

Economisers in koelinstallaties

Inleiding

De naam van de economiser impliceert reeds zijn functie; het rendement verhogen en hierdoor besparen. Er zijn veel typen economisers, en bovendien zijn er veel methoden en apparaten die in wezen dezelfde functie combineren of anders genoemd worden.

Bijvoorbeeld tussenkoeler, tussendrukvat, parallelcompressie of vloeistof-onderkoeler.

Expansiegas

In een basis-koudekringloop wordt koudemiddel uit de condensor via een expansieorgaan gesmoord tot de verdamperdruk. Tijdens dit smoren expandeert een deel van de vloeistof en ontstaat expansiegas, ook wel 'flashgas' genoemd. Zonder gebruik van een economiser moet al dit flashgas door de compressor op lage druk worden aangezogen en gecomprimeerd, ten nadele van het effectieve slagvolume.

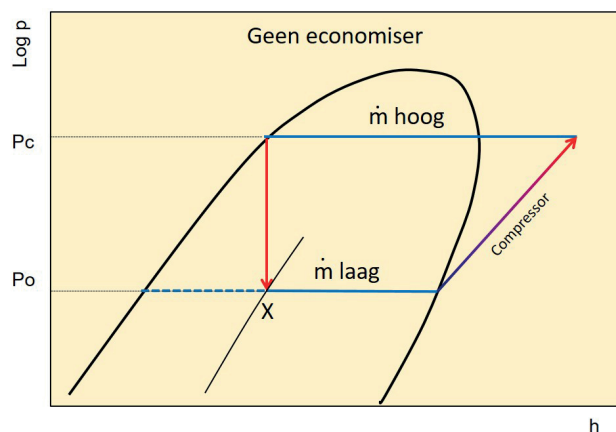


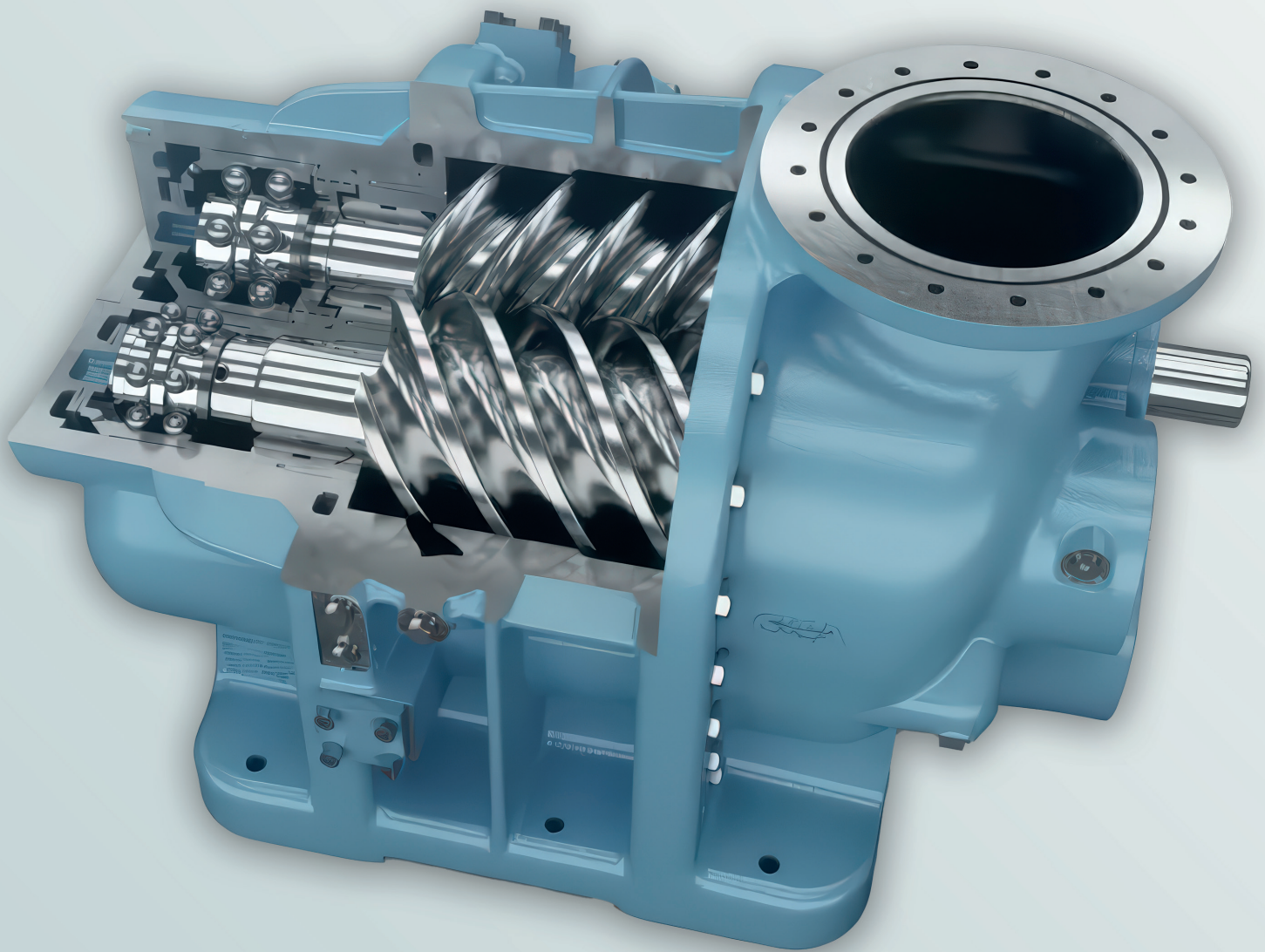
Fig. 1: Log p-h diagram van een systeem zonder economiser.

