

Pompa ciepła SOLIS

Gromadząc doświadczenie stworzyliśmy urządzenia na miarę naszych czasów i przystosowane do Państwa potrzeb. Wprowadzenie nowatorskich rozwiązań konstrukcyjnych przy zastosowaniu najnowocześniejszych technologii pozwoliło nam na udoskonalenie powszechnie stosowanych rozwiązań stosowanych w pompach ciepła.

Opis zastosowanych rozwiązań

Zawór rozprężny

Zawory rozprężne są stosowane we wszystkich urządzeniach chłodniczych, klimatyzacyjnych i pompach ciepła od samego początku tej dziedziny przemysłu



Zasady działania

Zawory rozprężne regulują przegrzania par czynnika chłodniczego na wylocie z parownika. Działają one, jako przepustnica pomiędzy stroną wysokiego, a stroną niskiego ciśnienia systemów chłodniczych i zapewniają stan, w którym ilość czynnika chłodniczego doprowadzanego do parownika dokładnie odpowiada stopniu odparowania ciekłego czynnika w parowniku. W ten sposób wykorzystanie parownika jest całkowite, a ciekły czynnik nie może dojść do sprężarki.

Termostatyczny zawór rozprężny kontroluje ilość czynnika wpływającego do parownika. Zawór rozprężny jest umieszczony w pobliżu wlotu do parownika. Ogranicza on przepływ czynnika wywołując w ten sposób spadek ciśnienia. Zawór oddziela niskociśnieniową część układu od wysokociśnieniowej i poddawany jest różnicom ciśnienia dochodzącym do 25bar. Przed zaworem gorący czynnik powinien być cieczą pod wysokim ciśnieniem o możliwie najniższej temperaturze, a za zaworem – bardzo zimną cieczą pod niskim ciśnieniem.

Ilość czynnika przepuszczana przez zawór zależy od ilości ciepła odbieranej od otoczenia przez parownik. Zawór przestawia się samoczynnie od pozycji w pełni otwartej do całkowicie zamkniętej utrzymując stałe ciepło przegrzania na wylocie z parownika. Zawór jest sterowany zarówno przez temperaturę jak i ciśnienie w parowniku. W miarę wzrostu obciążenia zawór otwiera się szerzej i przepuszcza więcej czynnika. Spadek obciążenia powoduje przemykanie się zaworu i zmniejszenie przepływu czynnika.

Ciekły czynnik wprowadzony do parownika, zazwyczaj odparowuje całkowicie przed dotarciem do jego wylotu. Ponieważ ciekły czynnik paruje w dość niskiej temperaturze, gaz pozostaje zimny nawet, gdy ciecz całkowicie odparuje. Zimny gaz przepływając przez parownik nadal odbiera ciepło i staje się parą przegrzaną. Oznacza to, że jego temperatura wzrasta powyżej punktu, w którym odparował on bez zmiany ciśnienia.

Rozwiązanie tradycyjne: termostatyczny zawór rozprężny (TEV)

Urządzenia chłodnicze, zarówno te zaprojektowane dla klimatyzacji, systemów chłodniczych jak i pomp ciepła, stosują powszechnie tradycyjne termostatyczne zawory rozprężne, jako element dławiący: jest to element standardowy posiadający czujnik, a w modelach bardziej rozwiniętych podłączenie dla zewnętrznego wyrównania ciśnienia. To urządzenie pomimo jego funkcjonalności, dzięki której system chłodniczy działa, posiada wiele cech, które w wielu przypadkach ograniczają zakres pracy urządzeń.

Rozwiązanie innowacyjne: - elektroniczne zawory rozprężne (EEV)

Rozwiązanie będące ewolucją termostatycznych to elektroniczne zawory rozprężne oparte o silniki krokowe. Jest to elektromechaniczne urządzenie z serwosterowaniem, które od kilku lat jest już dość powszechnie dostępne na rynku. Rozpręża ono czynnik chłodniczy w zmienny sposób przy wykorzystaniu (poprzez sterownik) elektronicznego przetwornika ciśnienia i czujnika temperatury (odpowiadającego zewnętrznemu wyrównaniu ciśnienia, oraz czujnikowi termostatycznego zaworu rozprężnego). Obydwa te czujniki są zamontowane na końcu parownika, a ich pomiary są przetwarzane przez mikroprocesorowy sterownik specjalnie opracowany dla pomp ciepła, który decyduje o optymalnym stopniu otwarcia zaworu w określonym czasie.

Jaka jest, więc cecha, która czyni elektroniczne zawory rozprężne lepszymi od zaworów termostatycznych?

