

# ZAMIENNIKI „SERWISOWE” CZYNNIKA R 22

## Część 3

dr inż. **Waldemar TARGAŃSKI**  
Politechnika Gdańska

### 4. CZYNNIK CHŁODNICZY R 417A

#### 4.1. Charakterystyka ogólna

Czynnik R 417A jest zeotropową mieszaniną R 125 (46,6%), R 134a (50%) oraz R 600 (butan – 3,4%). Przeznaczony jest do zastępowania czynnika R 22 w wysoko i średniotemperaturowych układach chłodniczych z ciśnieniowym zasilaniem parowników, bez konieczności zmiany rodzaju oleju i wymiany zasadniczych podzespołów instalacji. Dedykowany zakres temperatury parowania, to od -15°C do 15°C. W niektórych przypadkach zakres ten poszerza się do -30°C [15,19,29].

Wybrane własności fizyczne czynnika R 417A zestawiono w tabeli 4.1.

#### 4.2. Tolerancja materiałowa i względy bezpieczeństwa

Mieszanina R 417A zawiera dwa składniki typu HFC oraz butan, wobec czego nadaje się do pracy w układach zbudowanych z materiałów typowych dla instalacji napełnionych bezchłorowymi czynnikami syntetycznymi (HFC). Należy mieć jedynie na uwadze niebezpieczeństwo niszczenia uszczelnień w starszych instalacjach. Niszczące oddziaływanie odnotowano [29] np. wobec poliestru (TPME).

Czynnik R 417A zaklasyfikowano zgodnie z normą EN-387-1 do grupy bezpieczeństwa L1(A1), jako substancję nisko toksyczną i niepalną. Groźba zapłonu może zaistnieć w warunkach wysokiego ciśnienia i temperatury przy jednoczesnej obecności źródła energii [19].

#### 4.3. Wymiana czynnika HCFC na R 417A

Zastępując czynnik R 22 mieszaniną R 417A należy wymienić filtr-odwadniacz na element przeznaczony dla płynów typu HFC, a także dokonać w razie potrzeby regulacji termostatycznego zaworu rozprężnego i regulatorów ciśnienia. Wskazana jest wymiana uszczelek w połączeniach rozłącznych, zapewniająca utrzymanie szczelności układu [19].

Zasadniczo nie ma potrzeby rezygnacji z oleju mineralnego, czy alkilobenzenowego, gdyż dzięki obecności butanu w mieszaninie warunki powrotu środka smarnego z obiegu do sprężarki powinny być zadowalające. Jeśli jednak tak się nie stanie, albo wystąpi nadmierne pienienie się oleju, wtedy zaleca się wymianę do 25% środka smarnego na olej poliestrowy. Wymiany tej należy dokonywać stopniowo, początkowo zastępując ok. 10% środka smarnego, a następnie wymieniając kolejne porcje po ok. 5%. W skrajnym przypadku może wyniknąć konieczność całkowitego zastąpienia oleju mineralnego poliestrowym [15,19].

Czynnik R 417A należy wprowadzić do układu (tylko w fazie ciekłej) w ilości ok. 85% do 95% pierwotnego napełnienia R 22 [19].

#### 4.4. Własności termodynamiczne

Wydajność chłodnicza układu po poprawnym zastąpieniu czyn-

nika R 22 mieszaniną R 417A nieco się obniża. W najgorszym przypadku notowano spadek o ok. 25% [18]. Jednocześnie obniża się temperatura tłoczenia, a niekiedy maleje energochłonność układu [17,19].

W przypadku czynnika R 417A korzystne jest instalowanie w obiegu chłodniczym regeneracyjnego wymiennika ciepła [15].

W tabeli 4.2 zestawiono wybrane własności termodynamiczne czynnika R 417A, a na rysunku 4.1 zamieszczono wykres p-h.

### 5. CZYNNIK CHŁODNICZY R 419A

#### 5.1. Charakterystyka ogólna

Mieszanina FORANE® FX 90, której w kodzie ASHRAE przypisano oznaczenie R 419A, to zamiennik czynnika R 22 typu „drop-in” przeznaczony dla średnio i wysokotemperaturowych układów chłodniczych, szczególnie o temperaturze parowania powyżej -10°C [10,15]. Nie wymaga wymiany zasadniczych podzespołów instalacji, ani zmiany rodzaju oleju smarowego. R 419A jest bodaj pierwszą „mieszaniną serwisową” dla instalacji z czynnikiem R 22, która rozpowszechniła się na rynku. Obecnie czynnik ten zdaje się ustępować pola innemu produktowi firmy Arkema – bardziej uniwersalnej, ale aż czteroskładnikowej mieszaninie FORANE® FX 100 (R 427A).

Mieszanina składa się w 77% z R 125, w 19% z R 134a oraz w 4% z R-E170 (eteru dwumetylowego). Wybrane własności fizyczne czynnika R 419A zestawiono w tabeli 5.1.

#### 5.2. Tolerancja materiałowa i względy bezpieczeństwa

Mieszanina R 419A może kontaktować się z materiałami, które nadają się do współpracy z czynnikami typu HFC i tradycyjnie są wykorzystywane w technice chłodniczej. Dotyczy to także materiałów spotykanych w urządzeniach napełnionych czynnikiem R 22, z wyjątkiem niektórych tworzyw sztucznych, z których wykonywano uszczelnienia w starszych instalacjach.

Czynnik chłodniczy R 419A klasyfikuje się jako niepalny i nisko toksyczny [15]. Nie stwarza zatem dodatkowych zagrożeń w porównaniu do substancji z grupy HFC.

