



NIEPALNY ZAMIENNIK R-404A O NAJNIŻSZYM GWP DLA NISKO  
I ŚREDNIOTEMPERATUROWYCH URZĄDZEŃ CHŁODNICZYCH

**Własności, zalecenia i procedury wymiany czynnika**

# Honeywell Solstice® N40

## Spis treści

<u>Wstęp</u>	<u>3</u>
<u>Zastosowania</u>	<u>3</u>
<u>Uwagi dla serwisantów</u>	<u>3</u>
<u>Własności fizyczne</u>	<u>4</u>
<u>Tolerancja materiałowa</u>	<u>4</u>
<u>Bezpieczeństwo i toksyczność</u>	<u>5</u>
<u>Pojemniki</u>	<u>5</u>
<u>Parametry nasycenia</u>	<u>6</u>
<u>Przechowywanie i transport czynnika</u>	<u>6</u>
<u>- Zbiorniki i butle</u>	<u>6</u>
<u>- Obchodzenie się z czynnikiem</u>	<u>7</u>
<u>Wykrywanie wycieków</u>	<u>7</u>
<u>Przezbieranie układów z R-22</u>	<u>8</u>
<u>Procedury wymiany czynnika</u>	<u>8</u>
<u>Lista kontrolna procedury wymiany</u>	<u>12</u>
<u>Przezbieranie układów z R-404A</u>	<u>13</u>
<u>Procedury wymiany czynnika</u>	<u>13</u>
<u>Lista kontrolna procedury wymiany</u>	<u>17</u>
<u>Względy ochrony środowiska</u>	<u>18</u>
<u>Dostępne narzędzia obliczeniowe</u>	<u>18</u>

## Wstęp

Oferowany przez koncern Honeywell czynnik chłodniczy Solstice® N40 jest mieszaniną złożoną z płynów HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFO-1234yf oraz HFO-1234ze. W klasyfikacji ASHRAE przypisano mu oznaczenie R-448A. Proponuje się go dla różnorodnych handlowych instalacji chłodniczych, w szczególności średnio i niskotemperaturowych – jako płyn alternatywny wobec czynnika HFC-404A posiadający niski wskaźnik GWP, a także jako bezpieczny dla warstwy ozonowej zamiennik HCFC-22.

Mieszanina Solstice® N40 posiada własności na tyle zbliżone do HFC-404A i HCFC-22, że może służyć również do przezbierania istniejących układów chłodniczych pracujących z tymi czynnikami. Oprócz tego, Solstice® N40 najlepiej spośród substancji o niskim potencjale tworzenia efektu cieplarnianego nadaje się do nowo budowanych instalacji supermarketów, oferując efektywność energetyczną wyższą niż inne płyny HFC. W porównaniu z czynnikiem R-404A stanowi lepszą propozycję zarówno dla nisko, jak i średniotemperaturowych handlowych układów chłodniczych, dzięki wyższej wydajności i efektywności pracy.

## Zastosowania

Mieszanina Solstice® N40 znakomicie nadaje się do zastąpienia czynników HFC-404A i HCFC-22 w takich handlowych zastosowaniach nisko i średniotemperaturowych, jak meble chłodnicze i mroźnicze w supermarketach, urządzenia chłodnicze w środkach transportu, czy wytwornice lodu. Dla układów eksploatujących czynnik R-404A mieszanina Solstice® N40 jest zamiennikiem bezpośrednim, zaś w przypadku instalacji z R-22 należy wymienić też olej, gdyż tradycyjnie stosowane tam mineralne i alkilobenzenowe środki smarne nie rozpuszczają się z Solstice® N40. Prawidłowy powrót oleju z układu do skrzyni korbowej sprężarki da się uzyskać wykorzystując oleje poliestrowe.

Także dla nowych instalacji chłodniczych w supermarketach mieszanina Solstice® N40 jest dobrze dostosowanym czynnikiem alternatywnym wobec R-404A. Przejście z R-404A na Solstice® N40 przyniesie dla supermarketu korzyści w postaci znacznego obniżenia emisji i osłabienia „ślądu węglowego”, a także zmniejszenia zużycia energii.

Czynnik chłodniczy Solstice® N40 jest mieszaniną zeotropową. Ważne jest zatem, aby do układu chłodniczego wprowadzać go w postaci cieczy. Napełnianie parą może doprowadzić do niewłaściwego składu czynnika, a w efekcie nawet do awarii. Dopyływ Solstice® N40 na stronę ssawną powinien być regulowany przez zawór rozprężny tak, aby nie dopuścić kropel cieczy do sprężarki. Więcej uwag na temat właściwej procedury przezbierania instalacji zamieszczono dalej w rozdziałach „Uwagi dla serwisantów” oraz „Przezbieranie układów”.

## Uwagi dla serwisantów

Czynnik chłodniczy Solstice® N40 jest mieszaniną substancji HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFO-1234yf oraz HFO-1234ze. Opracowano go z myślą o zastosowaniu w nisko i średniotemperaturowych handlowych instalacjach chłodniczych, szczególnie na potrzeby przezbierania istniejących układów z HFC-404A i HCFC-22.

W przeciwieństwie do płynów jednorodnych i mieszanin azeotropowych, czynnik Solstice® N40 pod danym ciśnieniem wrze i skrapla się w zmiennej temperaturze. Zakres zmian tej temperatury nazywa się poślizgiem temperaturowym. W tym przypadku jest on umiarkowany i wynosi od około 3 K do 6 K, w zależności od ciśnienia. W odniesieniu do mieszanin zeotropowych tabele parametrów nasycenia zawierają po dwie wartości temperatury dla każdego ciśnienia: temperaturę pary nasyconej suchej i temperaturę cieczy nasyconej. Temperatura pary znajduje odniesienie, gdy czynnik chłodniczy występuje w stanie pary nasyconej suchej lub pary przegrzanej (czyli po ssawnej i tocznej stronie sprężarki). Z kolei temperatura cieczy dotyczy miejsc, gdzie płynie ciecz nasycona lub dochłodzona (na dopływie do zaworu rozprężnego, bądź rurki kapilarnej).

Mieszaninę Solstice® N40 należy wprowadzać do układu chłodniczego tylko w postaci cieczy, gdyż pozwala to utrzymać odpowiedni skład czynnika i jest warunkiem prawidłowej pracy instalacji. (Więcej informacji można znaleźć w rozdziale „Procedury wymiany czynnika”.)

