

ZAMIENNIKI „SERWISOWE” CZYNNIKA R 22

Część 5

dr inż. **Waldemar TARGAŃSKI**
Politechnika Gdańska

11. INNE „ZAMIENNIKI SERWISOWE” CZYNNIKA R 22

W tym rozdziale zamieszczono informacje na temat mieszanin dostępnych raczej na rynku amerykańskim. Przede wszystkim jednak, cechą odróżniającą te płyny od niemal wszystkich opisanych wcześniej „zamienników serwisowych” czynnika R 22 jest ich skład. Obejmuje on albo tylko substancje z grupy HFC (czynniki R 421A i R 421B), albo tylko (R 433A) lub w większości (R 431A i R 432A) węglowodory.

11.1. Mieszaniny R 421

Czynnik R 421A należący do grupy bezpieczeństwa L1(A1) jest dwuskładnikową mieszaniną R 125 (58%) i R 134a (42%). Jego podstawowe własności fizyczne zamieszczono w tabeli 11.1. Mieszanina ta posiada ciśnienia nasycenia na tyle zbliżone do czynnika R 22, że zaleca się ją do różnorodnych układów chłodniczych, przede wszystkim jednak do urządzeń średnio i wysokotemperaturowych [27].

Czynnik R 421A jest oferowany jako zamiennik typu „drop-in” (a więc nie wymagający zmiany rodzaju oleju), chociaż zawiera tylko substancje z grupy HFC. W ramach wymiany czynnika R 22 na tę mieszaninę może się okazać konieczna zmiana zaworu rozprężnego (lub wymiana dyszy w TZR na większą). Przy niższej temperaturze tłoczenia mieszanina R 421A charakteryzuje się nieco gorszym współczynnikiem wydajności chłodniczej w porównaniu z zastępowanym czynnikiem R 22 [27].

Do zastosowań niskotemperaturowych oferowana jest natomiast mieszanina R 421B, zalecana jako zamiennik typu „drop-in” w miejsce czynnika R 502 lub płynów typu HCFC w instalacjach o niskiej temperaturze parowania. Jeśli zastępowanym czynnikiem jest R 22, to zawór rozprężny należy wymienić [27].

Czynnik R 421B składa się z 85% R 125 i 15% R 134a. Jego normalna temperatura wrzenia wynosi $-45,7^{\circ}\text{C}$, a poślizg temperaturowy 3,1 K. Mieszanina ta charakteryzuje się potencjałem tworzenia efektu cieplarnianego na poziomie 3200 [14].

11.2. Czynnik R 431A

Pod oznaczeniem R 431A w kodzie ASHRAE kryje się mieszanina 71% propanu (R 290) i 29% R 152a. Ten drugi składnik należy do grupy HFC, przy czym jest substancją palną. Co za tym idzie, cała mieszanina cechuje się palnością. Z kolei zaletami czynnika R 431A są znikomy poślizg temperaturowy i niewielki potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (tab. 11.2).

Przeznaczeniem mieszaniny R 431A jest zastępowanie czynnika R 22 w wysokotemperaturowych układach chłod-

niczych, w urządzeniach klimatyzacyjnych i w pompach ciepła, bez wymiany oleju i głównych podzespołów instalacji. Po napełnieniu układu mieszaniną w ilości 45% do 50% masy odzyskanego czynnika R 22, wydajność chłodnicza i ciśnienia robocze powinny utrzymać się na zbliżonym poziomie, temperatura tłoczenia obniży się o 20 do 30 K, a współczynnik wydajności chłodniczej może wzrosnąć o kilka procent [7,23].

Tab. 11.1. Podstawowe własności czynnika R 421A [14,27]

| | |
|---|--------------|
| Masa cząsteczkowa | 111,75 g/mol |
| Temperatura krytyczna | 82,8°C |
| Ciśnienie krytyczne | 39,19 bar |
| Normalna temperatura wrzenia | -40,8°C |
| Poślizg temperatury przy 1,013 bar | 5,3 K |
| Ciepło parowania przy 1,013 bar | 191,8 kJ/kg |
| Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP) | 2600 |

