

ODTAJANIE GORĄCYMI PARAMI CZYNNIKA

mgr inż. Mikołaj KLENKIEWICZ

Danfoss Sp. z o.o.

WSTĘP

W trakcie procesu ochładzania powietrza na „zimnych” powierzchniach wymiennika ciepła (temperatura powierzchni niższa od temperatury punktu rosy powietrza chłodzonego), następuje wykraplanie pary wodnej znajdującej się w powietrzu. Jeżeli temperatura powierzchni wymiennika jest dodatnia, wówczas powstająca woda spływa grawitacyjnie do tacy ściekowej. Jeżeli zaś temperatura jego powierzchni jest ujemna, wtedy powstaje szron, który po pewnym okresie pracy chłodnicy należy usunąć.

Można to zrealizować przy pomocy grzałek elektrycznych, stanowiących element konstrukcyjny wymiennika lub przy pomocy gorących par czynnika chłodniczego, a czasami, jak ma to często miejsce w tunelach zamrażalniczych, poprzez natrysk ciepłej wody.

Osadzanie się wilgoci powoduje, że efektywność wymiany ciepła na zewnętrznej powierzchni chłodnicy w początkowym okresie jej pracy rośnie, aby później, szczególnie w przypadku tworzącej się warstwy szronu, gwałtownie się obniżyć. Ciągłe narastanie szronu powoduje z jednej strony pogorszenie wymiany ciepła na drodze przejmowania, a z drugiej dość drastyczny wzrost oporów przepływu po stronie powietrza aż do pełnego jego zablokowania.

ODTAJANIE GRZAŁKAMI ELEKTRYCZNYMI

Odtajanie grzałkami elektrycznymi jest najpopularniejszym sposobem usuwania szronu z powierzchni chłodnic powietrza. Ta metoda jest najczęściej stosowana w małych i średnich instalacjach chłodniczych.

System sterowania grzałkami elektrycznymi chłodnic opiera się na wyłączeniu wentylatorów w okresie odtajania oraz włączeniu grzałek zamontowanych fabrycznie w konstrukcji wymiennika ciepła, aż do wygrzania bloku lamelowego chłodnicy do temperatury określonej w regulatorze sterującym pracą komory chłodniczej i procesem odtajania. Włączenie i wyłączenie grzałek przez sterownik jest

uzupełnione przez dodatkowo regulowane czasy odsysania czynnika – przed, i ociekania wody – po procesie odtajania.

ODTAJANIE GORĄCYMI PARAMI CZYNNIKA

Odtajanie szronu gorącymi parami jest znacznie bardziej efektywne, ze względu na to, że ciepło jest dostarczane w to miejsce w chłodnicy powietrza, gdzie podczas procesu chłodzenia było ono najintensywniej odbierane (jest najbardziej zasronione). Konsekwencją dostarczenia ciepła w tym miejscu jest podgrzewanie obszarów w chłodnicy powietrza, które są najbardziej narażone na zasronienie. Koszt ciepła przy podgrzewaniu chłodnicy powietrza gorącymi parami czynnika w instalacjach prostych (odwrócenie obiegu) jest trzykrotnie niższy niż przy podgrzewaniu energią elektryczną. W układach wieloparownikowych ciepło do odtajania chłodnic jest ciepłem odpadowym (koszt eksploatacyjny z tego tytułu jest zerowy) i koszty z nim związane są zależne od zwiększenia kosztów inwestycyjnych instalacji do odtajania gorącym gazem. Z tego powodu w niniejszych rozważaniach skupiono się na odtajaniu chłodnic powietrza w układach wieloparownikowych freonowych i amoniakalnych.

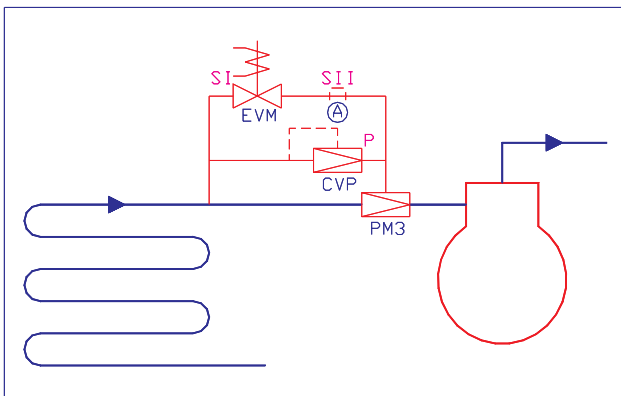
Należy zauważyć, że aby możliwe było przeprowadzenie procesu odtajania gorącymi parami czynnika, musi być zapewniona odpowiednia ilość jego pary po stronie ssawnej sprężarki. Według różnych źródeł, aby jedna chłodnica mogła być we właściwy sposób odtajana, dwie do trzech chłodnic o identycznej wydajności powinny w tym samym czasie pracować (chłodzić powietrze), tzn. przepływ masowy gorących par czynnika chłodniczego podczas odtajania przez chłodnicę powietrza powinien być dwu do trzykrotnie większy niż przepływ masowy w procesie chłodzenia (w układach pompowych przepływ ten powinien charakteryzować się liczbą recyrkulacji równą 1 w warunkach chłodniczych). Dotyczy to instalacji freonowych, jak i amoniakalnych, zarówno systemów zasilanych pompowo, jak i systemów zasilanych przez termostatyczne zawory rozprężne.

