

AUTOMATYKA DANFOSS DLA MAŁYCH I ŚREDNICH TRANSKRYTYCZNYCH INSTALACJI Z CO₂

mgr inż. Paweł REKAWEK

W artykule przedstawiono rozwiązania firmy Danfoss dla transkrytycznych instalacji działających w oparciu o dwutlenek węgla. Głównie zostały tu przedstawione elementy oferty dedykowane do małych (lady chłodnicze, urządzenia do napojów, itp) oraz średnich instalacji chłodniczych (instalacja dla małego sklepu lub supermarketu). Przedstawiono również opis działania instalacji transkrytycznej wykonanej w oparciu o automatykę firmy Danfoss (również Danfoss Saginomiya), gdzie sformułowano wnioski odnośnie jej pracy, jak również dokonano porównania energochłonności z „klasycznymi” instalacjami chłodniczymi.

W ostatnich latach, w związku z postępującymi restrykcjami dotyczącymi stosowania syntetycznych czynników chłodniczych, dwutlenek węgla staje się coraz bardziej atrakcyjnym ich zamiennikiem w różnych aplikacjach. W związku z tym pojawia się coraz więcej przemysłowych instalacji chłodniczych wykorzystujących właśnie ten czynnik w układzie pośrednim lub jako dolną kaskadę w połączeniu z instalacją amoniakalną.

Przypomnijmy kilka istotnych zalet dwutlenku węgla:

- substancja naturalna ,
- czynnik przyjazny środowisku (ODP=0, GWP=1) ,

- czynnik niepalny i nietoksyczny ,
- stężenie CO₂ w powietrzu atmosferycznym wynosi ok. 0,04% obj.,
- substancja łatwo dostępna,
- tani,
- dobrze rozpoznane właściwości i cechy użytkowe .

Porównanie CO₂ do innych czynników chłodniczych:

Niski punkt krytyczny (31,1°C)

- większość czynników chłodniczych posiada punkt krytyczny w zakresie od 70°C (R404A) do 130°C (R717),

Wysoki punkt potrójny (-56,6°C)

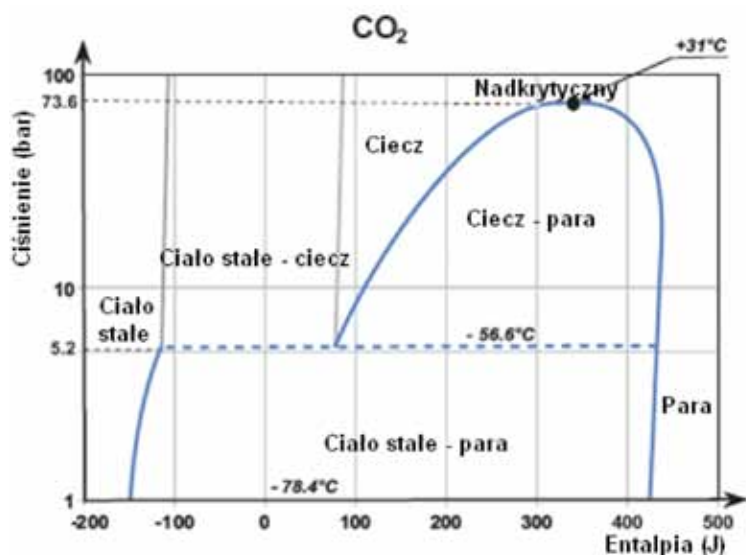
- większość czynników chłodniczych posiada punkt potrójny przy temperaturze -77 °C (R717) lub niższej.

1. OFERTA KOMPONENTÓW FIRMY DANFOSS DO MAŁYCH INSTALACJI Z CO₂

Firma Danfoss dostrzegając możliwości zastosowania tego czynnika w instalacjach średnich i małych przygotowała (częściowo we współpracy z firmą Danfoss Saginomiya) szereg rozwiązań dla obiegów transkrytycznych. Dzięki temu możliwe jest zastosowanie CO₂ nawet w małej ladzie, czy meblu chłodniczym. Wynika to również z zainteresowania naszych klientów rozwiązaniami ekologicznymi i licznymi pytaniami o instalacje przyjazne środowisku.

