

Wijbenga info sheet 6:

De koudemiddelpomp

Bij grotere (industriële) koudesystemen met verschillende verdampers, tunnels of plaatvriezers, wordt vaak gebruik gemaakt van pompsystemen. Kenmerkend voor deze systemen is het gebruik van een afscheider of vloeistofvat met koudemiddelpompen en een "natte" verdamping van het begin tot het eind van de verdamper. Hiermee wordt een snelle, betrouwbare en nauwkeurige warmteafvoer gerealiseerd zonder ingewikkelde hulp- of regelsystemen. Pompsystemen worden al meer dan 80 jaar toegepast en worden tegenwoordig nog voornamelijk gebruikt met natuurlijke koudemiddelen als NH_3 en CO_2 .

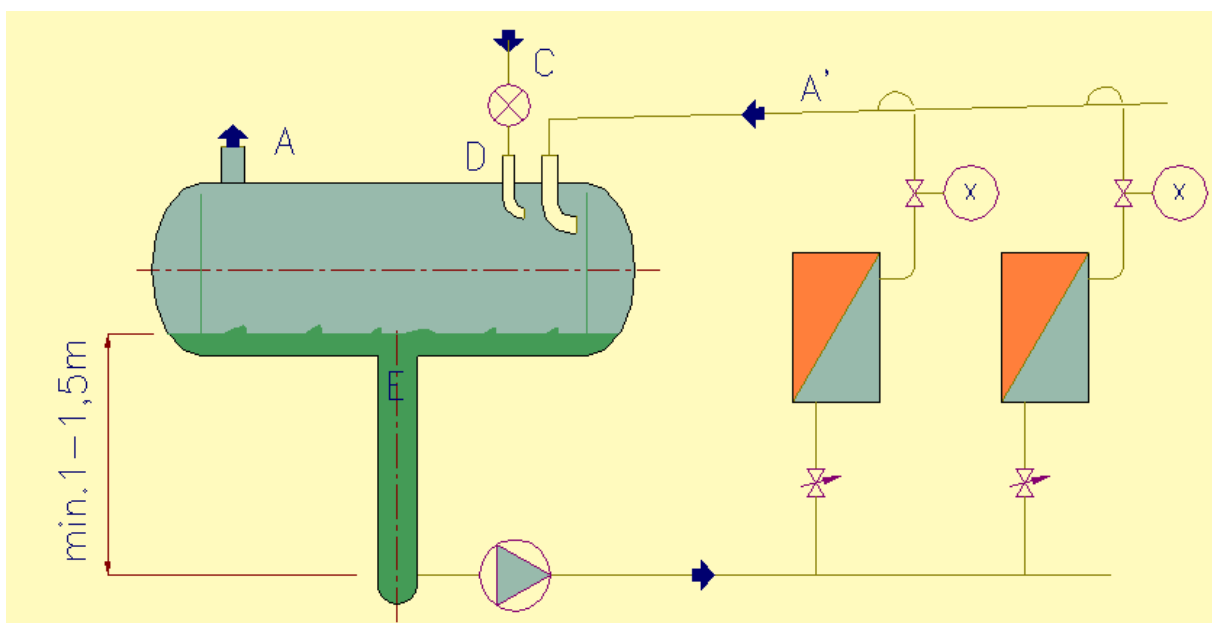


Fig. 1 Systematisch schema pompsysteem

In systemen met koudemiddelpompen wordt het koudemiddel vanuit een centrale afscheider naar de verdampers verpompt. In de verdampers verdampt het koudemiddel waarbij warmte aan het af te koelen of in te vriezen product wordt onttrokken. Om een goede verdeling over de verdamper te verkrijgen wordt meer vloeistof naar de verdamper verpompt dan voor de verdamping strikt noodzakelijk is. Het circulatievoud (cv) is groter dan 1: voor badverdampers 1,1, voor luchtkoelers 1,5-4 en voor plaatvriezers 3-8. De verdamper wordt gevoed met 100% vloeistof terwijl uit de verdamper gas met vloeistof afgevoerd worden. De temperatuurverschillen over het verdamperoppervlak zijn zeer gering. In de vloeistof is de verdampingswarmte latent aanwezig.

Daardoor is in verhouding tot systemen waarbij de warmte via voelbare warmte wordt afgevoerd, zoals bij water- of glycolsystemen, de te verpompen hoeveelheid vloeistof gering en daarmee ook het benodigd motorvermogen.