## Własności fizyczne

Solstice® N40 (R-448A)	
Typ	Mieszanina zeotropowa
Skład	26%/26%/21%/7%/20% R-32/R-125/R-134a/R-1234ze/R-1234yf
Rodzaj	HFC/HFO
Barwa	Bezbarwny
ODP (ODP <sub>R-11</sub> =1)	0
GWP wg IPCC 3 / 4 / 5	1300 / 1387 / 1273
Granice palności w 21°C wg ASTM E681-04	Niepalny
Grupa bezpieczeństwa wg ASHRAE Standard 34	A1
Limit nieszkodliwości ATEL/ODL	0,390 kg/m <sup>3</sup>
Limit praktyczny	0,390 kg/m <sup>3</sup>
Dolna granica palności	Brak (niepalny)
Rozporządzenie REACH	Uwzględniony
Masa molowa	86,3 kg/kmol
Normalna temperatura wrzenia	-45,9°C
Temperatura krytyczna	83,7°C
Ciśnienie krytyczne	46,6 bar
Objętość właściwa w punkcie krytycznym	0,00208 m <sup>3</sup> /kg
Gęstość w punkcie krytycznym	480,2 kg/m <sup>3</sup>
Gęstość pary w normalnej temperaturze wrzenia	4,701 kg/m <sup>3</sup>
Gęstość cieczy w 0°C	1192,5 kg/m <sup>3</sup>
Gęstość cieczy w 25°C	1092,3 kg/m <sup>3</sup>
Gęstość pary w 25°C	48,5 kg/m <sup>3</sup>
Ciepło właściwe cieczy w 25°C	1,553 kJ/kgK
Ciepło właściwe pary w 25°C	1,165 kJ/kgK
Ciepło parowania w normalnej temperaturze wrzenia	241,1 kJ/kg
Ciśnienie pary w 25°C	1107,1 kPa
Przewodność cieplna cieczy w 25°C	80,6 W/mK
Przewodność cieplna pary w 25°C	14,6 W/mK
Lepkość cieczy w 25°C	138,1 μPas
Lepkość pary w 25°C	12,5 μPas

## Tolerancja materiałowa

Firma Honeywell nie zaleca wykorzystania rozpuszczalników chlorowcopochodnych do czyszczenia układów chłodniczych i ich podzespołów.

### Odwadniacze

W handlu dostępne są filtry-odwadniacze przeznaczone dla czynnika Solstice® N40. Ich producenci mogą przedstawiać własne, dodatkowe zalecenia.

### Tolerancja wobec tworzyw sztucznych i elastomerów

W tabeli poniżej przedstawiono dane na temat spodziewanego działania czynnika Solstice® N40 na wymienione materiały. Informacje te opierają się na wynikach testów z wykorzystaniem poszczególnych składników, jak i całej mieszanki R-32/R-125/R-134a/HFO-1234yf/HFO-1234ze. Próby te przeprowadził koncern Honeywell oraz inne podmioty o światowym zasięgu.

Zamieszczone wyniki należy traktować jako ogólne wskazania co do wykorzystania poszczególnych materiałów do współpracy z czynnikiem Solstice® N40.

W przypadku przezbrajania istniejących układów, firma Honeywell zaleca serwisantom, aby skonsultowali się z producentami wyposażenia tych instalacji w sprawie tolerancji materiałowej i zatwierdzonych części zamiennych. Z uwagi na dużą różnorodność rodzajów i gatunków poszczególnych materiałów, zaleca się w toku projektowania urządzenia wykonanie testów agresywności wobec proponowanych tworzyw, w przewidywanych warunkach roboczych. Informacje zaprezentowane w tabeli powinny być traktowane z ostrożnością, z uwagi na ograniczoną liczbę przebadanych próbek. Klienci powinni zasięgnąć porady producentów, bądź dokonać niezależnych prób.

## Bezpieczeństwo i toksyczność

Firma Honeywell zaleca, aby przed rozpoczęciem pracy z czynnikiem chłodniczym zapoznać się z Kartą charakterystyki produktu.

## Pojemniki

Czynnik chłodniczy Solstice® N40 sprzedawany jest w zbiornikach o pojemności 825 kg i w znormalizowanych pojemnikach ISO. Informacje o innych wielkościach można uzyskać u przedstawicieli firmy Honeywell.

## Tolerancja Solstice® N40 wobec wybranych tworzyw

EPDM	S
Kauczuk etylenowo-propylenowy	S
Polietylen chlorosulfonowany (CSPE)	S
Polietylen chlorowany (CPE)	D
Neopren (chloropren)	S
Epichlorohydryna	D
Guma fluorowana	U
Silikon	D
Poliuretan	D
Nitryl	D
H-NBR	D
Guma butylowa	D
Polisulfid	S
Nylon	S
Policzterofluoroetylen	S
PEEK	S
ABS	U
Polipropylen	D
Siarczek polifenylenu	U
Polietylen tereftalowy (PET)	D
Polisulfon	D
Poliimid	S
Polieterimid	S
Poliftalamid	D
Poliamidoimid	S
Acetal	D
Fenol	S

S = Zgodny, U = Niezgodny, D = Zgodność zależy od odmiany

## Parametry nasycenia

Ciśnienie absolutne [kPa]	Temperatura cieczy [°C]	Temperatura pary [°C]
100	-46,2	-40,0
150	-37,5	-31,4
200	-30,8	-24,8
250	-25,3	-19,4
300	-20,6	-14,7
350	-16,5	-10,6
400	-12,8	-7,0
450	-9,4	-3,7
500	-6,4	-0,6
550	-3,5	2,2
600	-0,8	4,8
650	1,7	7,3
700	4,1	9,6
750	6,3	11,8
800	8,5	13,9
850	10,5	15,9
900	12,4	17,8
950	14,3	19,7
1000	16,1	21,4
1050	17,9	23,1
1100	19,5	24,8
1150	21,2	26,4
1200	22,7	27,9
1250	24,2	29,4
1300	25,7	30,8
1350	27,2	32,2
1400	28,6	33,6
1450	29,9	34,9
1500	31,2	36,2
1550	32,5	37,4
1600	33,8	38,6
1650	35,0	39,8
1700	36,2	41,0
1750	37,4	42,1
1800	38,6	43,2
1850	39,7	44,3
1900	40,8	45,4
1950	41,9	46,5
2000	43,0	47,5
2050	44,0	48,5
2100	45,1	49,5
2200	47,1	51,4
2300	49,0	53,2
2400	50,9	55,0
2500	52,7	56,8
2600	54,5	58,4

2700	56,2	60,1
2800	57,9	61,6
2900	59,5	63,2

## Przechowywanie i transport czynnika

### Zbiorniki i butle

Posługując się czynnikiem Solstice® N40 należy przestrzegać pewnych dodatkowych reguł, a to w celu niedopuszczenia do zmian składu mieszaniny, jakie mogą zajść po opróżnieniu zbiornika z cieczy, bądź na skutek wycieku pary. Sposoby postępowania oraz same instalacje chłodnicze bywają różne, w zależności od danego zastosowania, toteż warto skonsultować się z technicznym przedstawicielem firmy Honeywell odnośnie odpowiednich środków zapobiegawczych. Jedną z najważniejszych reguł posługiwania się mieszaniną Solstice® N40 jest przetaczanie czynnika chłodniczego zawsze w postaci cieczy. Praktyka ta pozwoli zminimalizować zmiany udziałów poszczególnych składników i utrzymać płyn w składzie powtarzalnym, jak najbardziej zbliżonym do nominalnego. Butle z czynnikiem Solstice® N40 muszą być składowane w miejscu chłodnym, suchym i dobrze wentylowanym, z dala od źródeł ciepła, płomieni, agresywnych chemikaliów i oparów oraz materiałów wybuchowych. Butle należy chronić przed jakimkolwiek uszkodzeniem. Pod żadnym pozorem nie wolno napełniać opróżnionej butli inną substancją. Po pobraniu czynnika z butli należy szczelnie zamknąć zawór i nałożyć zaślepkę. Puste butle zwraca się do dystrybutora czynników Solstice®. Pojemniki jednorazowe należy utylizować w sposób bezpieczny dla środowiska naturalnego, z zachowaniem obowiązujących przepisów.