Tab. 11.2. Podstawowe własności „mieszanin serwisowych” firmy MK Chemical [14,23]

| | R 431A | R 432A | R 433A |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Masa cząsteczkowa | 48,8 g/mol | 42,8 g/mol | 43,5 g/mol |
| Normalna temperatura wrzenia | -43,1°C | -46,6°C | -44,6°C |
| Poślizg temperatury przy 1,013 bar | 0,06 K | 0,43 K | 0,34 K |
| Ciepło parowania przy 1,013 bar | 337,2 kJ/kg | 377,9 kJ/kg | 373,7 kJ/kg |
| Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP) | 43 | <3 | <3 |

11.3. Czynnik R 432A

Podobne przeznaczenie – zastępowanie czynnika R 22 w układach wysokotemperaturowych – ma czynnik R 432A, będący mieszaniną złożoną z 80% propylenu (R 1270) oraz 20% dwumetyloeteru (R-E170). Ponieważ są to składniki naturalne, w związku z tym mieszanina charakteryzuje się bardzo niskim potencjałem tworzenia efektu cieplarnianego (tab. 11.2) i może współpracować z olejem mineralnym. Przy zbliżonych ciśnieniach roboczych, w porównaniu do czynnika R 22 napełnienie układu mieszaniną R 432A kształtuje się na poziomie ok. 50%, a wydajność chłodnicza i współczynnik wydajności chłodniczej wykazują kilkuprocentowy wzrost [8,23].

11.4. Czynnik R 433A

Mieszanina R 433A jest zamiennikiem typu „drop-in” dla

układów niskotemperaturowych pracujących dotychczas z czynnikiem R 502 lub płynami typu HCFC. Składa się z 30% propylenu (R 1270) i 70% propanu (R 290), toteż jej potencjał tworzenia efektu cieplarnianego jest bardzo niski (tab. 11.2). Przy napełnieniu układu wynoszącym 50% do 55% masy czynnika R 502 można oczekiwać pewnej poprawy efektywności działania urządzenia oraz nieco niższych ciśnień roboczych [23].

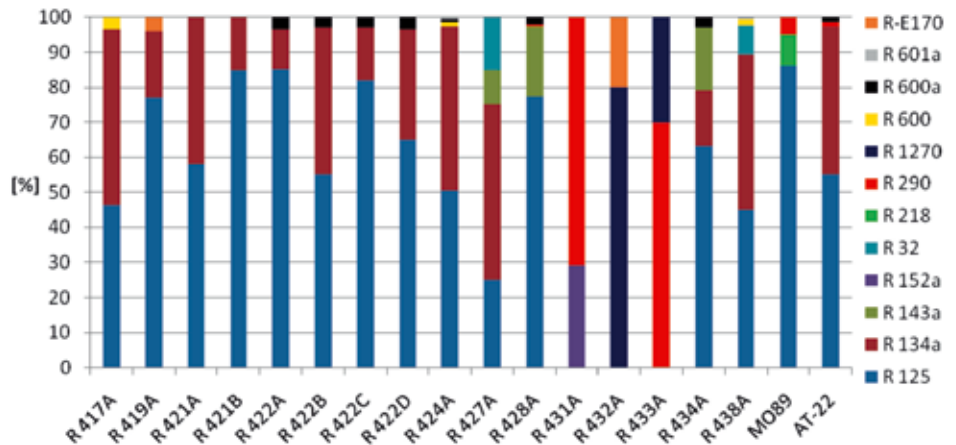
11.5. Czynnik ICOR AT-22

Opracowany swego czasu przez firmę ICOR czynnik AT-22 najbardziej przypomina „mieszanki serwisowe” opisane w poprzednich rozdziałach, gdyż zawiera zarówno substancje typu HFC, jak i węglowodory. Mieszaninę tworzy 55% R 125, 42,5% R 134a, 1% propanu (R 290) oraz 1,5% izobutanu (R 600a). Czynnik AT-22 jest zamiennikiem typu „drop-in” dla różnorodnych układów pracujących z R 22. Mieszanina jest niepalna, klasyfikowana w grupie bezpieczeństwa L1(A1) i posiada potencjał tworzenia efektu cieplarnianego na poziomie 2500 [30]. Nie przypisano jej numeru w kodzie ASHRAE.

