

# Pompy ciepła ZUBADAN w walce ze smogiem

PIOTR JABŁOŃSKI

Stopień zanieczyszczenia powietrza jest tematem dyskusji publicznej już od wielu lat zarówno w Polsce, jak i na świecie. Przekraczający wszelkie dopuszczalne normy stopień zanieczyszczenia powietrza, jaki występuje w Polsce, szczególnie w okresie grzewczym, nie jest jednak sytuacją nieodwracalną. Zastosowanie technologii sprzyjających ograniczeniu emisji zanieczyszczeń jest jedną z odpowiedzi na tę sytuację. W naszym klimacie idealną odpowiedzią wydaje się zastosowanie pomp ciepła ZUBADAN produkowanych przez Mitsubishi Electric. Wbrew często słyszanej opinii, mówiącym, że tego typu urządzenia nie są w stanie sprostać wymogom panującego w naszym regionie klimatu, pompy ciepła radzą sobie w takiej temperaturze doskonale.



Urządzenie zewnętrzne Zubadan



Moduły wewnętrzne do pomp ciepła Mitsubishi Electric – z zasobnikiem c.w.u. i bez zasobnika c.w.u.

Skąd pochodzi technologia, która umożliwia pobieranie ciepła z otoczenia do temperatury zewnętrznej  $-28^{\circ}\text{C}$ , a następnie przetransportowanie go do ogrzewanego budynku? Czy następują tu zjawiska wbrew ogólnie panującym zasadom termodynamiki? A może wykorzystywane są inne, niż do tej pory znane prawa? Najprościej byłoby zadać te pytania Clausiusowi, współtwórcy zasad termodynamiki bądź Lindemu, twórcy pierwszej chłodziarki sprężarkowej, ale niestety w przypadku obydwu Panów spóźnił się przynajmniej o 83 lata.

## Czym jest technologia Zubadan?

W typoszeregu urządzeń split Mitsubishi Electric znajduje się model urządzenia zewnętrznego typu powietrze-

Technologia, w którą wyposażone są te urządzenia, gwarantuje pracę do  $-28^{\circ}\text{C}$  na zewnątrz oraz stuprocentową wydajnością nominalną przy temperaturze zewnętrznej  $-15^{\circ}\text{C}$ .

-woda PUAH-SHW zwany Zubadan, co po japońsku oznacza „super grzanie”. Najważniejszą cechą tych jednostek jest ich temperaturowy zakres pracy w trybie grzania.

Parametry te idealnie wpisują się w polski klimat, gdzie w najchłodniejszej ze stref temperatura projektowa wynosi  $-24^{\circ}\text{C}$ . Dla osób z branży klimatyzacyjnej, czy grzewczej informacje te są już doskonale znane, ponieważ pierwsze urządzenia Zubadan pojawiły się w Polsce blisko 10 lat temu. Sama technologia jest jeszcze starsza, ponieważ pierwsze urządzenia opuściły linie produkcyjną już w 2005 roku. Początkowo stworzone zostały dla regionu północnej Japonii, gdzie temperatura w mieście Hokkaido dochodziła do  $-20^{\circ}\text{C}$ , następnie zaczęto eksportować je do Europy jako jednostki Zubadan oraz Ameryki Północnej jako urządzenia Hyper-Heating.

## Praca Zubadan w niskiej temperaturze

Jednym z najczęściej zadawanych pytań jest: jak to możliwe, że te jednostki pracują do tak niskich wartości temperatury? Otóż odpowiedzialne za to jest serce układu chłodniczego – sprężarka. W tym przypadku jest to sprężarka typu scroll z technologią Flash Injection, czyli wtryskiem.

Dlaczego zastosowano taki rodzaj sprężarki? Głównie

nym problemem dla powietrznych pomp ciepła jest niska temperatura dolnego źródła ciepła w okresie zimowym. Standardowe urządzenia charakteryzują się spadkiem wydajności już od temperatury zewnętrznej 5°C i przy temp. zewnętrznej rzędu -25°C

dysponują 55% znamionowej mocy grzewczej. Wynika to z faktu, iż ciśnienie parowania czynnika przy temperaturze zewnętrznej -28°C wynosi 2,9 bar, a temperatura parowania będzie wynosić -30°C, ponieważ w celu pobrania energii musi występować różnica temperatury. Przeprowadzając analizę pracy standardowej jednostki oraz jednostki Zubadan o nominalnych mocach 14 kW należy odwołać się do lewobieżnego obiegu Lindego. Pompy ciepła wyposażone są w sprężarki ANB33FNCMT oraz ANB33FJLMT – z wtryskiem. Dla obliczeń przyjmuje oznaczenia: INV – standard, FNJ – ZUBADAN. Jednostka typu INV w temp. otoczenia 7°C dysponuje strumieniem masowym  $m_{INV} = 245 \text{ kg/h}$ , zaś w temp. otoczenia -28°C  $m_{INV} = 65 \text{ kg/h}$ . Spowodowane jest to zmianą gęstości czynnika z  $31,6 \text{ kg/m}^3$  do  $10,6 \text{ kg/m}^3$ . Mając wartości entalpii  $h_1, h_2, h_{3,4}$  możemy obliczyć moce, jakimi dysponują te urządzenia w danej temperaturze i tak dla 7°C na zewnątrz  $h_1 = 423, h_2 = 475, h_{3,4} = 265 \text{ kJ/kg}$ . Wydajność grzewczą urządzenia otrzymujemy ze wzoru:

