

Naturliga köldmedier diskuterades under Gustav Lorentzen-konferensen

Konferensen som fokuserar på naturliga köldmedier hölls nyligen i Valencia, Spanien. En indikation på det växande intresset för naturliga köldmedier är att konferensen lockade rekordmånga deltagare. I denna artikel delar vi våra intryck från konferensen.

Gustav Lorentzen konferensen

I mitten av juni hölls den 13:e Gustav Lorentzen-konferensen (GL2018) i Valencia, Spanien. Konferensen har hållits vartannat år sedan starten 1994 i Hannover med syftet att diskutera de senaste forskningsresultaten och framstegen relaterade till användningen av naturliga köldmedier i olika typer av system och applikationsområden.

Konferensen är uppkallad efter den norska professorn Gustav Lorentzen, känd för sina bidrag till utvecklingen av den moderna transkritisk CO₂ cykel som ledde till återinförandet av CO₂ i de kyl-, luftkonditionerings- och värmepumpsapplikationer vi kan se i dag. Förutom koldioxid innehåller listan över så kallade "naturliga köldmedier" (d.v.s. naturligt förekommande, icke-syntetiska ämnen som kan användas som köldmedier) vilka används nuförtiden också kolväten, ammoniak, vatten och luft.

Alla naturliga köldmedier är ämnen med låg (eller ingen) GWP och ses därför som en lösning för att möta de globala uppvärmnings- och miljööutmaningarna. Deras egenskaper är välkända och eftersom de förekommer naturligt i stora mängder så innebär användningen som köldmedier inga nya globala miljörisker. Användningen av många naturliga köldmedier innebär dock andra utmaningar som bör åtgärdas. Till exempel finns det säkerhetsrisker för ammoniak och kolväten, CO₂-systemen kan få försämrade effektivitet i länder med höga omgivningstemperaturer och användning av vatten och luft är begränsat till specifika tillämpningar på grund av deras egenskaper. Konferensen har blivit en mötesplats för alla intressenter som kan hjälpa till att lösa problemen och därigenom möjliggöra en bredare användning av naturliga köldmedier.



Gustav Lorentzen 2018 konferensöppning

Koldioxid

Olika aspekter av användning och tillämpning av koldioxid (CO₂) som köldmedium var ett återkommande ämne under konferensen. I en keynote-föreläsning, som ägnades åt integrerade CO₂-lösningar för stormarknader påpekade professor Armin Hafner att tekniska innovationer såsom

ejektorer, evaporativa kondensorer, energilagring, parallellkompression och värmeåtervinning bidrar till att bredda tillämpningarna och därmed marknaden för CO₂ som köldmedium. Faktum är att många presentationer under konferensen redovisade olika förbättringar av CO₂-system, där ejektorer var det mest frekventa ämnet. Ejektortekniken påvisades förbättra koldioxidssystemens effektivitet, vilket är särskilt viktigt för att öka användningen i länder med varmare klimat [1].

Med hänvisning till den senaste statistiken visade Prof. Hafner att över 14 000 stormarknader i Europa redan är utrustade med CO₂-transkritiska system. Han drog därför slutsatsen att "det är idag möjligt att integrera uppvärmning och kylning i CO₂-transkritiska system för att eliminera all användning av HFC i stormarknader [2]." Möjligheten att utforma sådana integrerade CO₂-system erbjuds av många leverantörer.

Som exempel har Mazyar Karampour och Samer Sawalha från vår avdelning på KTH presenterat beräknade prestanda i olika klimat för toppmoderna CO₂-systemet för stormarknader med egenskaper som tvåstegsvärmeåtervinning, luftkonditionering (vid behov), flödande förångning och parallellkompression och ett antal ytterligare särdrag som ytterligare utökar effektiviteten hos ett system [3]. De har visat att ett sådant system ger energieffektiva lösningar för livsmedelbutikskylning både för kalla och varma klimat.

CO₂ har också visat sig vara en kostnadseffektiv lösning i isbaneapplikationer, vilket presenterades i en studie av Cajus Grönqvist och Jörgen Rogstam från Svensk Energi och Kylanalys [4]. Sådana CO₂-system visade sig överträffa traditionella HFC-system om man beaktar optimerad värmeåtervinning från CO₂.

Enligt den information som redovisades under konferensen är koldioxid det enda icke brännbara låg GWP-köldmedium som är lämpligt för kyl- och värmepumpsanvändning (vatten och luft är begränsat till specifika tillämpningar) [5]. Det kommer därför att spela en viktig roll när det gäller att uppfylla målen i F-gasförordningen och Kigali-överenskommelsen. Studier visar att moderna CO₂-system också är energieffektiva, särskilt med tanke på utvecklingen av integrerade CO₂-system samt optimering av system och deras komponenter.

Kolväten

Kolväten (t.ex. propan, isobutan) är köldmedier med kända egenskaper och som är effektiva i ångkompressionscykeln. Med tanke på den ständigt ökande efterfrågan på effektiva köldmedier med låg GWP diskuterades kolväten mycket under konferensen. I en keynote-föreläsning av Prof. Cláudio Melo drogs slutsatsen att kolvätens egenskaper gör dem till de mest effektiva köldmedierna för lätta kommersiella tillämpningar. Lika eller bättre värmeöverföringsförmåga och lägre tryckfall jämfört med R22 och R134a, förbättrade miljöprestanda samt kompatibilitet med vanliga material är några av de positiva egenskaper som poängterades av professor Melo [6].

