

# ZAMIENNIKI „SERWISOWE” CZYNNIKA R 22

## Część 2

dr inż. **Waldemar TARGAŃSKI**  
Politechnika Gdańska

### 2. MIESZANINY SERII R 422

#### 2.1. Czynnik R 422A

##### 2.1.1. Charakterystyka ogólna

Czynnik chłodniczy R 422A jest mieszaniną trójskładnikową, złożoną z dwóch związków typu HFC: R 125 (85,1%) i R 134a (11,5%) oraz z 3,4% izobutanu (R 600a). Przeznaczony jest do zastępowania czynników grupy HCFC – w szczególności R 22 i R 502 – w istniejących przemysłowych i handlowych układach średnio i niskotemperaturowych z ciśnieniowym zasilaniem parowników, a także do pracy w nowych instalacjach tego rodzaju. Poślizg temperaturowy rzędu 3 K sprawia, że nie powinien być wykorzystywany do zasilania parowników zalanych. Wybrane własności fizyczne czynnika R 422A zestawiono w tab. 2.1.

##### 2.1.2. Tolerancja materiałowa i względy bezpieczeństwa

Z uwagi na skład mieszaniny R 422A, jej tolerancja materiałowa jest podobna, jak w przypadku czynników chłodniczych z grupy HFC. Można zatem wykorzystywać materiały konstrukcyjne i uszczelniające typowe dla urządzeń napełnionych bezchlorowymi czynnikami syntetycznymi. Nieodpowiednie mogą się okazać jedynie niektóre elastomery spotykane w starych układach chłodniczych, zaprojektowanych dla płynów typu CFC lub HCFC.

Obecność izobutanu sprawia, że mieszanina R 422A może współpracować zarówno z olejem poliestrowym, jak i z mineralnym lub alkilobenzenowym środkiem smarnym. Należy pamiętać, że mieszaniny substancji typu HFC i olejów poliestrowych wykazują wysoką polarność, grożąc wyplukiwaniem ewentualnych osadów z przezbrojonej instalacji. Konieczne jest wtedy zainstalowanie filtra w przewodzie ssawnym.

Zgodnie z normą EN378-1 czynnik R 422A należy do grupy bezpieczeństwa L1(A1), gdyż jest nisko toksyczny, niepalny i niewybuchowy. Zagrożenie palności może zaistnieć tylko w obecności źródła zapłonu i dużej ilości powietrza, w połączeniu z wysoką temperaturą i wysokim ciśnieniem.

##### 2.1.3. Wymiana czynnika HCFC na R 422A

Mieszaninę R 422A opracowano z myślą o jak najprostszym zastępowaniu w układzie takich czynników chłodniczych, jak R 22, R 502, czy R 402A. W najkorzystniejszym przypadku trzeba jedynie wymienić filtr-odwadniacz na odpowiedni dla substancji typu HFC, dokonać regulacji zaworu rozprężnego oraz skorygować nastawy presostatów i regulatorów ciśnienia. Jeśli zastępowanym czynnikiem jest R 22, to termostatyczny zawór rozprężny należy wymienić na nowy, przeznaczony dla R 404A [16,18,19,20].

W porównaniu do dotychczasowego napełnienia instalacji czynnikiem R 22 lub R 502 ilość nowego czynnika kształtuje się na poziomie ok. 85% do 95%. W przypadku zastąpienia mieszaniny R 402A jest to ok. 90% do 100%, a dla R 408A ok. 90% do 105% [19].

Generalnie można pozostawić w instalacji dotychczasowy olej mineralny, bądź alkilobenzenowy, gdyż zawartość izobutanu w mieszaninie R 422A powinna zapewnić dostateczny powrót środka smarnego z układu do sprężarki. Jeśli jednak powrót ten jest zakłócony, albo dojdzie do silnego pienia się oleju, to konieczna staje się wymiana części środka smarnego na olej poliestrowy. Zaleca się wtedy wymianę od 10% do 25% oleju, a jeśli problem nie ustąpi, to należy dokonywać kolejnych wymian środka smarnego po ok. 5% [19,20].