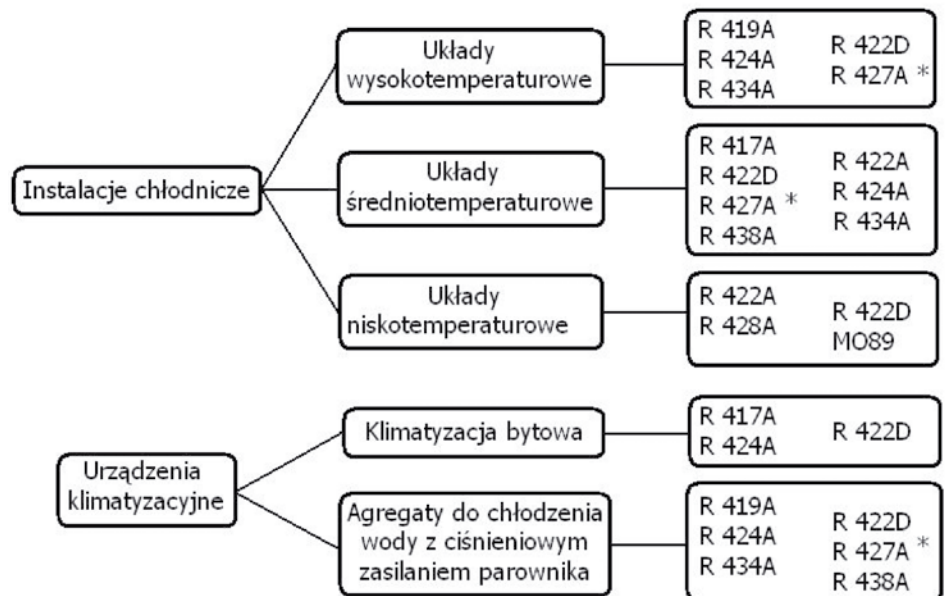
12. PODSUMOWANIE

12.1. Zastosowanie „mieszanki serwisowych”

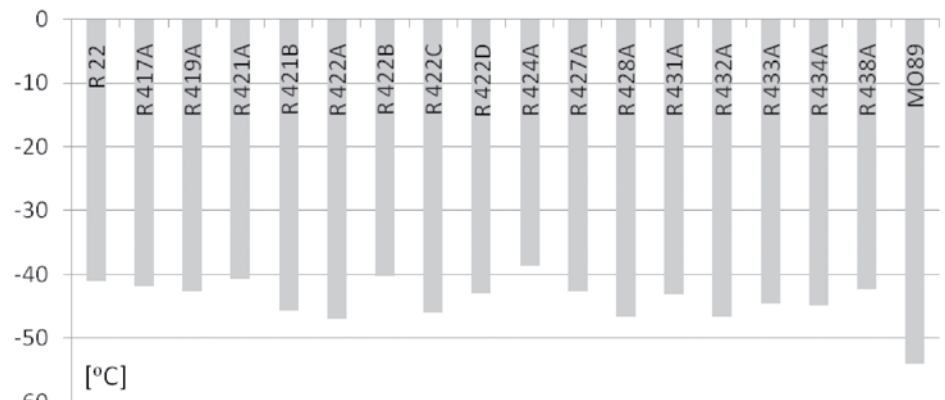
W artykule zestawiono dostępne informacje o płynach roboczych będących wobec czynnika R 22 zamiennikami typu „drop-in”. Jakkolwiek z zasady są one przeznaczone do serwisowania istniejących układów chłodniczych, to nic nie stoi na przeszkodzie, aby napełniać nimi nowo budowane instalacje. Z tego punktu widzenia, czynniki te stanowią nawet pewną konkurencję dla rozpowszechnionych już mieszanin typu HFC, jak R 410A, R 407C, czy R 507.



Rys. 12.1. Graficzna interpretacja składu „mieszanki serwisowych” (por. tab. 1.2)