POMPOWE INSTALACJE AMONIAKALNE

W rozbudowanych instalacjach amoniakalnych nie spotyka się odszraniania chłodnic powietrza grzałkami elektrycznymi, ponieważ taka eksploatacja przemysłowej instalacji chłodniczej jest wyraźnie nieekonomiczna, szczególnie w przypadku, gdy ciepło skraplania jest ciepłem odpadowym i łatwym do wykorzystania.

Systemy automatycznego zasilania chłodnic powietrza i ich odtajania w instalacji amoniakalnej pod względem temperatury roboczej można podzielić na dwie grupy:

1. Zasilanie komór o temperaturach powietrza zbliżonych do 0°C, czyli temperaturach parowania około -12°C odpowiadających ciśnieniu panującemu w chłodnicy międzystopniowej lub innym zbiorniku drenażowym;
2. Zasilanie komór lub tuneli zamrażalniczych o temperaturach powietrza zbliżonych do -25°C, czyli temperaturach parowania około -35 do -42°C, odpowiadających ciśnieniu panującemu w poziomym oddzielaczu cieczy (POC).



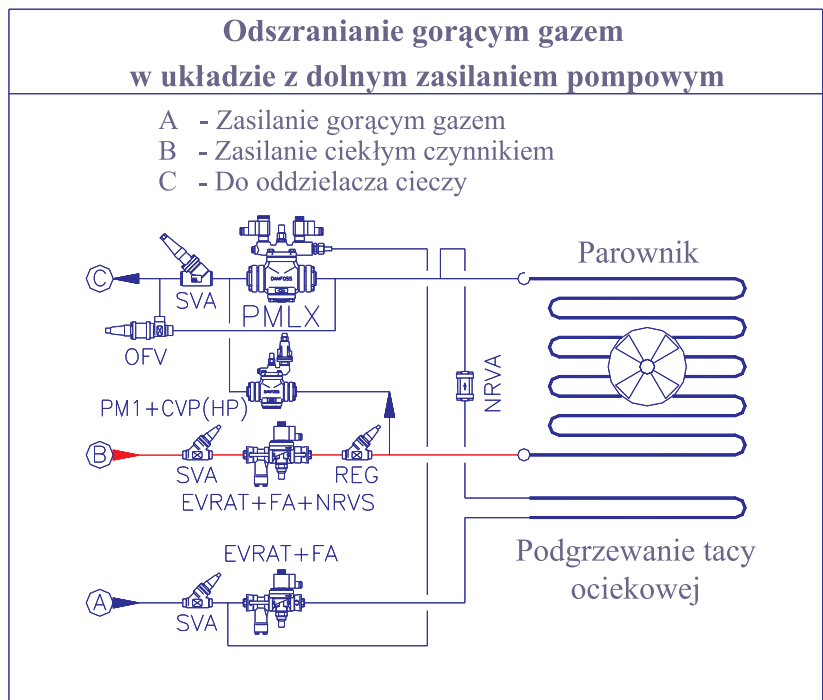
Rys. 1

Na rysunku 1 przedstawiono schemat układu zaworu głównego (PM lub ICS) z zaworami pilotowymi, zainstalowanego w rurociągu ssawnym z chłodnicy powietrza znajdującej się w pomieszczeniu z temperaturą około 0°C. Pokazany układ zaworów pilotowych pozwala na pełne otwarcie zaworu głównego przez sygnał elektryczny (zawór pilotowy EVM), czyli pracę podczas normalnego procesu chłodzenia lub regulację ciśnienia w chłodnicy (ciśnienia odtajania) nastawionego w zaworze pilotowym typu CVP.