Zbiorników zawierających płyn Solstice® N40 nie należy wystawiać na bezpośrednie działanie promieni słonecznych, zwłaszcza w ciepłe dni. Ciekła faza Solstice® N40 znacznie powiększa objętość na skutek ogrzania, zmniejszając przestrzeń parową w pojemniku. Jeśli zbiornik całkowicie wypełni się cieczą, dalszy wzrost temperatury zaczyna zagrażać jego rozerwaniem i poważnym zranieniem personelu. Nie wolno dopuszczać do wzrostu temperatury butli powyżej 52°C. Aby uchronić butle przed korozją, należy je składować ponad brudnym lub wilgotnym



podłożem, ustawiając np. na równoległych szynach czy belkach. Umocowanie butli za pomocą stojaków, łańcuchów lub linek uchroni je przed przewróceniem, upadkiem oraz przypadkowym uderzeniem drugą butlą, bądź innym obiektem. Znajdująca się pod ciśnieniem zawartość zbiornika, uciekając raptownie przez zawór uszkodzony w wyniku uderzenia, może grozić poważnym uszkodzeniem ciała przez poruszaną odrzutem butlę. Zaśleпки powinny być zdejmowane tylko na czas posługiwania się pojemnikiem. Uszkodzeniem butli i gwintowanych części zaworów grozi też kontakt z agresywnymi chemikaliami i oparami, od których musi być wolne miejsce składowania pojemników. Analogiczne środki ostrożności należy przedsięwziąć w przypadku składowania czynnika w większych zbiornikach oraz podczas jego transportu, przy czym konstrukcja i sposób korzystania z tych pojemników nie może dopuszczać do wystąpienia zbyt wysokich ciśnień, warunków korozyjnych, przegrzania, bądź przepełnienia.

Każda oznaka wycieku, czy to wizualna, czy z wykorzystaniem przyrządu (patrz „Wykrywanie wycieków”) musi się spotkać z natychmiastową reakcją w postaci zahamowania wycieku, albo przetoczenia całego czynnika do bezpiecznego zbiornika.

Przetoczenia czynnika chłodniczego i naprawy uszkodzonego pojemnika można się podjąć jedynie wtedy, gdy zachowane są warunki bezpieczeństwa. W przypadku wątpliwości lub pytań można poprosić o pomoc technicznego przedstawiciela firmy Honeywell.

### **Obchodzenie się z czynnikiem**

Przed podjęciem pracy trzeba poczynić rozeznanie w zakresie wymagań ochrony układu oddechowego oraz pozostałych względów bezpieczeństwa i niezbędnego wyposażenia. Należy się upewnić, że koncentracja czynnika Solstice® N40 w otoczeniu miejsca pracy nie przekracza dopuszczalnego stężenia (NDS). Można to sprawdzić z pomocą analizatora mierzącego zawartość czynnika chłodniczego w powietrzu. Para Solstice® N40 jest cięższa od powietrza i gromadzi się przy podłożu. Przekroczenie dopuszczalnego stężenia oznacza konieczność przewentylowania zanieczyszczonej strefy, zanim wejdzie do niej personel. W miarę potrzeb, do rozproszenia pary można wykorzystać wentylator lub dmuchawę. Jeśli zachodzi konieczność wejścia do strefy o stężeniu czynnika w powietrzu powyżej dopuszczalnego, personel trzeba wyposażyć w odpowiednią ochronę dróg oddechowych.

Środki te są zwykle jasno wskazane przez przepisy i wytyczne organów do spraw bezpieczeństwa i higieny pracy. Zapewnienie bezpieczeństwa pracownikom jest obowiązkiem pracodawcy. Trzeba zatem się upewnić co do zgodnego z przepisami i zaleceniami wyboru środków ochrony dróg oddechowych oraz ich prawidłowego stosowania. Wyposażenie to może też być prawnie wymagane przy innych stężeniach oraz gdy stężenie nie jest znane. Mogą też obowiązywać konkretne procedury pracy i wejścia do zagrożonych stref. Zbiorników, butli, przewodów, pomp i innego wyposażenia wykorzystywanego z czynnikiem Solstice® N40 nie wolno wystawiać na działanie wysokotemperaturowych źródeł ciepła (jak sprzęt spawalniczy, do lutowania, bądź otwarty ogień), dopóki nie zostaną całkowicie opróżnione ze śladów pary. Grozi to zapłonem, wybuchem i rozkładem czynnika chłodniczego, a w konsekwencji powstaniem trujących lub agresywnych związków chemicznych. Z tego samego względu należy dążyć do wyeliminowania wszelkich źródeł emisji czynnika. Konserwację i czyszczenie dużych zbiorników należy w miarę możliwości prowadzić bez wchodzenia do nich. Tego rodzaju zamknięte przestrzenie mogą stwarzać zagrożenie przez ograniczenie ruchliwości lub unieruchomienie pracownika oraz narażenie go na kontakt z niebezpieczną atmosferą. W zależności od warunków i obowiązujących przepisów, zastosowanie mają tu procedury pracy w przestrzeniach zamkniętych, dopuszczające jedynie certyfikowany personel i wymuszające dokumentowanie działań. Procedury te między innymi narzucają środki bezpieczeństwa oraz określają sposób wykonywania pracy i komunikacji w zespole. Każdorazowo wymaga się wyrażenia zgody na wejście do przestrzeni zamkniętej.

### **Wykrywanie wycieków**

Do poszukiwania nieszczelności można wykorzystać przenośne wykrywacze wycieków. Dostępne są też stałe układy wykrywania obecności czynnika chłodniczego w pomieszczeniu. Wykrywanie wycieków jest ważne z punktu widzenia ochrony osób przebywających w pobliżu urządzenia, dla oszczędności

czynnika, ochrony wyposażenia i jakości pracy instalacji oraz w dążeniu do obniżenia emisji gazów cieplarnianych. Prób szczelności nie wolno prowadzić z użyciem mieszaniny powietrza i czynnika Solstice® N40. Trzeba ponadto mieć na uwadze zapisy nowego unijnego Rozporządzenia F-gazowego nr 517/2014.

### **Rodzaje wykrywaczy wycieków**

Istnieją dwa zasadnicze rodzaje urządzeń do wykrywania wycieków – przyrządy umożliwiające zlokalizowanie nieszczelności oraz układy wykrywania obecności czynnika chłodniczego w otoczeniu instalacji. Na wybór wyposażenia do wykrywania wycieków wpływ mają takie cechy, jak próg wykrywalności, czułość i selektywność. Pod względem selektywności wykrywacze dzieli się na nieselektywne, wrażliwe na związki halogenowe oraz wrażliwe na daną substancję. W ogólności, stopień skomplikowania i cena wykrywacza rosną wraz ze stopniem jego specjalizacji. W odnajdywaniu miejsc wycieku pomocą mogą fluorescencyjne domieszki do czynnika, które jednak muszą uzyskać aprobatę producenta wyposażenia chłodniczego.

### **Przezbieranie układów z R-22**

W dobie odchodzenia przemysłu od stosowania czynników z grupy HCFC, serwisanci odgrywają kluczową rolę w przechodzeniu na płyny alternatywne dzięki przezbieraniu („retrofitowi”) istniejących instalacji. Poniżej zamieszczono zalecenia dla serwisantów, sformułowane przez koncern Honeywell, aby lepiej wyjaśnić techniczne i użytkowe aspekty przezbierania układów chłodniczych na mieszaninę Solstice® N40. Informacje te mają charakter ogólnych wskazówek i nie mogą zastąpić konkretnych zaleceń wytwórców wyposażenia chłodniczego. Dlatego firma Honeywell rekomenduje kontakt z tymi producentami, w celu uzyskania szczegółowych wskazań co do wymiany czynnika w danej instalacji. Każdorazowo należy się zapoznać z informacjami na temat bezpieczeństwa posługiwania się mieszaniną Solstice® N40, zamieszczonymi w Karcie charakterystyki.

