



**INSTRUKCJA BEZPIECZEŃSTWA, INSTALACJI I  
OBSŁUGI PAROWEJ BROMOLITOWEJ ABSORPCYJNEJ  
POMPY CIEPŁA  
KATEGORII PIERWSZEJ  
XRI5-(40/30)-500(65/86.5)**



**SHUANGLIANG ECO-ENERGY SYSTEMS CO., LTD.**

**2015-2021**

## SPIS TREŚCI:

I.	PRZEDMOWA .....	6
II.	WSKAZÓWKI BEZPIECZEŃSTWA.....	7
1.	OPIS ABSORPCYJNEJ PAROWEJ POMPY CIEPŁA.....	8
1.1.	Kod modelu .....	8
1.2.	Składniki.....	8
1.2.1.	Parownik .....	8
1.2.2.	Absorber .....	8
1.2.3.	Generator.....	9
1.2.4.	Skrapłacz.....	9
1.2.5.	Wymiennik ciepła roztworu .....	9
1.2.6.	Wymiennik ciepła kondensatu.....	9
1.2.7.	System odpowietrzający- wytwarzający próżnię .....	12
1.2.8.	Zespoły silnik-pompa (pompa roztworu i pompa chłodziwa).....	12
1.2.9.	Panel sterowania .....	13
1.3.	Zasada działania.....	13
1.4.	Media robocze.....	14
1.4.1.	Chłodziwo .....	14
1.4.2.	Pochłaniacz (roztwór) .....	14
2.	INSTALACJA POMPY CIEPŁA.....	15
2.1.	Wymagania konserwacyjne podczas instalacji.....	15
2.2.	Wymagania dotyczące pomieszczenia technicznego do eksploatacji pompy ciepła .....	16
2.3.	Montaż pompy ciepła.....	17
2.3.1.	Montaż zmontowanej pompy ciepła.....	17
2.3.2.	Montaż dzielonej pompy ciepła .....	18
2.4.	Poziomowanie urządzenia.....	19
2.1	Izolacja pompy ciepła .....	20
3.	INSTALACJE ZEWNĘTRZNE WSPÓŁPRACUJĄCE Z ABSORPCYJNĄ POMPĄ CIEPŁA.....	21
3.1.	Systemy wody odpadowej i wody sieciowej.....	21
3.2.	System pary roboczej .....	23
3.3.	System kondensatu pary roboczej .....	24
3.4.	Układ elektryczny .....	24
4.	SYSTEM STEROWANIA.....	25
4.1.	Konfiguracja systemu .....	25
4.2.	Funkcja systemu.....	26
4.2.1.	Funkcje systemu sterowania urządzeniem.....	27
4.2.2.	Zabezpieczenie urządzenia .....	28
4.3.	Panel sterowania.....	28
4.4.	Schemat blokowy systemu sterowania .....	29
4.5.	Sposób obsługi systemu sterowania .....	30
4.5.1.	Uruchomienie ekranu dotykowego .....	30
4.5.2.	Wybór trybu sterowania .....	31

4.5.3. Ustawienia parametrów .....	31
4.5.3.1 Zmiana parametrów pracy .....	31
4.5.3.2. Ustawienie odchylenia wyświetlonych danych .....	32
4.5.4. Uruchamianie/Zatrzymanie pompy próżniowej .....	32
4.5.5. Włączanie/Wyłączanie pompy roztworu i chłodziwa .....	32
4.5.6. Włączanie/Wyłączanie urządzenia (pompy ciepła).....	33
4.5.6.1. Tryb Auto.....	33
4.5.6.2. Tryb ręczny .....	33
4.5.7. Monitoring działania systemu.....	34
4.5.8. Rozwiązywanie usterek.....	34
5. ROZRUCH POMPY CIEPŁA .....	34
5.1. Przygotowanie do rozruchu .....	34
5.1.1. Oględziny i badanie urządzenia .....	34
5.1.2. Kontrola instalacji zewnętrznych .....	34
5.1.2.1. Kontrola systemu wodnego.....	34
5.1.2.2. Kontrola rurociągu pary roboczej. ....	35
5.1.2.3. Kontrola rurociągu kondensatu pary roboczej.....	35
5.1.4. Kontrola pompy próżniowej .....	35
5.1.5. Kontrola gazoszczelności .....	36
5.1.5.1. Test podciśnieniowy .....	36
5.1.5.2. Nadciśnieniowy test szczelności.....	36
5.1.6. Kontrola elementów systemu sterowania i urządzeń elektrycznych .....	37
5.1.6.1. Kontrola okablowania.....	37
5.1.6.2. Kontrola systemu sterowania .....	37
5.1.7. Ładowanie roztworu do urządzenia (pompy ciepła) .....	37
5.1.8. Wprowadzanie oktanolu do roztworu .....	38
5.2. Rozruch .....	38
6. CZYNNOŚCI OBSŁUGOWE .....	40
6.1. Podstawowe warunki bezpieczeństwa przy obsłudze pompy ciepła.....	40
6.2. Standardowa procedura obsługowa .....	42
6.2.1. Proces uruchomienia .....	42
6.2.2. Proces wyłączania.....	42
6.3. Czynności obsługowe .....	43
6.3.1. Obserwacja temperatury wylotowej gorącej wody odpadowej.....	43
6.3.3. Kontrola stanu podciśnienia pompy ciepła .....	43
6.3.4. Obserwacja dźwięku i prądu hermetycznych pomp (pompa roztworu i pompa chłodziwa).....	43
6.3.5. Regulacja odchyleń.....	44
6.3.6. Pozostałe czynności kontrolno-obsługowe .....	44
6.4. Proces opróżniania (tworzenia próżni) .....	44
6.4.1. Ręczne odpowietrzanie (tylko podczas rozruchu i konserwacji) .....	44
6.4.2. Operacja automatycznego odpowietrzania (tworzenia próżni) .....	45
6.4.3. Napraw elektromagnetycznego zawór odpowietrzającego .....	46
6.5. Zarządzanie wodą chłodzącą.....	46

6.5.1. Pobieranie próbek wody chłodzącej.....	47
6.5.2. Regeneracja wody chłodzącej (chłodziwa).....	47
6.6. Zarządzanie roztworem bromolitowym .....	48
6.6.1. Pobieranie próbek roztworu bromolitowego.....	48
6.6.2. Kontrola roztworu bromolitowego.....	48
6.6.2.1. Kontrola stężenia roztworu .....	48
6.6.2.2. Ocena wizualna roztworu.....	48
6.6.3. Alkaliczność .....	49
6.6.4. Inhibitor.....	49
6.6.5. Oktanol.....	49
6.6.6. Regeneracja roztworu LiBr .....	50
6.6.7. Załadunek roztworu pomiędzy pompą ciepła a zbiornikiem magazynowym .....	50
6.6.7.1. Załadunek roztworu do pompy ciepła.....	50
6.6.7.2. Usuwanie roztwó z urządzenia(pompy ciepła) do zbiornika magazynowego .....	51
6.7. Nadzór nad jakością wody .....	51
6.7.1 Nadzór nad jakością gorącej wody odpadowej .....	51
6.7.2 Nadzór nad jakością gorącej wody sieciowej.....	51
6.8. Obsługa pompy próżniowej .....	52
6.9. Obsługa zaworów.....	53
6.9.1. Obsługa zaworu odcinającego .....	53
6.9.2. Wytyczne obsługi klucza dynamometrycznego.....	55
6.10. Wymagane zalecenia dla bezpiecznej obsługi pompy ciepła .....	56
7. POSTĘPOWANIE PODCZAS AWARII .....	56
7.1. Wyłączenie awaryjne pompy ciepła .....	56
7.2. Problemy i rozwiązywanie problemów .....	57
7.3. Postępowanie w razie krystalizacji roztworu .....	61
7.4. Postępowanie w razie awarii.....	61
7.4.1. Pożary i trzęsienia ziemi.....	61
7.4.2. Zalanie.....	61
7.4.3. Pęknięcie rur wymiennika ciepła .....	61
7.4.4. Przerwy urządzenia z uwagi na awarię .....	61
7.4.5. Awaria zasilania.....	61
7.5. Usterka pompy próżniowej .....	62
7.6. Awaria zespołu silnik-pompa.....	64
8 CZYNNOŚCI KONSERWACYJNE (PRZEGLĄDOWE).....	65
8.1. Rodzaje przeglądów .....	66
8.1.1. Przegląd miesięczny.....	66
8.1.2. Przegląd roczny .....	66
8.1.3. Pozostałe okresowe przeglądy i kontrole .....	68
8.2. Przeglądy w czasie postoju urządzenia.....	68
8.2.1. Przegląd w czasie krótkiego postoju urządzenie .....	68
8.2.2. Przegląd w czasie długiego przestoju urządzenia .....	69
8.3. Kontrola gazoszczelności urządzenia .....	70

8.4. Kontrola, czyszczenie oraz wymiana rur wymienników ciepła.....	70
8.4.1. Kontrola rur wymienników ciepła .....	70
8.4.2. Czyszczenie rur wymiany ciepła.....	70
8.4.3. Wymiana rur wymienników ciepła .....	71
8.5. Czyszczenie urządzenia .....	71
9. BADANIA EKSPLOATACYJNE .....	72
9.1. Okresy badań eksploatacyjnych .....	72
9.2. Rewizje wewnętrzne.....	72
9.3. Próby ciśnieniowe .....	76

# **I. PRZEDMOWA**

Powyższa instrukcja opisuje konstrukcję, zasadę działania, system sterowania, odbiór, obsługę, konserwację oraz badania eksploatacyjne bromolitowej, absorpcyjnej, parowej pompy ciepła (zwana dalej urządzeniem). Urządzenie wymaga wysokiego standardu obsługi i konserwacji. Niewłaściwa obsługa lub konserwacja mogą skutkować niską wydajnością lub nawet skrócić czas eksploatacji urządzenia. Niniejsza instrukcja pomoże lepiej poznać działanie i konserwację urządzenia oraz zapewnić jak najlepszą wydajność urządzenia w całym cyklu życia. Przed rozpoczęciem obsługi, należy dokładnie przeczytać niniejszą instrukcję, aby prawidłowo eksploatować urządzenie i nie doprowadzić do jego uszkodzenia.

Nie zostały zawarte w niniejszym dokumencie instrukcje obsługi pompy próżniowej, zespołów silnik-pompa we wspólnej obudowie, falowników, przyrządów pomiarowych i innych części składowych. Odpowiednie instrukcje są załączone wraz z tymi urządzeniem.

**! Ostrzeżenie:** Każda absorpcyjna pompa ciepła zakupiona od producenta - Shuangliang zostanie przekazana do eksploatacji przez personel techniczny producenta i będzie obsługiwana oraz konserwowana zgodnie z postanowieniami niniejszej instrukcji, w przeciwnym wypadku żadne awarie czy uszkodzenia pompy cieplnej nie będą objęte gwarancją oferowaną przez producenta -Shuangliang.

