

## Wijbenga info sheet 14:

# Benutten van warmte uit persgas

### Inleiding

Compressie koelinstallaties onttrekken warmte die in veel gevallen wordt afgegeven aan de buitenlucht. In de huidige energietransitie is het benutten van de restwarmte uit koelinstallaties essentieel voor een duurzame bedrijfsvoering. De koelinstallatie moet onderdeel zijn van het totale energieplaatje bij de eindgebruiker en naast de koudevraag ook aan hoogwaardige warmtevraag kunnen voldoen.

### Oververhitting en condensatie

De warmte in de persgassen kunnen we verdelen in oververhittingswarmte en condensatie warmte. In het logP-h diagram van figuur 1, zijn dit de lijnen A en B. Het afkoelen van de persgassen loopt via een temperatuurtraject, het condenseren gebeurt bij de (constante) condensatie temperatuur.

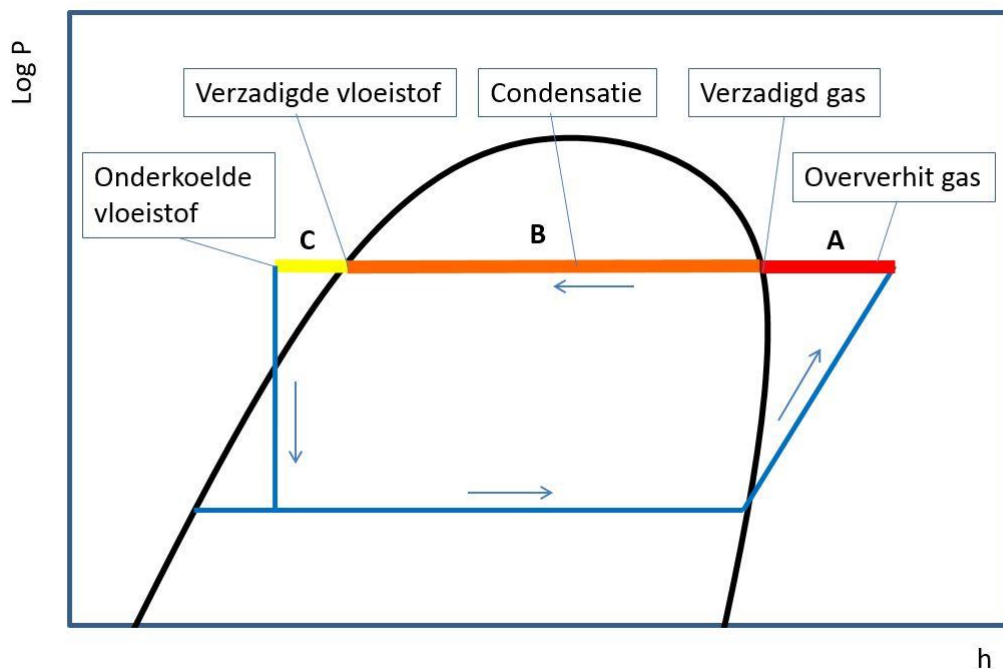


Fig 1: Corrosie van leidingwerk

Het persgas van een zuiger compressor kan, afhankelijk van het fabricaat, toegepast koudemiddel en werkconditie, een temperatuur bereiken tussen de 100 en 140 °C. De persgastemperatuur van een schroefcompressor ligt door de toegepaste oliekoeling vaak een stuk lager en bedraagt ca. 80°C. De oververhittingswarmte van schroef compressoren bedraagt ca. 10% van de totale warmte in de persgassen. Bij zuiger compressoren ligt dit rond de 15%. Alleen dit kleine deel van de persgas warmte is beschikbaar voor het verhogen van de water temperatuur boven de condensatie temperatuur.

Warmtewisselaars voor warmte recuperatie kunnen op verschillende manieren in het systeem worden geïntegreerd. Een condensor om water op te warmen kan parallel aan de luchtgekoelde condensor worden geïnstalleerd. Een andere mogelijkheid is de warmtewisselaar in serie te plaatsen met de luchtgekoelde condensor. Hierbij moet aandacht besteed worden aan het ontstaan en afvoeren van (deel)condensaat.

### Water of glycolmensen opwarmen

Water (of glycol) opwarmen tot een temperatuur van 30°C is meestal geen probleem. Koudemiddel kan in een water gekoelde condensor condenseren op enkele graden boven de gewenste water temperatuur. Voor de vloerverwarming van een vriescel of lage temperatuur comfort verwarming is 30°C meestal voldoende. Wanneer een hogere watertemperatuur gewenst is zal de condensatiedruk (kunstmatig) verhoogd moeten worden. De gedachte van het benutten van restwarmte is dat deze warmte "gratis" is. Op het moment dat de persdruk wordt verhoogd, is de restwarmte niet meer helemaal gratis. Er wordt extra energie toegevoerd om het water een paar graden meer te verwarmen.