$$Q = \frac{mx(h_2 - h_1)}{3600} = 14,2 \text{ kW}$$

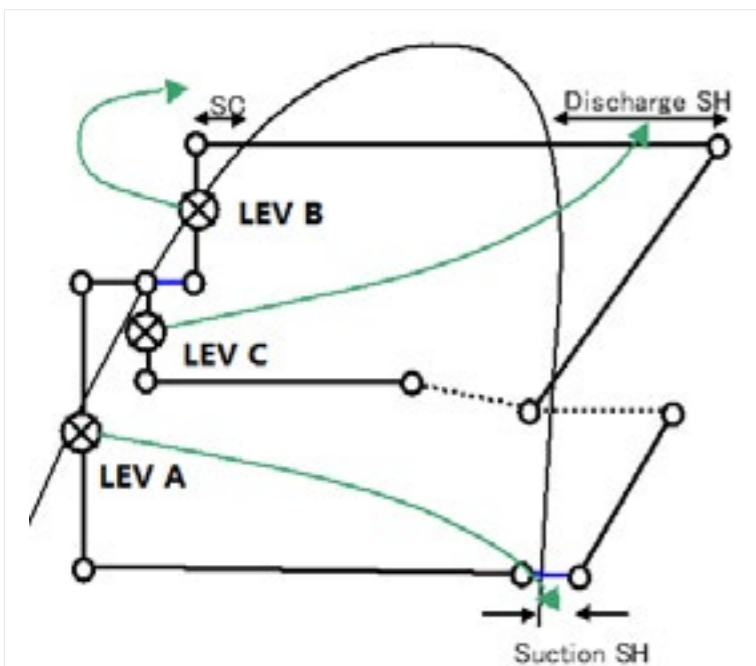
Dla temp. -28°C na zewnątrz  $h_{1'} = 417, h_{2'} = 510, h_{3,4'} = 265 \text{ kJ/kg}$ . Wydajność grzewcza wynosi  $Q = 4,4 \text{ kW}$ . Jak widzimy, wydajność spada do 30%. Przy tak skrajnie niskich wartościach temperatury zbliżamy się do temperatury tłoczenia rzędu 120°C, która jest niebezpieczna dla oleju i może powodować jego rozpad. Dodatkowo urządzenia wyposażone są w czujniki temperatury płaszcza sprężarki niepozwalające na przekraczanie temperatury powyżej 110°C. W przypadku urządzeń typu Zubadan ich technologia utrzymuje stałą wydajność od 5 do -15°C. Dzieje się tak, ponieważ urządzenie ma sprężarkę z bezpośrednim wtryskiem mokrych par czynnika do komory scrolla. Stopień suchości pary regulowany jest przez elektroniczny zawór rozprężny w zakresie od  $x = 0,2$  do  $x = 1$ . Dodatkowo urządzenie wyposażone jest w wymiennik typu HIC, gdzie czynnik chłodniczy wstępnie odparowuje, by później trafić do komory sprężania. Efektem tej przemiany jest pobranie cie-

Typoszereg		PUHZ-SHW140YHA	PUHZ-SW75YAA	PUHZ-SW100YAA
Moc grzewcza dla A7/W35		6,12 kW	4,20 kW	5,20 kW
COP		4,79	4,70	4,55
Klasa energetyczna na cele grzewcze		A++	A++	A++
Moc chłodzenia dla A35/W18		12,50 kW	7,1 kW	10,0 kW
EER		4,26	4,43	4,35
Rodzaj sprężarki		inwerterowa	inwerterowa	inwerterowa
Głośność – tryb grzania A7W35 wg EN 12102 – EN 14511 Lwo		70 dB(A)	58 dB(A)	60 dB(A)
Wymiary	jednostka wewnętrzna	1600x680x595 mm	800x360x530 mm	800x360x530 mm
	jednostka zewnętrzna	1350x330+30x950 mm	1020x480x1050 mm	1020x480x1050 mm
Masa	jednostka wewnętrzna	110 kg	49 kg	49 kg
	jednostka zewnętrzna	134 kg	104 kg	126 kg

