

## Sistem DX cu încărcare redusă controlat de calitatea senzorilor HBX pentru vapori

*Acum este posibil să proiectăm sisteme de expansiune uscată cu sarcină scăzută, mai eficiente din punct de vedere energetic decât sistemele convenționale inundate și de circulație a pompelor.*

Potențialul de aplicare a acestei noi tehnologii este foarte mare, și utilizat cu cele mai noi evaporatoare și compresoare eficiente din punct de vedere energetic, poate realiza economisire de energie de până la 30%.

Descrierea noilor posibilități folosind măsurarea calității gazelor și dintr-o camera frigorifică din Melbourne, folosind senzorul de calitate HBDX HBDX Products

## **Mitul privind utilizarea amoniacului într-un sistem de refrigerare proiectat DX:**

Dorința de a utiliza cel mai eficient agent frigorific din punct de vedere energetic, este amoniacul. În sistemele frigorifice proiectate DX a dus la multe provocări și a câștigat pe bună dreptate reputația de a fi o soluție slabă, care nu funcționează întotdeauna bine. Au fost multe probleme și, de-a lungul timpului, s-au făcut multe încercări fără descoperiri semnificative. A fost necesară compromiterea proiectării DX normale și instalarea separatoarelor de lichid înaintea compresoarelor și reglarea supraîncălzirii foarte ridicată pentru a evita returnul lichidului și deteriorarea potențială a compresorului. Supraîncălzirea ridicată și evaporatoarele ineficiente / non-dinamice combinate cu căldura de vaporizare latentă ridicată a amoniacului.

În total, acest lucru a dus la o eficiență energetică foarte slabă. Este, de asemenea, faptul că conținutul de apă din amoniac schimbă punctul de fierbere și deci reglarea supraîncălzirii, care este calculată pe baza presiunii și temperaturii; 1% apă crește punctul de bule cu aproximativ 5K spre sfârșitul procesului de evaporare. În evaporatoarele DX, concentrația de apă din amoniac va crește pe măsură ce evaporarea progresează. Treptat, acest lucru duce la o creșterea punctului cu bule, pe care controlul convențional al supraîncălzirii va identifica ca un semnal de fals supraîncălzire și va reacționa în consecință. În plus, conținutul de apă dintr-o refrigerare cu amoniac va reduce capacitatea de refrigerare și, prin urmare, va reduce coeficientul de performanță (COP).

Datorită noii tehnologii cu senzori, a noilor proiecte de vaporizatori cu noi distribuitori de lichide, precum și a noilor experiențe practice, este acum posibil să proiectăm un sistem DX cu amoniac, cu toate avantajele unui proiect de sistem DX. Avantajele constau în agentul frigorific cu încărcare redusă, fără linii / conducte de aspirație umedă și, prin urmare, un nivel ridicat de eficiență energetică, aspirare mai mică și conducte de lichid și, în special, necesar agent frigorific mult mai scăzut și costuri reduse ale sistemului, în special pentru instalațiile mari.

## **Fapte privind controlul calității gazelor versus sisteme de circulație a supraîncălzirii și pompelor**

Acum este posibil să controlați și să reglați un vaporizator într-un sistem de refrigerare folosind un senzor montat pe orificiul de evacuare, ca o alternativă la măsurarea / controlul tradițional al supraîncălzirii bazate pe presiune și temperatură, unde doi senzori folosesc calcule pentru a indica supraîncălzirea.

Pentru sistemele de amoniac cu temperaturi scăzute, în special, controlul supraîncălzirii ce nu a funcționat optim.

Există multe motive pentru aceasta:

Selecția necorespunzătoare a materialelor pentru un vaporizator cu o conductivitate termică slabă.

Lipsa de expunere a suprafețelor interne ale conductelor din răcitorul de aer către agentul frigorific care fierbe.

Prezența uleiului, ceea ce duce la o degajare de ulei și, prin urmare, reducerea transmisiei de căldură.

Prezența apei, ceea ce duce la o creștere a punctului de fierbere al agentului frigorific spre sfârșitul procesului de evaporare.

- Proiectare inadecvată a vaporizatorului, care nu ia în considerare în mod adecvat principiile termodinamice fundamentale care ar trebui încorporate în toate schimbătoarele de căldură în timpul procesului de proiectare
- Întârzierea timpului și plasarea critică a senzorului de temperatură pentru măsurarea punctului de fierbere sunt adesea asociate cu o indicație defectuoasă

De exemplu, conținutul de apă de aproximativ 1% în amoniac va duce la o creștere a punctului de fierbere spre sfârșitul procesului de evaporare de 5-6 ° C în evaporatoarele cu temperaturi joase.

