

NOWA GENERACJA ZAWORÓW DO PRZEMYSŁOWYCH INSTALACJI CHŁODNICZYCH

mgr inż. Mikołaj KLENKIEWICZ
Danfoss Sp. z o.o.

WPROWADZENIE

Technologie wytwarzania w przemyśle spożywczym i chemicznym wymagają dostarczania zimna w określonym miejscu i w określony sposób. Konsekwencja tych wymagań pociąga za sobą konieczność regulacji przepływającego strumienia ciepła w mniej lub bardziej dokładny sposób, zależnie od wielu niezależnych parametrów. Instalacja chłodnicza, która powinna odbierać ciepło od innych mediów w sposób kontrolowany musi być wyposażona w sterowniki oraz w zawory regulujące jednocześnie przepływ czynnika i/lub jego temperaturę, a w związku z tym każda instalacja chłodnicza musi posiadać zawory regulacyjne i automatyczne zawory odcinające. Firma Danfoss od początków swojej działalności w zakresie chłodnictwa przemysłowego produkowała zawory przeznaczone do przemysłowych instalacji chłodniczych. Były to zawory regulacyjne typu PHS i HSA.

W 1979 roku zostały wprowadzone do sprzedaży uniwersalne zawory regulacyjne typu PM. Są one do dnia dzisiejszego powszechnie stosowane w procesach automatyzacji instalacji chłodniczych. Zawory te są wykonane z żeliwa sferoidalnego, odpornego na niskie temperatury (zakres pracy do -60°C), o wysokiej wytrzymałości dopuszczającej ciśnienie pracy do 28 bar i spełniają wszystkie wymagane normy odnoszące się do zastosowań w przemysłowych instalacjach chłodniczych.

Obecnie, z związku z rosnącymi wymaganiami związanymi z oddziaływaniem instalacji chłodniczych na środowisko i coraz ostrzejszymi wymaganiami odnośnie bezpieczeństwa, coraz częściej stosowanym czynnikiem chłodniczym staje się dwutlenek węgla. Dla dwutlenku węgla ciśnienia pracy są znacznie wyższe niż dla amoniaku czy innych płynów. Wychodząc naprzeciw obecnym i przyszłym wymaganiom firma Danfoss opracowała nową generację zaworów: ICV.

Zawory ICV

Typoszereg zaworów ICV został opracowany tak, by sprostały one różnym wymaganiom technicznym. Parametry

techniczne wspólne dla całej grupy to ciśnienie robocze 52 bary oraz zakres temperatur pracy od -60°C do $+120^{\circ}\text{C}$.



Rysunek 1. Zawory ICV

Zawory ICV można podzielić na dwie grupy: zawory serwo sterowane typu ICS oraz zawory silnikowe typu ICM. Wspólnym elementem jest identyczny korpus, zarówno zaworów serwo sterowanych jak i silnikowych. Jest on wykonany z odkuwki stalowej odpornej na niskie temperatury. Cechą charakterystyczną nowej generacji zaworów (w porównaniu z PM) jest konstrukcja zapewniająca lepszą szczelność. Zawory ICV są spawywane (lub wlotowywane) bezpośrednio w rurociągi. Zawory typu PM posiadają dwa połączenia typu kołnierzonego zamykające przestrzeń roboczą zaworu, od góry (pokrywa górna) oraz od dołu (pokrywa dolna). Ze względu na ostrzejsze wymagania szczelności oraz wymagania wytrzymałościowe (większe ciśnienie robocze) ilość połączeń typu kołnierzonego ograniczono: do jednego połączenia kołnierzonego górnej po-

krywy. Górna pokrywa pozwala na dostęp i wymianę elementu roboczego.

Konsekwencją zmiany budowy i materiałów, z jakich są wykonane nowe zawory w stosunku do zaworów PM jest dużo mniejsza waga zaworów ICV. Różnice sięgają nawet 60 procent wagi dotychczasowej (waga kompletnego zaworu ICS stanowi 40% wagi PM z kołnierzami). Dzięki temu łatwiejszy będzie transport wyrobów, ich montaż a także mniejsza ilość wymaganych podpór rurociągów. Dla przykładu zawory z kołnierzami typu PM 1-32 waga 13,7 kg, ICS 1-32 - 4,5 kg; PM 1-65 waga 28,0 kg, ICS 1-65 waga 13,4 kg. Zmiana konstrukcji i materiału spowodowała zmniejszenie wagi przy jednoczesnym zwiększeniu wytrzymałości wyrobu.