Types

In hoofdzaak zijn er twee economiser-systemen te onderscheiden:

1. Open flash-economiser,
2. Onderkoeling-economiser,

Voor beide geldt dat er een tweede zuigdruk nodig is. Deze druk, ook wel eco-druk genoemd, ligt tussen de condensatiedruk en de verdamperdruk. Door het werkingsprincipe bij compressoren van de types schroef- en scroll hebben deze vaak al twee zuigaansluitingen op verschillende druk. Bij een schroefcompressor wordt de zuigaansluiting voor de eco-druk wordt ook wel eco-poort genoemd. Met ander type compressoren zijn er minstens twee compressoren nodig.



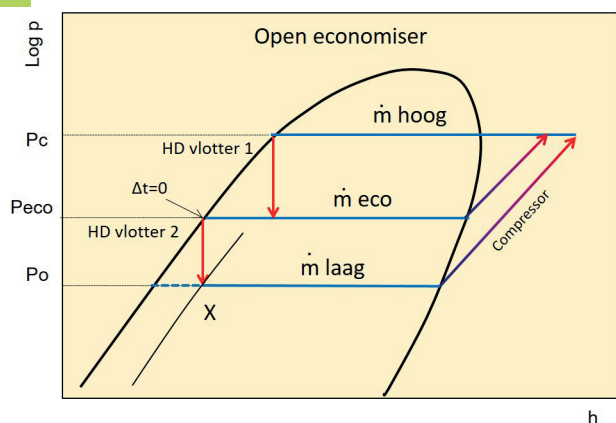


Fig. 2: Log p-h diagram van een open economiser.

Open flash-economiser

Deze bestaat uit een vat met vloeistof-afscheidersysteem ingebouwd. Het koudemiddel stroomt vanuit de condensor of het vloeistofvat via een eerste expansieorgaan (ventiel of vlotter) naar de economiser. Deze scheidt de vloeistof van het ontstane expansiegas. Het expansiegas wordt op ecodruk aangezogen. De vloeistof verzamelt onderaan in de economiser en stroomt via een tweede expansieorgaan naar de lagedruk-afscheider. Door het afscheiden van de vloeistof van het gas is het koudemiddel dat naar de lage druk stroomt verzadigde vloeistof. De energie-inhoud van het koudemiddel is verlaagd waardoor het per kilogram meer warmte opneemt. Hierdoor circuleert er minder kilogram en minder volume door de lagedruk-compressor. Het voordeel van dit type economiser is dat er geen oververhitting gecreëerd wordt en dat de temperatuur van de vloeistof tot op het verzadigingspunt behorend bij de ecodruk gebracht wordt.

