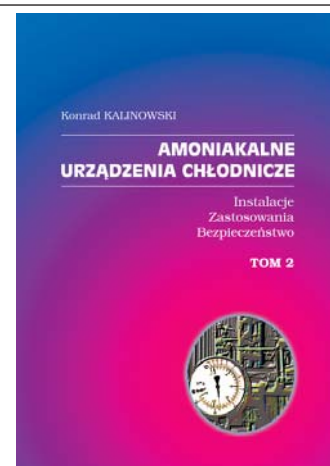


mgr. inż. Konrad KALINOWSKI

RUROCIĄGI STRONY SSAWNEJ



1 Przewód od zaworu rozprężnego do parownika

W praktyce często się zdarza, że przewód ten traktowany jest błędnie jako kontynuacja przewodu cieczowego, podczas gdy panują w nim warunki charakterystyczne dla strony ssawnej. W przewodzie tym zawsze występuje mieszanina dwufazowa, składająca się z parowego i ciekłego amoniaku, o stosunkowo dużym udziale **objętościowym** fazy parowej ($x=0,1...0,4$), powstałej wskutek dławienia ciekłego amoniaku w zaworze rozprężnym. W parowniku następuje przemiana fazowa ciekłego amoniaku w parę. W zależności od typu parownika, skład mieszaniny dwufazowej w jego poszczególnych częściach (między wlotem, a wylotem) będzie się zmieniał.

Przewód, ze względu na stosunkowo duży udział objętościowy pary powinien mieć stosunkowo dużą średnicę, tak aby stawał jak najmniejszy opór. W praktyce przyjmuje się często jego średnicę równą średnicy przewodu ssawnego parownika.

2 Przewody ssawne pary suchej

Są to przewody, w których przeważa para sucha, najczęściej posiadająca określone przegrzanie. Jako pożądane przegrzanie par zaleca się wartości różnic temperatur od 4 do 8 K powyżej temperatury parowania. Stan pary przegrzanej występuje najczęściej w przewodach ssawnych prowadzących od oddzielaczy cieczy do sprężarek, lub też w przewodach ssawnych z parowników suchych, stosowanych coraz częściej w amoniakalnych urządzeniach chłodniczych. Należy zwrócić uwagę na możliwość współlistnienia pary przegrzanej i transportowanych przez nią cząsteczek cieczy, porywanych z parownika lub oddzielacza cieczy wskutek wysokiej na ogół prędkości przepływu par. Cząsteczki cieczy zawierają często olej, i to nie tylko w przypadku olejów rozpuszczalnych w amoniaku.

Średnica rurociągu ssawnego ma bardzo duży wpływ zarówno na prawidłowe działanie, jak i na efektywność ekonomiczną urządzenia chłodniczego. Zbyt małe średnice przewodu ssawnego stawiają duże opory przepływu. Są one więc przyczyną spadku ciśnienia ssania, którego skutkiem jest znaczące obniżenie wydajności chłodniczej, jak też i

pogorszenie sprawności energetycznej urządzenia. Im niższa jest temperatura parowania – tym silniejsze jest ujemne oddziaływanie spadku ciśnienia na tę sprawność.

Z drugiej strony, przewód ssawny o zbyt dużej średnicy, poza zwiększonym kosztem rur, może być powodem braku możliwości transportu do sprężarek oleju, porwanego przez pary czynnika chłodniczego. Dotyczy to głównie urządzeń chłodniczych, w których stosuje się **oleje tworzące z amoniakiem roztwór**. W takich urządzeniach stosowane są z reguły parowniki suche, w których czynnik odparowuje wewnątrz rur. W końcowej części takich parowników występuje mieszanina dwufazowa, której głównym składnikiem jest para sucha przegrzana oraz pewna ilość fazy ciekłej, tzw. **cieczy resztkowej**, składającej się z oleju i rozpuszczonego w nim, nie odparowanego amoniaku. Stężenie amoniaku w oleju może tu być stosunkowo wysokie i jest ono zależne od temperatury i ciśnienia panującego w parowniku. Faza ta może występować w postaci kropeł różnej wielkości, błon, piany, itp.

