



Fot.pxhere.com

## Urządzenia i systemy multifunkcyjne - integracja systemów wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczych

Bartłomiej ADAMSKI

Niniejszy artykuł nie został stworzony po to, by kogokolwiek do przedstawionych rozwiązań przekonywać. Artykuł nie ma też na celu propagowania nowych rozwiązań. Tekst przedstawia rozwiązania, których zastosowanie i popularność jest jedynie kwestią czasu.

### Tytułem wstępu

Jeszcze do niedawna to producenci wyznaczali nowe trendy, za którymi nie nadążało prawo. Teraz to prawo narzuca systemom wentylacji, klimatyzacji i ogrzewania wymogi, za którymi producenci nie nadążają.

W tegorocznej edycji „Forum Wentylacja – Salon Klimatyzacja” pojawił się ciekawy blok tematyczny poświęcony systemom multifunkcyjnym. W zakresie programu wystąpień seminaryjnych w tym segmencie pojawiło się też nowe zagadnienie, dotyczące kwestii związanych z integracją systemów wentylacji, klimatyzacji i ogrzewania. To stało się inspiracją do powstania tego artykułu.

Dotychczas w moich publikacjach, opisując rozwiązania różnych producentów, posługiwałem się formą trzeciej osoby liczby pojedynczej. W pewnym momencie doszedłem jednak do przekonania, że rozwiązania dostępne na rynku nie są ani idealne, ani optymalne. Widząc duże braki w obecnych konstrukcjach, nie doczekawszy się nowych rozwiązań uznałem, że będę

je tworzył sam, wszędzie tam, gdzie to stosowne, przedstawiając swój punkt widzenia oraz własne rozwiązania. Dlatego będę się często posługiwać formą pierwszej osoby liczby pojedynczej.

### Ważna kwestia integracji

Budynki mieszkalne, podobnie jak inne obiekty, cechują się określoną charakterystyką i wymagają zastosowania specjalistycznych rozwiązań czy urządzeń, by człowiek w nich przebywający mógł się czuć komfortowo. Istotne jest między innymi to, że na przestrzeni roku pomieszczenia mieszkalne wymagają praktycznie stałego doprowadzenia świeżego powietrza wentylacyjnego. Dodatkowo w okresie zimowym pomieszczenia te winny być ogrzewane, zaś w okresie letnim schładzane.

Nowe wymagania stawiane budynkom mieszkalnym narzucają dodatkowo konieczność doprowadzenia powietrza wentylacyjnego w powiązaniu z odzyskiem ciepła od powietrza zużytego oraz wysoką efektywność systemów ogrzewania i chłodzenia, a także – zmniejszenie zużycia przez nie energii pierwotnej.

W jednym z moich poprzednich artykułów [1] poruszałem kwestię konieczności zachowania minimalnych wymiarów urządzeń stanowiących elementy systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji z uwagi na ograniczone przestrzenie pomieszczeń mieszkalnych. Wszystkie wymienione systemy, w mojej subiektywnej opinii, powinny być ze sobą powiązane. Po pierwsze,

dlatego że występują w tym samym obiekcie. Po drugie, choćby z tego powodu, że typowy obieg chłodniczy może zarówno odbierać ciepło, jak i je przekazywać. Po trzecie, ponieważ poszanowanie środowiska naturalnego nie wiąże się jedynie z wysoką efektywnością systemów, ale też ze zmniejszonym zużyciem surowców koniecznych do ich produkcji, a także – z mniejszą emisją z zużytych i wykorzystanych urządzeń i ich elementów.

Jak już wspominałem we wstępie, podczas tegorocznej edycji „Forum Wentylacja – Salon Klimatyzacja” pojawił się temat systemów multifunkcyjnych. Z wielką uwagą przysłuchiwałem się treści referatów. Jeden z nich poruszał zagadnienie konieczności integracji systemów wentylacji, klimatyzacji i ogrzewania.

