Copeland Scroll

Sprężarek spiralnych klimatyzacyjnych

ZR 90 K3* .... ZR 300 KC*

Wskazówki stosowania

EMERSON
Climate Technologies

SPIS TREŚCI

1 Wstęp 3
2 Oznaczenia 3
3 Odpowiednie czynniki chłodnicze 4
4 Postępowanie ze sprężarką 4
5 Smarowanie i usuwanie oleju 4
6 Zbiorniki czynnika chłodniczego 5
7 Filtry siatkowe 6
8 Grzałki karteru 6
9 Odpompowanie 6
10 Minimalny czas pracy 7
11 Zawory zmiany kierunku przepływu 7
12 Zabezpieczenie termiczne na tłoczeniu 7
13 Zabezpieczenie elektroniczne silnika 7
14 Kontrola działania zabezpieczenia i wykrywanie usterek 9
15 Tłumiki drgań 9
16 Hałas i drgania rurociągu ssawnego 10
17 Wyłącznik niskotemperaturowy 10
18 Presostaty 10
19 Hałas przy wyłączaniu 11
20 Uruchamianie 11
21 Praca w głębokiej próżni 11
22 Temperatura korpusu 11
23 Krótkotrwałe przerwy zasilania 11
24 Instalacja elektryczna 11
25 Połączenia elektryczne 12
26 Łączniki kablowe 13
27 Kontrola działania sprężarki 13
28 Kontrola nadmiernego wypływu czynnika 14
29 Próby wysokiego napięcia 15
30 Instalacja 15
31 Procedura lutowania montażowo-serwisowego 16
32 Procedura napełniania układu 17
33 Armatura ssawna i tłoczna 17
34 Zawory odcinające i łączniki 17
35 Rozlutowanie elementów układu 18
36 Wymiana sprężarki 18
37 Uruchamianie sprężarki nowej lub wymienionej 18
38 Kierunek obrotów 19
39 Charakterystyka czynnika R 407C 19
40 Zakresy zastosowań 21
41 Schemat stosowania 22

1 Wstęp

W niniejszym informatorze opisano parametry eksploatacyjne, właściwości konstrukcyjne oraz wymagania dotyczące zastosowania typoszeregu sprężarek spiralnych ZR 90 K3 do ZR 300 KC o mocy od 7.5 do 25 KM przeznaczonych do instalacji klimatyzacyjnych. Jest to rodzina sprężarek spiralnych posiadających pilotowy układ zabezpieczenia silnika, w którym zastosowano czujniki wewnętrzne i zewnętrzny moduł elektroniczny chroniący silnik przed przegrzaniem i nadmierną temperaturą tłoczenia. Informacje dodatkowe można znaleźć w "Katalogu Wyrobów" lub w "Oprogramowaniu doboru wyrobów Copeland" na stronie internetowej firmy Copeland www.ecopeland.com. Niektóre z poniższych charakterystyk eksploatacyjnych i właściwości konstrukcyjnych różnią się w mniejszych modelach sprężarek spiralnych Copeland. Celem niniejszego informatora nie jest zastępowanie wiedzy specjalistycznej o układach chłodniczych, jaką można uzyskać od producentów układów.

2 Oznaczenia

Numery modeli sprężarek spiralnych Copeland uwzględniają przybliżoną wydajność nominalną w warunkach roboczych przy zasilaniu 60 Hz. Na przykład, sprężarka ZR90K3-TWD przy zasilaniu 60Hz i nominalnym warunkom klimatyzacji wg ARI ma wydajność chłodniczą około **90000 Btu/h**. Litera "K" na piątym miejscu w oznaczeniu modelu wskazuje, że poprzedzającą ją liczbę należy pomnożyć przez 1000, a "M" przez 10000. Należy zwrócić uwagę, że wydajność tej samej sprężarki przy zasilaniu prądem 50 Hz wyniesie około 5/6 podanej wartości tzn. **75000 Btu/h**.

Oznaczenie modelu

Z	R	90 K	3	E	-	TWD	-	522
1	2	3	4	5		6		7

1 - rodzina sprężarek: Z = spiralne
2 - zakres zastosowania: R = temperatura wysoka/średnia
3 - wydajność nominalna [BTU/h] przy 60 Hz w warunkach ARI (*patrz niżej) z zastosowaniem mnożników "K" dla 1000 i "M" dla 10 000
4 - odmiana modelu
5 - typ oleju: E= olej poliestrowy (POE), brak oznaczenia = olej mineralny
6 - wersja silnika: **TWC** (230V/3/60 Hz), **TWD** (400V/460V/3/50/60 Hz), **TWE** (500V/575V/3/50/60 Hz) **TW7** (380V/3/60 Hz)
7 - Numer specyfikacji materiałowej:

522:	Króciec lutowany, moduł 120/240 V (ZR90K3*/ZR300KC*)
568:	Króciec lutowany, moduł 24 V ~ (ZR90K3* do ZR19M3*)
524:	Króciec lutowany, moduł 24 V ~ (ZR250KC*/ZR300KC*)
551:	Króciec Rotalock, moduł 120/240 V (ZR90K3* do ZR19M3*)
523:	Króciec Rotalock, moduł 120/240 V (ZR250KC*/ZR300KC*)
561:	Króciec Rotalock, moduł 24 V ~ (ZR90K3* do ZR19M3*)
525:	Króciec Rotalock, moduł 24 V ~ (ZR250KC*/ZR300KC*)

***Warunki ARI:**

7,2 °C	temperatura parowania	8,3 K	doziębianie cieczy
54,4 °C	temperatura skraplania	35 °C	temperatura otoczenia
11 K	przegrzanie zasysanego gazu		

3 Odpowiednie czynniki chłodnicze

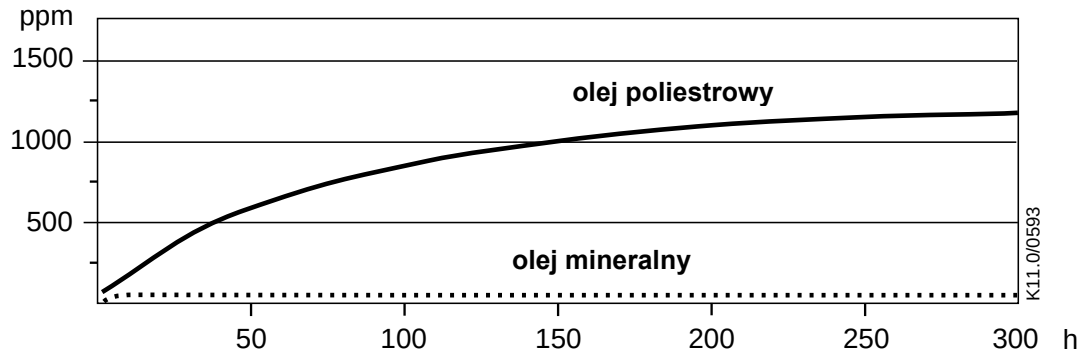
Jako zamiennik freonu R22 dla modeli sprężarek ZR 90 K3E ... ZR300 KCE kwalifikuje się czynnik R407C. Dla modeli ZR 90 K3E…ZR 19 M3E nadaje się R134a. Zakres zastosowań dla każdego czynnika podany jest w **punkcie 40**.

4 Postępowanie ze sprężarką

Zalecane jest pozostawienie zaślepek na przyłączach sprężarki do chwili jej zamontowania w agregacie. Zmniejsza to możliwość przedostawania się zanieczyszczeń i wilgoci do wnętrza sprężarki, szczególnie gdy jest ona napełniona olejem poliestrowym, który posiada większą higroskopijność. Jeżeli sprężarka posiada dwa uchwyty podnośne, to do jej podnoszenia należy używać obu. W celu odprowadzenia z wnętrza sprężarki suchego sprężonego powietrza, zaślepkę na króćcu tłocznym należy usunąć przed usunięciem zaślepki na ssaniu. Taka kolejność usuwania zaślepek zapobiega pokrywaniu rurociągu ssawnego przez mgłę olejową, która utrudnia lutowanie. Przed przylutowaniem miedziowanej stalowej rury ssawnej należy ją oczyścić (patrz **Rys. 13**). Nie należy wsuwać żadnego przedmiotu do rurociągu ssawnego (np. kształtownika) na głębokość przekraczającą 50 mm gdyż może to spowodować uszkodzenie filtra siatkowego.

5 Smarowanie i usuwanie oleju

Sprężarka dostarczana jest po wstępnym napełnieniu olejem. Olejem standardowym do pracy na czynnikach R407C i R134a jest olej poliestrowy (POE) Copeland 3MAF (32 cSt). W warunkach roboczych, poziom oleju można uzupełniać olejem ICI Emkarate RL 32 CF lub Mobil EAL Arctic 22 CC, w przypadku braku oleju 3MAF. W zastosowaniach z czynnikiem R22 używany jest olej Suniso 3GS. Olej Suniso 3GS jest kompatybilny z olejami Texaco WF 32 i Fuchs KM. Oleje te mogą być w razie potrzeby stosowane w warunkach roboczych w celu uzupełnienia.
Podczas wymiany sprężarki w warunkach eksploatacyjnych możliwe jest, że większa część oleju ze starej sprężarki nadal pozostaje w układzie. Chociaż nie może to mieć ujemnego wpływu na niezawodność nowej sprężarki, to zwiększona ilość oleju spowoduje dodatkowy opór wirnika i zwiększenie zużycia energii. W celu usunięcia nadmiernej ilości oleju, w dolnej części korpusu sprężarki dodano zawór dostępu. Sprężarka powinna pracować przez 10 minut, po czym należy ją wyłączyć i otworzyć zawór dostępu dopóki poziom oleju nie znajdzie się na wysokości pomiędzy $^1/_4$ a $^1/_3$ wysokości wziernika. Operację taką należy powtórzyć co najmniej dwukrotnie, aby upewnić się, że uzyskany poziom oleju jest prawidłowy.

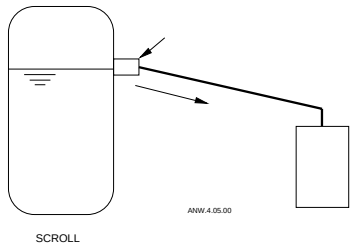


Rys. 1: Absorpcja wilgoci w oleju estrowym w porównaniu do oleju mineralnego w [ppm] wagowo przy 25°C i wilgotności względnej 50%. h = godziny.