W przypadku starych układów wskazana jest konsultacja z producentem sprężarki w zakresie możliwości współpracy wykorzystanych w niej materiałów uszczelniających z mieszaniną R 422A. W odniesieniu do sprężarek wyprodukowanych przed 1973 rokiem wręcz odradza się wymianę R 22 na nowy czynnik [20]. Ewentualne uszczelnienia połączeń elementów instalacji warto wymienić, nawet jeśli ich materiał wydaje się odpowiedni.

##### 2.1.4. Własności termodynamiczne

Dotychczasowe doświadczenia [18,19] pokazują, że po wymianie czynnika R 22 na R 422A wiele układów chłodniczych uzyskuje porównywalną, a nawet nieco wyższą wydajność chłodniczą i współczynnik wydajności chłodniczej. Ciśnienia robocze są wyższe, a temperatura tłoczenia decydująca się obniża, nawet poniżej poziomu typowego dla czynników R 404A i R 507 [15]. Spadki ciśnienia w przepływie mieszaniny R 422A są podobne jak dla czynnika R 22 [20].

W przypadku mieszaniny R 422A korzystna jest obecność w układzie chłodniczym regeneracyjnego wymiennika ciepła, który przyczynia się do polepszenia efektywności obiegu i własności smarnych oleju powracającego do sprężarki [15].

W tabeli 2.2 zestawiono wybrane własności termodynamiczne czynnika R 422A, a na rysunku 2.1 przedstawiono wykres p-h.

### 2.2. CZYNNIK R 422D

#### 2.2.1. Charakterystyka ogólna

Mieszanina zeotropowa R 422D – podobnie jak R 422A – również zawiera 3,4% izobutanu (R 600a), natomiast udziały składników R 125 i R 134a wynoszą odpowiednio 65,1% i 31,5%. Czynnik ten przeznaczono do zastępowania R 22

w agregatach do chłodzenia wody, w układach klimatyzacyjnych i chłodniczych, szczególnie charakteryzujących się temperaturą parowania w zakresie od -15°C do +15°C, a w niektórych przypadkach także niskotemperaturowych [15,19]. Czynnik R 422D zdobył pewną popularność jako „serwisowy” zamiennik R 22 w instalacjach supermarketów [5,6,19]. Z uwagi na poślizg temperaturowy, nie powinien być wykorzystywany do zasilania parowników zalanych. Wybrane własności mieszaniny zestawiono w tabeli 2.1.

### 2.2.2. Tolerancja materiałowa i względy bezpieczeństwa

Pod względem bezpieczeństwa oraz możliwości współpracy z materiałami konstrukcyjnymi, uszczelniającymi i smarami, czynnik R 422D wykazuje analogiczne własności, jak mieszanina R 422A.

### 2.2.3. Wymiana czynnika HCFC na R 422D

Początkowo mieszaninę R 422D przeznaczono do zastępowania czynnika R 22 w agregatach do chłodzenia wody, a następnie obszar jej zastosowania rozszerzono na układy klimatyzacji i chłodnictwo średnotemperaturowe [19]. W większości przypadków możliwe jest łatwe zastąpienie starego czynnika – bez konieczności wymiany kluczowych elementów układu i zmiany rodzaju środka smarowego. Należy jedynie wymienić filtr-odwadniacz na odpowiedni dla płynów z grupy HFC oraz skorygować nastawy elementów automatyki. Dotyczy to szczególnie termostatycznego zaworu rozprężnego, przy czym nie ma potrzeby jego wymiany [20]. Warto natomiast wymienić uszczelki w połączeniach rozłącznych.

W większości przypadków czynnik R 422D może efektywnie współpracować z olejem mineralnym (lub alkilobenzenowym). Dopiero stwierdziwszy niezadowolający powrót oleju z układu do sprężarki, bądź jego nadmierne pienie się, należy wymienić go na poliesterowy środek smarny, jak to opisano w odniesieniu do czynnika R 422A.

Łatwość i szybkość przeprowadzenia operacji wymiany płynu roboczego sprawiły, że odnotowano już wiele przypadków zastąpienia czynnika R 22 mieszaniną „serwisową” R 422D w instalacjach chłodniczych supermarketów [5,6,19].