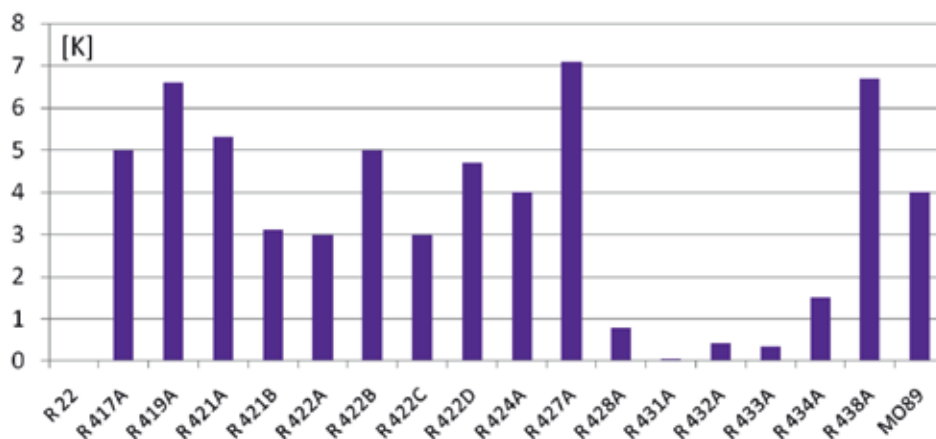


Rys. 12.2. Zasadnicze obszary zastosowania „mieszanki serwisowych” oferowanych na naszym rynku – na podstawie [16], (* czynnik R 427A wymaga jednorazowej zmiany oleju w układzie na poliestrowy)



Rys. 12.3. Porównanie normalnej temperatury wrzenia „serwisowych” zamienników czynnika R 22

Opisane „czynniki serwisowe” są mieszaninami złożonymi z od dwóch do nawet pięciu składników, z których część jest zwykle związkami chemicznymi z grupy HFC, resztę zaś stanowi domieszka węglowodorów (rys. 12.1). Kompozycja taka ma za zadanie z jednej strony zbliżyć własności mieszaniny do parametrów termodynamicznych czynnika R 22, a z drugiej ułatwić powrót tradycyjnego oleju z układu chłodniczego do skrzyni korbowej sprężarki. Stopień dopasowania charakterystyki płynu decyduje o zakresie jego



Rys. 12.4. Porównanie poślizgu temperaturowego „mieszanin serwisowych”

stosowania (rys. 12.2). I tak na przykład, czynniki przeznaczone dla instalacji niskotemperaturowych wyróżniają się z reguły niższą normalną temperaturą wrzenia (rys. 12.3), a do układów wyposażonych w parowniki zalane nadają się w zasadzie jedynie mieszaniny o nieznacznym (poniżej 1 K) poślizgu temperaturowym (rys. 12.4). Zalecane obszary wykorzystania poszczególnych czynników sprecyzowano dokładnie w rozdziałach im poświęconych.

12.2. Procedura „drop-in”

Przebieg operacji wymiany czynnika R 22 (lub innego płynu typu HCFC) na którąkolwiek z opisanych „mieszanin serwisowych” jest zbliżony. Bezpośrednio przed wymianą czynnika chłodniczego należy zanotować parametry robocze (o ile instalacja jest sprawna), a następnie odzyskać dotychczasowy płyn roboczy. Kolejnym krokiem jest dokonanie niezbędnych napraw oraz wymiana filtra-odwadniacza. Niekiedy trzeba też zainstalować nowy zawór rozprężny, co zaznaczono w odpowiednich rozdziałach tego artykułu.

Obawy może budzić odporność starszych tworzyw sztucznych na kontakt z nowymi zamiennikami. Stąd zaleca się konsultacje w tym zakresie z producentem sprężarki oraz samego czynnika „serwisowego”. Niebezpieczeństwo zniszczenia materiału uszczelniających lub izolacji uzwojeń silników elektrycznych nie jest duże, o ile w układzie pozostanie ten sam rodzaj oleju smarnego. Niezależnie od tego, warto wymienić dostępne uszczelnienia połączeń rozłącznych.

Zgodnie z intencją twórców „mieszanin serwisowych” nie ma potrzeby usuwania dotychczasowego środka smarnego, o ile nie wykazuje on oznak zużycia. W nieskomplikowanych układach chłodniczych zamienniki typu „drop-in” powinny zadowalająco współpracować z tradycyjnymi olejami mineralnymi i alkilobenzenowymi. Dopiero silne pienienie się środka smarnego, duże wahania jego poziomu, czy inne oznaki utrudnionego powrotu oleju do skrzyni korbowej sprężarki stanowią przesłankę do częściowego zastąpienia go olejem syntetycznym – poliestrowym. Bez względu, chociaż niecałkowita wymiana oleju na poliestrowy jest wymagana w przypadku mieszanin nie zawierających domieszki węgłodoru, jak R 427A.