#### 5.3. Wymiana czynnika HCFC na R 419A

Podobnie jak w przypadku innych zamienników czynnika R 22 typu „drop-in”, należy jedynie wymienić w instalacji filtr-odwadniacz na odpowiedni do płynów z grupy HFC. Zaleca się też wymianę uszczelek w starszych instalacjach.

Do układu należy wprowadzić mieszaninę w fazie ciekłej, w ilości około 90% do 95% dotychczasowego napełnienia czynnikiem R 22 [15], pozostawiając olej smarny. Częściowa lub całkowita wymiana oleju na poliestrowy staje się konieczna, jeśli olej zacznie się nadmierne pienić lub w niedostatecznym stopniu powracać z układu do sprężarki.

**5.4. Własności termodynamiczne**

Po prawidłowo wykonanej wymianie czynnika R 22 na mieszaninę R 419A należy się spodziewać porównywalnych ciśnień roboczych, wydajności chłodniczej i współczynnika wydajności chłodniczej, przy wyraźnie niższej temperaturze tłoczenia [15]. Pozytywny wpływ na wydajność i efektywność pracy układu ma zainstalowanie regeneracyjnego wymiennika ciepła [9].

W tabeli 5.2 zestawiono parametry nasycenia czynnika R 419A, a na rysunku 5.1 zamieszczono wykres p-h.

**6. CZYNNIK CHŁODNICZY R 424A**

**6.1. Charakterystyka ogólna**

Mieszanina „serwisowa” R 424A o nazwie handlowej RS-44 jest swego rodzaju rekordzistką, gdyż składa się aż z pięciu komponentów: R 125 (50,5%), R 134a (47%), butanu (1%), izobutanu (0,9%) oraz izopentanu (0,6%). Jej przeznaczeniem jest zastępowanie czynnika R 22 w wysoko i średniotemperaturowych układach chłodniczych z ciśnieniowym zasilaniem parowników [26].

Wybrane własności fizyczne czynnika R 424A zestawiono w tabeli 6.1.

**6.2. Tolerancja materiałowa i względy bezpieczeństwa**

Czynnik chłodniczy R 424A jest mieszaniną substancji typu HFC i węglowodorów, a zatem wykazuje analogiczną tolerancję materiałową, jak pozostałe „mieszaniny serwisowe”. Może zatem pracować w instalacjach zbudowanych z myślą o czynniku R 22, a jedyne niebezpieczeństwo jest związane z ewentualnym niszczeniem elementów uszczelniających wykonanych z tworzyw sztucznych, obecnych w starszych urządzeniach.

Jako substancja niepalna i nisko toksyczna, mieszanina R 424A została zaszeregowana do klasy bezpieczeństwa L1(A1).

**6.3. Wymiana czynnika R 22 na R 424A**

Mieszanina R 424A jest zamiennikiem typu „drop-in”. Oznacza to, że po usunięciu z układu chłodniczego czynnika R 22 wystarczy jedynie wymienić filtr-odwadniacz na odpowiedni dla substancji z grupy HFC i wprowadzić do instalacji nowy płyn roboczy w fazie ciekłej, w ilości równej dotychczasowemu napełnieniu czynnikiem R 22 [26]. Może ponadto zaistnieć konieczność korekty nastawy termostatycznego zaworu rozprężnego i regulatorów ciśnienia.

Obecność węglowodorów w mieszaninie R 424A sprawia, że nie trzeba zmieniać rodzaju oleju smarowego. Dopiero w przypadku nadmiernego pienienia się oleju, bądź wystąpienia trudności w jego powrocie do karтеру sprężarki, należy wymienić olej na poliestrowy. Konieczność taka może się pojawić zwłaszcza w instalacjach o długich przewodach i dużych zbiornikach cieczy.

**6.4. Własności termodynamiczne**

Według danych producenta [26], w porównaniu do czynnika R 22, mieszanina R 424A charakteryzuje się wyższym współczynnikiem wydajności chłodniczej, niższą temperaturą tłoczenia i niższym ciśnieniem skraplania. Wydajność chłodnicza jest podobna lub niższa niż dla R 22, lecz wyższa niż w przypadku czynnika R 417A.

W tabeli 6.2 zestawiono wybrane własności termodynamiczne czynnika R 424A, a na rysunku 6.1 zamieszczono wykres p-h.

**7. CZYNNIK CHŁODNICZY R 434A**

**7.1. Charakterystyka ogólna**

Czynnik R 434A o nazwie handlowej RS-45 jest czteroskładniko-

wą mieszaniną złożoną z 63,2% R 125, 18% R 143a, 16% R 134a oraz 2,8% izobutanu (R 600a). Przeznaczony jest do zastępowania („drop-in”) czynnika R 22 zarówno w układach chłodniczych, jak i klimatyzacyjnych, wyposażonych w termostatyczny zawór rozprężny. Czynnik R 434A nie nadaje się do zastępowania R 22 w układach z rurką kapilarną (lub kryzą). Szczególnie korzystnym obszarem wykorzystania mieszaniny są większe układy chłodnicze o temperaturze parowania rzędu -35°C do -25°C. Z uwagi na stosunkowo niewielki poślizg temperaturowy, dopuszcza się możliwość pracy czynnika R 434A w instalacjach z parownikami zalanyymi [26].

Wybrane własności fizyczne czynnika R 434A zestawiono w tabeli 7.1.