### 2.2.4. Własności termodynamiczne

Układy chłodnicze, w których czynnik R 22 zastąpiono mieszaniną R 422D zachowują podobny poziom wydajności, przy niższej temperaturze tłoczenia [19]. W najgorszym przypadku obserwowano kilkunastoprocentowy spadek wydajności chłodniczej [18]. Notuje się też spadek zużycia energii [5].

Z kolei w porównaniu do czynnika R 407C, mieszanina R 422D charakteryzuje się większym masowym natężeniem przepływu, niższą temperaturą tłoczenia i większym ciepłem przegrzania [15]. Korzyści przynosi wykorzystanie regeneracyjnego wymiennika ciepła.

W tabeli 2.3 zestawiono wybrane własności termodynamiczne czynni-

ka R 422D, a wykres p-h przedstawiono na rysunku 2.2.

### 2.3. Czynniki R 422B i R 422C

O ile w Europie popularność zyskały mieszaniny R 422A i R 422D, to na rynku amerykańskim obecne są czynniki R 422B i R 422C. Mają one przeznaczenie i własności analogiczne, jak ich europejscy „kuzyni”. Udziały masowe składników podano w tabeli 1.1.

Czynnik R 422B (o masie molowej 108,52 g/mol) jest dedykowany do pracy w miejsce płynów typu HCFC – szczególnie R 22 – w istniejących układach klimatyzacyjnych i chłodniczych. Jego normalna temperatura wrzenia wynosi -40,3°C, a poślizg temperaturowy 5 K. Po zastąpieniu czynnika R 22 należy się spodziewać niewielkiego spadku wydajności chłodniczej układu [22,24,25].

Z kolei mieszaninę R 422C dedykowano do układów niskotemperaturowych. Posiada ona masę molową 113,43 g/mol, normalną temperaturę wrzenia -46°C oraz poślizg temperaturowy rzędu 3 K [22,24,25].

## 3. Czynnik chłodniczy ISCEON MO89

### 3.1. Charakterystyka ogólna

MO89, to oznaczenie jednego z czynników chłodniczych serii ISCEON® oferowanych przez firmę DuPont do zastępowania płynów typu CFC i HCFC w istniejących instalacjach z ciśnieniowym zasilaniem parowników, bez konieczności wymiany oleju i podstawowych komponentów układu [19]. ISCEON® MO89 jest mieszaniną złożoną z 86% R 125, 9% R 218 (substancje z grupy HFC) oraz 5% R 290 (propan). Nie przypisano jej dotąd oznaczenia w nomenklaturze ASHRAE. Zasadniczym przeznaczeniem tego płynu jest zastępowanie czynnika R 13B1 w niskotemperaturowych układach chłodniczych o temperaturze parowania w zakresie od -45°C do -20°C w obiegu jednostopniowym oraz od -80°C do -40°C w przypadku dwustopniowego sprężania [15,19]. ISCEON® MO89 stanowi tu alternatywę dla czynnika R 410A, który jednak wymagałby pełnego retrofitu instalacji chłodniczej.

Tab. 2.1. Podstawowe własności czynników R 422A i R 422D [15,17,19,29]

Czynnik chłodniczy	R 422A	R 422D
Masa cząsteczkowa	116 g/mol	109,9 g/mol
Temperatura krytyczna	71,7°C	79,6°C
Ciśnienie krytyczne	37,5 bar	39,03 bar
Gęstość krytyczna	538 kg/m <sup>3</sup>	529 kg/m <sup>3</sup>
Normalna temperatura wrzenia	-47°C	-43°C
Poślizg temperatury przy 1,013 bar	3 K	4,7 K
Ciepło parowania przy 1,013 bar	175,8 kJ/kg	190,06 kJ/kg
Gęstość cieczy przy 25°C	1,136 kg/dm <sup>3</sup>	1,143 kg/dm <sup>3</sup>
Gęstość pary nasyconej przy 1,013 bar	6,2 kg/m <sup>3</sup>	5,82 kg/m <sup>3</sup>
Gęstość pary przegrzanej przy 1,013 bar i 25°C	4,7 kg/m <sup>3</sup>	4,4 kg/m <sup>3</sup>
Ciepło właściwe cieczy przy 25°C	1,446 kJ/kgK	1,443 kJ/kgK
Ciepło właściwe pary przy 25°C i 1,013 bar	0,832 kJ/kgK	0,844 kJ/kgK
Przewodność cieplna cieczy przy 25°C	0,0602 W/mK	0,066 W/mK
Przewodność cieplna pary przy 25°C i 1,013 bar	0,0144 W/mK	0,015 W/mK
Lepkość cieczy przy 25°C	0,143 mPa s	0,154 mPa s
Lepkość pary przy 25°C i 1,013 bar	0,0126 mPa s	0,0124 mPa s
Napięcie powierzchniowe przy 25°C	4,492 mN/m	5,496 mN/m
Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP)	2550	2230