Onderkoeling-economiser

Deze is uitgevoerd als een warmtewisselaar die de hogedruk-vloeistof onderkoelt. Het koudemiddel blijft op condensatiedruk tot het expansieventiel voor de verdamper of lagedruk-vloeistofafscheider. Door het onderkoelen is ook hier de energie-inhoud per kilogram verlaagd waardoor er minder koudemiddel naar het lagedruk-deel stroomt. Een voordeel van dit type economiser is dat het kou-

demiddel onderkoeld is. Dit vermindert het risico op flash gas in vloeistofleidingen dat kan ontstaan door:

- Drukval in leidingen naar het (de) expansieventiel(en) van het lage temperatuur (lage druk) circuit,
- Plotse dalingen van de condensatiedruk

In de uitvoering van de warmtewisselaar onderscheiden zich de volgende twee types:

Onderkoeling economiser als badverdampers

Het koudemiddel op condensatiedruk stroomt door de warme zijde van de warmtewisselaar. De koude zijde van de warmtewisselaar is een vloeistofbad van kokend koudemiddel. Het vloeistofbad wordt op niveau geregeld door een niveaumeting met regel (expansie)ventiel. Het verdampte koudemiddelgas wordt door de eco-poort of de compressor met hogere zuigdruk aangezogen. Een vaak gebruikte toepassing van dit type economiser zijn Votators voor de productie van roomijs of boter.

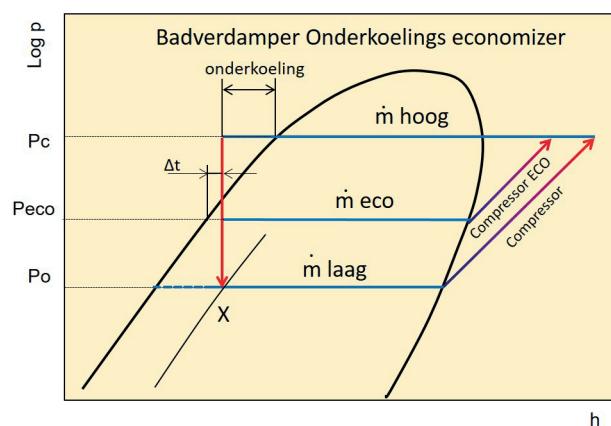


Fig. 3: Log p-h diagram van een onderkoeling-economiser als badverdampers.

Onderkoeling-economiser met directe expansie

Het koudemiddel op condensatiedruk stroomt door de warme zijde van de warmtewisselaar. De koude zijde van de warmtewisselaar is uitgevoerd als direct expansiesysteem. Het expansieventiel regelt de koudemiddeltoevoer naar de koude zijde van de economiser en zorgt ervoor dat het als oververhit gas de warmtewisselaar verlaat richting de aangesloten eco-poort of compressor met hogere zuigdruk.

Ook hier is de vloeistof op condensatiedruk en onderkoeld. Dit type economiser heeft de voorkeur indien het compressorzuiggas oververhit moet zijn. Het rendement van dit type economiser is lager vanwege de benodigde oververhitting en het temperatuurverschil tussen de twee zijden van de warmtewisselaar. De vloeistof wordt minder onderkoeld.