Zawory ICS

Zawory ICS zostały stworzone jako następcy zaworów PM. Są one zaworami serwo sterowanymi o działaniu identycznym jak zawory PM, lecz nieco innej konstrukcji i szerszym zakresie zastosowań. Zawór ICS składa się z trzech podstawowych elementów: z uniwersalnego korpusu (Rys. 1), elementu wykonawczego oraz pokrywy (w zależności od wersji przystosowanej do współpracy z jednym lub trzema zaworami pilotowymi).

Zawory typu ICS zostały skonstruowane jako zawory serwo sterowane współpracujące ze, wszystkimi dotychczas dostępnymi zaworami pilotowymi przeznaczonymi do zaworów PM. Układ gniazd zaworów pilotowych jest analogiczny jak w zaworach PM tzn. gniazda SI i SII są połączone szeregowo natomiast gniazdo P jest połączone z nimi równolegle. Zawory PM będą w dalszym ciągu produkowane w miarę potrzeb rynkowych.

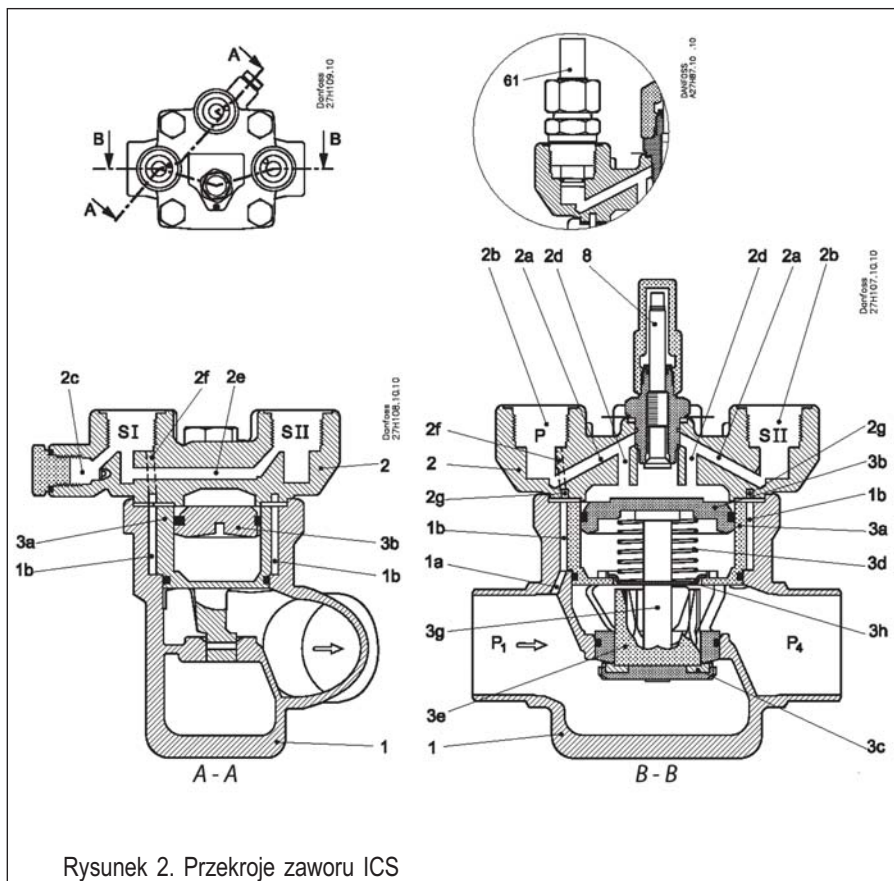
Wszystkie zawory serwo sterowane, wymagają do prawidłowej pracy pewnej różnicy ciśnień. I tak, według oznaczeń jak na rysunku 2, aby była możliwa praca układu serwo sterowania (t.j. otwarcie zaworu), ciśnienie P1 powinno być wyższe od ciśnienia P4 o co najmniej 0,07 bar. Częściowe otwarcie jest możliwe przy różnicy ciśnień w zakresie od 0,07 do 0,2 bar. Pełne otwarcie można uzyskać przy różnicy ciśnień większej równej 0,2 bar.

Zasada działania może być w skrócie opisana na podstawie rysunku 2. Nadciśnienie (P1 w stosunku do P4) w króćcu wlotowym powoduje przepływ czynnika kanałami 1a, 1b do kanału obwodowego 2g, z którego czynnik jest rozdzielany do gniazd zaworów pi-

lotowych SI i P (kanałami oznaczonymi 2f). Z gniazda SI czynnik przepływa kanałem 2e do gniazda SII, a następnie z gniazd SII i P przepływa odpowiednio kanałami 2a i 2d do przestrzeni nad serwołokiem 2g. Odpowiednia różnica ciśnień nad i pod serwołokiem 2g przeciwdziałająca sile sprężyny 3d powoduje przesunięcie serwołoka a w konsekwencji także popychacza 3g i grzybka zaworowego 3e a w konsekwencji otwarcie zaworu.