W procesie odtajania gorący gaz jest podawany osobnym rurociągiem przez zawór elektromagnetyczny (niepokazany na rysunku) do chłodnicy. W tym czasie zawór główny (PM lub ICS) zainstalowany w przewodzie powrotnym jest zamknięty, co w konsekwencji powoduje wzrost ciśnienia wewnątrz chłodnicy do momentu osiągnięcia ci-

śnienia nastawionego w zaworze pilotowym stałego ciśnienia (CVP). Po osiągnięciu tego ciśnienia, następuje częściowe otwarcie zaworu głównego i utrzymywanie nastawionego ciśnienia wewnątrz chłodnicy przez regulację stopnia otwarcia zaworu głównego. Gorące pary są ciągle dostarczane do chłodnicy, gdzie następuje ich skraplanie przy jednoczesnym oddawaniu ciepła, służącego roztopieniu nagromadzonego szronu. Skroplony czynnik chłodniczy odpływa przez zawór główny (PM/ICS) do rurociągu powrotnego do chłodnicy międzystopniowej lub innego zbiornika drenażowego. W zaworze głównym zamontowanym w rurociągu ssawnym za chłodnicą następuje zdławienie ciekłego czynnika z poziomu ciśnienia odtajania do ciśnienia panującego za zaworem, co powoduje, że część ciekłego czynnika odparowuje ochładzając pozostały. Część parowa jest odsysana przez sprężarkę, natomiast faza ciekła uzupełnia zbiornik drenażowy (chłodnicę międzystopniową). Przy doborzeniu wielkości zbiorników drenażowych (osuszaczy) należy zwrócić szczególną uwagę na możliwość napływu dużej ilości ciekłego czynnika po odszranianiu chłodnic powietrza. Ilość napływającego czynnika zależy od objętości wewnętrznej rur chłodnicy powietrza.

Nastawa zaworu pilotowego stałego ciśnienia (CVP) zależy od indywidualnych cech instalacji i wynosi od 4,2 bara (+5°C) do 5,2 bara (+10°C). Zakończenie procesu podawania gorącego gazu jest sterowane temperaturą bloku lamelowego chłodnicy lub temperaturą rury spływu skroplonego czynnika. Sterowanie procesu odtajania w oparciu o programator czasowy jest nieekonomiczne, ponieważ często powoduje przegrzanie lub niedogrzanie chłodnic. Należy pamiętać, że przy zbyt długim wygrzewaniu chłodnicy dostarczamy do przestrzeni chłodzonej znaczne ilości ciepła,



Rys. 2

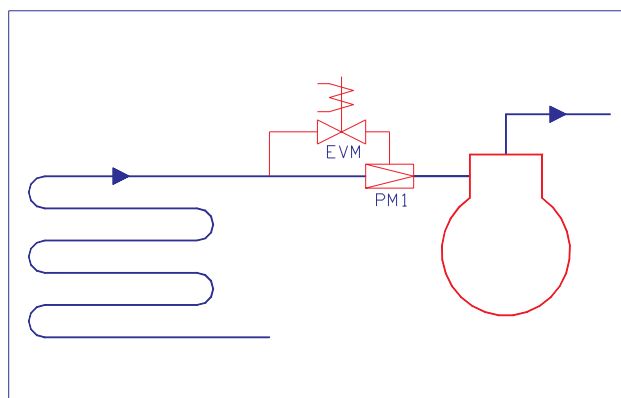
które następnie trzeba ponownie z niej odprowadzić za pomocą urządzenia chłodniczego.

Na rysunku 2 przedstawiono schematycznie cały węzeł sterowania procesem chłodzenia i odtajania chłodnicy powietrza zasilanej pompowo z niskotemperaturowego POC. Różnice stosowanej armatury i automatyki do obiegu średniotemperaturowych (-12°C) i niskotemperaturowych (-35°C) wynikają z konieczności minimalizacji spadków ciśnienia w rurociągach ssawnych w obiegu -35°C . Dla przypomnienia, spadek ciśnienia ssania o 0,2 bar przy ciśnieniu odpowiadającym temperaturze -12°C powoduje wzrost nakładów energetycznych o około 2%, natomiast przy ciśnieniu ssania odpowiadającym temperaturze -35°C wzrost nakładów energetycznych wynosi około 6 do 8%, i rośnie znacząco wraz z obniżaniem temperatury parowania. Porównanie wykonano dla identycznej ilości ciepła i identycznej temperatury wrzenia w chłodnicy oraz dla zmiennego spadku ciśnienia w rurociągach ssawnych.