Utilizarea regulării injectiei bazate pe supraîncălzire nu ar putea diferenția între supraîncălzire și o creștere a punctului de fierbere cauzată de apă. Această situație poate duce la întoarcerea lichidului de la vaporizator la compresor. Utilizarea unui nou tip de reglementare, cum ar fi senzorul de calitate a gazului HBDX, care poate diferenția între prezența lichidului / vaporilor și gazului, ar îmbunătăți în mod natural această situație.

Până în prezent, industria frigorifică a încercat să rezolve această problemă folosind circulația pompei sau lichidul supraîncărcat. Un sistem de circulație a pompelor circulă o cantitate de agent frigorific care este de câteva ori mai mare decât cea evaporată în vaporizator. Aceasta elimină o mare parte din efectul creșterii punctului de fierbere. Dezavantajele sunt o creștere a inventarului de agenți frigorifici, pierderea crescută de presiune în conductele de aspirație și consumul crescut de energie.

Folosind un senzor de calitate HBX Vapor / gaz, care măsoară conținutul de agent frigorific / lichid ca grad de uscăciune la ieșirea vaporizatorului, rezultă un semnal de măsurare care poate fi utilizat direct pentru controlul injectiei de lichid în vaporizator, fără toate dezavantajele unui calcul / măsurare supraîncălzire. Mai mult, se obține o eficiență substanțial mai bună decât în cazul sistemelor de circulație a pompelor și a sistemelor inundate. Printre altele, acest lucru se datorează eliminării conținutului de lichid din conductele de aspirație și conductele de ridicare, unde prezența lichidului poate crește căderea de presiune cu un factor de 7-10 în comparație cu liniile de aspirație uscate.

În general, proiectarea vaporizatorului cu expansiune uscată necesită ca utilizatorii să cunoască perfect intervalul de capacitate în care va fi folosit. Aceste considerații sunt importante și pentru evaporatoarele care sunt instalate pentru circulația pompelor, dar consecințele unui număr incorect de canale este mai ușor de compensat într-un sistem de circulație a pompelor decât într-un sistem de expansiune uscată, cu încărcare limitată al agentului frigorific.

Într-un sistem de expansiune uscată (în special folosind amoniac ca agent frigorific), alegerea diametrului tubului vaporizator este adesea de mare importanță. Pentru evaporatoare cu capacități reduse, distribuția agentului frigorific poate duce, de asemenea, la dificultăți pur și simplu pentru că diametrele conductelor distribuitoare devin atât de mici încât materialul de conductă disponibil comercial nu este disponibil. În aceste situații, de multe ori trebuie utilizate alte tipuri de distribuitori, mai degrabă decât alegerile convenționale sau pentru a proiecta evaporatoare cu un singur circuit.

Nu este posibil să se generalizeze în ceea ce privește viteza medie optimă a vaporilor în vaporizator. Țevile mici vor avea rezultate acceptabile cu viteze de vapori mai mici decât conductele mai mari. Țevile cu îmbunătățiri interne ale suprafeței ar avea, de asemenea, rezultate acceptabile cu o viteză mai mică a vaporilor decât conductele netede. În general, evaporatoarele cu expansiune uscată sunt proiectate pentru o cădere de presiune substanțial mai mare decât agentul de evacuare a pompei. Pentru a evita această cădere de presiune care duce la reducerea diferenței de temperatură logaritmică, este deseori necesar să folosiți metode / modele inovatoare de circuite de evaporare, cum ar fi fluxul paralel fizic (contraflux termodinamic), luând în considerare posibilul efect al gravitației asupra funcției de vaporizator, ulei, acumularea, plasarea senzorilor etc.

Alți parametri importanți pentru obținerea unei performanțe termodinamice bune includ faptul că conductele de evaporare sunt confecționate dintr-un material cu o conductivitate termică ridicată, cum ar fi aluminiul. Astăzi, există mulți producători care oferă evaporatoare industriale fabricate din aluminiu. Vă recomandăm conductele de aluminiu pentru amoniac pentru a asigura o eficiență ridicată, precum și o formare optimă de fierbere / formarea rapidă a gazului.

Sistemul trebuie să fie proiectat cu un separator de lichid mic, conceput ca subcooler, care poate colecta excesul mic de agent frigorific și poate folosi energia de evaporare pentru sub-răcire. Separatorul de lichid poate fi localizat local de vaporizator sau ca un separator / intercooler de lichid comun situat în mod central la compresoare.