**7.2. Tolerancja materiałowa i względy bezpieczeństwa**

Mieszanina R 434A jest kompatybilna ze wszystkimi materiałami wykorzystywanymi do budowy typowych układów z czynnikiem R 22. Wyjątek mogą stanowić niektóre uszczelnienia spotykane w starszych instalacjach.

Czynnik A 434A zaliczono do substancji niepalnych, o niskiej toksyczności, przypisując go do grupy bezpieczeństwa L1(A1) zgodnie z normą EN378-1.

**7.3. Wymiana czynnika R 22 na R 434A**

Po usunięciu z układu starego czynnika chłodniczego należy wymienić filtr-odwadniacz na odpowiedni dla płynów typu HFC, ewentualnie wymienić dostępne uszczelnienia, a następnie wprowadzić do układu mieszaninę R 434A w fazie ciekłej, w ilości o ok. 10% mniejszej w porównaniu do dotychczasowego napełnienia R 22. Konieczne jest wyregulowanie przegrzania statycznego na termostatycznym zaworze rozprężnym, a jeśli okaże się to niemożliwe, to element ten należy wymienić na TZR przeznaczony dla czynnika R 404A [26].

Mieszanina R 434A jest zamiennikiem typu „drop-in”, co oznacza, że można pozostawić w układzie dotychczasowy rodzaj środka smarowego. Dopiero w przypadku trudności z jego powrotem z układu do karтеру sprężarki, zaleca się stopniową wymianę do 25% oleju na poliestrowy, początkowo wymieniając ok. 10% środka smarowego, a następnie – w razie konieczności – powtarzając procedurę w odniesieniu do pięcioprocentowych porcji środka smarowego [26].

**7.4. Własności termodynamiczne**

Producent podaje [26], że po prawidłowo wykonanej operacji zastąpienia czynnika R 22 mieszaniną R 434A można oczekiwać zbliżonych wartości wydajności chłodniczej, współczynnika wydajności chłodniczej, ciśnień roboczych i sprężu. Natomiast zdecydowanie obniży się temperatura tłoczenia.

W tabeli 7.2 zestawiono wybrane własności termodynamiczne czynnika R 434A, a na rysunku 7.1 zamieszczono wykres p-h.

cdn...

Tab. 4.1. Podstawowe własności czynnika R 417A [17,19,29]

Masa cząsteczkowa	109 g/mol
Temperatura krytyczna	87,1°C
Ciśnienie krytyczne	40,4 bar
Gęstość krytyczna	520 kg/m <sup>3</sup>
Normalna temperatura wrzenia	-41,8°C
Poślizg temperatury przy 1,013 bar	5 K

czynniki chłodnicze

czynniki chłodnicze

czynniki chłodnicze

czynniki chłodnicze

Ciepło parowania przy 1,013 bar	197,9 kJ/kg
Gęstość cieczy przy 25°C	1,149 kg/dm <sup>3</sup>
Gęstość pary nasyconej przy 1,013 bar	5,58 kg/m <sup>3</sup>
Gęstość pary przegrzanej przy 1,013 bar i 25°C	4,35 kg/m <sup>3</sup>
Ciepło właściwe cieczy przy 25°C	1,446 kJ/kgK
Ciepło właściwe pary przy 25°C i 1,013 bar	0,856 kJ/kgK
Przewodność cieplna cieczy przy 25°C	0,0714 W/mK
Przewodność cieplna pary przy 25°C i 1,013 bar	0,0143 W/mK
Lepkość cieczy przy 25°C	0,163 mPa s
Lepkość pary przy 25°C i 1,013 bar	0,0122 mPa s
Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP)	1950

Tab. 5.1. Podstawowe własności czynnika R 419A [29]

Masa cząsteczkowa	109,3 g/mol
Temperatura krytyczna	79,1°C
Ciśnienie krytyczne	38,8 bar
Gęstość krytyczna	535 kg/m <sup>3</sup>
Normalna temperatura wrzenia	-42,6°C
Poślizg temperatury przy 1,013 bar	6,6 K
Ciepło parowania przy 1,013 bar	194,3 kJ/kg
Gęstość cieczy przy 25°C	1,152 kg/dm <sup>3</sup>
Gęstość pary nasyconej przy 1,013 bar	5,8 kg/m <sup>3</sup>
Gęstość pary przegrzanej przy 1,013 bar i 25°C	4,4 kg/m <sup>3</sup>
Ciepło właściwe cieczy przy 25°C	1,47 kJ/kgK
Ciepło właściwe pary przy 25°C i 1,013 bar	0,822 kJ/kgK
Przewodność cieplna cieczy przy 25°C	0,072 W/mK
Przewodność cieplna pary przy 25°C i 1,013 bar	0,014 W/mK
Lepkość cieczy przy 25°C	0,137 mPa s
Lepkość pary przy 25°C i 1,013 bar	0,012 mPa s
Napięcie powierzchniowe przy 25°C	5,5 mN/m
Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP)	2400

Tab. 5.2. Temperatura nasycenia cieczy i pary czynnika R 419A w zależności od ciśnienia [10]

Ciśnienie [bar]	Temperatura [°C]	
	Para	Ciecz
1,0	-42,9	-36,2
1,4	-35,4	-29,0
1,8	-29,5	-23,2
2,2	-24,6	-18,3
2,6	-20,3	-14,1
3,0	-16,4	-10,4
3,4	-13,0	-7,0
3,8	-9,8	-4,0
4,2	-6,9	-1,1
4,6	-4,2	1,5
5,0	-1,7	3,9
5,4	0,6	6,2
5,8	2,9	8,4
6,2	5,0	10,5
6,6	7,1	12,5
7,0	9,0	14,3
7,4	10,9	16,1