Po wytworzeniu w instalacji próżni, układ napełnia się „mieszaniną serwisową” w fazie ciekłej, do osiągnięcia porównywalnych parametrów roboczych. W miarę potrzeby należy skorygować przegrzanie statyczne na termosta-

tycznym zaworze rozprężnym oraz nastawy presostatów i ewentualnych innych regulatorów ciśnienia.

12.3. Porównanie wybranych własności termodynamicznych

Na rysunkach 12.5 do 12.9 zestawiono parametry robocze i wielkości charakterystyczne teoretycznego obiegu chłodniczego dla wybranych czynników przeznaczonych do układów wysokotemperaturowych. Porównania dokonano dla temperatury parowania

0°C, temperatury skraplania 40°C, przegrzania pary na ssaniu o 15 K i przy braku dochłodzenia cieczy za skraplaczem. Ciśnienia robocze tych płynów nie odbiegają drastycznie od ciśnienia czynnika R 22 – najniższe wartości posiada mieszanina R 424A, zaś najwyższe R 434A. Najbardziej zbliżonym do R 22 ciśnieniem parowania charakteryzuje się mieszanina R 422D, zaś ciśnieniem skraplania R 419A i R 417A. Nieco wyższy niż dla czynnika R 22 jest spręż analizowanych płynów, przy czym najkorzystniejszą wartość posiada mieszanina R 434A. Wszystkie „mieszaniny serwisowe” wykazują natomiast niższą temperaturę końca sprężania i to o kilka do kilkunastu kelwinów.

W porównaniu do czynnika R 22 analizowane mieszaniny wykazują niższy współczynnik wydajności chłodniczej oraz niższą jednostkową wydajność chłodniczą objętościową. Spośród nich najkorzystniejsze wartości zanotowano dla czynnika R 434A (wydajność) oraz dla R 417A, R424A i R 427A (współczynnik wydajności).

Z kolei na rysunkach 12.10 do 12.14 porównano analogiczne wielkości dla teoretycznego obiegu chłodniczego niskotemperaturowego. Założono temperaturę parowania na poziomie -30°C, temperaturę skraplania +30°C, przegrzanie równe 15 K oraz brak dochłodzenia. Najwyższymi ciśnieniami nasycenia charakteryzują się czynniki R 428A i R 422A, najbardziej zbliżone do czynnika R 22 ciśnienie parowania wykazuje mieszanina R 434A, zaś ciśnienie skraplania R 438A, R 422D i R 427A. Najbardziej zbliżony spręż posiadają zamienniki R 422A i R 428A. Dla pozostałych mieszanin spręż jest wyższy, szczególnie w przypadku R 427A.

Jeszcze większą różnicę niż w obiegu wysokotemperaturowym można zaobserwować porównując temperaturę końca sprężania czynnika R 22 i jego zamienników. Są one niższe o 15 K (R 427A) do nawet 22 K (R 422A). Podobnie jak dla poprzednio ustalonych parametrów, w obiegu niskotemperaturowym współczynniki wydajności chłodniczej „mieszanin serwisowych” nie dorównują wartości obliczonej dla czynnika R 22. Niższe są też wartości jednostkowej wydajności chłodniczej objętościowej, przy czym mieszaniny R 428A i R 422A nie odstają pod tym względem zbyt od swojego poprzednika.

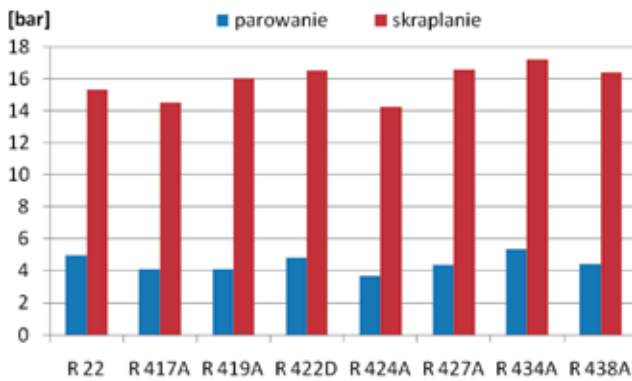
Należy podkreślić, że prezentowane wyniki otrzymane z obliczeń prowadzonych dla obiegów teoretycznych. W rzeczywistym układzie chłodniczym takie wielkości jak współczynnik wydajności chłodniczej, czy jednostkowa