Tab. 2.2. Własności termodynamiczne czynnika R 422A dla cieczy i pary nasyconej [19]

Tempera- tura [°C]	Ciśnienie [bar]		Objętość właściwa [m <sup>3</sup> /kg]		Entalpia jednostkowa [kJ/kg]			Entropia jednostkowa [kJ/kgK]	
	Ciecz	Para	Ciecz	Para	Ciecz	Ciepło parowania	Para	Ciecz	Para
-105	0,018	0,012	0,0006	10,3200	76,9	206,5	283,4	0,4370	1,6867
-100	0,029	0,020	0,0006	6,3233	82,4	203,9	286,3	0,4692	1,6657
-95	0,045	0,032	0,0006	4,0171	87,9	201,3	289,2	0,5006	1,6472
-90	0,068	0,051	0,0006	2,6363	93,5	198,7	292,2	0,5312	1,6309
-85	0,100	0,077	0,0006	1,7813	99,0	196,1	295,1	0,5610	1,6165
-80	0,144	0,113	0,0007	1,2356	104,6	193,5	298,1	0,5902	1,6039
-75	0,203	0,163	0,0007	0,8777	110,2	191,0	301,1	0,6188	1,5929
-70	0,279	0,230	0,0007	0,6369	115,8	188,4	304,1	0,6468	1,5832
-65	0,378	0,317	0,0007	0,4713	121,5	185,7	307,2	0,6744	1,5748
-60	0,503	0,429	0,0007	0,3549	127,2	183,0	310,2	0,7014	1,5675
-55	0,660	0,571	0,0007	0,2715	132,9	180,3	313,2	0,7280	1,5612
-50	0,853	0,748	0,0007	0,2108	138,7	177,5	316,3	0,7542	1,5557
-45	1,088	0,966	0,0007	0,1658	144,6	174,7	319,3	0,7801	1,5511
-40	1,372	1,230	0,0007	0,1320	150,5	171,8	322,2	0,8055	1,5471
-35	1,710	1,548	0,0007	0,1062	156,4	168,8	325,2	0,8307	1,5437
-30	2,109	1,926	0,0007	0,0863	162,4	165,7	328,1	0,8556	1,5409
-25	2,577	2,370	0,0007	0,0707	168,5	162,5	331,0	0,8802	1,5386
-20	3,120	2,890	0,0008	0,0585	174,6	159,2	333,9	0,9045	1,5366
-15	3,746	3,492	0,0008	0,0487	180,9	155,8	336,7	0,9287	1,5350
-10	4,464	4,184	0,0008	0,0408	187,2	152,3	339,4	0,9526	1,5337
-5	5,281	4,976	0,0008	0,0344	193,5	148,6	342,1	0,9764	1,5327
0	6,205	5,875	0,0008	0,0292	200,0	144,7	344,7	1,0000	1,5318
5	7,246	6,890	0,0008	0,0248	206,6	140,6	347,2	1,0235	1,5310
10	8,412	8,031	0,0008	0,0212	213,2	136,4	349,6	1,0470	1,5302
15	9,712	9,308	0,0008	0,0182	220,0	131,8	351,9	1,0704	1,5294
20	11,157	10,730	0,0009	0,0156	227,0	127,0	354,0	1,0938	1,5284
25	12,757	12,308	0,0009	0,0135	234,0	121,9	355,9	1,1172	1,5272
30	14,521	14,054	0,0009	0,0116	241,3	116,4	357,7	1,1408	1,5257
35	16,461	15,979	0,0009	0,0100	248,7	110,4	359,1	1,1646	1,5238
40	18,589	18,097	0,0010	0,0086	256,4	103,9	360,3	1,1886	1,5213
45	20,918	20,420	0,0010	0,0074	264,4	96,8	361,1	1,2132	1,5180
50	23,462	22,967	0,0010	0,0063	272,7	88,7	361,4	1,2384	1,5135
55	26,237	25,756	0,0011	0,0053	281,6	79,5	361,0	1,2647	1,5073
60	29,263	28,814	0,0011	0,0044	291,2	68,3	359,5	1,2928	1,4982
65	32,566	32,182	0,0012	0,0036	302,3	53,5	355,9	1,3247	1,4833
70	36,168	35,971	0,0015	0,0025	319,6	24,5	344,1	1,3740	1,4455