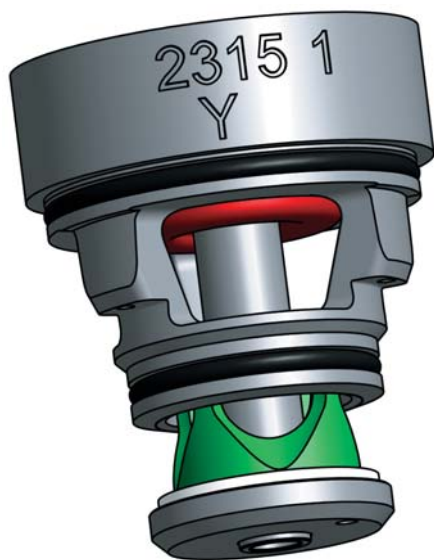
Stopień otwarcia elementu wykonawczego jest proporcjonalny do różnicy ciśnień wlotowego P4 i wlotowego P1 dostarczonego poprzez zawory pilotowe znajdujące się w gniazdach SI, SII i P nad serwołok.

Jedną z różnic w budowie zaworów ICS w stosunku do zaworów PM jest uszczelnienie serwołoka (2g) w cylindrze 3a sprężystym pierścieniem **teflonowym**. Dzięki tej zmianie uzyskano dużo lepszą szczelność przestrzeni nad serwołokiem oraz zmniejszenie tarcia pomiędzy pierścieniem a cylindrem co w konsekwencji poprawiło szybkość i jakość regulacji zaworu głównego. Inną, bardzo istotną różnicą jest kształt spodniej części grzybka zaworowego (3e - rys 2) który został zastąpiony tzw. grzybkiem koronowym (Rys. 3), dzięki czemu uzyskano dużo lepsze charakterystyki przepustowości zaworów oraz o wiele bardziej stabilną regulację w zakresie małych stopni otwarcia. Ta zmiana charakterystyki wynika z konstrukcji grzybka, który przy małym ruchu wzdłużnym otwiera jedynie niewielkie powierzchnie wycięć w kształcie litery V, znajdujące się tuż nad pierścieniem uszczelniającym grzybek.



Rysunek 2. Przekroje zaworu ICS

Analogicznie jak zawory PM, zawory ICS są wyposażone w pokrętkę ręcznego otwierania zaworu (poz. 8 na rys 2) oraz w specjalne gniazdo umożliwiające podłączenie zaworu manometrycznego lub samego manometru do zmierzenia i ewentualnej regulacji ciśnienia przed zaworem głównym. Dodatkową zaletą nowej konstrukcji jest łatwość dostępu do elementu wykonawczego w którym znajduje się zespół gniazdo-grzybek. Demontaż oraz ewentualna obsługa serwisowa tego elementu jest znacznie łatwiejsza (otwarcie tylko górnej pokrywy) niż w przypadku zaworów PM.



Rysunek 3. Element wykonawczy zaworów ICS z grzybkim koronowym

Należy zwrócić uwagę na jeszcze jedną różnicę pomiędzy zaworami PM i ICS. Małe zawory PM o symbolu 5 do 25 są zastępowane zaworami ICS opartymi na korpusie o symbolu „25”. Korpus „25” występuje zarówno z przyręczkami do spawania lub lutowania, 1” (20) jak i 1” (25) jako kompletny zawór. W przypadku zamawiania poszczególnych elementów zaworu (program części) korpus „25” występuje z przyręczkami 1 L” (32) jak i 1” (40). W korpusie o symbolu „25”, elementy wykonawcze występują w pięciu różnych wielkościach, będących odpowiednikami (pod względem przepustowości) zaworów od PM1/3-5 do PM1/3-25. Powyższa cecha pozwala na prostą i taną zmianę przepustowości zaworu w zależności od zmiany zapotrzebowania wydajności danego węzła lub przeznaczenia i sposobu regulacji poprzez wymianę tylko elementu wykonawczego na inny.

Korpusom większych zaworów przypisane są elementy wykonawcze, po jednej wielkości do danego korpusu. W standardowym programie produkcyjnym występują następujące wielkości korpusów z elementami wykonawczymi: ICS 25-5; ICS 25-10; ICS 25-15; ICS 25-20; ICS 25-25; ICS 32; ICS 40; ICS 50; ICS 65, z tym, że każdy z zaworów może być wyspecyfikowany jako współpracujący z jednym lub trzema zaworami pilotowymi. Maksymalna wielkość

przyłącza do zaworów to 3” (80). Szczegóły dotyczące zamawiania można znaleźć w instrukcji w języku polskim nr. RD4YA149.