Als de condensatie druk bij een buitentemperatuur van 20°C voor de productie van warm water verhoogd wordt van 30°C naar 40°C, bijvoorbeeld door toepassing van een persdruk regelaar, dan daalt de COP van de compressoren van 3,9 naar 3,0 (Bitzer OSKA5361-K bij  $T_o = -10^\circ\text{C}$ ,  $\text{NH}_3$ ). Voor een installatie met een capaciteit van  $Q_o = 100\text{kW}$  betekent dit een extra elektrisch vermogen van 7,7kW. Bij  $T_c = 40^\circ\text{C}$  is de beschikbare condensatie warmte van deze installatie 133kW. Als maar een deel van deze condensatie warmte benut wordt, moet de vraag gesteld worden hoe het verhogen van de condensatie temperatuur energetisch verantwoord kan worden uitgevoerd.



*Fig 2: Condensor parallel aan luchtgekoelde condensor*

Als water boven de condensatie temperatuur gewenst is moet ook gebruik gemaakt worden van de oververhittingswarmte van de persgassen. Uit de persgassen van een NH<sub>3</sub> installatie met een capaciteit van 100kW, draaiend bij  $T_o = -10^{\circ}\text{C}$  en  $T_c = 40^{\circ}\text{C}$  met een persgastemperatuur van  $80^{\circ}\text{C}$ , is maximaal 11,5kW warmte uit de oververhitting beschikbaar. De persgassen moeten dan worden afgekoeld tot de condensatietemperatuur. Indien de waterintredetemperatuur hoger is dan de condensatietemperatuur kan slechts een deel van de persgaswarmte benut worden. Het afkoelen van de persgassen uit het vorige voorbeeld van  $80^{\circ}\text{C}$  tot  $65^{\circ}\text{C}$  levert slechts 4kW voor warmteterugwinning. Ten opzichte van het uitgangspunt met een totale condensatie warmte van 133kW is dit nog maar heel weinig. Met persgaswarmte kan dus relatief weinig water verwarmt worden naar een hoge temperatuur. De condensatiewarmte in bovenstaand voorbeeld is voldoende om 5,2m<sup>3</sup>/h te verwarmen van  $15^{\circ}\text{C}$  naar  $35^{\circ}\text{C}$ . Met de oververhittingswarmte (11,5kW) kan deze hoeveelheid slechts 2K verder verwarmd worden.

### Buffertank

Een belangrijk punt bij het gebruik van restwarmte is het moment waarop deze nodig is. De hoeveelheid restwarmte die beschikbaar is, is afhankelijk van de hoeveelheid koudevraag op dat moment. In veel gevallen is warm water, bijvoorbeeld voor schoonmaken, nodig nadat het koelproces al gestopt is. Een warmwater buffer is in veel gevallen een goede oplossing om warmtevraag en -aanbod op elkaar af te stemmen. Een buffer kan met behulp van de condensatie warmte snel op de condensatie temperatuur gebracht worden. Daarna wordt de temperatuur van het buffer verhoogd door het bufferwater te recirculeren over een persgas wisselaar. De persgaswisselaar en de condensor kunnen in veel gevallen dezelfde wisselaar zijn. Bij een lage water intredetemperatuur zal de wisselaar als condensor werken. Als de watertemperatuur hoger wordt zal het persgas uiteindelijk niet meer condenseren en werkt de wisselaar als desuperheater.



*Fig 3: Warmteterugwinsysteem met buffertanks*

De buffertank temperatuur zal uiteindelijk bijna de persgas temperatuur kunnen bereiken. Als de buffer op de gewenste temperatuur is mag de circulatie over de desuperheater nooit worden gestopt als de compressor nog draait. Een warmwater buffer vraagt de nodige aanpassingen in de (water) leidingloop, mogelijk extra pompen en regelventielen. Vaak is het de beste de oplossing voor het beschikbaar maken van een grote hoeveelheid water met een hoge temperatuur op het moment dat deze nodig is.

Bij de toepassing van warmtewisselaars voor warmteterugwinning en warmtepompen waarbij de warmte overgebracht wordt op een secundair medium, bijvoorbeeld water, moet altijd aandacht besteed worden aan de materiaalkeuze van de warmtewisselaars. Bij hoge chloride concentraties in het water in combinatie met hoge temperaturen, kan bij roestvrijstaal (316L) spanningscorrosie optreden. Het kan noodzakelijk zijn in bepaalde gevallen te kiezen voor materialen met een betere corrosie bestendigheid. Andere aandachtspunten zijn kalkafzetting, biologische corrosie, en salmonella besmetting. Dit geldt zeker in combinatie met open systemen.

In de warmtewisselaar kunnen plaatselijk (persgas intrede) zeer hoge temperaturen optreden. Ga bij de beoordeling van dit soort systemen altijd uit van de maximaal optredende temperaturen. Wanneer temperaturen verwacht worden waarbij het water kan gaan koken dan moet het watersysteem op overdruk gezet worden. Stilstaand water moet te allen tijde voorkomen worden.

Versie 1, 24-4-2020 GWK