Będąc uznanym producentem sprężarek tłokowych do małych aplikacji, firma Danfoss przygotowała urządzenie hermetyczne dedykowane dla tego właśnie czynnika oznaczone jako TN. Sprężarka ta charakteryzuje się m.in: niskim natężeniem hałasu, małym poborem mocy oraz wysokim współczynnikiem COP. Wzrost tej sprężarki prezentuje rysunek 2.

Firma Danfoss przygotowała następujące modele sprężarek typu TN przystosowanych do zasilania 230 V i 50 Hz (dostępne są również dwa modele zasilane 115 V i 60 Hz, jednak w niniejszym opracowaniu nie są one opisywane) - patrz



Rys.1. Wykres termodynamiczny (p-h) dla dwutlenku węgla



Rys. 2 . Sprężarka hermetyczna Danfoss typu TN

tabela.

Szczegółowe dane techniczne oraz wydajności sprężarek firmy Danfoss dla CO₂ podane są na stronie internetowej producenta (patrz literatura).

Dla małej hermetycznej instalacji chłodniczej, takiej jak zaprezentowana na rysunku 3, możemy zaoferować następujące elementy automatyki chłodniczej:

- zawory rozprężne krokowe typu JKV i UKV dla wydajności chłodniczych do 28 kW, przy MWP (Maximum Working Pressure) do 150 barów;
- sterownik chłodnicy gazu EKC 326, który może być stosowany zarówno w instalacjach transkrytycznych jak i podkrytycznych. Może on sterować zaworami JKV i ICMTS zapewniając właściwe ciśnienie w chłodnicy gazu i uzyskanie możliwie wysokiego współczynnika COP obiegu,
- zawory elektromagnetyczne typu HPV;
- przetworniki ciśnienia

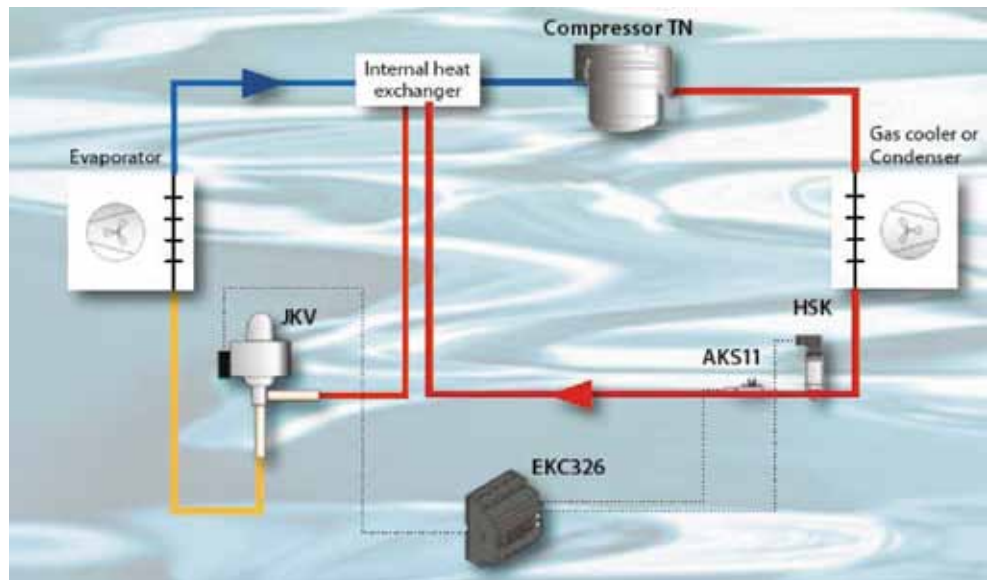
typu HSK oraz MBS300;

- presostaty „pastylkowe” typu CCB;
- czujniki temperatury typu AKS.