Każdy ten temat, podobnie jak większość informacji do nas docierających, będzie je odbierał i rozumiał na swój indywidualny i w subiektywny sposób. Dla mnie ta konieczność integracji oznacza pełne i kompletne powiązanie wszystkich systemów:

- w prosty i nieskomplikowany sposób...
- ... tak, by pozwolić na uzyskanie najwyższych efektywności i sprawności...
- ... i umożliwić zminimalizowanie wymiarów tych urządzeń i systemów...
- ... oraz zapewnić uproszczony i szybki montaż.

We wspomnianej prezentacji natomiast integracja systemów była rozumiana, jako łączenie wszystkich systemów w obiekcie według niczym nieograniczonej, skomplikowanej formuły.

Uważam, że systemy wentylacyjno-klimatyzacyjno-ogrzewcze do budynków mieszkalnych winny posiadać rozbudowane możliwości, ale jednocześnie dobrze, by były do minimum uproszczone dla użytkownika końcowego. Formuła ich współdziałania powinna być maksymalnie prosta, podobnie jak to można obserwować na rynku smartfonów. Tam pojawiła się tendencja, by systemy operacyjne posiadające rozbudowane możliwości pozostawiały do minimum uproszczone w użytkowaniu. To projektanci systemów operacyjnych rozwiązują i przewidują preferencje użytkownika. Taki trend winien charakteryzować prace projektantów systemów wentylacyjnych, chłodzących i grzewczych w budynkach mieszkalnych. Zarówno projektanci, jak i producenci powinni przewidzieć wszystkie możliwe do zaistnienia warunki pracy i tak dopasować systemy sterowania, by wszelkie nastawy dokonywane przez użytkownika były realizowane optymalnie i z jak najwyższą efektywnością. Kilka funkcjonujących w obiekcie systemów wymaga, bowiem, pełnej integracji również pod kątem sterowania. Wszystko będzie łatwiejsze, gdy całość będzie działała jako jeden zintegrowany system.

Rozwiązania dostępne obecnie na rynku noszą pewne cechy i znamiona integracji, ale nie są to systemy prawdziwie zintegrowane. W zakresie komercyjnych zastosowań na myśl przychodzi jednak dwa przykładowe rozwiązania, które w pewnym stopniu nas do tej integracji przybliżają. Pierwsze z nich to multifunkcyjne agregaty chłodnicze, drugie to kompaktowe centrale wentylacyjne wyposażone w układ sprężarkowy – pompę ciepła. Zajmijmy się nimi po kolei.

## Agregaty multifunkcyjne

Agregaty chłodnicze multifunkcyjne pojawiły się na rynku stosunkowo niedawno, bo kilka lat temu. Jest to rozwiązanie pozwalające na zwiększenie wszechstronności standardowych konstrukcji agregatów wody lodowej. Urządzenia te umożliwiają ogrzewanie i chłodzenie pomieszczeń z wykorzystaniem tego samego układu sprężarkowego. Występują, podobnie jak typowe

we konstrukcje agregatów chłodniczych, ze skraplaczem chłodzonym powietrzem oraz ze skraplaczem chłodzonym cieczą.

W tym miejscu może oczywiście nasunąć się wątpliwość, wynikająca z tego, że „zwykłe” agregaty chłodnicze również występują w wersjach z odwróconym obiegiem chłodniczym lub wodnym i też jednocześnie mogą realizować funkcję grzewczą. Mogą one również realizować funkcję odzysku ciepła skraplania częściowego lub całkowitego i zarazem funkcję grzania w tym samym czasie, chłodząc ciecz pośredniczącą. Czym więc się różnią te nowe agregaty chłodnicze multifunkcyjne od standardowych konstrukcji w wersji z pompą ciepła czy też z odzyskiem ciepła skraplania?