W razie jakichkolwiek pytań, prosimy o kontakt pod poniższym adresem:

**Eco-Energy Systems Co., Ltd.**

**International Division**

**Shuangliang Industrial Park in Ligang, Jiangyin city, Jiangsu Province, P.R. Chiny Kod pocztowy: 214444**

**Tel.: +86-510-86638822, 86632095**

**Fax: +86-510-86634678**

## II. WSKAZÓWKI BEZPIECZEŃSTWA

Wskazówki bezpieczeństwa muszą zostać starannie przeczytane i w pełni zrozumiane przez operatorów przed rozpoczęciem eksploatacji w celu zapewnienia bezpiecznego i prawidłowego użytkowania urządzenia wyprodukowanego przez firmę Shuangliang.

Znaki wykrzykników zamieszczono w instrukcji ze względów bezpieczeństwa, powinny zwrócić szczególną uwagę czytelników. Poniżej przykłady wskazówek bezpieczeństwa zawartych w instrukcji:

**! Niebezpieczeństwo:** Wskazuje zagrożenie występujące dla personelu eksploatacyjnego wraz z odpowiednimi instrukcjami i zwięzłym wyjaśnieniem o możliwych skutkach.

**! Uwaga:** Wskazuje pomocne informacje, które nie są ważne dla bezpieczeństwa eksploatacji ale mogą poprawić wydajność urządzenia i przedłużyć jego trwałość.

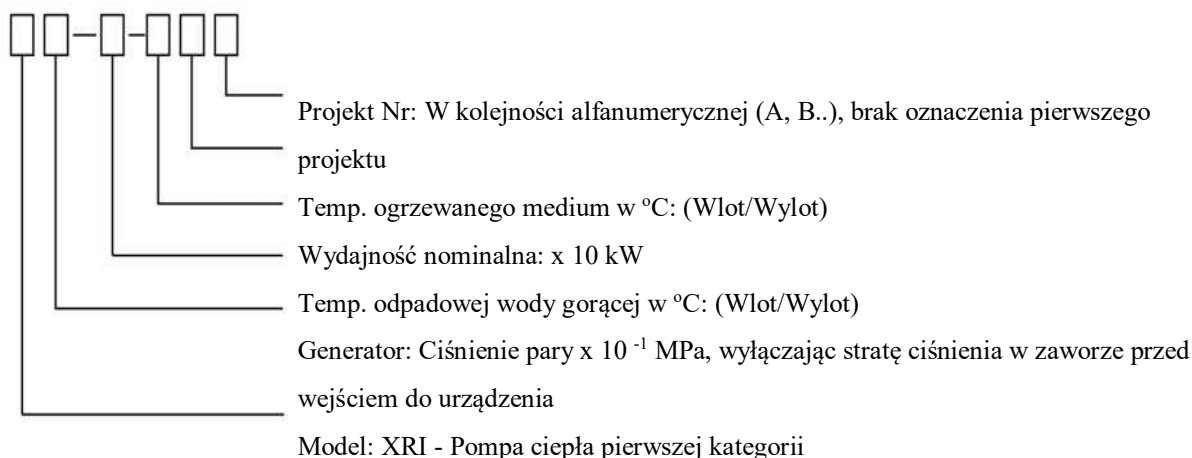
**! Ostrzeżenie:** Wskazuje możliwe uszkodzenia sprzętu i/lub szkody środowiskowe wraz z odpowiednimi instrukcjami i zwięzłymi wyjaśnieniem o możliwych skutkach.

System sterowania urządzenia nie powinien być uruchamiany w następujących okolicznościach:

- 1) Kiedy temperatura otoczenia jest niższa niż 0 ° C lub wyższa 100 ° C.
- 2) W miejscu zawierające substancje żrące i/lub łatwopalny gaz.
- 3) W miejscu z dużą ilością pyłów, alkalicznym powietrzem i/lub metalowym pyłem.
- 4) W miejscu gdzie występują drgań i/lub uderzeń wpływającym na system sterowania urządzenia.
- 5) W miejscu, gdzie olej i/lub środki chemiczne mogą dostać się do systemu sterowania.

# 1. OPIS ABSORPCYJNEJ PAROWEJ POMPY CIEPŁA

## 1.1. Kod modelu



W przypadku urządzenia o kodzie modelu XRI 5-40/30-500 (65/86.5), XRI oznacza, że urządzenie to pompa ciepła pierwszej kategorii. 5 wskazuje, że pompa ciepła wykorzystuje parę 0,5 MPa (G) jako źródło ciepła (siła napędowa). 40/30 wskazuje, że temperatury wlotu i wylotu gorącej wody odpadowej wynoszą odpowiednio 40°C i 30°C. 500 to wydajność nominalna, tzn. 5000 kW (430 x 10<sup>4</sup> kcal/h). (65/86.5) oznacza, że pompa ciepła jest w stanie zwiększać temperaturę podgrzewanej wody sieciowej z 65°C do 86,5°C.

## 1.2. Składniki

Absorpcyjna, parowa pompa ciepła pierwszej kategorii składa się z następujących komponentów: parownik, absorber, generator, skraplacz, wymiennik ciepła roztworu oraz wymiennik ciepła kondensatu. Pozostałe elementy pomocnicze obejmują urządzenie automatycznego odpowietrzania, zespoły silnik-pompa, itp.

Budowa pompy ciepła jest przedstawiona na Rysunkach od 1-1 do 1-3 z nazwami komponentów. Lista zaworów jest wyszczególniona w Tabeli 1-1.

### 1.2.1. Parownik

Parownik zawiera wymiennik rurowy ciepła, dwie pokrywy końcowe, rurę rozpylacza, płytki ociekowe wody chłodzącej, komorę wody chłodzącej oraz pompę chłodziwa. Gorąca woda odpadowa (z instalacji odzysku ciepła ze spalin) z zewnętrznego systemu, wchodzi do parownika przez pokrywę końcową i przepływa poprzez rurki wymiennika ciepła. Ciepło gorącej wody odpadowej jest absorbowane przez wodę chłodzącą (chłodziwo) rozpylaną na rurki, tak aby gorąca woda odpadowa opuściła urządzenie chłodzona tj. o niższej temperaturze. Po absorpcji ciepła z gorącej wody odpadowej, woda chłodząca (chłodziwo) jest odparowywana, a następnie wchodzi do absorbera.

### 1.2.2. Absorber

Absorber obejmuje rurowy wymiennik ciepła, pokrywy końcowe, płytki ociekowe roztworu, komorę roztworu oraz pompę roztworu. W określonych warunkach, roztwór bromolitowy (LiBr) przejawia silne powinowactwo z parą wodną (niska temperatura i wysoka koncentracja). Kiedy roztwór LiBr kapie z płytek ociekowych, wchłania



parę generowaną przez parownik, w skutek zachodzącej reakcji egzotermicznej w czasie mieszania się cząstek wody i bromku litu następuje wydzielanie się dużej ilości ciepła w skutek czego wzrasta temperatura powstałego roztworu. Woda sieciowa, będąca czynnikiem chłodzącym proces, przepływa przez rurki wymiennika ciepła absorbera i odbiera ciepło z roztworu tak, że roztwór może wchłonąć więcej oparów z chłodziwa. Po podgrzaniu w absorberze woda sieciowa wchodzi następnie do rurowego wymiennika skraplacza. Roztwór bromku litu jest rozcieńczany po absorpcji oparów chłodziwa (wody) do słabego roztworu. Rozcieńczony roztwór jest zbierany u dołu absorbera, a następnie jest pompowany do generatora w celu jego koncentracji.

### **1.2.3. Generator**

Generator to konstrukcja wymiennika rurowo-płaszczowego, obejmująca płaszcz, rury wymiennika ciepła, eliminator, płyty wsporcze, itp. Nasycona para grzewcza przechodzi przez rury wymiennika ciepła w celu ogrzania słabego roztworu znajdującego się w przestrzeni międzyrurowej. Podczas podgrzewania roztworu woda (chłodziwo) odparowuje i jest dalej kierowana do skraplacza. W trakcie procesu parowania wody słaby roztwór bromku litu jest koncentrowany do roztworu mocnego, a następnie przepływa z powrotem do absorbera. Nasycona para grzewcza jest skraplana po uwolnieniu ciepła parowania w generatorze, a powstały kondensat wychodzi do instalacji odprowadzenia kondensatu.

### **1.2.4. Skraplacz**

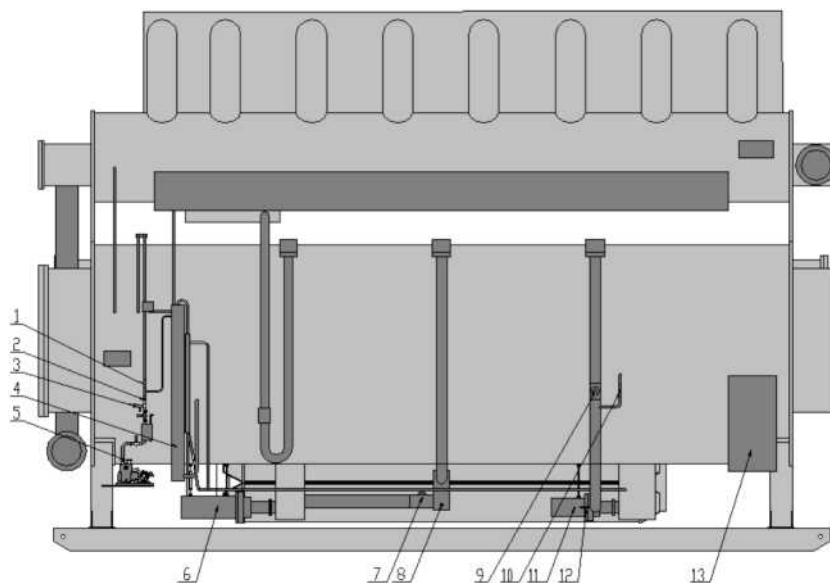
Skraplacz tworzą płaszcz, rury wymiennika ciepła, płyty wsporcze i dwie pokrywy końcowe. Woda sieciowa wchodzi do rur wymiennika ciepła skraplacza po podgrzaniu w absorberze, a para wodna chłodziwa z generatora skrapla się na zewnątrz rur tak, że gorąca woda jest jeszcze bardziej ogrzewana. Następnie gorąca woda sieciowa o wyższej temperaturze jest gotowa do celów grzewczych. Powstały ze skroplenia pary kondensat staje się czynnikiem chłodniczym (chłodziwem) i kierowany jest dalej do parownika przez rurę u-kształtną. Ciśnienie w przestrzeni płaszcza generatora i skraplacza jest na tym samym poziomie.

### **1.2.5. Wymiennik ciepła roztworu**

Wymiennik ciepła roztworu zbudowany jest z płaszcza, rury wymiennika ciepła, płytki przegrody, komory roztworu przedniej i tylnej. Słaby roztwór przepływa wewnątrz rur wymiennika, natomiast silny roztwór przepływa na zewnątrz. Nagrzewa słaby roztwór wchodzący do generatora i jednocześnie chłodzi silny roztwór wracający do absorbera.

