

instalacje i wyposażenie



FYS, VISSMANN

↑ Liczba pomp ciepła ogrzewających domy jednorodzinne rośnie szybko, więc jest też coraz więcej doświadczonych instalatorów potrafiących zaprojektować i wykonać działające poprawnie i ekonomicznie systemy grzewcze pracujące z takimi urządzeniami, a następnie je serwisować. To sprawia, że są one coraz bardziej atrakcyjne dla inwestorów

Ogrzewanie powietrzną pompą ciepła

Czy warto?

Tekst Piotr Laskowski

Jeszcze do niedawna stosowanie powietrznych pomp ciepła było w naszym klimacie uznawane za nieopłacalne. Niektórzy nadal żyją w takim przekonaniu. Tymczasem osiągi oferowanych obecnie powietrznych pomp ciepła są znacznie lepsze od tych sprzed kilku lat.

Starsze i prostsze modele powietrznych pomp ciepła charakteryzują się tym, że gdy temperatura na zewnątrz spada do kilku stopni poniżej zera, nie są zdolne do efektywnego działania. Musi je wtedy zastąpić inne urządzenie grzewcze. Stąd wzięła się opinia, że nie są odpowiednie do ogrzewania domów w naszym klimacie. Odpowiedzią producentów było wprowadzenie na polski rynek urządzeń pozbawionych tej niedogodności, a następnie dążenie do dostosowania ich cen do możliwości naszych kieszeni. W rezultacie można już kupić pompy ciepła pracujące z zadowalającą efektywnością, gdy temperatura powietrza wynosi zaledwie -20°C , a nawet -25°C , a ich cena jest zbliżona, a niekiedy nawet niższa od tej, którą kilka lat temu trzeba było zapłacić za urządzenie o znacznie gorszych osiągnięciach.

Nowe możliwości

Współczesne powietrzne pompy ciepła zawdzięczają swoje dobre parametry nowoczesnym czynnikom roboczym (R 407C i R 410A), a przede wszystkim coraz częściej stosowanemu w nich rozwiązaniu o nazwie EVI (*Enhanced Vapour Injection*). Polega ono na umieszczeniu w obiegu pompy dodatkowego zaworu rozprężnego oraz wymiennika ciepła (schemat jej działania prezentujemy na następnej stronie) i wtryskiwaniu do sprężarki części czynnika roboczego wypływającego ze skraplacza, a następnie ponownie odparowanego w dodatkowym wymienniku. Różnica temperatury między dolnym a górnym źródłem pompy z cyklem EVI może sięgać 80 K, a woda może być przez nią podgrzewana do 75°C, podczas gdy większość pomp bez cyklu EVI w temperaturze powietrza -7°C podgrzewa wodę zaledwie do 35°C. W dodatku do napędu sprężarki w systemie EVI potrzeba znacznie mniej energii niż do porównywalnej bez wtrysku pary.

ZASADA DZIAŁANIA

Pompa ciepła to urządzenie umożliwiające przepływ ciepła z ośrodka o niższej temperaturze do ośrodka cieplejszego. Żeby był możliwy, do takiego układu trzeba dostarczyć energię.

W obiegu najpopularniejszej sprężarkowej pompy ciepła krąży płyn (czynnik roboczy) wrzący w temperaturze panującej w ośrodku, z którego odbierane jest ciepło, nazywanym dolnym źródłem. Odbiór ciepła, w wyniku którego płyn przechodzi ze stanu ciekłego w gazowy (odparowuje), następuje w wymienniku ciepła – parowniku.

W postaci gazu czynnik roboczy trafia do sprężarki napędzanej najczęściej energią elektryczną – właśnie w ten sposób do układu jest dostarczana energia.

W wyniku sprężania temperatura czynnika roboczego rośnie do wartości na tyle wysokiej, że możliwe jest ogrzanie nim wody w instalacji c.o. lub c.w.u. albo powietrza nadmuchiwanego do pomieszczeń. Odbywa się to w drugim wymienniku ciepła nazywanym skraplaczem. Czynnik roboczy oddaje tam ciepło i w rezultacie ulega skropleniu. Następnie już jako ciecz przepływa przez element dławiący (zawór rozprężny albo rurkę kapilarną), w którym w wyniku rozprężenia jego temperatura obniża się do poziomu umożliwiającego ponowny odbiór ciepła z dolnego źródła. W przypadku pomp powietrznych dolnym źródłem jest powietrze omywające parownik.