- Bardzo szeroki zakres wydajności
- Precyzja w modulacji przepływu czynnika chłodniczego

Te dwie cechy na pierwszy rzut oka nie wydają się przekonywujące do zmiany z termostatycznego na elektroniczny zawór rozprężny: jednakże, jeśli je zaczniemy szczegółowo analizować to zobaczymy, że elektroniczna regulacja przepływu czynnika rozwiązuje wiele problemów, które istnieją w tradycyjnym rodzaju sterowania, a w konsekwencji daje to dużo korzyści.

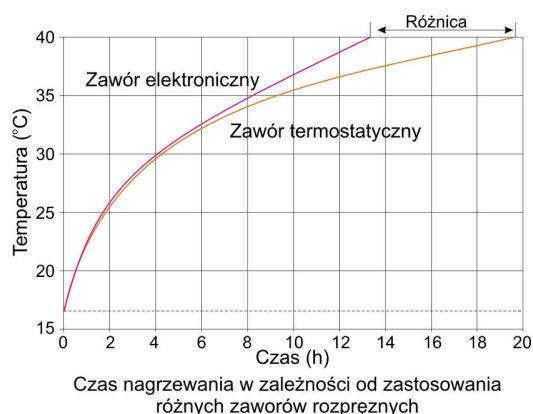
Uzyskane korzyści

Elektroniczny zawór rozprężny może pracować w bardzo szerokim zakresie wydajności.

Aby lepiej zrozumieć, co to oznacza wystarczy po prostu spojrzeć w katalog termostatycznych zaworów rozprężnych, aby uświadomić sobie jak wiele tam jest różnych korpusów, dysz, a co się z tym wiąże różnych możliwych kombinacji koniecznych do pokrycia małego zakresu wydajności.

W układach o zmiennej wydajności stosowanie termostatycznych zaworów rozprężnych często pociąga za sobą wiele problemów związanych z wahaniami pojawiającymi się w układzie nawet po zredukowaniu wydajności tylko o 25%. Wahania te znacznie redukuje jakość pracy urządzenia w zakresie stałości wydajności, oraz zmniejszają żywotność elementów.

Elektroniczny zawór rozprężny może funkcjonować nie tylko w warunkach znamionowych lecz także w bardzo rozszerzonym obszarze warunków pracy. Z drugiej strony wielkość termostatycznego zaworu rozprężnego jest związana bardzo ściśle z urządzeniem, w którym został zastosowany, oraz ze znamionowymi projektowymi parametrami układu. Jeżeli elementy urządzenia są wystarczająco zwymiarowane (wymyenniki ciepła, itd.) warunki pracy nie są tu żadnym ograniczeniem, a zawór nie ma żadnego wpływu poprzez jego niedowymiarowanie/przewymiarowanie.



Aspekt dodatkowy, który zasługuje na osobne rozpatrzenie to praca urządzeń chłodniczych przy znacznie obniżonym ciśnieniu skraplania: jedynym ograniczeniem elektronicznego



zaworu rozprężnego to minimalna wartość różnicy ciśnień ΔP zgodna z zastosowaną sprężarką. Termostatyczny zawór rozprężny może pracować w bardzo ograniczonym obszarze wokół wartości znamionowych. W takim przypadku nie ma możliwości wykorzystania niskiej temperatury skraplania dla zwiększenia efektywności urządzenia chłodniczego.

Cechą mechaniczną elektronicznego zaworu rozprężnego, która pozwala na szeroki zakres regulacji wydajności jest duży skok dyszy, który osiąga dziesiątki milimetrów: w ten sposób sterowanie jest bardziej precyzyjne niż przy zastosowaniu tradycyjnych zaworów termostatycznych. Kontrola przepływu czynnika tylko korzysta ze znacznej rozdzielczości i precyzji funkcjonowania zaworu: we wszystkich systemach chłodniczych, zarówno w klimatyzacji jak i pompach ciepła, osiągnięcie bardziej stabilnej kontroli przegrzania czynnika, na niższym poziomie niż jest to możliwe przy zaworach termostatycznych.

Stabilne przegrzanie czynnika (SH)

Kontrola przegrzania czynnika osiągana przy wykorzystaniu elektronicznych zaworów rozprężnych jest bardziej stabilna i bardziej precyzyjna w porównaniu do zaworów termostatycznych: punkt nastawy jest regulowany w zależności od warunków pracy oraz od zmiany cyklu pracy urządzenia.

Stała wydajność pompy ciepła ze stabilizacją warunków pracy do 15 sekund po jej uruchomieniu w porównaniu do ponad minuty przy zastosowaniu termostatycznego zaworu.