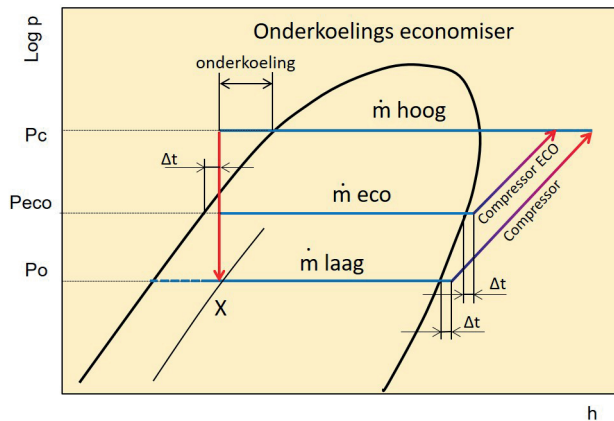


Fig. 4: Log p-h diagram van een onderkoeling-economiser met directe expansie.

Economiser in gecombineerde functie

In een situatie waar meerdere verdamperdrukken gewenst zijn, bijvoorbeeld opslag van gekoelde en diepgevroren producten, kan de economiser-functie gecombineerd worden. De koellast van de producten wordt dan vaak 'sideload' genoemd. De benodigde compressorcapaciteit van het koelsysteem is dan:

1. De sideload
2. Eco-capaciteit
 - a. Met open flash-economiser. De koellast om de vloeistofstroom naar het vriessysteem weer tot het verzadigingspunt behorende bij de eco-druk te brengen.
 - b. Met onderkoelings-economiser. De koellast om de hogedruk vloeistof te onderkoelen.

Onderkoeling-economisers en vlotters

Deze combinatie is niet wenselijk. Enkel koudemiddelvloeistof kan onderkoeld worden. Bij een mengsel van koudemiddelgas en -vloeistof zal eerst het gas gecondenseerd worden. Een vlotter laat alle

vloeistof doorstromen en zal enkel bij gas afsluiten. Bij het toepassen van een vlotter zal een onderkoelende economiser eerder werken als condensor dan als onderkoeler.

De twee belangrijkste voordelen van een economiser

1. Een lager totaal benodigd compressorslag-volume.
 - a. De lagedruk-compressor moet minder kilogram verplaatsen voor dezelfde koelcapaciteit.
 - b. Het deel koudemiddel aangezogen op eco-druk heeft door de hogere druk minder volume per kilogram.
2. Energiebesparing; een koelinstallatie zal bij gelijkblijvende condensatiedruk een beter rendement hebben bij een hogere verdampingstemperatuur. Een economiser onderkoelt de vloeistof of brengt deze weer tot op het verzadigingspunt. Door deze 'afkoeling' te creëren met het deel van de installatie dat werkt met een hogere zuigdruk en rendement verbetert het totaalrendement van de installatie.



Fig. 5: WITT ECO 3-HR3.

Invloed veranderende eco-druk op open flash-economiser

De economiser werkt op eco-druk; hogedrukvlloeistof expandeert vanuit de condensor of het vloeistofvat naar de economiser. De vloeistof op eco-druk expandeert vanuit de economiser verder naar de lage druk. Voorwaarde hiervoor is dat er voldoende drukverschil is. Bij een te klein drukverschil tussen de hoge- en ecodruk zal de hogedrukvlloeistof niet naar de economiser kunnen expanderen. Bij een te klein drukverschil tussen eco- en lage druk zal de vloeistof niet vanuit de economiser naar de lage druk kunnen expanderen.

Invloed veranderende eco-druk op een gesloten economiser

In een gesloten economiser onderkoelt de hogedrukvlloeistof, tot een temperatuur die afhankelijk is van de eco-druk en de capaciteit van de warmtewisselaar. Wanneer de eco-druk verlaagt, zal de hogedrukvlloeistof ook tot een lagere temperatuur worden onderkoeld.

Voorbeelden van de gevolgen;

- dat een niet-geïsoleerde vloeistofleiding gaat aanrijpen
- dat expansieventielen door de onderkoeling veel meer capaciteit hebben en niet goed meer werken.