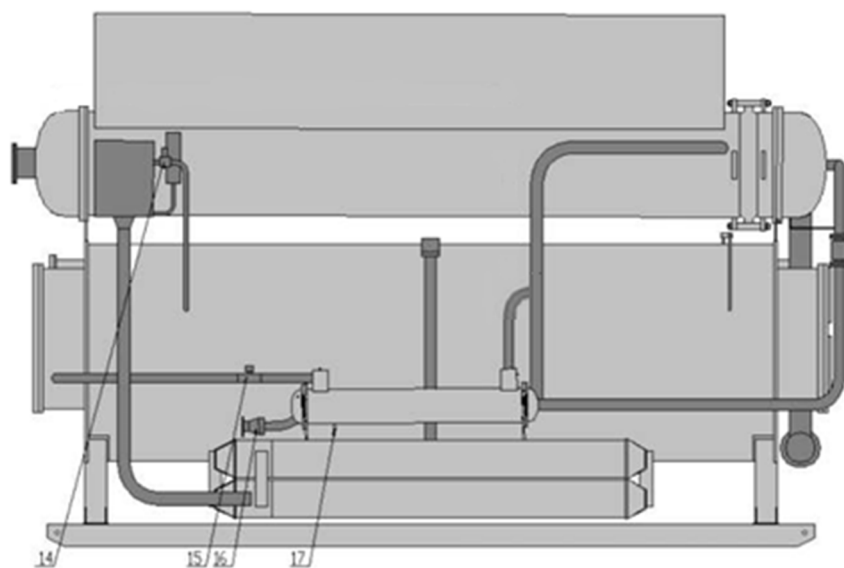
### **1.2.6. Wymiennik ciepła kondensatu**

Wymiennik ciepła kondensatu zbudowany jest z płaszcza, rury wymiennika ciepła, płyty wsporcze i pokrywy końcowe. Gorący kondensat wychodzi z generatora i przechodzi dalej przez rurki i podgrzewa słaby roztwór bromku litu. Wstępnie ogrzana słaby roztwór bromku litu kierowany jest bezpośrednio do generatora. Wymiennik ciepła kondensatu wykorzystuje ciepło odpadowe kondensatu o wysokiej temperaturze w celu zmniejszenia zużycia pary grzewczej i maksymalizację sprawności procesu.



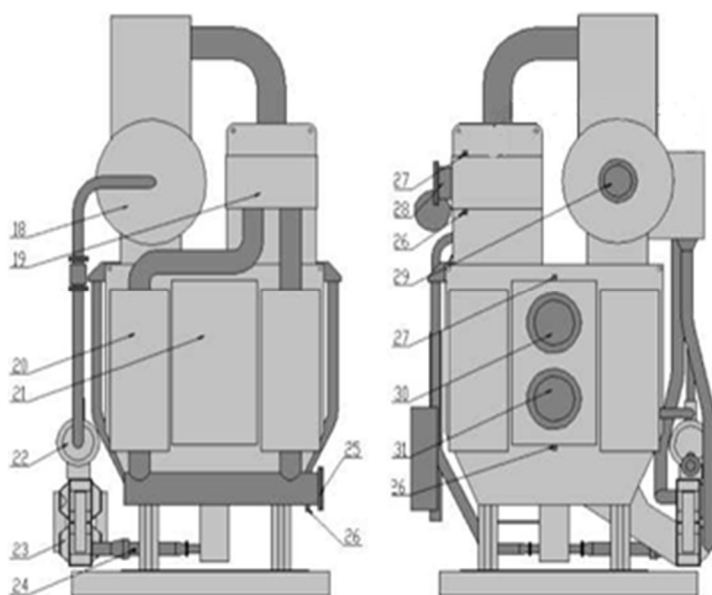
**Rysunek 1-1. Widok z przodu urządzenia**

1. Górny zawór odpowietrzający pompy próżniowej,
2. Dolny zawór odpowietrzający pompy próżniowej,
3. Zawór odpowietrzający do pobierania próbek,
4. Urządzenie do automatycznego odpowietrzania,
5. Pompa próżniowa,
6. Pompa roztworu,
7. Zawór regulujący roztworu silnego,



**Rysunek 1-2. Widok z tyłu urządzenia**

8. Zawór próbkowania roztworu silnego,
9. Zawór regulujący chłodziwa,
10. Zawór obejściowy chłodziwa,
11. Pompa chłodziwa,
13. Panel sterujący,
14. Ręczny zawór kulowy dekrystalizacji,
15. Zawór regulacji roztworu Wymiennika ciepła kondensatu,
16. Wylot kondensatu,
17. Zawór spustowy,



- 18. Generator,
- 19. Skraplacz,
- 20. Absorber,
- 21. Parownik,
- 22. Wymiennik ciepła kondensatu,
- 23. Wymiennik ciepła roztworu,
- 24. Zawór wprowadzania roztworu,
- 25. Wlot wody sieciowej,
- 26. Korek spustowy,
- 27. Kurek zaworu,
- 28. Wylot wody sieciowej,
- 29. Wlot pary,
- 30. Wylot wody odpadowej,
- 31. Wlot wody odpadowej.

**Rysunek 1-3. Lewa i prawa strona urządzenia**

**Tabela 1-1. Lista zaworów w urządzeniu**

Nr	Nazwisko	Opis	Grupa	Typ
1	Górny zawór odpowietrzający pompy próżniowej	Do usuwania nieskroplonego gazu i powietrza. Punkt pomiaru ciśnienia urządzenia. Wlot i wylot azotu podczas testu szczelności. Zazwyczaj zamknięty.	Zawór opróżniający	Zawór odcinający
2	Dolny zawór odpowietrzający pompy próżniowej	Do usuwania nieskroplonego gazu i powietrza. Zazwyczaj otwarty.		
3	Zawór odpowietrzający do pobierania próbek	Do testowania wydajności pompy próżniowej. Do odpowietrzania innych zbiorników. Zazwyczaj zamknięty.		
24	Zawór wprowadzania roztworu	Punkt ładowania i spuszczenia roztworu. Punkt pobierania próbek słabego roztworu. Zazwyczaj zamknięty.	Zawór roztworu	Zawór odcinający
8	Zawór próbkowania roztworu silnego	Punkt pobierania próbek silnego roztworu. Zazwyczaj zamknięty.		
7	Zawór regulujący roztworu silnego	Do regulowania tempa obiegu roztworu. Zamocowany po odbiorze i uszczelniony nasadką uszczelniającą.		Zawór rurociągu
9	Zawór regulujący chłodziwa	Do regulowania ilości rozpylanego chłodziwa. Zamocowany po odbiorze i uszczelniony nasadką uszczelniającą.	Zawór chłodziwa	Zawór rurociągu

12	Zawór próbkowania chłodziwa	Punkt ładowania i spuszczenia wody chłodzącej. Punkt pobierania próbek wody chłodzącej. Wlot i wylot gazu (zazwyczaj azot) podczas testów wycieków przy nadciśnieniu i konserwacji urządzenia. Zazwyczaj zamknięty.	Zawór chłodziwa	Zawór odcinający
10	Zawór obejściowy chłodziwa	Obejście wody chłodzącej z parownika do absorbera w celu regeneracji chłodziwa lub rozcieńczenia roztworu. Zazwyczaj zamknięty.		Zawór odcinający
14	Ręczny zawór kulowy dekrystalizacji	Do skierowania roztworu o wysokiej temperaturze do absorbera podczas dekrystalizacji. Zazwyczaj zamknięty.	Zawór dekrystalizacyjny	Zawór kulowy
15	Zawór regulacji wody wymiennika ciepła kondensatu	Do regulowania ilości gorącej wody wprowadzanej do wymiennika ciepła kondensatu. Zamocowany po odbiorze i	Zawór gorącej wody	Zawór rurociągu
26	Korek spustowy	Do odprowadzania wody z systemu wody urządzenia podczas konserwacji w czasie		Kurek
27	Kurek zaworu	Do usuwania powietrza z systemu wodnego z urządzenia podczas rozruchu.		
17	Zawór spustowy	Do odprowadzania wody z wymiennika ciepła kondensatu podczas konserwacji w czasie przestoju. Zazwyczaj zamknięty.		Zawór kulowy

#### 1.2.7. System odpowietrzający- wytwarzający próżnię

System odpowietrzający (wytwarzający próżnię) urządzenia zawiera rurki odpowietrzające (rozmieszczone w absorberze i skraplaczu), zawory kulowe, pompę próżniową i urządzenie do automatycznego odpowietrzania (składa się z ejektora, butli gazu, zbiornika magazynowego gazu, rury przepływu wstecznego, itd.). Ma na celu usuwanie nieskondensowanego (nieskroplonego) gazu i powietrza z urządzenia, aby zagwarantować właściwą jego pracę. Podczas pracy, system odpowietrzający automatycznie zbiera nieskondensowany (nieskroplony) gaz i powietrze do butli i zbiornika magazynowego gazu. Jeżeli ciśnienie w butli gazu osiąga wartość zadaną, system sterowania urządzenia uruchomi pompę próżniową w celu opróżnienia butli. Alternatywnie, pompa próżniowa może być regularnie włączana w celu usunięcia nieskondensowanego (nieskroplonego) gazu i powietrza. Kolejną opcją jest bezpośrednie użycie pompy próżniowej do usunięcia nieskroplonego gazu i powietrza.

#### 1.2.8. Zespoły silnik-pompa (pompa roztworu i pompa chłodziwa)

Zespoły silnik-pompa służą do przemieszczania płynów w urządzeniu. Pompa roztworu służy do pompowania roztworu słabego do generatora poprzez wymiennik ciepła. Po skoncentrowaniu w generatorze, silny roztwór grawitacyjnie przepływa z powrotem do absorbera. Po drugiej stronie, pompa chłodziwa pompuje wodę chłodzącą (chłodziwo) z dna parownika na płytki dystrybucji chłodziwa parownika. Woda chłodząca jest następnie rozpylana na rurki wymiennika ciepła parownika i zostaje odparowana przez gorącą

wodę odpadową z instalacji odzysku ciepła ze spalin.

### **1.2.9. Panel sterowania**

Panel sterowania to centralna część systemu sterowania. Szczegóły zostały opisane w Rozdziale 4.