Tydligt är det säkerhetsproblemen (på grund av brännbarheten av kolväten) som fortfarande hindrar ett bredare användande av dem i större system. Många publikationer har därför presenterat resultat som är inriktade på att förstå och hantera brännbarheten hos dessa köldmedier, speciellt propan. Sådana studier kommer att bidra till en säkrare utformning av kylutrustning som använder brännbara köldmedier.

En intressant studie presenterades av en forskare från Japan som har studerat en dieselexplosion i en kompressor vid pump down av ett luftkonditioneringssystem [7]. (En dieselexplosion kan uppstå om en blandning av luft och brännbar gas komprimeras, vilket är vad som tillåts ske i en dieselmotor.)

Studien genomfördes för att förstå vad som skedde vid en olycka i samband med att allt köldmedium i en split-AC med propan skulle pumpas över till ute-delen med anläggningens egen kompressor. Explosionen antas ha uppstått på grund av att luft kom in i systemet, vilket ledde till att syret, oljan och köldmediet bildade en brännbar blandning som självantändes i kompressorn på grund av tryckökningen. Ett av undersökningsresultaten är att vid de undersökta förhållandena var det brännbara intervallet av blandningen R290, syre och olja smalare än för R1234yf och R32.

För att säkerställa säker användning av brännbara köldmedier är köldmediemängd och placering begränsande faktorer för sådana system [8]. Vissa studier fokuserade därför på minimering av fyllnadsmängder vid användning av brännbara köldmedier. I en studie presenterad av Klas Andersson [9] visades att med rätt systemdesign är det möjligt att skapa ett värmepumpsystem som kan leverera upp till 10 kW uppvärmningskapacitet med så lite som 100 g propan i systemet, vilket indikerar att det är möjligt att möta ett stort kylbehov med en liten mängd propan. De resultat som presenteras av Klas togs emot med stort intresse av publiken under konferensen.

I Europa pågår en översyn av den standard som reglerar fyllnadsmängdsgränsen för brännbara köldmedier. Där undersöker man möjligheten att ändra gränsen från 150 g till 500 g [10]. I USA däremot är fyllnadsmängden begränsad till 57 g enligt de amerikanska säkerhetsstandarderna. Vid ATMOSphere America, en konferens som även den fokuserar på naturliga köldmedier och som ägde rum i USA bara några dagar före GL2018-konferensen, uppmanade professor Pega Hrnjak Association of Home Appliance Manufacturers (AHAM) att bjuda in till en tävling för att utveckla en kylskåp för hemmabruk i fullstorlek med högst 57 g isobutan. "Jag tror att vi kan få även den amerikanska typen av kylskåp att fungera med 57 g", sa Hrnjak under ATMOSphere America. "I teknik visar det sig ofta att när något ser omöjligt ut så hittar man ändå något sätt att få det gjort på", - sade han som kommentar till de problem som AHAM-företrädare lyft [11].

Ammoniak

Ammoniak, ett naturligt köldmedium som har använts i ångkompressionssystem sedan 1870-talet, återfinns ofta i storskaliga kommersiella kylanläggningar. Ammoniak diskuterades under konferensen mestadels inom ramen för användning som en komponent i absorptions- och adsorptionskylsystem. Men som det påpekades av Andy Pearson, i hans keynote-föreläsning om kylning med ammoniak [12], är ammoniak det enda köldmedium som har använts i kyltillämpningar "från dag ett". Medan ammoniak har visat sig vara ett effektivt köldmedium i industriella tillämpningar framhöll Pearson att det fortfarande finns möjlighet att använda ammoniak i system med låga fyllnadsmängder. Forskning inom just detta område fanns dock inte representerat i programmet för konferensen.

Kylsäkerhet

Under konferensen hölls också det första mötet för den nya arbetsgruppen "Kylsäkerhet" inom International Institute of Refrigeration (IIR). Kylsäkerhet har kommit upp på agendan till följd av den ökade användningen av brännbara köldmedier vilket har ökat efterfrågan på objektiv information om både säkerhetsrisker och metoder för att mildra sådana risker. Gruppen har initierats för att ta itu med säkerhetsproblemen genom att dokumentera erfarenheter från hela världen, bygga en databas med olyckor, utveckla praktiska processer samt förfaranden och publicera riktlinjer för säker hantering av köldmedier. "Fokus ligger på att lära av de misstag vi alla gör under vägen", sade gruppens ordförande Alexander Cohr Pachai, teknikchef på Johnson Controls [13].

Under mötet har olika aspekter av kylsäkerhet presenterats och diskuterats, inklusive, men inte begränsat till, diskussioner om risker relaterade till brännbarhet hos köldmedier. Sådana frågor som

"hur man ska definiera 'säkert' för att kunna utforma säkert kylsystem?" och "Är A1-köldmedier alltid säkra?" har också ställts och försökt besvaras under mötet.