Open en gesloten (hermetische) pompen

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen open en gesloten pompen. Bij open pompen is een losse elektomotor via een koppeling met de pomp verbonden en komt deze niet in aanraking met het koudemiddel. De motorcooling wordt door omgevingslucht verzorgd middels de in het motorhuis opgenomen ventilator. Over het algemeen worden in de pomp kogellagers gebruikt die gesmeerd worden in een oliekamer. Open pompen hebben een asafdichting. Wanneer deze gaat lekken kan koudemiddel vrijkomen in de atmosfeer. Omdat dit uit oogpunt van milieu, veiligheid en bedrijfszekerheid vaak onwenselijk is wordt tegenwoordig meer gebruik gemaakt van gesloten koudemiddelpompen.

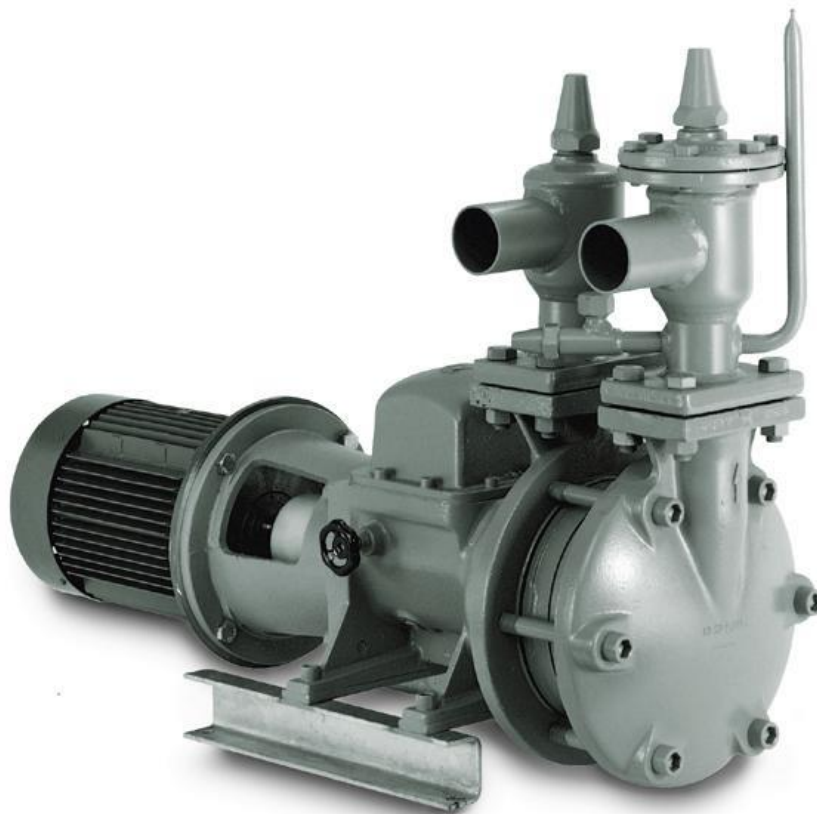


Fig. 2 Een open koudemiddelpomp (WITT GP51)

Bij gesloten pompen is de motor in hetzelfde huis opgenomen als het pompdeel. De rotor bevindt zich in het koudemiddel, de stator (wikkelingen) zijn gevuld met een geleidende olie. Tussen de rotor en de stator bevindt zich een metalen bus (motorcan) als scheiding. Bij gesloten pompen wordt een klein deel van de verpompte vloeistof door de holle as naar de lagers (smering en koeling) en langs de rotor (koeling) getransporteerd. Deze vloeistofstroom moet onder alle omstandigheden gegarandeerd worden zodat er voldoende warmte uit het motordeel wordt afgevoerd.

Het uitgangspunt van een goede smering en koeling is dus toevoer van voldoende vloeistof naar de motor die daar kan opwarmen of kan verdampen.

Hiervoor is het nodig dat:

- de pomp vloeistof verpompt en geen mengsel van vloeistof en gas
- er geen olie, water of vuil in de toevoer naar de motor zit.

Is de smering van de lagers of de koeling van de motor onvoldoende dan loopt de temperatuur in de wikkeling (sterk) op en kunnen de lagers te warm worden.

Droog lopen van pompen moet altijd voorkomen worden, de pomp kan hierdoor in zeer korte tijd ernstig beschadigd worden.

