

Koeltechnieken aan boord

Wanneer bederfelijke waren als vis en vruchtensap worden verscheept of als mensen over zee reizen, zijn specifieke koeltechnieken onmisbaar aan boord om ervoor te zorgen dat de vracht in goede conditie aankomt en om het de passagiers zo comfortabel mogelijk te maken. De juiste koeling aan boord vergt veel van een organisatie, omdat er specifieke kennis vereist is om aan de maritieme condities en regelgeving te voldoen. De uitdaging is om een gezonde balans te vinden tussen enerzijds de specifieke maritieme eisen, wensen en regelgeving en anderzijds een commercieel en technisch aantrekkelijke oplossing.

P. (Peter) Hommerin, Johnson Controls

De maritieme koelsector kent veel onderlinge verschillen, ieder met specifieke vereisten. Te denken valt aan betrouwbare, economische koelssystemen in de visserij en reefer, een inbedding van bediening voor gekoelde containers, of zelfs een complete voorzieningsgenerator voor cruise- en marineschepen. Om het hoofd te bieden aan deze complexe materie zijn hooggeschoolde service engineers noodzakelijk, om technisch ondersteuning en service te leveren. Op hun beurt moeten zij kunnen steunen op een wereldwijd netwerk van servicecentra voor de scheepvaart. Schepen varen nu eenmaal rond de wereld en dienen te worden verholpen, waar problemen zich ook voordoen.

■ TOEPASSINGEN

In het kort komt de toepassing aan bod van koude- en koeltechniek bij achtereenvolgens: cruiseschepen, visserijtrawlers, gastankers, juice carriers en reefer.

Cruiseschepen

Cruiseschepen worden steeds groter. Het klimaat aan boord dient comfortabel te zijn, zeker op de kamers. Dergelijke passagiers-

schepen zijn voorzien van HVAC-systemen die comfortabele koeling bieden. Maar er is op meer plaatsen aan boord koeling nodig. Behalve voor het welzijn en een goede gezondheid van de passagiers, is koeltechniek ook essentieel in de keuken van cruiseschepen. Men verwacht tegenwoordig niet alleen heerlijke, maar ook gezonde gerechten aan boord. De koks eisen dan ook dat hun verse ingredi-

enten, inclusief voedingsmiddelen en dranken, onder perfecte omstandigheden kunnen worden gekoeld. Hierbij mag de kwaliteit en betrouwbaarheid van dergelijke koelssystemen natuurlijk geen problemen opleveren als men uit de haven is.

Visserijtrawlers

Specifieke koeling houdt ook op open zee

-Figuur 1-



de vangst vers, ongeacht de bedrijfsvoering. Sommige visserijtrawlers verlaten de haven vroeg in de ochtend en keren dezelfde dag nog terug. Andere zijn meerdere dagen onderweg. Om de versheid te kunnen garanderen, moet de vangst meteen worden gekoeld naar ongeveer 0°C. Er zijn twee oplossingen mogelijk: het ijs wordt aan boord gemaakt op het moment dat het nodig is, of het ijs wordt aan boord geladen wanneer het schip de haven verlaat. Dit vraagt een grote mate van expertise. Het ijs mag niet te droog zijn, zodat de vis niet gaat zwellen. Het ijs moet precies de juiste samenstelling hebben (niet te hard en niet te vloeibaar) en dient vrij eenvoudig aan boord te kunnen worden verwerkt.

Gastankers

Import van vloeibaar aardgas (LNG) dat wordt aangeleverd per schip neemt de laatste jaren toe. Afhankelijk van de route kan het gastransport per schip zelfs goedkoper zijn dan via een vaste pijpleiding. Wanneer gas wordt afgekoeld tot -163 °C wordt het vloeibaar en neemt het volume af tot 1/600e van het niet-gecomprimeerde volume. Extra ruimte betekent ook meteen extra geld. Het transport van deze met energie geladen vloeistof vindt plaats met LNG-tankers in speciale, geïsoleerde druktanks. Voor verdamping zijn beheersbare koude processen aan boord noodzakelijk en als de aardgasprijzen verder stijgen dan zullen motorvrachtschepen met systemen voor het vloeibaar maken van gas de huidige turbine-schepen in de nabije toekomst vervangen.