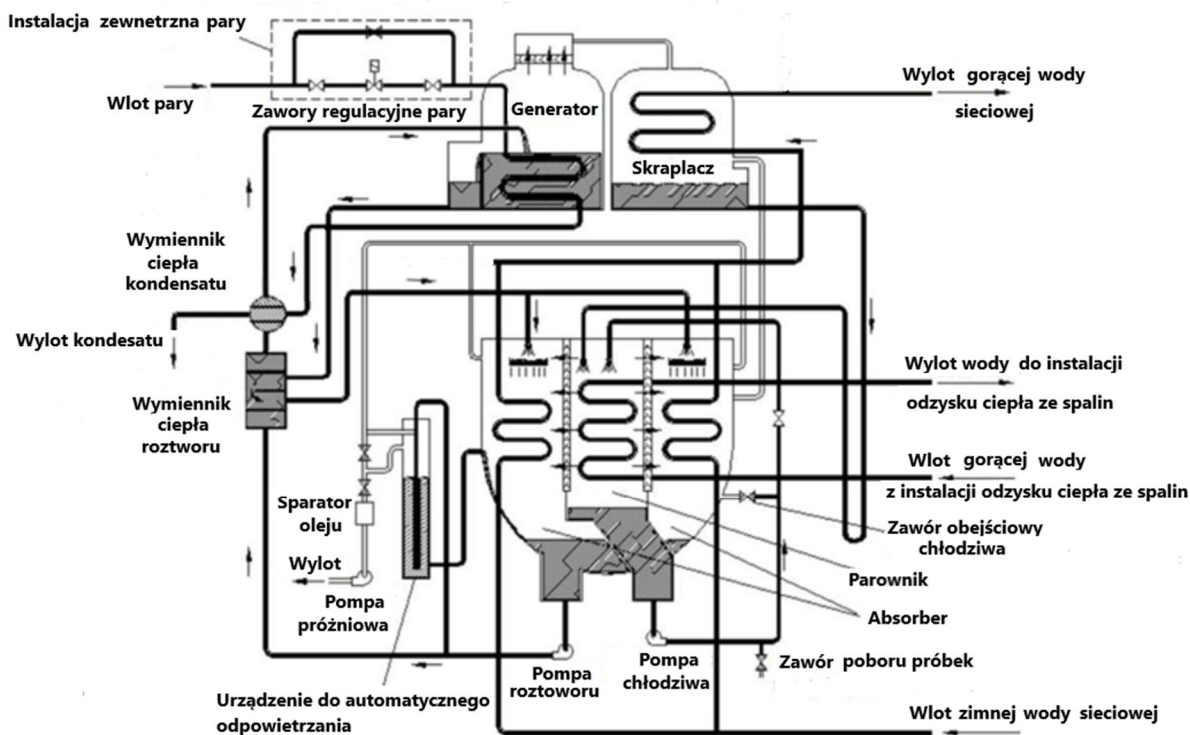
## **1.3 Zasada działania**

Pompa absorpcyjna ciepła jest napędzana przez zewnętrzne źródło ciepła jakim jest doprowadzona para wodna przy jednoczesnym wykorzystaniu właściwości fizyczne roztworu bromolituowego jako pochłaniacza ciepła i wody jako chłodziwa. Wysoka temperatura gorącej wody sieciowej wymagana w miejskiej sieci ciepłowniczej jest uzyskiwana przez niskotemperaturowe źródło ciepła tj. z gorącej wody odpadowej z instalacji odzysku ciepła ze spalin. Pompa ciepła przekazuje ciepło od niskiej temperatury do wysokiej temperatury. Zasada działania absorpcyjnej pompy ciepła jest pokazana na Rysunku 1-4.

Jak opisano wcześniej, główne komponenty urządzenia obejmują: parownik, absorber, generator, skraplacz, wymiennik ciepła kondensatu i wymiennik ciepła roztworu oraz pozostałe urządzenia pomocnicze takie jak zespoły silnik-pompa (pompa roztworu i pompa chłodziwa) i system odpowietrzający (wytwarzający próżnię). System odpowietrzający ma na celu usunięcie nieskondensowanego (nieskroplonego) gazu i powietrza z urządzenia w celu utrzymania odpowiedniego podciśnienia w układzie roztworu w komorach absorbera i parownika oraz zachowania wysokiej gazoszczelności.

Woda chłodząca (chłodziwo) jest transportowana z komory wodnej parownika przez pompę chłodziwa i rozpylana na powierzchni zewnętrznej rurek wymiennika ciepła w parowniku. Następnie zostaje odparowana odbierając ciepło gorącej wody odpadowej przepływającej w rurach. Odpadowa woda wychodzi z urządzenia mając niższą temperaturę. Para z wody zwanej dalej chłodziwem wygenerowana w parowniku przepływa do absorbera i jest wchłaniana przez silny roztwór rozpylany na górnej części absorbera. W procesie absorpcji tj. łączenia się bromku litu z wodą następuje wydzielanie się dużej ilości ciepła, ponieważ jest to proces chemiczny o charakterze egzotermicznym tj. silnie emitujący ciepło. Wydzielane ciepło w procesie rozpuszczania się bromku litu w wodzie jest odbierane przez wodę sieciową przepływającą w przestrzeni rurowej wymiennika ciepła absorbera. Tym samym woda sieciowa jest ogrzewana, podczas gdy silny roztwór jest rozcieńczany do słabego roztworu gdzie spływa dając na dno absorbera. Następnie słaby roztwór jest ogrzewany przez wymienniki ciepła roztworu i wymienniki ciepła kondensatu, podczas jego pompowania do generatora. W generatorze, słaby roztwór jest ogrzewany przez parę grzewczą, a następnie rozdzielany na silny roztwór i parę wodną. Silny roztwór przepływa na zewnątrz rur wymiennika ciepła przed rozpyleniem w absorberze, natomiast para wodna kierowana jest dalej do skraplacza w celu dalszego ogrzania gorącej wody sieciowej przepływającej w rurach skraplacza, gdzie ulega skropleniu do postaci wody stanowiącej dalej chłodziwo w procesie technologicznym. Podgrzana woda sieciowa jest gotowa do przesłania do miejskiej sieci ciepłowniczej, a skroplona woda w skraplaczu wchodzi do parownika przez rurę ukształtowaną. Z uwagi na podciśnienie panujące w parowniku, część wody ze skraplacza zostaje odparowana próżniowo w sposób impulsowy i zmniejsza swoją temperaturę. Pozostała część wody zwanej chłodziwem jest nasycona, odparowuje i kierowana jest dalej z komory parownika do absorbera.

W układzie parownika następuje ciągły, cyrkulacyjny przepływ wody (chłodziwa) wymuszony przez pracę pompy chłodziwa. W powyższym procesie, ciepło z odpadowej gorącej wody z odzysku ciepła ze spalin jest oddawane wodzie (chłodziwie) na wymienniku rurowym parownika.



Rysunek 1-4. Zasady pracy urządzenia

## 1.4 Media robocze

### 1.4.1 Chłodziwo

Chłodziwem urządzenia jest woda. Ciśnienie w parowniku spada do 3,99 kPa (30 mmHg) ciśnienia absolutnego, temperatura nasycenia (wrzenia) wody w tych warunkach jest równa 29°C. Pompa chłodziwa pompuje wodę (chłodziwo) do komory parownika, która jest dale rozpylana na rury wymiany ciepła w parowniku. Jeżeli temperatura gorącej wody odpadowej przepływającej w rurach wymiennika przewyższa temperaturę chłodziwa, ciepło zostanie przeniesione do chłodziwa. Z uwagi na niskie ciśnienie w parowniku oraz wysoką temperaturę gorącej wody odpadowej następuje intensywne przekazywanie ciepła od gorącej wody odpadowej do chłodziwa, w skutek czego następuje wrzenia z chłodziwa i powstaje para wodna.

### 1.4.2 Pochłaniacz (roztwór)

Roztwór bromolityowy (LiBr) pełni rolę pochłaniacza w absorpcyjnej pompie ciepła. W określonych warunkach, roztwór LiBr przejawia silne powinowactwo z parą wodną (wysoka koncentracja i niska temperatura). Działa on jako nośnik wody chłodzącej w urządzeniu. Główną funkcją roztworu jest absorpcja pary wodnej chłodziwa i transfer wytworzonego ciepła z procesu absorpcji do nagrzewania wody sieciowej. Rozcieńczony roztwór jest kierowany do generatora przez pompę roztworu gdzie następuje jego rozdzielenie na silny roztwór i parę wody chłodziwa poprzez intensywny proces parowania przez ogrzanie roztworu gorącą parą przepływającą przez rurki wymiennika ciepła generatora. Silny roztwór przepływa z powrotem do absorbera po przejściu przez wymiennik

ciepła i oddając ciepło słabemu roztworowi kierowanemu do generatora w celu podwyższenia sprawności obiegu pompy ciepła. Z drugiej strony, para wody chłodziwa powstająca w generatorze wchodzi do skraplacza i oddaje ciepło wodzie sieciowej poprzez zjawisko skraplanie. Skroplona woda stanowiąca chłodziwo jest zwracana do parownika, natomiast gorąca woda sieciowa o wysokiej temperaturze jest kierowana do miejskiej sieci ciepłowniczej.

Nowo wprowadzany do pompy ciepła roztwór LiBr powinien być zgodny z wymaganiami w Tabeli 1-2.

**Tabela 1-2. Główne wymagania techniczne roztworu LiBr**

Specyfikacja	Seria M: Inhibitor korozji z molilbdenianu litowego
Wygląd zewnętrzny	Bezbarwny i przezroczysty płyn
Stosunek masowy LiBr	$(50.0 \pm 0.5) \%$
Alkaliczność (LiOH)	0,06 ~ 0,07 N
Stosunek masowy $\text{Li}_2\text{MoO}_4$	0.005 ~ 0.030 %

**! Ostrzeżenie:** Jakość roztworu LiBr wpływa bezpośrednio na wydajność urządzenia. Konieczne jest użycie roztworu LiBr dostarczonego przez producenta – firmę Shuangliang. W innym przypadku wszelkie powstałe zmniejszenie wydajności pompy ciepła lub inne problemy eksploatacyjne nie będą objęte gwarancją.

LiBr można łatwo rozpuścić w wodzie a jego rozpuszczalność zależy od temperatury w określonym zakresie. Istnieje bezpieczny zakres stężenia roztworu LiBr w urządzeniu. Wysokie stężenie lub niska temperatura mogą prowadzić do wytrącania LiBr, co nazywane jest dekrystalizacją. Poważna dekrystalizacja zatrzyma urządzenie.

Roztwór LiBr jest korozyjny dla metali, szczególnie w obecności tlenu. Korozja znacznie skraca cykl życia urządzenia, dlatego w urządzeniu powinno być zawsze utrzymywane w duże podciśnienie. Dodanie niewielkiej ilości molilbdenianu litowego ( $\text{Li}_2\text{MoO}_4$ ) do roztworu i utrzymywanie alkaliczności we właściwym zakresie może opóźnić zjawisko korozji. Patrz obsługa roztworu w punkcie 6.6, jeśli stężenie molilbdenianu litowego lub alkaliczność nie mogą spełnić wymagań.

Roztwór LiBr z lub bez  $\text{Li}_2\text{MoO}_4$  jest bezbarwny, przezroczysty, nietoksyczny, trochę drażniący, jeśli dostanie się na skórę. Należy unikać bezpośredniego kontaktu roztworu LiBr ze skórą. Jeżeli roztwór dostanie się na skórę, umyj wodą zabrudzony obszar skóry.

**! Uwaga:** Roztwór LiBr nie może być wypuszczany bezpośrednio na zewnątrz.

## 2. INSTALACJA POMPY CIEPŁA

### 2.1. Wymagania konserwacyjne podczas instalacji

W przypadku każdej pompy ciepła przetestowanej w Shuangliang, użytkownik powinien sprawdzić gęstość pompy ciepła z serwisem fabrycznym po dotarciu urządzenia na miejsce.