Jest jedna podstawowa i istotna różnica. Standardowe agregaty chłodnicze z odwracalnym obiegiem chłodniczym lub wodnym, wyposażone w odzysk ciepła mogą dostarczać tylko tyle ciepła, ile proporcjonalnie wynika to z obciążenia układu chłodzącego. Jeżeli standardowy agregat chłodniczy posiada „znamionową” moc chłodniczą 100 kW, to może dostarczyć maksymalnie około 130 kW ciepła. Jeśli jednak taki agregat pracuje z częściowym obciążeniem chłodniczym, na przykład wynoszącym 50%, to – jeśli zapotrzebowanie na moc grzewczą wynosi w dalszym ciągu 130 kW – agregat ten dostarczy co najwyżej jedynie 65 kW ciepła. Brakującą ilość należy dostarczyć z innych źródeł.

Oczywiście jest to duże uogólnienie, ale pozwala na przedstawienie zasadniczej różnicy w konstrukcji standardowych agregatów w wersji z pompą ciepła lub wymiennikiem odzysku ciepła skraplania od nowych konstrukcji agregatów multifunkcyjnych.

Agregat chłodniczy multifunkcyjny pozwala na pracę w różnych proporcjach obciążenia chłodniczego i cieplnego. Dla powyższego przypadku, przy zapotrzebowaniu na ciepło 130 kW oraz przy zapotrzebowaniu na chłód 50 kW, agregat multifunkcyjny zaspokoi zapotrzebowanie obu systemów: chłodzącego i grzewczego.

Tutaj należy jednak wziąć pod uwagę jedną istotną poprawkę. Warunki otoczenia, w jakich pracuje agregat multifunkcyjny. W praktyce występują jeszcze w wielu konstrukcjach pomp ciepła ograniczenia co do pracy układu pompy ciepła w naszych warunkach klimatycznych.

W centralach dachowych typu rooftop wiele urządzeń jest wyposażonych w układy pomp ciepła, które nie realizują odzysku ciepła poniżej określonej niskiej temperatury zewnętrznej. Co z wymogiem konieczności odzysku ciepła dla takich rozwiązań, jeśli przy temperaturze powietrza zewnętrznego np. -10°C pompa ciepła realizująca zadanie odzysku ciepła nie pracuje.

Konstrukcje wielu urządzeń produkowane są w krajach śródziemnomorskich i przeznaczone na tamte rynki. Nasze warunki klimatyczne trochę odbiegają od śródziemnomorskich, co oznacza możliwe problemy, związane z pracą wielu układów pomp ciepła. Należy zatem każdorazowo podczas pracy układów pomp ciepła zweryfikować: moc grzewczą pompy oraz jej parametry (maksymalna temperatura wody grzewczej, efektywność itp.) i to, jak zmieniają się one w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego (w pełnym zakresie temperatur). Trzeba to sprawdzić dla każdej możliwej temperatury występującej w strefie klimatycznej, w jakiej urządzenie ma pracować. Osiągi należy zweryfikować także pod kątem charakterystyki danego obiektu.

W przypadku agregatów multifunkcyjnych występuje podobna sytuacja. Układy te są tworzone w oparciu o konstrukcje pomp ciepła i, jak już wspomniano, występują w wersjach ze skraplaczem chłodzonym powietrzem lub cieczą. Konstrukcje te będą podlegać zatem tym samym prawom fizyki, którym podlegają wszystkie pompy ciepła.

**To projektanci i producenci powinni przewidzieć wszystkie możliwe do wystąpienia warunki pracy i tak dopasować systemy sterowania, by wszelkie nastawy dokonywane przez użytkownika były realizowane maksymalnie optymalnie i z jak najwyższą efektywnością**

**Standardowe agregaty chłodnicze z odwracalnym obiegiem chłodniczym lub wodnym, wyposażone w odzysk ciepła, mogą dostarczać tylko tyle ciepła, ile proporcjonalnie wynika to z obciążenia układu chłodzącego**



Rys. 1. Agregat multifunkcyjny NXP Aermec woda-woda do instalacji wewnętrznej. Nadaje się do jednoczesnej, ale niezależnej produkcji ciepłej i zimnej wody. Dostępne dla systemów 2-rurowych lub 4-rurowych. Fot. Aermec

Część urządzeń/agregatów multifunkcyjnych będzie realizowała swoje cele (produkcję ciepła i „chłodu” z różnymi proporcjami zapotrzebowania na moc chłodniczą i grzewczą), ale do ograniczonej temperatury zewnętrznej. Jak wynika z mojej analizy, tą graniczną temperaturą zewnętrzną może być temperatura około  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Poprawność pracy multifunkcyjnych agregatów chłodniczych zależy też jednak od przeznaczenia obiektu, jego charakterystyki, zmienności zapotrzebowania na moc chłodniczą i grzewczą w czasie, a także od rodzaju urządzenia i tego, czy jest ono ze skraplaczem chłodzonym cieczą czy powietrzem.

