

# Systemy VRF

## – budowanie systemów

### Łączenie rurociągów

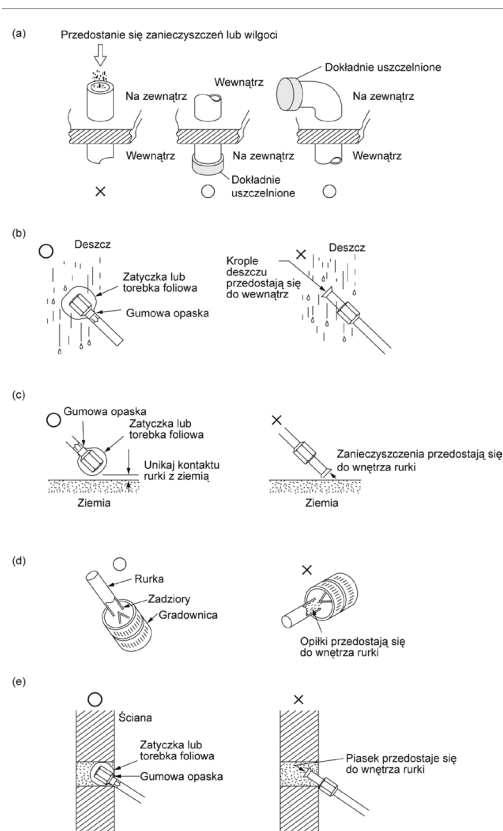
Michał ZALEWSKI

W poprzedniej części cyklu zostały omówione zasady doboru systemu orurowania i ich wpływ na wydajność systemów. Niemniej istotne jest również połączenie elementów instalacji rurowej w całość. Właśnie zasadom poprawnego łączenia instalacji rurowej poświęcona będzie ta część cyklu.

Na wstępie zidentyfikujemy zagrożenia, które pojawiają się w przypadku nieprawidłowego, czy też niestarannego wykonania instalacji rurowej. Zagrożenia te związane są z następującymi zjawiskami:

1. Pojawieniem się nieszczelności na skutek drgań instalacji - nieszczelność oznacza wyciek czynnika chłodniczego, co powoduje spadek wydajności, a nawet mechaniczne uszkodzenie sprężarek;
2. Obecnością pozostałości oleju technologicznego (maszynowego i montażowego) - jeżeli system chłodniczy wykorzystujący czynnik HFC, zostanie zanieczyszczony olejem technologicznym, takim jak olej maszynowy lub montażowy, to olej ten oddzieli się, tworząc osad i powodując zatkanie kapilar;
3. Obecnością wody w układzie - jeżeli system chłodniczy wykorzystujący czynnik HFC, zostanie zanieczyszczony dużą ilością wody, nastąpi hydroliza czynnika chłodniczego i związków organicznych znajdujących się w silniku sprężarki, powodując zatkanie kapilary, uszkodzenie izolacji uzwojenia sprężarki i inne problemy;
4. Zanieczyszczeniami stałymi - duża ilość zanieczyszczeń stałych powoduje oddzielenie oleju chłodniczego i jego utlenienie, zatkanie kapilary i uszkodzenie izolacji uzwojenia sprężarki oraz innych elementów;
5. Obecnością powietrza - duża ilość powietrza w systemie z czynnikiem HFC prowadzi do oddzielenia oleju i jego utlenienie, powodując zatkanie kapilary i uszkodzenie izolacji uzwojenia sprężarki innych elementów oraz wzrost ciśnienia skraplania;
6. Pozostałościami topnika w postaci chloru – osadzone w rurkach, powoduje ich uszkodzenie, dlatego konieczne jest zastosowanie topnika z niskim poziomem zawartości chloru. Ponadto, topnik powinien zostać usunięty po spawaniu. Jeżeli do topnika dodawana jest woda, należy użyć wody destylowanej lub innej wody nie zawierającej chloru.