Zawory PM są standardowo wyposażone w filtr o dosyć dużych oczkach chroniący tylko uszczelnienie grzybka zaworowego w gnieździe, natomiast strumień czynnika przepływający przez serwo-mechanizm i zawory pilotowe nie jest ochraniający filtrem. Powszechnie przyjęte jest więc stosowanie filtrów przed zaworami regulacyjnymi. Z tego względu zrezygnowano z filtrów w zaworach. Filtr przed zaworem może być zastosowany, jeżeli firma wykonawcza lub użytkownik zdecyduje o takiej konieczności. Karta katalogowa podaje numery kodowe sugerowanych korpusów filtrów i wkładów, zależnie od zastosowania..

Należy przypomnieć, że oprócz zaworów pilotowych także wszystkie akcesoria do zaworów PM, a więc przyłącza zewnętrznego ciśnienia sterującego, zaślepki typu A + B oraz wszystkie przyłącza manometryczne mogą być stosowane wraz z zaworami ICS..

Zawory typu ICS mogą być zamawiane jako kompletne zawory lub według programu części. Oznacza to, że mogą być składane z elementów określonych przez zamawiającego, osobno: korpus, element wykonawczy oraz pokrywa współpracująca z jednym lub trzema zaworami pilotowymi. Dla wygody firm wykonawczych firma Danfoss proponuje też tak zwane „ślepe pokrywy” pozwalające na zaślepienie od góry zaworu (bez elementu wykonawczego) do prób ciśnieniowych lub do przedmuchiwania instalacji gazem obojętnym przed napełnieniem. Do każdej wielkości korpusu zaworowego jest przewidziana inna ślepa pokrywa.

Przykłady zastosowań zaworów ICS

Podczas dwudziestopięcioletniej historii używania zaworów PM powstało wiele różnych zastosowań. Przykłady stosowania zaworów PM/ICS można podzielić na dwie kategorie: standardowe i indywidualne. Pewne rozwiązania, ze względu na przeznaczenie w powtarzalnych procesach technologicznych są często spotykane w instalacjach chłodniczych. Najlepszymi przykładami są: ograniczenie ciśnienia parowania (zawór główny PM/ICS wraz z zaworem pilotowym CVP) lub regulacja temperatury medium ochładzanego (zawór główny PM/ICS wraz z zaworem pilotowym CVT lub CVQ). Typowe zestawienia zaworów pilotowych i zaworów głównych są opisane w instrukcji do zaworów ICS. Rzadziej spotykane konfiguracje, są wykonywane dla szczególnych procesów chłodniczych jak na przykład: wyłączana regulacja temperatury medium ochładzanego połączona z możliwością upustu przy wzroście ciśnienia (zawór główny PM/ICS wraz z zaworami pilotowymi EVM plus CVQ i CVP). Powyższa konfiguracja ma zastosowanie w przemyśle spożywczym przy schładzaniu cieczy w wymienniku płytowym z możliwością mycia CIPem.

ICS a CO₂

Zawory ICS mogą być stosowane w instalacjach chłodni-

czych, wykorzystujących jako czynnik CO₂ pracującymi z obiegiem podkrytycznym. Przy ciśnieniu roboczym do 52 barów mogą, oprócz zaworów głównych, być stosowane także dwa typy zaworów pilotowych w specjalnym wykonaniu.

Podstawowym zaworem w instalacjach chłodniczych jest zawór elektromagnetyczny. Zawór pilotowy typu EVM, z elektronicznie wzmocnioną siłą otwarcia pozwala na pracę przy różnicy ciśnień przed i za zaworem do 40 barów. Drugim podstawowym zaworem w przemysłowych instalacjach chłodniczych jest zawór stałego ciśnienia pozwalający na sterowanie ciśnieniem otajania w chłodnicach powietrza. Zawór pilotowy CVP XP pozwala na sterowanie zaworem głównym jako zaworem stałego ciśnienia z maksymalnym ciśnieniem pracy do 52 barów co odpowiada temperaturze nasycenia około +16°C (CO₂).

