

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Spillvärmedriven kyla för fartyg	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska Waste Heat Driven Cooling for Marine Use	
Ev. Energimyndighetens program FOU Program Energieffektivisering i transportbranschen	Tidplan Etapp 2 2014 - 2017
Total projektkostnad 7 457 750 SEK	Energimyndighetens andel av kostnaden i %/kr 3 728 875 SEK
Ev. rapporttitel hos stödmottagaren Waste Heat Driven Cooling	Ev. rapportnr hos stödmottagaren [Klicka här och skriv]
Universitet/högskola/företag Alfa Laval Lund AB	Avdelning/institution PC-CHE
Adress Box 73, 221 00 Lund	Organisationsnummer 556016-8642
Namn och e-post - projektledare Anders Nyander; anders.nyander@alfalaval.com	
Namn och e-post – Huvudförfattare/ medförfattare/projektdeltagare/doktorander Anders Nyander; anders.nyander@alfalaval.com Anneli Wadeborn; anneli.wadeborn@climatewell.com Henrik Kockum; henrik.kockum@alfalaval.com Jens Rasmus; jens.rasmus@alfalaval.com Karl Bohman; karl.bohman@climatewell.com Göran Bolin; goran.bolin@climatewell.com Corey Blackman; corey.blackman@climatewell.com	
Nyckelord: 5-7 st Kylsystem, Spillvärme, Sorption, Värmeväxlare, Energibesparing, Marin	

Sammanfattning

I projektet "Spillvärmedriven kyla för fartyg" har Alfa Laval tillsammans med företaget Climate Well och med delfinansiering från Energimyndigheten undersökt möjligheterna att utveckla en ny plattform som möjliggör ett spillvärme drivet luftkonditioneringssystem baserat på sorptionsteknik. Projektet löpte mellan maj 2014 och mars 2015. Baserat på labbtester och prototyp tester har lämpliga konfigurationer för sorptionsprocess och reaktordesign verifierats. Resultaten av projektet visar att det är möjligt att effektivt bygga ett kompakt sorptionssystem genom att kombinera befintliga och nya tekniker inom Alfa Laval och Climate Wells teknologiportföljer. Resultaten visar att det är möjligt att göra en installation av ett spillvärmedrivet kylsystem på ett fartyg med ett givet kylbehov och erhålla en godtagbar återbetalningstid på 2 - 3 år. Den årliga globala besparingspotentialen för denna teknik beräknas på 20 års sikt kunna uppgå till totalt 5 TWh eller 5 miljoner ton CO₂.

Summary

In the project “Waste Heat Driven Cooling for Marine Use” Alfa Laval has together with the company Climate Well and part funding from Energimyndigheten investigated the possibilities to develop a new technology platform that enables a waste heat driven air conditioning system based on sorption technology. The project was running from May 2014 through March 2015.

Based on lab scale tests and prototyping suitable configurations for the sorption process and reactor designs have been verified.

The results of the project show that it is feasible to efficiently build compact sorption systems by combining existing and new technologies within the Alfa Laval and Climate Well technology portfolios. The results show that it is feasible to install a Waste Heat Driven Cooling System on a ship with a typical cooling need at an acceptable payback time of 2 - 3 years. On a 20 year horizon the global annual saving potential of this technology is estimated to 5 TWh or 5 million tons of CO₂.

Inledning

Alfa Laval är ett världsledande bolag inom värmeöverföring, separering och flödeshantering som profilerar sig inom innovativa energilösningar. Inom en av Alfa Lavals tre divisioner, Marine & Diesel levereras systemlösningar till stora handelsfartyg. En allt strängare marinlagstiftning, både globalt och nationellt genom t.ex. sjöfartsorganisationen (IMO) driver efterfrågan på miljölösningar. Detta avspeglas hos flera av Alfa Lavals kunder som Stena, Maersk m.fl.

Alfa Laval söker kontinuerligt efter nya teknologier för att utöka miljö- och energibesparingsprodukterna för fartygsmarknaden. Ett bolag Alfa Laval har identifierat är ClimateWell AB, som utvecklat och patenterat en unik sorptionsteknologi som omvandlar värmeenergi till kyla. I korthet bygger tekniken på en kemisk process utan rörliga delar, som helt drivs av värme.

Behov:

Efter en detaljerad marknadsförstudie har Alfa Laval sett en möjlighet att tillsammans med ClimateWell utveckla en unik lösning som återvinner spillvärme från fartygsmotorns avgaser för att producera kyla ombord. För att kyla ned gemensamma utrymmen för besättningen på ett medelstort containerfartyg krävs en kyleffekt på 200-300 kW. Dagens luftkonditioneringssystem drivs av en elektrisk kompressor som i sin tur försörjs av generatorer via fartygets reservmotorer. Denna elproduktion förbrukar en hel del bränsle och motsvarar en väsentlig driftskostnad samtidigt som huvudmotorns spillvärme finns tillgänglig ”gratis”.

Huvudresultat

Detta projekt bidrar direkt till att öka energieffektiviteten inom transportsektorn genom att spara den energiförbrukning som går till komfortkyla på fartyg då tekniken grundar sig på att använda spillvärme som annars inte skulle utnyttjas. Slår man ut effekten över den globala fartygsflottan kan en betydande minskning av CO₂ utsläpp erhållas.

Det genomförda projektet har på prototyp- och labbnivå visat de tekniska förutsättningarna och möjligheterna att realisera ett sorptionssystem som uppfyller de krav och önskemål på effektivitet och återbetalningstid som ställs enligt marknadsförstudien.