Tab. 2.3. Własności termodynamiczne czynnika R 422D dla cieczy i pary nasyconej [19]

Tempera- tura [°C]	Ciśnienie [bar]		Objętość właściwa [m <sup>3</sup> /kg]		Entalpia jednostkowa [kJ/kg]			Entropia jednostkowa [kJ/kgK]	
	Ciecz	Para	Ciecz	Para	Ciecz	Ciepło parowania	Para	Ciecz	Para
-100	0,024	0,012	0,0006	10,6440	78,9	219,0	298,0	0,4524	1,7471
-95	0,038	0,020	0,0006	6,6146	84,8	216,2	300,9	0,4855	1,7259
-90	0,057	0,032	0,0006	4,2493	90,6	213,3	303,9	0,5177	1,7070
-85	0,084	0,050	0,0007	2,8131	96,4	210,6	306,9	0,5489	1,6903
-80	0,121	0,076	0,0007	1,9136	102,2	207,8	310,0	0,5793	1,6754
-75	0,170	0,111	0,0007	1,3344	108,0	205,0	313,0	0,6090	1,6622
-70	0,235	0,160	0,0007	0,9516	113,8	202,3	316,1	0,6381	1,6506
-65	0,319	0,224	0,0007	0,6926	119,7	199,5	319,2	0,6666	1,6404
-60	0,426	0,308	0,0007	0,5136	125,6	196,7	322,3	0,6945	1,6313
-55	0,561	0,416	0,0007	0,3874	131,5	193,9	325,4	0,7219	1,6234
-50	0,727	0,553	0,0007	0,2967	137,5	191,0	328,5	0,7489	1,6165
-45	0,930	0,724	0,0007	0,2305	143,5	188,1	331,6	0,7754	1,6105
-40	1,176	0,934	0,0007	0,1813	149,5	185,2	334,7	0,8016	1,6052
-35	1,470	1,189	0,0007	0,1444	155,6	182,1	337,7	0,8274	1,6007
-30	1,818	1,496	0,0007	0,1162	161,7	179,0	340,7	0,8528	1,5968
-25	2,227	1,861	0,0007	0,0944	168,0	175,8	343,7	0,8780	1,5934
-20	2,704	2,292	0,0008	0,0774	174,2	172,5	346,7	0,9028	1,5906
-15	3,256	2,795	0,0008	0,0639	180,6	169,0	349,6	0,9274	1,5881
-10	3,889	3,379	0,0008	0,0532	187,0	165,5	352,5	0,9518	1,5861
-5	4,612	4,051	0,0008	0,0446	193,4	161,8	355,3	0,9760	1,5843
0	5,432	4,820	0,0008	0,0376	200,0	158,0	358,0	1,0000	1,5828
5	6,357	5,694	0,0008	0,0318	206,7	154,0	360,6	1,0239	1,5814
10	7,395	6,682	0,0008	0,0271	213,4	149,8	363,2	1,0476	1,5802
15	8,556	7,793	0,0008	0,0232	220,3	145,4	365,7	1,0713	1,5791
20	9,847	9,037	0,0009	0,0199	227,2	140,8	368,0	1,0949	1,5779
25	11,279	10,424	0,0009	0,0171	234,3	135,8	370,2	1,1185	1,5767
30	12,860	11,964	0,0009	0,0147	241,6	130,6	372,2	1,1421	1,5753
35	14,601	13,669	0,0009	0,0127	249,0	125,0	374,0	1,1658	1,5736
40	16,512	15,550	0,0009	0,0109	256,6	119,0	375,6	1,1898	1,5715
45	18,604	17,621	0,0010	0,0094	264,4	112,4	376,9	1,2139	1,5689
50	20,889	19,894	0,0010	0,0081	272,5	105,2	377,8	1,2385	1,5656
55	23,379	22,387	0,0010	0,0070	281,0	97,3	378,3	1,2637	1,5613
60	26,090	25,119	0,0011	0,0059	289,9	88,2	378,1	1,2898	1,5556
65	29,037	28,115	0,0011	0,0050	299,5	77,5	377,0	1,3174	1,5475
70	32,238	31,411	0,0012	0,0041	310,2	64,2	374,4	1,3477	1,5354
75	35,710	35,081	0,0014	0,0032	323,6	44,5	368,1	1,3852	1,5134