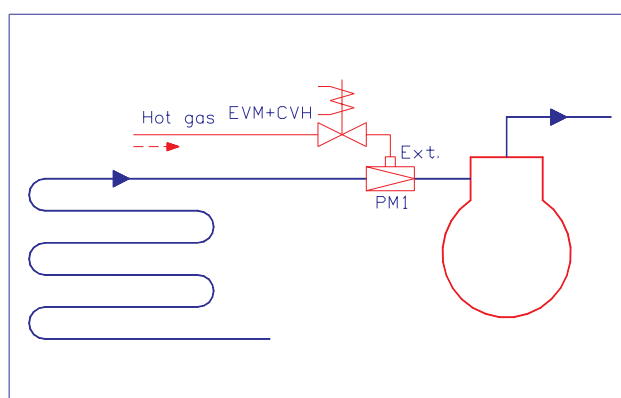
Podczas procesu chłodzenia, zawory elektromagnetyczne typu PMLx zainstalowane w przewodzie ssawnym i typu EVRA w rurociągu cieczowym – są otwarte. W tym przypadku zastosowano w przewodzie ssawnym zawór główny, który jest otwierany ciśnieniem sterującym (równym ciśnieniu tłoczenia), co zapewnia mały spadek ciśnienia w tym zaworze. Zastosowanie w tym miejscu serwo sterowanego zaworu głównego (PM/ICS), otwieranego pod wpływem różnicy ciśnień, jak to pokazano na rysunku 3 (tak jak dla obiegu -12°C), spowodowałoby duży spadek ciśnienia, a w konsekwencji nieekonomiczną pracę urządzenia. W niektórych starszych, przemysłowych instalacjach chłodniczych stosowano zawory typu PM, które były otwierane gorącym gazem podawanym nad serwołok (rys. 4). Takie zastosowanie zaworów głównych jest niezalecane ze względu na ciągły przepływ gorących par (pod ciśnieniem sterującym) na stronę ssawną przez otwór wyrównawczy w serwołoku.

Proces odtajania gorącym gazem rozpoczyna się od zamknięcia zaworów elektromagnetycznych zainstalowanych w rurociągach: zasilającym i powrotnym oraz z pewnym opóźnieniem od otwarcia zaworu elektromagnetycznego (PM/ICS) w przewodzie doprowadzającym gorące pary czynnika chłodniczego. Opóźnienie wynika z czasu przeznaczanego na zamknięcie zaworu głównego na linii ssawnej (czas zamykania zależy od wielkości zaworu i może wynosić do kilku minut), aby zawór z gorącymi parami otworzył się po zamknięciu zaworu głównego znajdującego się w rurociągu ssawnym.

Ciśnienie wewnątrz chłodnicy rośnie, i po pewnym czasie osiąga poziom nastawiony w zaworze pilotowym stałego ciśnienia (CVP) i analogicznie jak w chłodnicy z wyższą temperaturą roboczą, rozpoczyna się proces odtajania. Gorący gaz skraplając się podgrzewa konstrukcję chłodnicy i w postaci cieczy jest usuwany z niej przez zawór utrzymujący ciśnienie odszraniania w tym aparacie (PM + CVP HP).



Rys. 3



Rys. 4

Jedną z różnic w procesie odtajania chłodnicy nisko i średniotemperaturowych polega na usuwaniu skroplonego czynnika powstałego po ogrzaniu chłodnicy. Proces dławienia następuje z poziomu ciśnienia odpowiadającego temperaturze odtajania (identycznej w obydwu przypadkach $+5^{\circ}\text{C}$ do $+10^{\circ}\text{C}$) do ciśnienia roboczego, odpowiadającego temperaturze parowania -35°C do -40°C . Różnica ciśnień i ilość pary powstającej po zdławieniu ciekłego czynnika jest znacząco większa. Powoduje to powstawanie i rozpękanie tzw. „korków cieczowych”, które mogą być przyczyną uszkodzeń zaworów związanych z procesem odtajania. Po stopieniu szronu na powierzchni chłodnicy i osiągnięciu zadanej temperatury przez blok lamelowy, wewnątrz jej rur panuje ciśnienie odpowiadające temperaturze odtajania. W takiej sytuacji zawory elektromagnetyczne zainstalowane w przewodzie ssawnym nie powinny zostać gwałtownie otwarte, ponieważ duża różnica ciśnień i wspomniane „korki cieczowe” mogą spowodować uszkodzenia armatury i automatyki, a w skrajnych sytuacjach mogą być przyczyną rozszczelnienia się rurociągów. W celu zapewnienia łagodnego obniżania ciśnienia wewnątrz chłodnicy i nie zaburzania ciśnienia w układzie chłodniczym, powinny być stosowane zawory dwukrokowe typu PMLx lub standardowe zawory PML z elektromagnetycznym zaworem obejściowym.