In de wikkelingen van de motor is ook meestal een thermische beveiliging (thermistor of PTC) opgenomen. Deze moet altijd in het beveiligingscircuit worden opgenomen en moet de motor beschermen tegen oververhitting.

Minimale en maximale flow

Een pomp is ontworpen om met een bepaalde vloeistof opbrengst (debiet) te werken. Binnen de vastgelegde grenzen moeten de minimale en maximale toelaatbare capaciteiten altijd aangehouden worden.

De minimale capaciteit is noodzakelijk in verband met:

- koeling van de motor en smering van de glijlagers
- voorkomen van gasvorming in de pomp
- cavitatie gevaar bij lage capaciteit

De maximale capaciteit wordt meestal begrensd door:

- het beschikbare motorvermogen
- de ter beschikking staande toeloophoogte.

Om de minimale capaciteit te waarborgen moet er altijd gebruik gemaakt worden van een minimale flow leiding (Q-min) of een verschildruk

overstortventiel. De minimale flow wordt middels een bypass leiding teruggebracht naar de afscheider.

Bij het gebruik van CO₂ als koudemiddel is een Q-min altijd aan te bevelen omdat deze tevens werkt als ontgassing. Wanneer een pomp heeft gedraaid zal er nog koudemiddel in de pomp naverdampen door de restwarmte in de motor. Door het kleine verschil in soortelijk gewicht tussen gas en vloeistof zal de pomp moeilijk kunnen ontgassen naar de zuigzijde. De Q-min leiding fungeert dan als een goede ontgassingsleiding. Na het stoppen van de pomp moet altijd de minimaal voorgeschreven spertijd worden aangehouden zodat de pomp voldoende gelegenheid krijgt om te ontgassen.

Naast bovengenoemde voorzieningen moet de afscheider altijd voorzien worden van een laag niveau bewaking en moet elke pomp voorzien worden van een correct afgestelde verschildruk pressostaat (ΔP meting) die de pomp uitschakelt bij een te kleine verschildruk.

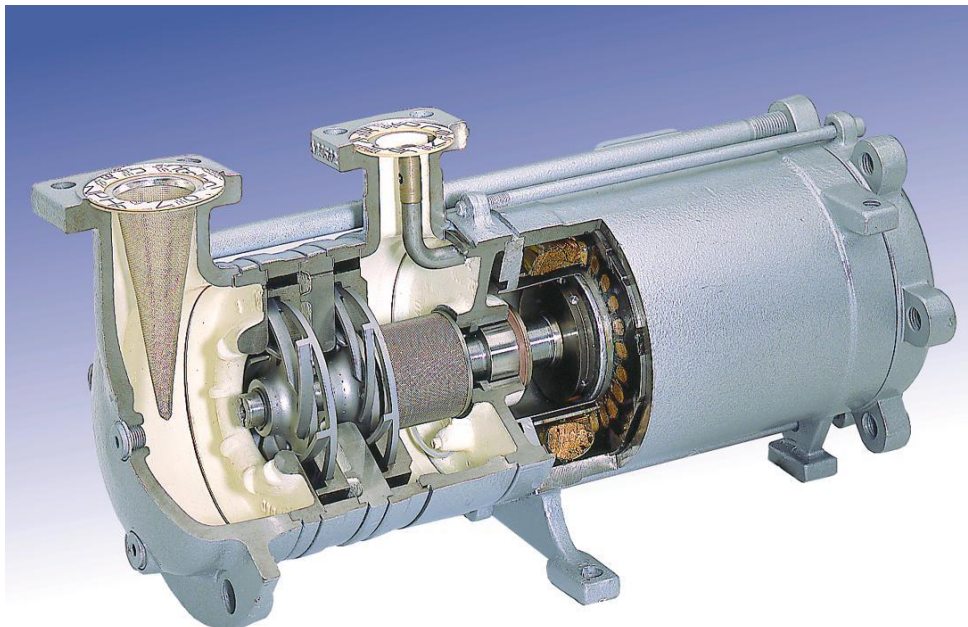


Fig. 3 Een hermetische koudemiddelpomp (WITT HRP 5040)

Pompcapaciteit en pompcurves

De meeste koudemiddelpompen zijn centrifugaalpompen. Het hart van de koudemiddelpomp bestaat uit één of meerdere waaiers in serie geplaatst die het koudemiddel vanaf het midden van de waaier (de zuigkant) met hoge snelheid naar buiten slingeren (de pers kant). Dit zal bij een koudemiddel met een hoog soortelijk gewicht (bijvoorbeeld CO₂) meer druk genereren dan bij een koudemiddel met een laag soortelijk gewicht

(bijvoorbeeld NH₃). Evenredig hier aan zal er, naar mate het soortelijk gewicht van het koudemiddel hoger is, meer energie nodig zijn.