Podczas przechowywania i instalacji pompy, klient jest zobowiązany do codziennego sprawdzania podciśnienia w pompie ciepła zgodnie z zapisami w punkcie 5.1.5. Należy niezwłocznie powiadomić autoryzowany serwis jeżeli zaobserwowana zostanie zmiana ciśnienia w urządzeniu. Wszelkie nieprawidłowości w pracy pompy ciepła zaobserwowane i przekazane przez eksploatującego zostaną skorygowane pod nadzorem autoryzowanego serwisu producenta.

**! Ostrzeżenie: Przeciek powietrza do wnętrza pompy ciepła może powodować korozję wewnętrzną, skrócić trwałość urządzenia, a nawet wpływać na prawidłowe działanie pompy.**

Podczas transportu, obsługi i instalacji, urządzenie należy chronić przed uszkodzeniem. Nieuprawnione użycie zaworów, urządzeń i aparatury pomiarowej jest ściśle zabronione. W celu ochrony pompy ciepła przed nieszczelnościami, zakazane jest wchodzenie na pompę oraz stawać na jej instalacji rurowej i zaworach. Panel sterowania, przyrządy elektryczne i okablowanie powinny być starannie zabezpieczone. Osobom niepowołanym zabrania się otwierać panel sterowania oraz dotykać okablowania i przyrządów. Należy chronić urządzenie przed wilgocią i deszczem.

Wszystkie otwory urządzenia należy zakryć, aby zapobiec dostaniu się ewentualnych ciał obcych podczas transportu.

W razie pozostawienia na wolnym powietrzu urządzenia, osłonić szczelnie urządzenie plandeką ochronną z brezentu chroniącą przed wilgocią i korozją oraz zachować środki ochrony przed jego uszkodzeniem. Nie wolno zastępować brezentu arkuszami z tworzywa sztucznego, które mogą zatrzymywać wilgoć i przyspieszać zjawisko korozji. Pompy ciepła oraz ich komponenty przechowywane wewnątrz budynków lub na otwartym powietrzu przez długi czas powinny być szczelnie zakryte pod ścisłym nadzorem.

Zaleca się, aby skrzynia pakunkowa była przechowywana w suchym i bezpiecznym miejscu.

## **2.2. Wymagania dotyczące pomieszczenia technicznego do eksploatacji pompy ciepła**

- 1) Pomieszczenie techniczne powinno być wyposażone w dobrą wentylację i oświetlenie.
- 2) Temperatura w pomieszczeniu powinna być utrzymywana w zakresie 5-40 °C. Wilgotność poniżej 90%.
- 3) Pomieszczenie techniczne powinno być wyposażone we właściwy system odwodnieniowy oraz powinno być zabezpieczone przed ogniem i zalaniem wodą.
- 4) Pomieszczenie powinno być wyposażone w zasilanie 400V AC  $\pm 10\%$  i zabezpieczone przed awarią zasilania.
- 5) Pomieszczenie techniczne powinno mieć taki układ, aby do pompy ciepła był dostęp dla montażu, obsługi, konserwacji, naprawy, wymiany części zamiennych i urządzeń. Należy zagwarantować miejsce na podnoszenie i transport.
- 6) Minimalne miejsce zarezerwowane do obsługi jest przedstawione w Tabeli 2-1. Należy zapewnić miejsce na wymianę rur (nieco mniej niż długość urządzenia) w kierunku osiowym po każdej stronie urządzenia. Alternatywnie, w razie potrzeby drzwi lub okna rozmieszczone w kierunku osiowym urządzenia mogą być



wykorzystane do wyciągnięcia rur.

- 7) W lokalizacji pomieszczenia technicznego należy szczególnie uwzględnić hałas i drgania pracujących pomp. Pomieszczenie powinno być wyposażone w dobrą izolację dźwiękową, środki absorbujące dźwięk i drgania.
- 8) Pomieszczenie techniczne powinno posiadać odpowiednie fundamenty do posadowienia pompy ciepła wraz z jej wyposażeniem pomocniczym.
- 9) Pomieszczenie techniczne powinno być wyposażone w zamykane drzwi i okna w celu uniemożliwienia wejścia do pomieszczenia osobom nieuprawnionym.
- 10) Powinien być łatwy dostęp do często używanych narzędzia, części zamienne i materiałów do konserwacji urządzenia i systemu sterowania urządzeniem.

**Tabela 2-1. Minimalne miejsce zarezerwowane wokół pompy ciepłej**

Kierunek osiowy	1.0m	Nad urządzeniem	0.2m
Przednia strona panel sterowania	1.2m	Tylna strona	0.8m

### **2.3. Montaż pompy ciepła**

Montaż urządzenia nie jest skomplikowana ale jest bardzo istotna. Urządzenie należy prawidłowo wypoziomować, ponieważ ma to wpływ na przyszłą eksploatację i uzyskania prawidłowej wydajności.

Fundament pompy ciepła należy zaprojektować dla obciążenia statycznego ciężarem roboczym urządzenia. Prawidłowe wykonanie fundamentu pompy wpływa na stabilną pracę pracy i jej drgania w czasie pracy. Fundament powinien wystawać powyżej podłogi i powinien mieć wymiary zgodne z rysunkami montażowymi przekazanymi przez producenta urządzenia. Podczas montażu, należy usunąć stojak transportowy. W przypadku kiedy podczas montażu stojak pozostaje, kątowniki stalowe, które są przyspawane na stojaka transportowym w celu zabezpieczenia wymiennika ciepła, powinny zostać usunięte. W przypadku niektórych typów pomp ciepła, jeden koniec wymiennika ciepła jest zespawany ze stalowym kątownikiem a drugi koniec jest zamocowany do płaszcza absorbera wieszakami. W takim przypadku, wymagane jest jedynie usunięcie stalowego kątownika.

Zazwyczaj, pompa ciepła jest montowana w pomieszczeniu technicznym, może też być zainstalowana na zewnątrz, jeśli tego wymagają warunki zabudowy. Urządzenie nie może być jednak zainstalowane na wolnym powietrzu, gdy najniższa temperatura w roku jest zwykle niższa niż 5°C. Po zainstalowaniu na zewnątrz, korpus pompy, panel sterowania, przyrządy pomiarowe i kontrolne, zawór regulacji pary i zawory instalacji rurowej muszą być zabezpieczone przed deszczem, wiatrem, mrozem, korozją oraz stratami ciepła.

Wokół pompy ciepłej należy zapewnić odwodnienie.

Przed ustawieniem pompy ciepła, fundament musi być oczyszczony i wyrównany a wymiary fundamentu oraz jego wysokość muszą być sprawdzone pod względem zgodności z wymaganiami. W miejscu posadowienia urządzenia na fundamencie należy umieścić pod nogi urządzenia twarde gumowe płyty, o wymiarach nieco większych niż nogi i grubości płyty 10 mm.

#### **2.3.1. Montaż zmontowanej pompy ciepła**

Podczas montażu urządzenia należy postępować ostrożnie. Do podnoszenia urządzenia używać stalowymi linami

owiniętymi nylonem zamocowanych w oznaczonym miejscach na urządzeniu. Każda lina stalowa powinna mieć wytrzymałość podnoszenia równą ciężarowi urządzenia określonego na tabliczce znamionowej. Urządzenie należy podnosić z dużą ostrożnością, aby uniknąć uszkodzeń. Pozycja lin podnośnikowych powinna być korygowana w taki sposób, aby uniknąć uszkodzenia rur o małych średnicach, przewodów łączących i przyrządów zamontowanych na urządzeniu. Pompa powinna być podnoszona poziomo, powoli, tak aby zapobiec upadkowi urządzenia z powodu złego wyważenia, zwłaszcza kiedy pompa ciepła zalana jest roztworem. Opuszczać urządzenia, należy w taki sposób wykonywać, aby wszystkie nogi urządzenia równomiernie, jednocześnie i powoli obciążały fundament.

**! Uwaga:** Gdy urządzenie jest przetaczane na stalowych rurach, odległość między dwoma stalowymi rurami nie powinna być dłuższa niż 0,5 m.

**! Niebezpieczeństwo:** Aby uniknąć uszkodzenia, urządzenie dźwigowe oraz używane do podnoszenia liny stalowe powinny wytrzymać ciężar więcej niż jednego urządzenia. Aby zapobiec obrażeniom i śmierci w czasie obsługi, surowo zabrania się ludziom stania pod urządzeniem lub podnośnikiem.

Po umieszczeniu pompy ciepła na fundamencie, należy sprawdzić wypoziomowanie wzdłużne i poprzeczne. Po obu stronach ściany sitowej parownika-absorbera wykonane są po dwa otwory na stronę. Wszystkie cztery otwory powinny być na tym samym poziomie, z odchyleniem poniżej 1/1000. Jeżeli wypoziomowanie urządzenia nie jest takie jak zalecono, pod urządzeniem można podłożyć podkładki dystansowe w celu jego wypoziomowania. Alternatywnie można przyspawać stalowe ceowniki pod jedną stroną urządzenia, a następnie użyć dwóch dźwigników do podniesienia pompy ciepła, powoli i stabilnie do prawidłowego wypoziomowania.

**! Uwaga:** Niewłaściwe wypoziomowanie instalowanej pompy ciepła może wpłynąć na prawidłową dystrybucję i przepływ płynu roboczego w urządzeniu, co może wpłynąć na prawidłowe działanie urządzenia i uzyskanie parametrów gwarantowanych.

### **2.3.2. Montaż dzielonej pompy ciepła**

Podział pompy ciepła na odrębne elementy składowe może mieć wpływ na przyszłe uzyskanie podciśnienia w urządzeniu, które jest powiązane z wystąpieniem przyspieszonego procesu korozji elementów urządzenia.

Elementy składowe pomp ciepła należy zmontować w pomieszczeniu technicznym. Test odpowietrzania (próżni) i gęstości należy przeprowadzić natychmiast po montażu ale przed przekazaniem urządzenia do eksploatacji.

W przypadku dzielonych pomp ciepłych, instalacja jest zasadniczo taka sama jak pomp zmontowanych jako jedna instalacja. Główna różnica polega na tym, że najpierw należy umieścić na fundamencie dolną część pompy sprawdzając wypoziomowanie wzdłużne i poprzeczne. Następnie górny element pompy należy umieścić na dolnym elemencie, gdy jest gotowy do montażu sprawdzić jego wypoziomowanie i po sprawdzeniu elementy ze sobą połączyć przez spawanie. Szczególną uwagę należy zwrócić na to, aby szlaka spawalnicza podczas spawania lub rdza nie dostały się do wnętrza urządzenia. Po spawaniu należy ponownie sprawdzić wypoziomowanie urządzenia.

