

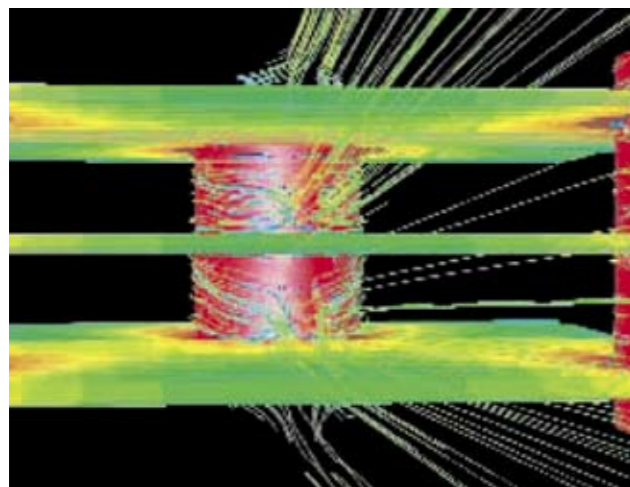
## NOWE PRZEMYSŁOWE CHŁODNICE POWIETRZA CHS – LHS

### CHARAKTERYSTYKA PRACY CHŁODNIC PODCZAS TWORZENIA SIĘ SZRONU

Umberto MERLO

W 2005 roku Spółka LU-VE wprowadziła na rynek przemysłowe chłodnice powietrza CHS oraz LHS o karbowanych lamelach. Nowa seria charakteryzuje się dużym wyborem produktów w różnych wariantach, które są w stanie zadowolić wszelkie wymagania konstruktorów przemysłowych urządzeń chłodniczych. Rezultaty testów i próby, przeprowadzone w laboratoriach badań i rozwoju firmy LU-VE na licznych modelach nowej serii, przedstawiają się bardzo interesująco, w szczególności te dotyczące formowania się szronu (obniżenie wydajności chłodniczej w czasie). Wykonane badania pozwoliły zarówno na potwierdzenie charakterystyk pracy chłodnic powietrza nie oszronionych, jak również na ocenę i porównanie różnych istotnych rozwiązań dotyczących oszronionych chłodnic powietrza - pomiędzy kosztem wykonania a ilością ciepła odprowadzonego z komory.

Poddaliśmy analizie dwa zestawy dwóch chłodnic:



**Zestaw A:** dotyczy dwóch chłodnic powietrza posiadających taką samą wydajność chłodniczą, taki sam wentylator, taką samą powierzchnię czołową, taką samą liczbę rzędów rurek, taki sam odstęp między lamelami, ale z różnymi powierzchniami zewnętrznymi – jedna dwukrotnie większa od drugiej.

**Zestaw B:** dotyczy dwóch chłodnic powietrza posiadających taką samą wydajność chłodniczą, taką samą powierzchnię czołową, taką samą liczbę rzędów rurek, taki sam odstęp między lamelami i taką samą powierzchnię zewnętrzną. Z tym, że jedna ma lamelę typu turbofin 3 i 4, a druga jest lamelą tradycyjnie falistą

Próby zostały przeprowadzone w pomieszczeniu kalory-



metrycznym w następujących warunkach działania:

- temperatura pomieszczenia -15°C
- temperatura parowania -25°C
- wilgotność względna 85 – 90 %
- przegrzanie zaworu termostatycznego 6-7°C

Proces odszraniania był prowadzony nieprzerwanie, bez zatrzymania pracy sprężarek, zachowując niezmienną, wcześniej wymienioną parametry.

Czas działania chłodnicy powietrza jest określony ze względu na zmianę wydajności chłodniczej od 100% (chłodnica czysta) do 70%. Następnie, został zmierzony czas odszraniania chłodnicy powietrza, które odbywa się za pomocą grzałek elektrycznych (pominięto czas kapania wody).

Kolejnym krokiem jest obliczenie wydajności odszraniania – jest to zależność pomiędzy ciepłem koniecznym do rozgrzania metali (miedzi i aluminium), roztopienia szronu, a ciepłem wytworzonym za pomocą grzałek elektrycznych. W tym celu pomierzono ilość ściekającej wody. Żeby uzupełnić bilans energetyczny pomieszczenia kalorymetrycznego uwzględniono również zużycie energii elektrycznej wentylatora umieszczonego w chłodnicy powietrza.

#### Wyniki badań:

Określone zostały wszystkie charakterystyczne parametry działania chłodnicy powietrza:

- wydajność chłodnicza w warunkach „na sucho”,
- czas działania,
- ilość ciepła wydzielona przez wentylator,
- wydajność grzałek elektrycznych,
- czas i wydajność odszraniania.