7,8	12,6	17,9
8,2	14,4	19,5
8,6	16,0	21,1
9,0	17,6	22,7
9,4	19,2	24,2
9,8	20,7	25,6
10,0	21,4	26,3
11,0	24,9	29,7
12,0	28,2	32,8
13,0	31,3	35,8
14,0	34,2	38,6
15,0	36,9	41,2
16,0	39,5	43,7
17,0	42,0	46,1
19,0	46,7	50,6
21,0	51,1	54,7
23,0	55,1	58,5
25,0	59,0	62,1

Tab. 6.1. Podstawowe własności czynnika R 424A [26]

Masa cząsteczkowa	108 g/mol
Temperatura krytyczna	88,8°C
Ciśnienie krytyczne	40,4 bar
Normalna temperatura wrzenia	-38,7°C
Poślizg temperatury przy 1,013 bar	4 K
Ciepło parowania przy 1,013 bar	196 kJ/kg
Gęstość cieczy przy 25°C	1,169 kg/dm <sup>3</sup>
Gęstość pary nasyconej przy 1,013 bar	5,6 kg/m <sup>3</sup>
Gęstość pary przegrzanej przy 1,013 bar i 25°C	4,8 kg/m <sup>3</sup>
Ciepło właściwe cieczy przy 25°C	1,43 kJ/kgK
Przewodność cieplna cieczy przy 25°C	0,072 W/mK
Lepkość cieczy przy 25°C	0,167 mPa s
Lepkość pary przy 25°C i 1,013 bar	0,0122 mPa s
Napięcie powierzchniowe przy 25°C	6,56 mN/m
Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP)	2440

Tab. 7.1. Podstawowe własności czynnika R 434A [26]

Masa cząsteczkowa	105,3 g/mol
Temperatura krytyczna	77,8°C
Ciśnienie krytyczne	39,3 bar
Normalna temperatura wrzenia	-44,9°C
Poślizg temperatury przy 1,013 bar	1,5 K
Ciepło parowania przy 1,013 bar	190 kJ/kg
Gęstość cieczy przy 25°C	1,096 kg/dm <sup>3</sup>
Gęstość pary nasyconej przy 1,013 bar	5,76 kg/m <sup>3</sup>
Gęstość pary przegrzanej przy 1,013 bar i 25°C	4,8 kg/m <sup>3</sup>
Ciepło właściwe cieczy przy 25°C	1,5 kJ/kgK
Ciepło właściwe pary przy 25°C i 1,013 bar	0,861 kJ/kgK
Przewodność cieplna cieczy przy 25°C	0,0665 W/mK
Lepkość cieczy przy 25°C	0,14 mPa s
Lepkość pary przy 25°C i 1,013 bar	0,0128 mPa s
Napięcie powierzchniowe przy 25°C	5,28 mN/m
Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP)	3238

Tab. 4.2. Właściwości termodynamiczne czynnika R 417A 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	0,018	0,009	0,0006	14,6370	75,9	233,5	309,3	0,4378	1,8120
-95	0,028	0,015	0,0006	9,0351	81,9	230,4	312,3	0,4723	1,7893
-90	0,043	0,025	0,0007	5,7645	88,0	227,4	315,3	0,5057	1,7691
-85	0,065	0,039	0,0007	3,7898	94,0	224,4	318,4	0,5380	1,7510
-80	0,094	0,058	0,0007	2,5604	100,0	221,5	321,5	0,5695	1,7349
-75	0,134	0,086	0,0007	1,7733	106,0	218,6	324,6	0,6002	1,7206
-70	0,186	0,125	0,0007	1,2562	112,0	215,7	327,7	0,6302	1,7078
-65	0,255	0,176	0,0007	0,9085	118,0	212,9	330,9	0,6595	1,6965
-60	0,343	0,244	0,0007	0,6695	124,1	210,0	334,1	0,6881	1,6865
-55	0,455	0,332	0,0007	0,5019	130,2	207,1	337,2	0,7163	1,6776
-50	0,594	0,444	0,0007	0,3822	136,3	204,1	340,4	0,7439	1,6698
-45	0,765	0,585	0,0007	0,2953	142,4	201,1	343,6	0,7711	1,6630
-40	0,972	0,759	0,0007	0,2311	148,8	198,1	346,7	0,7979	1,6570
-35	1,223	0,972	0,0007	0,1831	154,8	195,0	349,8	0,8242	1,6517
-30	1,521	1,229	0,0007	0,1466	161,1	191,8	352,9	0,8502	1,6471
-25	1,872	1,538	0,0007	0,1186	167,4	188,6	356,0	0,8758	1,6432
-20	2,284	1,903	0,0008	0,0968	173,8	185,3	359,1	0,9012	1,6397
-15	2,763	2,333	0,0008	0,0797	180,3	181,8	362,1	0,9263	1,6368
-10	3,314	2,833	0,0008	0,0661	186,8	178,3	365,1	0,9511	1,6342
-5	3,947	3,413	0,0008	0,0553	193,4	174,6	368,0	0,9756	1,6320
0	4,666	4,078	0,0008	0,0464	200,0	170,8	370,8	1,0000	1,6301
5	5,481	4,837	0,0008	0,0393	206,7	166,9	373,6	1,0242	1,6284
10	6,399	5,699	0,0008	0,0334	213,6	162,7	376,3	1,0482	1,6269
15	7,428	6,673	0,0008	0,0285	220,5	158,4	378,9	1,0722	1,6256
20	8,576	7,766	0,0009	0,0244	227,5	153,9	381,4	1,0960	1,6243
25	9,852	8,988	0,0009	0,0210	234,6	149,1	383,8	1,1198	1,6230
30	11,264	10,349	0,0009	0,0181	241,9	144,1	386,0	1,1435	1,6216
35	12,823	11,859	0,0009	0,0156	249,3	138,8	388,1	1,1673	1,6201
40	14,536	13,530	0,0009	0,0135	256,9	133,1	390,0	1,1912	1,6183
45	16,415	15,371	0,0009	0,0117	264,7	126,9	391,6	1,2152	1,6162
50	18,470	17,396	0,0010	0,0101	272,6	120,3	393,0	1,2395	1,6137
55	20,712	19,619	0,0010	0,0087	280,9	113,1	394,0	1,2641	1,6104
60	23,154	22,055	0,0010	0,0075	289,5	105,2	394,6	1,2893	1,6063
65	25,809	24,721	0,0011	0,0064	298,5	96,2	394,6	1,3153	1,6009
70	28,691	27,642	0,0011	0,0054	308,0	85,8	393,8	1,3425	1,5935
75	31,819	30,847	0,0012	0,0045	318,6	73,2	391,7	1,3718	1,5828
80	35,207	34,392	0,0013	0,0036	330,9	56,2	387,1	1,4058	1,5656
85	38,777	38,485	0,0017	0,0024	353,3	18,0	371,3	1,4672	1,5175