Oleje mineralne, najczęściej używane w urządzeniach chłodniczych, nie tworzą – jak wiadomo – z amoniakiem roztworu, w związku z czym uważa się zwykle, że prędkość przepływu par w przewodzie ssawnym ma **pozornie** mniejsze znaczenie. Należy wziąć pod uwagę, że w parownikach przepływowych, w których amoniak odparowuje przepływając przez rury, dochodzi do wydzielenia się oleju znajdującego się w amoniaku. Olej ten z parownika przepływowego powinien być odprowadzany w sposób ciągły wraz ze strumieniem par amoniaku opuszczających parownik, ponieważ w przeciwnym wypadku będzie w nim zalegał. W przeciwieństwie do olejów rozpuszczalnych, stężenie amoniaku w oleju mineralnym wskutek braku rozpuszczalności będzie minimalne – olej będzie tu występował w postaci kropeł. W prawidłowo pracującym urządzeniu chłodniczym, w strumieniu par amoniaku powinno go też być znacznie mniej w porównaniu do urządzenia pracującego z olejem rozpuszczalnym.

W związku z powyższym, problem transportu oleju w strumieniu par amoniaku występuje przede wszystkim w przewodach ssawnych z parowników **przepływowych**, w

których amoniak odparowuje wewnątrz rur. Pary suche, odsysane z parowników zalanych, z ustalonym poziomem cieczy, w których wrzenie odbywa się w całej objętości, oraz pary odsysane z oddzielaczy cieczy są praktycznie pozbawione oleju, a w związku z tym mogą one – przy skutecznym oddzielaniu cieczy - być rzeczywiście suche.

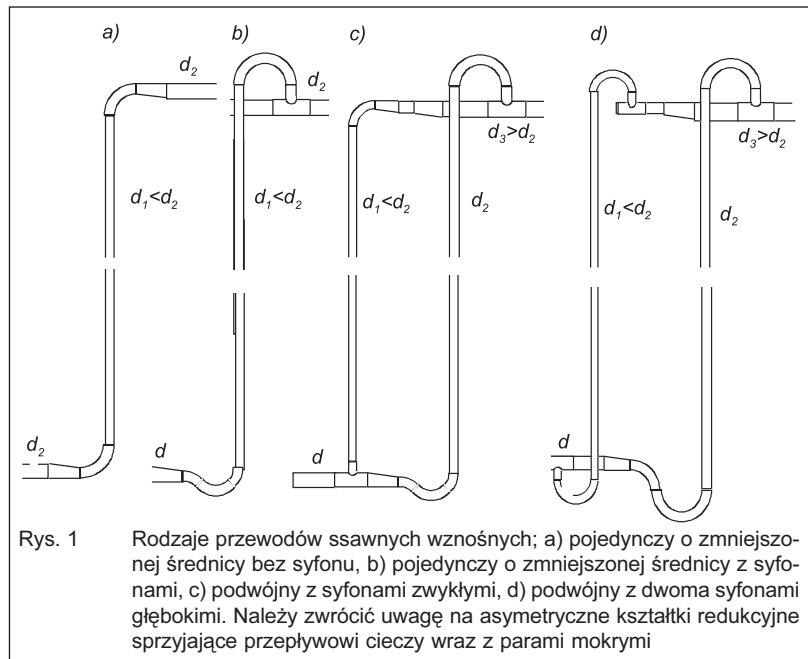
Dobór średnicy przewodów ssawnych jest zadaniem optymalizacyjnym, ściśle powiązany z wyborem wielkości sprężarki i parownika. Za średnicę optymalną można uznać taką jej wielkość, przy której dla danej długości rurociągu, spadek ciśnienia leży w **ekonomicznie uzasadnionych** granicach. Równocześnie w urządzeniach chłodniczych z parownikami przepływowymi, muszą być spełnione warunki transportu oleju do sprężarek.