Następnie została postawiona hipoteza, że COP = 2,0, przyjęto, że koszt energii elektrycznej równy jest 0,1 € /kWh. Wykonano porównanie energetyczne i ekonomiczne w czterech zestawieniach, o których była mowa wcześniej. Na wykresie 1 przedstawiono działanie dwóch chłodnic

powietrza: jednej z serii CHS i drugiej LHS.



Spadek wydajności chłodniczej od 100% do 70%, ilość ciepła wydzielona przez wentylatory (9% CHS i 8% LHS) oraz wydajności odszraniania (54% CHS i 84%LHS), zostały podane w formie procentowej, jako punkt odniesienia traktowana jest wydajność chłodnicza urządzenia czystego, nieoszronionego. Schemat cyklu działania Zestawu A jest analogiczny do Zestawu B jeśli chodzi o spadek wydajności chłodniczej (od 100% do 70%), różni się natomiast jeśli chodzi o wydajność pochłoniętą przez wentylatory (7% LU-VE i 11% inna konstrukcja), różni się także wydajnością elektryczną odszraniania (65% LU-VE i 75% inna konstrukcja). Na następnych stronach zostały umieszczone tablice z wynikami badań dla zestawu A i B, w których to wartości potrzebnej wydajności chłodniczej, koszty działania oraz ich relacji zostały zaznaczone na żółto.

Zestawienia wykonano zakładając roczne nieprzerwane działanie - 24 h na dobę, 365 dni, 8760 godzin w ciągu roku. Ponadto nie wzięto pod uwagę wzrostu zużycia wydajności wentylatorów podczas procesu oszraniania.

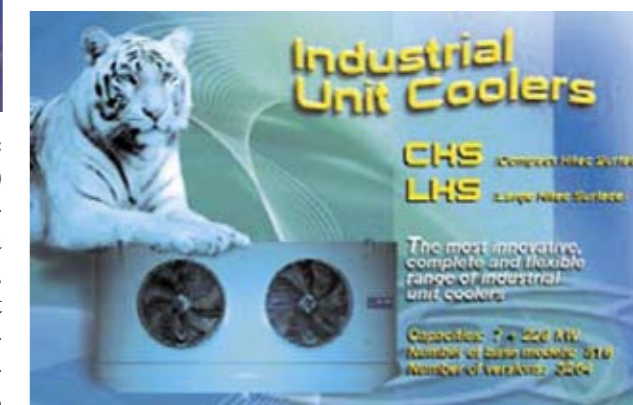
#### Wnioski:

Analizując tabelę z wynikami zestawu A, można zauważyć, że dla chłodnic powietrza dwukrotnie różniących się powierzchnią zewnętrzną stosunek kosztów zużycia energii wynosi tylko 0,95. Jedyną zaletą z posiadania podwójnej powierzchni jest to, że czas działania między jednym odszranieniem, a kolejnym dwukrotnie się wydłuża. Odszroniona chłodnica działa ze 100% wydajnością, podczas gdy druga chłodnica działa z wydajnością znacząco niższą. Trzeba również pamiętać, że chłodnica z większą powierzchnią jest cięższa, zużywa więcej energii i jest droższa. Analizując natomiast tabelę z wynikami dla zestawu B, wynika z niej kolejny wniosek. Końcowy wynik koszt do korzyści nie zależy od rodzaju powierzchni ale od charakterystyk aerodynamicznych wentylatorów.

Wskaźnik koszt/korzyść jest o 16% korzystniejszy dla chłodnicy LU-VE (mniejsze koszty eksploatacji, mniejszy pobór mocy) ponadto charakterystyka wentylatora jest bardziej „pionowa” (co oznacza mniejsze opory przepływu powietrza w stosunku do spadku obciążenia, spowodowanego tworzeniem się szronu na powierzchni żebrowanej), a także lepszą wydajnością aerodynamiczną, co oznacza również mniejszy pobór energii elektrycznej.

Innymi słowy, podczas procesu tworzenia się szronu na powierzchni żebrowanej chłodnicy powietrza, utratę wydajności chłodniczej zawdzięczamy przede wszystkim zmniejszeniu przepływu powietrza spowodowanego wzrostem oporu przepływu powietrza, które przechodzi przez oszronione lamele, a także pogorszeniu współczynników wymiany ciepła pomiędzy powietrzem a czynnikiem chłodniczym.

Na następnych stronach zostały zamieszczone tabele z wynikami badań dla zestawu A i B.