Niska wartość przegrzania (SH)

Oprócz stabilności uzyskano obniżenie wartości przegrzania czynnika poprzez zmniejszenie punktu nastawy do odpowiedniej wielkości: ta cecha elektronicznych zaworów rozprężnych nie niesie ze sobą ryzyka powstania wahań (lub niestabilności) parametrów pracy systemu, co jest typowe dla zaworów termostatycznych.

Utrzymywanie niskiego punktu nastawy przegrzania czynnika oznacza wzrost wydajności, co wynika ze zwiększenia ciśnienia parowania, oraz lepszego wykorzystania powierzchni wymiany ciepła parownika.

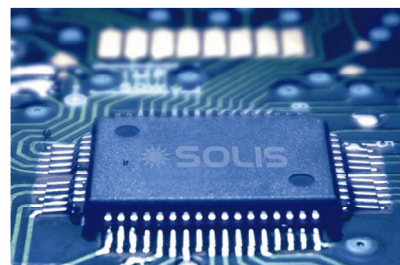
Sterowanie

Elektroniczny zawór rozprężny sterowany jest przez sterownik mikroprocesorowy, który funkcjonuje jako urządzenie inteligentne decydujące o bieżącej ilości czynnika wtryskiwanego do parownika. W rzeczywistości możliwości oferowane przez fakt, że zawory te ustawiane są wyłącznie w położeniu ustalonym przez regulator wykraczają poza prostą kontrolę przegrzania czynnika oferowaną przez tradycyjne zawory termostatyczne.

SOLIS opracował własny sterownik elektronicznego zaworu rozprężnego dedykowany do pomp ciepła realizujący funkcję regulacji zmiennej wartości przegrzania w zależności od aktualnie panujących temperatur i ciśnień parowania i skraplania.

Sterownik decyduje o bieżącej i użytecznej ilości wtryskiwanego czynnika z jednoczesną kontrolą LOP (Najniższe Ciśnienie Pracy) i MOP (Maksymalne Ciśnienie Pracy) parownika.

Funkcja MOP ogranicza maksymalne ciśnienie w parowniku. Jego wartość jest mierzona przez przetwornik ciśnienia i przekazywana bezpośrednio do sterownika, który na tej



podstawie oblicza wartość przegrzania czynnika. Regulacja jest skonfigurowana w zakresie wartości progowej i przyrostu ciśnienia. Utrzymuje ona w sposób precyzyjny i stabilne ciśnienie na poziomie niższym lub równym wartości ustalonej poprzez aktualnie wyliczoną nastawę.

Typowym działaniem takiej procedury regulacji jest stopniowe przemykanie zaworu rozprężnego, aż do osiągnięcia dopuszczalnego ciśnienia parowania: powoduje to wzrost wartości przegrzania czynnika, oraz temperatury jego par na wylocie z parownika (temperatura przegrzania par czynnika lub temperatura na ssaniu sprężarki). Działanie niekontrolowane może doprowadzić do powstania niebezpiecznych dla pracy sprężarki temperatur i dlatego funkcja ta musi posiadać ograniczenie maksymalnej wartości przegrzania czynnika, co oznacza pełne bezpieczeństwo pracy sprężarki eliminując niebezpiecznie wysokie ciśnienia parowania.

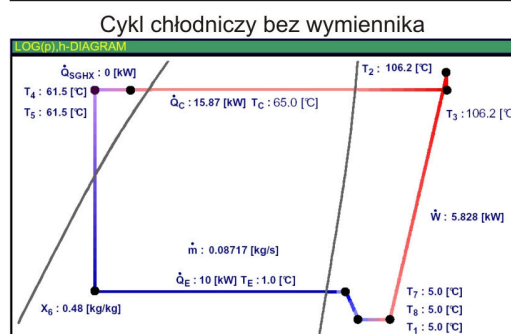
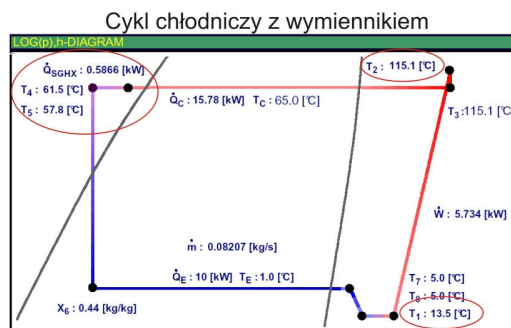
Podobnie do funkcji MOP, LOP utrzymuje ciśnienie parowania na poziomie wyższym od wyliczonej wartości progowej o ustaloną wielkość: jeżeli przejściowo podczas normalnych warunków pracy lub na skutek nadmiernego punktu nastawy przegrzania lub też z innej przyczyny dojdzie do powstania zbyt niskiej wartości ciśnienia to sterownik stopniowo otwiera zawór rozprężny. W celu wyeliminowania zagrożenia dla sprężarki z uwagi na możliwość uderzenia cieczowego funkcja LOP posiada wewnętrzny algorytm zabezpieczenia, który zapobiega zbyt szybkiemu otwieraniu zaworu w przypadku niskich wartości przegrzania czynnika.