Jedną z wad oleju poliestrowego jest jego o wiele wyższa higroskopijność w porównaniu z olejem mineralnym (**Rys.1**). Nawet krótkie oddziaływanie otaczającego powietrza powoduje taką absorpcję wilgoci przez olej poliestrowy, że staje się on niezdatny do użytku w układzie chłodniczym. Ze względu na łatwiejsze wchłanianie wilgoci przez olej poliestrowy niż mineralny, trudniejsze jest jego usuwanie przez zastosowanie podciśnienia. Sprężarki dostarczane przez firmę Copeland są napełnione olejem

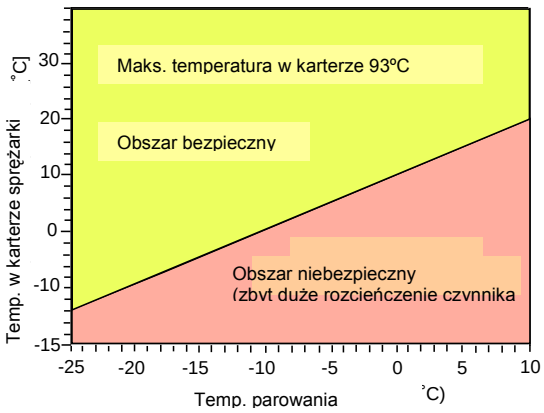
o niskiej zawartości wilgoci, przy czym może ona wzrosnąć podczas montażu. Dlatego też we wszystkich układach z olejem poliestrowym zaleca się montowanie odwadniaczy o odpowiednio dobranej wielkości. Pozwoli to na utrzymanie zawartości wilgoci na poziomie poniżej 50 ppm. Przy napełnianiu układu olejem zaleca się stosować olej poliestrowy o zawartości wilgoci nie przekraczającej 50 ppm. Jeżeli zawartość wilgoci w oleju w układzie chłodniczym osiąga poziom niedopuszczalny, możliwe jest wystąpienie korozji i miedziowania.
Układ należy opróżnić do ciśnienia 0,3 mbar lub niższego. W razie niepewności co do zawartości wilgoci w układzie, należy w różnych miejscach pobrać próbki oleju i zbadać je na zawartość wilgoci. Aktualnie dostępne wzierniki/wskaźniki wilgoci mogą być stosowane z czynnikami chłodniczymi HFC i olejami smarnymi; jednakże, wskaźnik wilgoci podaje jedynie zawartość wilgoci w czynniku chłodniczym. Rzeczywista zawartość wilgoci w oleju poliestrowym jest wyższa od wskazywanej na wzierniku. Wynika to z wysokiej higroskopijności oleju poliestrowego. Należy pobrać próbki oleju z układu i poddać je analizie w celu określenia rzeczywistej zawartości wilgoci.

6 Zbiorniki czynnika chłodniczego



Rys. 2: Zbiornik ssawny

Ze względu na naturalną zdolność sprężarek spiralnych Copeland do przetłaczania ciekłego czynnika z rozruchem w stanie zalanym i cyklem rozmrażania, w większości przypadków zbiornik czynnika nie jest wymagany dla trwałości układu, szczególnie w układach zaprojektowanych z termostatycznymi zaworami rozprężnymi. Tym niemniej, duże ilości ciekłego czynnika, które wielokrotnie są wyrzucane do sprężarki podczas normalnych cykli spoczynkowych lub nadmierny wypływ ciekłego czynnika podczas rozmrażania lub zmiany obciążeń, niezależnie od stanu napełnienia układu, mogą powodować rozcieńczenie oleju. Powoduje to niedostateczne smarowanie łożysk i ewentualne zwiększenie ich zużycia. W celu kontroli tych warunków patrz **punkt 28 "Kontrola nadmiernego wypływu czynnika"**. W przypadku konieczności zastosowania zbiornika, zalecane jest zainstalowanie na powrocie oleju kryzy o wielkości około 2 mm^2. Zabezpieczenie tak małego otworu przed zatkaniem przez zanieczyszczenia znajdujące się układzie wymaga dużego filtra siatkowego, o oczkach nie mniejszych niż 30 x 30 (otwory 0,6 mm^2). Testy wykazały, że mały filtr siatkowy o drobnych oczkach może łatwo ulec zatkaniu, powodując niedostateczny dopływ oleju do łożysk sprężarki. Zbiorniki stanowią element standardowy w pompach ciepła typu "powietrze-powietrze" niezależnie od zastosowania termostatycznego zaworu rozprężnego do dozowania czynnika w trybie grzania. W warunkach niskiej temperatury otoczenia olej powracający z wężownicy zewnętrznej może mieć bardzo wysoką lepkość, co utrudnia jego przejście przez zbiornik jeżeli zawór rozprężny działa prawidłowo utrzymując przegrzanie. Aby zapobiec zwolnieniu powrotu oleju możliwe jest usunięcie zbiornika z układu, w którym zastosowano zawory rozprężne w trybie grzania. W celu określenia możliwości usunięcia zbiornika należy przeprowadzić próbę rozmrażania przy temperaturze otoczenia około 0°C w środowisku o wysokiej wilgotności, aby upewnić się, że nadmierna ilość ciekłego czynnika nie powoduje wypływu czynnika do sprężarki przy włączeniu zaworu zmiany kierunku przepływu, szczególnie na skutek rozmrażania. Nadmierny wypływ czynnika występuje, gdy temperatura w karterze spada poniżej linii pracy bezpiecznej przedstawionej na **Rys. 3** na dłużej niż 10 sekund.

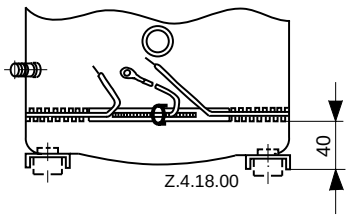


Rys. 3: "Bottom Shell Temperature"

7 Filtry siatkowe

Nie zaleca się stosowania w jakimkolwiek miejscu układu filtrów siatkowych o oczkach drobniejszych niż 30 x 30 (otwory 0,6 mm^2). Z doświadczenia wynika, że sita o oczkach drobniejszych stosowane do zabezpieczania zaworów rozprężnych, rurek włoskowatych lub zbiorników mogą ulegać czasowemu lub trwałem zatkaniu przez znajdujące się w układzie zanieczyszczenia, blokując przepływ oleju lub czynnika do sprężarki. Zatkanie takie może prowadzić do awarii sprężarki.

8 Grzałki karteru



Rys. 4: Położenie grzałki karteru

Grzałka karteru musi być zamontowana poniżej zaworu spustu oleju położonego w dolnej części karteru. **Podczas okresów postoju sprężarki grzałka karteru powinna pozostawać włączona.**

Pierwszy rozruch w warunkach roboczych stanowi moment bardzo krytyczny dla każdej sprężarki, gdyż wszystkie powierzchnie nośne są nowe i wymagają krótkiego okresu dotarcia dla umożliwienia przenoszenia wysokich obciążeń w niekorzystnych warunkach. **Grzałka karteru musi być włączona co najmniej przez 12 godzin przed uruchomieniem sprężarki**. Zapobiega to rozcieńczaniu oleju i naprężeniom łożysk podczas pierwszego rozruchu. Jeżeli włączenie grzałki karteru na 12 godzin przed rozruchem sprężarki nie jest możliwe, należy zastosować jedną z poniższych metod mających na celu zabezpieczenie sprężarki przed uszkodzeniem przy rozruchu w stanie zalanym:

1) Skierować lampę grzewczą 500 W lub inne bezpieczne źródło ciepła **(nie stosować palnika)** na dolną część korpusu sprężarki przez około 30 minut w celu odparowania ciekłego czynnika przed rozruchem; lub
2) Wymusić rozruch sprężarki włączając ręcznie napięcie stycznika sprężarki przez okres około jednej sekundy. Odczekać pięć sekund, a następnie ponownie włączyć zasilanie sprężarki na około jedna sekundę. Powtórzyć ten cykl kilkakrotnie dopóki ciecz w korpusie nie odparuje, a sprężarki nie będzie można bezpiecznie uruchomić do pracy ciągłej.

Ze względu na naturalną zdolność sprężarek spiralnych podatnych do przetłaczania ciekłego czynnika chłodniczego, nie jest wymagana żadna grzałka karteru, gdy ilość czynnika w układzie nie przekracza następujących wartości:

·	7,7 kg	dla	ZR 90 K3* ... ZR 19 M3*
·	11,3 kg	dla	ZR 250 KC*
·	13,6 kg	dla	ZR 300 KC*

Grzałka karteru jest potrzebna do usunięcia nadmiernej ilości czynnika chłodniczego, przepływającego do korpusu sprężarki w okresach jej bezczynności w przypadku braku podłączenia do jakiegokolwiek zbiornika zapewniającego swobodny odpływ cieczy podczas cykli spoczynkowych zgodnie z **Rys. 2**. Patrz również **punkt 28.** Prawidłowe położenie montażowe takiej grzałki - patrz **Rys. 4**.

9 Odpompowanie

W celu kontroli nad przemieszczaniem się czynnika chłodniczego możliwe jest zastosowanie - zamiast lub łącznie z grzałką karteru - układu cyklicznego odpompowania, jeżeli sprężarka jest położona w taki sposób, że nawiew zimnego powietrza na sprężarkę powoduje nieskuteczność działania grzałki. Konstrukcja zaworu zwrotnego na tłoczeniu sprężarki spiralnej zapewnia niewielki przeciek zwrotny i umożliwia zastosowanie pompy cyrkulacyjnej bez konieczności dodawania zewnętrznego zaworu zwrotnego. Należy przeanalizować wielkości nastaw włączania i wyłączania presostatu niskiego ciśnienia, gdyż po wyłączeniu sprężarki następuje rozprężenie stosunkowo znacznej ilości gazu ze strony wysokociśnieniowej do przestrzeni niskociśnieniowej. Nie zaleca się stosowania jednorazowego odpompowania pod koniec cyklu roboczego, gdyż po długotrwałym wyłączeniu sprężarki czynnik może nadal przedostawać się do jej wnętrza. W przypadku zastosowania odpompowania jednorazowego musi być zainstalowana grzałka karteru.

10 Minimalny czas pracy

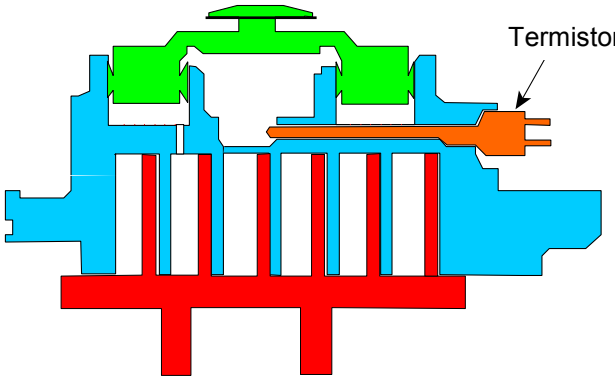
Nie ma jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, jak często można włączać i wyłączać sprężarkę spiralną w ciągu godziny, gdyż w dużym stopniu zależy to od konfiguracji systemu. Nie ma też minimalnego czasu bezczynności, gdyż spirale uruchamiane są bez obciążenia, nawet jeżeli ciśnienia w układzie są niezrównoważone. Elementem najistotniejszym jest minimalny czas pracy wymagany do powrotu oleju do sprężarki po jej rozruchu. Można to z łatwością określić, gdyż sprężarki te są wyposażone we wziernik. Minimalnym czasem włączenia jest zatem okres potrzebny do powrotu do miski olejowej sprężarki oleju utraconego podczas rozruchu oraz przywrócenia normalnego poziomu we wzierniku. Praca cykliczna sprężarki przez czas krótszy, na przykład w celu utrzymania bardzo ścisłej regulacji temperatury może spowodować narastającą stratę oleju i uszkodzenie sprężarki.