Jak pisałem wcześniej najbardziej popularnym materiałem na instalacje chłodnicze jest miedź. Spowodowane jest to przede wszystkim trwałością takich instalacji, jakością połączeń uzyskiwanych oraz dostępnością rur. Powszechnie więc spotkamy rury miedziane w instalacjach grzewczych a co za tym idzie sporo instalatorów jest dobrze zapoznanych z tą technologią. Warto jednak zwrócić uwagę na to, że instalacja grzewcza i chłodnicza wykonana z rur miedzianych znacznie się od siebie różni.



Rys. 1. Zabezpieczenie przewodów chłodniczych

Pierwsza sprawa to rodzaj rury. W instalacjach chłodniczych panują zdecydowanie większe ciśnienia niż w instalacjach grzewczych a substancja którą się przetłacza jest dużo bardziej aktywna chemicznie niż woda, w związku z tym do tych instalacji stosujemy specjalne rury „chłodnicze” (o większej grubości ścianki i wykonane z miedzi beztlenowej i fosforowej) – zgodne z normą PN-EN 12735-1.



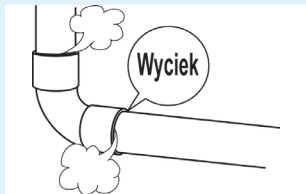
Ponadto, przy wykonywaniu instalacji należy dużo bardziej rygorystycznie przestrzegać trzech podstawowych zasad: SUCHO, CZYSTO i SZCZELNIE. Istotę problemów można prześledzić na podstawie tabeli 1.

### O AUTORZE



Michał ZALEWSKI  
– Kierownik Sekcji  
Szkoleń, Akademia  
KLIMA-THERM

Tabela 1. Wady i usterki rur miedzianych

	SUCHO	CZYSTO	SZCZELNIE
	Brak wilgoci wewnątrz rur	Brak zanieczyszczeń wewnątrz rur	Brak wycieków czynnika
problem			
opis	Sprawdź, czy instalacja wewnątrz jest sucha. Jeżeli wewnątrz rurek znajduje się woda, należy usunąć wilgoć. Nawet niewielka wilgoć będzie zakłócała obieg chłodniczy, osłabiła wydajność oraz może spowodować zakłócenie smarowania sprężarki poprzez umożliwienie hydrolizy i degeneracji oleju. Powietrze przedostające się do obiegu razem z wodą będzie powodować te same nieprawidłowości. Jeżeli to tylko możliwe, unikaj montażu instalacji chłodniczej w czasie opadów deszczu. Na czas przechowywania, zabezpiecz końce rur miedzianych.	W układzie chłodniczym zainstalowane są precyzyjne urządzenia i części. Obecność brudu lub ciał obcych w układzie, zakłóci ich prawidłową pracę. Opilki, związki powstające podczas spawania i topnik oraz włókna z ubrań, mogą łatwo przedostać się do instalacji podczas montażu; należy zachować szczególną ostrożność.	Ponieważ instalacja chłodnicza napełniana jest gazem pod wysokim ciśnieniem, podstawowym wymogiem jest szczelność. Upewnij się, że wszystkie połączenia instalacji chłodniczej są szczelne i nigdzie nie wystąpiły wycieki czynnika.
skutki	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hydroliza oleju chłodniczego,</li> <li>• degradacja oleju chłodniczego,</li> <li>• zakłócenie smarowania sprężarki,</li> <li>• brak efektu chłodzenia lub grzania,</li> <li>• uszkodzenie zaworów, zatkanie rurek kapilarnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• degeneracja oleju chłodniczego,</li> <li>• zakłócenie smarowania sprężarki,</li> <li>• brak efektu chłodzenia lub grzania,</li> <li>• uszkodzenie zaworów, zatkanie rurek kapilarnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niedobór czynnika chłodniczego,</li> <li>• degradacja oleju chłodniczego,</li> <li>• zakłócenie smarowania sprężarki,</li> <li>• brak efektu chłodzenia lub grzania,</li> <li>• zmiana składu czynnika</li> </ul>
Środki zapobiegawcze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nie dopuszczaj do przedostania się wilgoci do wnętrza rurek (rys. 1a)</li> <li>• zawsze uszczelniaj końcówki rur przed ich połączeniem.</li> <li>• nie wykonuj prac montażowych podczas opadów deszczu. (rys. 1b)</li> <li>• nieuszczelnione końce rur utrzymuj w poziomie lub kieruj je w dół, tak długo jak jest to możliwe.</li> <li>• przepuszczając rurki przez otwory w ścianach upewnij się, że zabezpieczyłeś ich końce (rys. 1e).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nie dopuszczaj do przedostawania się ciał obcych do wnętrza rurek (rys. 1a)</li> <li>• zawsze uszczelniaj końcówki rur przed ich połączeniem.</li> <li>• nieuszczelnione końce rur utrzymuj w poziomie lub kieruj je w dół, tak długo jak jest to możliwe.</li> <li>• nie kładź rurek bezpośrednio na ziemi</li> <li>• nie szoruj końcówkami rur po ziemi. (rys. 1c)</li> <li>• podczas gradowania rury trzymaj ją skierowaną w dół (rys. 1d)</li> <li>• przepuszczając rurki przez otwory w ścianach upewnij się, że zabezpieczyłeś ich końce (rys. 1e).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zawsze przeprowadzaj próbę szczelności instalacji (pod względem wycieków gazu).</li> <li>• podczas spawania postępuj zgodnie z podstawową procedurą.</li> <li>• podczas wykonywania połączeń kielichowym postępuj zgodnie z podstawową procedurą.</li> </ul>