Tab. 3.1. Podstawowe własności czynnika ISCEON® MO89 [15,17,19]

Masa cząsteczkowa	113,9 g/mol
Temperatura krytyczna	70,1°C
Ciśnienie krytyczne	36,5 bar
Normalna temperatura wrzenia	-54°C
Poślizg temperatury przy 1,013 bar	4 K
Ciepło parowania przy 1,013 bar	162,35 kJ/kg
Gęstość cieczy przy 25°C	1,18 kg/dm <sup>3</sup>
Gęstość pary nasyconej przy 1,013 bar	6,61 kg/m <sup>3</sup>
Ciepło właściwe cieczy przy 25°C	1,304 kJ/kgK
Ciepło właściwe pary przy 25°C i 1,013 bar	0,853 kJ/kgK
Lepkość cieczy przy 25°C	0,1397 mPa s
Napięcie powierzchniowe przy 25°C	8,7 mN/m
Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP)	3090

Wybrane własności fizyczne czynnika ISCEON® MO89 zestawiono w tabeli 3.1.

### 3.2. Tolerancja materiałowa i względy bezpieczeństwa

Czynnik chłodniczy ISCEON® MO89 jest nietoksyczny i niepalny pod ciśnieniem atmosferycznym w temperaturze do 100°C. Wyższa temperatura i ciśnienie, atmosfera bogata w tlen oraz obecność źródła zapłonu mogą stworzyć groźbę zapalenia się pary np. wyciekającej przez nieszczelność w instalacji [19].

Czynnik nadaje się do współpracy z typowymi materiałami konstrukcyjnymi i uszczelniającymi wykorzystywanymi w konstrukcji układów napełnionych substancjami typu

HFC. Może jednak działać niszcząco na niektóre elastomery spotykane w starych instalacjach chłodniczych.

### 3.3. Wymiana czynnika R 13B1 na ISCEON® MO89

ISCEON® MO89 jest zamiennikiem „drop-in” czynnika R 13B1. Oznacza to, że nie ma konieczności wymiany podzespołów instalacji, z wyjątkiem filtra-odwadniacza. Należy też sprawdzić i ewentualnie skorygować nastawy termostatycznych zaworów rozprężnych i regulatorów ciśnienia. W typowych przypadkach nie trzeba wymieniać mineralnego, czy alkilobenzenowego środka smarnego, chyba że po zmianie czynnika powrót oleju z układu do sprężarki okaże się niedostateczny lub dojdzie do silnego jego pienienia się. Okoliczności te zmuszają do sięgnięcia po olej poliesterowy.

### 3.4. Własności termodynamiczne

Po wymianie czynnika R 13B1 na ISCEON® MO89 należy się spodziewać obniżenia wydajności chłodniczej, w stopniu tym większym, im niższa jest temperatura parowania – poniżej -60°C spadek wydajności może sięgnąć nawet 20% do 30%. Efektywność energetyczna również nieco się pogarsza. Efekty te można częściowo zniwelować zapewniając większe dochłodzenie cieczy. Z kolei temperatura tłoczenia jest wyraźnie niższa niż dla R 13B1. W zależności od parametrów pracy, różnica ta kształtuje się na poziomie ok. 20 K i więcej [15,19].

Mieszanina ISCEON® MO89 posiada stosunkowo dużą gęstość, toteż masowe natężenie przepływu w układzie jest większe niż dla R 13B1.