#### Dodatkowe informacje:

Współczesne chłodnice powietrza  
Nenio Macchi, profesor Politechniki w Mediolanie

Jak powstała nowa linia przemysłowych chłodnic powietrza produkowanych przez spółkę LU-VE.

Do zaprojektowania nowego typoszeregu wykorzystano metodę obliczeń CFD (Computational Fluid Dynamics), skupiono się na aspektach energetycznych i eksploatacyjnych. Ulepszenia termofluidodynamiczne doprowadziły do powstania lameli o korzystniejszej geometrii, o większym rozwinięciu powierzchni wymiany ciepła.

Prototypy chłodnic poddano badaniom w izotermicznym pomieszczeniu. Zastosowana metoda miała pozwolić na stworzenie charakterystyk pracy chłodnic w realnych warunkach ich działania. Badano m.in. wpływ tworzenia się szronu na wydajność chłodnicy. Zaobserwowano duży wpływ charakterystyk geometrycznych na efekt oszronienia. Uzyskano ogrom danych eksperymentalnych.

Wykorzystując odpowiednie techniki symulacyjne, można poddać analizie i optymalizacji konstrukcję chłodnicy (rodzaj lameli, odstęp między lamelami). Można określić opory przepływu powietrza, prędkość przepływu powietrza dla danych temperatur i wilgotności w komorze.

Rozszerzając symulację na okres roczny, możliwe jest uzyskanie kompletnych bilansów energetycznych, dotyczących zarówno chłodnic (wentylatory, grzałki elektryczne do odszraniania), jak i pozostałych komponentów układu chłodniczego (sprężarka, skraplacz).

Wyniki pokazują możliwość wyboru pomiędzy dwoma typami urządzeń: zwartymi o mniejszym koszcie inwesty-

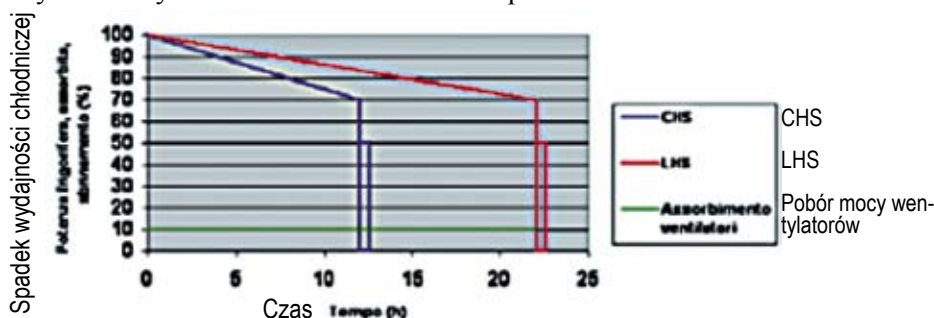
Zestawienie A

Zestawienie energetyczne Modele		LU-VE CS64H3404E10	Δ Delta	LU-VE LS64H7404E10
Wydajność chłodnicy DT1=10K	W	29120	1,14	33120
Czas działania	h	12,0		22,0
Energia chłodnicy	Wh	297024	2,09	619344
Pobór mocy wentylatora	W	2600,0		2600,0
Energia wentylatora	Wh	31200	1,83	57200
Wydajność grzałki	W	15700		27770
Energia grzałki	Wh	7850	1,77	13885
Czas odszraniania	h	0,50		0,50
Wydajność odszraniania	%	0,50		0,65
Energia użyteczna do cyklu	Wh	261899		557284
Cykl dzienny		1,9		1,1
Energia użyteczna dzienna	Wh	502846		594437
Energia użyteczna roczna	kWh	183539	1,18	216969
Zestawienie ekonomiczne				
COP		2,0		2,0
Koszt elektryczny w cyklu	kWh	189,5	2,02	383,2
Koszt energii	€ / kWh	0,1		0,1
Koszt działania w cyklu	€ / cykl	19,0		38,3
Czas cyklu	H	12,5		22,5
Cykle roczne	H	700,8		389,3
Roczny koszt działania	€ / rok	13282	1,12	14919
Koszt działania/użyteczna energia	€ / kWh	0,072	0,95	0,069
Dodatkowe informacje	Dane katalogowe			
Geometria		55 x 27,5		55 x 55
Przepływ powietrza	m <sup>3</sup> /h	16200		16300
Powierzchnia zewnętrzna wymiany ciepła	m <sup>2</sup>	81,5		159,9
Liczba rurek/liczba rzędów		18/12		18/12
Odstęp między lamelami	mm	10		10
Pojemność wewnętrzna	dm <sup>3</sup>	36		36
Wydmuch powietrza (zasięg)	m	55		55
Ciężar	kg	260		331
Powierzchnia czołowa	m <sup>2</sup>	1,188		1,188
Prędkość przepływu powietrza	m/s	3,79		3,81