### **Przezbieranie**

Mieszaninę Solstice® N40 można z powodzeniem wykorzystać w charakterze zamiennika starego płynu w istniejącym układzie chłodniczym, przy czym potrzebne mogą się okazać pewne dodatkowe zabiegi, jak wymiana środka smarnego. Do współpracy z czynnikiem HCFC-22 tradycyjnie stosowano oleje mineralne i alkilobenzenowe, które nie tworzą roztworu z płynem Solstice® N40 i muszą zostać zastąpione środkami smarnymi o dostatecznej rozpuszczalności, jak oleje poliestrowe. Zaleceń co do konkretnego rodzaju oleju udzieli producent podzespołów układu chłodniczego.

### **Procedury wymiany czynnika**

#### **1. Rejestracja parametrów pracy**

Przed przystąpieniem do operacji przezbierania układu chłodniczego, pożądane jest zapisanie dotychczasowych parametrów pracy, jako nominalnych warunków roboczych. Dotyczy to temperatury i ciśnienia w poszczególnych punktach układu, wliczając króciec ssawny i tłoczny sprężarki, parownik, skraplacz i zawór rozprężny. Wartości te będą pomocne w regulacji pracy instalacji chłodniczej przezbieranej na czynnika Solstice® N40.

#### **2. Powrót oleju**

Aby zgromadzić jak największą ilość oleju w agregacie sprężarkowym, należy wymusić pracę każdej sekcji układu w trybie odtajania. Zebranie w ten sposób środka smarnego rozproszonego w instalacji chłodniczej ułatwi jego późniejszy odzysk.

#### **3. Zgromadzenie HCFC-22 w zbiorniku**

Cała ilość czynnika HCFC-22 powinna zostać odessana z układu i zgromadzona w agregacie skraplającym lub w odrębnym zbiorniku. W przypadku braku zbiornika w instalacji chłodniczej, czynnik należy od razu usunąć z układu korzystając z certyfikowanej stacji do odzysku, zdolnej do osiągnięcia lub przekroczenia wymaganego podciśnienia. Czynnik chłodniczy usuwany z instalacji należy gromadzić w butli do odzysku.



#### **4. Ilości odzyskanego HCFC-22**

Ważne jest zapisanie ilości odzyskanego czynnika HCFC-22, gdyż na jej podstawie określa się wymagane napełnienie układu chłodniczego mieszaniną Solstice® N40 w 16 kroku niniejszej procedury.

#### **5. Wybór oleju**

W sprężarkach czynnika HCFC-22 pracuje zwykle olej mineralny lub alkilobenzenowy. W przypadku mieszaniny Solstice® N40 należy wybrać inny, rozpuszczalny środek smarny, zwykle w postaci oleju poliestrowego. Koncern Honeywell zaleca wykorzystanie konkretnego gatunku oleju, wskazanego przez wytwórcę sprężarki. Różnice pomiędzy poszczególnymi typami oleju bardzo utrudniają uogólnianie tych wskazówek. Należy zatem zwrócić się do producenta sprężarki zainstalowanej w przezbrajanym układzie chłodniczym z pytaniem o odpowiednią lepkość i markę środka smarnego.

#### **6. Odzysk oleju**

Ponieważ wiele małych hermetycznych agregatów sprężarkowych nie posiada króćców do spustu oleju, konieczne może się okazać wymontowanie agregatu z układu chłodniczego, w celu odzysku środka smarnego. Olej da się wtedy wyprowadzić przez króciec ssawny i w ten sposób można go odzyskać w niemal 95%. Jeśli natomiast agregat sprężarkowy posiada króciec olejowy, to mineralny środek smarny można wyprowadzić bez demontażu agregatu, za pomocą małej ręcznej pompki. Trzeba pamiętać, że przed wprowadzeniem nowego oleju, należy usunąć z instalacji zdecydowaną większość starego środka smarnego. W przypadku bardziej rozległych układów chłodniczych, olej należy odzyskać z kilku miejsc. Szczególnej uwagi wymagają przy tym nisko położone pułapki olejowe, przede wszystkim występujące w sąsiedztwie parowników. Kolejnymi elementami, z których należy usunąć olej są odolejaczki i osuszacze w przewodach ssawnych.

#### **7. Ilość pozostałego oleju**

Zmierzoną i zapisaną ilość odzyskanego oleju należy porównać z ilością zalecaną przez producenta sprężarki. Pozwoli to upewnić się, że odzyskano większość środka smarnego. Ponadto, ilość ta pozwoli określić w 9 kroku procedury wymaganą porcję nowego oleju.

#### **8. Wymiana filtrów olejowych**

Jeśli układ chłodniczy wyposażono w filtry oleju, to dobrą praktyką jest ich wymiana. Nowe filtry lepiej ochronią instalację.

#### **9. Napełnienie sprężarki rozpuszczalnym olejem**

Do agregatu sprężarkowego należy wprowadzić olej rozpuszczalny z czynnikiem Solstice® N40, np. poliestrowy, w takiej samej ilości, jak odzyskana w punkcie 6 objętość oleju mineralnego.

#### **10. Wypłukanie pozostałości oleju mineralnego**

Dotychczasowe procedury retrofitu przewidywały na tym etapie powtórne napełnienie układu chłodniczego czynnikiem HCFC-22 i uruchomienie urządzenia na 24 godziny w celu sprowadzenia pozostałości oleju mineralnego z instalacji do agregatów sprężarkowych lub zbiornika oleju. Miało to na celu odzyskanie pozostałych ok. 5% starego środka smarnego dzięki nawet kilkukrotnemu płukaniu układu. Jednakowoż zebrane już doświadczenie wskazuje, że może w zupełności wystarczyć jednorazowa wymiana oleju, przed wprowadzeniem docelowej mieszaniny Solstice® N40. Konkretnych wskazówek w tym zakresie udzieli techniczny przedstawiciel firmy Honeywell. (Jeśli wystarczy jednokrotna wymiana oleju, należy teraz przejść do 11 punktu procedury. Jeżeli natomiast ma się odbyć płukanie instalacji z pozostałości oleju mineralnego za pomocą czynnika R-22 i nowego oleju, to należy postąpić, jak w dalszym ciągu kroku 10, poniżej.)

Jeżeli stary czynnik R-22 zgromadzono w zbiorniku układu chłodniczego, to w pozostałej części instalacji należy wytworzyć próżnię, a potem otworzyć zawory zbiornika i płukać układ z wykorzystaniem tego właśnie czynnika. Jeśli natomiast stary czynnik chłodniczy odprowadzono już do butli do odzysku,

to po wytworzeniu próżni w instalacji należy napełnić ją porcją świeżego czynnika HCFC-22. Może przy tym zająć konieczność zwiększenia tej ilości, w celu pokrycia niewielkich strat, jakie wystąpiły w trakcie odzysku starego płynu roboczego.