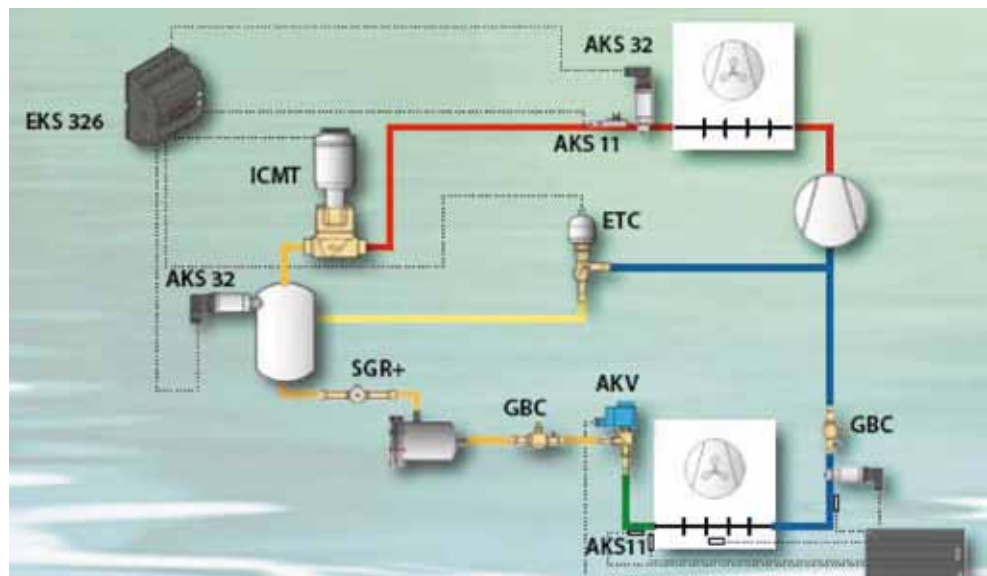
2. OFERTA KOMPONENTÓW FIRMY DANFOSS DO ŚREDNICH INSTALACJI TRANSKRYTYCZNYCH

Dla średniej wielkości instalacji chłodniczej np. małe sklepy lub supermarkety firma Danfoss posiada w swojej ofercie następujące elementy automatyki do CO₂ (rys.4):

- zawory do regulacji ciśnienia w chłodnicy gazu typu ICMT;
- komponenty na linię cieczową: zawory odcinające typu GBC, filtry typu DCR;
- zawory elektromagnetyczne typu EVRH;
- zawory rozprężne typu AKV;
- zawory rozprężne krokowe typu ETS;



Rys. 3. Schemat ideowy małej transkrytycznej instalacji CO₂



Rys. 4. Schemat ideowy średniej wielkości transkrytycznej instalacji CO₂

	TN1406 MBP Compressor R744, 220-240V 50Hz	TN1410 MBP Compressor R744, 220-240V 50Hz	TN1412 MBP Compressor R744, 220-240V 50Hz	TN1416 MBP Compressor R744, 220-240V 50Hz
Code number	106B0001	106B0002	106B0012	106B0003
Approvals	EN 60335-2-34	EN 60335-2-34	EN 60335-2-34	EN 60335-2-34
Compressors on pallet	-	-	-	-

Application		MBP		MBP		MBP		MBP	
Application									
Frequency	Hz	50	60	50	60	50	60	50	60
Evaporating temperature	°C	-15 to 7.2	-	-15 to 7.2	-	-15 to 7.2	-	-15 to 7.2	-
Voltage range	V	198 - 254	-	198 - 254	-	198 - 254	-	198 - 254	-
Max. discharge pressure	bar	120	-	120	-	120	-	120	-
Max. winding temperature continuous (short)	°C	125 (135)	-	125 (135)	-	125 (135)	-	125 (135)	-

- przetworniki ciśnienia typu AKS;
- sterowniki elektroniczne: EKC 326 (sterownik chłodnicy gazu), AK CC 550 (sterowanie chłodnicą powietrza).

3. TRANSKRYTYCZNY OBIEG CO₂ W MAŁYM SUPERMARKECIE (RYS.5)

Opisywany w niniejszym artykule obieg transkrytyczny został wykonany w małym supermarkecie w Danii. Został on zaprojektowany dla wydajności 10 kW (-30°C) i 24 kW (-10°C). Obiekt jest użytkowany od marca 2007 roku. W instalacji wykorzystano automatykę i układy sterowania fir-

my Danfoss.

System został podzielony na trzy obiegi - czerwona i niebieska linia (Rys.5). Część wysokociśnieniowa rozpoczyna się w sprężarce (1) wysokiego ciśnienia, która tłoczy sprężony gaz CO₂ do chłodnicy gazu (2), a następnie do przeciwprądowego wymiennika ciepła (3). Dochłodzony gaz jest kierowany do motorowego zaworu rozprężnego Danfoss ICMT (4). Ciśnienie w tej części obiegu wynosi 90-120 barów.