Dla przykładu, założmy że na zewnątrz panuje temperatura  $-20^{\circ}\text{C}$ , a obiekt (np. przemysłowy z częścią biurową) cechuje się dużymi ilościami odpadowego ciepła i zapotrzebowaniem na chłód, a zarazem wymaga grzania na przykład w części biurowej. Jeżeli w obiekcie zamontowane jest urządzenie ze skraplaczem chłodzonym cieczą, to pomimo że na zewnątrz występuje ujemna i niska temperatura zewnętrzna, będzie ono realizowało swoje cele, bo obciążenie po stronie układu chłodniczego będzie wysokie i będzie możliwa praca w różnych proporcjach w takiej konfiguracji.

Jeśli jednak mamy do czynienia z budynkiem biurowym, w którym zapotrzebowanie na moc chłodniczą maleje – założmy – do zera w temperaturze zewnętrznej  $-10^{\circ}\text{C}$ , to w temperaturze tej, gdy współwystępuje już zwiększone zapotrzebowanie na ciepło dla obiektu, przy wersji ze skraplaczem chłodzonym powietrzem wymiennik agregatu multifunkcyjnego nie będzie w stanie pobrać brakującej ilości ciepła od powietrza zewnętrznego, ponieważ w tej temperaturze układu urządzenie nie będzie pracowało. Jedynym możliwym źródłem ciepła jest powietrze zewnętrzne, a z powodu ograniczenia temperaturowego układu chłodniczego, urządzenie nie będzie pracowało.

Konstrukcje multifunkcyjnych agregatów chłodniczych pozwalają na lepsze dopasowanie źródła ciepła i chłodu do charakterystyki obiektu – zwłaszcza takiego, który wymaga doprowadzenia mocy chłodniczej i grzewczej w tym samym czasie i w różnych proporcjach.

Jest to bardzo ciekawa konstrukcja, która w mojej opinii winna w przyszłości być udoskonalona pod kątem możliwości pracy w pełnym zakresie występowania temperatur powietrza zewnętrznego. Wpisuje się ona w jeden z trendów, zmierzających ku integracji wszystkich systemów wentylacyjno-klimatyzacyjno-ogrzewczych.



Rys. 2. recoCOMPACT exclusive to pompa typu powietrze-woda z wbudowanym układem wentylacji i zasobnikiem do ciepłej wody użytkowej fot. Vaillant

### Centrale klimatyzacyjne powietrza pierwotnego z wbudowaną pompą ciepła powietrze-powietrze

Rozwiązaniem, które mogłoby pełnić rolę takiego zunifikowanego systemu realizującego wszystkie funkcje w budynkach mieszkalnych, na przykład jednorodzinnych, mogłaby pełnić centrala wentylacyjna powietrza pierwotnego wyposażona w pompę ciepła, jako system odzysku ciepła z powietrza usuwanego i jednocześnie źródło ciepła i chłodu.

Jeżeli mamy do czynienia z budynkiem pasywnym, cechującym się zminimalizowanym zapotrzebowaniem na ciepło i chłód oraz określonym zapotrzebowaniem na powietrze wentylacyjne, to świeże, odpowiednio schłodzone powietrze w okresie letnim lub odpowiednio podgrzane w okresie zimowym, mogłoby pełnić rolę centralnego źródła ciepła i chłodu.