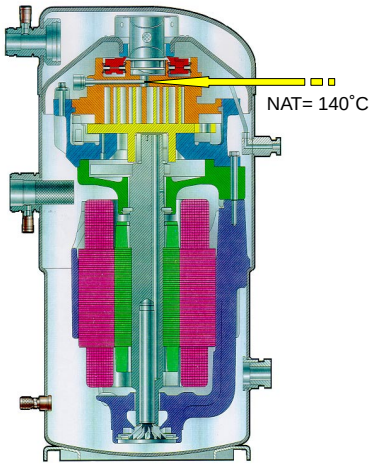
11 Zawory zmiany kierunku przepływu

Ze względu na bardzo wysoką sprawność objętościową sprężarek spiralnych Copeland, ich wydajności skokowe są niższe niż porównywalne wydajności sprężarek tłokowych. Dlatego też Copeland zaleca, aby wydajność nominalna zaworu zmiany kierunku była nie wyższa od dwukrotnej wydajności nominalnej sprężarki, z którą będzie on używany. Zapewnia to właściwą pracę zaworu zmiany kierunku we wszystkich warunkach roboczych.
Cewka zaworu zmiany kierunku powinna być podłączona tak, aby nie następowało przełączanie zaworu, po wyłączeniu układu termostatem roboczym w trybie grzania lub chłodzenia. Jeżeli przełączenie zaworu przy wyłączonym układzie jest dozwolone, następuje odwrócenie ciśnień ssania i tłoczenia sprężarki. Wskutek tego ciśnienia w sprężarce wyrównują się, co powoduje zwolnienie obrotów sprężarki aż do wyrównania ciśnień. Stan ten nie wpływa ujemnie na trwałość sprężarki, lecz może powodować nieoczekiwany dźwięk przy jej wyłączaniu.

12 Zabezpieczenie termiczne na tłoczeniu

W otworze tłocznym spirali stałej znajduje się termistor o znamionowej temperaturze reakcji 140 °C (**Rys. 5**). Nadmierna temperatura tłoczenia powoduje zadziałanie elektronicznego modułu zabezpieczającego (patrz również **punkt 13**). Czujnik temperatury tłoczonego gazu jest połączony szeregowo z obwodem termistora silnika.



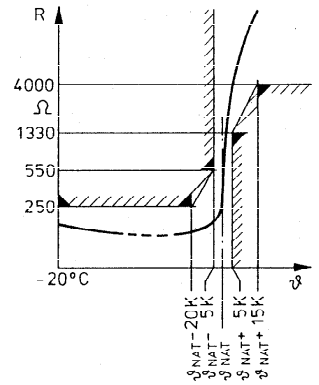


Rys. 5: Zabezpieczenie termiczne na tłoczeniu

13 Zabezpieczenie elektroniczne silnika

Zabezpieczenie elektroniczne silnika we wszystkich modelach ZR 90 K3* ... ZR 300 KC* oznaczone jest literą “W” w środku kodu silnika. Układ ten wykorzystuje do odczytu temperatury uzwojenia zależność rezystancji termistorów (tzw. rezystancji PTC) od temperatury. Zespół czterech termistorów połączonych szeregowo jest tak osadzony w uzwojeniach silnika, że temperatura termistorów zmienia się wraz z temperaturą uzwojenia przy małej bezwładności. Do przetwarzania wartości rezystancji i włączania przekaźnika sterującego stosownie do rezystancji termistora wymagany jest moduł elektroniczny. Nachylenie charakterystyki rezystancji termistora pokazane jest na **Rys. 6**. Krzywą można zaprojektować dla różnych punktów roboczych na nominalną temperaturę reakcji (NAT), np. 80°C, 100°C, 140°C, przy czym musi ona być zgodna z tolerancjami normy DIN 44081.

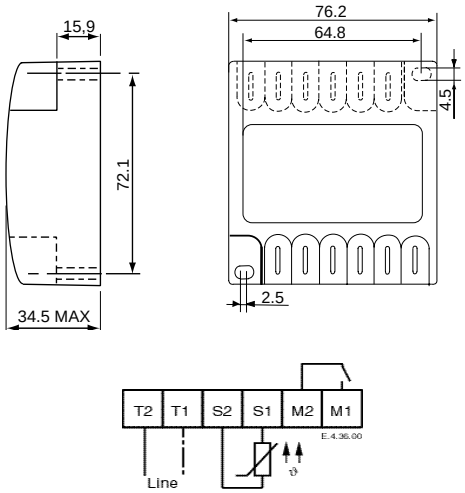
Moduł



Rys. 6: Krzywa rezystancji termistora

Dane zabezpieczenia:

Typ:	Kriwan INT 69 SC/ Carel
Napięcie:	24 V ~; 230 V ~,120/240 V ~
Moc nominalna sterowania:	pr. rozr.60VA, 25A; pr. rozr.300/375 VA, 25/15 A
Rezystancja normalna PTC:	250 do 1000 Ω
Rezystancja wyzwalania:	>4500 Ω +/- 20%
Rezystancja powrotu:	<2750 Ω
Czas wyłączenia modułu:	30 minut +/- 5 minut
Wyczuwanie nisk. napięcia:	Brak
Monitor faz:	Brak



L1/T1 zacisk neutralny
L2/T2 zacisk napięcia linii
S1, S2 zacisk zespołu termistorów
M1, M2 zacisk obwodu sterującego

Rys. 7: Moduł zabezpieczenia silnika

Ze względów bezpieczeństwa na wypadek zablokowania wirnika w głowicach uzwojeń w górnej części silnika sprężarki (ssanie gazu) osadzony jest jeden termistor dla każdej fazy. Czwarty termistor umieszczony jest w głowicy uzwojenia w dolnej części silnika. Piąty czujnik znajduje się w otworze tłocznym spirali stałej i służy do kontroli przegrzania gazu na tłoczeniu. Cały łańcuch jest połączony wewnętrznie z zespołem "fusite", a od niego - z zaciskami modułu S1 i S2 (patrz **Rys**. **7**). Gdy rezystancja któregokolwiek termistoru w zespole osiąga wartość wyzwalającą, następuje przerwanie obwodu sterującego modułu i wyłączenie sprężarki. Po dostatecznym ochłodzeniu termistora jego rezystancja spada do wartości powrotnej, lecz powrót samego modułu do położenia początkowego następuje po upływie 30-minutowej zwłoki.

14 Kontrola działania zabezpieczenia i wykrywanie usterek

Przed uruchomieniem sprężarki należy przeprowadzić kontrolę działania:

- Wyłączyć zasilanie!
- Odłączyć jeden zacisk - S1 lub S2 - od modułu elektronicznego. Jeżeli sprężarka jest już włączona, nie powinno nastąpić uruchomienie silnika.
- Wyłączyć zasilanie.
- Ponownie podłączyć odłączony przewód termistora. Jeżeli sprężarka jest już włączona, musi nastąpić uruchomienie silnika.

Diagnoza niesprawności zabezpieczenia:

Jeżeli silnik nie zaczął pracować podczas próby działania, oznacza to istnienie usterki eksploatacyjnej:

- Wyłączyć zasilanie.
- Sprawdzić podłączenie przewodów termistora w skrzynce zaciskowej i w module zabezpieczającym pod kątem obluzowanych końcówek oraz kabel połączeniowy pod kątem ewentualnego uszkodzenia.
- Rezystancję zespołu termistorów należy mierzyć w stanie chłodnym tzn. po dostatecznym ochłodzeniu silnika.

Uwaga ! Maksymalne napięcie pomiarowe nie może przekraczać 3 V!

Wykonując powyższe czynności należy odłączyć kable termistora od zacisków S1 S2 modułu i pomierzyć rezystancję pomiędzy kablami. Musi ona wynosić od 150 do 1250 Ω.

Jeżeli zespół termistorów ma wyższą rezystancję (2750 Ω lub więcej), temperatura silnika jest nadal zbyt wysoka i należy poczekać na jego ochłodzenie.

Jeżeli rezystancja wynosi 0 Ω, sprężarkę należy wymienić z powodu zwarcia w obwodzie czujnika. Wskazanie rezystancji ∞ Ω oznacza otwarcie obwodu czujnika i konieczność wymiany sprężarki.

Jeżeli w zespole termistorów nie wykryto żadnego defektu, i jeżeli nie ma obluzowanych styków lub uszkodzonego przewodu, należy sprawdzić moduł. Następnie należy odłączyć połączenia kontrolne na zaciskach M1, M2 (Uwaga! Najpierw odłączyć napięcie zasilania!) i sprawdzić warunki przełączania omomierza lub brzęczyk sygnalizacyjny:

- zewrzeć odłączone styki termistora S1 i S2 i włączyć zasilanie; musi nastąpić włączenie przekaźnika; oznacza to połączenie pomiędzy stykami M1 i M2
- usunąć zworkę spomiędzy styków S1 i S2; musi nastąpić wyłączenie przekaźnika; oznacza to brak połączenia pomiędzy stykami M1 i M2
- ponownie zewrzeć styki S1 i S2, przekaźnik pozostaje wyłączony; nie ma połączenia pomiędzy stykami M1 i M2
- wyłączyć zasilanie na około 4 sekundy i włączyć ponownie; musi nastąpić włączenie przekaźnika; oznacza to połączenie pomiędzy stykami M1 i M2

Jeżeli którykolwiek z powyższych warunków nie jest spełniony, oznacza to uszkodzenie i konieczność wymiany modułu.

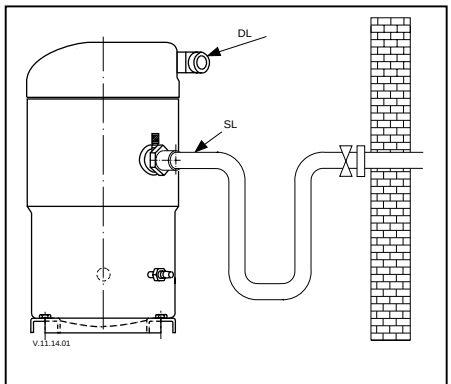
Uwaga: Pomiędzy kolejnymi próbami należy wyłączać zasilanie w celu uniknięcia zwarć i przypadkowego dotknięcia styków. Funkcję modułu należy sprawdzać za każdym razem, gdy zasilanie zostaje przerwane wskutek przepalenia bezpiecznika w obwodzie sterującym. Pozwala to na uniknięcie zapiekania się styków.

15 Tłumiki drgań

Przepływ w sprężarkach spiralnych firmy Copeland jest półciągły przy stosunkowo niskiej pulsacji. Z tego względu tłumiki zewnętrzne, zwykle stosowane w sprężarkach tłokowych, mogą być zbyteczne w sprężarkach spiralnych Copeland. Tym niemniej, ze względu na różnorodność układów chłodniczych, należy przeprowadzić próby poszczególnych układów w celu potwierdzenia dopuszczalności poziomów hałasu. W przypadku nieprzeprowadzenia prób, zaleca się stosowanie tłumików w pompach ciepła. Bardzo dobrze spisują się tłumiki tulejowe. Dla zapewnienia najlepszej efektywności tłumik powinien być umieszczony w odległości minimum 15 cm i maksimum 45 cm od sprężarki. Im dalej znajduje się tłumik od sprężarki w powyższym zakresie odległości, tym lepsza może być jego skuteczność. W przypadku nieuzyskania odpowiedniego wyciszenia należy zastosować tłumik o większym stosunku powierzchni przekroju poprzecznego do powierzchni przekroju wlotowego. Stosunek ten powinien wynosić co najmniej 20:1, przy czym zalecany jest stosunek 30:1. Długość tłumika powinna wynosić od czterech do 10-15 cm.