Drukregeling open flash economiser

Als de economiserdruk dicht bij de druk van de lagedrukzijde kan liggen (minimaal drukverschil bij toepassing vlotters < 1,5 bar), moet een intredekregelventiel worden toegepast (zie figuur 6), zodat het drukverschil voldoende hoog blijft om de vloeistof naar de lagedrukzijde te kunnen expanderen.

Als de ecopoort op de compressor tijdens opstart of bij deellastbedrijf afgesloten kan worden, moet bovendien een drukverschilregelventiel (zie figuur 7) worden gebruikt om expansiegas af te kunnen voeren. Hiermee wordt bereikt dat het drukverschil tussen de HD-zijde (condensordruk) en de economiser (ecodruk) voldoende blijft om het condensaat van de hogedrukzijde naar de economiser te kunnen expanderen. Als de compressor tegen een

te hoge economiserdruk moet worden beschermd (te hoge stroomopname bij hogere ecodruk), moet een uittrededruk-regelventiel in de leiding tussen de economiser en eco-poort worden gemonteerd. (Figuur 7). Om toch voldoende expansiegas af te kunnen voeren, moet een verschil-drukventiel of een intrededruk-regelventiel (figuur 7) in de bypassleiding naar de zuigzijde van de compressor worden gemonteerd.

Ecopoort

Schroefcompressoren verkleinen het volume van het aangezogen gas door het aangezogen gas op te sluiten tussen de rotor(s) en de behuizing van de compressor. Door het draaien van de rotor(s) wordt het aangezogen gas afgesloten van de zuigzijde van de compressor, verder samengedrukt en over de rotorlengte verplaatst richting de perszijde. Tussen de aanzuig- en perszijde van de compressor heerst een druk tussen de persdruk en de zuigdruk in. Door in deze zone een extra zuigaansluiting te maken, kan met dezelfde compressor een tweede zuigdruk worden gecreëerd. Deze extra aansluiting wordt ECO-poort of ook wel superfeed genoemd.

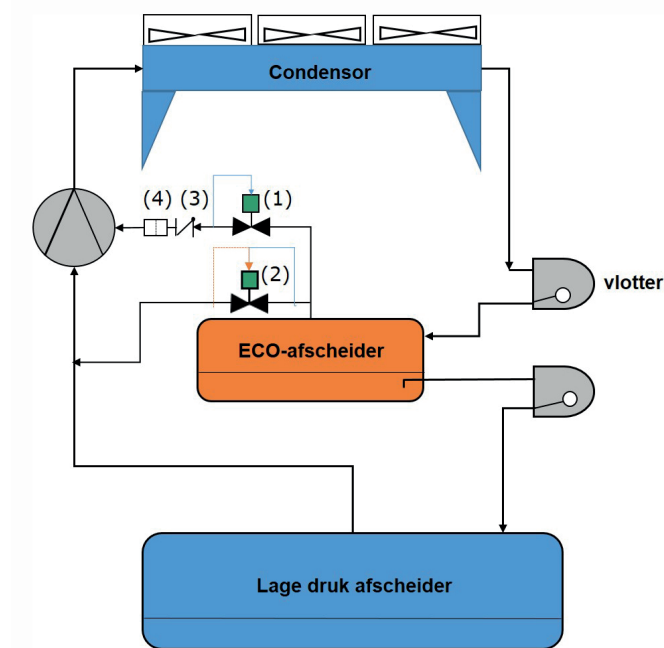


Fig. 6: Eco met drukverschilregelventiel.