Najbardziej dogodny warunki przepływu występują w przewodach **poziomych**

oraz w przewodach **pionowych o kierunku przepływu z góry na dół**. Dotyczy to zarówno par suchych, jak i par zawierających cząstki cieczy (olej, ciekły czynnik chłodniczy), których ruch wspomagany jest siłą ciężkości. Zasadą jest układanie przewodu ze **stałym** spadkiem w kierunku sprężarek i unikanie na nim syfonów.

Przepływ par suchych przegrzanych w przewodach **pionowych, w kierunku z dołu do góry**, nie nastręcza również żadnych kłopotów. **Nie dotyczy** to jednak przepływu par **zawierających cząstki oleju i ciekłego czynnika chłodniczego**. Cząstki te muszą być uniesione przez strumień par, które w tym celu muszą posiadać określony pęd, zależny od posiadanej prędkości. Jako prędkość **minimalną** par, zapewniającą transport cząstek cieczy, przyjmuje się na ogół **7 m/s**. Należy zwrócić uwagę, że prędkość ta musi być zachowana przy minimalnym strumieniu objętościowym czynnika chłodniczego, występującym przy najniższej wydajności chłodniczej parowników, obsługiwanych przez dany przewód ssawny. Jeżeli prędkość przepływu pary w przewodach pionowych o kierunku z dołu do góry będzie niższa, to cząsteczki cieczy nie będą przez parę porywane. Będą się one wydzielaly ze strumienia i spływały pod wpływem siły ciężkości po ściankach rurociągu z powrotem do parownika. W urządzeniach chłodniczych z parownikami przepływowymi suchymi, może w ten sposób dojść do szybkiego przerzutu oleju ze sprężarki do parowników, bez możliwości jego powrotu do sprężarek.

Biorąc pod uwagę fakt, że współczesne urządzenia chłodnicze wyposażone są z reguły w systemy pozwalające na bardzo szeroki zakres regulacji wydajności (od 10 do 100%), łatwo można dostrzec, że jeżeli przewody ssawne będą projektowane przy założeniu prędkości 7 m/s przy minimalnej wydajności, to prędkości które wystąpią przy wydajności nominalnej, wywołają spadki ciśnienia znacznie przekraczające wartości możliwe do przyjęcia. W związku z tym w takich sytuacjach stosowane są tzw. **przewody**



Rys. 1

Rodzaje przewodów ssawnych wznosnych; a) pojedynczy o zmniejszonej średnicy bez syfonu, b) pojedynczy o zmniejszonej średnicy z syfonami, c) podwójny z syfonami zwykłymi, d) podwójny z dwoma syfonami głębokimi. Należy zwrócić uwagę na asymetryczne kształtki redukcyjne sprzyjające przepływowi cieczy wraz z parami mokrymi

wznosne (ang. vertical riser). W zależności od konkretnych warunków przyjmują one różne rozwiązania i wymiary.

Najprostsze rozwiązanie przewodów wznosnych pokazano na rys. 1. Może ono być stosowane przy niewielkiej wysokości przewodu oraz przy niewielkich zmianach natężenia przepływu czynnika. Im większe będą zmiany natężenia przepływu par czynnika w przewodzie wznosnym oraz im większa będzie jego wysokość i im większa będzie zawartość fazy ciekłej w strumieniu, tym bardziej złożony będzie przewód wznosny. Główne rodzaje przewodów wznosnych przedstawiono na rys. 2.

Wykonanie przewodów ssawnych

Wykonanie przewodów ssawnych zależy od wielu warunków, takich jak:

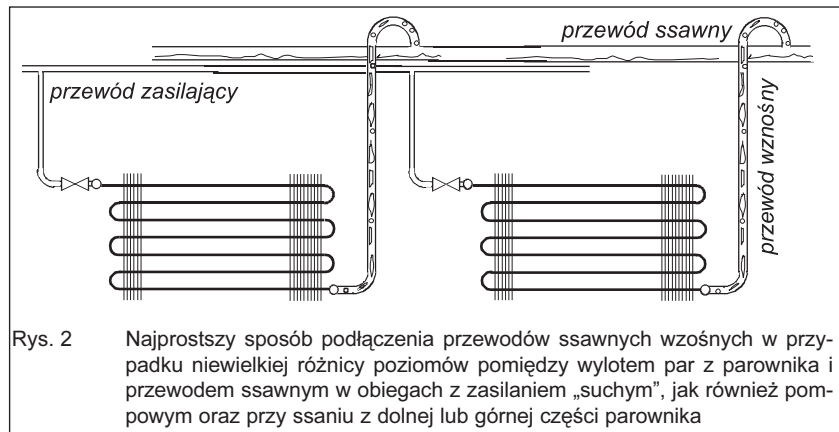
- położenie parowników w stosunku do sprężarek (np. parowniki leżą poniżej sprężarek) i długość odcinka rurociągu pionowego,
- rodzaj zasilania parowników (górne lub dolne),
- zakres regulacja wydajności parowników i sprężarek, oraz czas pracy na niskiej wydajności,
- rodzaj oleju (rozpuszczalny lub nierozpuszczalny w czynniku chłodniczym).

Przy prowadzeniu przewodów ssawnych należy przestrzegać następujących reguł:

- Przewody parowe nie powinny posiadać syfonów, w których może się zbierać w sposób niekontrolowany ciecz;
- Jeżeli w rurociągach parowych jest transportowany olej lub ciecz resztkowa rozproszona w parze, to bezwzględnie powinny one być nachylone w stronę kierunku przepływu. Nachylenie rurociągów poziomych powinno wynosić min. 1/100 (1 cm spadku na każde 100 cm długości rurociągu = 1 m na 100 m itp.). W przypadku przepływu pary suchej (bez jakiegokolwiek udziału cząstek cieczy) wystarczy mniejsze nachylenie np. 1/250 (1 cm na 250 cm = 1 m na 250 m itp.), ale też powinno ono

być stosowane;

- Jeżeli olej i czynnik chłodniczy wzajemnie się rozpuszczają, wtedy olej musi wracać do sprężarki razem z parami. Na przewodach ssawnych, w miejscach zmiany kierunku strugi transportowej z poziomego na pionowy lub odwrotnie, muszą być wówczas przewidziane odpowiednio do tego celu syfony. Chronią one dolną część parownika przed zalaniem olejem i ułatwiają przerzut oleju „porcjami” przy zmiennej wydajności pracującego urządzenia chłodniczego. Syfony te powinny być możliwie małe (rys. 1b,c). Niedopuszczalne są syfony przypadkowe, zwłaszcza głębokie (typu „U”), w miejscach innych niż tam, gdzie struga zmienia kierunek, a gdzie może się łatwo wydzielać i zbierać olej (rys. 1d);
- Prędkość przepływu par czynnika chłodniczego przy pełnej wydajności chłodniczej dla amoniaku na ogół zalecana jest w granicach 15-25 m/s. Wyższe prędkości, poza stratami energetycznymi mogą być przyczyną szumów, hałasów w rurociągach i ich drgań;
- W urządzeniach z regulacją wydajności i w przypadku, gdy amoniak rozpuszcza się w oleju, pionowe przewody ssawne powinny być wyposażone w przewód wznosny zaprojektowany w taki sposób, aby prędkość w tym przewodzie nie była niższa od 7 m/s przy minimalnej wydajności, a prędkość par przy minimalnej wydajności chłodniczej w przewodach poziomych nie powinna być niższa od 4 m/s. Jeżeli transport oleju w przewodzie wznosnym nie może być zapewniony przy pomocy jednej rury, wówczas konieczne jest zastosowanie dwóch lub nawet trzech rur o różnych średnicach, zamykanych na dole syfonami (rys. 1 c, d). Jeżeli prędkość w pojedynczym przewodzie wznosnym przy minimalnej wydajności nie spada poniżej 7 m/s, to przewód podwójny nie jest potrzebny;
- Całkowity spadek ciśnienia ssania wskutek oporów przepływu w przewodzie ssawnym zaleca się przyjmować na poziomie wartości odpowiadającej spadkowi temperatu-



ry parowania 1 K, ale w żadnym przypadku nie powinien on przekraczać 2 K; odpowiadające tym różnicom temperatur spadki ciśnień zawiera tabela.

