

# NOWE, JEDNO- I DWUKROKOWE ZAWORY ELEKTROMAGNETYCZNE TYPU ICLX



**Mikołaj KLENKIEWICZ**  
mikolaj\_klenkiewicz@danfoss.com

## 1 ZAWORY ELEKTROMAGNETYCZNE

Zawory elektromagnetyczne służą do otwierania i zamykania przepływu czynnika chłodniczego przez rurociąg. Zawory te można podzielić według sposobu ich działania. I tak najmniejsze zawory działają bezpośrednio, tzn. tłoczek podnoszony przez cewkę otwiera przepływ lub po wyłączeniu zasilania cewki pod siłą sprężyny jest dociskany do gniazda zaworowego i zamyka przepływ. Przykładem takiego zaworu jest zawór typu EVRA 3 firmy Danfoss. Ograniczeniem tych zaworów jest wielkość grzybka, a w konsekwencji wielkość cewki podnoszącej ten grzybek. Zasadą jest, że im większy jest zawór i większa różnica ciśnień, tym większa musi być jego cewka. W poprzednich konstrukcjach istniały zawory z cewkami o mocy do 100 W, co istotnie zwiększało wielkość urządzeń i zużycie energii elektrycznej.

Drugim typem zaworów elektromagnetycznych są zawory serwo sterowane, w których otwarcie zaworu pilotowego bezpośredniego działania przez serwo-mechanizm przenosi swoje działanie na grzybek o dużo większej średnicy i przepustowości niż zawór bezpośredniego działania. Zawory te wymagają pewnego spadku ciśnienia wynikającego z przepływu czynnika do zapewnienia prawidłowej pracy zaworu głównego. W przypadku zbyt małego przepływu i spadku ciśnienia, praca zaworu staje się niestabilna (zawór otwiera się i zamyka mimo stałego otwarcia zaworu pilotowego). Przykładem może być zawór typu ICS + EVM (dawniej

PM plus EVM) firmy Danfoss.

Trzecim typem zaworów elektromagnetycznych są zawory otwierane za pomocą ciśnienia zewnętrznego z innego miejsca instalacji chłodniczej (np. ciśnienia skraplania). Przez odpowiedni układ zaworów pilotujących, wysokie ciśnienie powoduje pełne otwarcie zaworu. Takie rozwiązanie nie wymaga spadku ciśnienia w zaworze, co jest bardzo istotne przy konieczności minimalizacji spadków ciśnienia na przesyle czynnika chłodniczego. Przykładem w tym przypadku jest zawór typu ICLX (poprzednio PML/x) firmy Danfoss.

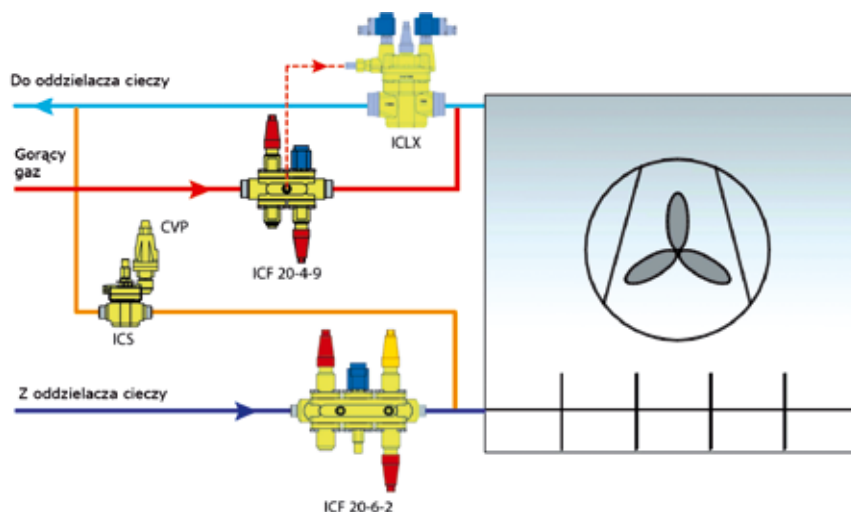
Czwartym i najdroższym typem zaworów pracujących jako automatyczne zawory zamykające i otwierające są zawory z napędem silnikowym lub pneumatycznym. W tym rozwiązaniu siła niezbędna do otwarcia i zamknięcia zaworu pochodzi od napędu zewnętrznego. W przypadku zaworów silnikowych przydatną cechą tego typu urządzeń jest możliwość sterowania (zmieniania) szybkości ich otwierania i zamykania. Przykładem takiego zaworu jest zawór ICM firmy Danfoss.