**Propozycja zintegrowanego systemu wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczego**  
Spróbujmy wszystkie wymienione powyżej elementy rozrysować na jednym rysunku (rys. 3a.). Otrzymamy wówczas efekt niczym z tradycyjnej szkoły projektowania: oddzielny system wentylacji, oddzielny system grzewczy, oddzielny system chłodzący.

Można się skupiać nad rozwojem każdego z nich z osobna, ale czy nie warto raczej skupić się nad powiązaniem ich ze sobą? Wszystkie realizują przecież zbliżone i powiązane ze sobą funkcje.

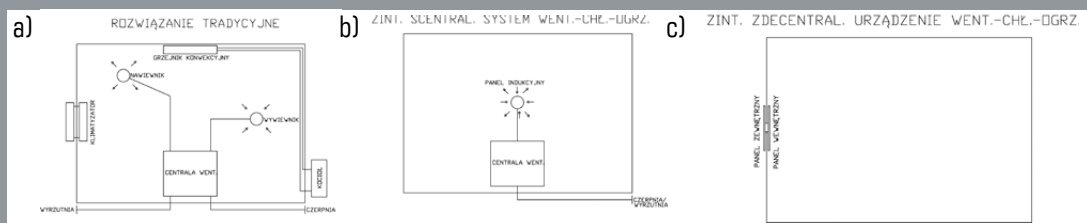
Na rysunku 3B. zawarto propozycję autorskiego rozwiązania w postaci zintegrowanego, scentralizowanego systemu wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczego. System ten bazuje na centrali wentylacyjnej, która transportuje powietrze świeże do obsługiwanych pomieszczeń. Powietrze transportowane jest z wykorzystaniem jednoprzewodowego kanału wentylacyjnego nawiewno-wywiewnego do tzw. indukcyjnych paneli klimatyzacyjnych. Rozwiązanie jednoprzewodowego systemu wentylacyjnego było wstępnie opisywane przeze mnie w jednym z poprzednich wydań magazynu (Chik nr 10/2018 s. 64). Z kolei zadaniem indukcyjnego panelu klimatyzacyjnego jest realizacja w jednym płaskim elemencie czterech funkcji:

- nawiewu powietrza świeżego,
- wywiewu powietrza zużytego,
- chłodzenia i grzania powietrza indukowanego z pomieszczenia.

Celem jest uproszczenie oraz zastąpienie jednym systemem wszystkich odrębnych i oddzielnych układów.

Ujmując w wielkim skrócie, system bazuje na centrali powietrza pierwotnego. Powietrze to w jednostkach końcowych, w postaci paneli indukcyjnych, powoduje indukcję powietrza recykulacyjnego i zintensyfikowany przepływ przez wymienniki ciepła zawarte w panelach. Stopień indukcji na poziomie krotności powietrza z pomieszczenia na poziomie od 5 do 15 w stosunku do powietrza pierwotnego gwarantuje uzyskanie satysfakcjonujących osiągnięć wymiennika. Realizacja w tym samym elemencie wywiewu powietrza oraz odpowiednia konstrukcja pozwalają na uzyskanie kompaktowych wymiarów urządzenia i realizację wszystkich funkcji przez pojedynczy płaski element. Rozwiązanie tego typu może obsługiwać pomieszczenia, w których możliwe jest usytuowanie i prowadzenie kanałów wentylacyjnych. Dla przykładu może to być piętro domu jednorodzinnego. W pomieszczeniach, w których jest to utrudnione (przykładowo parter budynku jednorodzinnego), przewiduje rozwiązanie bardziej kompaktowe w postaci zintegrowanych zdecentralizowanych urządzeń wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczych. Przedstawiono je na rysunku 3c. Rozwiązanie to bazuje na indywidualnym urządzeniu montowanym w każdym z pomieszczeń. Płaskie panele indukcyjne jednostki wewnętrznej oraz jednostki zewnętrznej połączone są ze sobą poprzez przewód odzysku ciepła usytuowany w przegrodzie konstrukcyjnej pomieszczenia.