Om nu op een uniforme manier de prestatie van een centrifugaalpomp uit te drukken wordt daarom meestal de term "hoogte" gebruikt. Deze hoogte is ook terug te vinden in de pompcurves die gebruikt worden bij het selecteren van pompen. Deze pompcurves geven het verband aan tussen de vloeistofcapaciteit (m³/h) en de totale verschilhoogte, meestal uitgedrukt in "meter vloeistofkolom" (m_{vk}).

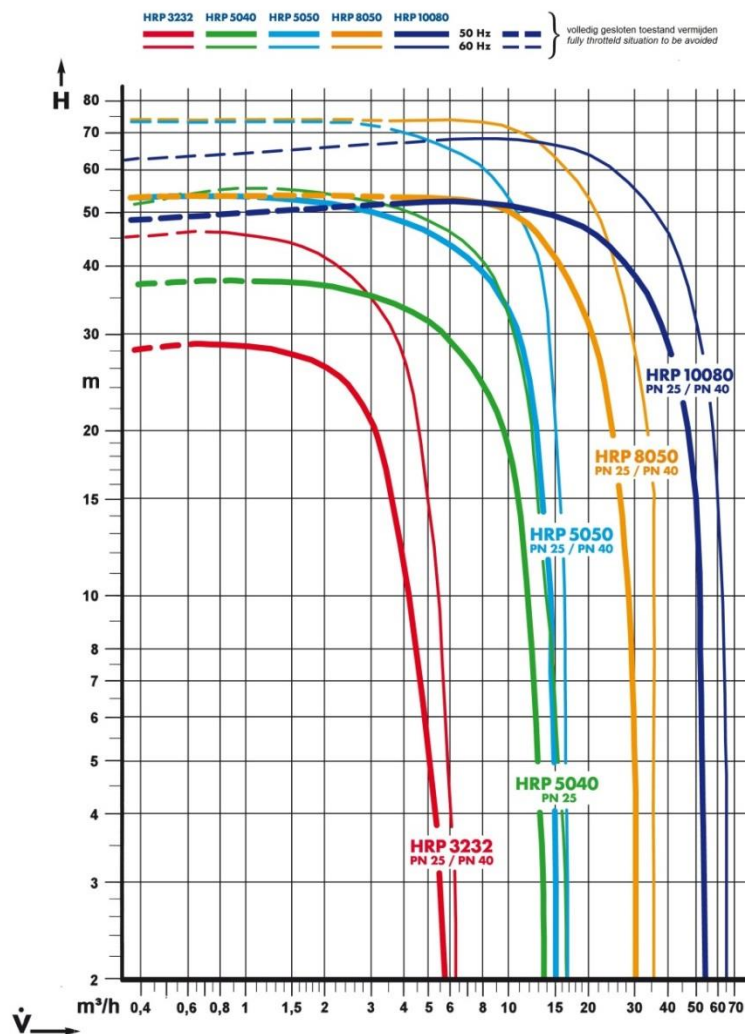


Fig. 4 Een pompcurve (WITT HRP)

De hoogte kan omgerekend worden naar de pompdruk (af te lezen op een verschildruk manometer) met de formule:

$$\text{Druk (bar)} = \text{Hoogte (m_{vk})} * \frac{\text{Soortelijk gewicht (dm³/kg)}}{10}$$

Onderkoeling van de vloeistof door valhoogte

In de afscheider bevindt zich vloeistof op het verzadigingspunt, dus kokende vloeistof of wel vloeistof met gasbellen. Voorkomen moet worden dat de gasbellen in de pomp komen omdat anders cavitatie kan optreden. Door cavitatie kunnen de waaiers en tussenstukken te snel verslijten en is een goede koeling van de motor niet te waarborgen. Er moeten een aantal maatregelen getroffen worden om te voorkomen dat gasbellen met de vloeistof meegaan naar de pomp:

- Er moet voldoende vloeistof in de afscheider aanwezig zijn
- Er moet een kolkbreker (vortexbreker) in de vloeistofuitrede van de afscheider aanwezig zijn
- De pomp moet op voldoende afstand onder de afscheider geplaatst worden en de toevoerleiding moet ontgassend gelegd worden, dus verticaal met zo weinig mogelijk bochten of appendages
- De snelheid in de toevoerleiding mag niet te hoog worden ($< 0,3$ m/s)
- De capaciteitsstappen van de compressoren mogen niet te groot zijn

Door de afscheider boven de pompen te plaatsen ontstaat aan de intrede van de pomp een druktoename t.o.v. de druk in de afscheider. Deze druktoename kan gezien worden als 'onderkoeling' van de vloeistof. Vaak wordt hier ook wel de term NPSH (Net Positive Suction Head) gebruikt. Dit is de druk van de vloeistof, uitgedrukt in meter vloeistofkolom, als deze vloeistof aan de zuigzijde van de pomp aankomt. Wanneer deze voldoende groot is zal de pomp normaal gesproken niet caviteren. De NPSH wordt berekend op basis van systeem- en procesparameters.

Overige voorzieningen

De perskant van de pomp moet altijd van een terugslagklep voorzien worden. Deze moet zo dicht mogelijk bij de pomp gemonteerd worden en voorkomt dat vloeistof door de pomp terug kan stromen bij stilstand. Wanneer gebruik gemaakt wordt van een koudemiddel met onoplosbare olie (meestal gebruikelijk bij NH_3 systemen) moet voorkomen worden dat olie in de pomp kan komen. De afscheider moet voorzien worden van een olieaftapdom en de toevoerleidingen van de pomp moeten voldoende in de

afscheider worden doorgestoken om te voorkomen dat olie in de valleiding kan lopen.

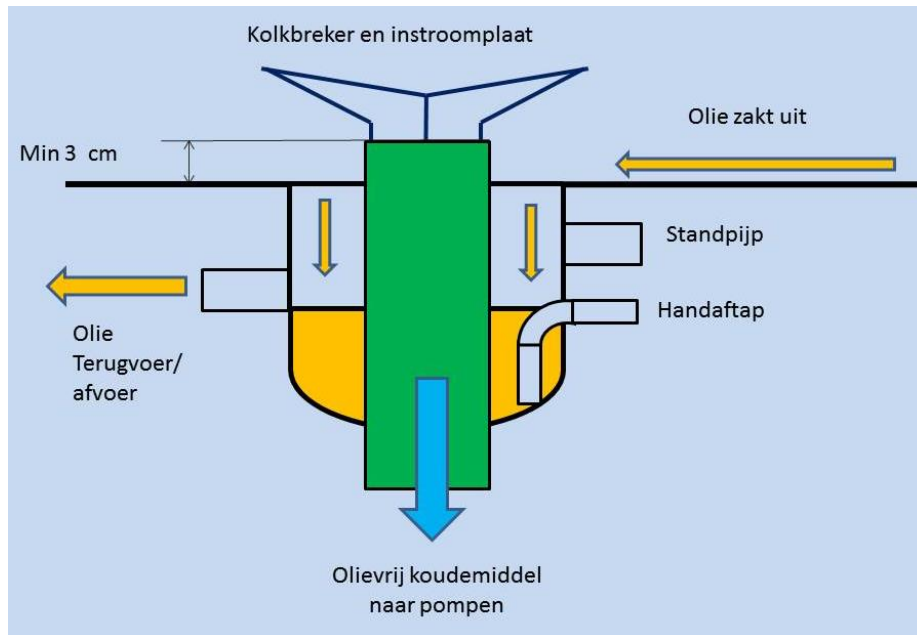


Fig 5. De juiste uitvoering van een oliedom en valleiding

Tot slot

Een koudemiddelpomp is een mechanisch onderdeel in de installatie en net als bij een compressor moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan; zoals een goed ontwerp van de installatie, de juiste besturing en een gedegen periodiek onderhoud van de installatie tijdens de gebruiksfase. Pompsystemen zorgen voor een hoog rendement (laag condenseren mogelijk, maximale benutting koelerooppervlak) en een grote flexibiliteit en stabiliteit van de installatie. Al deze voordelen zorgen ervoor dat het pompsysteem en daarmee ook de koudemiddelpomp een onmisbare schakel is in de koudetechniek.

Versie 1, 27-4-2013 JS