Xuehua An-Matyjasik, Szymon Piwowarczyk

Sprawdzamy co jest najważniejsze w gruntowych pompach ciepła

Elementy pompy ciepła kształtujące COP: SPRĘŻARKA (1)

W prasie branżowej można znaleźć wiele artykułów poświęconych efektywności instalacji z pompą ciepła – większość autorów skupia się jednak na samej instalacji towarzyszącej pompie ciepła, tzn. wymiennikom gruntowym, pompom obiegowym, buforom magazynującym...
Poniższy artykuł dotyka również tematu efektywności, ale od strony elementów kształtujących COP w samej pompie ciepła.

Podstawowe pojęcia ze względu na pojemność artykułu nie zawsze mogły być wytłumaczone.
Z tego samego powodu poruszone zostały wyłącznie aspekty dotyczące najważniejszych elementów kształtujących COP w pompie ciepła tzn.: sprężarki, zaworu rozprężnego oraz wymienników płytowych i pomp obiegowych.

Sprężarka

Najbardziej energochłonnym elementem w układzie pompy ciepła jest sprężarka.
W pompach ciepła wykorzystujących ciepło zawarte w gruncie najczęściej stosuje się sprężarki typu rotacyjnego, podwójnego rotacyjnego (udoskonalenie sprężarki rotacyjnej) i typu spiralnego (scroll). Jest to podział opierający się na zasadzie działania elementu sprężającego.

Fot. Samsung

1 Różnica pomiędzy sprężarką rotacyjną a sprężarką Twin Rotary (podwójna rotacyjna)

Poza tym możemy podzielić sprężarki na inwerterowe prądu stałego i tradycyjne prądu zmiennego o stałej prędkości obrotowej wirnika. Nie można tego porównania całkowicie oderwać od podziału na typ budowy sprężarki, ponieważ tylko spojrzenie na całość może dać nam odpowiedni obraz – np. sprężarka typu scroll jest lepsza od rotacyjnej, ale już podwójna rotacyjna inwerterowa może będzie lepszym wyborem niż zwykła sprężarka scroll. Oczywiście jakość elementu jest też zależna od producenta.

POBIERZ

Rys. 2 Budowa sprężarki Scroll

Jeśli weźmiemy pod uwagę budowę sprężarki, to elementami zwiększającymi efektywność urządzenia będą, m.in.: inwerter DC, silnik bezszczotkowy, większa liczba par biegunów silnika.

Najbardziej efektywną sprężarką jest inwerterowa DC scroll. Jej cena jednak jest bar-

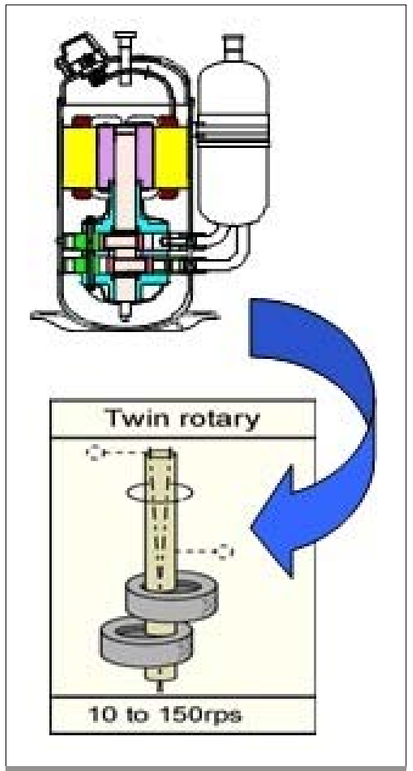
Czym jest praca inwerterowa?

Sprężarka nazywana inwerterową charakteryzuje się możliwością płynnej zmienny wydajności pracy. Napięcie zasilania sprężarki (standardowe z sieci 230 V AC) zamieniane jest na prąd stały o napięciu 300V DC. Za pomocą zmiany częstotliwości prądu (w zakresie 20-120 Hz AC) regulujemy prędkość obrotową wirnika. Widoczne jest to na poniższym wzorze:

$$n = \frac{60 \times f \times (1 - s)}{p}$$

Gdzie:
n – prędkość wirnika sprężarki, f – częstotliwość sprężarki, s – to poślizg silnika, p – ilość par biegunów.
Poślizg silnika w przypadku sprężarek inwerterowych DC wynosi s = 0, w przypadku sprężarek AC s = 0,2.

Fot. TOSHIBA



3 Budowa sprężarki Twin-rotary

dzo wysoka, a doświadczenie w produkcji ma jedynie kilka firm na całym świecie. Dobrą alternatywą cenowo-jakościową do sprężarek inwerterowych DC scroll jest sprężarka typu inwerterowego DC Twin-rotary (podwójna rotacyjna). Jest to urządzenie stosunkowo nowe, łączące jednak zalety niezbyt wygórowanej ceny oraz eliminujące wady standardowych sprężarek rotacyjnych. Kolejne w uszeregowaniu będą sprężarki tradycyjne scroll i sprężarki tradycyjne rotacyjne. Sprężarki typu inweter DC Twin Rotary mają kilka cech, które zwiększają ich trwałość i efektywność. Dołożenie drugiego tłoka w porównaniu do sprężarki rotacyjnej spowodowało większą stabilność pracy. Układ jest mniej pulsacyjny, a ponadto został dużo lepiej wyważony, przez co siły niszczące wał napędowy są dużo mniejsze. Jest to odczuwalne zwłaszcza w przypadku mniejszych prędkości, gdzie efektywność sprężarki tego typu jest bardzo dobra. Większość producentów sprężarek wybrała ten typ do rozwoju urządzeń inwerterowych. Standardowo przyjmuje się, że sprężarki Twin Rotary mogą pracować w większym zakresie prędkości obrotowej (15-150 rps, a urządzenia scroll 30-120). W przypadku sprężarek typu scroll efektywność jest mniejsza, jeśli urządzenie pracuje w częstotliwości poniżej 65 Hz.