16 Hałas i drgania rurociągu ssawnego

Sprężarki spiralne Copeland z natury rzeczy cechują się niskim poziomem hałasu i drgań. Pod pewnymi względami ich charakterystyki dźwięku i drgań są jednak inne niż w sprężarkach tłokowych i, choć rzadko, użytkownicy mogą niekiedy uskarżać się na nieoczekiwane hałasy.



Rys. 8: Konstrukcja rury ssawnej

Jedna z charakterystyk drgań sprężarki spiralnej może wywoływać "dudnienie" o niskiej częstotliwości wykrywane w pewnych warunkach jako hałas przenikający do budynku wzdłuż rurociągu ssawnego. "Dudnienie" można wyeliminować przez tłumienie częstotliwości składowej. Najważniejszą częstotliwością, której należy unikać jest częstotliwość linii zasilającej sprężarek trójfazowych. Sprężarka spiralna wykonuje zarówno ruchy wahadłowe, jak i skrętne, w związku z czym rurociąg ssawny musi mieć dostateczną elastyczność, aby uniemożliwić przenoszenie drgań na inne rurociągi podłączone do agregatu. W układach typu "split" najważniejszym celem jest zapewnienie minimalnych drgań we wszystkich kierunkach na zaworze serwisowym dla uniknięcia przenoszenia drgań na konstrukcję, do której rurociągi te są przymocowane. Inną różnicą sprężarki spiralnej Copeland jest to, że w pewnych warunkach ruch sprężarki podczas normalnego uruchomienia może wywoływać hałas “uderzenia” przenoszony przez rurociąg ssawny. Jest on szczególnie wyraźny w modelach trójfazowych ze względu na właściwy im większy moment rozruchowy. Zjawisko takie, podobnie jak i poprzednie, wynika z braku zawieszenia wewnętrznego i może być łatwo wyeliminowane przez stosowanie standardowych sposobów odizolowania rurociągu ssawnego.

Powyższe zjawiska akustyczne nie są zazwyczaj związane z pompami ciepła, ze względu na izolację i tłumienie, jakie zapewniają zawór zmiany kierunku i kompensatory rurowe.

17 Wyłącznik niskotemperaturowy

Do ograniczenia zakresu pracy pompy ciepła nie są wymagane wyłączniki wskutek niskiej temperatury otoczenia. Tym niemniej, temperatura tłoczenia musi być ograniczona do 135°C lub niższej, gdyż w przeciwnym razie może zadziałać zabezpieczenie silnika.

18 Presostaty

Presostat wysokiego ciśnienia: Omawiane sprężarki nie posiadają wewnętrznego zaworu bezpieczeństwa, dlatego też w układzie **musi być zastosowany** presostat wysokiego ciśnienia z maksymalną nastawą wyłączenia 28,8 bar. Dla zapewnienia najwyższego poziomu zabezpieczenia układu presostat wysokiego ciśnienia powinien posiadać funkcję kasowania ręcznego.

Presostat niskiego ciśnienia: Presostat niskiego ciśnienia jest **wysoce zalecany** dla zabezpieczenia przed utratą napełnienia. Zaleca się stosowanie nastawy wyłączenia nie niższej niż 2 bar dla klimatyzacji i 0,5 bar dla pomp ciepła. Nawet jeżeli sprężarki posiadają wewnętrzny czujnik temperatury tłoczenia, utrata napełnienia itp. spowoduje przegrzanie i cykliczne włączanie zabezpieczenia silnika. Długotrwała praca w takich warunkach może spowodować awarię pompy olejowej i ewentualne uszkodzenie łożyska.

Praca przy ciśnieniu zbliżonym do 0,5 bar (i temperaturze zasysanych par nasyconych -32°C) oczywiście wykracza poza zatwierdzony zakres roboczy sprężarki przedstawiony na **Rys. 16**. Tym niemniej, w niektórych rejonach geograficznych pompy ciepła muszą pracować w tym zakresie ze względu na niskie temperatury otoczenia. Jest to dopuszczalne dopóki temperatura skraplania nie przekracza 32°C, a wynikowa temperatura tłoczenia jest niższa od 135°C. Występujący w tych warunkach pewien wypływ ciekłego czynnika do sprężarki pozwala na utrzymanie kontroli nad temperaturą tłoczenia. Pewne warunki mogą powodować nawet przy ciśnieniu 0,5 bar irytujące włączanie presostatu niskiego ciśnienia. Może to być chwilowe zablokowanie ssania przy zadziałaniu zaworu zmiany kierunku lub brak ciśnienia cieczy na mierniku przy włączeniu urządzenia w trybie grzania. Z tego względu presostat niskiego ciśnienia może być przesunięty na rurociąg cieczy, gdzie nie będzie narażony na chwilowe spadki ciśnienia ssania, które mogą powodować irytujące włączanie

presostatu. Alternatywnie, presostat niskiego ciśnienia można pozostawić na rurociągu ssawnym z nastawieniem maksymalnie 60-sekundowej zwłoki, co umożliwia zignorowanie sygnału presostatu niskiego ciśnienia i dalszą pracę sprężarki.

Wyłącznik niskociśnieniowy, o ile jest zainstalowany na rurociągu ssawnym sprężarki, może zapewnić dodatkowe zabezpieczenie przed awarią zaworu rozprężnego bezupustowego TXV w położeniu zamkniętym, awarią wentylatora zewnętrznego w trybie grzania, zamknięciem rurociągu cieczy zaworu serwisowego na rurociągu ssawnym, lub zatkaniem filtra siatkowego, filtra, kryzy lub zaworu TXV na rurociągu cieczy. Wszystkie te czynniki mogą powodować niedobór czynnika chłodniczego w sprężarce, a w konsekwencji jej awarię. Dla zapewnienia najwyższego poziomu zabezpieczenia układu wyłącznik niskiego ciśnienia powinien posiadać funkcję kasowania ręcznego.

19 Hałas przy wyłączaniu

Sprężarki spiralne Copeland, w których gaz ulega doskonałemu rozprężaniu, mogą podczas wyłączania przez jakiś czas pracować wstecz aż do wyrównania się ciśnień wewnętrznych.
Zawór zwrotny talerzowy o niewielkiej masie, umieszczony w rurociągu tłocznym sprężarki uniemożliwia wlot gazu pod wysokim ciśnieniem do sprężarki po jej wyłączeniu. Ponadto, na spirali nieruchomej zamontowany jest zawór typu talerzowego, skutecznie uniemożliwiający obroty wsteczne sprężarki i umożliwiający wyrównanie ciśnień w sprężarce poprzez mały otwór upustowy. Szybka zmiana kierunku obrotu spiral nie ma wpływu na trwałość sprężarki i jest całkowicie normalna. Kontrola na stanowisku prób powinna również obejmować hałas przy wyłączaniu pod kątem dopuszczalności w konkretnym układzie.

20 Uruchamianie

Podczas rozruchu słyszalny jest krótki metaliczny dźwięk, powodowany przez początkowe zetknięcie się spiral, co jest rzeczą normalną. Ze względu na konstrukcję sprężarek spiralnych podatnych, wewnętrzne elementy sprężające zawsze zaczynają pracę bez obciążenia, jeżeli ciśnienia w układzie nie są wyrównane. Ponadto, charakterystyki rozruchowe niskiego napięcia sprężarek spiralnych podatnych są doskonałe, gdyż ciśnienia wewnątrz sprężarki podczas rozruchu są zawsze wyrównane.

21 Praca w głębokiej próżni

Sprężarek spiralnych Copeland (podobnie jak innych sprężarek chłodniczych) **nie należy nigdy używać do opróżniania układu chłodniczego lub klimatyzacyjnego.** Sprężarka spiralna może być wykorzystywana do odpompowania czynnika w agregacie o ile ciśnienia mieszczą się w zakresie roboczym przedstawionym na **Rys. 16.** Niskie ciśnienia ssania powodują przegrzewanie spiral i trwałe uszkodzenie łożyska napędu sprężarki. Gdy stosunek ciśnień przekroczy 10 zabezpieczenie wewnętrzne powoduje odciążenie i zatrzymanie sprężarki.

22 Temperatura korpusu

Niektóre rodzaje awarii układów, takie jak zablokowanie wentylatora skraplacza lub parownika lub utrata czynnika mogą powodować krótkotrwałe lecz powtarzające się wzrosty temperatury w górnej części korpusu i rurociągu tłocznym powyżej177ºC, gdy cyklicznie włączają się zabezpieczenia wewnętrzne sprężarki. Należy zwracać uwagę, aby przewody elektryczne lub inne materiały, które mogłyby ulec uszkodzeniu przez takie temperatury, nie stykały się z tymi potencjalnie gorącymi miejscami.

23 Krótkotrwałe przerwy zasilania

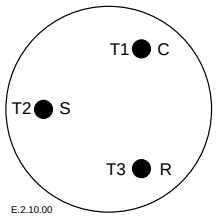
Modele trójfazowe nie wymagają żadnej zwłoki czasowej w celu zapobieżenia obrotom wstecznym wskutek przerw w zasilaniu. Moment obrotowy silnika jest wystarczający do zapewnienia prawidłowego kierunku obrotów we wszystkich warunkach rozruchowych.

24 Instalacja elektryczna

Niezależnie od wewnętrznego zabezpieczenia silnika, przed sprężarką muszą być zainstalowane bezpieczniki. Powinny one być dobrane zgodnie z normą VDE 0635 lub DIN 57635 lub IEC 269-1 lub EN 60-269-1.
Izolacja silników wszystkich modeli chłodniczych sprężarek spiralnych dla modeli ZR 90 K3 ... ZR 300 KC wykonana jest z materiału klasy “H”, zgodnie z IEC 34-18-1, EN 0530, VDE 0530 lub DIN 57530.

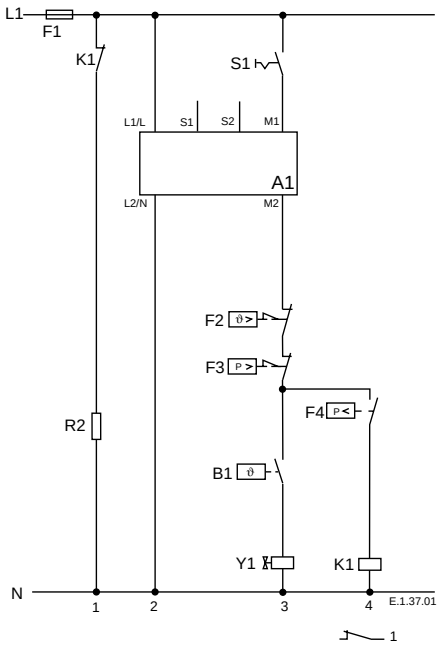
Połączenia "Fusite" są oznaczone zgodnie z Rys. 9. Schemat zalecanych połączeń przedstawiony jest na **Rys. 10.**

25 Połączenia elektryczne



Rys. 9: Połączenia zacisków silnika

Układ połączeń elektrycznych sprężarek spiralnych Copeland przedstawiony jest na **Rys. 9**, a także na schemacie elektrycznym na wewnętrznej stronie pokrywy skrzynki zaciskowej. Śruby zacisków zastosowane w niniejszej sprężarce powinny być dokręcone momentem 2,5 do 2,6 Nm.