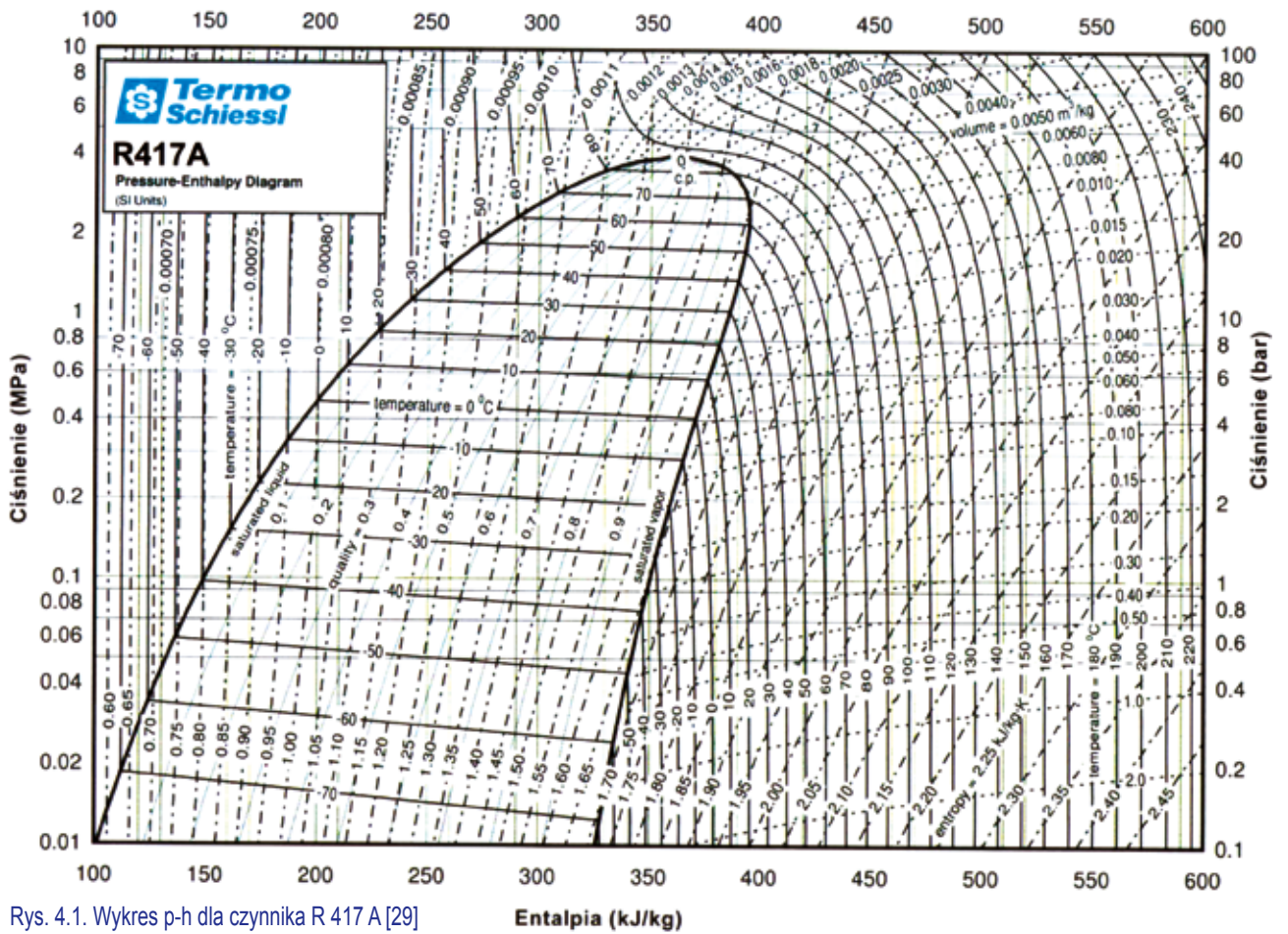
Tab. 6.2. Własności termodynamiczne czynnika R 424A dla cieczy i pary nasyconej [26]