### **Uruchomienie sprężarki**

Układ chłodniczy powinien pracować z nowym olejem i z czynnikiem HCFC-22 przynajmniej przez 5 godzin w przypadku małych instalacji, zaś dla dużych układów czas ten należy wydłużyć nawet do 24 godzin. Następnie należy odzyskać olej i napełnić urządzenie kolejną porcją nowego środka smarnego. Pożądana jest sytuacja, kiedy w odzyskanym oleju występuje poniżej 5% mineralnego środka smarnego. Sprawdzenie tego umożliwiają zestawy testowe, oferowane przez niektórych dostawców olejów chłodniczych. Zwykle wystarczy od jednej do trzech wymian oleju, aby obniżyć stężenie mineralnego środka smarnego do akceptowalnego poziomu.

### **Płukanie**

Procedurę należy powtarzać od kroku 8 i 9, aż do sprowadzenia pozostałości oleju mineralnego do poziomu poniżej 5%. Usunięty z układu chłodniczego olej musi zostać odpowiednio zutylizowany.

### **11. Sprawdzenie elementu dławiącego**

Koncern Honeywell zaleca konsultację z producentem tego podzespołu przed przystąpieniem do przezbrajania układu chłodniczego. Większość układów z HCFC-22 wyposażonych w zawory rozprężne lub rurki kapilarne będzie zadowolająco pracować z mieszaniną Solstice® N40 i tymi samymi elementami dławiącymi.

### **12. Wymiana uszczelnień**

Wszystkie elastomerowe uszczelki, jakie występują w zaworach pływakowych, czy układach kontroli poziomu ciekłego czynnika, muszą zostać sprawdzone i wymienione. Cynniki chłodnicze z grupy HFC zwykle nie spęczają elastomerów w takim stopniu jak R-22. Ponadto na elastyczność tych uszczelnień wpływa także temperatura i ciśnienie pracy.

### **13. Wymiana filtra-odwadniacza**

Zdecydowanie zalecaną czynnością jest na tym etapie wymiana filtra-odwadniacza. Dostępne są dwa zasadnicze rodzaje tych elementów – z wypełnieniem proszkowym lub stałym. Dostawca wyposażenia chłodniczego pomoże w wyborze filtra-odwadniacza odpowiedniego dla czynnika Solstice® N40.

### **14. Kontrola szczelności**

Układ chłodniczy należy sprawdzić pod kątem szczelności, z zastosowaniem zwykłych procedur i wyposażenia.

### **15. Wytworzenie próżni**

W typowy sposób należy też wytworzyć w instalacji próżnię, aby usunąć powietrze i inne gazy nieskrapające się. Firma Honeywell zaleca, aby wytworzyć głębokie podciśnienie zarówno po stronie niskiego, jak i wysokiego ciśnienia. Podłączenie pompy próżniowej tylko do strony niskociśnieniowej nie zapewni usunięcia wilgoci i gazów permanentnych w dostatecznym stopniu. Do pomiaru podciśnienia należy wykorzystać odpowiedniej klasy elektroniczny wakuometr, gdyż zwykłe manometry chłodnicze nie umożliwiają dokładnego odczytu.

### **16. Napełnienie układu płynem Solstice® N40**

Podczas napełniania układu chłodniczego czynnikiem Solstice® N40 trzeba pamiętać, że jest to mieszanina zeotropowa. Pociąga to za sobą specyficzne konsekwencje. Aby układ prawidłowo pracował z nowym czynnikiem, trzeba go napełniać tylko cieczą. Z butli zawierającej mieszaninę Solstice® N40 nie należy pobierać pary, gdyż można w ten sposób spowodować zmianę składu czynnika chłodniczego i awarię instalacji. Podając ciekły czynnik do przewodu ssawnego trzeba chronić sprężarkę przed zalaniem, dozując płyn za pomocą zaworu dławiącego.

**Uwaga: Przewodu ssawnego nie należy napełniać cieczą, aby nie uszkodzić sprężarki.**

Koncern Honeywell zaleca, aby wstępnie wprowadzić mieszaninę Solstice® N40 w ilości odpowiadającej 85% odzyskanej porcji HCFC-22. Przykładowo, jeśli pierwotne napełnienie układu wynosiło 10 kg HCFC-22, to wstępna porcja czynnika Solstice® N40 powinna zawierać 8,5 kg.

### **17. Kontrola pracy układu**

Po uruchomieniu instalacji należy odczekać do ustabilizowania się parametrów roboczych. Wtedy, dla większości zastosowań, ciśnienie ssania Solstice® N40 powinno być zbliżone do wartości zapisanej dla czynnika HCFC-22. Ciśnienie tłoczenia będzie natomiast wyższe, zwykle o około 20% w stosunku do ciśnienia HCFC-22. Korekty może więc wymagać nastawa regulatora ciśnienia skraplania. Dostosowania do wyższego ciśnienia tłoczenia może też wymagać nastawa presostatu maksymalnego. Należy przy tym wykazać ostrożność, aby nie przekroczyć dozwolonych i zalecanych parametrów pracy sprężarki i innych podzespołów układu chłodniczego.

### **18. Dodanie czynnika**

Napełnienie instalacji chłodniczej mieszaniną Solstice® N40 jest mniejsze niż w przypadku czynnika HCFC-22. Zwykle jest to około 95% masy poprzednika. Jeśli wstępnie wprowadzona ilość czynnika Solstice® N40 okaże się niewystarczająca, to należy dodawać go w porcjach po 5% pierwotnego napełnienia, aż do osiągnięcia pożądanych parametrów roboczych. Dla przykładu, jeśli napełnienie nominalne wynosiło 10 kg, to kolejne porcje powinny zawierać po 0,5 kg mieszaniny. Obliczając przegrzanie czynnika Solstice® N40 należy wziąć pod uwagę parametry nasycenia dla pary nasyconej suchej. Z kolei do prawidłowego określenia dochłodzenia właściwe są parametry nasycenia dla cieczy nasyconej.

Aby nie przepelnić układu, bardziej niż na poziomowskazach czy wziernikach przepływu należy polegać właśnie na mierzonych parametrach pracy (włącznie z ciśnieniem tłoczenia i ssania, temperaturą ssania, przegrzaniem i poborem prądu przez agregat sprężarkowy).

### **19. Oznakowanie układu**

Po przebrojeniu układu należy wykonać oznakowanie, z uwzględnieniem rodzaju czynnika (Solstice® N40) oraz marki i lepkości oleju chłodniczego. Podczas przyszłych prac serwisowych informacje te pomogą we właściwym doborze płynu roboczego i środka smarnego.

### **20. Kontrola pracy układu**

Należy obserwować parametry robocze i kontrolować stan oleju. Może się okazać konieczna wymiana filtrów olejowych lub filtrów w przewodzie ssawnym, gdyż czynności serwisowe oraz płuczące działanie nowego czynnika chłodniczego mogą stać się przyczyną wymywania zanieczyszczeń z układu chłodniczego.