Kolejną zmianą w stosunku do pomp ciepła sprzed kilku lat jest stosowanie sprężarek o zmiennej wydajności – z systemem Digital Scroll albo, coraz częściej, z inwerterem. Pierwsze rozwiązanie polega na zastosowaniu w sprężarce zaworu

upustowego, którego otwarcie powoduje rozłączenie zestawu spiral sprężarki i zmniejszenie jej wydajności, mimo pracy silnika ze stałą prędkością obrotową. Dzięki temu liczba rozruchów i towarzyszących im skokowych wzrostów

Gdy ściska mróz



fol. Piotr Mastalerz

↑ Efektywność powietrznych pomp ciepła maleje wraz ze spadkiem temperatury powietrza, z którego odbierają ciepło. Starsze i tańsze modele nie mogą pracować, gdy docierające do nich powietrze ma mniej niż -7°C. Dlatego urządzenia te stosuje się w połączeniu z innym źródłem ciepła, które uruchamia się w takiej sytuacji



fol. DAIKIN

↑ Pompy ciepła o najlepszych osiągnięciach odbierają ciepło z powietrza o temperaturze zaledwie -25°C i są w stanie podnieść temperaturę czynnika roboczego nawet o 80 K

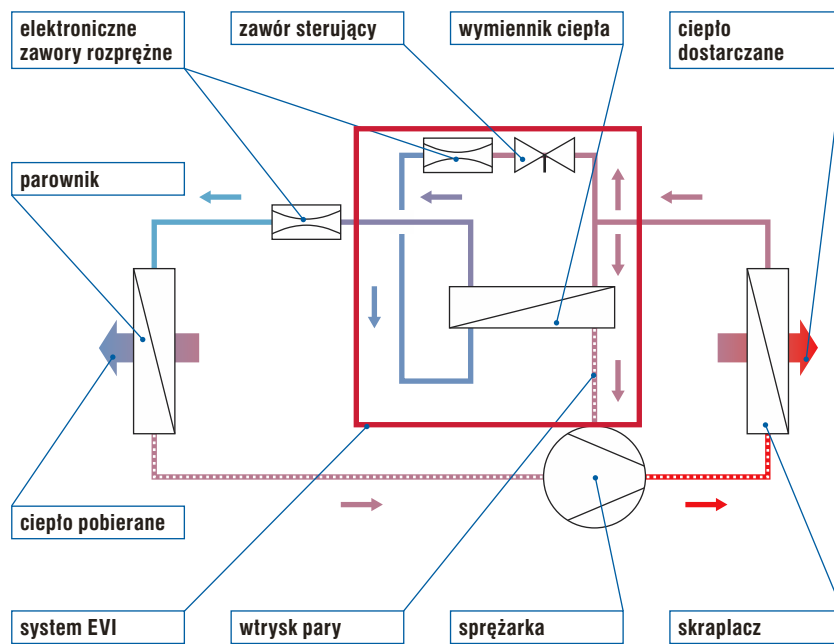


fol. DAIKIN

↑ Wysoką efektywność przy bardzo niskiej temperaturze parownika udaje się osiągnąć dzięki nowym czynnikom roboczym (R 407C i R 410A) krążącym w obiegu pompy ciepła i sprężarkom inwerterowym z dodatkowym wtryskiem pary

Jak działa pompa z cyklem EVI

Strumień skroplonego czynnika roboczego zostaje rozdzielony na dwie części. Mniejsza trafia do dodatkowego zaworu rozprężnego, w którym obniża się temperatura czynnika, a następnie do wymiennika, w którym czynnik odparowuje, odbierając ciepło od drugiej części strumienia rozdzielonego wcześniej. Powstała para jest wtryskiwana do sprężarki w momencie, w którym sprężanie jest już w dwóch trzecich ukończone. Powoduje to schłodzenie sprężanego czynnika, co umożliwia uzyskanie wyższego ciśnienia sprężania bez przekroczenia temperatury dopuszczalnej dla sprężarki.



