $\pm 350^\circ\text{C}$. Dit wordt ook wel het 'kraakproces' genoemd.

Synthetische olie is een product van een aantal complexe chemische transformaties. Het verschil met minerale oliën zit hem in het transformatieproces, synthetische olie ondergaat meer verfijnde

aanpassingen. Zo mogelijk nog belangrijker is het grote aantal additieven dat wordt toegevoegd aan de basisolie. Hierdoor hebben synthetische smeermiddelen vaak een groter inzetgebied. Enkele bekende synthetische oliesoorten zijn Alkyl Benzeen (AB) en Poly Alfa Olefines (PAO).

Hoewel de compatibiliteit tussen het koudemiddel en het olie wellicht het meeste aandacht nodig heeft op het gebied van smering, zijn er nog vele andere aandachtsgebieden. Zo kan vocht (water) zeer schadelijk zijn voor sommige synthetische basisoliën die hydrolytisch instabiel zijn. Vocht reageert met de basisolie door zuren te vormen, de viscositeit te veranderen en de smeereigenschappen van de olie aan te tasten. Ook het mengen van oliesoorten wordt sterk afgeraden en kan desastreuze gevolgen hebben.

Oliehuishouding van de compressor

Bij een eenvoudig gesloten systeem met slechts één compressor zal in de meeste gevallen geen olieniveauregeling nodig zijn. Een goed ontwerp van installatie en leidingwerk zal voldoende zijn voor een goede oliehuishouding. Bij toepassing van meerdere compressoren kan gebruik worden gemaakt van olie egalisatieleidingen tussen de compressoren. Nadeel van dit systeem is dat er onderling toch kleine drukverschillen kunnen optreden tussen compressoren in bedrijf en in rust, met het gevolg dat olieniveaus toch nog verschillend kunnen zijn. Daarnaast laat een dergelijk systeem weinig ruimte voor fluctuaties in het olieniveau als gevolg van veranderende bedrijfscondities en koelcapaciteit.

Een meer geavanceerd systeem bestaat uit een (verwarmd) olievoorraadvat en een individuele niveauregeling per compressor. Olie uit de olie-afscheider(s) en eventueel van een automatisch olieretoursysteem worden naar het centrale olievoorraadvat gebracht. Het olievoorraadvat wordt met een drukregeling op een druk gehouden die boven de carterdruk van de compressors ligt. De niveauregeling kan per compressor mechanisch met een vlotter of elektronisch met niveauschakelaar en magneetventiel worden uitgevoerd. Is de temperatuur van de olie in het voorraadvat te laag dan kan veel koudemiddel in de olie zijn opgelost en mag geen olie naar de compressoren worden gevoerd. Een goed oliesysteem heeft voldoende kijkglazen voor het controleren van de diverse niveaus, service afsluiters, een oliefijnfilter en een

storingsmelding bij een laag olieniveau. Het terugbrengen van olie op centrale zuigleidingen is in veel gevallen af te raden.

Scrollcompressoren

Scrollcompressoren worden in de meeste gevallen in een verticale positie opgesteld. Een interne centrifugaal pomp aan de onderkant van de verticale compressor brengt olie vanuit het carter op een hogere druk. In de as is een kanaal met een spiraalvormige groef gemaakt. Door de centrifugale kracht zal de olie door de as naar de lagers en de twee spiraalvormige scroll elementen worden gevoerd. Een doorlaat (orifice) zorgt voor de juiste hoeveelheid olie die nodig is voor de smering van de bewegende delen.

Zuigercompressoren

In kleine zuigercompressoren voldoet in veel gevallen een spatsmering. Bij spatsmeersystemen wordt olie op de cilinders en zuigers aangebracht door



Fig. 5: Een scrollcompressor.

roterende dompelaars op de krukas of drijfstang. Telkens als ze draaien, passeren de dippers een met olie gevuld carter en spatten deze de olie op de cilinders en zuigers om ze te smeren. Hoewel spatsmering effectief is voor kleinere compressoren, is het geen nauwkeurig proces. Daarom wordt gebruik gemaakt van druksmering. Bij druksmering zal een oliepomp, meestal een tandwielpomp, de olie naar de belangrijkste delen van de compressor voeren. Om het olie intern te transporteren zijn in de krukas en drijfstangen kanalen geboord. Een goed oliefilter (met magneet) is essentieel om de rondgepompte olie schoon te houden. Bij gebruik van frequentieregeling moet de oliepomp ook bij lage toerentallen voldoende druk kunnen opbouwen om de goede smering te waarborgen.

De juiste oliedruk moet met een olieverschildruk pressostaat worden beveiligd. Deze vergelijkt de oliedruk van de oliepomp met de carterdruk en moet worden opgenomen in het beveiligingscircuit van de compressor. Omdat bij het opstarten van de compressor altijd even tijd nodig is om oliedruk op te bouwen, heeft deze olieverschildruk pressostaat een ingebouwde tijdsvertraging. In moderne besturingssystemen kan de oliedruk ook met elektronische drukopnemers worden uitgelezen en beveiligd. Voordeel daarvan is dat het verloop van de oliedruk zichtbaar is en al vroegtijdig actie ondernomen kan worden bij een lagere oliedruk.

Schroef compressoren

Bij schroefcompressoren zijn de benodigde oliestromen en oliedrukken aanzienlijk groter dan bij zuigercompressoren. Globaal moet ca 1% van het slagvolume aan olie tussen de rotors geïnjecteerd worden. Bij kleine schroefcompressoren wordt gebruik gemaakt van het drukverschil tussen de zuig- en de perszijde van de compressor. Dit drukverschil moet met een regelventiel aan de perszijde worden gewaarborgd.

Bij grotere schroefcompressoren wordt gebruik gemaakt van een externe oliepomp. Pas bij voldoende oliedruk van de oliepomp mag de compressor starten. Het spreekt voor zich dat de olieafscheiding bij schroefcompressoren essentieel is. In veel gevallen wordt gebruikt gemaakt van een combinatie van systemen om niet alleen de oliedruppels, maar ook de lichtere fracties en olienevel uit de persgassen af te scheiden. Bekende systemen zijn afscheiding door zwaartekracht, cycloon werking, demistors en coalescers. Bij schroefcompressor units worden olieafscheider en olievoorradvat vaak gecombineerd.

Schroefcompressoren zijn afhankelijk van een goede oliekoeling. De oliekoeling kan worden uitgevoerd als een warmtewisselaar werkend met lucht, een koudedragers of als thermosyphon. Een driewegmengklep regelt de intredetemperatuur van de olieinjectie. Het oliecircuits van een schroefcompressor wordt door het besturingssysteem geregeld en beveiligd. Bij onvoldoende oliedruk of een te hoge olietemperatuur moet de compressor direct gestopt worden.

Voorkomen van olieproblemen

Bij het voorkomen van olieproblemen moet rekening gehouden worden met de volgende hoofdwetten voor de oliehuishouding:

Daarbij mag niet vergeten worden dat er geen olie verbruikt wordt, er verbrandt niets, er verdampt niets naar buiten, er verdwijnt niets. Om olieproblemen in systemen met afscheiders te voorkomen moet aandacht besteed worden aan een goede oliehuishouding.



Fig. 6: Rotors van een schroefcompressor.

Eerste hoofdwet:

wat er niet in komt, hoeft er niet uit

Tweede hoofdwet:

wat er in komt, moet er weer uit



Wijbenga B.V.

De Aaldor 12 | 4191 PC Geldermalsen | Nederland

+31 (0)345 681 549 | info@wijbenga.nl | www.wijbenga.nl

© Copyright Wijbenga B.V. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de rechthebbende.