## Lista kontrolna procedury wymiany czynnika R-22 na Solstice® N40



### Lista kontrolna procedury przezbrajania

1. Zapisanie nominalnych parametrów pracy układu chłodniczego (pobór prądu, ciśnienie ssania i tłoczenia, przegrzanie, dochłodzenie).
2. Praca wszystkich sekcji układu w trybie odtajania, w celu powrotu do agregatu jak największej ilości oleju.
3. Odzysk czynnika HCFC-22 z wykorzystaniem odpowiedniego wyposażenia.
4. Zapisanie ilości odzyskanego czynnika chłodniczego.
5. Wybór oleju. Zalecenia w tym względzie podaje wytwórca sprężarki. Olejów różnych marek nie wolno mieszać.
6. Odzysk starego oleju ze sprężarek, odolejaczy i zbiorników.
7. Pomiar ilości odzyskanego oleju.
8. Wymiana ewentualnych filtrów oleju.
9. Wprowadzenie do układu oleju syntetycznego w takiej samej ilości, jak olej odzyskany.
10. W tradycyjnym podejściu, na tym etapie procedury następuje płukanie układu z pozostałości oleju mineralnego za pomocą czynnika R-22 i nowego oleju. Operacja ta zabiera zwykle przynajmniej 24 godziny, a akceptowalne stężenie starego oleju mineralnego określa się na 5%. Dokonywano już jednak udanego przezbrojenia układów chłodniczych na mieszaninę Solstice® N40 tylko z jednokrotną wymianą oleju. Więcej informacji i wskazówek można uzyskać od technicznego przedstawiciela firmy Honeywell.
11. Ocena przydatności elementów dławiących w oparciu o zalecenia ich producentów. W większości przypadków wymiana nie jest konieczna.
12. Przegląd i wymiana uszczelnień elastomerowych, głównie w zaworach pływakowych i układach regulacji poziomu cieczy.
13. Wymiana filtrów-odwadniaczy i filtrów w przewodach ssawnych.
14. Kontrola szczelności układu i konieczne naprawy.
15. Wytworzenie próżni.
16. Napełnienie układu chłodniczego ciekłą mieszaniną Solstice® N40 w ilości 85% napełnienia nominalnego. Zapisanie ilości wprowadzonego czynnika.
17. Kontrola pracy układu chłodniczego i elementów automatyki. Ciśnienie tłoczenia mieszaniny Solstice® N40 jest nieco wyższe niż dla czynnika R-22, toteż konieczne mogą się okazać korekty w nastawach presostatu maksymalnego i regulatorach ciśnienia skraplania.
18. Uzupelnienie ilości czynnika chłodniczego, w miarę potrzeb. Całkowite napełnienie nie powinno przekraczać 95% ilości starego czynnika R-22.
19. Oznakowanie układu i jego podzespołów na rodzaj czynnika i oleju chłodniczego.
20. Kontrola pracy układu chłodniczego, ze zwróceniem uwagi na stan oleju. Może się okazać konieczna wymiana filtrów olejowych lub filtrów w przewodzie ssawnym, gdyż czynności serwisowe oraz płuczące działanie nowego czynnika chłodniczego mogą stać się przyczyną wymywania zanieczyszczeń z układu chłodniczego.

## Przezbieranie układów z R-404A

Mieszanka Solstice® N40 zawiera składniki z grupy HFC, toteż sprężarki muszą być smarowane olejem syntetycznym. Należy zwrócić uwagę na różnice w masowym natężeniu przepływu i na wyższą temperaturę tłoczenia, szczególnie w niskotemperaturowych układach chłodniczych. Należy zasięgnąć opinii producenta sprężarki, aby ocenić użyteczność dotychczasowego oleju i określić akceptowalny poziom temperatury tłoczenia. Poniżej zamieszczono procedurę przezbierania instalacji chłodniczych opracowaną przez koncern Honeywell z uwzględnieniem tych kwestii. Ma ona pomóc serwisantom w udanej wymianie czynnika R-404A w układach ze sprężarkami wyporowymi (tłokowymi, rotacyjnymi, spiralnymi, bądź śrubowymi).

Rozważając wymianę czynnika chłodniczego R-404A lub R-507 na płyn o niższym masowym natężeniu przepływu, jak mieszanka Solstice® N40, należy najpierw sprawdzić zgodność średnic rurociągów pod kątem akceptowalnych oporów i prędkości przepływu nowego czynnika. Zgodność ta jest ważna dla utrzymania odpowiedniej wydajności i dostatecznego powrotu oleju do skrzyni korbowej sprężarki. Także termostatyczny zawór rozprężny wymaga sprawdzenia, czy nadaje się do niższego (o ok. 40%) strumienia masy niż w przypadku czynników R-404A i R-507. Przeprowadzone do tej pory operacje przebrojenia instalacji chłodniczych wykazały, że w niektórych przypadkach obecne w układzie termostatyczne zawory rozprężne mogą też zadowalająco pracować z mieszaniną Solstice® N40. Zawory rozprężne sterowane elektronicznie wymagają bardzo małych modyfikacji, bądź nie potrzebują ich wcale.

## Procedury wymiany czynnika

### Uwagi na temat przygotowania układu:

W toku przezbierania istniejącego układu chłodniczego należy zwrócić uwagę na zgodność materiałową i stan obecnych uszczelnień. Na ten stan wpływa temperatura i ciśnienie pracy oraz stopień odkształcenia. Wytwarzanie próżni w układzie może spowodować zmianę położenia uszczelki i powstanie nieszczelności.

### 1. Zapisanie bieżących parametrów pracy

Przed dokonaniem jakichkolwiek ingerencji, należy porównać aktualne parametry robocze z wartościami nominalnymi. Po skorygowaniu ewentualnych niezgodności należy zapisać dotychczasowe parametry pracy, jako bazę do późniejszej oceny pracy układu z nowym czynnikiem chłodniczym. Dotyczy to temperatury i ciśnienia w poszczególnych miejscach instalacji, z uwzględnieniem parownika, skraplacza, elementu dławiącego oraz ssawnego i tłocznego króćca sprężarki. Wartości te będą przydatne do wyregulowania układu po przebrojeniu na nowy czynnik Solstice® N40.

### 2. Zgromadzenie R-404A/R-507 w zbiorniku

Całą ilość obecnego czynnika chłodniczego należy odessać do zbiornika. Jeśli w układzie nie ma zbiornika, to płyn roboczy należy od razu usunąć z instalacji z wykorzystaniem stacji do odzysku, zdolnej do osiągnięcia lub przekroczenia wymaganego podciśnienia. Czynnik chłodniczy powinien się znaleźć w butli do odzysku.

## NIE WOLNO WYPUSZCZAĆ CZYNNIKA CHŁODNICZEGO DO ATMOSFERY

Warto znać nominalne napełnienie układu chłodniczego czynnikiem R-404A/R-507. Jeśli nie jest ono znane, to należy zważyć odzyskany płyn roboczy. Ilość ta posłuży do wstępnego określenia napełnienia układu nowym czynnikiem Solstice® N40.

### 3. Wybór oleju

W większości przypadków, olej obecny w układzie z czynnikiem chłodniczym R-404A lub R-507 nadaje się do pracy z mieszaniną Solstice® N40 (R-448A). Koncern Honeywell zaleca zastosowanie

rozpuszczalnego środka smarnego, zaaprobowanego przez wytwórcę sprężarki. Rozbieżności w składzie różnych olejów utrudniają uogólnianie tych rekomendacji. Producent sprężarki podaje odpowiednią lepkość i markę oleju. Jeśli olej jest zanieczyszczony lub zakwaszony, to niezbędna jest jego wymiana (4 krok procedury). W przeciwnym przypadku można przejść do kroku 11.

#### 4. Odzysk oleju

Ponieważ wiele małych hermetycznych agregatów sprężarkowych nie posiada króćców do spustu oleju, konieczne może się okazać wymontowanie agregatu z układu chłodniczego, w celu odzysku środka smarnego. Olej da się wtedy wyprowadzić przez króciec ssawny, w czym można pomóc ręczną pompką olejową. Jeśli natomiast agregat sprężarkowy posiada króciec olejowy, to środek smarny można wyprowadzić bez demontażu agregatu, za pomocą malej ręcznej pompki.