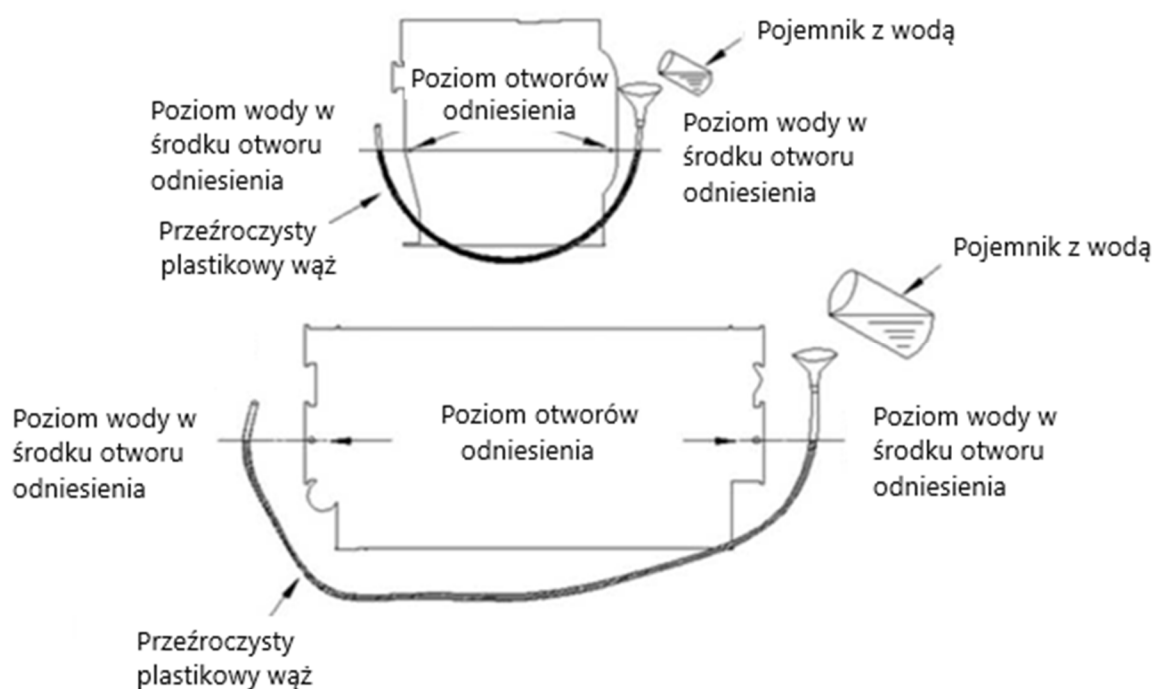
**!Uwaga:**

- 1) Podczas transportu, poziomowania i odbioru, urządzenie należy chronić przed uszkodzeniem. Jakiegokolwiek użycie zaworów i aparatury jest surowo zabronione. Zakazuje się wchodzenia na urządzenie stając na jakichkolwiek rurach lub zaworach, w przeciwnym wypadku może mieć to wpływ na uzyskanie prawidłowej próżni w urządzeniu. Należy dobrze zabezpieczyć panel sterowania, aparaturę pomiarową i okablowanie przed dostępem osób niepowołanych. Zabrania się osobom nieupoważnionym otwieranie panel sterowania oraz dotykanie aparatury pomiarowej i okablowania. Dodatkowo należy zapewnić odpowiednią ochronę urządzenia przed wilgocią i opadami atmosferycznymi.
- 2) W przypadku pomp ciepłych o ciśnieniu pary nie mniej niż 0,1 MPa, elementy pod ciśnieniem to zbiorniki ciśnieniowe kategorii 1, którego budowa i obsługa powinny podlegać odpowiednim przepisom dotyczącym urządzeń ciśnieniowych, w tym dyrektywie PED i normom z nią zharmonizowanych oraz przepisom dotyczącym eksploatacji urządzeń ciśnieniowych danego kraju, w którym urządzenie jest eksploatowane.

## **2.4. Poziomowanie urządzenia**

Poziomowanie urządzenia może być wykonane za pomocą poziomicy lub węża z przezroczystego plastiku z wodą w następujący sposób:

- 1) Jak pokazano na Rysunku 2-1, wąż z przezroczystego plastiku jest napełniany wodą i wieszany blisko otworów odniesienia poziomu. Wąż nie może być spłaszczony czy splątany, nie powinno być w węży pęcherzyków powietrza.
- 2) Poziom wody na jednym końcu węża jest utrzymywany w środku jednego otworu odniesienia. Poziom wody na drugim końcu powinien być na tej samej wysokości co środek drugiego otworu odniesienia. Poziomowanie wzdłużne zainstalowanej pompy ciepła jest równe różnicy poziomu wody na obu końcach podzielonej przez odległość pomiędzy ścianami sitowymi. Wyregulowanie wysokości końca urządzenia należy wykonać poprzez wstawienie przekładek pod nogi urządzenia, aż odchylenie poziomu jest mniejsze niż 1/1000. Należy ustawić otwory odniesienia na tym samym poziomie.
- 3) Poziomowanie poprzeczne jest regulowane w ten sam sposób przez umieszczenie plastikowego węża wzdłuż ściany sitowej.



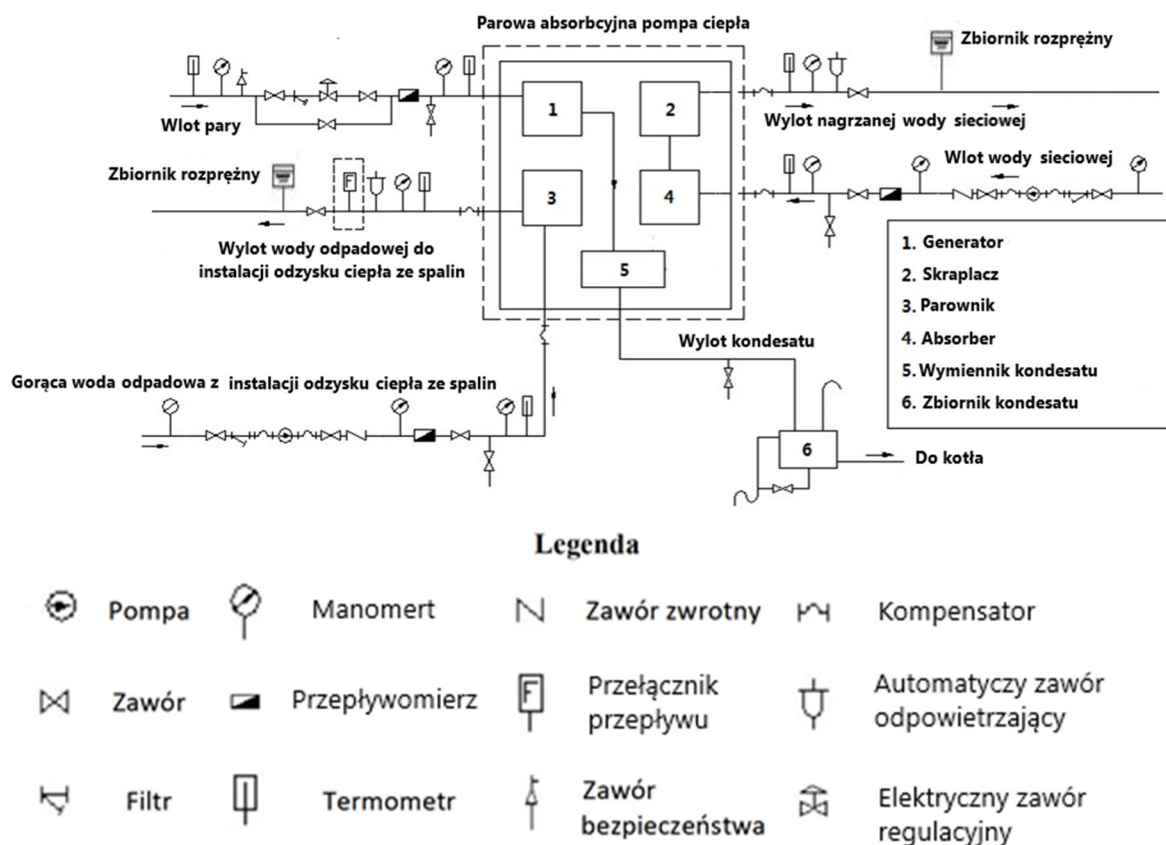
**Rycina 2-1. Technologia poziomowania urządzenia**

## 2.1 Izolacja pompy ciepła

- 1) Kiedy pompa ciepła jest zainstalowana i sprawdzona jej szczelność, należy wykonać jej izolację termiczną,
- 2) Grubość izolacji termicznej dla generatora to 70 mm a dla powstałych części pompy to 40 mm,
- 3) Materiał na izolację termiczną to: wełna mineralna szklaną lub skalną lub inne podobne materiały izolacyjny,
- 4) Podczas wykonywania izolacji termicznej, należy unikać wykonywania prac spawalniczych, należy uważać aby nie uszkodzić przewodów elektrycznych, a wzierniki, aparatura pomiarowa oraz zawory i kurki odwadniające nie mogą zostać zakryte.

### 3. INSTALACJE ZEWNĘTRZNE WSPÓŁPRACUJĄCE Z ABSORPCYJNĄ POMPĄ CIEPŁA

Systemy zewnętrzne absorpcyjnej pompy ciepła obejmują: system wodny odpadowej z instalacji odzysku ciepła ze spalin (oddającej ciepło), system wody sieciowej (odbierającej ciepło), system pary wodnej (źródło ciepła będące czynnikiem napędowym pompy), system odprowadzenia kondensatu z pary wodnej oraz układ zasilania w energię elektryczną, patrz Rysunek 3-1.



Rysunek 3-1. Schemat technologiczny zewnętrznych systemów współpracujących z absorpcyjną pompą ciepła

#### 3.1. Systemy wody odpadowej i wody sieciowej

Średnia prędkość wody w rurze jest zazwyczaj w przedziale od 1,5 do 2,5 m. Instalacja rurowa powinna mieć niewiele zakrętów a w razie potrzeby należy stosować łagodne łuki. Instalacja rurowa musi być instalowana na podporach i podwieszeniach, tak aby pompa ciepła nie była obciążona dodatkowym ciężarem rurociągów. Zewnętrzne obciążenie lub drgania rurociągów mogą skrócić okres bezawaryjnej pracy pompy lub nawet spowodować uszkodzenie pompy.

Przy podłączeniu rurociągów do wlotów i wylotów pompy należy zainstalować elementy kompensacyjne, takie jak gumowe lub metalowe kompensatory, gumowe lub metalowe węże.

Aby uniknąć zatkania rur wymienników ciepła absorpcyjnej pompy ciepła, należy zainstalować wyjmowane filtry z elementem filtracyjnym o dużej powierzchni filtracji (5-8 oczek na cal) przy wlotach mediów do pompy tłoczących czynniki do pomp ciepła. Instalacja rurowa powinna być zaprojektowana tak, by ułatwić czyszczenie filtrów i konserwację pompy tłoczących czynniki bez przerywania pracy absorpcyjnej pompy ciepła.