Experiența acumulată din patru sisteme de amoniac înființate în Australia arată că sistemele cu măsurarea / controlul calității gazelor sunt mai eficiente din punct de vedere energetic și nu duc la variații de presiune de aceeași mărime ca și sistemele DX bazate pe injecție controlată cu supraîncălzire. Setarea senzorului în pregătirea pompei este foarte simplă și constă într-o calibrare zero, valoarea de întindere fiind setată în prealabil, astfel încât domeniul de măsurare acoperă „X”

0,7 până la 1,0, adică valoarea 0,7 (umedă) corespunde 20 mA și 1,0 (uscată) corespunde 4 mA.

Folosind un controler intern sau extern, „X” este setat la 0,98; pentru a crește umezeala gazului se alege o valoare „X” mai mică. În ceea ce privește ajustările / optimizarea, vă recomandăm să faceți acest lucru în conformitate cu o creștere / reducere maximă de „X” de 0,02 (experiența arată că X valori cuprinse între 0,95 și 0,98 produc o supraîncălzire ușoară de 1 până la 5 °K).

## **Camera frigorifica din Melbourne utilizeaza:**

**Congelare:** 3 Evaporatoare Colmac Coil DX temperatura de evaporare, capacitate frigorifică de aprox. 60kW, încărcare cu agent frigorific de 1,42 kg per vaporizator.

**Temperatura medie:** 1 Evaporatoare Colmac Coil DX temperatura de evaporare, capacitate de refrigerare aprox. 37W, încărcare agent frigorific 2,5 kg.

**Sas:** 2 Evaporatoare Colmac Coil DX, temperatura de evaporare -3 °C, capacitate frigorifică de aprox. 58kW, încărcare agent frigorific 4,4 kg per vaporizator.

## **Principalele puncte în ceea ce privește implementarea sistemului în Melbourne sunt:**

Utilizarea evaporatoarelor din aluminiu cu distribuitori de rezervor brevetati și îmbunătățirea interioară a suprafeței în evaporatoare cu temperaturi scăzute

Utilizarea compresoarelor cu pistoane prin transfer cu ulei foarte scăzut (<3 ppm la punctul de proiectare - mai puțin la viteza de rotație redusă)

Utilizarea compresoarelor cu piston dispuse pentru răcirea cu aer.

Convertoare de frecvență pe toate compresoarele și motoarele ventilatoarelor.

Posibilitatea de a comuta între controlul injecției cu agent frigorific pe bază de supraîncălzire și controlul injecției bazat pe calitatea gazului.

Condensator evaporat excesiv

Utilizarea țevilor netede din oțel inoxidabil pentru toate liniile de conducte

Controlul plutitorului de înaltă presiune între condensator și intercooler

Returul condensului format în timpul de refrigerare cu gaz fierbinte direct la intercooler, folosind un plutitor de înaltă presiune și linii de retur.

Două robine electromagnetice cu gaz fierbinte pe vaporizator de depozitare la rece care permite încălzirea vasului de scurgere înainte de a de frigera bobina vaporizatorului.

Uscător desicant în congelator, care distribuie aerul uscat către uși folosind conducte de distribuție a aerului

Control automat al vitezei vaporizatorului, optimizat pe baza diferenței de temperatură de intrare între aer și amoniac pentru fiecare vaporizator.

Posibilitatea reglării temperaturii frigorifice utilizând modularea capacității compresorului.

Condensator evaporat realizat integral din oțel inoxidabil.

Încărcare cu agent frigorific, 480 kg - capacitate de temperatură scăzută aprox. 177kW, capacitate la temperaturi ridicate aprox. 140kW, volum total instalație aprox. 42.600 m<sup>3</sup>, consumul estimat anual de energie 21-23kWh / m<sup>3</sup> \* a

**Use of the gas quality measurement allows optimization of the most important key factors in a refrigeration system:**

- **The elimination of superheat measurement for vaporizator control** can be used for reducing the temperature difference “ETD” between the ammonia and air temperature (At the plant in Melbourne is measured a “ETD” down to 2.3K) – especially in case of partial load. This reduces the system energy consumption because the compressors operate with the highest possible suction pressure in all operational situations. It also minimize the volume of the gas, thus the compressor works less and thereby uses less energy.
- **Elimination of wet suction lines in Ammonia systems and to prevent the challenges with wet return piping in industrial refrigeration systems.** Wet suction cause large pressure drop in industrial plants which mounting of the vaporizators with riser pipping and long distances to the compressor room.