A1	moduł zabezpieczenia silnika
B1	termostat pokojowy
F1	bezpiecznik
F3	presostat wysokiego ciśnienia
F4	presostat niskiego ciśnienia
K1	stycznik
R2	grzałka karteru
S1	wyłącznik pomocniczy
Y5	zawór elektromagnetyczny

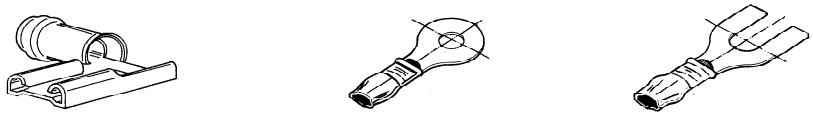
Rys. 10: Obwód sterowania

26 Łączniki kablowe

W powyższej tabeli podane są zalecane typy łączników kablowych stosowanych w różnych zaciskach elektrycznych sprężarek oraz module zabezpieczenia silnika. “A” i “B” muszą pasować do końcówek 1/4" lub 6.3 mm. Do kołków #10 należy wybierać łącznik “C”..

Wielkości kabli należy dobierać wg DIN ISO 0100, IEC 364 lub przepisów krajowych.

Model	TW*	Moduł
ZR 90	B/C	A
ZR 11	B/C	A
ZR 12	B/C	A
ZR 16	B/C	A
ZR 19	B/C	A
ZR 250	B/C	A
ZR 300	B/C	A



A Chorągiewkowy **B** Pierścieniowy **C** Widełkowy płaski

Rys. 11: Łączniki kablowe

27 Kontrola działania sprężarki

Próba działania sprężarki przy zamkniętym zaworze serwisowym na ssaniu w celu sprawdzenia najniższego ciśnienia roboczego na ssaniu sprężarki **nie jest** dobrym wskaźnikiem sprawności sprężarki. **Próba taka powoduje uszkodzenie sprężarki spiralnej**. W celu oceny sprawności sprężarki spiralnej Copeland należy zastosować następującą procedurę diagnostyczną.

1. Sprawdzić czy napięcie zasilania agregatu jest prawidłowe.
2. Wykonać normalne kontrole na ciągłość uzwojeń silnika i brak zwarcia doziemnego w celu stwierdzenia, czy nie wystąpiło zwarcie wewnętrzne silnika lub zwarcie z ziemią. W przypadku otwarcia zabezpieczenia, należy odczekać dopóki sprężarka nie ostygnie na tyle, aby ustawić zabezpieczenie w położeniu wyjściowym.
3. Sprawdzić prawidłowość działania wewnętrznej i zewnętrznej dmuchawy lub wentylatora.
4. Pamiętając o podłączeniu mierników serwisowych do króćców tłocznych i ssawnych, włączyć sprężarkę. Jeżeli ciśnienie ssania spada poniżej poziomu normalnego, w układzie jest zbyt mało czynnika lub jego przepływ jest zatkany.
5. Jeżeli ciśnienie ssania nie spadnie, a ciśnienie tłoczenia nie wzrośnie do normalnego poziomu, należy zamienić dwa dowolne kable zasilające sprężarki i ponownie włączyć zasilanie w celu upewnienia się, że podłączenie sprężarki nie powoduje obrotów w kierunku przeciwnym. Jeżeli ciśnienia nadal nie przybierają swoich normalnych wartości, wówczas uszkodzony jest albo zawór zmiany kierunku (o ile go zainstalowano) albo sprężarka. Ponownie podłączyć kable zasilające zgodnie z pierwotną konfiguracją i za pomocą normalnej procedury diagnostycznej sprawdzić działanie zaworu zmiany kierunku.
6. W celu sprawdzenia poprawności pompowania sprężarki, należy porównać jej pobór prądu z krzywymi wydajności sprężarki przy uwzględnieniu ciśnienia roboczego i napięcia układu. Jeżeli średnia wartość pomierzona prądu odbiega od wartości znamionowych o ponad ±15%, może to oznaczać usterkę sprężarki. Asymetria prądu przekraczająca 15% wartości średniej z trzech faz może oznaczać asymetrię napięcia i powinna być zbadana.

7. **Przed wymianą lub zwrotem sprężarki:** Należy upewnić się, że sprężarka jest rzeczywiście wadliwa. Przed dokonaniem zwrotu sprężarki należy ją co najmniej powtórnie zbadać pod kątem wysokiego napięcia, rezystancji uzwojeń i możliwości rozruchu. W ponad jednej trzeciej sprężarek zwróconych do firmy Copeland na podstawie gwarancji nie stwierdzono żadnych wad. Zostały one niewłaściwie zdiagnozowane w miejscu pracy jako uszkodzone. Wymiana sprawnych sprężarek powoduje niepotrzebne koszty ponoszone przez wszystkie strony.

28 Kontrola nadmiernego wypływu czynnika

Poniższe testy dotyczą konfiguracji układu i poziomów napełnienia określonych w **punkcie 8,** które wymagają specjalnego sprawdzenia w celu wykluczenia potrzeby zbiornika. **Rys. 3** ma zastosowanie jedynie podczas wypływu czynnika, lecz nie przy przegrzaniu zasysanego gazu, i musi być stosowany do określenia skuteczności zbiornika. Temperatura karteru sprężarki podczas testu każdego agregatu, w którym występuje wypływ czynnika musi pozostawać w "strefie bezpiecznej" podanej na **Rys. 3**.

W celu przeprowadzenie próby na **nadmierny stały wypływ czynnika**, konieczne jest uruchomienie układu w pomieszczeniu prób w warunkach, w których może wystąpić ustalony wypływ czynnika (tryb grzania przy niskiej temperaturze otoczenia). Termopary powinny być przyklejone lub przylutowane na środku dolnej części korpusu oraz do rurociągu ssawnego i tłocznego w odległości ok. 15 cm od korpusu. W celu umożliwienia rejestracji rzeczywistych temperatur korpusu i rurociągów termopary powinny być odizolowane od otaczającego powietrza przy pomocy Permagum® lub innej izolacji termicznej. Jeżeli układ jest dostosowany do napełniania w warunkach roboczych, należy go do celów niniejszej próby napełnić z 15% nadwyżką w celu symulacji przepełnienia często spotykanego w instalacjach przemysłowych.

W celu wytworzenia warunków wypływu układ powinien pracować w temperaturze pokojowej 21°C przy krańcowych temperaturach zewnętrznych (-18°C lub niższych w trybie grzania). Należy rejestrować ciśnienia i temperatury na ssaniu i tłoczeniu sprężarki, jak również temperaturę karteru. W celu spowodowania spadku temperatury zasysanych par nasyconych poniżej minus 23°C należy odczekać kilka godzin na zamarznięcie układu (konieczne może być wyłączenie regulatora rozmrażania oraz polewanie wężownicy zewnętrznej rozpyloną wodą). Temperatura miski olejowej sprężarki musi pozostawać wyższa od temperatury karteru podanej na **Rys. 3,** a w przeciwnym razie konieczne jest dokonanie zmian konstrukcyjnych w celu ograniczenia ilości wypływu czynnika. W przypadku zastosowania zbiornika, zalecana wielkość otworu kryzy na powrocie oleju wynosi 1,8 – 2,3 mm. W celu zmniejszenia nadmiernego ciągłego wypływu ciekłego czynnika można również zastosować zwiększenie objętości wężownicy, zwiększenie przepływu powietrza zewnętrznego, ograniczenie ilości czynnika w układzie, zmniejszenie średnicy rurki włoskowatej lub kryzy oraz dodanie kompensatora napełnienia.

W celu sprawdzenia **powtarzania się nadmiernego wypływu czynnika** w czasie normalnych cykli spoczynkowych układu należy przeprowadzić "**próbę eksploatacyjną**". Należy przygotować sprężarkę próbną wyposażoną w boczną rurę wziernikową do pomiaru poziomu ciekłego czynnika. Utworzyć układ o konfiguracji, w której parownik znajduje się na wysokości ok. 1 - 2 m powyżej skraplacza, przy czym parownik i skraplacz połączone są rurociągiem o długości 8 m, a pomiędzy nimi nie ma żadnych odwadniaczy. Jeżeli konstrukcja układu umożliwia jego napełnianie w warunkach roboczych, należy go do celów próby napełnić z 15% nadwyżką w celu symulacji przepełnienia często spotykanego w instalacjach przemysłowych. Włączyć układ do pracy w trybie chłodzenia, przy czym temperatura otoczenia, cykle pracy i wyłączenia oraz ilość cykli powinny odpowiadać poniższej tabelce. Zarejestrować poziom ciekłego czynnika w sprężarce na początku każdego cyklu pracy, zadziaływanie wszelkich zabezpieczeń, lub jakiekolwiek utykanie sprężarki podczas każdej próby. Skonsultować wyniki z działem ds. zastosowań technicznych firmy Copeland w celu określenia, czy do danego zastosowania wymagany jest zbiornik. Wynik jest uznawany za pozytywny, jeżeli poziom cieczy znajduje się powyżej króćca ssawnego sprężarki. Wyższy poziom czynnika powoduje, że olej unoszący się na powierzchni czynnika zostaje przy rozruchu wchłonięty przez spirale i wypompowany ze sprężarki co stanowi sytuację niebezpieczną.

Próba eksploatacyjna:

Temperatura zewnętrzna (°C):	29	35	40
Czas pracy układu (minuty):	7	14	54
Czas wyłączenia układu (minuty):	13	8	6
Ilość cykli pracy/spoczynku:	5	5	4

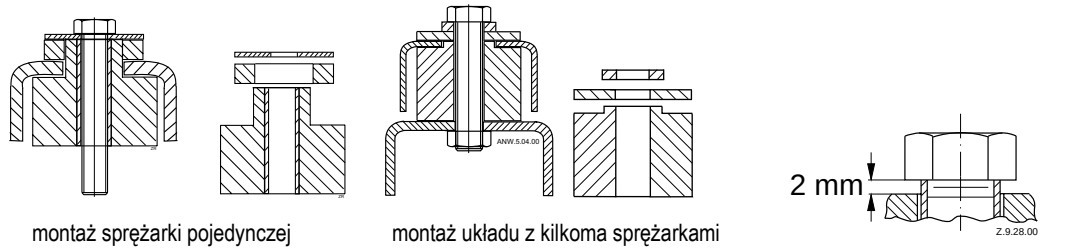
W celu zabezpieczenia sprężarek spiralnych trójfazowych podczas rozruchu w stanie zalanym wskutek przemieszczania się czynnika w cyklu spoczynkowym, w niektórych układach może być przewidziany zbiornik umożliwiający swobodny spływ do niego czynnika ze sprężarki podczas cyklu spoczynkowego (patrz **Rys. 2)**.
Jeżeli taka konfiguracja nie jest możliwa, wymagana jest grzałka karteru.