czynniki chłodnicze

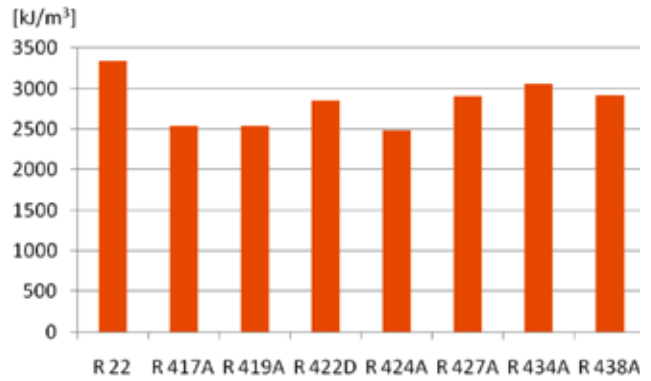
czynniki chłodnicze

czynniki chłodnicze

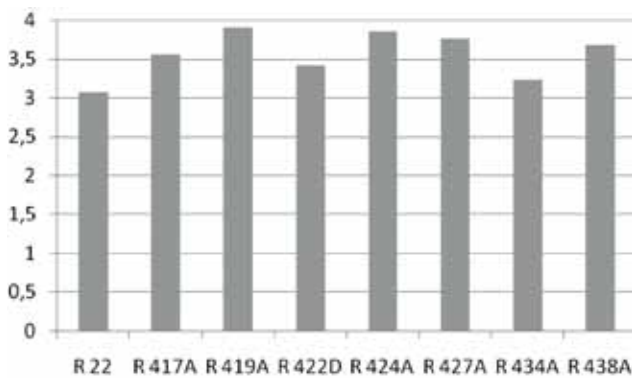
czynniki chłodnicze



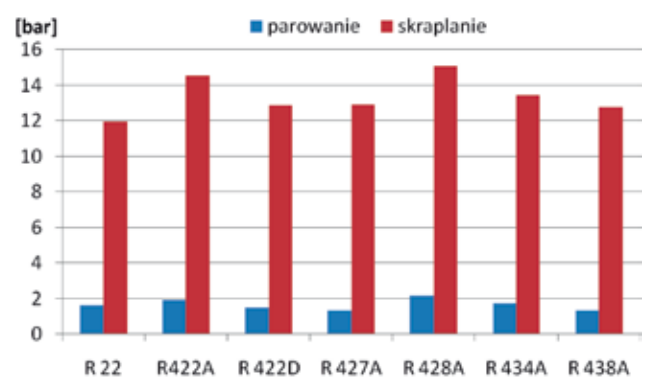
Rys. 12.5. Porównanie ciśnień roboczych wybranych zamienników czynnika R 22 w obiegu wysokotemperaturowym



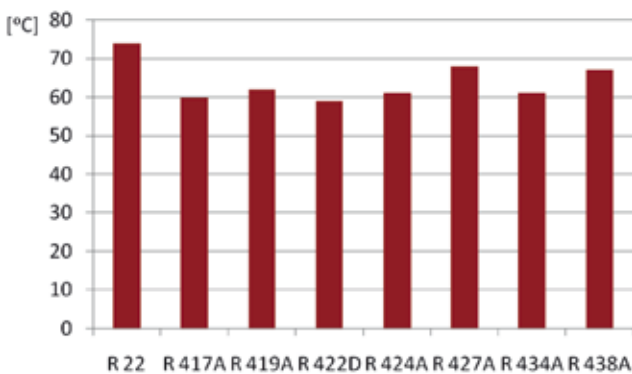
Rys. 12.9. Porównanie jednostkowej wydajności chłodniczej objętościowej wybranych czynników



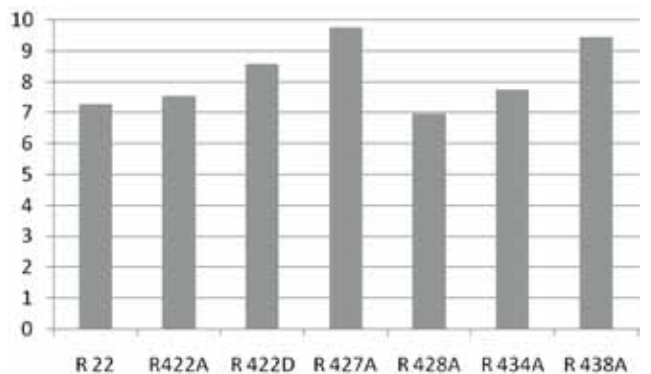
Rys. 12.6. Porównanie sprężu dla czynnika R 22 i wybranych zamienników typu „drop-in”