O zabezpieczenie przewodów chłodniczych należy dbać nie tylko podczas montażu, ale również dużą staranność należy przyłożyć do zabezpieczenia przewodów podczas magazynowania. Do otwartych przewodów dostaje się kurz i wilgoć z powietrza, dlatego rury chłodnicze należy podczas magazynowania zamykać.

#### W tych sytuacjach konieczne jest zachowanie szczególnej ostrożności

- Przepuszczając rurki przez otwory (zanieczyszczenia mogą łatwo przedostać się do wnętrza rurki)
- Gdy jeden z końców rurki znajduje się na zewnątrz (możliwość przedostania się deszczu) - zewnętrzne, pionowo montowane rurki wymagają szczególnej uwagi



#### Połączenia instalacji

Połączenia instalacji są jednym z kluczowych zagadnień prawidłowo wykonanej instalacji chłodniczej. Instalacje rurowe, a w szczególności chłodnicze instalacje wykonane z rur miedzianych łączymy w następujący sposób:

- połączenia kielichowe,
- połączenia lutowane (lutem twardym lub miękkim),
- połączenia spawane,
- połączenia kołnierzowe.

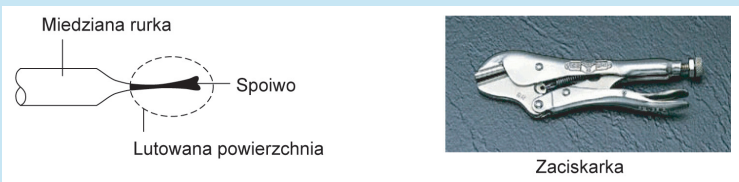
Wybór odpowiedniego typu połączenia zależy od średnicy rury oraz od ciśnienia panujących wewnątrz instalacji. Ponieważ w naszym przypadku mamy do czynienia z zakresem średnic od 6,35 do 41,27 mm oraz z czynnikiem chłodniczym R410A o mak-

**Tabela 2. Forma zabezpieczenie rur miedzianych podczas magazynowania**

Miejsce magazynowania	Czas trwania magazynowania	Metoda zabezpieczenia
na zewnątrz	Miesiąc lub dłużej	Zaciskanie (1)
	Krócej niż miesiąc	Zaciskanie lub owijanie taśmą (2)
wewnątrz	Bez znaczenia	