Zestawienie B

Zestawienie energetyczne Modele		LU-VE LS50H5800E7	Δ Delta	Inna konstrukcja
Wydajność chłodnicy DT1=10K	W	11800	0,93	10950
Czas działania	h	12,0		10,5
Energia chłodnicy	Wh	120360	0,81	97729
Pobór mocy wentylatora	W	780,0		1140,0
Energia wentylatora	Wh	9360	1,28	11970
Wydajność grzałki	W	7630		8260
Energia grzałki	Wh	3815	1,08	4130
Czas odszraniania	h	0,50		0,50
Wydajność odszraniania	%	0,50		0,50
Energia użyteczna do cyklu	Wh	109093		83694
Cykl dzienny		1,9		2,2
Energia użyteczna dzienna	Wh	209458		182605
Energia użyteczna roczna	kWh	76452	0,87	66651
Zestawienie ekonomiczne				
COP		2,0		2,0
Zużycie energii elektrycznej	kWh	74,3	0,89	66,0
Koszt energii	€ / kWh	0,1		0,1
Koszt działania w cyklu	€ / cykl	7,4		6,6
Czas cyklu	h	12,5		11,0
Cykle roczne		700,8		796,4
Roczny koszt działania	€ / rok	5208	1,01	5256
Koszt działania/zużyta energia	€ / kWh	0,068	1,16	0,079
Dodatkowe informacje	Dane katalogowe			
Geometria		55 x 55		50 x 50
Przepływ powietrza	m <sup>3</sup> /h	8100		7670
Powierzchnia zewnętrzna	m <sup>2</sup>	54,3		54,0
Liczba rurek/liczba rzędów		14/6		12/6
Odstęp między lamelami	mm	7,5		7,0
Pojemność wewnętrzna	dm <sup>3</sup>	10		13
Wydmuch powietrza (zasięg)	m	35		18
Ciężar (waga)	Kg	158		121
Powierzchnia czołowa	m <sup>2</sup>	0,616		0,624
Prędkość przepływu powietrza	m/s	3,65		3,41

Wykres 1. Cykl działania dwóch chłodziw powietrza z serii CHS-LHS



cyjnym, i o zwiększonej powierzchni z możliwością wydłużenia odstępu czasu między kolejnymi procesami odszraniania.

Sekcja Chłodnictwa i Klimatyzacji przy Oddziale SIMP w Poznaniu oraz Systherm Chłodnictwo i Klimatyzacja Sp. z o.o. uprzejmie informują, że w dniach **15 – 16 listopada 2006 r.**

w ramach

### XXXVIII Dni Chłodnictwa

odbędzie się konferencja naukowo-techniczna n/t:

#### Kierunki badań, rozwiązania techniczne oraz eksploatacja układów chłodniczych i klimatyzacyjnych

##### Przewidywana tematyka referatów:

- badania doświadczalne urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych,
- technologie zamrażania i chłodzenia produktów,
- energooszczędne rozwiązania urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych,
- problemy eksploatacyjne w urządzeniach chłodniczych i klimatyzacyjnych,
- odzysk ciepła w urządzeniach chłodniczych i klimatyzacyjnych,
- zastosowania absorpcyjnych układów chłodniczych w klimatyzacji,
- systemy sterowania oraz monitoringu instalacji chłodniczych i klimatyzacyjnych,
- nowe regulacje prawne, zagadnienia normalizacji i certyfikacji urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych w odniesieniu do aktualnych przepisów Unii Europejskiej.

Zachęcamy wszystkie osoby, firmy oraz instytucje naukowe, zainteresowane tą tematyką, do wzięcia udziału w konferencji. *Dni Chłodnictwa* są idealnym miejscem promocji swojej działalności, nowych osiągnięć bądź prezentacji najnowszych urządzeń.

Miejsce konferencji:

**HOTEL DELICJUSZ,**  
ul.Poznańska 1, 62-060 Rosnówko  
[www.delicjusz.pl](http://www.delicjusz.pl)

Szczegółowych informacji udziela:

Komitet Organizacyjny XXXVIII Dni Chłodnictwa  
tel. (061) 850 75 05, 850 75 14 fax (061) 851 97 97

Adres dla korespondencji:

Systherm Chłodnictwo i Klimatyzacja Sp. z o.o., 61-003 Poznań, ul. Św. Wincentego 7  
z dopiskiem „Dni Chłodnictwa”

lub e-mail: [monika.biskup@systherm.pl](mailto:monika.biskup@systherm.pl)