Sprężarki zwykłe rotacyjne (z jednym tłokiem) stosowane są praktycznie wyłącznie w układach typu ON/OFF, głównie do podgrzewania samego c.w.u. Dla zbyt niskich prędkości obrotowych wał napędowy może wpadać w wibracje, co spowoduje spadek wydajności i skrócenie życia urządzenia.

Zalety sprężarki inwerterowej DC do sprężarki ON/OFF:

- precyzyjna regulacja temperatury wody na wyjściu (precyzja sterowania do 0,5°C, w porównaniu ON/OFF >2°C) = większy komfort;
- szybsze chłodzenie i grzanie (okresowe zwiększenie mocy);
- mniejsze koszty eksploatacji w przypadku długotrwałej pracy – kluczem jest wtedy praca na mniejszej częstotliwości urządzenia, tak aby sprężarka pracowała z mniejszą mocą (mniejsza moc sprężarki, wielkość wymienników pozostaje taka sama);
- pompa ciepła może pracować przy niższym napięciu z sieci (do 187V);
- niższy poziom głośności (5-10 dB niższy niż w ON/OFF);
- dłuższy czas życia sprężarki (5-8 lat dłużej niż w przypadku ON/OFF, szacunkowo ok. 20 lat);
- niski prąd rozruchowy.

POBIERZ

Rys. 4 Tabela przedstawiająca wzrost COP

REKLAMA

Xuehua An-Matyjasik, Szymon Piwowarczyk

Elementy pompy ciepła kształtujące COP: ZAWÓR ROZPRĘŻNY (2)

Jest to kolejny element każdej pompy ciepła wpływający na jej efektywność – ze względu na skomplikowaną istotę automatyki i mnogość rozwiązań konstrukcyjnych jest często pomijalnym w rozważaniach instalatora wybierającego urządzenie do instalacji. Jednak samo rozpoczęcie porównania należy rozpocząć od wyjaśnienia dwóch podstawowych kwestii związanych z zaworem rozprężnym – pojęcia przegrzania gazu (superheat) i dlaczego to przegrzanie jest dla nas tak istotne?
Najbardziej efektywne zawory rozprężne utrzymują wartość przegrzania powyżej 0°C, lecz z drugiej strony najniżej, jak to jest możliwe. Dodatkowo muszą charakteryzować się dużą stabilnością. Dopasowanie zaworu rozprężnego bardzo wpływa na efektywność całego urządzenia. Generalnie zawory rozprężne można pod względem budowy podzielić na 3 rodzaje: kapilary, zawory termostatyczne i zawory elektroniczne.

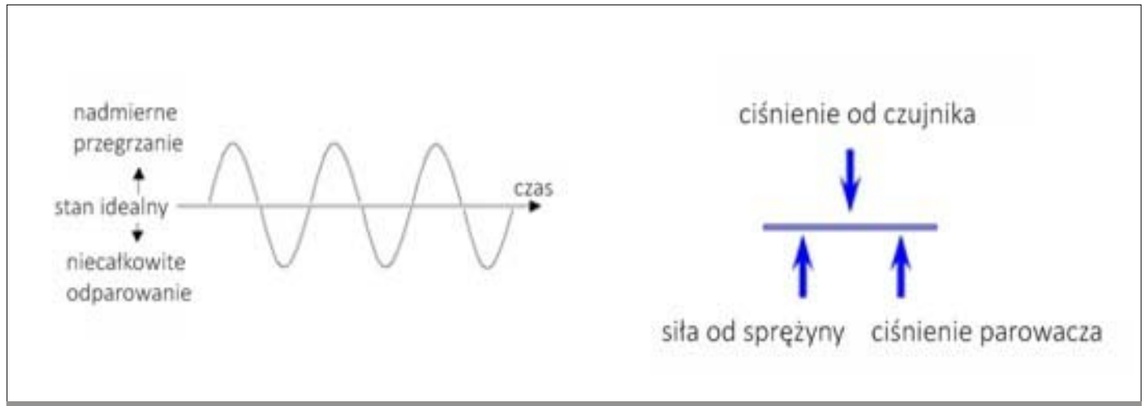
Kapilary

Praktycznie nie stosowane w fabrycznych gruntowych pompach ciepła, dlatego nie będziemy ich szerzej opisywać. Czasami jeszcze można je spotkać w urządzeniach tzw. garażowych, o bardzo niskich współczynnikach efektywności. Charakteryzują się brakiem możliwości kontroli, nawet w ograniczony sposób. Zupełnie nie nadają się do nowoczesnych urządzeń ze sprężarkami inwerterowymi.