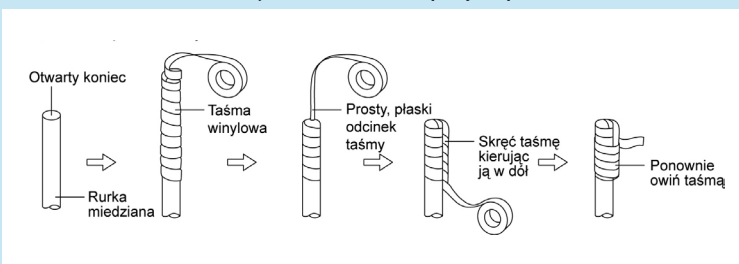
(1) Zaciskanie

Koniec rurki jest szczelnie zaciskany i lutowany. Większy stopień zabezpieczenia można uzyskać wypełniając rurkę azotem pod ciśnieniem od 0,2 do 0,5 MPa.

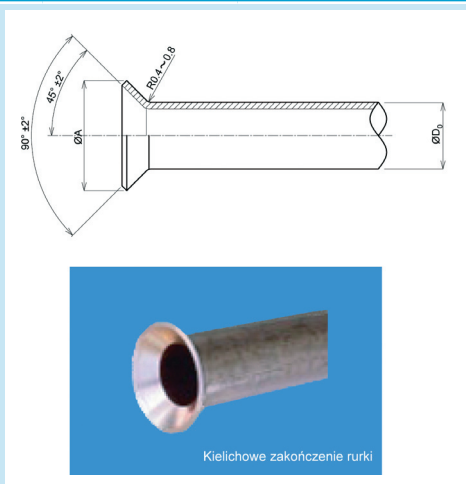


(2) Owijanie taśmą

Owijanie końca rurki taśmą winylową.



**Tabela 3. Kształt i rozmiary kielichowych zakończeń rurek**

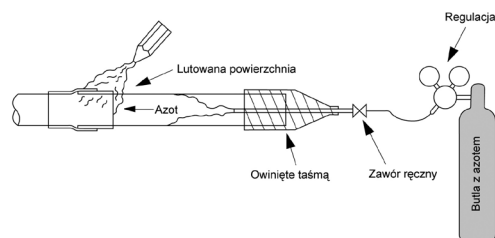


Wartość nominalna	Zewnętrzna średnica rurki	A <sup>+0</sup> <sub>-0,4</sub>	
	D <sub>0</sub>	Typ 1	Typ 2
1/4	6,35	9,0	9,1
3/5	9,52	13,0	13,2
1/2	12,70	16,2	16,6
5/8	15,88	19,4	19,7
3/4	19,05	23,3	24,0

symalnych ciśnieniach roboczych 4,1 MPa, w praktyce obowiązuje następująca zasada:

- jednostki wewnętrzne łączone są do instalacji rurowej za pomocą połączeń rozłącznych – kielichów – ponieważ ich średnice nie przekraczają 19,52 mm, a to jest graniczna średnica dla połączeń kielichowych. Należy pamiętać, że ze względu na panujące ciśnienia, kielich dla instalacji wypełnionych czynnikiem R410A musi mieć większą średnicę niż dla czynników wycofanych z użycia np. R22, czyli musi być typu 2 (tabela 3).
- pozostała część instalacji, w tym podłączenia jednostek wewnętrznych, wykonywana jest za pomocą połączeń nierozłącznych – poprzez lutowanie twarde lub spawanie.

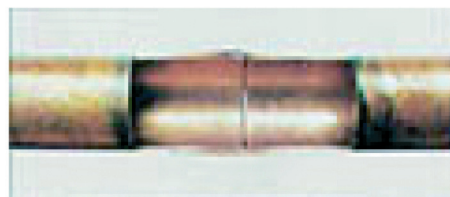
Spawanie połączeń wykonuje się przez nałożenie na siebie łączonych powierzchni, wypełnienie szczeliny między powierzchniami za pomocą spoiwa i przy wykorzystaniu właściwości przyczepnych spoiwa – utrzymanie połączenia. Dlatego ważne jest, aby łączona powierzchnia była wystarczająco duża, a szczelina między nimi miała odpowiednią grubość. W tabeli 4 przedstawiono minimalną głębokość osadzania, zewnętrzną średnicę rurki w łączniku oraz wielkość szczeliny między łączonymi powierzchniami. W przypadku spoiwa z miedzi fosforanowej,