rys. Filip Pawelec

poboru energii jest zredukowana. Przyczynia się to nie tylko do zwiększenia efektywności, ale też trwałości sprężarki. Wydajność sprężarek inwerterowych coraz częściej stosowanych w pompach powietrznych zmienia się dzięki regulowaniu prędkości obrotowej silnika przez układ sterujący, który dostosowuje ją do zapotrzebowania na moc grzewczą. Dzięki temu liczba rozruchów silnika jest mniejsza. Wraz ze zmniejszeniem prędkości obrotowej, gdy pompa nie musi działać z pełną mocą, maleje także pobór energii. Szacując, że pompa pracuje średnio z obciążeniem stanowiącym 1/3 maksymalnego, i uwzględniając, że czas jej pracy jest trzy razy dłuższy niż działającej na zasadzie włącz-wyłącz, okazuje się, że dzięki mniejszym oporom przepływu czynnika roboczego (jego

prędkość jest średnio o 2/3 mniejsza od nominalnej, a opory są wprost proporcjonalne do kwadratu prędkości) oszczędność energii wynosi mniej więcej 30%. Na wyższą sprawność sprężarek inwerterowych ma wpływ także zasilanie prądem stałym, a nie zmiennym. W najnowszych modelach powietrznych pomp ciepła stosuje się też usprawnione systemy odmrażania parownika (na jego powierzchni wykrapla się para wodna, która zamarza, a lód utrudnia wymianę ciepła) – uruchamiające się rzadziej i pracujące w krótszych cyklach.

Powietrzna czy gruntowa

Ceny pomp nadających się do ogrzewania całego domu jednorodzinnego zaczynają się od niespełna 20 tys. zł. Tyle trzeba zapłacić za samo urządzenie, do tego dochodzą koszty

zainstalowania i dodatkowego wyposażenia niezbędnego do działania ogrzewania (pompy obiegowe, armatura). A w przypadku urządzenia odbierającego ciepło z gruntu potrzebny jest jeszcze wymiennik ciepła – ułożone w ziemi rury, tym dłuższe, im większą moc ma osiągnąć pompa. Koszt jego wykonania to co najmniej 1000 zł/kW dla wymiennika poziomego i 1800 zł/kW dla sond pionowych, ale jeśli grunt jest suchy, czyli niezbyt „ciepłonośny”, wydatek może być większy. Powietrzne pompy ciepła takiego wymiennika nie potrzebują i to jest ich główną zaletą. Inwestycja jest tańsza i znacznie mniej kłopotliwa do przeprowadzenia. Wybór między tymi dwoma systemami nie jest jednak oczywisty. Pompa powietrzna jest mniej efektywna – żeby uzyskać dzięki niej taką samą ilość ciepła, trzeba dostarczyć więcej energii elektrycznej do jej napędu. Czyli jej eksploatacja jest droższa.

Dlaczego jest drożej

Efektywność pompy ciepła zależy od temperatury ośrodka, z którego odbiera ciepło – im niższa temperatura parownika pompy (dolnego źródła), tym więcej energii trzeba dostarczyć do układu, żeby osiągnąć określoną temperaturę w skraplaczu (górnym źródle). Gdy dolnym źródłem jest powietrze atmosferyczne, sytuacja jest niekorzystna, bo im jest ono zimniejsze, tym większe są straty ciepła w pomieszczeniach i tym więcej ciepła trzeba dostarczać, żeby utrzymać w nich określoną temperaturę. Czyli wtedy, gdy temperatura górnego źródła powinna być najwyższa, temperatura dolnego źródła jest akurat najniższa. Taka sytuacja nie występuje w przypadku pompy gruntowej, zwłaszcza z wymiennikiem w postaci pionowych sond (rur umieszczonych w pionowych odwiertach) – grunt na głębokości większej niż kilka metrów ma przez cały rok stabilną temperaturę. Nie spada ona znacznie poniżej zera nawet w czasie silnego mrozu. Z tego właśnie wynika różnica w kosztach eksploatacji pomp ciepła gruntowej i powietrznej.