Allmänna intryck

Koldioxid, ammoniak och kolväten är köldmedier med låga GWP-värden som kan användas i ett brett tillämpningsområde och ersätta syntetiska köldmedier för att bidra till att nå globala miljömål. Alla dessa köldmedier är kända sedan länge, deras egenskaper har studerats mycket och deras miljöpåverkan är känd. Således är det säkert att säga att naturliga köldmedier är de mest studerade av alla de låg GWP-köldmedier som nu lyfts som alternativ.

Det begränsade antalet naturliga köldmedier har gjort det möjligt för konferensen att fokusera på detaljer i deras tillämpningar. Detta står i kontrast till situationen med nya syntetiska köldmedier och deras blandningar, där den stora mängden nya medier inte tillåter att komponenterna optimeras tillräckligt eller att miljökonsekvenserna utvärderas ordentligt. Den stora betydelsen av komponentoptimering för att nå maximal energieffektivitet, vilket gäller för alla köldmedier, har också noterats under konferensen.

Både CO₂ och ammoniak har termofysikaliska egenskaper som särskiljer dem från andra konventionella köldmedier. Detta bör beaktas när man jämför dessa köldmedier med andra köldmedier, eftersom valet av "jämförbara" förhållanden kan leda till att dessa medier missgynnas i en jämförelse.

Minimering av fyllnadsmängder är relevant för att bygga säkra system med brännbara köldmedier. Det är också viktigt att begränsa fyllnadsmängden av konventionella syntetiska köldmedier av miljöskäl eller av skäl som höga priser eller osäker tillgång i framtiden. Således kommer minimering av fyllnadsmängder bli ett mål för både naturliga och syntetiska köldmedier och vi kommer därför sannolikt att se mer forskning i den här riktningen.

Prof. Björn Palm deltog i konferensen med en keynote-föreläsning som redovisade historia, nutid och framtid för de naturliga köldmedierna. Modern kylning påbörjades med användning av naturliga köldmedier och för närvarande är intresset för naturliga köldmedier högre än någonsin till följd av minskningen av fluorerade köldmedier. Naturliga köldmedier är den hållbara lösningen för framtida kylning. Under många år har dock syntetiska köldmedier varit dominerande inom kylning, men dessa kommer att stå i centrum för diskussionen under en annan konferens - IIR International Conference on Application of HFO Refrigerants - senare i år.

Följ gärna våra publikationer och prenumerera på vårt digitala nyhetsbrev. Anmäl dig genom att följa länken www.energy.kth.se/ett_news.

Källor:

- [1] D. Belluomini, "GL 2018: CO₂ ejectors to boost efficiency in warm climates," shecco Media, 26 June 2018. [Online]. Available: goo.gl/WqEXB6.
- [2] A. Williams, "Technology innovations are helping to broaden the market for CO₂ technology, heard participants in day one of the Gustav Lorentzen conference today.," shecco Media, 28 June 2018. [Online]. Available: goo.gl/Ps8fQ9.

- [3] M. Karampour and S. Sawalha , "Comparison of state-of-the-art CO₂ and alternative refrigeration systems for supermarkets," in *13th IIR-Gustav Lorentzen conference on natural refrigerants*, Valencia, Spain, 2018.
- [4] C. Grönqvist and J. Rogstam, "Comparative life-cycle cost analysis of refrigeration systems in ice rinks," in *13th IIR-Gustav Lorentzen conference on natural refrigerants*, Valencia, Spain, 2018.
- [5] P. Domanski, "Review of Refrigerants Evolution," in *13th IIR Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants*, Valencia, Spain, 2018.
- [6] A. Williams, "Hydrocarbons 'best refrigerants' for light commercial," scecco Media, 21 June 2018. [Online]. Available: goo.gl/SAsuJd.
- [7] T. Higashi, C. Dang and E. Hihara, "Diesel explosion of propane at pump-down of air conditioner," in *13th IIR-Gustav Lorentzen conference on natural refrigerants*, Valencia, Spain, 2018.
- [8] Swedish Standards Institute, "SS-EN 378-1:2016 Kyl- och värmeutrustning – Kylteknik och värmepumpsteknik – Säkerhetskrav och miljökrav," 2016.
- [9] K. Andersson, E. Granryd and B. Palm, "Water to water heat pump with minimum charge of propane," in *13th IIR Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants*, Valencia, Spain, 2018.
- [10] M. Garry, "Outcome uncertain on vote for HC charge-limit increase," shecco Media, 14 June 2018. [Online]. Available: goo.gl/nweR9a.
- [11] M. Garry, "'Forget the charge increase, let's design a better fridge!' says industry expert," shecco Media, 29 June 2018. [Online]. Available: goo.gl/cdegbi.
- [12] A. Pearson, "Refrigerating with ammonia. Presentation.," in *13th IIR-Gustav Lorentzen conference on natural refrigerants*, Valencia, Spain, 2018.
- [13] Coolin Post, "IIR group to look at refrigeration safety," 3 Feb 2018. [Online]. Available: goo.gl/bTHHsC.