Måluppfyllelse

Projektets mål var att med givna förutsättningar undersöka potentialen för att utveckla ett spillvärmedrivet system baserat på sorptionsteknik för att leverera kyla för marint bruk. Huvudinriktningen var att anpassa och optimera själva sorptionsprocessen och ta fram konstruktionsprinciper för dess reaktorväxlare.

Under projektets gång har en lämplig sorptionsprocess och reaktorväxlarlösning kunnat verifieras i labbprototyper. Resultatet av projektet visar att det, genom viss vidareutveckling och anpassning av de teknologier och tillverkningsmetoder som finns tillgängliga i Alfa Laval och Climate Wells teknologiportföljer, är möjligt att bygga lämpliga kompakta reaktorer för den framprovade sorptionsprocessen. Reaktorlösningen uppfyller alla bedömda krav på prestanda, korrosion, livslängd, säkerhet och tillverkningsbarhet.

Efter omfattande tester av olika innovativa processarbetspar har en yteffektsnivå på 1200 W/m² uppnåtts. Om man applicerar detta värde på ett typiskt kundfall, i kombination med de reaktorlösningar och den systemlayout som har utvecklats under projektet, visar det sig möjligt att installera ett typiskt PureCool system (200 kW kyleffekt) inom rimliga utrymmen (10 – 12 m²) och kostnadsramar (150 000 €). Ett motsvarande system skulle därmed ge en årlig energibesparing på 250 000 kWh och en acceptabel återbetalningstid på 2 – 3 år.

Effekter i samhället

Varje år byggs omkring 2 000 nya kommersiella fartyg globalt, varav 500 – 1 000 av dessa potentiellt skulle vara lämpliga för en PureCool-installation. Om man med beaktande av den senaste tidens sjunkande oljepriser, som påverkar återbetalningstiden, applicerar en konservativ beräkning av marknadspotential om ca 100 nya installationer/år skulle den årliga energibesparingen då i förlängningen bli 0,5 TWh globalt, totalt motsvarande en minskning med 5 miljoner ton CO₂ eller 5 miljoner TWh under 20 års tid. Emellertid skärps även utsläpps och hållbarhetskrav inom branschen och normaliserar prisbildningen på olja kring tidigare högre nivåer är dock marknadspotentialen tio gånger större och teknikens besparingspotential skulle således tiofaldigas.

Utöver potentialen som finns i marinapplikationen så har projektets resultat och teknik visat sig kunna ge ännu större positiva miljö- och energieffekter inom andra områden. Exempelvis skulle den under projektet utvecklade sorptionsprocessen och konstruktionsprincipen för reaktorerna kunna anpassas till olika typer av värmepumpsapplikationer där verkningsgraden kan förbättras genom återanvändningen av t.ex. spillvärme från en gaspanna. Även andra exempel finns.

Den vidareutveckling av tätningstekniken som framtagits för reaktorn under projektets gång kan komma få stora produktions fördelar inom en rad industriella applikationer där man sett utmaningar med att kombinera vissa material till en attraktiv kostnad. Detta kan generera nya lösningar inom energieffektiviseringsområdet.

Genomförande

Som utgångspunkt för projektet användes data på driftsfall, kylbehov och ångtillgång för olika representativa fartygsexempel, erhållna genom kundstudier. Dessa värden har legat

till grund för val och konfigurering av lämplig sorptionsprocess. Baserat på detta har sedan kriterier utformats för en lämplig reaktorkonstruktion.

1. Ett antal möjliga arbetspar (salt och energibärare) har utvärderats med hjälp av olika testprototyper baserade på olika tillverkningsmetodiker som erbjudit olika nivåer av konfigureringsflexibilitet. Med givna processförutsättningar och energitillgång från spillvärmen har tester och simuleringar utvisat att ett system med salt och ammoniak är mest lämpat.
2. Olika varianter av bärrmaterial för saltet har utvärderats ihop med reaktionsprocessen. Dessa material resulterar i olika förutsättningar för integrering i reaktorn, vilka beaktats i de olika konceptlösningarna.
3. Ovan valda arbetspar med energibärare i form av ammoniak ställer specifika krav på materialval, driftstryck, täthet och korrosionsbeständighet. Med utgångspunkt från dessa förutsättningar har under projektets gång stor vikt lagts vid testning samt vid utformning av väl fungerande och kostnadseffektiva lösningar för avtätning av reaktorn.
4. Med grunddata från de initiala testerna har prototypreaktorer och systemlayout framtagits för ett labbsystem där processdata och processlogik kan testas och loggas under realistiska temperatur- och driftsförhållanden.
5. Utvärdering av prestanda och processoptimering för att verifiera förväntad nivå på effektuttag i en faktisk installation. Även olika aspekter på system och driftslogik samt repeterbarhet i processen har kunnat verifieras med hjälp av prototypsystemet.
6. Baserat på input från testerna har principdesign och dimensioner för ett faktiskt marinsystem, inkl. ett flertal design och konceptstudier för reaktorkonstruktionen för ett fartyg tagits fram. Input har erhållits genom diskussioner med potentiella kunder som exempelvis Stena.
7. Med input från ovanstående har scenarier för fartygsinstallationer studerats m.a.p. dimensionering och utrymmeskrav. Beräkningar har gjorts av återbetalningstider och teknikens potential i form av business case och energi/miljövinster.
8. Interna presentationer och demonstrationer har genomförts och planer för fortsatt utvecklings och marknadsarbete har verifierats.