Obydwa elementy systemu bazują na powietrzu pierwotnym, będącym siłą motoryczną urządzenia. Zastosowanie kilku szczelin powietrznych w miejsce popularnych dysz jednostek indukcyjnych pozwala na uzyskanie większego stopnia indukcji przez jednostki wewnętrzne. Realizacja w tej samej jednostce funkcji wywiewu pozwala na zachowanie zminimalizowanych wymiarów w stosunku do tradycyjnych rozwiązań.



Rys. 3. Autorskie rozwiązanie w postaci zintegrowanego, scentralizowanego systemu wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczego

Wiele budynków mieszkalnych w Polsce cechuje jednak taka charakterystyka, że powietrze pierwotne odpowiednio schłodzone lub podgrzane nie jest w stanie pokryć zysków ciepła i chłodu z pomieszczeń – zazwyczaj częściowo.

W celu zachowania założonej temperatury wymagane są zatem wtórne urządzenia, jak system grzewczy w postaci kotła grzewczego wraz z grzejnikami, zazwyczaj konwekcyjnymi ewentualnie odbiornikiem płaszczyznowym, oraz system chłodzący – jak klimatyzator typu split lub klimakonwektor wentylatorowy zasilany ze sprężarkowej pompy ciepła.

Wszystkie podzespoły – takie jak nawiewnik, wywiewnik, jednostka wewnętrzna klimatyzatora, grzejnik – to elementy umieszczone w pomieszczeniu i wymagające przestrzeni, doprowadzenia instalacji, cechujące się dodatkowymi kosztami inwestycyjnymi itp.

Pytanie, jakie chciałbym zadać, jest następujące: czy można te wszystkie elementy sprowadzić tylko do jednego urządzenia bądź systemu, które pozwolą na grzanie chłodzenie, wentylację (nawiew i wywiew powietrza)? Na rysunkach 3 a,b,c przedstawiłem autorską propozycję zintegrowanego systemu i urządzenia wentylacyjno-chłodząco-grzewczego.

## Urządzenia multifunkcyjne: tak, centrale powietrza pierwotnego: tak, powiązanie wszystkich systemów: 4 x tak

Czym, w mojej opinii, winien się charakteryzować zintegrowany system wentylacyjno-chłodząco-ogrzewczy? Jego najważniejsze cechy to:

- system powietrzno-wodny z minimum powietrza świeżego;

- tylko jeden przewód wentylacyjny do każdej jednostki wewnętrznej i jeden przewód wentylacyjny do czepnio-wyrzutni transportujące minimum powietrza świeżego;
- jednostki wewnętrzne zintegrowane tj. chłodzące, grzewcze, realizujące nawiew powietrza świeżego i wywiew powietrza zużytego;
- powietrze pierwotne w jednostce wewnętrznej powoduje podwyższoną indukcję powietrza wtórnego z pomieszczenia;
- system oparty na pompie ciepła z powietrzem usuwanym jako dolnym źródłem ciepła;
- pojedynczy wymiennik powietrze-woda po stronie nawiewu powietrza oraz tylko jeden wymiennik po stronie powietrza używanego;
- brak typowych wymienników odzysku ciepła generujących opory po stronie powietrza, wymiana ciepła na całej długości kanału wentylacyjnego.

Rozwiązania te będą prezentować bardziej szczegółowo wraz z wynikami badań w kolejnych publikacjach. Jeśli przyszłość nie nadchodzi trzeba ją tworzyć samemu. ■

**Konstrukcje multifunkcyjnych agregatów chłodniczych pozwalają na lepsze dopasowanie źródła ciepła i chłodu do charakterystyki obiektu**

## 0 AUTORZE

Bartłomiej ADAMSKI  
– kierownik ds. systemów wody ziębniczej,  
NEOKLIMA Sp. z o.o., PZITS



### LITERATURA:

- [1] B. ADAMSKI: „Czy branża jest gotowa na zmiany? Integracja systemów HVACR w budynkach mieszkalnych”. Chłodnictwo & Klimatyzacja 10/2018.
- [2] Zgłoszenia patentowe numer: P. 422831, P. 425244, P. 425647, P. 426603, P. 424619, P. 426920, P. 427416, P. 429664, P. 429719.