29 Próby wysokiego napięcia

Firma Copeland poddaje wszystkie sprężarki spiralne po ostatecznym zmontowaniu próbie wysokiego napięcia. Przeprowadzana jest ona zgodnie z normą EN 0530 lub VDE 0530 Część 1.
Próby wysokiego napięcia powodują przedwczesne starzenie się izolacji uzwojeń, dlatego dodatkowe próby tego rodzaju nie są zalecane.
Jeżeli z jakiegokolwiek powodu należy taką próbę przeprowadzić, należy przedtem odłączyć wszystkie urządzenia elektroniczne (np. moduł zabezpieczenia silnika, regulator obrotów wentylatora itd.). Należy przez 1 - 4 sekundy podawać napięcie próbne 1000 V plus dwukrotną wartość napięcia znamionowego pomiędzy uzwojeniem silnika (każdą z faz) a korpusem sprężarki: Maksymalny prąd upływowy wynosi ok. 10 mA. Kolejne próby przeprowadzać pod niższym napięciem.
Uwaga! Nie przeprowadzać prób wysokiego ciśnienia lub prób izolacji, gdy w obudowie sprężarki występuje podciśnienie. Sprężarki spiralne podatne są skonfigurowane z silnikiem w dolnej części korpusu i elementami pompującymi w górnej. W rezultacie, gdy w korpusie znajduje się czynnik chłodniczy silnik można zanurzyć w nim głębiej niż w hermetycznych sprężarkach tłokowych. Pod tym względem, sprężarka spiralna przypomina bardziej półhermetyczną (w których silniki poziome są częściowo zanurzone w oleju i czynniku). Gdy sprężarki spiralne podatne poddawane są próbom wysokiego napięcia w obecności czynnika chłodniczego w korpusie wykazują one wyższe prądy upływowe niż sprężarki z silnikiem w górnej części ze względu na wyższą przewodność elektryczną niż pary czynnika i olej. Zjawisko to może jednak występować w każdej sprężarce, gdy silnik zanurzony jest w czynniku. Wysokości prądu upływowego nie stanowią żadnego zagrożenia. Aby obniżyć odczyt prądu upływowego układ powinien przez krótki czas pracować w celu bardziej normalnego rozprowadzenia czynnika, a następnie należy go ponownie poddać próbie wysokiego napięcia.

30 Instalacja

Z każdą sprężarką dostarczane są cztery przelotki antywibracyjne (patrz **Rys. 12**). W dużym stopniu tłumią one udar podczas rozruchu sprężarki i zapobiegają przenoszeniu hałasów i drgań na podstawę sprężarki. Tuleja metalowa wewnątrz służy jako prowadnica utrzymująca przelotkę na swoim miejscu. Nie jest ona pomyślana jako element nośny, w związku z czym nadmierny moment obrotowy może zmiażdżyć tuleję. Jej średnica wewnętrzna wynosi ok. 8,5 mm i jest dopasowana np. do śruby M8. Moment montażowy powinien wynosić 13 ± 1 Nm. Bardzo ważne jest, aby przelotka nie była ściśnięta. Zalecane jest stosowanie prześwitu ok. 2 mm pomiędzy dolną częścią podkładki a górną częścią elementu rozstawczego przelotki (patrz **Rys. 12**)



Rys. 12: Elementy montażowe

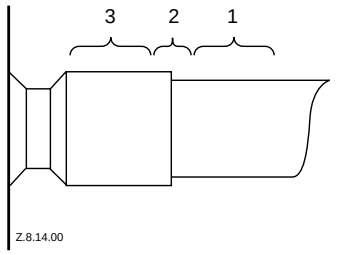
Mocowania gumowe

W układach typu Tandem lub do pracy równoległej zalecane jest stosowanie sztywnych elementów montażowych (śruba M 9 5/16”) wg Rys.12. Moment montażowy powinien wynosić 27 ± 1 Nm. Elementy do montażu sztywnego mogą być dostarczone jako komplet lub, na żądanie, wraz ze sprężarką zamiast przelotek gumowych.

31 Procedura lutowania montażowo-serwisowego

Rurociągi ssawne i tłoczne sprężarek spiralnych podatnych są miedziowane. Rurociągi te są o wiele mocniejsze i mniej narażone na przecieki niż rury miedziane stosowane w innych sprężarkach. Ze względu na odmienne właściwości termiczne stali i miedzi, może zaistnieć konieczność zastosowania innej niż normalnie procedury lutowania. Lutowanie rur i kolejne czynności patrz **Rys. 13**.

Króciec tłoczny posiada zawór zwrotny, należy zatem zwracać uwagę, aby nie dopuścić do jego przegrzania lub wlewania się do niego lutu.



Rys. 13: Lutowanie rurociągu ssawnego

Rys. 13 przedstawia prawidłową procedurę lutowania rurociągu ssawnego i tłocznego do sprężarki spiralnej. Ważne aby podczas lutowania wszystkich złączy w trakcie procesu montażu przetłaczać przez układ azot, który wypiera powietrze i zapobiega tworzeniu się w układzie tlenków miedzi. W innym razie płatki tlenku miedzi mogą później dostawać się do układu i blokować filtry siatkowe, zabezpieczające rurki włoskowate, termiczne zawory rozprężne oraz otwory powrotu oleju na zbiornikach. Zablokowanie przepływu oleju lub czynnika chłodniczego, może doprowadzić do uszkodzenie sprężarki.

- Rury stalowe miedziowane sprężarek spiralnych mogą być lutowane mniej więcej w taki sam sposób jak rury miedziane.
  Zalecane materiały lutownicze: Każdy materiał typu "Silfos", najlepiej z co najmniej 5% zawartością srebra.
  Tym niemniej, dopuszczalna jest też zerowa zawartość srebra.
- Przed montażem upewnić się, że króciec rurowy od strony wewnętrznej i rura od strony zewnętrznej są czyste.
- Podgrzać rejon 1 przy pomocy palnika z dwiema dyszami.
- Gdy rura osiągnie prawie temperaturę lutowania skierować płomień palnika w rejon 2.
- Podgrzewać rejon 2 aż do uzyskania temperatury, przesuwając palnik w dół i w górę i obracając rurę w celu jej równomiernego rozgrzania. Dodawać lut do złącza, przesuwając jednocześnie wokół niego palnik tak, aby lut rozpłynął się po obwodzie.
- Gdy lut rozpłynie się wokół złącza, należy przesunąć palnik, aby ogrzać rejon 3. Spowoduje to spłynięcie lutu w głąb złącza. Rejon 3 należy podgrzewać bardzo krótko.
- Jak w przypadku każdej lutowiny twardej, przegrzanie może być dla rezultatu końcowego szkodliwe.

Rozłączanie:

- Powoli i równomiernie podgrzewać rejony 2 i 3 dopóki lut nie zmięknie i nie będzie można wyciągnąć rury z króćca.

Ponowne łączenie:

- Zalecane materiały lutownicze: Silfos z co najmniej 5% zawartością srebra albo lut twardy srebrny stosowany w innych sprężarkach. Ze względu na odmienne właściwości termiczne stali i miedzi, może zaistnieć konieczność zastosowania innej niż normalnie procedury lutowania. Lutowanie rur i kolejne czynności patrz **Rys. 13**.

Króciec tłoczny posiada zawór zwrotny, należy zatem zwracać uwagę, aby nie dopuścić do jego przegrzania lub wlewania się do niego lutu.

32 Procedura napełniania układu

Sprężarki spiralne posiadają zawory zwrotne na tłoczeniu, dlatego też dla zapewnienia ciśnienia czynnika przed rozpoczęciem prób lub eksploatacji sprężarki układ należy napełnić jednocześnie od strony wysokiego i niskiego ciśnienia. Większą część czynnika należy umieścić od strony wysokiego ciśnienia w celu zapobieżenia wymywaniu łożyska podczas pierwszego rozruchu na linii montażowej. Przestrzeń niskiego ciśnienia najlepiej jest wypełnić jedynie parami czynnika.

Nie należy uruchamiać sprężarki bez takiej ilości czynnika w układzie, jaka jest potrzebna do utrzymania na ssaniu co najmniej ciśnienia 0,5 bar. Nie dopuszczać do pracy sprężarki przy ograniczonym ssaniu, jak również przy zwartym wyłączniku niskiego ciśnienia.

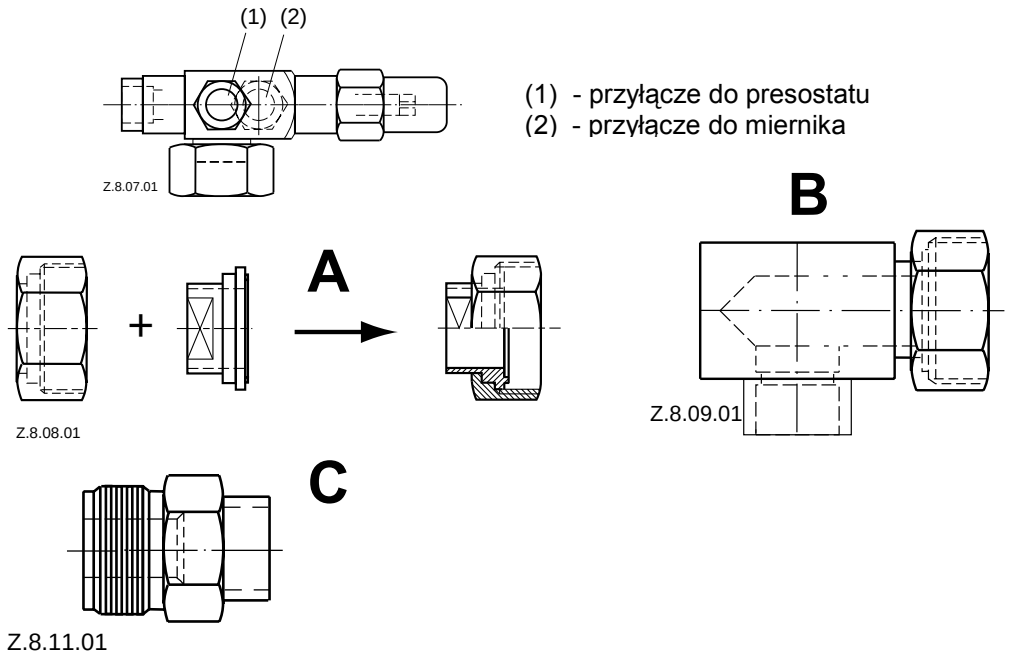
Dopuszczanie do spadku ciśnienia poniżej 0,5 bar przez dłużej niż kilka sekund może prowadzić do przegrzania spiral i przyśpieszonego zużycie łożyska napędu. Nie używać sprężarki do prób nastawy otwarcia wyłącznika wysokiego ciśnienia. Łożyska należy dotrzeć w ciągu kilku godzin normalnej pracy, gdyż w przeciwnym przypadku są one podatne na uszkodzenie.