Zawory ICM

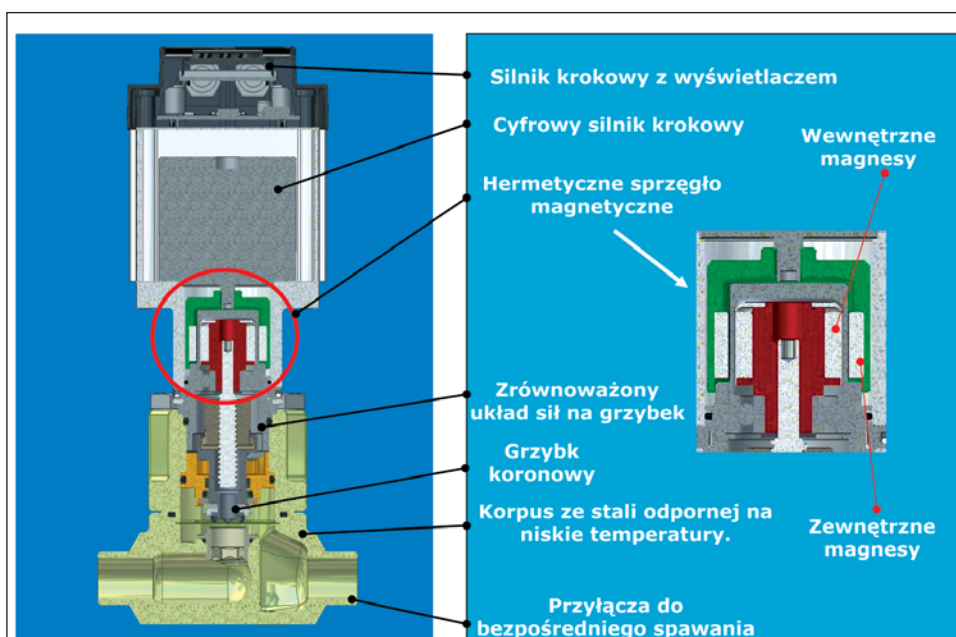
Zawory ICM należące do typoszeregu ICV mają zastąpić zawory silnikowe MRV i MEV w ich dotychczasowych zastosowaniach. Zawory MRV były stosowane jako zawory regulacyjne bez zmiany stanu skupienia, n.p. do regulacji ciśnienia parowania. Zawory MEV były stosowane jako zawory regulacyjne pozwalające na zmianę stanu skupienia. Najczęstszym przykładem zastosowań MEV była praca tych zaworów jako zawory dławiące na zasilaniu czynnikiem chłodniczym części nisko ciśnieniowej przemysłowej instalacji chłodniczej, to jest do zasilania poziomych oddzielaczy cieczy (POC) lub chłodnic międzystopniowych (CHML).

Zawory ICM składają się z korpusu (Rys 1), elementu roboczego (zespół gniazdo + grzybek) wraz z pokrywą oraz z silnika krokowego. Stalowy korpus zaworów (jednakowy dla ICS i dla ICM) odpowiedni do niskich temperatur (do -60°C) i wysokich ciśnień (ciśnienie robocze do 52 bar). Jest on łączony z instalacją chłodniczą w sposób trwały przez spawanie lub lutowanie. Pokrywa wraz z elementem roboczym stanowi jedną całość, łączoną czterema śrubami z korpusem zaworu. Grzybek zaworowy, typu koronowego (podobny jak na rys 3) pozwala przy odpowiednim napędzie na ciągłą i bardzo precyzyjną regulację w zakresie od 0% do 100% pełnej przepustowości zaworu.

Nowością w zaworach z napędem silnikowym jest sposób przeniesienia

napędu z silnika krokowego na ruch elementu roboczego (grzybka) w gnieździe. Przeniesienie napędu odbywa się w sposób bezdławicowy, dzięki czemu jest możliwe utrzymanie szczelności zaworu mimo wysokich ciśnień pracy. Napęd wyposażony jest w tuleję na stałe połączoną z silnikiem, wewnątrz której znajduje się zespół wielu pojedynczych magnesów. Wewnątrz elementu roboczego znajduje się wirnik, który na powierzchni zewnętrznej posiada zespół odpowiednich magnesów, które wraz z magnesami z tulei napędowej stanowią sprzęgło magnetyczne. Pomiędzy obydwoma elementami wyposażonymi w magnesy znajduje się pokrywa zamykająca korpus zaworu. Siła przyciągania pomiędzy przeciwnymi biegunami magnesów pozwala na przekazanie momentu obrotowego silnika na trzpień znajdujący się wewnątrz zaworu, którego ruch obrotowy jest zamieniany na przesuw pionowy grzybka w gnieździe zaworowym. Ze względu na dużą siłę przyciągania magnesów, odwzorowanie ruchu silnika jest przekazywane precyzyjnie na ruch grzybka w gnieździe zaworu. Należy zwrócić uwagę na fakt, że magnetyczne sprzęgło nie wymaga konserwacji, w przeciwieństwie do układów dławicowych, dzięki czemu zawór jest bardziej szczelny i nie wymaga obsługi serwisowej.