- Przewody ssawne z wielu parowników powinny być włączone do wspólnego kolektora ssawnego. W kolektorze tym następuje wyrównanie ciśnień z poszczególnych parowników i ze sprężarek. W poszczególnych parownikach pracujących równolegle, podłączonych do wspólnego kolektora ssawnego, występują z reguły różniące się od siebie ciśnienia. Różnice ciśnień nie są na ogół duże, jednak nawet niewielkie ich wartości mogą już powodować pewne zaburzenia normalnego przepływu. W związku z tym kolektor zbiorczy powinien posiadać średnicę stopniowaną, tak aby prędkość przepływu par w kolektorze była zawsze niższa od prędkości pary w rurociągach dolotowych ssawnych od poszczególnych parowników. Minimalna średnica kolektora d_i w każdym jego kolejnym przekroju – idąc w kierunku sprężarek od jego początku wyznaczonego przez pierwszy podłączony do niego parownik, powinna wynosić:

$$d_i = d_1 \sqrt{\frac{\sum Q_{oi}}{Q_{o1}}} \quad [m]$$

gdzie:

d_1 [m]

– średnica przewodu ssawnego pierwszego parownika,

$\sum Q_{oi}$ [kW]

– suma wydajności chłodniczej wszystkich parowników podłączonych do kolektora,

Tabela

Spadki ciśnienia odpowiadające spadkom temperatury 1 K i 2 K, przy różnych temperaturach parowania t_o i odpowiadającym im ciśnieniom parowania p_o

	t_o °C	p_o bar	t_o °C	p_o bar	t_o °C	p_o bar	t_o °C	p_o bar	t_o °C	p_o bar	t_o °C	p_o bar
parownik	-50	0,408	-40	0,717	-30	1,195	-20	1,901	-10	2,908	0	4,494
sprężarka, różnica 1 K	-51	0,385	-41	0,680	-31	1,138	-21	1,818	-11	2,791	-1	4,136
sprężarka, różnica 2 K	-52	0,362	-42	0,644	-32	1,083	-22	1,738	-12	2,679	-2	3,982
spadek ciśnienia - różnica dla 1 K [Pa]		2300		3700		5700		8300		11700		14800
spadek ciśnienia - różnica dla 2 K [Pa]		4600		7300		11200		16300		22900		31200

1 bar=100 000 Pa

począwszy od pierwszego do miejsca dla którego wyznacza się średnicę d_i ,

$\sum \dot{Q}_{0i}$ [kW] – wydajność pierwszego parownika, o średnicy przewodu ssawnego d_j ;

- Stosuje się też kolektory o stałej – na całej długości – średnicy. Jego średnica minimalna powinna być obliczona na sumaryczną wydajność chłodniczą wszystkich parowników;
- Kolektor ssawny zbiorczy, odprowadzający pary do sprężarek ustawionych w maszynowni chłodniczej powinien być poziomy, bez spadku w jakąkolwiek stronę. Odcinki rur ssawnych z poziomego kolektora zbiorczego do poszczególnych sprężarek powinny być zanurzone w rurze i Zukosowane, wyprowadzone łukiem z górnej części kolektora (tzw. „**łabędzia szyja**”) i następnie ze spadem prowadzone ku sprężarce (rys. 3). Pozwala to na stosunkowo równomierne spływanie oleju względnie ciekłego czynnika, zbierającego się na dnie kolektora, do poszczególnych sprężarek. W układach wielospężarkowych, zwłaszcza w urządzeniach chłodniczych o dwóch lub więcej temperaturach parowania, występują na ogół złożone układy ssawnych kolektorów zbiorczych. Stosuje się do nich te same zasady, co i do układów najprostszych.