Aby uniknąć problemów związanych z powstawaniem „korków cieczowych”, można w węzłach chłodniczych z temperaturą wrzenia około -12°C stosować uproszczone rozwiązania pokazane na rysunku 1, natomiast do

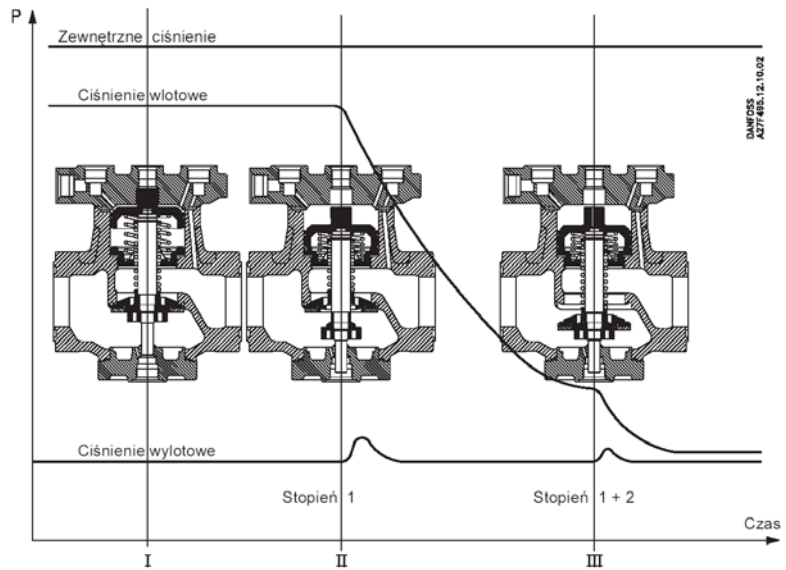
chłodnic z temperaturą wrzenia poniżej -25°C powinno się stosować rozwiązania pokazane na rysunku 2 lub inne podobne, uwzględniające konieczność dekompresji pary czynnika po procesie odszraniania.

Zawory typu PMLx zapewniają bezpieczną automatyzację procesów odtajania. W pierwszym kroku zawory te otwierają się na około 10% swojej nominalnej przepustowości i stan ten jest utrzymywany do momentu zmniejszenia się różnicy ciśnień (przed i za zaworem) do około 1,5 bar, po osiągnięciu której następuje otwarcie zaworu w 100%. Wyrównanie ciśnień po odszranianiu można uzyskać stosując zawór obejściowy wokół zaworu głównego na przewodzie ssawnym (opcja nie pokazana na rysunku) lub zastosować dodatkowy elektromagnetyczny zawór pilotowy do zaworu głównego, służącego do regulacji ciśnienia odtajania. Na rysunku 6, na linii odprowadzenia skroplonego czynnika po odszranianiu do rurociągu ssawnego, zawór główny typu PM 3 wyposażony jest w zawór pilotowy stałego ciśnienia CVP, który utrzymuje stałe ciśnienie skraplania podczas procesu odtajania. Dodatkowo zawór PM 3 jest wyposażony w elektromagnetyczny zawór pilotowy (EVM), który służy do otwarcia tego zaworu, po procesie odtajania w celu wyrównania ciśnień w chłodnicy i w rurociągu ssawnym.

ZAŁOŻENIA DOBOROWE ELEMENTÓW DO AUTOMATYZACJI PROCESÓW ODTAJANIA GORĄCYMI PARAMI W INSTALACJACH AMONIAKALNYCH

Podstawowym założeniem do dokonania prawidłowego doboru armatury i rurociągów obiegu gorących par czynnika chłodniczego jest wielkość masyowego przepływu czynnika chłodniczego, jaki ma przepłynąć przez te elementy. Niektóre źródła podają, że: **przepływ masyowy gorących par czynnika chłodniczego powinien być dwu do trzy krotnie większy od przepływu masyowego przez daną chłodnicę przy współczynniku krotności cyrkulacji podczas chłodzenia równym jedności.** Program obliczeniowy DIRcalc firmy Danfoss w prosty sposób pozwala na wykonanie takich obliczeń – przeliczenie wydajności chłodniczej podanej w kW na przepływ masyowy czynnika wyrażony w kg/h.

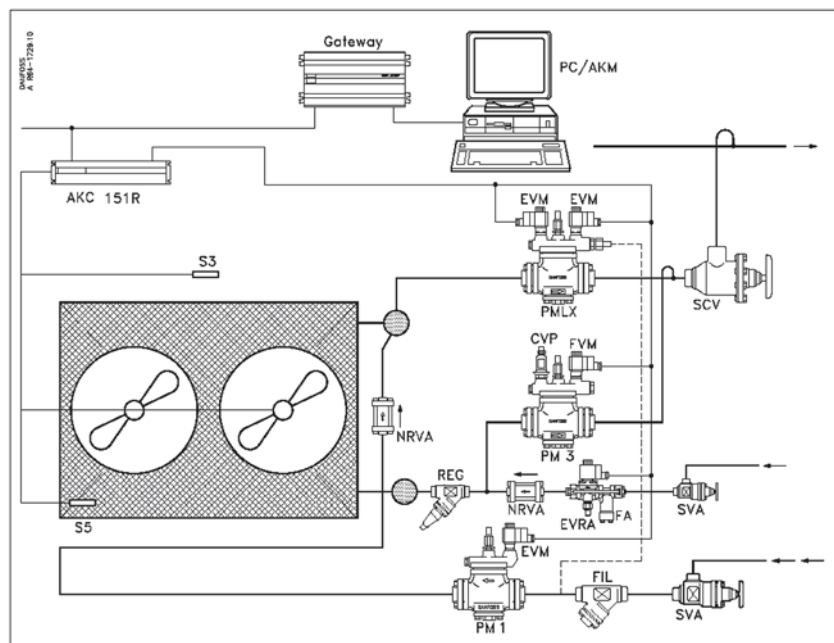
Podczas dobierania elementów do automatyzacji procesów odtajania