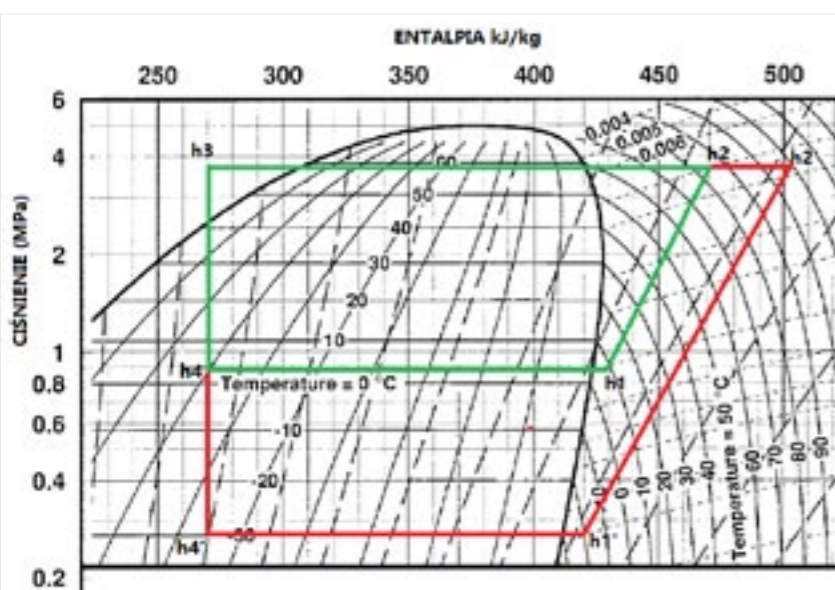
pla od przepływającej przez wymiennik cieczy, czyli zmniejszenie jej entalpii. W wyniku tego następuje zwiększenie wydajności chłodniczej, czyli zdolności do pobierania ciepła z otoczenia.

Tak jak wspominałem, przy urządzeniu typu standard wraz ze spadkiem temperatury zmienia się gęstość czynnika, a co za tym idzie, zmienia się strumień masy. Co daje wtrysk pary mokrej? Wtrysk czynnika eliminuje to zjawisko oraz obniża temperaturę tłoczenia, zapewniając stałą wydajność oraz możliwość pracy w niskiej temperaturze zewnętrznej, ale czy to takie proste? Nie do końca... Cała tajemnica tkwi w rodzaju wtryskiwanego czynnika. Producenci ze względów bezpieczeństwa realizują wtrysk czynnika w postaci pary suchej, gdzie  $x = 1$ , ale jeśli spojrzymy na wykres czynnika R410A, zobaczymy, że para sucha ma kilkadziesiąt razy mniejszą gęstość niż para mokra, co w konsekwencji może nie wystarczyć do obniżenia temperatury tłoczenia. Występują również sprężarki z wtryskiem „cieczy”, gdzie

do komory sprężania zostaje podana para mokra o stopniu suchości  $x = 0,2$ . Wtrysk pary o takich parametrach powoduje znaczne obniżenie temperatury tłoczenia, co w konsekwencji może doprowadzić do sytuacji, w której końcowa temperatura tłoczenia znajdzie się poza obszarem pracy suchej przegrzanej i spowoduje spadek temp. zasilania skraplacza. Kolejną rzeczą zasługującą na uwagę jest fakt, iż urządzenia ZUBADAN mają przegrzewacz pary zamiast akumulatora czynnika chłodniczego. W procesie odszraniania pozwala to na szybkie osiągnięcie wysokiej temperatury tłoczenia, a co za tym idzie skraca czas odszraniania do 2 min. Możliwość zastosowania takiego rozwiązania wynika ze sposobu regulacji układu chłodniczego. Regulacja ta odbywa się za pomocą trzech zaworów rozprężnych, które decydują o przegrzaniu par oraz dochłodzeniu cieczy czynnika. Jest to optymalne rozwiązanie, które czyni te urządzenia idealnymi do zastosowań w systemach ATA lub ATW jako jedyne źródła ciepła. ■



Wykres w układzie ciśnienie-entalpia z trzystopniową regulacją zaworami LEV, które regulują stopień przegrzania par i dochłodzenia cieczy



Lewobieżny obieg Lindego w układzie ciśnienie-entalpia standardowej jednostki zewnętrznej podczas pracy urządzenia w temperaturze zewnętrznej 7°C (linia zielona) i -28°C (linia czerwona)

 **MITSUBISHI ELECTRIC**  
Changes for the Better

Mitsubishi Electric B.V.  
Oddział w Polsce (Sp. z o.o.)  
LES (Living Environment Systems)  
Ul. Łopuszańska 38C, 02-232 Warszawa  
kontakt-les@mpl.mee.com,  
www.mitsubishi-les.com