3 Specyfika przewodów w obiegach pompowych

Przewody zasilające

Zasadniczą cechą wyróżniającą **łoczne przewody zasilające** ciekłego amoniaku w obiegu pompowym jest stosunkowo duże, względne dochłodzenie cieczy uzyskane wskutek podniesienia ciśnienia w pompie (patrz też t.I, rozdz. 5.7.4.1, rys. 5.33, str. 332). Powstanie par czynnika w tych przewodach spowodowane spadkiem ciśnienia, jest więc praktycznie wykluczone. Wskutek tego spadek ciśnienia w przewodach nie ma tu tak istotnego znaczenia, jak to ma miejsce w niepompowych systemach zasilania. Optymalizacja średnicy przewodu powinna brać pod uwagę wpływ oporów przepływu na wielkość ciśnienia tłoczenia pompy, a tym samym na moc napędową silnika pompy. Zalecane w praktyce prędkości przepływu czynnika wynoszą od 1 do 2 m/s.

Odmiernym problemem jest dobór średnicy **przewodu ssawnego pomp** czynnika chłodniczego. Głównym kryterium jest warunek **zapobieżenia kawitacji** w pompie. Oznacza to konieczność konsekwentnej minimalizacji oporów przepływu w tym przewodzie. Wymóg ten można spełnić poprzez:

- unikanie wszelkiego rodzaju oporów miejscowych powodujących duży spadek ciśnienia (kolanka o dużym promieniu, nie stosowanie filtrów po stronie ssawnej, dobrze wyprofilowane wloty do pompy, stosowanie zaworów kulowych, itp);
- zalecane prędkości przepływu ciekłego amoniaku leżą na ogół w granicach od 0,4 do 0,8 m/s; wyższe prędkości mogą spowodować zbyt wysokie spadki ciśnień, a niższe mogą przyczynić się do nierównomiernego roz-

kładu temperatury w przewodzie, co może sprzyjać miejscowemu odparowaniu cieczy;

- podobnie jak w przewodach spływowych skroplonego amoniaku ze skraplaczy, należy zapewnić stały i odpowiednio duży (możliwie największy) spadek przewodu zasilającego oraz unikać na nim konsekwentnie „odwróconych syfonów”;
- bardzo ważnym elementem jest zapewnienie możliwie najkorzystniejszych warunków wlotu czynnika do przewodu ssawnego pompy, co najłatwiej można zapewnić poprzez przewidzenie osobnego króćca przewodu ssawnego dla każdej pompy; rozwiązanie takie zapobiega ponadto konieczności rozdzielania cieczy na ewentualnym wspólnym odcinku przewodu ssawnego (patrz również informacje na temat unikania kawitacji w t.I, rozdz.5.7.4.4).

Przewody powrotne

Przewody takie występują w urządzeniach chłodniczych pomiędzy parownikami zasilanymi przez pompy i centralnymi oddzielaczami cieczy. Na wylocie z tych parowników występuje mieszanina pary i cieczy, na ogół o dużej **objętościowej** przewodzie fazy parowej. Średni skład fazowy tej mieszaniny jest stały w całym przewodzie. Zależy on od krotności obiegu czynnika chłodniczego, rodzaju parownika i jego warunków pracy oraz od aktualnej wydajności urządzenia chłodniczego.

Jeżeli w przewodzie płynie czynnik chłodniczy występujący w postaci mieszaniny dwu faz: pary i cieczy, to mamy do czynienia z przepływem dwufazowym, różniącym się istotnie od przepływów jednofazowych (cieczy lub pary suchej).

Wyznaczenie spadków ciśnienia przy przepływach dwufazowych jest o wiele bardziej skomplikowane w porównaniu z przepływami jednofazowymi. Wynika to przede wszystkim ze złożonej **struktury** płynu dwufazowego w przewodzie. Zależy ona bowiem od wielu parametrów, takich jak np. od składu (zawartości fazy ciekłej i gazowej), warunków przepływowych, ukierunkowania przepływu (poziomy – pionowy).