Juice carriers

Deze vrachtschepen vervoeren uitsluitend vers of geconcentreerd vruchtensap. Vers sap wordt gepasteuriseerd en meteen geladen. Een doorsnee juice carrier vervoert ongeveer 32.000 m³ sap per trip. Het sap, vers of geconcentreerd, wordt aan boord opgeslagen in roestvast stalen tanks. Het sap wordt voordat het aan boord wordt opgeslagen, via koelsystemen al gekoeld. Deze systemen moeten voor geconcentreerd sap zorgen met een temperatuur van -10 °C. Vers sap wordt opgeslagen bij een temperatuur net boven het vriespunt: een proces waarbij precisie essentieel is, aangezien het sap niet mag bevriezen. Met het groeiende kwaliteitsbesef en de hogere levensstandaard, neemt de vraag naar vers sap toe.

Reefers

Een reefer-ship vervoert vooral ladingen bananen en citrusvruchten. Het gaat erom een klimaat te creëren die de rijping van het fruit tijdens transport stilzet of vertraagt. Ook dit vraagt om geavanceerde luchtcirculatie-, luchtvochtigheids-, distributie- en koelsyste-

men. De engineering dient rekening te houden met service/onderhoud, betaalbaarheid, energiegebruik, veiligheid, continuïteit, milieu én mens.

REGELS EN EISEN

Het actief zijn in deze markt, vergt een uitgebreid relatienetwerk met scheepswerven en rederijen overal in de wereld. Maritieme systemen moeten voldoen aan strenge regels en eisen. Dit vereist de toepassing van hoogwaardige producten om aan deze eisen en regels te kunnen voldoen. De regelgeving in deze sector is compleet anders dan in de industriële sector. Installatie specifieke normen zoals PED, NEN, ISO en andere specifieke installatieregels zijn hier niet van toepassing. De maritieme sector kent eigen regels waaraan voldaan moet worden en deze wijken op veel vlakken af van de industriële sector.

Maar niet alleen de wensen en eisen van de scheepswerf dienen in acht te worden genomen. Er dient ook rekening te worden gehouden met de 'vlag'status, verzekeringsmaatschappijen, toezichthouders en, zeker niet als laatste, de reders. Ontwerpen en installaties dienen bovendien te worden afgenomen en goedgekeurd door de relevante classificatieorganisatie. Regelmatig botsen zaken met elkaar en dienen instant-oplossingen te worden gevonden, in samenspraak met alle partijen.

MATERIALEN

Naast allerlei regelgeving dienen installaties zodanig ontworpen te worden dat de zeegang van het schip geen invloed heeft op de werking van de installaties. Bij een flinke deining kunnen er krachten van tweemaal de zwaartekracht (2G) ontstaan. De scheepsromp buigt door onder invloed van torsie door de zeegang. Componenten en leidingsystemen dienen daarom zowel stijf als flexibel te zijn. Vaak vereist blootstelling aan wind, water en ziltige zeelucht het gebruik van hoge kwaliteitsmaterialen zoals titanium, cunifer, roestvast staal en zeewaterbestendige aluminium. Staal wordt veelal hoogwaardig gecoat of volbad verzinkt.

VEILIGHEID

Aan boord bevinden zich veelal grote hoeveelheden reservedelen; meer dan wat men in de industriële sector als standaard ziet. Tijdens de vaart is men aan boord veelal verstoken van directe hulp. Soms ontstaan er problemen, die niet door de eigen bemanning kunnen worden verholpen. Veel systemen dienen 24/7 operatief te zijn, waardoor het invliegen van specialisten noodzakelijk wordt. Wat in de industriële sectoren relatief eenvoudig is, wordt in de maritieme sector met regelmaat



-Figuur 2- Een koeltechnische compressor met aansluitend koeltechnisch leidingwerk



-Figuur 3- Een aan boord gesitueerd koelwater leidingwerk met isolatie en vlinderkleppen met standmelders. Het systeem werkt volautomatisch op een eigen besturingsprogramma, maar kan via operators handmatig worden overgenomen.

een hachelijke onderneming. Het aan boord gaan op volle zee kan risicovol zijn. De toepassing van elektronica en automatisering is standaard, echter hierbij dienen belangrijke systemen handmatig overgenomen te kunnen worden. De nadruk moet liggen op de zorg voor ontwerp, berekening, installatie, inkoop, training en service gedurende de gehele levensduur van de gekochte apparatuur. Het vergt een wereldwijde organisatie om alle schepen zo goed mogelijk van dienst te kunnen zijn. Dit is uniek in het maritieme vakgebied.