Zawory termostatyczne

Regulacja zaworu rozprężnego dokonywana jest za pomocą membrany. Na górę membrany wywierana jest siła wynikająca z ciśnienia gazu zawartego w czujniku-probówce. Probówka napełniona specjalnym gazem, umieszczona jest w odpowiednim miejscu parowacza, gdzie jego temperatura oddziałuje bezpośrednio na czujnik zmieniając ciśnienie gazu.
Z drugiej strony membrany przyłożone są siły wynikające z wstępnego naprężenia sprężyny korygującej oraz ciśnienia czynnika chłodniczego wpływającego do parowacza. Tak więc, w momencie kiedy różnica temperatur (wartość przegrzania) wzrasta, probówka nagrzewa się, powodując wzrost ciśnienia i większy nacisk na membranę – zawór rozprężny się zamyka. Jeśli wartość przegrzewu jest mała, ciśnienie w probówce spada – zawór rozprężny się bardziej otwiera. Ze względu na konieczność pokonania własnej pojemności cieplnej (zwłaszcza przy szybkich zmianach, np. w momencie rozruchu) dostosowywanie do przegrzania jest dokonywane z dużym opóźnieniem. Temu opóźnieniu towarzyszą duże amplitudy otwarcia zaworu, co bardzo wpływa na stabilizację pracy oraz efektywność samego urządzenia.
Drugim problem w przypadku termostatycznych zaworów rozprężnych jest brak liniowej zależności pomiędzy temperaturą czynnika chłodniczego a ciśnieniem gazu w czujniku pomiarowym. W niskiej temperaturze odparowania wartość przegrzania jest na tyle wysoka, że przekracza efektywny zakres regula-

Fot. ZHEJING SANHUA CO., LTD



1 Działanie zaworu rozprężnego termostatycznego

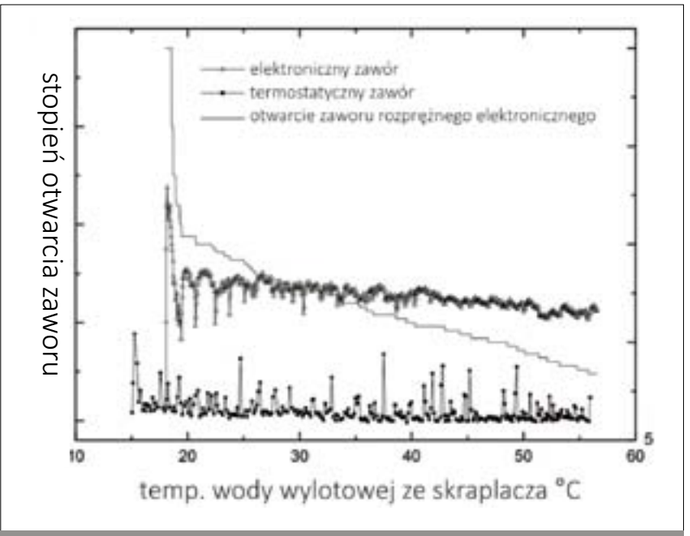
Czym jest przegrzanie gazu?

Przegrzanie jest różnicą temperatury pomiędzy parą suchą (nie zawiera żadnych cząsteczek cieczy) przegrzanego czynnika chłodniczego w parowaczu do temperatury wrzenia cieczy czynnika chłodniczego w konkretnym ciśnieniu. Dla porównania: woda przy ciśnieniu jednej atmosfery wrze w temperaturze 100°C. Więc jeśli para wodna ma przy tym ciśnieniu 102°C to przegrzanie wyniesie 102°C – 100°C = 2°C.

Dlaczego przegrzanie jest tak istotne dla pompy ciepła?
Jeśli przegrzanie będzie mniejsze niż 0°C, będzie to oznaczało dostanie się nieodparowanego czynnika chłodniczego (w stanie cieczy) do sprężarki. Zassanie cieczy przez sprężarkę jest bardzo szkodliwe i prowadzi do jej zniszczenia lub zmniejszenia jej żywotności. W języku angielskim to zjawisko nazwane jest Liquid Strike i uważane za jedno z najbardziej niebezpiecznych dla prawidłowego funkcjonowania układu. Z drugiej strony jeśli przegrzanie jest za duże, to sprężarka i tak nie jest w stanie przełożyć tego na większą efektywność pompy ciepła, jednocześnie blokując kolejnej dawce czynnika odparowanie. W skrajnych sytuacjach zbyt wysoka temperatura przegrzania doprowadzi do alarmów wysokiego ciśnienia. Częste zmiany wartości przegrzania (pulsacja) prowadzą do niestabilnej pracy układu i jego niskiej efektywności.

POBIERZ

Rys. 2 Zawór rozprężny termostatyczny – budowa



3 Pokazanie stabilizacji w sterowaniu zaworem rozprężnym typu termostatycznego i elektronicznego.
Źródło: Artykuł EXPERIMENTAL RESEARCH ON CONTROL METHODS OF ELECTRONIC EXPANSION VALVE IN HEAT PUMP WATER HEATER SYSTEM – Shanghai Jiaotong University, 2002

Zmiana COP w zależności od zastosowanego zaworu

Temp. dolnego źródła °C	Rodzaj zaworu	COP	Otw. zaworu	Zakres temp. wody wylotowej
5℃	TEV	2.20	——	15 - 56
20℃	TEV	3.08	——	15 - 56
35℃	TEV	4.21	——	15 - 52
5℃	EEV	2.45	8.4 - 25	18 - 56
20℃	EEV	3.25	20.8 - 100	18 - 56
35℃	EEV	4.38	100	18 - 52

TEV - zawór rozprężny termostatyczny EEV - zawór rozprężny elektroniczny

4 Zmiana COP w zależności od zastosowanego zawory rozprężnego
Źródło: Artykuł EXPERIMENTAL RESEARCH ON CONTROL METHODS OF ELECTRONIC EXPANSION VALVE IN HEAT PUMP WATER HEATER SYSTEM – Shanghai Jiaotong University, 2002

cji. W takim przypadku zawór termostatyczny nie jest lepszy niż kapilara.
W przypadku gruntowych pomp ciepła zawory tego typu można spotkać dość często, zwłaszcza w budżetowej półce służącej wyłącznie do ogrzewania. W przypadku pomp ciepła wykorzystywanych również do chłodzenia i pomp ciepła o wyższych współczynnikach efektywności najczęściej stosuje się już zawory elektroniczne.