Skład i struktura płynu dwufazowego w przewodach powrotnych, inaczej mówiąc: ilość cieczy i par oraz ich wzajemne rozmieszczenie w strudze płynącej przez przewód, wynika z działania parownika. Można przyjąć, że w początkowym odcinku przewodu powrotnego mamy do czynienia z taką strugą płynu dwufazowego, jaka ukształtowała się w końcowych częściach węzownic parownika. Uwzględniając stosunkowo duży objętościowy udział par w strumieniu dwufazowym, najbardziej prawdopodobne są tzw. struktury pierścieniowe, korkowe i kropkowe. Można również przyjąć, że ukształtowana na początku przewodu struktura strumienia jest stosunkowo stabilna i jeżeli na przewodzie nie będą występować odpowiednio silne zaburzenia spowodowane przeszkodami, takimi jak zwory, trójniki, i inne opory miejscowe, może się ona utrzymywać w całym przewodzie. Stąd też zaleca się stosowanie na przewodzie powrotnym jak najmniej takich oporów miejsco-

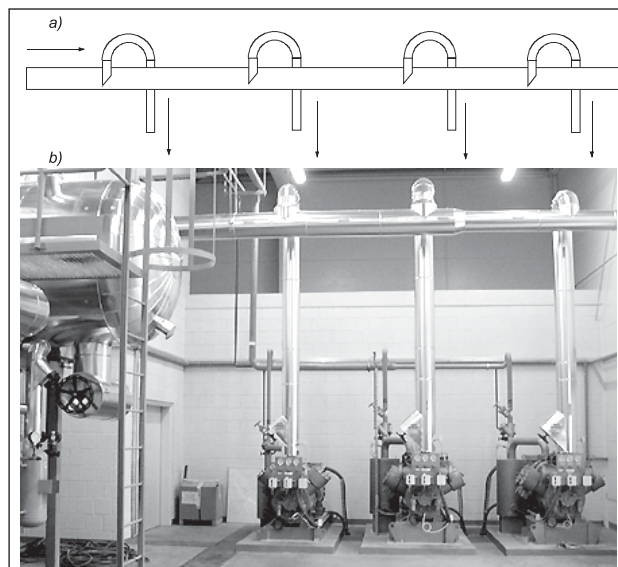
wych: powinien on być wyjątkowo starannie zaprojektowany i wykonany.

Skład i struktura płynu dwufazowego w końcowej części parownika zależy w znacznym stopniu od jego obciążenia cieplnego, na ogół zmiennego w dość szerokim zakresie. W związku z tym również skład i struktura płynu dwufazowego będą się podczas pracy urządzenia chłodniczego zmieniać.

Szczególnym przypadkiem obciążenia przewodu powrotnego jest „doładowanie” do ich wnętrza cieczy usuwanej z parowników podczas procesów ich odszraniania gorącymi parami. Chodzi tu najczęściej o mieszanie cieczy i par amoniakalnych, znajdujących się zazwyczaj pod ciśnieniem znacznie wyższym od ciśnienia panującego w przewodzie ssawnym (patrz t.I, rozdz. 5.3.7.2). Ponieważ w urządzeniach chłodniczych o dużej ilości parowników ich odtajanie odbywa się ze stosunkowo dużą częstotliwością, stąd zaburzenia powstałe z tej przyczyny nie mogą pozostać bez wpływu na skład i strukturę płynu dwufazowego w przewodzie powrotnym. Potwierdzają to nierzadkie niestety objawy niekorzystnych przepływów dynamicznych, zachodzących w takich przewodach podczas procesów odtajania.