W przypadku bardziej rozległych układów chłodniczych, olej należy odzyskać z kilku miejsc. Szczególnej uwagi wymagają przy tym nisko położone pułapki olejowe, przede wszystkim występujące w sąsiedztwie parowników.

#### 5. Pomiar ilości oleju

Należy zmierzyć i zapisać objętość oleju wyprowadzonego z układu chłodniczego. Porównanie jej z ilością zalecaną przez producenta sprężarki pozwoli się upewnić, że odzyskano większość środka smarnego. Ponadto objętość ta pozwoli określić ilość nowego oleju, wprowadzanego do instalacji w kolejnym kroku procedury.

#### 6. Wprowadzenie oleju poliestrowego do sprężarki

Producent sprężarki zaleca konkretny rodzaj oleju, zwykle poliestrowego. Należy go wprowadzić do sprężarki w takiej samej ilości, jak środek smarny odzyskany w punkcie 5. Posługując się olejem poliestrowym należy przestrzegać wskazówek jego wytwórcy. Przykładowo, zaleca się, aby olej estrowy był raczej pompowany niż wlewany, aby ograniczyć pochłanianie wilgoci z powietrza. Z tego samego względu, układy zawierające olej poliestrowy nie powinny pozostawać otwarte do atmosfery dłużej niż przez 10 do 15 minut. Pamiętać trzeba, że wytwarzanie próżni w instalacji nie usunie wilgoci z oleju poliestrowego. Jedynym efektywnym środkiem jest tu filtr-odwadniacz.

#### 7. Montaż sprężarki

Sprężarkę należy z powrotem zainstalować w układzie, w sposób typowy i przewidziany przez jej producenta.

#### 8. Sprawdzenie elementu dławiącego

Różnice w masowym natężeniu przepływu mieszaniny Solstice® N40 względem czynników Genetron AZ-50 i Genetron-404A stwarzają konieczność regulacji termostatycznych zaworów rozprężnych. Szczególną uwagę trzeba poświęcić układom niskotemperaturowym. Należy zasięgnąć opinii producenta obecnego zaworu na temat przydatności tego elementu do pracy z czynnikiem Solstice® N40. W przypadku układów z rurką kapilarną zastosowanie znajdują informacje z poniższej tabeli. Zawsze należy skonsultować się z producentem wyposażenia chłodniczego przed przezbrajaniem układu.

#### Długość rurki kapilarnej dla Solstice® N40

(Względem długości dla R-404A, przy tej samej średnicy)

Układy niskotemperaturowe 1,8 – 2,2	Układy średnotemperaturowe 1,6 – 2,0
--	---

#### Parametry przezbrajanego układu

Temperatura cieczy na wlocie do elementu dławiącego: 38°C



Temperatura skraplania: 43°C

Temperatura parowania w układzie niskotemperaturowym: -40°C

Temperatura ssania: -32°C

Temperatura parowania w układzie średniotemperaturowym: -10°C

## 9. Wymiana filtra-odwadniacza

Podczas zastępowania starego czynnika chłodniczego innym płynem roboczym zawsze zaleca się wymianę filtra-odwadniacza. Dostępne są dwa zasadnicze rodzaje tych elementów – z wypełnieniem proszkowym lub stałym.

Dostawca wyposażenia chłodniczego pomoże w wyborze filtra-odwadniacza odpowiedniego dla czynnika Solstice® N40.

Wymieniając olej na rozpuszczalny z czynnikami grupy HFC, szczególnie jeśli jest on bardziej polarny, jak oleje poliestrowe, korzystne może być zainstalowanie filtra w przewodzie ssawnym.

## 10. Kontrola szczelności

Układ chłodniczy należy sprawdzić pod kątem szczelności, z zastosowaniem zwykłych procedur i wyposażenia.

## 11. Wytworzenie próżni

W typowy sposób należy też wytworzyć w instalacji próżnię, aby usunąć powietrze i inne gazy nieskrapające się. Firma Honeywell zaleca, aby wytworzyć głębokie podciśnienie zarówno po stronie niskiego, jak i wysokiego ciśnienia. Podłączenie pompy próżniowej tylko do strony niskociśnieniowej nie zapewni usunięcia wilgoci i gazów permanentnych w dostatecznym stopniu. Do pomiaru podciśnienia należy wykorzystać odpowiedniej klasy elektroniczny wakuometr, gdyż zwykle manometry chłodnicze nie umożliwiają dokładnego odczytu.

## 12. Napełnienie układu płynem Solstice® N40

Podczas napełniania czynnikiem Solstice® N40 układu chłodniczego przezbrajanego z R-404A/R-507 należy postępować według tych samych reguł, jak dla zastępowanego płynu roboczego. Trzeba pamiętać, że Solstice® N40 jest mieszaniną zeotropową. Aby układ prawidłowo pracował z nowym czynnikiem, trzeba go napełniać tylko cieczą. **Z butli zawierającej mieszaninę serii 400 nie należy pobierać pary**, gdyż można w ten sposób spowodować zmianę składu czynnika chłodniczego i awarię instalacji.

Podając ciekły czynnik do przewodu ssawnego trzeba chronić sprężarkę przed zalaniem, dozując płyn za pomocą zaworu dławiącego, dzięki czemu czynnik dotrze do niej już w postaci pary. UWAGA: Przewodu ssawnego nie należy napełniać cieczą, aby nie uszkodzić sprężarki.

W porównaniu do czynników R-404A i R-507, napełnienie układu chłodniczego mieszaniną Solstice® N40 powinno być nieco większe. Dla instalacji z zaworami rozprężnymi lub zoptymalizowanymi rurkami kapilarnymi zastosowanie znajduje poniższa reguła:

**Czynnik chłodniczy:** Solstice® N40 (R-448A)

**Napełnienie względem R-404A lub R-507:** 104%

Honeywell generalnie zaleca wstępne wprowadzenie nowego czynnika do układu w ilości 85% napełnienia nominalnego.

## 13. Kontrola pracy układu

Po uruchomieniu instalacji należy odczekać do ustabilizowania się parametrów roboczych. Jeśli wstępnie wprowadzona ilość czynnika Solstice® N40 okaże się niewystarczająca, to należy dodawać go w porcjach po 5% pierwotnego napełnienia, aż do osiągnięcia pożądaných parametrów roboczych.

Ciśnienie ssania i tłoczenia dla mieszaniny Solstice® N40 (R-448A) w porównaniu do parametrów dla R-404A podano poniżej:

### Porównanie ciśnienia ssania i tłoczenia

#### Względem: R-404A

**Ssanie:** niższe o 0-35 kPa

**Tłoczenie:** bez zmian

Korekty może więc wymagać nastawa presostatu minimalnego. Należy przy tym wykazać ostrożność, aby nie przekroczyć dozwolonych i zalecanych parametrów pracy sprężarki i innych podzespołów układu chłodniczego. Praca urządzenia z nieoptymalizowaną rurką kapilarną jest bardziej wrażliwa na ilość czynnika w instalacji i na warunki robocze. W rezultacie, parametry pracy zmieniają się bardziej radykalnie na skutek zbyt dużej lub zbyt małej ilości płynu roboczego. Aby nie przepełnić układu, bardziej niż na poziomowskazach czy wziernikach przepływu należy polegać na mierzonych parametrach pracy (włącznie z ciśnieniem tłoczenia i ssania, temperaturą ssania, przegrzaniem i poborem prądu przez agregat sprężarkowy).