## 2 ZASTOSOWANIE ZAWORÓW ELEKTROMAGNETYCZNYCH W ODTAJANIU PAROWNIKA GORĄCYMI PARAMI CZYNNIKA CHŁODNICZEGO

W przemysłowych instalacjach chłodniczych, chłodnice powietrza są odtajane gorącymi parami czynnika chłodniczego. Ten sposób usuwania szronu z powierzchni chłodnic jest znacznie tańszy niż odtajanie grzałkami elektrycznymi, ponieważ wykorzystuje się odpadowe



Rys. 1



ciepło skraplania. Taki sposób usuwania szronu wymaga między innymi dodatkowego zaworu elektromagnetycznego na rurociągu powrotnym (ssawnym z chłodnicy), gdyż musi on być zamknięty podczas prowadzenia operacji odszraniania. Powodem zamknięcia jest konieczność uzyskania w węzownicy chłodnicy powietrza ciśnienia odpowiadającego temperaturze skraplania na poziomie ok. +5 do +10°C, co pozwala na szybkie roztopienie powstałego szronu.

W obiegach chłodniczych z temperaturą parowania około -10°C (komory tzw. zerowe) często stosowane są zawory serwosterowane (ICS + EVM), gdyż w tym przypadku dodatkowy spadek ciśnienia (wymagany do prawidłowej pracy zaworu) nie ma większego wpływu na wydajność lub energochłonność sprężarek obiegu -5 do -10°C (wpływ na poziomie ok. 1%).

W obiegach chłodniczych z temperaturą parowania -25°C i niższą, gdzie spadki ciśnienia w rurociągach ssawnych mają znaczący wpływ na wydajność i energochłonność urządzeń (3% do 5%), zazwyczaj stosowane są zawory sterowane ciśnieniem zewnętrznym, pozwalające uzyskać spadek ciśnienia  $\Delta p$  zbliżony do zera. W tym rozwiązaniu najczęściej stosowanym zaworem firmy Danfoss były zawory typu PML lub PMLx, które otwierały się za pomocą zewnętrznego ciśnienia sterującego. W tym roku firma Danfoss wprowadza na rynek nowy typ zaworów elektromagnetycznych otwieranych zewnętrznym ciśnieniem sterującym, a są to zawory ICLX.

### 3 ZAWORY ICLX

Nowe zawory elektromagnetyczne typu ICLX są elementem zaworów grupy ICV. Są to zawory serwoste-

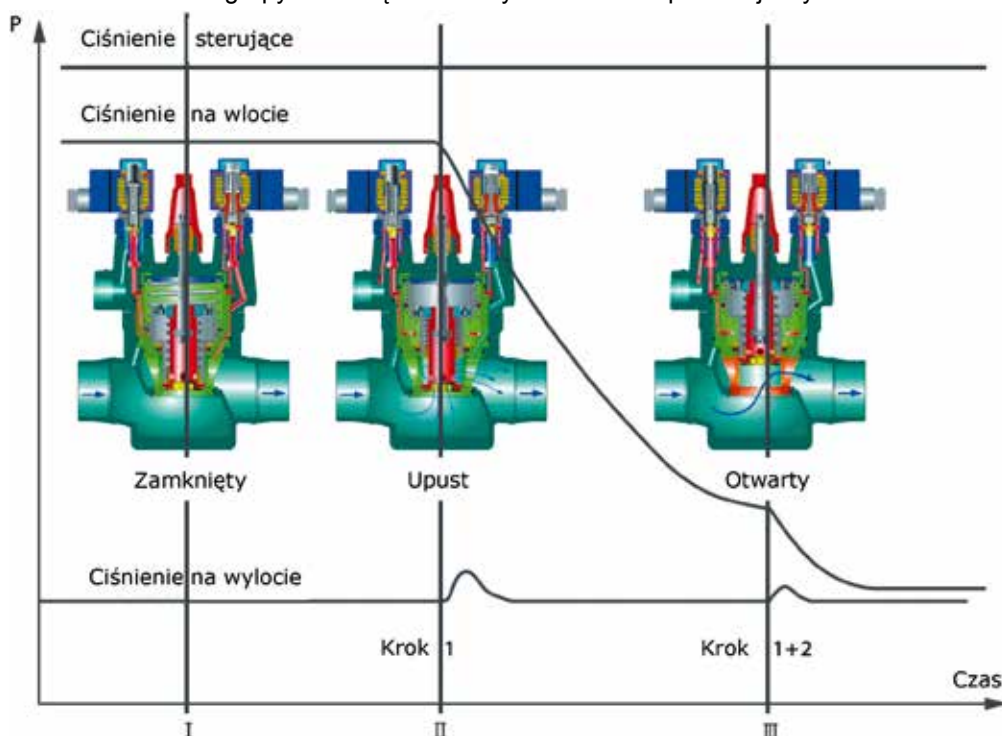
rowane ciśnieniem zewnętrznym z możliwością jedno- lub dwustopniowego otwierania. Praca dwustopniowa zaworu ICLX polega na tym, że po podaniu napięcia na cewki elektromagnetycznych zaworów pilotujących (EVM NO i NC), następuje przepływ ciśnienia sterującego i uniesienie tłoka pierwszego stopnia oraz otwarcie zaworu na około 10% przepustowości. W pierwszym ruchu jednocześnie następuje ściśnięcie sprężyny tłoka głównego (drugiego stopnia). Po pewnym czasie, gdy różnica ciśnień przed i za zaworem obniży się do około 1,25 bar, siła sprężyny pomocniczej zostanie zrównoważona i nastąpi otwarcie drugiego stopnia zaworu (100% przepustowości). Dzięki temu systemowi otwierania zaworu ICLX, ciśnienie po stronie ssawnej sprężarek może nieznacznie wzrosnąć na krótki okres czasu (zgodnie z rys. 2).