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
-60	0,336	0,204	0,0007	0,7941	125,3	208,5	333,7	0,6931	1,6938
-54	0,470	0,298	0,0007	0,5564	132,4	205,2	337,6	0,7260	1,6827
-50	0,581	0,378	0,0007	0,4449	137,2	202,9	340,1	0,7476	1,6762
-44	0,787	0,531	0,0007	0,3239	144,4	199,5	343,9	0,7795	1,6677
-40	0,953	0,657	0,0007	0,2651	149,3	197,2	346,5	0,8005	1,6627
-34	1,253	0,890	0,0007	0,1992	156,6	193,6	350,3	0,8316	1,6562
-30	1,491	1,079	0,0007	0,1662	161,6	191,2	352,8	0,8520	1,6524
-24	1,913	1,419	0,0007	0,1282	169,1	187,5	356,5	0,8824	1,6476
-20	2,242	1,689	0,0007	0,1087	174,1	184,9	359,0	0,9023	1,6447
-14	2,814	2,167	0,0008	0,0857	181,8	180,9	362,7	0,9320	1,6411
-10	3,254	2,540	0,0008	0,0736	186,9	178,2	365,1	0,9516	1,6390
-4	4,009	3,189	0,0008	0,0591	194,7	174,0	368,7	0,9807	1,6364
0	4,581	3,688	0,0008	0,0514	200,0	171,0	371,0	1,0000	1,6349
6	5,553	4,545	0,0008	0,0419	208,0	166,4	374,5	1,0287	1,6329
10	6,282	5,195	0,0008	0,0367	213,4	163,3	376,7	1,0477	1,6318
16	7,507	6,301	0,0008	0,0303	221,6	158,3	379,9	1,0761	1,6303
20	8,417	7,130	0,0008	0,0267	227,2	154,8	382,0	1,0950	1,6294
26	9,932	8,527	0,0009	0,0222	235,7	149,3	385,0	1,1232	1,6281
30	11,050	9,566	0,0009	0,0197	241,5	145,5	386,9	1,1420	1,6272
36	12,897	11,301	0,0009	0,0165	250,3	139,4	389,6	1,1703	1,6258
40	14,250	12,583	0,0009	0,0147	256,3	135,0	391,3	1,1892	1,6247
46	16,472	14,709	0,0009	0,0124	265,5	128,1	393,5	1,2177	1,6227
50	18,091	16,272	0,0010	0,0110	271,8	123,0	394,8	1,2368	1,6211
56	20,737	18,853	0,0010	0,0092	281,5	114,9	396,4	1,2659	1,6180
60	22,655	20,743	0,0010	0,0082	288,3	108,9	397,2	1,2857	1,6153
66	25,778	23,859	0,0011	0,0068	298,9	98,8	397,7	1,3163	1,6099
70	28,034	26,141	0,0011	0,0060	306,4	91,1	397,5	1,3374	1,6050
76	31,694	29,914	0,0012	0,0048	318,5	77,3	395,9	1,3715	1,5945
80	34,324	32,706	0,0013	0,0041	327,8	65,5	393,3	1,3970	1,5836
86	39,522	37,516	0,0014	0,0029	342,4	40,2	382,6	1,4358	1,5488

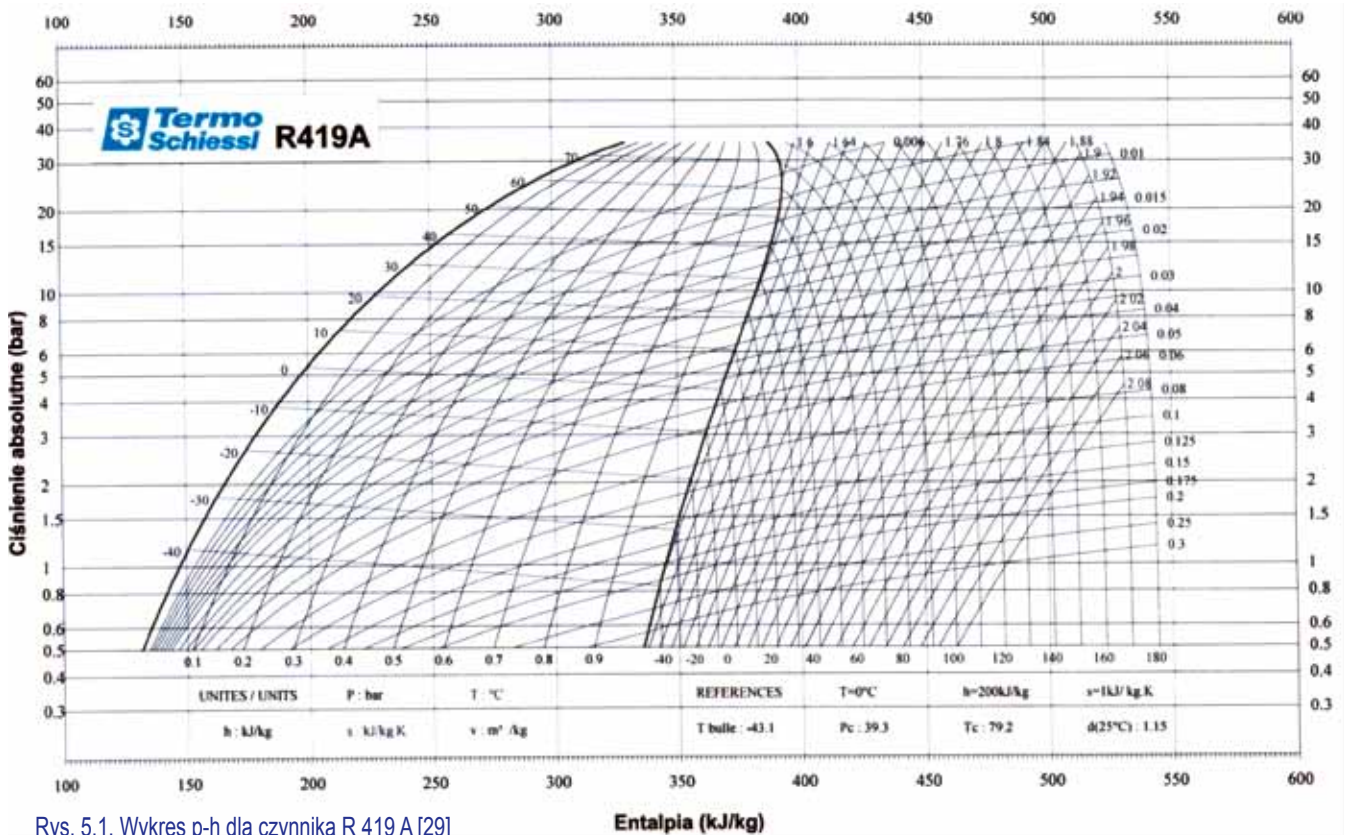
Tab. 7.2. Własności termodynamiczne czynnika R 434A dla cieczy i pary nasyconej [26]