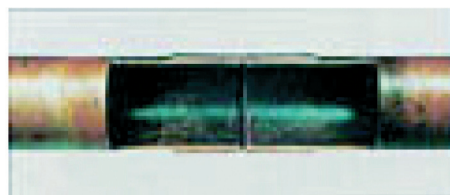
Rys. 2. Efekty wypełnienia rurek azotem

**Rurka miedziana po lutowaniu**

Wpuszczono azot (brak powietrza)



Nie wpuszczono azotu (powietrze obecne w rurce)



Rys. 3. Różnica jakości połączenia wykonanego w osłonie azotu i bez tej osłony jest widoczna gołym okiem

szczelina o grubości około 0,05 do 0,1 mm zapewni najmocniejsze połączenie.

Przy technologii łączenia poprzez lutowanie lub spawanie, kluczową rolę pełni zabezpieczenie przed utlenianiem wewnętrznych powierzchni rury. Realizuje się to poprzez realizację procesu w osłonie azotu beztlenowego.

Jeżeli lutowanie odbędzie się bez wypełniania rurek azotem, wewnętrzne ścianki rurek ulegną utlenieniu. Utlenienie może być przyczyną zatkania zaworu elektromagnetycznego, kapilary, przyłącza powrotu oleju do zasobnika, zassania oleju przez pompę sprężarki lub uszkodzenia innych części oraz może zakłócić normalną pracę. Aby temu zapobiec, należy usunąć powietrze z rurek wpuszczając w nie azot podczas lutowania. Czynność ta jest bardzo ważna podczas lutowania przewodów miedzianych instalacji chłodniczej.

### Gięcie przewodów

Na koniec chciałbym zwrócić uwagę na jeszcze jeden element instalacji chłodniczej - wyginanie rur. Nieprawidłowe wygięcie rury może spowodować:

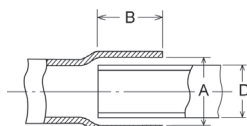
- zwiększenie oporów przepływu co skutkuje stratą wydajności jednostek wewnętrznych oraz zwiększeniem energochłonności
- zmniejszeniem wytrzymałości rury, co z kolei prowadzi do rozszczelnień instalacji i wycieku czynnika.

W związku z tym, generalną zasadą jest unikanie wygięć i poziomych syfonów instalacji - prowadzenie rur w linii prostej, jak najkrótszą drogą. Jeżeli wygięcia są konieczne, należy je wykonywać przy użyciu specjalistycznej giętarki, która zapewni nam odpowiednią jakość gięcia.

Zasady obowiązujące w tym przypadku przedstawia tabela 5.

**Tabela 4. Minimalna głębokość osadzania oraz szczelina między łączonymi powierzchniami [mm]**

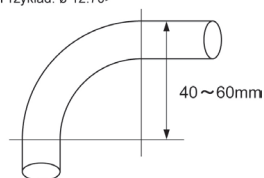
Zewnętrzna średnica rurki D	Minimalna głębokość osadzania B	Szczelina (A-D) X 1/2
5 do 8 8 do 12	6 7	0,05 ÷ 0,35
12 do 16 16 do 25	8 10	0,05 ÷ 0,45
25 do 35 35 do 45	12 14	0,05 ÷ 0,55
45 do 53	16	0,05 ÷ 0,55



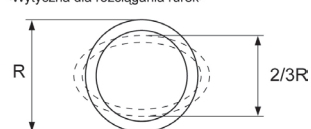
**Tabela 5. Minimalny promień gięcia rur miedzianych [mm]**

Rozmiar rurki	Minimalny promień gięcia
ø 6,35	30 ÷ 40
ø 9,52	30 ÷ 40
ø 12,70	40 ÷ 60
ø 15,88	40 ÷ 60

<Przykład: ø 12.70>



<Wytyczna dla rozciągania rurek>



Promień rozciągania rurek nie powinien być mniejszy niż 2/3R.