Obliczając przegrzanie czynnika chłodniczego będącego mieszaniną zeotropową należy wziąć pod uwagę parametry nasycenia dla pary nasyconej suchej. Z kolei do prawidłowego określenia dochłodzenia właściwe są parametry nasycenia dla cieczy nasyconej. Średnią temperaturę parowania lub skraplania można wyliczyć jako średnią arytmetyczną z temperatury cieczy nasyconej i temperatury pary nasyconej suchej pod danym ciśnieniem.

#### 14. Oznakowanie układu

Po przezbrojeniu układu należy wykonać oznakowanie, z uwzględnieniem rodzaju czynnika (Solstice® N40) oraz marki i lepkości oleju chłodniczego. Podczas przyszłych prac serwisowych informacje te pomogą we właściwym doborze płynu roboczego i środka smarnego.

Odpowiednie etykiety można pozyskać u dostawcy czynnika chłodniczego.

## Lista kontrolna procedury wymiany czynnika R-404A/R-507 na Solstice® N40



### Lista kontrolna procedury przezbrajania

1. Zapisanie nominalnych parametrów pracy układu chłodniczego.
2. Odessanie czynnika R-404A/R-507.
3. Wybór oleju. Należy się upewnić u producenta sprężarki, że ten sam rodzaj i ilość oleju będą odpowiednie dla czynnika Solstice® N40, jak to jest w większości przypadków.
4. Odzyskanie starego oleju ze sprężarek, odolejaczy i zbiorników – w miarę potrzeb.
5. Pomiar ilości odzyskanego oleju.
6. Wprowadzenie do układu oleju poliestrowego w takiej samej ilości, jak olej odzyskany.
7. Powtórny montaż sprężarki w układzie.
8. Ocena przydatności elementów dławiących w oparciu o zalecenia ich producentów. W większości przypadków wymiana nie jest konieczna.
9. Wymiana filtrów-odwadniaczy i filtrów w przewodach ssawnych.
10. Kontrola szczelności układu i konieczne naprawy.
11. Wytworzenie próżni.
12. Napełnienie układu chłodniczego ciekłą mieszaniną Solstice® N40 początkowo w ilości 85% napełnienia nominalnego. Zapisanie ilości wprowadzonego czynnika.
13. Kontrola pracy układu chłodniczego i regulacja termostatycznego zaworu rozprężnego. Ciśnienie ssania mieszaniny R-448A jest nieco niższe, toteż konieczne mogą się okazać korekty w nastawach presostatów minimalnych.
14. Oznakowanie układu i jego podzespołów na rodzaj czynnika i oleju chłodniczego.

## Względy ochrony środowiska

Czynnik chłodniczy Solstice® N40 należy do grupy fluorowęglowodorów HFC. Utylizacja i postępowanie z odpadami powstałymi podczas posługiwania się tą substancją mogą wymagać szczególnych względów, w zależności od rodzaju odpadów i wykonywanych czynności. Informacje na ten temat zamieszczono w Karcie charakterystyki czynnika.

Nie używany czynnik chłodniczy Solstice® N40 nie jest uważany za odpad niebezpieczny w rozumieniu Ustawy o ochronie zasobów i odzysku (RCRA). Z uwagi na minimalną podatność na biodegradację, należy zapobiegać emisjom czynnika Solstice® N40 do atmosfery.

Sposób unieszkodliwiania mieszaniny Solstice® N40 może być przedmiotem lokalnych przepisów. Czynności te trzeba więc prowadzić z poszanowaniem odnośnego prawa.

W sprawie utylizacji innych odpadów również należy się konsultować z odpowiednimi organami.

## Dostępne narzędzia obliczeniowe

### Oprogramowanie symulacyjne

Program Genetron Software firmy Honeywell służy do symulacji parametrów pracy układów chłodniczych z różnymi czynnikami chłodniczymi i umożliwia eksport wyników do arkusza kalkulacyjnego Excel. Bazę danych programu uzupełniono o własności czynników Solstice® N40 (R-448A) i Solstice® N13 (R-450A). Można więc porównać ich pracę z innymi płynami, zwymiarować przewody układu chłodniczego itp. Dostępne są wersje programu w języku angielskim, niemieckim, hiszpańskim, portugalskim i włoskim. Można je pobrać bezpłatnie ze strony:

<http://www.honeywell-refrigerants.com/europe>

### Aplikacje dla smartfonów

Dostępna do pobrania jest aplikacja do określania parametrów nasycenia **Honeywell PT Chart Refrigerants EU** dla systemów **IOS** oraz **Android**.



Więcej informacji można uzyskać skanując niniejszy kod QR  
<http://www.honeywell-refrigerants.com/europe/product/solstice-n40/>



Czynniki chłodnicze o niskim wskaźniku GWP Solstice®:  
**Zdobywca nagrody za osiągnięcie roku  
w dziedzinie obniżania emisji gazów cieplarnianych**



**RESPONSIBLE CARE®**  
OUR COMMITMENT TO SUSTAINABILITY

#### RESPONSIBLE CARE

Firma Honeywell Performance Materials and Technologies, jako członek Rady Amerykańskiego Przemysłu Chemicznego, przystąpiła do inicjatywy Responsible Care® w dążeniu do doskonałości w dziedzinie bezpieczeństwa, ochrony zdrowia i środowiska naturalnego. W ramach tej globalnej, dobrowolnej inicjatywy koncerny chemiczne współpracują z narodowymi stowarzyszeniami nad ciągłym doskonaleniem rozwiązań zapewniających bezpieczeństwo oraz chroniących zdrowie i środowisko naturalne, a także dostarczają klientom i przedstawicielom informacji na temat swoich wyrobów i technologii.

#### Wynikają z tego zobowiązania w dziedzinie:

Bezpieczeństwa pracowników;  
Jakości produktów;  
Odpowiedzialności za ochronę środowiska, społeczności na terenie prowadzenia działań biznesowych oraz klientów.

#### Wyłączenie odpowiedzialności

W niniejszym materiale zamieszczono dokładne i rzetelne informacje, jednak nie są one objęte jakąkolwiek gwarancją. Użytkownik przyjmuje całe ryzyko i odpowiedzialność za korzystanie z tych informacji i wyniki konsekwencje. Deklaracje i sugestie co do ewentualnego wykorzystania materiałów i procesów poczyniono bez gwarancji, że takie wykorzystanie nie będzie stanowiło naruszenia ochrony patentowej, ani nie stanowią one zachęty do naruszenia takiej ochrony. Użytkownik nie powinien uznać, że w niniejszym materiale zawarto wszystkie dane toksykologiczne, bądź wykazano wszystkie środki bezpieczeństwa, ani że inne środki nie są wymagane.

#### Honeywell Belgium N.V.

Interleuvenlaan 15i  
3001 Heverlee, Belgium  
Phone: +32 16 391 212  
Fax: +32 16 391 371  
E-mail: [fluorines.europe@honeywell.com](mailto:fluorines.europe@honeywell.com)

Zapraszamy do odwiedzenia strony:  
[www.honeywell-refrigerants.com/europec](http://www.honeywell-refrigerants.com/europec)

FPR-011/2015-06c 2015 Honeywell International Inc. All rights reserved