Zawory elektroniczne – najnowsza generacja

Napęd elektronicznego zaworu rozprężnego może być dokonywany w różny sposób, jednak najczęściej wybieranym jest silniczek krokowy. Regulacja postępuje według następującego schematu: układ sterujący pompą ciepła za pomocą czujników w systemie chłodniczym bada aktualny stan pracy. Po obliczeniach wynikających z algorytmu wysyła sygnał do silniczka krokowego, powodując jego zamknięcie lub otwarcie. Częstotliwość oraz liczba impulsów decyduje o szybkości otwierania lub zamykania się zaworu.

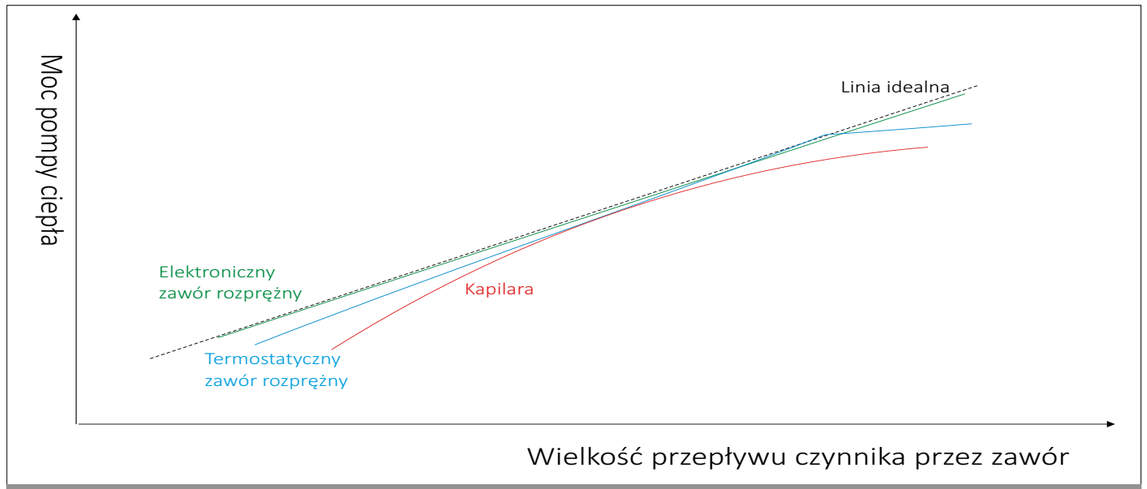
Generalnie wyróżnić można kilka typów sterowania zaworem rozprężnym:

- sterowanie liniowe – opierając się na informacji zwrotnej o wartości przegrzania, sterownik reguluje zawór w stałych krokach w stałym okresie regulacji. Ten sposób jest najprostszy i najtańszy (brak dodatkowego kontrolera zaworu rozprężnego). Charakteryzuje się sporą niedokładnością i dużym opóźnieniem do stanu faktycznego. W przypadku pomp ciepła ze sprężarkami inwerterowymi ten sposób jest nie do przyjęcia.

- sterowanie z bazy danych – opierając się na badaniach i wykonanych testach przez

Pozycja	Kapilara	Termostatyczny zawór rozprężny	Elektroniczny zawór rozprężny
Adaptacja do zmian parametrów pracy	nie	dobra	b. dobra, może być użyty do ogrzewania I chłodzenia
Jak kontroluje przepływ czynnika	opór przepływu (długość kapilary)	zawór	zawór, większy zakres regulacji niż zawór rozprężny termostatyczny
Zakres regulacji przepływu	znikomy	średni	duży
Możliwość dynamicznej korekcji nastaw	brak	brak	możliwe
Odpowiedź na zmiany parametrów systemu	brak	z dużym opóźnieniem i niestablinością	szybko, dobra stabliność (w zależności od sterowania)
Złożoność budowy	bardzo proste	umiarkowana	złożona
Możliwość zmiany obciążenia	brak	możliwość bardzo małych zmian, nie nadają się do inwetera	tak
Wartość COP	niska	dobra	b. dobra, zwłaszcza w niskich temperaturach parowania
Koszt	bardzo mały	niski	wysoki, cena zakupu najlepszych może być wyższa nawet o 300-400 razy niż zaworu termostatycznego
Zastosowanie w pompach ciepła	tylko budżetowe pompy ciepła basenowe	większość pomp ciepła basenowych, część pomp ciepła c.w.u., budżetowe pompy ciepła do c.o. (nie nadaje się do inwerterowych sprężarek)	ze względu na cenę stosowany w wyższej półce urządzeń, czyli w wyższej klasy pompach ciepła do c.w.u., basenowych i c.o.; we współpracy ze sprężarkami inwerterowymi jest koniecznością

Tabela Różnice pomiędzy 3 typami stosowanych zaworów rozprężnych: kapilarą, termostatycznym i elektronicznym zaworem rozprężnym



Fot. ZHEJING SANHUA CO., LTD

5 Dopasowanie otwarcia zaworu rozprężnego do wymagania wynikającego z mocy pompy ciepła

Jak obliczyć wartość przegrzania w zaworach rozprężnych?