BESCHIKBARE RUIMTE

In de industriële sector speelt ook de beschikbare ruimte een minder belangrijke rol, zowel voor de installatie als de mogelijkheid van



-Figuur 4- Beperkte dekhoogten zijn vaak een uitdaging in het ontwerp van machinekamers

service. Figuren 2 tot en met 4 zijn voorbeelden van de compactheid waar men mee te maken krijgt bij ontwerp en installatie van maritieme installaties.

■ KEURINGSINSTANTIES

Het bouwen van installaties aan boord van schepen dient te gebeuren volgens de regels van het classificatiebureau. Hoewel er raakvlakken zijn met industriële keuringseisen, heeft elke classificatieorganisatie, o.a. Lloyds, Bureau Veritas, DNV, etc., haar eigen regels. Elk bureau heeft ongeveer één meter boekwerk, met daarin aan detail waaraan voldaan moet worden.

De keuring wordt gedaan door ontwerpgegevens in te dienen bij het betreffende classificatiebureau. Dit bureau houdt vervolgens het ontwerp en de berekeningen tegen het licht van de regels. Vervolgens wordt er een opmerkingenlijst (Design Appraisal Document) gemaakt, met informatie waarop de lokale surveyor (inspecteur) moet letten bij de afname van de installatie.

Gedurende de gehele bouw controleert de lokale inspecteur de bouw. Dit betreft NDO-onderzoek op het laswerk, het bijwonen en afnemen van lek- en sterkteproeven en de controle op serviceruimten voor onderhoud etc.

■ MILIEU

Momenteel worden diverse schepen van Nederlandse reders omgebouwd naar milieuvriendelijke koel- en vriesinstallaties. Deze schepen zijn gemiddeld 120 meter lang en hebben een koel- en vriesinstallatie aan boord die 300 ton vis per dag aan boord kan invriezen naar een kerntemperatuur van -25°C . Om deze hoeveelheid vis per dag in te kunnen vriezen, zijn er meerdere koel- en vriesystemen aan boord geïnstalleerd.

Kenmerken voor schepen van deze omvang zijn twee gescheiden ammoniak/kooldioxide installaties, elk met een capaciteit van 1.000 kW bij -50°C

Deze capaciteit wordt gegenereerd door zes stuks kooldioxide zuigercompressoren. Voor persgascondensatie van deze compressoren staan er vier stuks ammoniakschroefcompressoren ter beschikking. Alle compressoren zijn uitgerust met watergekoelde elektromotoren met een capaciteit van 288 kW voor de schroefcompressoren en 126 kW voor de zuigercompressoren. Het persgas van de ammoniakschroefcompressoren wordt afgevoerd aan het zeewater via de toepassing van twee condensoren en vier zeewaterpompen. Ook hier wordt de deling in systemen volledig doorgevoerd. Roterende apparatuur wordt in

principe altijd dubbel uitgevoerd, ter borgstelling van de bedrijfszekerheid. De gevangen vis wordt eerst voorgekoeld in tanks, die opgenomen zijn in het achterschip. Deze tanks worden gevuld met 40% koud zeewater, voordat er vis in wordt gebracht. Zodra de tank verder bijgevoerd is met vis, wordt het water uit de tanks via leidingsystemen door waterkoelers gepompt, alwaar het zeewater de opgenomen warmte van de vis afstaat. Het afvoeren van de warmte gebeurt ook hier met een mechanische koelinstallatie, werkend op het koudemiddel ammoniak. En ook hier betreft het weer twee gescheiden systemen elke met een capaciteit van 1.100 kW bij -6°C .

Deze capaciteit wordt gegenereerd door twee stuks schroefcompressoren. Hier geen tweetrapsysteem, zoals bij de vriesinstallaties. Het invriezen van vis geschiedt in 34 stuks platenvriezers, die elk uur 400 kg vis naar -25°C koelen. Na het vriesproces wordt de vis via lopende banden naar de visruimen getransporteerd. Deze ruimen kunnen circa 140.000 pakken vis bevatten en worden gedurende de gehele visreis op -28°C gehouden. Al met al een sector met vele uitdagingen voor de techneut in hart en nieren.