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
-60	0,457	0,386	0,0007	0,4266	124,7	198,9	323,6	0,6912	1,6324
-54	0,633	0,543	0,0007	0,3100	131,8	195,5	327,4	0,7241	1,6235
-50	0,778	0,673	0,0007	0,2534	136,6	193,2	329,9	0,7458	1,6183
-44	1,042	0,913	0,0007	0,1903	143,9	189,7	333,6	0,7777	1,6114
-40	1,255	1,107	0,0007	0,1586	148,8	187,3	336,0	0,7988	1,6075
-34	1,635	1,458	0,0008	0,1223	156,2	183,5	339,7	0,8300	1,6023
-30	1,934	1,736	0,0008	0,1037	161,1	181,0	342,1	0,8505	1,5994
-24	2,460	2,227	0,0008	0,0817	168,7	177,0	345,7	0,8810	1,5956
-20	2,868	2,610	0,0008	0,0702	173,8	174,3	348,0	0,9012	1,5934
-14	3,573	3,277	0,0008	0,0564	181,5	170,0	351,5	0,9311	1,5907
-10	4,112	3,788	0,0008	0,0490	186,7	167,1	353,8	0,9509	1,5891
-4	5,032	4,665	0,0008	0,0399	194,6	162,5	357,1	0,9805	1,5871
0	5,726	5,330	0,0008	0,0350	200,0	159,3	359,3	1,0000	1,5859
6	6,899	6,458	0,0008	0,0289	208,2	154,3	362,4	1,0292	1,5843
10	7,775	7,303	0,0009	0,0255	213,7	150,8	364,5	1,0486	1,5834
16	9,240	8,723	0,0009	0,0212	222,1	145,3	367,4	1,0776	1,5820
20	10,325	9,778	0,0009	0,0188	227,9	141,4	369,2	1,0969	1,5811
26	12,127	11,537	0,0009	0,0158	236,6	135,2	371,8	1,1260	1,5796
30	13,451	12,834	0,0009	0,0140	242,6	130,8	373,4	1,1454	1,5784
36	15,636	14,981	0,0010	0,0118	251,8	123,7	375,5	1,1748	1,5763
40	17,233	16,556	0,0010	0,0105	258,1	118,6	376,7	1,1945	1,5745
46	19,855	19,152	0,0010	0,0088	267,8	110,2	378,1	1,2246	1,5710
50	21,762	21,049	0,0010	0,0078	274,6	104,1	378,7	1,2450	1,5680
56	24,883	24,168	0,0011	0,0064	285,3	93,6	378,9	1,2767	1,5619
60	27,147	26,446	0,0011	0,0056	292,8	85,5	378,4	1,2988	1,5562
66	30,847	30,200	0,0012	0,0045	305,3	70,6	376,0	1,3347	1,5434
70	33,531	32,965	0,0013	0,0038	315,2	57,1	372,3	1,3625	1,5293