Dochłodzenie czynnika przed rozprężeniem

Kolejnym elementem cechującym głównie pompy ciepła pracujące ze zmiennymi temperaturami skraplania i wahającymi się przepływami jest wymiennik ciepła do przekazywania ciepła pomiędzy rurociągami cieczowymi, a ssawnymi sprężarki.

Przed zaworem rozprężnym gorący czynnik powinien być cieczą pod wysokim ciśnieniem o możliwie najniższej temperaturze. W normalnym układzie temperatura czynnika jest temperaturą z jaką czynnik opuszcza skraplacz. Dochłodzenie czynnika zapobiega w górnych zakresach temperatur do często dochodzącego zjawiska niepełnego skroplenia się czynnika (wrzenia) w skraplaczu powodując utratę sprawności układu. Z dochłodzonego czynnika ciekłego ciepło przekazywane jest do czynnika odparowanego w parowniku. Przy stosowaniu regulacji układu bazującego na niskim poziomie temperatury przegrzania czynnika rozwiązanie to zapewnia, że czynnik będzie prawidłowo przegrzany i do sprężarki nie dojdzie czynnik nie w pełni odparowany.

Badania dowodzą, że rozwiązanie to przyczynia się do poprawy sprawności cyklu chłodniczego nawet o 6%.



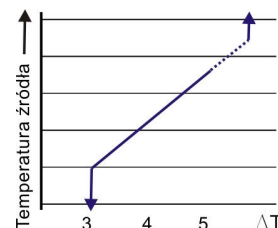
Modulacja mocy źródła

W każdym układzie z pompą ciepła głównym konsumentem energii elektrycznej poza sprężarką jest pompa źródła dolnego. Pompa ta ma za zadanie przetłoczenie wody bądź roztworu glikolu ze źródła dolnego do parownika pompy ciepła, gdzie następuje proces parowania czynnika (odbioru energii). Mając na uwadze sprawność układu jako całości zastosowaliśmy technikę sterowania w zależności od układu hydraulicznego pompą źródła za pomocą przetwornicy częstotliwości (falownika) lub zaworem odpowiedzialnym za przepływ, efektem czego jest redukcja zużycia energii elektrycznej pompy źródła nawet do 50%. Przepływ przez parownik jest stale dopasowywany do faktycznego zapotrzebowania i jest nadzorowany przez sterownik za pomocą czujników. Przy niskich temperaturach skraplania (35°C) wymagany przepływ jest do 40% większy niż przy temperaturze skraplania rzędu 60°C . W powszechnie stosowanych rozwiązaniach pompy obiegowe dobiera się na najwyższe obciążenie cieplne parownika (100% na wykresie). W systemie modulacji przepływem sterownik w sposób ciągły reguluje wydatkiem zapewniając wymagany przepływ przez parownik.



Zmienna różnica temperatur zasilania

Dodatkową cechą jest zmienna wyliczana przez sterownik na bieżąco wymagana różnica temperatur zasilania i powrotu po stronie źródła pozwalając na lepsze wykorzystanie źródła przy wysokich temperaturach zasilania bez większego wpływu na wydajność urządzenia.



Z takich rozwiązań wynika wiele korzyści: oszczędzona energia do napędu pomp, niższy koszt inwestycyjny pomp, większa trwałość pomp, wyższa wydajność układu.

Wymienniki ciepła

Pompy ciepła z racji warunków pracy jakim są poddawane wymagają wymienników ciepła o wysokiej sprawności zapewniających pracę urządzenia w pełnym zakresie temperatur pracy. Aby było to możliwe wymienniki ciepła muszą być przewymiarowane. Z kolei warunkiem stosowania przewymiarowanych wymienników i utrzymania stabilnej pracy urządzenia są zaawansowane techniki regulacji wydajności tak po stronie chłodniczej (elektroniczny zawór rozprężny) jak i wodnej (modulacja przepływu). Przewymiarowanie wymienników niesie za sobą znaczące koszty (wymienniki płytowe są drugim po sprężarce czynnikiem cenotwórczym). Problem ten udało się rozwiązać poprzez zastosowanie wymienników ciepła z opatentowanym (AlfaLaval) systemem dystrybucji czynnika chłodniczego Equalancer, dzięki podwójnemu wymieszaniu przez parownik dwufazowego czynnika poprawiają współczynnik sprawności do 7% i oszczędzają do 15% powierzchni wymiany ciepła w porównaniu z rozwiązaniami tradycyjnymi.