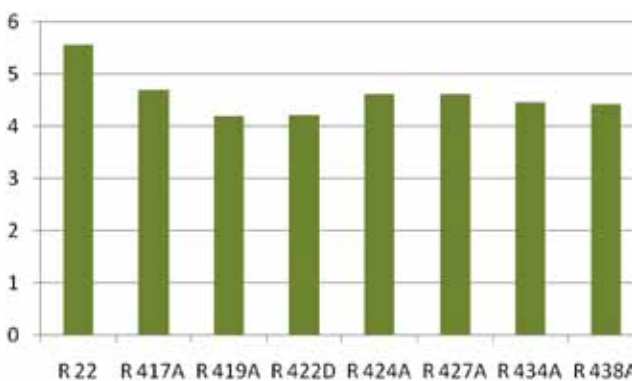
Rys. 12.10. Porównanie ciśnień roboczych wybranych czynników w obiegu niskotemperaturowym



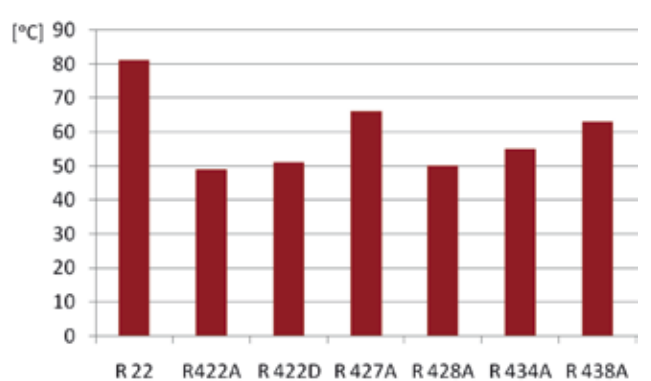
Rys. 12.7. Porównanie temperatury końca sprężania wybranych mieszanin i czynnika R 22 w wysokotemperaturowym obiegu chłodniczym



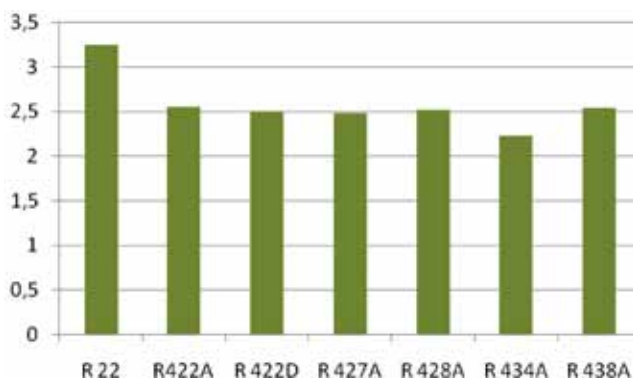
Rys. 12.11. Porównanie sprężu wybranych czynników dla parametrów z rys. 12.10



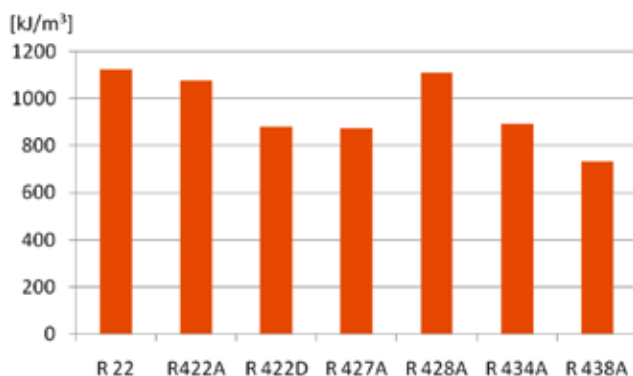
Rys. 12.8. Porównanie współczynnika wydajności chłodniczej czynnika R 22 i wybranych wysokotemperaturowych zamienników „serwisowych”



Rys. 12.12. Porównanie temperatury końca sprężania wybranych czynników w obiegu niskotemperaturowym