**Reguli mari ”Presiunea de aspirație ”**

**Ex. La creșterea consumului de energie la -25°C:**

1°C decrease mean approx.:			
At	Capacity	COP	Power
+10°C	-3.6%	-5.0%	+5.2%
0°C	-4.0%	-4.3%	+4.5%
-10°C	-4.4%	-3.8%	+4.0%
-20°C	-5.1%	-3.5%	+3.6%
-30°C	-5.5%	-3.9%	+4.1%
-40°C	-6.5%	-4.4%	+4.6%
-50°C	-7.3%	-5.0%	+5.2%

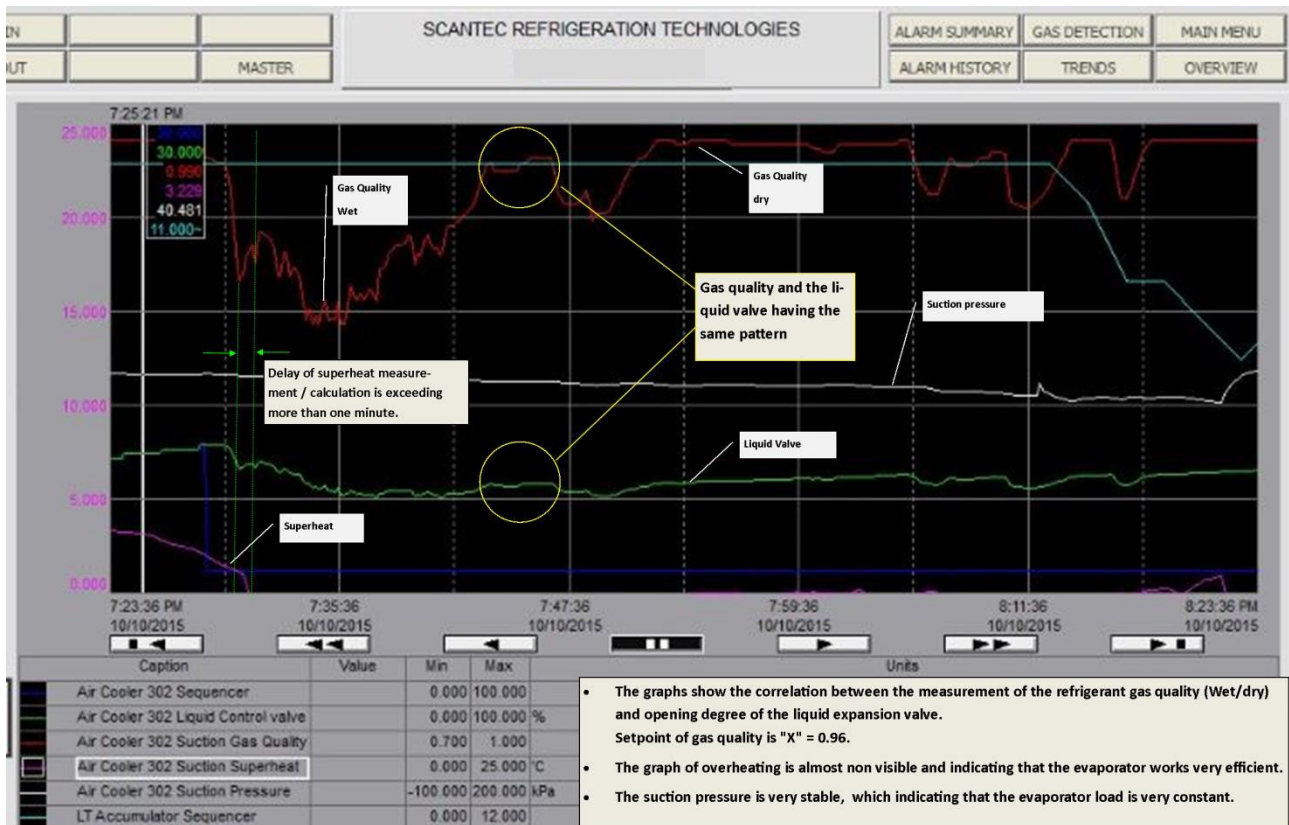
10° supraîncălzirea crește consumul de energie cu până la 10%.

Proiectarea optimă a vaporizatorului poate îmbunătăți și mai mult eficiența.