Ze względu na możliwe duże ciśnienie różnicowe, zawory ICM zostały tak skonstruowane, że ciśnienie czynnika wpływającego do zaworu, działa zarówno na spodnią jak i na górną powierzchnię grzybka (dzięki kanałom w korpusie zaworu). Dzięki takiej konstrukcji, układ sił działających na grzybek zaworu jest zrównoważony i ilość energii potrzebnej do przemieszczenia grzybka w gnieździe jest niewielka a wymagana siła jest nieduża. Dzięki zrównoważonemu układowi sił działających na grzybek, zawór ICM pracujący jako zawór regulacyjny nie zużywa dużo energii na zmianę stopnia otwarcia.



Rysunek 4. Zawór regulacyjny ICM 20 z silnikiem krokowym

ICAD

Napęd **ICAD** (o napięciu zasilania 24V) przeznaczony do pracy z zaworami **ICM**, wyposażony jest w panel sterowania z ciekłokrystalicznym wyświetlaczem. Na panelu usytuowany jest zestaw trzech przycisków pozwalających na zaprogramowanie silnika krokowego (szczegóły programowania przedstawione zostaną w kolejnym artykule). Na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym w sposób ciągły można obserwować stopień otwarcia zaworu wyrażony w procentach oraz informacje o trybie pracy zaworu (jako regulacyjny, lub odcinający elektromagnetyczny). Wyświetlane są również informacje o nastawionej szybkości otwierania/zamykania zaworu (trzy wielkości).

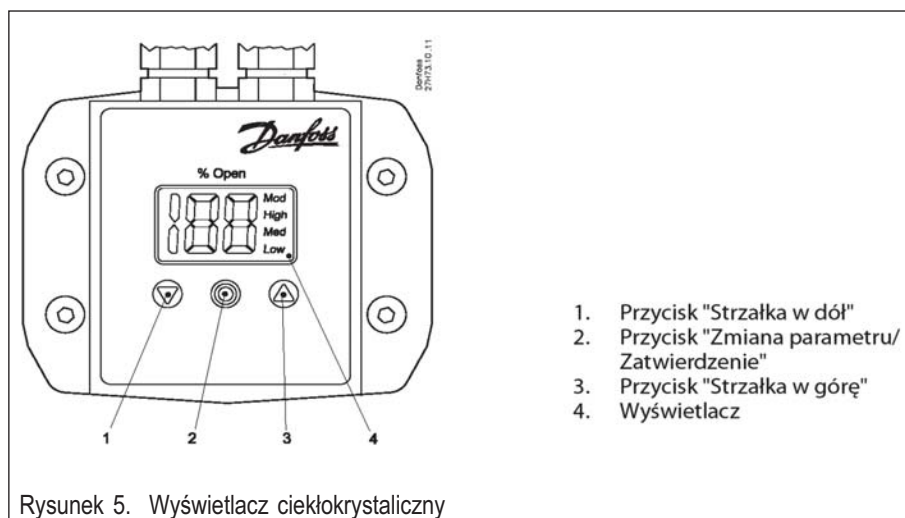
Do całego typoszeregu zaworów (12 wielkości) są przewidziane dwie wielkości napędów oznaczone ICAD 600 (do DN 32) i ICAD 900 (od DN 40), różniące się siłą działania i pobieraną mocą.

Napęd ICAD przyjmuje dowolny standardowy sygnał sterujący, napięciowy lub prądowy. Przy konfiguracji napędu do pracy jako zawór elektromagnetyczny zwarcie lub rozwarcie określonej pary zacisków powoduje zamykanie lub otwieranie zaworu.

Napęd ICAD udostępnia również sygnał analogowy (prądowy, 0-20mA lub 4-20mA) którego wartość informuje o stopniu otwarcia zaworu. Ta cecha pozwala na bardzo precyzyjną i szybka regulację w przypadku zamkniętej pętli sterowania.

Silnik ICAD jest również wyposażony w dwa przekaźniki dwustanowe. Jeden z nich informuje o pełnym otwarciu lub pełnym zamknięciu zaworu, drugi sygnalizuje sytuacje alarmowe. Wszystkie stany alarmowe napędu są archiwizowane. Kody zaistniałych alarmów mogą być wyświetlone w celu analizy pracy napędu.

