

Benutten van warmte uit persgas

Inleiding

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

Oververhitting en condensatie

De warmte in de persgassen kunnen we verdelen in oververhittingswarmte en condensatiewarmte. In het log P-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) condensatietemperatuur.

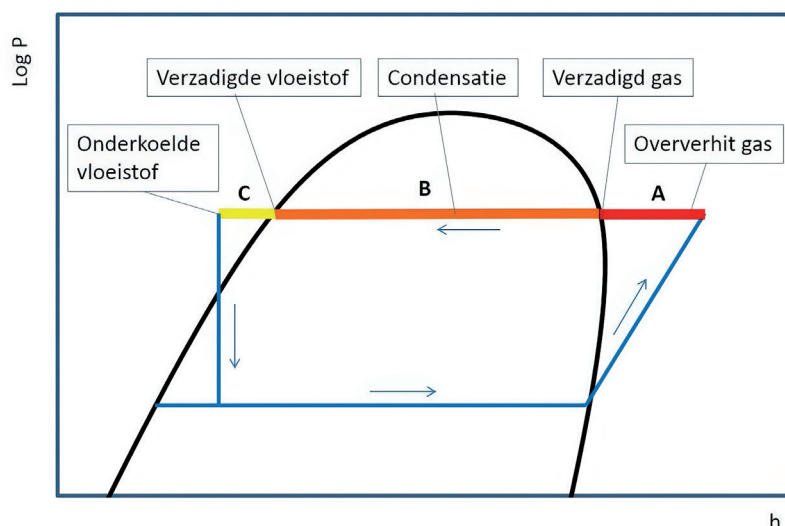


Fig. 1: Log P-h diagram, warmte in persgassen.

Het persgas van een ammoniak zuigercompressor kan, afhankelijk van het fabricaat, toegepast koudemiddel en werkconditie, een temperatuur bereiken tussen de 100 en 140°C. De huidige zuigercompressoren die voor warmtepompen worden ingezet bereiken een nog hogere persgastemperatuur. De persgastemperatuur van een schroefcompressor ligt door de toegepaste oliekoeling vaak een stuk lager en bedraagt ca. 80°C. De oververhittingswarmte van schroefcompressoren bedraagt bij ammoniak ca. 10% van de totale warmte in de persgassen. Bij zuigercompressoren ligt dit rond de 15%. Alleen dit kleine deel van de persgaswarmte is beschikbaar voor het verhogen van de water temperatuur boven de condensatietemperatuur.



”

Een warmwater buffer is vaak een goede oplossing om warmtevraag en -aanbod op elkaar af te stemmen.

”

Warmtewisselaars voor warmterecuperatie 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 als een desuperheater in serie te plaatsen met de (luchtgekoelde) condensor. Hierbij moet aandacht besteed worden aan het ontstaan en afvoeren van (deel)condensaat.

Water of glycolmengsels opwarmen

Water (of glycol) opwarmen tot een temperatuur van 30°C is meestal geen probleem. Koudemiddel kan in een watergekoelde condensor condenseren op enkele graden boven de gewenste water temperatuur. Voor de vloerverwarming van een vriescel of lage temperatuur comfortverwarming 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. Om het water een paar graden meer te verwarmen wordt extra energie toegevoerd voor de verhoogde persdruk.

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, daalt de COP van de compressoren van 3,9 naar 3,0 (Bitzer OSKA5361-K bij $T_o = -10^\circ\text{C}$, 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 condensatiewarmte benut wordt, moet de vraag gesteld worden hoe het verhogen van de condensatietemperatuur 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_3 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°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°C tot 65°C levert slechts 4kW voor warmteterugwinning. Ten opzichte van het uitgangspunt met een totale condensatiewarmte van 133kW is dit maar heel weinig. Met persgaswarmte kan dus relatief weinig water verwarmd worden naar een hoge temperatuur. De condensatiewarmte in bovenstaand voorbeeld is voldoende om 5,2 m³/h te verwarmen van 15°C naar 35°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 warm waterbuffer is vaak een goede oplossing om warmtevraag en -aanbod op elkaar af te stemmen. Een buffer kan met behulp van de condensatiewarmte snel op de condensatietemperatuur gebracht worden. Daarna wordt de temperatuur van het buffer verhoogd door het bufferwater te recirculeren over een persgaswisselaar. 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.

Het water in een buffertank zal uiteindelijk bijna de persgastemperatuur 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 warmwaterbuffer vraagt de nodige aanpassingen in de (water) leidingloop, mogelijk extra pompen en regelventielen. Vaak is een buffer 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 salmonellabesmetting. 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.



Fig. 3: Warmteterugwinsysteem met buffertanks.



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.