Jak sama nazwa wskazuje zawór rozprężny jest elektroniczny, więc do prawidłowej pracy potrzebuje sterowania – właśnie ono ma duży wpływ na efektywność całego systemu.
Można wyszczególnić dwie podstawowe metody obliczania wartości przegrzania:

- Metoda T-T (temperaturowa) – wykorzystują ona temperaturę przed kompresorem jako temperaturę nasycenia. Układ składa się z dwóch czujników temperatury. Pierwszy zlokalizowany jest w środku parowacza, a drugi przed sprężarką (mierzy temp. ssania). Wartość przegrzania wynika z równania:

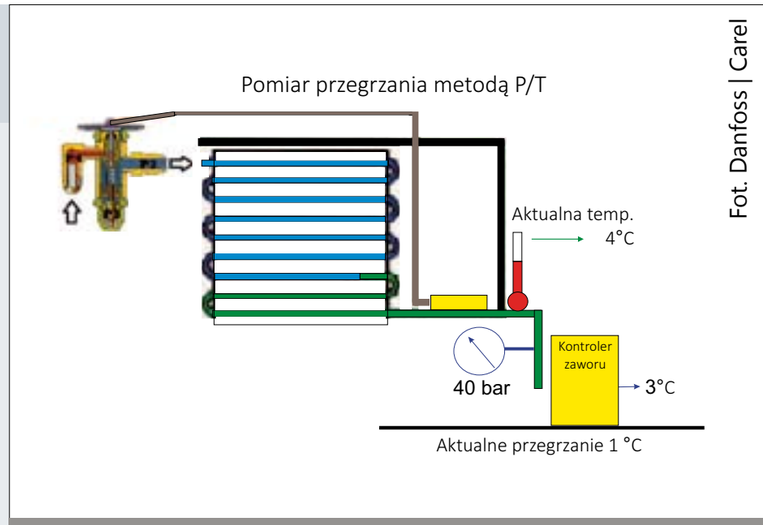
$$T_{przegrzania} = T_{temp.ssania} - T_{temp.parowacza}$$

- Metoda P-T (temperaturowo-ciśnieniowa) – bardziej dokładny pomiar wartości przegrzania (a więc i bardziej efektywny).

$$T_{przegrzania} = T_{temp.nasycenia@ciśnienie\ ssania} - T_{parowacza}$$

$T_{temp.nasycenia@ciśnienie\ ssania}$ – temperatura nasycenia jest obliczana na podstawie ciśnienia z tabeli danych zawartych w module kontrolującym pracę pompy ciepła.

Metoda typu T-T jest dużo tańsza niż metoda P-T. Związane jest to ze stosunkowo drogim miernikiem ciśnienia czynnika chłodniczego. W większości urządzeń budżetowych stosowana jest metoda T-T. Ten pomiar daje niestety jeden problem – wartość aktualna przegrzewu nie jest prawdziwa. Wartość zmierzona jest tylko przybliżoną wartością przegrzania, gdy ciśnienie i temperatura zachowują się liniowo w określonych warunkach pracy oraz gdy stany nie zmieniają się za szybko. Trzeba również pamiętać, że czujnik ma swoją bezwładność, która decyduje o czasie pomiaru. Tak więc w przypadku urządzeń do ogrzewania budynków (w tym pomp ciepła typu gruntowego warto stosować metodę pomiaru P-T).
Idealna sytuacja w przypadku kontrolowania pracy zaworu rozprężnego byłaby, gdyby wartość przegrzania była synchronicznie przeniesiona zgodnie z warunkami pracy systemu chłodniczego w danym momencie oraz cały czas utrzymywana stabilnie. Jednak w rzeczywistości zawór rozprężny zawsze działa z opóźnieniem. Na początku moduł sterujący zbiera informacje z systemu, następnie robi obliczenia i wysyła odpowiedni komunikat do napędu zaworu rozprężnego. W tym momencie w systemie chłodniczym następują zmiany związane ze zmianą ustawień. Moduł sterujący odczytuje nowe wartości pomiarowe i wysyła korekty nastaw do zaworu. Jeśli te zmiany będą zbyt częste, układ stanie się niestabilny i przez to bardzo mało efektywny, natomiast jeśli będą zbyt wolne, zawór przestanie spełniać swoją funkcję. Dokładny algorytm pracy elektronicznego zaworu rozprężnego działa tak, żeby zachować system jak najbardziej stabilny i efektywny – sposób, w jaki się to dzieje, jest już tajemnicą każdego producenta.



Fot. Danfoss | Carel

6 Schemat pomiaru przegrzania metodą P/T

producenta, baza danych zawierająca wielkość otwarcia zaworu rozprężnego jest zapisana w sterowniku urządzenia. Jeśli baza danych obejmuje wszystkie stany, ten sposób może być bardzo dokładny. Minusem jest brak elastyczności systemu i duże koszty prowadzenia wielu badań.

- sterowanie PiD – proporcjonalno-całkująco-różniczkowy regulator jest najbardziej popularną drogą sterowania zaworem w urządzeniach tego typu. Jest dokładny, prosty i dostosowany do różnych warunków. Minusem jest, że informacja o temperaturze parowania nie jest liniowa, PID może nie być stabilny. Przykładowe próbkowanie musi być wprowadzone na podstawie badań producenta.

- zaawansowane sterowanie Fuzzy – wprowadza do kalkulacji nie tylko temperaturę parowania, ciśnienie ssania i zmiany przegrzania, ale również temperaturę wlotową wody ogrzewanej w skraplaczu, temperaturę wlotu czynnika dolnego źródła i częstotliwość kompresora w przypadku sprężarek inwerterowych. Ciśnienie parowania i ciśnienie skraplania są bardzo zależne od temperatury dolnego źródła i temperatury ogrzewanej wody, więc system z wyprzedzeniem niejako może reagować na otwarcie zaworu rozprężnego. Zastosowanie sterowania Fuzzy może zwiększyć COP nawet o 20% w porównaniu do systemów, gdzie sterowania Fuzzy nie zastosowano.

Na całym świecie prowadzonych jest wiele prac badawczych nad elektronicznym zaworem rozprężnym. Właśnie w tym miejscu upatruje się dalszego zwiększenia efektywności urządzeń w przyszłości.