33 Armatura ssawna i tłoczna

	Moment [Nm]
Rotalock 3/4"-16UNF	40 - 50
Rotalock 1"1/4-12UNF	100-110
Rotalock 1"3/4-12UNF	170-180
Rotalock 2"1/4-12UNF	190-200
Kołnierz ze śrubami M16	102 - 113
Wziernik	25 - 25.5
Śruby montaż. 5/16", M 9	maks. 27

Sprężarki spiralne są dostępne z króćcami rurowymi lub z kombinacją przyłączy Rotalock i kołnierzowych. Wersja z króćcem rurowym ma armaturę ssawną i tłoczną ze stali miedziowanej. Armatura ta jest o wiele mocniejsza od miedzianej stosowanej w innych sprężarkach. Ze względu na odmienne właściwości termiczne stali i miedzi, może być konieczna procedura lutowania inna od normalnej. Procedura montażu i lutowania w warunkach eksploatacyjnych patrz **Rys. 13**. W tabelce obok podane są momenty obrotowe dla sprężarek z przyłączami dla zaworów.

34 Zawory odcinające i łączniki



Rys. 14: Zawory odcinające i łączniki rurowe

Sprężarki spiralne mogą być dostarczane z połączeniami lutowanymi (BOM 522) lub z przyłączami Rotalock (BOM 551).
Zawory odcinające typu Rotalock mogą również pasować do sprężarek z przyłączami Rotalock lub połączeniami lutowanymi (za pomocą łączników Rotalock “C”). Zawory odcinające Rotalock sa dostępne zarówno do montażu po stronie ssania, jak i tłoczenia (patrz wykaz części zapasowych “ZR”). Zastosowanie łączników “A” i “B” zarówno w postaci prostej jak i kątowej daje możliwość przekształcenia przyłącza Rotalock na połączenie lutowane (patrz wykaz części zapasowych “ZR”).
Właściwe momenty obrotowe, które należy stosować - patrz tabelka w punkcie 33**.**

35 Rozlutowanie elementów układu

Uwaga! Przed otwarciem układu konieczne jest usunięcie całości czynnika chłodniczego zarówno po stronie wysokiego jak i niskiego ciśnienia. Jeżeli czynnik zostanie usunięty z agregatu ze sprężarką spiralną jedynie od strony wysokiego ciśnienia, możliwa jest w następstwie hermetyzacja spiral uniemożliwiająca wyrównanie ciśnień przez sprężarkę. Może to prowadzić do wzrostu ciśnienia w przestrzeni niskociśnieniowej korpusu i rurociągu ssawnym. Jeżeli następnie zbliżymy palnik lutowniczy od strony niskiego ciśnienia, gdy strona niskiego ciśnienia i rurociąg ssawny są pod ciśnieniem, to w chwili zetknięcia się sprężonej mieszanki czynnika i oleju z płomieniem palnika może podczas wycieku nastąpić jej zapłon. Aby temu zapobiec, ważne jest aby przed rozlutowaniem sprawdzić ciśnienie zarówno po stronie wysokiego jaki i niskiego ciśnienia za pomocą manometrów na kolektorze. Należy uwzględnić wskazówki w odpowiedniej literaturze dotyczącej produktów oraz montażu i napraw rurociągów. W przypadku konieczności demontażu sprężarki, należy ją usunąć z układu raczej przez odcięcie, niż przez rozlutowanie połączeń. Właściwa procedura demontażu sprężarki - patrz Rys. 13.

36 Wymiana sprężarki

W przypadku przepalenia silnika, większość zanieczyszczonego oleju zostanie usunięta wraz ze sprężarką. Pozostała część oleju zostanie oczyszczona przy pomocy odwadniaczy na rurociągu ssawnym i rurociągu czynnika ciekłego. Zaleca się stosowanie na ssaniu odwadniaczy ze 100% aktywowanym tlenkiem glinu, który jednak należy usunąć po 72 godzinach. **Usilnie zalecana jest wymiana zbiornika na ssaniu, o ile jest on w układzie przewidziany**. Chodzi o to, że otwór lub siatka na powrocie oleju mogą być zatkane zanieczyszczeniami lub zatkały się krótko po awarii sprężarki. Spowoduje to niedostateczny dopływ oleju do wymienionej sprężarki i ponowną awarię.
Przy wymianie sprężarki pojedynczej lub tandemu w warunkach eksploatacyjnych, większość oleju może nadal pozostawać w układzie. Chociaż nie musi to mieć wpływu na niezawodność wymienionej sprężarki, to dodatkowa ilość oleju spowoduje zwiększenie oporu wirnika i pobór mocy. Patrz **punkt 5** "**Smarowanie i usuwanie oleju**".
Zawór Rotalock, złącza kołnierzowe, wziernik i momenty dokręcające śrub montażowych - patrz **p. 33**.

37 Uruchamianie sprężarki nowej lub wymienionej

Podczas napełniania układu wskazane jest wlewanie ciekłego czynnika jedynie od strony wysokiego ciśnienia, przy czym od strony niskiego ciśnienia układ należy napełniać jedynie parami czynnika. W żadnym przypadku nie jest korzystne wlewanie zawartości całej butli ciekłego czynnika do karteru sprężarki. **Nie uruchamiać sprężarki, gdy układ jest w stanie głębokiej próżni.** Przy uruchamianiu sprężarki spiralnej w próżni mogą powstawać wewnętrzne wyładowania łukowe.

Nie należy uruchamiać sprężarki bez takiej ilości czynnika w układzie, jaka jest potrzebna do utrzymania na ssaniu co najmniej ciśnienia 0,5 bar. Nie dopuszczać do pracy sprężarki przy ograniczonym ssaniu, jak również przy zwartym wyłączniku niskiego ciśnienia.

Podczas napełniania musi być utrzymane ciśnienie ssania min. 1,75 bar. Dopuszczanie do spadku ciśnienia poniżej 0,5 bar przez dłużej niż kilka sekund może prowadzić do przegrzania spiral i przyśpieszonego zużycia łożyska napędu. Nigdy nie instalować układu w warunkach eksploatacyjnych i nie pozostawiać go bez nadzoru gdy nie jest napełniony czynnikiem, gazem ochronnym, lub z zamkniętymi zaworami serwisowymi bez odpowiedniego zabezpieczenia układu. Zapobiegnie to przypadkowemu uruchomieniu układu przez osoby niepowołane i ewentualnemu zniszczeniu sprężarki wskutek pracy bez przepływu czynnika.

38 Kierunek obrotów

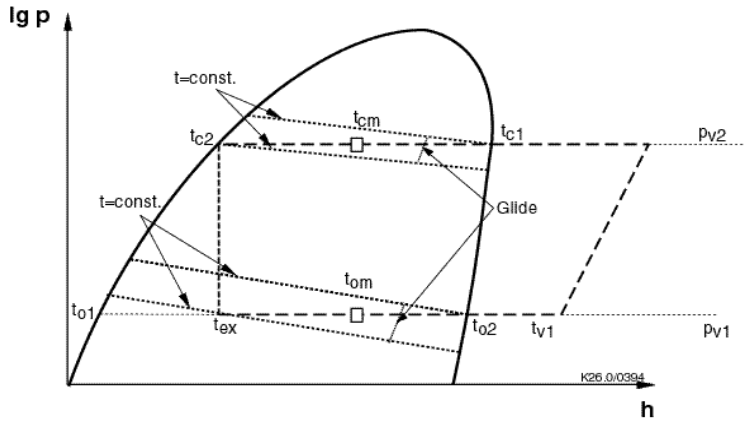
Sprężarki spiralne, podobnie jak wiele innych rodzajów sprężarek, pozwalają na sprężanie tylko przy jednym kierunku obrotów. Kierunek obrotów nie stanowi problemu w sprężarkach jednofazowych, gdyż ich uruchomienie i praca zawsze odbywają się we właściwym kierunku. Sprężarki trójfazowe obracają się w dowolnym kierunku, w zależności od synchronizacji faz zasilania. Biorąc pod uwagę 50% możliwość podłączenia zasilania w sposób powodujący pracę w kierunku odwrotnym, **ważne jest, aby w odpowiednich punktach na urządzeniach umieścić napisy i wskazówki w celu zapewnienia właściwego kierunku obrotów podczas instalowania i eksploatacji układu.**

Prawidłowy kierunek obrotów można stwierdzić, jeżeli po włączeniu zasilania sprężarki obserwujemy spadek ciśnienia na ssaniu i wzrost ciśnienia na tłoczeniu. Krótkotrwała praca sprężarek spiralnych Copeland w kierunku odwrotnym (poniżej jednej godziny) nie ma ujemnego wpływu na ich trwałość, lecz może powodować utratę oleju. Utracie oleju przy przeciwnym kierunku obrotów można zapobiegać prowadząc rurociąg na wysokości co najmniej 15 cm nad sprężarką. Po kilku minutach pracy w kierunku odwrotnym zadziała zabezpieczenie układu sprężarki wskutek zbyt wysokiej temperatury silnika. Operator układu zauważy brak chłodzenia. Jednak dopuszczanie do wielokrotnego startu i pracy sprężarki w kierunku odwrotnym bez skorygowania obrotów prowadzi do jej trwałego uszkodzenia.

Wszystkie sprężarki spiralne trójfazowe maja takie same wewnętrzne połączenia elektryczne, wskutek czego podłączenie przewodów zasilających o odpowiednich fazach do oznaczonych zacisków sprężarki po określeniu prawidłowej kolejności faz zapewnia prawidłowy kierunek obrotów.

39 Charakterystyka czynnika R 407C

Sprężarki przeznaczone do pracy na czynnikach HFC są fabrycznie napełnione jednym z uznanych olejów i odpowiednio oznaczone. Mogą one również pracować na HCFC R22. Do cyfry oznaczającej wersję dodaje się "**E**" np. ZR 19 M3**E** zamiast ZR 19 M3**.** Mieszanki zeotropowe R 407*, odmienne od jednoskładnikowych czynników azeotropowych i prawie azeotropowych, cechują się stosunkowo wysokim poślizgiem temperatury. Dlatego należy uwzględniać pewien wpływ na konstrukcję, obsługę i konserwację układu. Skład cieczy i par mieszanki zeotropowej jest inny w obecności zarówno cieczy jak i par. Ważne jest zatem, aby napełnianie odbywało się jedynie w fazie ciekłej. Należy również zapoznać się ze wskazówkami producenta czynnika. W razie wycieku może nastąpić zmiana składu czynnika pozostałego w układzie. Znaczne zmiany składu czynnika mogą powodować spadek przegrzania na zaworze rozprężnym, w wyniku czego następuje powrót cieczy do sprężarki.