Rys. 5

należy zwrócić uwagę na:

- Przepustowość różnych elementów automatyki i armatury jest podana dla małych spadków ciśnienia, podczas gdy przy odszranianiu różnice ciśnień przed i za zaworem czasami bywają znacząco większe. Przykładem może być stosowanie zaworu głównego PM/ICS, jako zaworu dławiącego, wówczas różnica ta wynosi około 4 bar;
- Mimo, że należy minimalizować spadki ciśnień, to w rurociągach zasilających z gorącymi parami spadek ciśnienia może być większy od standardowego i nie zakłóci to prawidłowej pracy instalacji;
- Sam proces odtajania jest procesem dynamicznym, zmiennym w czasie. W początkowym okresie napełnienia chłodnicy gorącymi parami przepływ masyowy czyn-



Rys. 6

nika jest duży, natomiast w końcowej fazie, gdy chłodnica jest już wygrzana i proces skraplania jest ustabilizowany, ilość dopływającego do chłodnicy czynnika jest znacznie mniejsza.

Szereg ciekawych rozwiązań węzłów zasilających chłodnicę powietrza odtajane gorącymi parami w układach z zasilaniem pompowym można obejrzeć w karcie katalogowej sterownika AKC 151R firmy Danfoss (nr. karty katalogowej w języku polskim RC.4J.D2.49).

Standardem w obecnie spotykanych instalacjach do odtajania gorącym gazem jest instalacja 3-przewodowa (zasilanie ciekłym czynnikiem, ssanie, gorące pary). W niektórych starszych instalacjach można spotkać instalację 4-przewodową, gdzie czwartym rurociągiem jest prowadzona ciecz po odtajaniu do chłodnicy międzystopniowej. Takie rozwiązanie nie obciąża zespołu sprzężarek na niskim stopniu (które zazwyczaj nie posiadają rezerwy mocy chłodniczej), poprawia ekonomię całego obiegu chłodniczego lecz inwestycyjnie jest droższe.

INSTALACJE FREONOWE Z ZASILANIEM CHŁODNIC PRZEZ ZAWORY TERMOSTATYCZNE

Odtajanie chłodnic gorącymi parami w instalacjach freonowych z zasilaniem za pomocą termostatycznego zaworu rozprężnego oparte jest na tych samych zasadach, jak w przypadku instalacji amoniakalnych. Stopienie szronu odbywa się dzięki dostarczeniu par czynnika chłodniczego pod ciśnieniem, i skroplenie ich w obrębie chłodnicy, co spowoduje doprowadzenie do niej znacznej ilości ciepła.

Podstawowe różnice w sposobie odszraniania wynikają ze specyfiki zarówno układu pompowego jak i układu zasilanego termostatycznie. W układach pompowych, skroplony czynnik, powstały po odtajaniu może być zrzucony do zbiorników drenażowych lub osuszaczy, natomiast w układach z zasilaniem termostatycznym brak takich aparatów narzuca konieczność innego sposobu wykorzystania ciekłego czynnika powstałego po odszranianiu.

Pozostałe różnice wynikają jedynie z konieczności zapewnienia cyrkulacji oleju w instalacji freonowej. Analogicznie jak w instalacji amoniakalnej, i w tym przypadku istnieje konieczność pracy pewnej ilości chłodnic, aby zapewnić odpowiednią ilość gorących par do prawidłowego prowadzenia procesu odszraniania. Proporcje ilości chłodnic pracujących do ilości chłodnic odtajanych są podobne. Wszystkie elementy armatury i automatyki stosowane do amoniaku mogą być stosowane również w instalacjach freonowych. Na rysunku 7 pokazano kompletną instalację freonową (bez zachowania proporcji ilości chłodnic pracujących do odszranianych) z wyposażeniem wymaganym do odszraniania chłodnic gorącym gazem. Można łatwo zauważyć, że szereg elementów stosowanych w instalacji amoniakalnej ma również zastosowanie w instalacjach freonowych.