Miejsce montażu



↑ Powietrzna pompa ciepła może być przystosowana do zainstalowania na zewnątrz. W domu jest wtedy tylko moduł hydrauliczny, który w tym przypadku zostaje zintegrowany z zasobnikiem c.w.u. Hałaśliwy wentylator i sprężarka są poza domem



← Jeśli ktoś nie chce mieć pompy ciepła na zewnątrz, może wybrać wersję do montażu w pomieszczeniu. Wtedy potrzebna jest instalacja doprowadzająca powietrze do parownika i odprowadzająca je z niego poza budynek

→ JAK WYBRAĆ POMPĘ POWIETRZNA

Oczywiście do ogrzewania domu można kupić urządzenie o mocy odpowiedniej do zapewnienia temperatury komfortu nawet w ekstremalnych warunkach, gdy na zewnątrz jest -20°C . Ale za takie trzeba zapłacić dużo więcej niż wspomniane w artykule 35 tys. zł, a to się na ogół nie opłaca. Zwłaszcza że maksymalna moc byłaby wykorzystywana zaledwie przez kilka dni w roku, a przez pozostały czas pompa nie działałaby efektywnie z powodu nadmiaru mocy.

Z prowadzonych dla Warszawy w latach 1951-2000 pomiarów temperatury wynika, że w tym okresie, po uśrednieniu, występowało rocznie:

- 69 dni o temperaturze od 10 do 15°C ;
- 134 dni o temperaturze od 0 do 10°C ;
- 62 dni o temperaturze od -10 do 0°C ;
- 8 dni o temperaturze poniżej -10°C .

Zakładając, że sezon grzewczy obejmuje tylko okres, w którym temperatura jest niższa niż 10°C , otrzymujemy, że trwa on 204 dni, z czego przez 66% czasu temperatura jest dodatnia, przez 30% waha się między -10 a 0°C , a zaledwie przez 4% jest niższa niż -10°C .

Dlatego powietrzne pompy ciepła dobiera się, biorąc pod uwagę moc uzyskiwaną w umiarkowanej temperaturze. Urządzenia tego typu są wyposażone w elektryczne grzałki dające kilka dodatkowych kilowatów. W najzimniejszym okresie dogrzewają one wodę w instalacji c.o. do temperatury umożliwiającej zapewnienie komfortu cieplnego w pomieszczeniach.

Mimo że uruchomienie grzałek oznacza duży pobór energii elektrycznej, jest to bardziej opłacalne niż zakup pompy o dużo większej mocy.

W celu ułatwienia wyboru optymalnego rozwiązania producenci udostępniają programy komputerowe umożliwiające przeprowadzenie symulacji poboru energii przez poszczególne modele pomp ciepła w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Posługując się takim narzędziem, można poznać przybliżone koszty eksploatacji urządzeń i – biorąc pod uwagę różnicę w ich cenie – wybrać najbardziej opłacalny wariant.

Na przykład w przypadku pomp ciepła jednego z japońskich producentów przy założeniu, że wymagana moc grzewcza wynosi 10 kW, temperatura zasilania instalacji c.o. 35°C , a dom jest zlokalizowany w III strefie klimatycznej (między innymi Warszawa, Kraków, Łódź, Jelenia Góra, Lublin, Przemyśl), można wybrać urządzenie o mocy 8 albo 11 kW. Koszt energii elektrycznej pobieranej przez model o mniejszej mocy jest o 500 zł rocznie wyższy (dłużej pracują grzałki). Za to model ten jest mniej więcej o 10 tys. zł tańszy od pompy o większej mocy, należącej już do innego typoszeregu (o innej konstrukcji). Zakup droższej pompy można zatem uznać za nieopłacalny, choć podejmując decyzję o wyborze, warto też brać pod uwagę, że sytuacja może się zmienić, jeśli energia elektryczna znacznie zdrożeje.