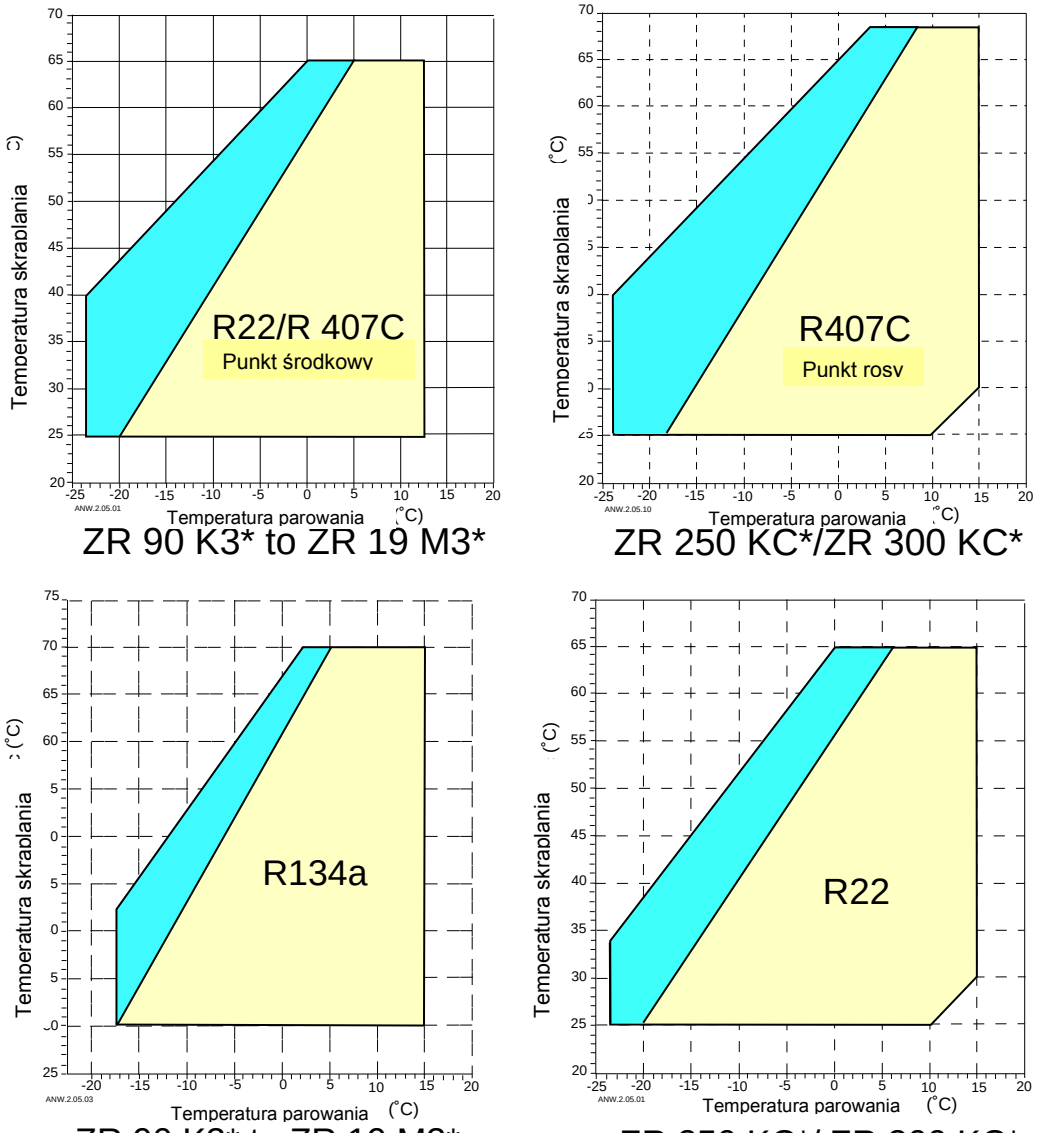


Rys. 15: Poślizg temperatury

t_{c1}	punkt rosy	} skraplanie przy	t_{ex}	temperatura za zaworem rozprężnym
t_{c2}	punkt wrzenia	} p_{v2} = constant	t_{cm}	średnia temperatura skraplania
t_{02}	punkt rosy	} evaporating at	t_{0m}	średnia temperatura parowania
t_{01}	punkt wrzenia	} p_{v2} = constant	p_{v2}	ciśnienie skraplania
p_{v1}	ciśnienie parowania		t_{v1}	temperatura zasysanego gazu przy p_{v1}=constant

Inną cechą świadczącą o znacznej zmianie składu czynnika może być nagłe pojawienie się nierównej pracy zaworu rozprężnego. Próby wykonywane przez producentów czynnika R 407C wykazały, że uzupełnienie oryginalnego czynnika w układzie może zazwyczaj łatwo przywrócić jego zadowalającą pracę. Jeżeli nie spowoduje ono przywrócenia zadowalającej pracy układu, zaleca się, aby przed wymianą całości czynnika w układzie dokonać analizy jego składu. Praca z mieszankami zeotropowymi wymaga wiedzy dotyczącej zjawiska poślizgu temperatury przedstawionego na **Rys. 15**.
Parowanie przy stałym ciśnieniu następuje przy wzroście temperatury czynnika od t_{ex} do t_{o2}, a skraplanie następuje przy spadku temperatury od t_{c1} do t_{c2}. Z tego względu konieczna jest zmiana definicji "temperatury parowania" i "temperatury skraplania". Wysoki poślizg powoduje znaczne różnice temperatur w wymiennikach ciepła. Wyjaśnienia wymagają także definicje "przegrzania" i "doziębiania". Takie nowe definicje są również niezbędne w celu zapewnienia dokładnego porównania parametrów eksploatacyjnych z innymi czynnikami azeotropowymi lub prawie azeotropowymi. Temperatura parowania jest definiowana jako temperatura średnia (t_{om}) pomiędzy punktem rosy (t_{o2}) wynikającym ze stałego ciśnienia ssania (p_{v1}) a temperaturą na wlocie czynnika do parownika (t_{ex}). Temperatura skraplania jest definiowana jako temperatura średnia (t_{cm}) pomiędzy punktem rosy (t_{c1}) wynikającym ze stałego ciśnienia tłoczenia (p_{v2}) a punktem wrzenia (t_{c2}) czynnika.
Przegrzanie zasysanego gazu jest zatem obliczane jako różnica temperatury na wlocie sprężarki (t_{v1}) i punktu rosy (t_{o2}) czynnika przy ciśnieniu ssania (p_{v1}). Bardzo istotne jest, aby przestrzegać tych definicji przy regulacji nastawy przegrzania dla zaworów rozprężnych.
Doziębianie czynnika ciekłego oblicza się jako różnicę pomiędzy rzeczywistą temperaturą cieczy a punktem wrzenia (t_{c2}) czynnika przy ciśnieniu tłoczenia (p_{v2}).
Przytoczone tu definicje oparte są na definicjach podanych przez Instytut Klimatyzacji i Chłodnictwa (ARI), stanowiących część programu oceny alternatywnych czynników chłodniczych (AREP). Definicje te zastosowano dla porównania ich parametrów eksploatacyjnych z czynnikiem R 22. Konstruktorzy układów zazwyczaj wykorzystują dane oparte na temperaturach punktu rosy podanych w normie EN 12900. Przy zastosowaniu programu doboru urządzeń Copeland w wersji 4 i następnych, możliwe jest uzyskanie kart parametrów eksploatacyjnych zarówno w odniesieniu do definicji punktu środkowego jak i punktu rosy.
Jest bardzo ważne, aby przy regulacji presostatów dokładnie wziąć pod uwagę poślizg mieszanek czynnika R 407. Ponadto, podczas doboru wielkości wymienników ciepła decydujące znaczenie ma uwzględnianie wpływu strat ciśnienia na poślizg. Straty ciśnienia znacząco i efektywnie zwiększają poślizg w układzie. W wyniku nieuwzględnienia ich wpływu w bilansie energetycznym najprawdopodobniej dobrane wymienniki ciepła i inne elementy układu będą zbyt małe. Zjawiska te są szczególnie widoczne przy eksploatacji układu na granicy jego zakresu zastosowania.

40 Zakresy zastosowań

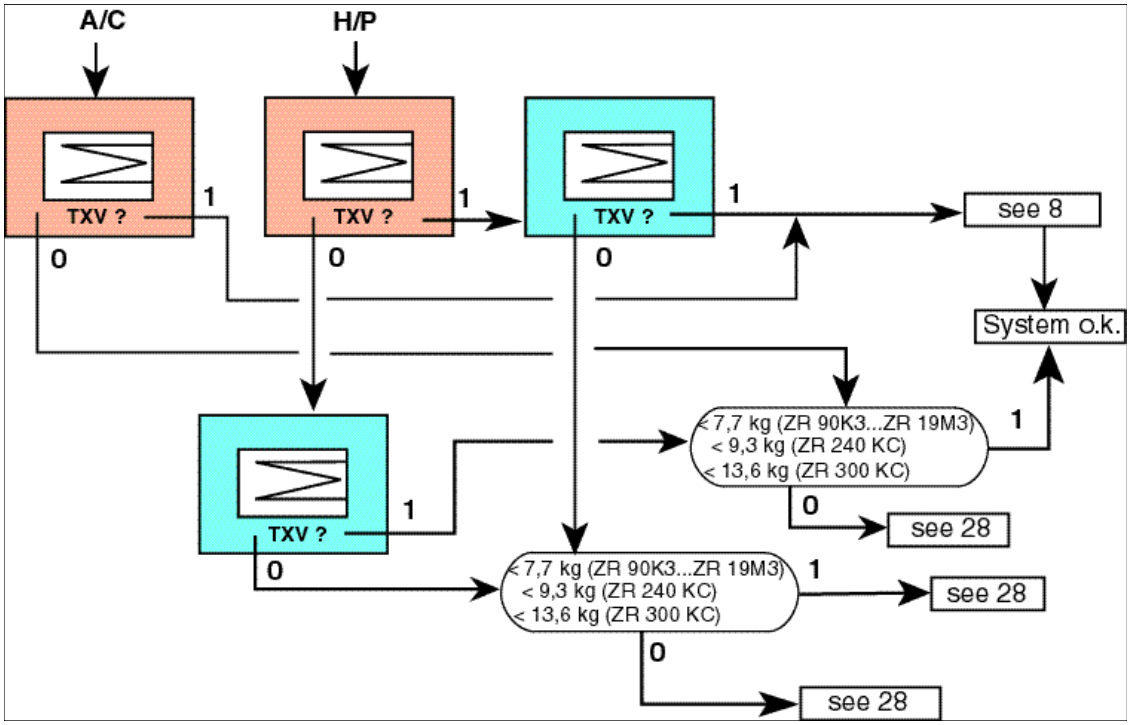


10 K Przegrzanie na ssaniu
25 °C Temperatura zasysanego gazu

Rys. 16: Zakresy robocze

41 Schemat stosowania

Aby określić ewentualną konieczność uzupełnienia lub prób układu należy uruchomić klimatyzator A/C lub pompę ciepła H/P w zależności od zastosowania i postępować zgodnie ze wskazówkami schematu.



Wężownica zewnętrzna	
Wężownica wewnętrzna	

A/C	klimatyzator
H/P	pompa ciepła
1	tak
0	nie
TXV	zawór termostatyczny rozprężny bezupustowy (“zawór niezalewany“ który prawidłowo zamyka się poniżej swojego zakresu roboczego). Urządzenia różne obejmują: rurki włoskowate, kryzy o otworze stałym i zawory typu upustowego.

Rys. 17: Schemat stosowania

W przypadku jakichkolwiek pytań dotyczących powyższych wskazówek należy skontaktować się z lokalną placówką sprzedaży firmy Copeland.