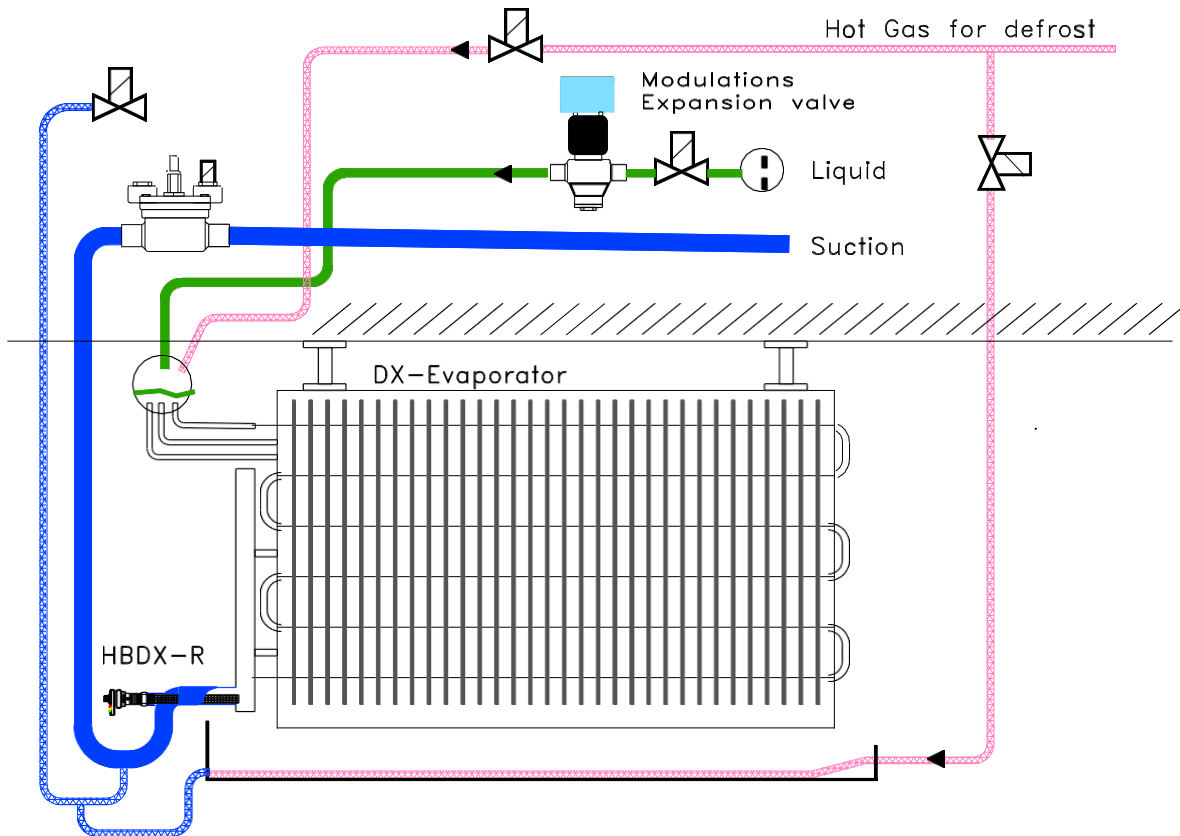
0.3bari Scăderea presiunii în conductele de aspirație crește consumul de energie cu 24%.

“Reguli generale” este calculat de catre COOL PARTNERS.

Potențialul aplicării acestei noi tehnologii este foarte mare, și utilizat cu cele mai noi vaporizatoare și compresoare eficiente din punct de vedere energetic, se poate economisi energie de până la 30%



- Graficele arată corelația dintre măsurarea calității gazului frigorific (umed / uscat) și gradul de deschidere al supapei de expansiune al lichidului.
- Calitatea de referință a calității gazelor este „X” = 0,96.
- Grafica supraîncălzirii este aproape non vizibil și indică faptul că vaporizatorul funcționează foarte eficient.
- Presiunea de aspirație este foarte stabilă, ceea ce indică faptul că sarcina vaporizatorului este foarte constantă.



**Stefan Jensen** este directorul celei mai inovatoare companii de refrigerare din Australia, unde este responsabil pentru domeniile tehnice. Compania s-a specializat în proiectarea și livrarea de sisteme de răcire cu amoniac „cu sarcină scăzută”. Stefan este membru al diferitelor organizații de refrigerare, inclusiv IIR, și participă la conferințe la nivel mondial pentru a asigura și a optimiza utilizarea agenților frigorifici naturali, precum ar fi amoniacul și CO2.



**Michael Elstrom** este directorul HB Products A / S, unde este responsabil pentru dezvoltarea tehnică. Are 25 de ani de experiență în proiectarea senzorilor capacitivi pentru industria frigorifică. Ideea pentru un senzor de calitate al gazului, a apărut în timpul unui dialog privind îmbunătățirea eficienței și optimizarea controlului pentru valorile de expansiune al lichidului pentru utilizarea răcitoarelor / vaporizatoarelor de aer.