W tabeli 3.2 zestawiono wybrane własności termodynamiczne czynnika ISCEON® MO89.

*cdn...*

Tab. 3.2. Własności termodynamiczne czynnika ISCEON® MO89 dla cieczy i pary nasyconej [19]

Tempera- tura [°C]	Ciśnienie [bar]		Objętość właściwa [m <sup>3</sup> /kg]		Entalpia jednostkowa [kJ/kg]			Entropia jednostkowa [kJ/kgK]	
	Ciecz	Para	Ciecz	Para	Ciecz	Ciepło parowania	Para	Ciecz	Para
-100	0,056	0,036	0,00064	3,5405	83,2	192,1	275,4	0,4745	1,5962
-95	0,083	0,055	0,00065	2,3408	88,6	189,8	278,4	0,5051	1,5812
-90	0,119	0,083	0,00066	1,5911	93,9	187,2	281,4	0,5348	1,5678
-85	0,168	0,123	0,00066	1,1090	99,3	184,9	284,2	0,5641	1,5556
-80	0,233	0,176	0,00067	0,7908	104,9	182,4	287,2	0,5926	1,5451
-75	0,318	0,247	0,00067	0,5757	110,4	180,0	290,2	0,6207	1,5364
-70	0,425	0,340	0,00068	0,4270	115,8	177,5	293,3	0,6483	1,5284
-65	0,561	0,460	0,00069	0,3222	121,4	174,9	296,3	0,6755	1,5217
-60	0,730	0,610	0,00070	0,2470	127,2	172,4	299,3	0,7019	1,5158
-55	0,938	0,799	0,00071	0,1920	132,8	169,6	302,3	0,7283	1,5108
-50	1,189	1,030	0,00071	0,1512	138,6	166,8	305,4	0,7542	1,5066
-45	1,491	1,310	0,00072	0,1204	144,4	164,0	308,4	0,7802	1,5029
-40	1,850	1,647	0,00073	0,0346	150,2	161,2	311,4	0,8053	1,4999
-35	2,273	2,048	0,00074	0,0789	156,3	158,2	314,2	0,8304	1,4974
-30	2,767	2,520	0,00075	0,0647	162,1	154,9	317,2	0,8551	1,4953
-25	3,340	3,070	0,00076	0,0535	168,1	151,7	320,0	0,8798	1,4936
-20	3,999	3,708	0,00077	0,0446	174,4	148,4	322,8	0,9041	1,4924
-15	4,753	4,440	0,00079	0,0373	180,7	144,9	325,4	0,9284	1,4916
-10	5,610	5,276	0,00080	0,0315	187,0	141,2	328,2	0,9523	1,4907
-5	6,579	6,226	0,00081	0,0267	193,5	137,2	330,7	0,9761	1,4899
0	7,669	7,298	0,00082	0,0227	200,0	133,3	333,3	1,0000	1,4895
5	8,888	8,502	0,00084	0,0194	206,5	129,1	335,6	1,0234	1,4886
10	10,247	9,847	0,00086	0,0166	213,3	124,4	337,7	1,0473	1,4882
15	11,756	11,345	0,00088	0,0143	220,2	119,6	339,8	1,0712	1,4869
20	13,426	13,007	0,00090	0,0123	227,2	114,4	341,7	1,0950	1,4861
25	15,267	14,843	0,00092	0,0105	234,7	108,6	343,3	1,1189	1,4844
30	17,291	16,867	0,00095	0,0091	242,1	102,6	344,7	1,1432	1,4823
35	19,511	19,093	0,00098	0,0078	249,8	95,8	345,6	1,1679	1,4794
40	21,941	21,535	0,00102	0,0066	257,9	88,2	346,1	1,1930	1,4756
45	24,597	24,211	0,00107	0,0056	266,5	79,5	346,1	1,2194	1,4702
50	27,500	27,145	0,00112	0,0047	275,6	69,3	345,1	1,2470	1,4622
55	30,674	30,372	0,00122	0,0038	286,1	56,3	342,4	1,2780	1,4493
60	34,156	33,959	0,00140	0,0028	299,8	34,9	334,7	1,3182	1,4229

czynniki chłodnicze

czynniki chłodnicze

czynniki chłodnicze

czynniki chłodnicze