Elektroniczny zawór rozprężny (EXV) daje możliwość płynnej regulacji (najczęściej 5-115% nominalnego przepływu). Sama regulacja również jest bardziej dokładna niż w zaworach termostatycznych, więc stabilność, a co za tym idzie efektywność również jest większa.

POBIERZ

Rys. 7 Budowa zaworu rozprężnego elektronicznego

Xuehua An-Matyjasik, Szymon Piwowarczyk

Elementy pompy ciepła kształtujące COP: WYMIENNIKI CIEPŁA ORAZ POMPA OBIEGOWA WODY/GLIKOLU (3)

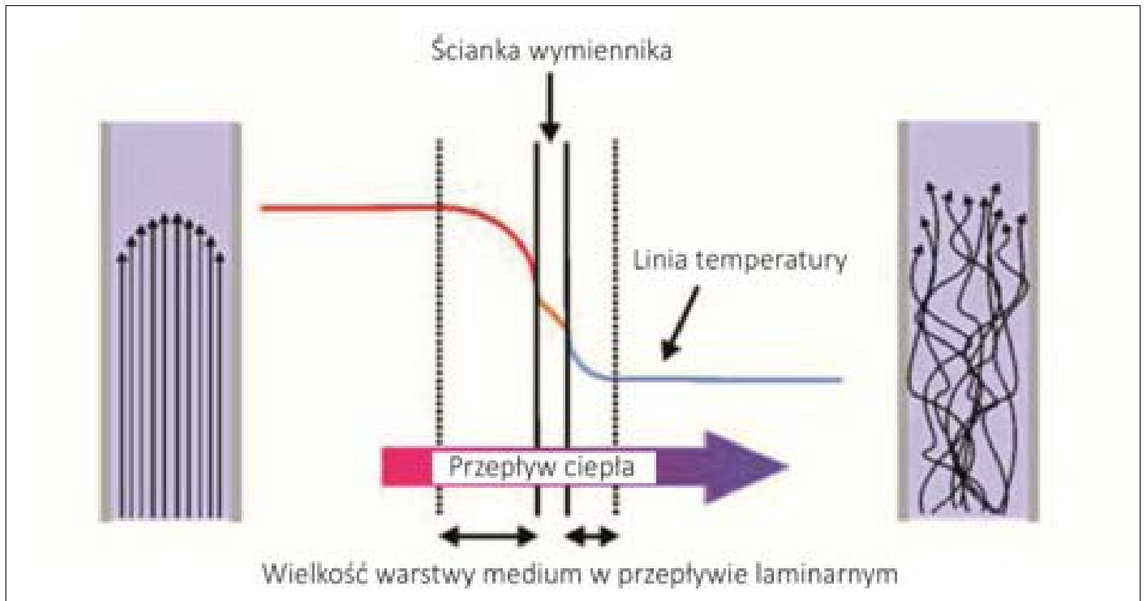
Wymienniki ciepła (parowacz i skraplacz)

W gruntowych pompach ciepła najbardziej popularne jest stosowanie jako parownika i skraplacza dwóch lutowanych wymienników płytowych. Wymagania stawiane wymiennikom stawiane są głównie na ich odporność na wysokie ciśnienie i temperaturę w skraplaczu oraz w parowaczu (w momencie odwróconej pracy w trybie chłodzenia). Zaletami wymienników płytowych w porównaniu do wymienników płaszczowo-rurowych również stosowanych w pompach ciepła, są:

a) wielkość – wymienniki płytowe o tej samej mocy grzewczej zajmują 1/3 do 1/6 wielkości co wymienniki rurowe, oraz ważą proporcjonalnie 1/2-1/5. Przez to koszty zużycia materiałów są mniejsze. Dodatkowo w wymienniku o mniejszej kubaturze będzie mieścić się mniej czynnika chłodniczego – 1/5-1/7 w porównaniu do wymiennika rurowego;

b) wyższa efektywność – dla tej samej pojemności i przepływu, efektywność wymiennika płytowego jest 2-5 razy większa niż wymiennika płaszczowo-rurowego.

Fot. SWEP



1 Porównanie przepływu ciepła w przepływie laminarnym i turbulentnym

Zdolność przewodzenia ciepła dla cieczy i gazu zależy od powierzchni kontaktu i turbulencji czynnika. W pobliżu ścianek wymiennika można zawsze zaobserwować część medium tworzącą cienką warstwę (film), która przepływa w sposób laminarny. To zjawisko zmniejsza przepływ ciepła przez ściankę, a więc również efektywność wymiennika. Jeśli chcemy zwiększyć więc efektywność należy spowodować, żeby ta warstwa była jak najmniejsza.

Dużą turbulencję można osiągnąć poprzez zwiększenie zakłóceń w przepływie, a więc chropowatą powierzchnię, małe rowki ponacinane wzdłużnie i zastosowanie płynów o niskiej lepkości. Osiągnięcie wysokiej prędkości przepływu i niewielkiego rozmiaru wymiennika związane jest ze spadkiem ciśnienia w wymienniku. Projektant musi więc dobrać wymiennik, w którym spadek ciśnienia będzie mniejszy niż zakładany projektowo, jednak o maksymalnej efektywności wymiany ciepła. Efektywność wymiany ciepła jest również zwiększona w momencie, gdy grubość ścianki jest jak najmniejsza. Najlepsi producenci stosują materiały i rozwiązania techniczne zapewniające odpowiednią wytrzymałość wymiennika, jednocześnie grubość ścianki ograniczając do minimum.