Napęd ICAD wykorzystuje silnik krokowy. Pełen skok grzybka odpowiada 250 do 1200 krokom (zależnie od wielkości zaworu) - pojedynczym ruchom napędu. Tak duża rozdzielczość pełnego ruchu grzybka w gnieździe lub rozważając od strony sygnału sterującego ilość pojedynczych kroków na pełen zakres sterowania (4-20mA lub 0-10 V) oznacza, że zawór ICM z napędem ICAD może być traktowany jako zawór o działaniu ciągłym (quasi ciągłym). Napęd ICAD posiada możliwość podłączenia zasilania awaryjnego (o napięciu 24V, nie mniej niż 19V), które przy zaniku zasilania podstawowego spowoduje zamknięcie, otwarcie lub wymuszenie określonego stopnia otwarcia zaworu (w zależności od nastaw w menu). Jest to bardzo wygodna i niespotykana w innych tego typu zaworach cecha, pozwalająca na wykonanie procedur awaryjnych.



Rysunek 5. Wyświetlacz ciekłokrystaliczny

1. Przycisk "Strzałka w dół"
2. Przycisk "Zmiana parametru/Zatwierdzenie"
3. Przycisk "Strzałka w górę"
4. Wyświetlacz

Możliwe tryby pracy zespołu ICM-ICAD

Zawór silnikowy wraz z napędem może być skonfigurowany do pracy: jako zawór elektromagnetyczny z regulowaną prędkością otwierania lub jako zawór regulacyjny.

W przypadku zastosowaniu zaworu ICM jako **zaworu elektromagnetycznego**, i standardowym napięciu zasilającym (24V), istotną cechą, jest możliwość ustalenia odpowiedniej do wymagań, prędkości otwierania zaworu. Szybkość otwierania może być regulowana w zakresie od prędkości maksymalnej (100%) do prędkości minimalnej (1% prędkości maksymalnej), co w konsekwencji umożliwia powolne otwieranie zaworu elektromagnetycznego pozwalające na łagodne wyrównanie ciśnień przed i za zaworem. Przykładowo czas otwierania zaworu ICM 20, który przy pełnej prędkości wynosi 3 sekundy, może zostać wydłużony do 300 sekund. Dla największego zaworu ICM 65 czasy te wynoszą odpowiednio: 13 i 1300 sekund.

W przypadku zaniku napięcia zasilającego, dzięki zasilaniu awaryjnemu, zawór elektromagnetyczny ICM można wykorzystać w procedurach awaryjnego wyłączenia instalacji chłodniczej. Ta cecha pozwala na odcięcie zbiorników z czynnikiem chłodniczym (np. amoniakiem), lub pełne otwarcie zaworów na rurociągach powrotnych z wymienników ciepła narażonych na przegrzanie w przypadku zaniku napięcia zasilającego lub innego trybu awaryjnego.

W zależności od nastawionej szybkości otwierania lub zamykania zaworu, na wyświetlaczu można odczytać zakres zaprogramowanej szybkości działania napędu („Low” mała; „Med.” -średnia; „High” - duża).

Przekaźniki cyfrowe, informujące o pełnym otwarciu lub pełnym zamknięciu mogą być wykorzystane jako informacja zwrotna do systemu regulacji o położeniu grzybka zaworowego w gnieździe.

Zawór ICM wraz z napędem ICAD może zostać skonfigurowany do pracy jako **zawór regulacyjny**. Napęd **ICAD** może wykorzystywać wszystkie standardowe sygnały regulacyjne, zarówno prądowe jak i napięciowe. W przypadku zbyt szybkich zmian sygnału sterującego,

szybkość działania napędu zaworu może zostać zmniejszona poprzez zmniejszenie prędkości maksymalnej, co w efekcie pozwala na łagodniejszą regulację (nastawa prędkości analogicznie jak w zaworach elektromagnetycznych w zakresie 1%-100% prędkości maksymalnej). W celu zwiększenia precyzji regulacji, oczywiście o ile użyty sterownik oferuje taką możliwość, może być wykorzystany sygnał zwrotny informujący o stopniu otwarcia zaworu.

Dzięki dużej rozdzielczości silnik wraz z zaworem może bardzo precyzyjnie regulować dowolnymi procesami chłodniczymi w zależności od sygnału sterującego. Większość sterowników występująca na rynku nie dysponuje tak wysoką rozdzielczością sygnału sterującego jaką oferuje dany napęd.

Podczas uruchamiania instalacji lub w innych trybach obsługi serwisowej, powstaje konieczność ręcznego otwierania lub zamykania zaworów. Istnieje możliwość ustawienia zaworu ICM w **trybie pracy ręcznej**. Pozwala to na otwieranie lub zamykanie zaworu z panelu sterowania przyciskami „strzałka do góry” lub „strzałka w dół”.