Jak duża różnica

O tym, jak dużo energii elektrycznej potrzeba do tego, by pompa dostarczyła określoną ilość ciepła, informuje współczynnik wydajności COP (*Coefficient of Performance*), zdefiniowany jako stosunek ilości energii przekazywanej w skraplaczu do ilości pobranej energii elektrycznej. Można go obliczyć ze wzoru: $\text{COP} \leq T_s / (T_s - T_p)$, gdzie T_s jest temperaturą skraplacza (górnego źródła), a T_p – parownika (dolnego źródła) w skali Kelvina. Można przyjąć, że gdy na zewnątrz jest -15°C , temperatura parownika T_p pompy gruntuwej wynosi mniej więcej 275 K (około 2°C). Jeśli w skraplaczu chcemy uzyskać temperaturę 35°C ($T_s = 308\text{ K}$) potrzebną do działania instalacji c.o., maksymalna możliwa wartość COP wynosi 9,3. A gdy mamy do czynienia z pompą powietrzną, temperatura parownika jest niższa o 17 K ($T_p = 258\text{ K}$) i COP nie przekracza 6,2. Z definicji COP wynika, że pobierając 1 kWh energii elektrycznej, pompa gruntuowa może dostarczać nawet 9,3 kWh ciepła, podczas gdy powietrzna – tylko 6,2 kWh. To oczywiście tylko teoria, w praktyce są jeszcze straty energii wynikające z tarcia między ruchomymi elementami sprężarki i oporów przepływu czynnika roboczego w obiegu pompy ciepła. Energię pobiera też pompa wymuszająca

Pompa ciepła do c.w.u



fol. Piotr Mastalerz



fol. ARISTON



fol. ATLANTIC

↑ Niedroga powietrzna pompa ciepła o niewielkiej mocy to dobry pomysł na obniżenie rachunków za podgrzewanie wody użytkowej. Można ją połączyć z pojemnościowym podgrzewaczem wody współpracującym z kotłem c.o., który dogrzewa wodę zimą

↑ Pompy ciepła do c.w.u. są oferowane także jako kompletne podgrzewacze wody ze zintegrowanym zbiornikiem. Podobnie jak pompy do c.o. mogą być dwuczęściowe (split) – z parownikiem i sprężarką do umieszczenia na zewnątrz...

← ...albo kompaktowe, do ustawienia w pomieszczeniu, z przewodami umożliwiającymi przepływ powietrza przez parownik, wyprowadzonymi poza budynek

przepływ płynu przez wymiennik gruntowy albo wentylator tłoczący powietrze omywające parownik pompy powietrznej oraz system usuwania z niego lodu. W rezultacie rzeczywisty COP dla przykładowej powietrznej pompy ciepła o przeciętnych parametrach, przy temperaturze parownika 2°C i temperaturze skraplacza 35°C, wynosi 3,25. Pompa ta uzyskuje wtedy moc grzewczą 10,6 kW. A co się dzieje, gdy temperatura na zewnątrz spada do -15°C? COP tego samego urządzenia to zaledwie 1,89, a moc tylko 5,8 kW – niezbyt duża jak na potrzeby domu jednorodzinnego przy trzaskającym mrozie.



ZAMIAST KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH

Powietrzne pompy ciepła o niewielkiej mocy, zintegrowane z pojemnościowym podgrzewaczem wody, są oferowane jako alternatywa dla kolektorów słonecznych. Ceny tych systemów są porównywalne. A koszty eksploatacji? Do napędu pompy ciepła jest oczywiście potrzebna energia elektryczna, a za energię słoneczną się nie płaci. Ale największy pożytek z kolektorów słonecznych w naszym klimacie jest przede wszystkim w okresie od wiosny do jesieni, a i w tym czasie ich działanie nierzadko musi być wspomagane przez inne urządzenie grzewcze

– kocioł lub grzałkę elektryczną. Natomiast w dodatniej temperaturze pompa ciepła pracuje z wysoką efektywnością, pobierając stosunkowo niewiele energii elektrycznej. W rezultacie suma wydatków na zakup i eksploatację pompy ciepła do przygotowywania ciepłej wody użytkowej i kolektorów słonecznych wspomaganą przez inne urządzenie jest podobna. W wielu przypadkach, w zależności od sposobu korzystania z podgrzewanej wody i przede wszystkim pogody, zastosowanie pompy ciepła może się okazać bardziej opłacalne.

Tymczasem gruntowa pompa ciepła podobnej jakości osiąga COP na poziomie 4-4,5, a jej moc jest w miarę stabilna przez cały okres pracy dzięki temu, że temperatura dolnego źródła w najgorszym razie obniża się do -5°C .