Przepływ płynu dwufazowego w przewodzie powrotnym odbywa się według nieco innych zasad niż przepływ czystej cieczy, lub też suchych gazów (lub par). Ruch cieczy wywołany jest bezpośrednio poprzez pompę. Ruch suchych gazów i par odbywa się natomiast wskutek różnicy ciśnienia wytworzonej i ciągle podtrzymywanej przez sprężarkę. Płyn dwufazowy w przewodzie powrotnym, będąc mieszaniną składającą się przeważnie z dużych objętości pary, w której zawieszona są różne struktury cieczy (kropki, korki, pierścienie, płyty itp), porusza się głównie dzięki ruchowi fazy gazowej. Oznacza to, że ciecz transportowana jest przez parę, podobnie jak to było przy transportie oleju i cieczy resztkowej przez pary czynnika (patrz poprzedni rozdział). Jednak w tym przypadku, ze względu na znacznie wyższy udział masy fazy ciekłej do transportu potrzebna jest znacznie wyższa energia. Im więcej cieczy zawiera płyn dwufazowy, tym więcej energii potrzeba dla zapewnienia jej transportu. Im bardziej faza ciekła rozproszona jest w fazie parowej (np. w postaci mgły), tym łatwiej i bardziej płynnie może przebiegać transport cieczy w przewodzie.

Faza ciekła powinna w przewodzie płynąć z tą samą prędkością co faza parowa, wówczas jej transport będzie odbywać się w sposób **ciągły**. Jednak przy zbyt niskiej prędkości par, przy dużym udziale cieczy i przy niekorzystnych jej strukturach (np. w postaci większych korków), może nastąpić oddzielenie się cieczy od par. Ciecz będzie się wówczas przesuwać wolniej od par. W skrajnym przypadku może dojść do nagromadzenia się większych skupisk cieczy w określonych miejscach przewodu. Jeżeli wskutek nagromadzenia cieczy dochodzi do zmniejszenia wolnego przekroju przewodu, wówczas prędkość par w tym miejscu wzrasta, a ciecz w postaci korka zostanie porwana i będzie przemieszczana przez parę. Zjawisko takie może się powtarzać cyklicznie – wówczas mamy



Rys. 3 Rurociąg ssawny zbiorczy sprężarek w maszynowni chłodniczej; a) szkic pokazujący zalecane ujęcie "labędzych szyj" do kolektora (ściecia są wykonane pod kątem 60-70°); b) widok na maszynownię ze sprężarkami tłokowymi, kolektorem ssawnym i przewodami ssawnymi sprężarek; widoczne są również przewody tłoczne

do czynienia z **nieciągłym** transportem cieczy.

Najkorzystniejsze warunki do transportu cieczy panują oczywiście w przewodach **pionowych** przy przepływie skierowanym z **góry w dół** – tu prędkość par nie musi być wysoka, gdyż ciecz będzie opadała pod wpływem siły ciężkości.

W przewodach **poziomych** dla zapewnienia ciągłego transportu cieczy, konieczna już jest pewna minimalna prędkość par. Prędkość tę określa się przeważnie w literaturze na ok. 3 m/s. Potrzebne również jest odpowiednie nachylenie (spadek) przewodu w kierunku oddzielacza cieczy, aby ciecz wydzielająca się ze strumienia, mogła do niego spływać pod wpływem własnego ciężaru, a nie wracała do parownika, ani nie zablokowała przewodu powrotnego.

Najtrudniejsze warunki transportu cieczy panują w przewodach **wznośnych** tj. pionowych, w których ruch czynnika odbywa się z **dółu do góry**. Należy sobie uświadomić fakt, że najbardziej niekorzystnym skutkiem jest całkowity brak transportu cieczy, co może być spowodowane zbyt niską prędkością par. Skutkiem tego jest zapełnienie całego pionowego przewodu powrotnego cieczą. Wówczas powstanie słup cieczy o wysokości równej częściowej do całkowitej wysokości rury wznośnej, a ciśnienie parowania w parowniku wzrośnie o wartość ciśnienia hydrostatycznego wywieranego przez ten słup. Takie „zalanie” przewodu powrotnego uniemożliwia praktycznie pracę parownika. Możliwe jest też częściowe zapełnienie przewodu pionowego cieczą, przez którą może „przedzierać się” para.

W celu zapewnienia prawidłowego transportu cieczy, przy równoczesnym zapewnieniu dopuszczalnych spadków ciśnień, przewodom wznośnym nadaje się odpowiedni kształt podobny do omawianych już poprzednio przewodów wznośnych, zapewniających powrót oleju z parowników suchych (patrz rys. 1 i 2).