Należy zwrócić uwagę, że czynnik chłodniczy po skropleniu w chłodnicy powietrza jest przesyłany do zbiornika ciekłego czynnika za skraplaczem, aby mógł być wykorzystany do zasilania innych chłodnic powietrza. W tym przypadku należy oprócz obliczenia strumienia masowego (2-3 krotnie większy masowy przepływ do odszranianej chłodnicy) przeprowadzić obliczenia oporów przepływu czynnika chłodniczego na odcinku od rurociągu tłocznego do zbiornika cieczy przy określonym przepływie masowym.

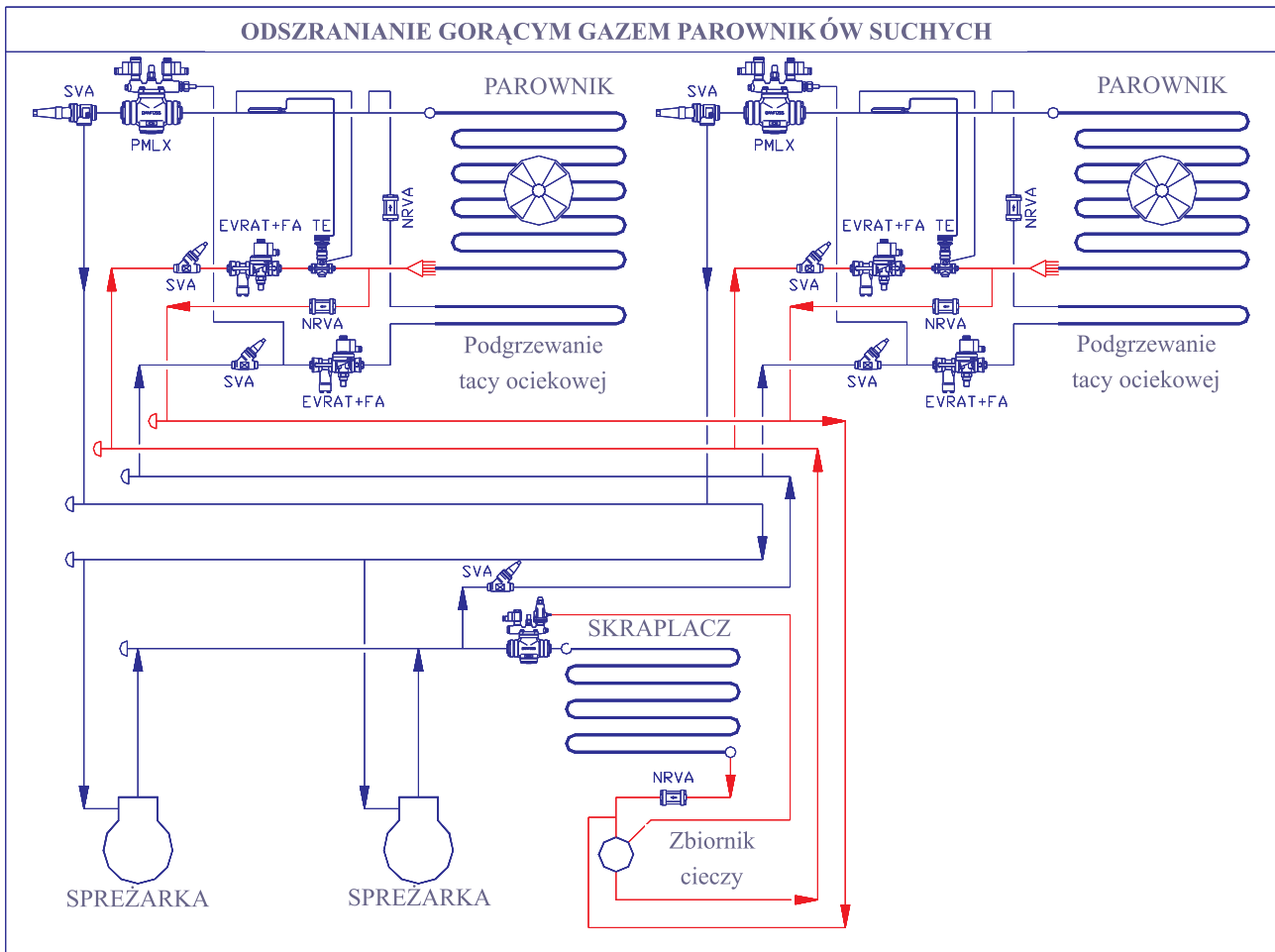
OPIS ODSZRANIANIA GORĄCYMI PARAMI WEDŁUG SCHEMATU POKAZANEGO NA RYS. 7

Podczas procesu chłodzenia powietrza, zawory elektromagnetyczne zainstalowane w przewodach zasilających i ssawnych chłodnic są otwarte, zawory indywidualne w przewodzie gorącego gazu są zamknięte, zawór główny PM/ICS przed skraplaczem jest w pełni otwarty (zawór pilotowy EVM jest otwarty), natomiast wentylator chłodnicy jest włączony.