Fot. Wymiennik B26, SWEP

2 W zaawansowanych urządzeniach stosuje się specjalnie zaprojektowane wymienniki asynchroniczne, które charakteryzują się inną budową w zależności od procesu, który na danym etapie się dokonuje

POBIERZ

Rys. 3 Różne typy wymienników

Wymienniki płytowe są łatwe do zaadaptowania w przypadku różnych przepływów. Zbudowane są z wielu płyt z różnej głębokości wyżłobieniami lub żebrami, które są skierowane pod różnym kątem. Poprzez odpowiednie zaprojektowanie takiego układu

Moc wymiennika a przepływ przeciw- i współprądowy

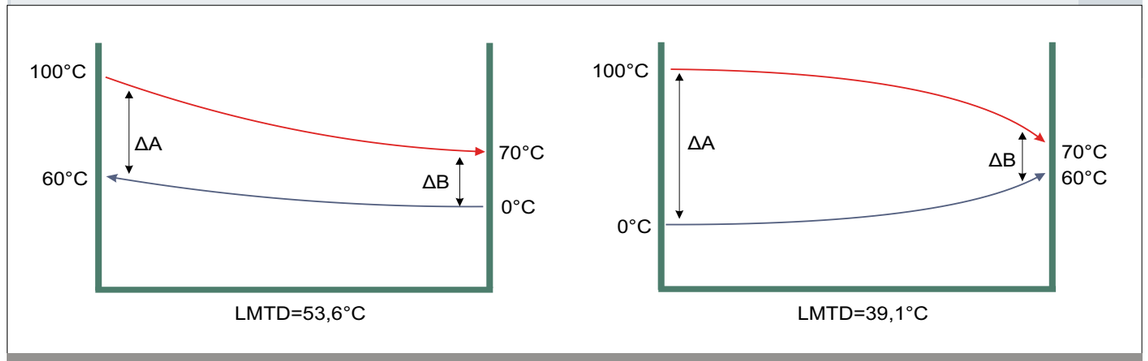
Moc wymiennika wyliczana jest wg. wzoru:

$Q = K \times A \times LMTD$

Q – Moc wymiennika (W)
K – Współczynnik przenikania ciepła (większy w przypadku przepływu turbulentnego [W/(m² × K)]
A – powierzchnia wymiany ciepła [m²]
LMTD – średnia logarytmiczna różnica temperatury

Jeśli średnia logarytmiczna różnica temperatury jest większa, oznacza to, że do prawidłowej pracy wystarczy mniejszy wymiennik ciepła (co oznacza również mniejsze koszty). Również warto zauważyć, że współprądowy przepływ charakteryzuje się dużym gradientem temperatury na wejściu do wymiennika, co powoduje szybkie odparowanie czynnika już na początku wymiennika. W takim przypadku nie wykorzystujemy całego wymiennika, więc efektywność całkowita jest mniejsza.
W przypadku gruntowych pomp ciepła, gdy urządzenie jest dostosowane zarówno do ogrzewania, jak i chłodzenia (a więc parownik w trybie ogrzewanie będzie odbierał ciepło od dolnego źródła, a w trybie chłodzenia będzie oddawał ciepło jako skraplacz). W tym momencie przepływ wody/glikolu będzie odbywał się w taki sam sposób jak przy ogrzewaniu, a czynnik chłodniczy będzie płynął w odwrotnym kierunku.
W tym momencie od projektanta zależy, czy głównym celem pompy ciepła jest ogrzewanie czy chłodzenie (wybór przepływu przeciwprądowego będzie lepszy pod względem efektywności).
Jeśli jednak bardzo zależy nam na uzyskaniu wysokich efektywności zarówno w ogrzewaniu, jak i chłodzeniu, czasami stosuje się również specjalne grupy pompowe powodujące zmianę przepływu wody/glikolu.

Fot. SWEP



4 Porównanie średniej logarytmicznej różnicy temperatury (LMTD) w przypadku przepływu przeciw- i współprądowego

W zastosowaniach wymiany ciepła powodujących przemianę fazową (procesy parowania i skraplania w gruntowej pompie ciepła) wymiennik płytowy powinien być umieszczony pionowo z wylotem strumienia gazu czynnika chłodniczego do góry oraz wylotem skroplonego czynnika do dołu. Wymiennik ciepła wyposażony w kryzę może zwiększyć ciśnienie wlotu cieczy lub mieszaniny gazu i cieczy oraz spowodować turbulencję przepływu. Dzięki temu parownik w funkcji chłodzenia może zwiększyć swoją efektywność.

producenci wymienników płytowych są w stanie dopasować się do optymalnego przepływu cieczy, gazu lub mieszaniny dwuskładnikowej tak, żeby efektywność wymiany ciepła była jak najwyższa.
Istnieją dwa możliwe przepływy czynników poprzez wymienniki płytowe – współ- i przeciwprądowy. Częściej stosowany jest przepływ czynników w przeciwprądzie, ponieważ w taki sposób możemy uzyskać większą średnią logarytmiczną różnicę temperatury (LMTD).
Ważnym aspektem w przypadku wymienników jest również zabezpieczenie przed zamarznięciem czynnika dolnego źródła w przypadku zbyt małego przepływu lub jego całkowitego braku.

Pompa obiegowa wody/glikolu

W gruntowych pompach ciepła zastosowane są najczęściej pompy obiegowe AC ze stałą prędkością. Obecne ustawodawstwo zmienia podejście w tej kwestii, zobowiązując do używania w tych urządzeniach pomp elektronicznych. Jest to związane z faktem, że pompy obiegowe pod względem poboru energii zajmują drugie miejsce po sprężarce. Dlatego trend rynku idzie w kierunku pomp ciepła z regulacją PWM, która jest określona za pomocą różnicy temperatury wlotu i wylotu glikolu/wody ze skraplacza. Niższe obroty wiążą się w takim przypadku z mniejszą konsumpcją energii elektrycznej. Jeśli sterowanie PWM pompy obiegowej jest powiązane ze sprężarką inwerterową, COP będzie znacząco wyższe niż w przypadku zastosowania pompy ze stałymi obrotami.
Jednego punktu powinniśmy być pewni – od wielkości temperatury parowania zależy efektywność całego systemu. Nie możemy patrzyć tylko na różnicę temperatury wlotu-wylotu glikolu/wody ze skraplacza. Dolne źródło musi być tak wykonane, aby zapewnić odpowiednią temperaturę parowania. Wpływ różnicy temperatury parowacza oraz samej temperatury wylotu czynnika ze skraplacza został pokazany na schemacie 7.