Sterowniki do zaworów ICM

Zawory ICM mogą być zarządzane dowolnymi sterownikami, które udostępniają jeden ze standardowych sygnałów sterujących, akceptowanych przez napęd ICAD. Firma Danfoss proponuje kilka specjalizowanych sterowników, przeznaczonych między innymi do sterowania zaworami ICM.

Regulacja temperatury medium ochładzanego, sterownik EKC 361

Sterownik EKC 361 jest sterownikiem dobrze znanym, gdyż został wprowadzony do oferty około 2000 roku. Pierwotnie był on przeznaczony do sterowania zaworem pilotowym CVQ jego najnowsza wersja obsługuje również napęd ICAD zaworów ICM. Sterownik ten stosowany jest do utrzymania stałej temperatury medium ochładzanego niezależnie czy to jest ciecz (woda, glikol) czy gaz (powietrze). Sterownik przetwarza sygnał temperaturowy z czujki Pt1000 i reguluje odpowiednio zaworem umieszczonym na przewodzie powrotnym z wymiennika ciepła, przysmykając go lub otwierając zwiększa lub zmniejsza ilość odbieranego ciepła. Temperatura może być utrzymywana w zakresie z dokładnością $\pm 0,25K$. Sterownik EKC 361 może być stosowany zarówno w układach z suchym odparowaniem (zasilanie ciśnieniowe) jak i w układach pompowych.

Regulacja poziomu czynnika chłodniczego, sterownik EKC 347

Regulator EKC 347 służy do regulacji poziomu ciekłego czynnika w zbiornikach, najczęściej po stronie niskiego ciśnienia. Nastawy EKC 347 obejmują: poziom czynnika

(wrażony w procentach) oraz zakres otwierania zaworu regulacyjnego. Regulator jest wyposażony w trzy przełączniki (łącznie) ostrzegawcze i alarmowe. Sygnalizują one przekroczenie dolnego i górnego poziomu ostrzegawczego oraz mogą sygnalizować alarm (zależnie od konfiguracji) wysokiego lub niskiego poziomu.

Jako informacja o poziomie czynnika w zbiorniku wykorzystywany jest zazwyczaj sygnał 4-20 mA z sondy pojemnościowej AKS 41.. W zależności od wartości sygnału sterującego regulator zmienia stopień otwarcia zaworu dławiącego, bądź otwiera lub zamyka zawór elektromagnetyczny w celu utrzymania zadanego poziomu. EKC 347 jest zazwyczaj wykorzystywany do sterowania zaworem AKV/A lub MEV rzadziej EVR/A lub PM +EVM. Obecnie sterownik może sterować także, poprzez sygnał 4-20 mA bezpośrednio napędem ICAD. Jak wcześniej wspomniano zawory ICM są szczególnie odpowiednie do regulacji procesu dławienia ze względu na szybkość działania (około trzy razy szybsze niż dotychczas stosowane zawory MEV), a także ze względu na możliwość quasi ciągłej regulacji w zakresie od 0% do 100%.

Sterowanie zaworem termostatycznym, sterownik EKC 315

Regulator EKC 315 był dotychczas stosowany jako sterownik do zaworów typu AKV, do parowników tzw. „suchych”. Obecnie jego możliwości zostały rozszerzone o sterowanie zaworami ICM jako zaworami rozprężnymi w tej samej aplikacji. Sterownik musi dysponować sygnałem z przetwornika ciśnienia, umiejscowionego w rurociągu ssawnym za wymiennikiem ciepła, oraz pomiarem temperatury, realizowanym czujką typu Pt1000. Posiadając te dwie informacje oraz mając zaprogramowany rodzaj czynnika chłodniczego, sterownik jest w stanie utrzymać stałą temperaturę czynnika chłodniczego a w konsekwencji regulować przepływ czynnika chłodniczego. Zawory ICM są zaworami o działaniu quasi ciągłym a w związku z tym doskonale nadają się do zasilania wszystkich wymienników ciepła w tym również wymienników płytowych, które w ostatnim okresie czasu są często wykorzystywane w chłodnictwie.

Zastosowania praktyczne zaworów ICV

Typoszereg zaworów ICV został wprowadzony na rynek we wrześniu 2004 roku. Zawory serwo sterowane ICS powszechnie zastępują zawory PM w ich dotychczasowych zastosowaniach. Zawory silnikowe ICM zastosowane w układach, w których zawory serwo sterowane nie mogły być użyte potwierdzają swoje walory techniczne i użytkowe. Przykłady zastosowań zostaną opisane w oddzielnym artykule.