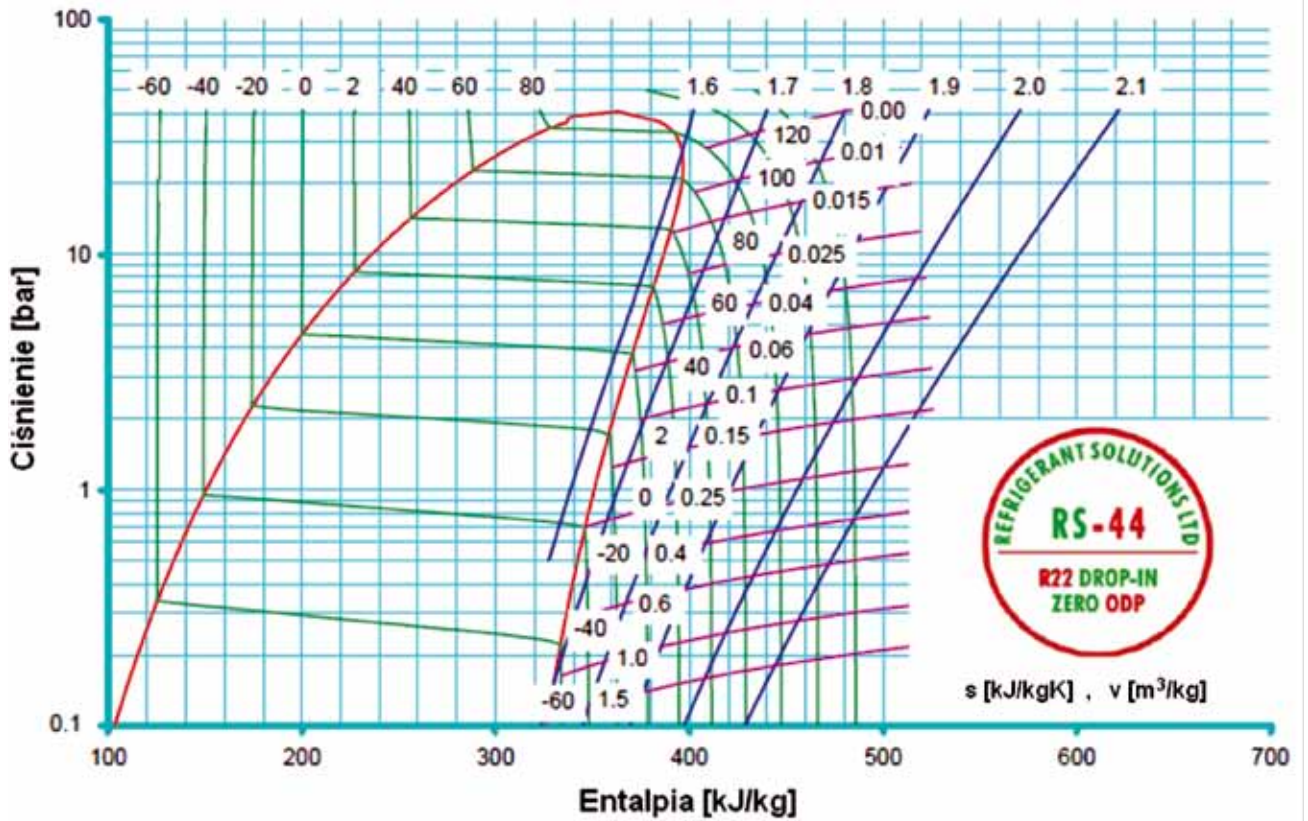


Rys. 4.1. Wykres p-h dla czynnika R 417 A [29]

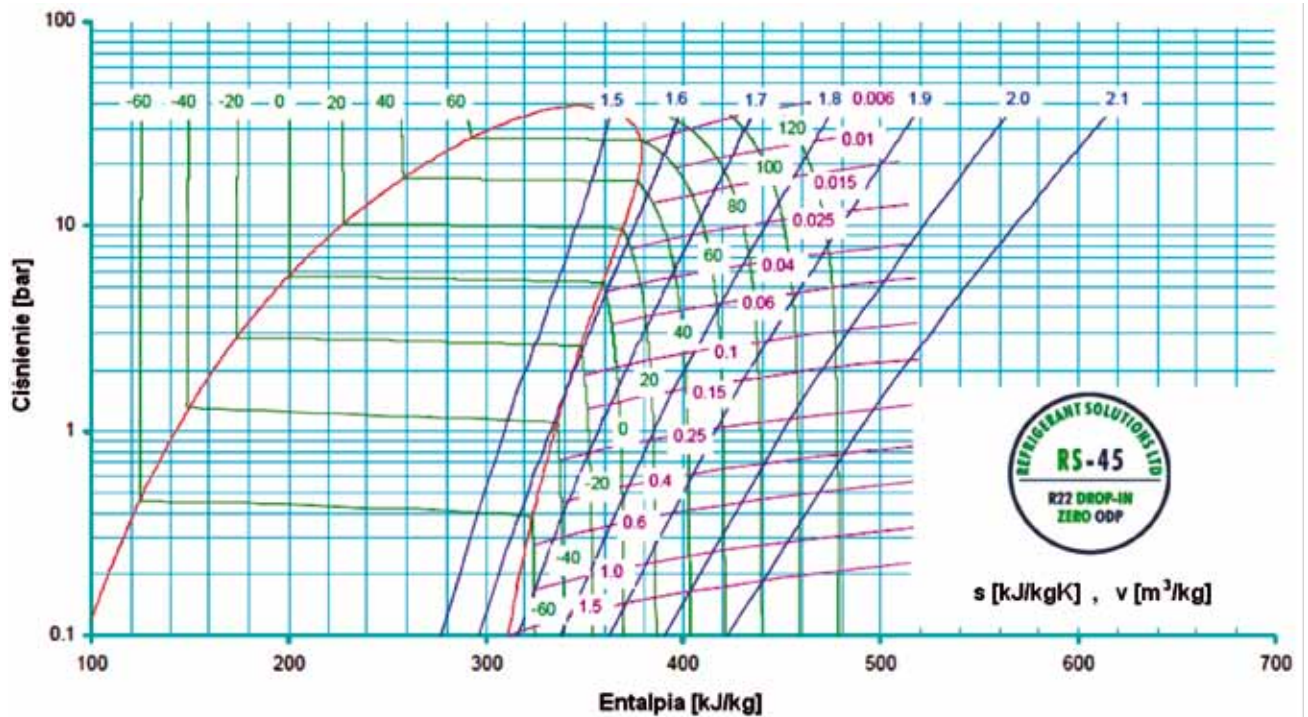


Rys. 5.1. Wykres p-h dla czynnika R 419 A [29]





Rys. 6.1. Wykres p-h dla czynnika R 424 A [26]



Rys. 7.1. Wykres p-h dla czynnika R 434 A [26]