Możemy zaobserwować, że temperatura wylotowa ze skraplacza ma dużo wyższy wpływ na system COP, niż różnica temperatury skraplacza. Zwiększenie różnicy temperatury po-

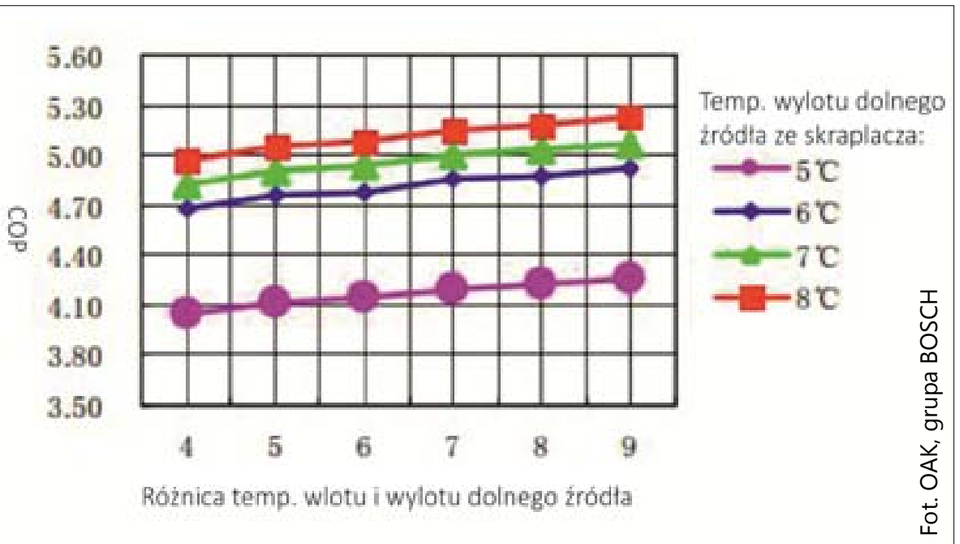
POBIERZ
Rys. 5 Schemat przepływu

POBIERZ
Rys. 6 Wymiennik ciepła z kryzą i bez

między wlotem i wylotem pomiędzy 4 a 9°C daje nam wzrost COP o 5%, a zwiększenie wylotu medium schładzanego z 5 do 8°C daje nam wzrost COP aż o 17%.
Cała sztuka w tym przypadku polega na znalezieniu optymalnych nastaw związanych z przepływem, różnicy temperatury wlotu-wylotu skraplacza oraz optymalnej temperatury wychodzącej ze skraplacza pompy ciepła – i jest to zależne od producentów urządzeń, ale i instalatorów, którzy na dolne źródło mają duży wpływ.

Podsumowanie

Po przeczytaniu artykułu możemy być pewni jednego – na efektywność COP pompy ciepła wpływa naprawdę dużo czynników – nawet w tak obszernym artykule zostało omówionych zaledwie część z nich, w dodatku w skróconej formie. Czym się kierować w wyborze urządzeń, które będą montowane u inwestorów? Na pewno cena zawsze będzie odgrywała znaczącą rolę, ale należy pamiętać również o jakości i efektywności oferowanych urządzeń.
Z punktu widzenia instalatora i inwestora dobrą wiadomością jest dobiegający końca proces akredytacyjny Europejskiego Stowarzyszenia Pomp Ciepła EHPA dla COCH w Kraków. W tym momencie w Polsce nie ma akredytowanego, niezależnego laboratorium, które nadawałoby znak jakości urządzeniom oferowanym na polskim rynku (analogia do Solar Keymark na rynku kolektorów słonecznych). Powstanie tego laboratorium powinno spowodować większą transparentność porównywanych ofert, co ostatecznie stanie się korzyścią dla wszystkich.



Fot. OAK, grupa BOSCH

7 Zależność pomiędzy różnicą temperatury dolnego źródła na parowaczu, temperaturą wylotu dolnego źródła z parowacza oraz współczynnikiem efektywności pompy ciepła

Programy doboru urządzeń HVAC

Szkolenie z zakresu programów doboru Ratus II, Akuair, Kompakt, Verso i LatsCAD, organizowane przez firmy Ventia i LG Electronics Polska odbędzie się 3 lipca we Wrocławiu w Akademii Klimatyzacji LG, ul. Szwedzka 5a, 55-040 Bielany Wrocławskie. Uczestnictwo jest bezpłatne. Liczba miejsc ograniczona - decyduje kolejność zgłoszeń. W szkoleniu mogą wziąć udział maks. 2 osoby z jednej firmy. Zgłoszenia udziału, wraz z danymi uczestników (imię i nazwisko, firma, telefon kontaktowy) proszę przesyłać na adres: Krzysztof Deniszewski, tel. 501 141 807, krzysztof.deniszewski@ventia.pl. Uczestnicy szkolenia otrzymają komplet materiałów technicznych oraz programy doboru na temat prezentowanych produktów marki LG, KOMFOVENT oraz STAVOKLIMA. *Więcej*

REKLAMA