**! Uwaga:** Należy zainstalować odłączalne filtry, inaczej rury wymienników ciepła pompy ciepła mogą zostać zablokowane ciałami obcymi, co doprowadzi do pogorszenia wydajności a nawet pęknięcia rur z powodu ich zamrożenia.

Dla każdego czynnika wchodzącego i wychodzącego z pompy ciepła należy zainstalować pomiar ciśnienia. Pomiary ciśnienia należy zainstalować również na każdej pompie transportującej czynnik do pompy ciepła oraz przed i za każdym filtrem (jeżeli ze względów montażowych kiedy jest to niemożliwe, może być zastosowany jeden pomiar ciśnienia dla różnych lokalizacji, wówczas pomiar ciśnienia będzie realizowany poprzez odpowiednie ustawienie zaworów przełączających). Przy wlotach i wylotach z pompy ciepła, należy zainstalować pomiar temperatury. Dla systemów wodnych należy zamontować mierniki przepływu z zakresem wskazań obejmujących nominalne przepływy czynnika z łatwym dostępem do odczytu.

Na pompie ciepła, przy wlotach i wylotach wody odpadowej oraz wody sieciowej należy zainstalować krótkie odcinki rurociągów o długości około 800 mm do łatwego ich demontażu w celu otwarcia pokryw końcowych wymienników pompy ciepła i czyszczenia rur wymienników ciepła. Dla rurociągów systemów wodnych należy zainstalować zawory spustowe w najniższym punkcie rurociągu oraz zawory odpowietrzające w najwyższym punkcie rurociągu.

W przypadku zamkniętych systemów wodnych, wymagane jest zainstalowanie urządzenia stabilizujące ciśnienie w instalacji (np. zbiornika rozprężnego).

Jeżeli ciśnienie systemu wodnego jest stosunkowo wysokie, zaleca się umieszczenie pompy tłoczącej czynnik przy wylocie z pompą ciepła w celu zmniejszenia uderzenia ciśnienia podczas rozruchu pompy.

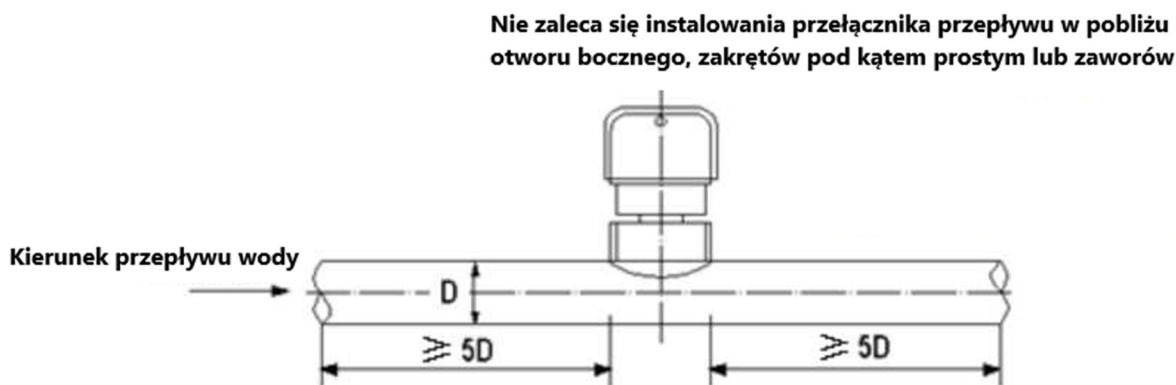
**!Uwaga:** Robocze ciśnienie w pompie ciepła nie może przekraczać górnego limitu jej wytrzymałości ciśnieniowej (ciśnienia dopuszczonego), w przeciwnym wypadku może spowodować odkształcenie elementów pompy ciepła i doprowadzić do jej wyłączenia z eksploatacji.

Jeżeli jakość wody sieciowej lub wody odpadowej nie spełnia wymagań określonych przez producenta urządzenia należy użyć środków uzdatniających wodę w celu zabezpieczenia rur wymienników ciepła pompy ciepła przed korozją i osadzaniem się kamienia.

Podczas projektowania i montażu zewnętrznej, wodnej instalacji rurowej należy przewidzieć zainstalowanie zaworów na wlotach i wylotach mediów do pompy ciepła. Dodatkowo należy wykonać obejście rurowe pompy ciepła, wyposażone w zawory odcinające, łączące rurociągi przed zaworami odcinającymi do pompy ciepła, które umożliwi czyszczenie wodnego systemu rurowego poza instalacją pompy ciepła tj. przy zamkniętych zaworach na wlotowe i wylocie do pompy ciepła a otwartych zaworach obejściowych w celu skierowania wody czyszczącej przez obejście. W trakcie czyszczenia systemu woda czyszcząca powinna ominąć pompę ciepła nie wchodząc do niej.

Woda powinna być odprowadzona z pompy ciepła i z systemu zewnętrznego po testach hydraulicznych pompy ciepła i zewnętrznej instalacji rurowej. (Krok ten nie będzie konieczny, jeśli rozruch urządzenia jest przeprowadzany natychmiast po testach hydraulicznych). Jeżeli po testach hydraulicznych nie zostaną wykryte przecieki na instalacji systemu wodnego można wykonać izolację termiczną rur.

Przełącznik przepływu docelowego wody jest dołączony do pompy ciepła i w procesie budowy zewnętrznego systemu wodnego musi być zamontowana na prostym odcinku (pionowo lub poziomo) przy wylocie odpadowej wody gorącej. Długość przed i za przełącznikiem przepływu powinna wynosić co najmniej 5 średnic rury, jak pokazano na Rysunku 3-2. Podczas montażu należy wyciąć mały otwór na prostym odcinku przed przyspawaniem gniazda przełącznika przepływu, a następnie zainstalować przełącznik przepływu w gnieździe. W przypadku rury poziomej, przełącznik przepływu należy ustawić w pozycji pionowej. Przewód sygnału wyjściowego z przełącznika przepływu musi być podłączony do systemu sterowania pompą ciepła. Przełącznik przepływu należy zamontować tak, aby łopatką była pionowo względem kierunku przepływu. Kierunek przepływu oznakowany na przełączniku przepływu powinien odpowiadać rzeczywistemu kierunkowi przepływu czynnika w rurze.



Rysunek 3-2. Schemat instalacji przełącznika przepływu

### 3.2. System pary roboczej

Projektowanie i instalacja rurociągu pary roboczej powinny odpowiadać odpowiednim przepisom.

Odstęp między zaworem regulacyjnym pary a pompą ciepła powinien być jak najkrótszy. Reduktor ciśnienia pary należy zainstalować wówczas, kiedy ciśnienie pary roboczej jest wyższe niż projektowe ciśnienie generatora. Instalacja rurowa musi być rozmieszczona tak, aby system nie był wyłączany na czas konserwacji zaworu redukcji ciśnienia i zaworu regulacyjnego pary. Ręczne zawory odcinające należy zainstalować przed i za zaworem redukcji ciśnienia i zaworem regulacyjnym pary do odcinania pary, gdy urządzenie zostanie przypadkowo wyłączone. Schładzacz temperatury pary powinien być zainstalowany, jeśli stopień przegrzania pary jest większy niż 15 °C.

**! Ostrzeżenie:** Jeżeli para robocza ma wyższą temperaturę od 190 °C lub jej stopień przegrzania przekracza 15 °C, może spowodować uszkodzenie urządzenia lub nawet zniszczyć generator i spowodować wypadek przy pracy.

Jeżeli para zawiera wodę a jej suchość jest mniejsza niż 0,99, niezbędny będzie odwadniacz para-woda w celu poprawy wydajności wymiany ciepła w generatorze. Zawór spustowy musi być zainstalowany w najniższym punkcie rurociągu parowego przed wejściem do pompy ciepła. Przed uruchomieniem pompy ciepła, zawór spustowy powinien zostać otwarty w celu spuszczenia kondensatu i uniknięcia zjawiska uderzenia hydraulicznego.

Systemu rurociągu parowego należy oczyścić wewnątrz po montażu. Należy upewnić się, że system jest bezpieczny i szczelny, a po uzyskaniu z wynikiem pozytywnym próby ciśnieniowej można wykonywać izolację termiczną rurociągu.

### 3.3. System kondensatu pary roboczej

Instalacja odprowadzenia kondensatu z pary może być wyposażona w otwarty i zamknięty typ zbiornika do magazynowania kondensatu. System odprowadzenia kondensatu powinien być tak zbudowany, aby bezproblemowo na bieżąco odbierał kondensat z instalacji pompy ciepła. Zbiornik kondensatu powinien być zamontowany o 1 m niższej niż poziom posadowienia generator pompy ciepła.

Instalacja odprowadzenia kondensatu powinna być wyposażona w zawór zwrotny instalowany w celu uniemożliwienia powrotu kondensatu do pompy ciepła podczas przestoju. Instalacja musi być wyposażana w zawór spustowy zamontowany powyżej zaworu zwrotnego do spuszczenia wody przed uruchomieniem pompy ciepła. Rurociąg kondensatu należy ustawić w kierunku przepływu wody a jego nachylenie nie powinno być mniejsze niż 0,003. Prowadzenie i nachylenie rury kondensatu w górę jest surowo zabronione.

Zawór spustowy musi znajdować się w najniższym punkcie instalacji rurowej kondensatu w celu szybkiego odwodnienia instalacji kondensatu. Sprawne odprowadzenie kondensatu z generatora pozwala uniknąć wystąpienia uderzenia hydraulicznego na etapie uruchomienia pompy ciepła w momencie podania pary do pompy.

**! Uwaga:** Systemy doprowadzenia pary i odprowadzania kondensatu muszą być oczyszczone na etapie montażu, przed podłączeniem ich do pompy ciepła. W przeciwnym razie, rury wymiennika ciepła generatora mogą zostać zablokowane przez ciała obce w parze lub kondensacie, co doprowadzić może do pogorszenia wydajności pompy ciepła i poważnych konsekwencji jak uszkodzenie rur.

### 3.4. Układ elektryczny

Do podłączenie zasilania w energię elektryczną dla pompy ciepła należy użyć trójfazowego kabla pięciodrutowego. Pompa ciepła zasilana jest prądem zmiennym o napięciu 400 V. Zasilanie do urządzenia zapewnia użytkownik. Podłączane zasilania do panelu sterowania powinien wykonać technik serwisowy producenta urządzenia w czasie rozruchu (przewody fazowe i zerowe muszą być połączone do listwy przyłączeniowej umieszczonej w panelu sterowania a przewód uziemienia musi być podłączony do złącza uziemiającego znajdującej się na skrzynce panelu sterowania). Linia zasilania powinna spełniać parametry



techniczne określone na tabliczce znamionowej (fabrycznej) pompy ciepła.

Należy podłączyć bednarkę uziemiającą z istniejącej instalacji uziemiającej zakładu lub przewód uziemiający z indywidualnej instalacji uziemiającej wykonanej dla pompy o oporności poniżej  $10\ \Omega$  do złącza uziemiającego pompy ciepła w celu zapewnienia bezpieczeństwa eksploatacji.