Z doświadczeń użytkowników wynika, że ogrzewanie pompą powietrzną jest przeciętnie dwa razy droższe niż gruntową. Lepiej pod tym względem wypadają najnowocześniejsze pompy o wyższej efektywności – ich eksploatacja kosztuje w przybliżeniu tylko o połowę więcej niż gruntowych. Można uznać, że koszt ogrzewania pompą powietrzną jest zbliżony do kosztu ogrzewania kondensacyjnym kotłem na gaz ziemny.

Czy warto

Markowa powietrzna pompa ciepła z pojemnościowym podgrzewaczem wody, w której zastosowano nowoczesne rozwiązania, takie jak inwerter i EVI, nadająca się do ogrzewania przez cały rok dobrze ocieplonego domu o powierzchni 130-150 m² kosztuje 35-40 tys. zł (niektóre są jeszcze droższe). To cena kompletnego systemu wraz z montażem. Jeśli zdecydujemy się na urządzenie producenta o mniejszej renomie lub trafimy na promocję czy wyprzedaż, możemy wydać na podobne rozwiązanie nawet nieco poniżej 30 tys. zł. Gruntową pompę ciepła w sprzyjających warunkach można mieć za 40-45 tys. zł. Biorąc pod uwagę wyższą efektywność pompy gruntowej i wynikający z tego koszt eksploatacji niższy o 800-1100 zł rocznie (w przypadku domu, w którym roczne zapotrzebowanie na ciepło wynosi około 15 000 kWh), można mieć wątpliwości, czy warto oszczędzać na inwestycji i wybierać powietrzną. Zwłaszcza że gdy wzrosną ceny energii, zwiększy się też różnica w kosztach eksploatacji.

Za wyborem powietrznej pompy ciepła przemawia jednak łatwość montażu i ewentualnych napraw – nie ma potrzeby naruszania przy tym otoczenia domu. Natomiast w przypadku awarii lub nieprawidłowego działania wymiennika gruntowego, co może wynikać choćby ze złego wykonania, zrujnowanie działki jest nieuniknione. Poza tym nie przy każdym domu jest miejsce na taki wymiennik.



fol. NIBE



W domu, w którym jest wentylacja mechaniczna wywiewna, pompa ciepła może odbierać ciepło z powietrza wentylacyjnego, zimą cieplejszego niż to na zewnątrz, i dostarczać je do wodnej instalacji grzewczej. Wtedy korzyść z tego rozwiązania jest mniej więcej taka jak z dobrej klasy rekuperatora, który ciepłem odzyskiwanym z powietrza wywiewanego ogrzewa nawiewane. Pompa działa oczywiście przez cały rok, odzyskując ciepło także poza sezonem grzewczym

A jeśli grunt jest suchy, to wymiennik musi być większy, a więc także droższy – w zależności od warunków na działce koszt jego wykonania może się różnić nawet dwukrotnie. Z tego widać, że wybór pompy powietrznej w wielu sytuacjach można uznać za rozsądny.

Do modernizacji

Powietrzna pompa ciepła jest też lepszym rozwiązaniem niż gruntowa w przypadku przebudowy istniejącej instalacji grzewczej. System EVI umożliwia podgrzewanie wody do temperatury przekraczającej 65°C , więc można uznać, że nie ma problemu

z zastąpieniem kotła pompą ciepła bez zmian w instalacji c.o. A brak konieczności wykonania wymiennika gruntowego na już zagospodarowanej działce jest przecież bardzo dużą zaletą. W sytuacji, gdy jest już kotłownia, można też rozważyć zakup znacznie tańszej pompy ciepła o mniejszej mocy, która będzie pracować tylko przy umiarkowanej temperaturze (na przykład do -5°C , czyli przez mniej więcej 3/4 sezonu grzewczego), osiągając wtedy wysokie COP, to znaczy pobierając niewiele energii elektrycznej. W najzimniejszym okresie będzie ją wspomagał użytkownik dotychczas kocioł. ■



murator.com.pl
najlepsza strona domowa

Szukaj **pompy ciepła w dobrej cenie**

Jak zbudować dom energooszczędny?

Odwiedź portal pełen pomysłów!