Zamykanie zaworu odbywa się w odwrotnej kolejności niż jego otwieranie. Po zdjęciu napięcia z cewek zaworów elektromagnetycznych następuje zamknięcie (EVM NC) dopływu ciśnienia sterującego do zaworu głównego i otwarcie (EVM NO) kanału pozwalającego na usunięcie czynnika spod tłoka głównego. Następnie pod siłą sprężyny głównej tłok zostanie zamknięty (wizualizacja tego procesu jest dostępna na stronie internetowej firmy Danfoss w formie animacji).

W nowej konstrukcji tego typu zaworów elektromagnetycznych zmniejszono znacznie przestrzeń wewnątrz serwomechanizmu wypełnianą czynnikiem chłodniczym pod ciśnieniem sterowania. Zmniejszenie tej przestrzeni wpływa na skrócenie czasu zamykania zaworu. Czas ten wynika z faktu skraplania się czynnika wewnątrz serwomechanizmu, a następnie przepływu cieczy przez zawór pilotowy EVM NO, co w efekcie powoduje wydłużenie czasu zamykania zaworu. Konse-

kwencją zastosowania zewnętrznego ciśnienia sterującego jest znikomy spadek ciśnienia czynnika przepływającego przez zawór.

Zmiana typu pracy zaworu z dwukrokowej (ustawienie fabryczne) na jednokrokową polega na zamianie śruby dystansowej wewnątrz elementu roboczego, opisanej szczegółowo w instrukcji montażu zaworu, załączonej do każdego zaworu. War-



Rys. 2

to zauważyć, że instrukcja i DTR są dostępne w języku polskim.

## 4 CHARAKTERYSTYKA ZAWORÓW TYPU ICLX

Zawory ICLX zbudowane zostały w uniwersalnym korpusie zaworów z grupy ICV, dzięki czemu zachowano absolutną zamiennność (zależnie od wymagań) elementów roboczych tej grupy, pozwalającą na wymianę różnych rodzajów wkładów roboczych (moduł ICLX jest zamienny z ICS lub ICM). Dodatkową zmianą w porównaniu do poprzedniego typu zaworów (PML/x) jest ich połączenie z rurociągiem chłodniczym. Połączenie to jest spawane i dzięki temu rozwiązaniu zmniejszono znacząco możliwość nieszczelności instalacji chłodniczej. Dzięki przynależności do grupy ICV (identyczny korpus, jak dla zaworów ICS i ICM), zawory te są dostępne z wieloma różnymi typami (DIN, ANSI) i rodzajami przyłączy (nominalne lub nadwymiarowe).

Należy zwrócić uwagę na fakt, że zgodnie ze standardem zaworów grupy ICV, maksymalne ciśnienie robocze wynosi 52 bary, a minimalna temperatura zastosowania, to  $-60^{\circ}\text{C}$ . Maksymalne ciśnienie różnicowe (różnica ciśnień przed i za zaworem) MOPD dla tych zaworów jest zależne od ciśnienia sterującego, którego

standardowa wartość powinna być wyższa od ciśnienia wlotowego do zaworu o 1,5 bara, wówczas maksymalne ciśnienie różnicowe wynosi 21 bar. W przypadku pracy z większymi różnicami ciśnień przed i za zaworem, ciśnienie sterujące powinno być co najmniej o 2 bary wyższe od ciśnienia wlotowego do zaworu. Pozwala to na prawidłową pracę zaworu przy maksymalnej różnicy ciśnień 40 bar.

Maksymalne ciśnienie pracy i bardzo wysokie ciśnienia różnicowe pozwalają na stosowanie tych zaworów w obiegach z  $\text{CO}_2$  oraz z innymi wysokociśnieniowymi czynnikami fluorowcopochodnymi.

### Uwaga (dla użytkowników):

Istotną różnicą w tych zaworach jest położenie wrzeciona mechanizmu ręcznego otwierania: do **pracy automatycznej** wrzeciono musi być **wkręcone**, (**wymuszone otwarcie** uzyskuje się przez **wykręcenie** wrzeciona do oporu z korpusu).

Dokumentację techniczną, instrukcję montażu oraz animacje w języku polskim, dotyczące zaworów typu ICLX można pobrać z strony internetowej firmy Danfoss.