W momencie zainicjowania procesu odtajania zawór pilotowy typu EVM w zaworze głównym przed skraplaczem zamyka się i zawór główny będzie regulowany przez zawór pilotowy typu CVPP utrzymujący nastawioną różnicę ciśnień pomiędzy kolektorem tłocznym a zbiornikiem cieczy za skraplaczem. Różnica ciśnień wymagana jest do wymuszenia przepływu czynnika chłodniczego przez odszranianą chłodnicę. Równoległe do przełączenia (włączenia podwyższenia ciśnienia w kolektorze tłocznym), następuje zamknięcie zaworu na zasilaniu chłodnicy ciekłym czynnikiem i odessanie czynnika, a następnie wyłączenie wentylatora i po pewnym czasie zamknięcie zaworu zamontowanego w przewodzie ssawnym z chłodnicy. Następnie otwierany jest zawór doprowadzający gorące pary do chłodnicy powietrza. Parowy czynnik chłodniczy wypełnia chłodnicę do ciśnienia nieco przewyższającego ciśnienie w zbiorniku cieczy za skraplaczem. W chłodnicy rozpoczyna się proces skraplania gorących par czynnika, które po skropleniu na skutek różnicy ciśnień przyspływają przez zawór zwrotny do zbiornika cieczy. Po wygrzaniu i osiągnięciu temperatury końca odszraniania przez blok lamelowy chłodnicy, następuje zamknięcie zaworu na dopływie do niej gorących par, następnie po czasie ociekania wody następuje otwarcie zaworu dwustopniowego (PMLx) zamontowanego w przewodzie ssawnym, dzięki któremu następuje łagodne obniżenie ciśnienia w chłodnicy. W kolejnych krokach następuje wyrównanie ciśnień i temperatur oraz uruchomienie chłodnicy do dalszej pracy.

Uwaga:

Schemat na rysunku 7 pokazuje jedynie zasadę dotyczącą prowadzenia rurociągów i łączenia po-



Rys. 7

szczególnych elementów instalacji chłodniczej, stąd też nie jest schematem kompletnym.

STOSOWANIE ODTAJANIA GORĄCYMI PARAMI W INSTALACJACH FREONOWYCH W POLSCE

Instalacja odszraniana gorącymi parami czynnika chłodniczego jest droższa inwestycyjnie niż standardowa instalacja z odtajaniem grzałkami elektrycznymi, lecz tańsza eksploatacyjnie. Czas zwrotu poniesionych, wyższych nakładów zależy od częstotliwości przeprowadzania niezbędnych operacji odtajania chłodnic powietrza. W przypadku wychładzalni ciągłego działania (ubojnie wieprzowe i drobiowe), gdzie odtajanie każdej chłodnicy jest wymagane średnio co 3 godziny, czas zwrotu nakładów poniesionych z tytułu droższej inwestycji na elementy związane z odtajaniem gorącym gazem zwraca się w przeciągu 8 do 18 miesięcy. Prawidłowe zaprojektowanie i wykonanie takiej instalacji wymaga dużego doświadczenia i praktyki zawodowej. W okresie ostatnich kilku lat w Polsce powstało około 8 obiektów z odtajaniem gorącymi parami w obiegach freonowych i wszystkie one pracują prawidłowo.

Opis symboli firmy Danfoss stosowanych na rysunkach przedstawionych w artykule:

CVP	Zawór pilotowy stałego ciśnienia
CVPP	Zawór pilotowy stałej różnicy ciśnienia
EVM	Zawór pilotowy elektromagnetyczny
EVRAT	Zawór elektromagnetyczny do amoniaku i freonów, ze wspomaganie siły otwarcia
FA	Filtr mechaniczny do amoniaku i freonów
NRVA	Zawór zwrotny do amoniaku i freonów
NRVS	Zawór zwrotny na linii cieczowej do amoniaku i freonów
OFV	Zawór upustowy
PM/ICS	Zawór główny
PML	Zawór elektromagnetyczny, sterowany ciśnieniem zewnętrznym
PMLx	Dwukrokowy zawór elektromagnetyczny, sterowany ciśnieniem zewnętrznym
SVA	Zawór odcinający do amoniaku i freonów
SCV	Zawór odcinający do amoniaku i freonu
AKC	Sterownik do chłodnic powietrza z zasilaniem pompowym