Część średnociśnieniowa rozpoczyna się od zaworu (4), gdzie gaz CO₂ ulega rozprężeniu i częściowemu skropleniu (przejście do obszaru pary mokrej), po czym trafia do zbiornika (5). Pary mokre poprzez zawór (6) – Danfoss ICS + CVP(XP) – są zasysane przez sprężarkę wysokiego ciśnienia. Z dolnej części zbiornika ciekły dwutlenek węgla trafia do zaworu rozprężnego typu AKV (7) obiegu średnitemperaturowego o temperaturze parowania -10°C (lady chłodnicze). Ciecz CO₂ zasila również, poprzez zawór rozprężny typu AKV (8) obieg niskotemperaturowy -30°C (gondole mroźnicze). Stąd pary są zasysane przez sprężarkę niskiego stopnia (11), następnie mieszają się z parami z obiegu średnitemperaturowego i trafiają do sprężarki wysokiego stopnia (1). Ciśnienie w układzie wynosi 40 barów dla obiegu średnitemperaturowego i 25 barów dla obiegu niskotemperaturowego.

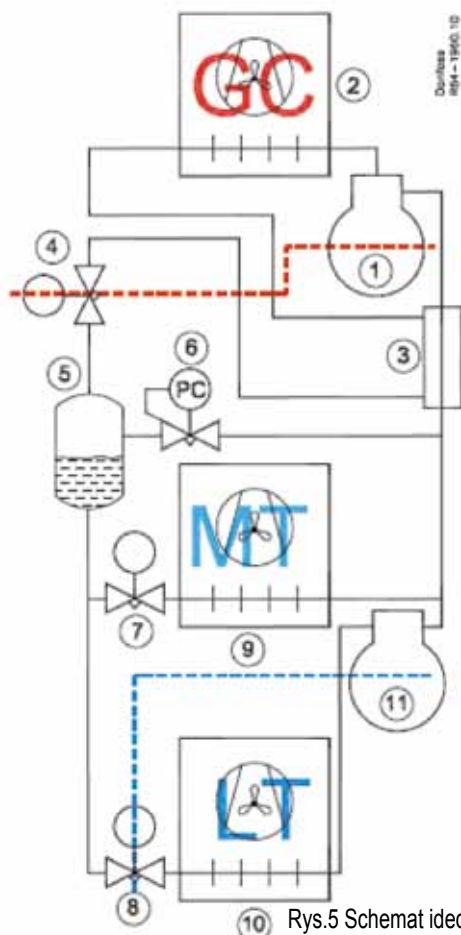
Niniejsza instalacja została porównana pod względem energochłonności z dwoma instalacjami chłodniczymi w podobnych obiektach, a są to:

- klasyczna instalacja działająca z R404A, będącą układem referencyjnym;
- system kaskadowy z wykorzystaniem CO₂ jako dolnej kaskady i obiegu R410A w górnej kaskadzie.

Dokonywano pomiarów zużycia energii przez każdy z wymienionych układów przez okres około 1 roku. Wyniki tych pomiarów zostały zaprezentowane na rysunku 6.

Natomiast na rysunku 7 zestawiono zakumulowane zużycie energii w analizowanych instalacjach.

Jak wynika z tego zestawienia zużycie energii przez układ kaskadowy R410A/CO₂ wynosi 99% zużycia energii przez układ referencyjny, a układ transkrytyczny na CO₂ około 96% zużycia energii przez instalację R404A.



PODSUMOWANIE:

Dzięki wysiłkom firm Danfoss oraz Danfoss Saginomiya obecnie możliwe jest już stosowanie CO₂ jako ekologicznego czynnika chłodniczego nawet w małych urządzeniach chłodniczych, które praktycznie znajdują się w każdym sklepie i restauracji. Pozwala to na stosowanie przyjaznych środowisku i bezpiecznych urządzeń chłodniczych w coraz to mniejszych aplikacjach, które jednocześnie zapewniają oszczędzanie energii elektrycznej.

Wszelkie materiały i dokumentacje opisujące nasze rozwiązania dla dwutlenku węgla dostępne są na stronie internetowej firmy Danfoss:

www.danfoss.com/BusinessAreas/RefrigerationAndAirConditioning/Refrigerants/CO2.htm

LITERATURA:

- [1] Artykuł „Transcritical CO₂ system in a small supermarket”
- [2] Folder „Green technology – with Danfoss CO₂ solutions”
- [3] Karta katalogowa sprężarki Danfoss TN