Rys. 12.13. Porównanie współczynnika wydajności chłodniczej czynnika R 22 i wybranych zamienników niskotemperaturowych



Rys. 12.14. Porównanie jednostkowej wydajności chłodniczej objętościowej dla założonych parametrów obiegu i wybranych czynników chłodniczych

wydajność chłodnicza objętościowa zależą nie tylko od własności płynu roboczego, ale również od takich warunków, jak konstrukcja podzespołów instalacji i całego urządzenia, ich wykonanie, czy sposób eksploatacji. Rzeczywiste relacje tych wielkości mogą się zatem różnić od rezultatów obliczeń teoretycznych, a dostępne wnioski praktyczne przywołano w rozdziałach poświęconych poszczególnym czynnikom.

12.4. Bezpieczeństwo posługiwania się „mieszaninami serwisowymi”

Zagrożenia i zasady bezpieczeństwa podczas pracy z zamiennikami typu „drop-in” są identyczne, jak w przypadku innych czynników chłodniczych, w szczególności syntetycznych. Bezpośrednie odparowanie cieczy w kontakcie z ciałem jest przyczyną odmrożeń, a zbyt duże stężenie cięższych od powietrza par czynnika w pomieszczeniu może prowadzić do uduszenia na skutek braku wystarczającej ilości tlenu. Zbyt silne ogrzanie substancji zamknie-

tej w butli lub w instalacji (np. podczas pożaru) powoduje nadmierny wzrost jej ciśnienia. Chociaż mieszaniny związków typu HFC i węglowodorów nie są trujące, to produkty ich termicznego rozkładu są już toksyczne. Większość opisanych „czynników serwisowych” nie jest palna, jednak istnieją wyjątki (R 431A, R 432A, R 433A).

W przypadku kontaktu czynnika chłodniczego ze skórą, należy zmyć urażone miejsca ciepłą wodą, a skażoną odzież natychmiast zdjąć. Kontakt płynu z oczami wymaga już nie tylko płukania dużą ilością wody, ale także porady medycznej.

Osobę, która wdychała pary czynnika chłodniczego trzeba przenieść na świeże powietrze (w skrajnych przypadkach założyć aparat oddechowy lub maskę tlenową) i zapewnić jej ciepło i spokój. Po utracie przytomności należy ułożyć poszkodowanego w wygodnej i bezpiecznej pozycji, nie podawać doustnie żadnych środków oraz wezwać lekarza. Nieregularny oddech lub jego brak wymaga sztucznego oddychania. Nie wolno podawać adrenaliny ani jej pochodnych.

12.5. Przyszłość zamienników czynnika R 22 typu „drop-in”

„Mieszaniny serwisowe” stanowią atrakcyjną ofertę dla posiadaczy stosunkowo nowych i nie wyeksploatowanych instalacji chłodniczych napełnionych czynnikiem R 22 lub innym płynem z grupy HCFC. Brak konieczności dokładnego płukania układu ze starego oleju bardzo przyspiesza i ułatwia procedurę wymiany czynnika, tym samym redukując koszt jej przeprowadzenia. Mimo rychłego końca czynników z grupy HCFC, w naszej części Europy i w samej Polsce pracuje jeszcze wiele instalacji napełnionych takimi płynami, dla których to urządzeń operacja zastąpienia czynnika („drop-in”) jest zasadna technicznie i ekonomicznie. Coraz więcej jest doświadczeń – w tym wiele pozytywnych – ze stosowania „mieszanin serwisowych”, a ich popularność rośnie. Świadczyć o tym może obecność na rynku już tylu ofert tego rodzaju zamienników oraz pojawianie się co jakiś czas nowych propozycji. Bodaj najnowszym przykładem są mieszaniny złożone z R 125, R 134a i butanu, które pod nazwą handlową Solkane® 22L (niskotemperaturowy) i Solkane® 22M (średnotemperaturowy) wprowadza do użytku firma Solvay.

W niedalekiej perspektywie „mieszaniny serwisowe” będą zapewne królować w starych instalacjach, zbudowanych pierwotnie dla czynnika R 22. Nie wydaje się jednak, aby wyrugowały one z użycia w nowych układach chłodniczych „czyste” mieszaniny typu HFC, jak R 404A, R 407C, R 410A, czy R 507, które zdążyły się już zakorzenić w technice chłodniczej.