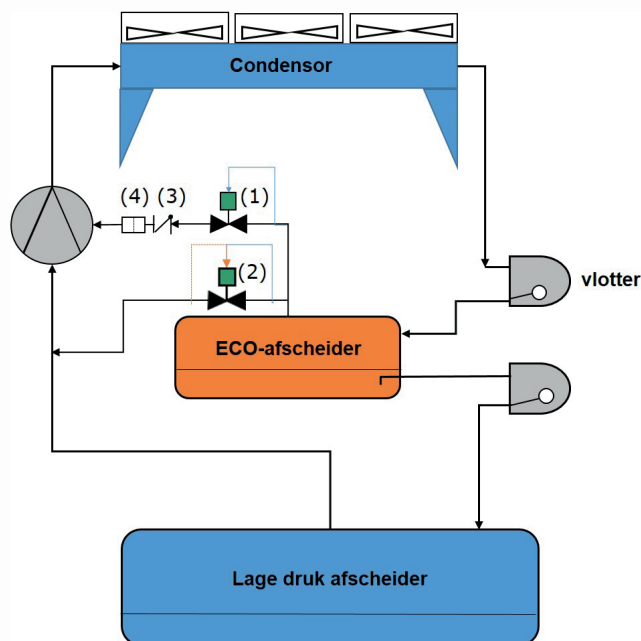


Fig. 7: Eco met uittrededruk-regelventiel.

Zuigdruk ecopoort

De zuigdruk van de ecopoort (verder ecodruk genoemd) wordt bepaald door de zuigdruk en de plaats waar de poort door de fabrikant is voorzien op de compressor. Een belangrijke factor bij de ecodruk is de capaciteitschuif. Deze schuif regelt de capaciteit van de compressor, door een bypass over de rotor(s) te genereren. Doorgaans zal afhankelijk van merk en type - bij een capaciteitschuifpositie lager dan 70-80% de eco-druk gelijk zijn aan de zuigdruk. Het benodigde aandrijfvermogen van de compressor wordt verhoogd door via de ecopoort de compressor extra kilogrammen koudemiddel te laten verplaatsen. Een te hoge ecodruk kan de compressor overbelasten.

Parallel geschakelde compressoren met ecopoort

Door verschillende posities van de capaciteitschuif tussen de compressoren onderling kan de druk van de ecopoort variëren. Om die reden is het aan te raden per compressor de mogelijkheid te voorzien om de ecopoort af te sluiten doormiddel van een magneetventiel. In plaats van een magneetventiel en een ecodrukregelventiel in de ge-

meenschappelijke ecozuigleiding kan er ook voor worden gekozen om elke compressor te voorzien van een extern aan te sturen regelklep waarmee zowel de minimale als maximale druk op de ecopoort van de compressor kan worden gehandhaafd.

Parallel geschakelde compressoren van een verschillend type, bijvoorbeeld een groter en een kleiner type compressor, hebben vaak een verschillende ecodruk. Bij dit soort situaties is het erg moeilijk om de gasstroom naar de ecopoorten te regelen. De compressor met de laagste ecodruk zal al snel meer kilogrammen dan de voorziene massastroom aanzuigen.

Aandachtspunten appendages eco-poort

Het is eigen aan ecopoorten dat de druk kan schommelen. De oorzaak van deze pulsaties is dat de eco-poort in verbinding staat met de compressieruimte tussen de rotor en het huis. Door het verdraaien van de rotor wordt deze ruimte verkleind, de druk verhoogd. Hierbij 'schuift' de lob van de rotor voorbij de ecopoort, waarna de ecopoort weer in verbinding staat met de volgende compressieruimte, waar de lagere druk weer wordt verhoogd. Deze pulsaties kunnen appendages beschadigen en ook veel warmteontwikkeling ten gevolg hebben. Bij een voldoende grote gasstroom naar de ecopoort zal dit niet merkbaar zijn, maar bij een te lage gasstroom vaak wel.

Als de druk op de ecopoort hoger is dan in de aangesloten componenten, stroomt er gas vanuit de compressor naar die componenten. Met dit gas stroomt ook olie mee, waardoor de compressor in korte tijd erg veel olie kan verliezen. Om deze reden is een terugslagklep in deze leiding een must (zie figuur 6 en 7). Ter bescherming van de compressor is ook de plaatsing van een filter raadzaam (zie figuur 6 en 7).

Met dank aan de firma GEA voor het ter beschikking stellen van informatie over de specifieke aandachtspunten bij ecopoorten.



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.