**! Ostrzeżenie: Brak podłączenia do skrzynki panelu bednarki uziemiającej lub przewodu uziemiającego zamiast bednarki, może spowodować poważne uszkodzenia urządzenia oraz stworzyć zagrożenie dla zdrowia i życia dla obsługi.**

Standardowe pompy ciepła wyposażone są w funkcję podłączenia systemów zewnętrznych. Zaleca się połączenie systemu sterowania urządzenia z pompami gorącej wody odpadowej i pompami grzewczej wody sieciowej, aby uruchamiać lub zatrzymywać pompy z panelu sterowania. Zalecana jest wykonanie pomocniczego przyłącze na tablicy rozdzielczej użytkownika zapewniające połączenie sterowania pomp gorącej wody odpadowej i grzewczej wody sieciowej. Przewody powinny być przygotowane i oznakowane przez użytkownika. Jedna pompa tłocząca czynnik do pompy ciepła wymaga 10 przewodów sterowniczych, a każdy przewód sterowania musi mieć pole przekroju  $0,75\ \text{mm}^2$ . Przewody zasilające należy ułożyć w torach kablowych oddzielnie od przewodów sterowniczych.

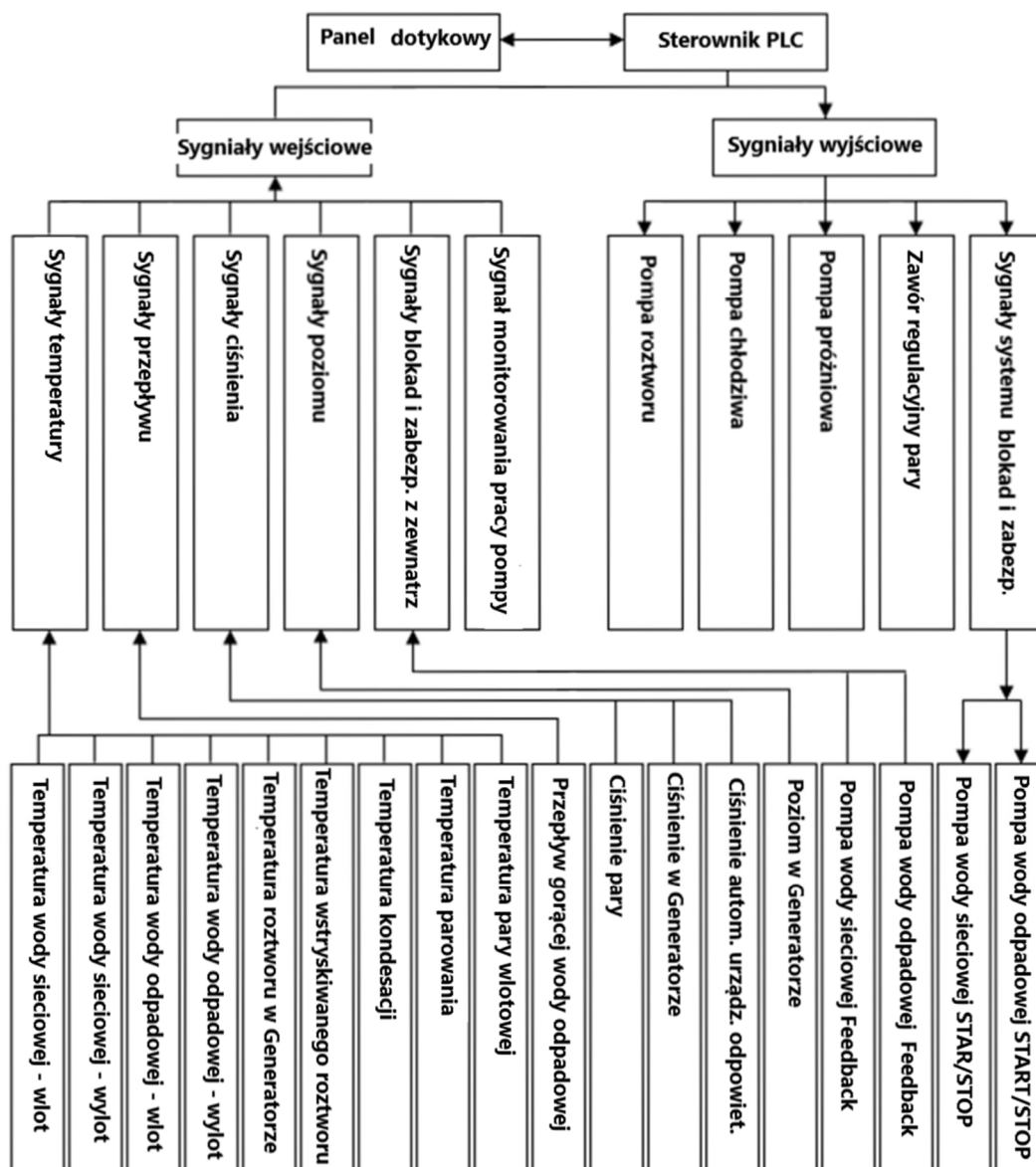
Sygnały z czujników detekcji pożaru, czujników trzęsienia ziemi, itp., wykorzystywane w celu zatrzymania pompy ciepła w sytuacjach awaryjnych, należy podłączyć do przyłącza zatrzymania awaryjnego na panelu sterowania pompy ciepła.

Pompy ciepła wykorzystujące funkcje zdalnego uruchamiania i monitorowania pracy muszą być wyposażone w odpowiednią, dodatkową instalację komunikacji z systemem nadrzędnego sterowania tzw. DCS. Sposób realizacji takiego sterowania opisany jest w „Instrukcji eksploatacji systemu DCS”.

## 4. SYSTEM STEROWANIA

### 4.1. Konfiguracja systemu

Zaawansowany system sterowania MMI2 z kolorowym ekranem dotykowym używany jest jako interfejs człowiek-maszyna a elementy pomiarowe i kontrolne takie jak sterownik PLC, pomiary temperatur, przełącznik przepływu, czujniki ciśnienia i przepływu, itp. mają na celu zapewnienie zoptymalizowanego sterowania pompą ciepła. Rysunek 4-1 poniżej pokazuje konfigurację systemu sterowania.



Rysunek 4-1. Konfiguracja systemu sterowania

## 4.2. Funkcja systemu

Układ sterowania jest stosowany w dwóch trybach tzn. automatycznym i ręcznym. Sterowanie automatyczne jest podstawy trybem sterowania pompą ciepła, natomiast sterowanie ręczne jest używane tylko przy pierwszym rozruchu oraz przy usuwaniu usterek pompy ciepła.

System sterowania został zaprojektowany do sprawnego i automatycznego sterowania pompą ciepła. Jest wyposażony w funkcje takie jak automatyczny rozruch i wyłączanie urządzenia, ustawianie parametrów, kontrola limitów temperatury wlotu gorącej wody odpadowej, kontrola limitów stężenia roztworu, automatyczna kontrola wymiany ciepła, pomiar i wyświetlanie danych w czasie rzeczywistym, ochrona bezpieczeństwa pompy – system blokad i zabezpieczeń, automatyczne alarmowanie o usterkach, archiwizacja i przechowywanie danych, itp.

#### 4.2.1. Funkcje systemu sterowania urządzeniem

**Tabela 4-1. Funkcje systemu sterowania**

<b>Lp.</b>	<b>Funkcja</b>	<b>Opis</b>
<b>1</b>	Ustawienia parametrów pracy urządzenia	W celu eksploatacji urządzenia w przewidywanych lub optymalnych warunkach, parametry są ustawiane przez autoryzowany personel producenta zgodnie z faktycznymi warunkami.
<b>2</b>	Automatyczne uruchamianie i zatrzymywanie urządzenia	Urządzenie jest uruchamiane lub zatrzymywane poprzez dotknięcie ekranu dotykowego i będzie pracować równomiernie w warunkach nominalnych.
<b>3</b>	Ustawienie temperatury wylotowej gorącej wody sieciowej	Temperaturę wylotu gorącej wody sieciowej można odpowiednio ustawić poprzez wyregulowanie parametru na ekranie dotykowym.
<b>4</b>	Automatyczna regulacji odbioru ciepła	W celu dopasowania faktycznego obciążenia roboczego, moc grzewcza urządzenia jest automatycznie dostosowywana poprzez regulację źródła ciepła zgodnie z temperaturą wylotu gorącej wody sieciowej tak, że temperatura wylotu gorącej wody sieciowej może być ustabilizowana na wartości zadanej.
<b>5</b>	Kontrola limitu temperatury wlotu gorącej wody odpadowej	Kiedy temperatura wlotu gorącej wody odpadowej jest niska, moc źródła ciepła zostanie ograniczona do celów bezpiecznego i stabilnego uruchomienia i eksploatacji urządzenia.
<b>6</b>	Kontrola limitu stężenia roztworu	System sterowania może wyliczyć stężenie silnego roztworu, temperaturę dekrystalizacji i temperaturę bezpiecznej pracy urządzenia w oparciu o zmierzone dane, aby zagwarantować bezpieczne i równomierne działanie, poprawić wydajność i uniknąć dekrystalizacji, zwłaszcza podczas rozruchu.
<b>7</b>	Pomiar i wyświetlanie danych w czasie rzeczywistym	Dane w czasie rzeczywistym, takie jak temperatura, ciśnienie, poziomy, itp. są mierzone przez czujniki i wyświetlane na ekranie, operatorzy znają na bieżąco warunki pracy.
<b>8</b>	Ochrona bezpieczeństwa – system blokad i zabezpieczeń	System sterowania zabezpiecza pompę ciepła przed niewłaściwymi warunkami i pracuje w sposób automatyczny.
<b>9</b>	Diagnostyka awarii	W razie wystąpienia usterki, alarm jest uruchomiony automatycznie. Następnie wyświetlona jest na ekranie odpowiednia lokalizacja i rozwiązanie problemu.
<b>10</b>	Przechowywanie danych	System sterowania archiwizuje dane operacyjne przez tydzień, dane ostatnich pięciu usterek i dane trzech ostatnich usterek z danymi operacyjnymi.
<b>11</b>	Przechowywane informacje w systemie	Dla ułatwienia kontroli, przechowywane i wyświetlane są informacje takie jak zasada działania urządzenia, instrukcje eksploatacji i konserwacji, instrukcje ekranu dotykowego.
<b>12</b>	Inne dodatkowe funkcje	Funkcje dodatkowe np. zdalny monitoring, monitoring skoncentrowany, itp. są dostępne na życzenie użytkownika.

#### 4.2.2. Zabezpieczenie urządzenia

Parametry systemu blokad i zabezpieczeń są ustawiane w systemie sterowania przed dostawą urządzenia. Pompa ciepła wygeneruje alarm i zatrzyma się, gdy dane operacyjne przekroczą zakres parametrów zapisanych w systemie blokad i zabezpieczeń (z wyjątkiem przeciążenia pompy próżniowej). Ustawienia parametrów blokad i zabezpieczeń są podane w Tabeli 4-2.

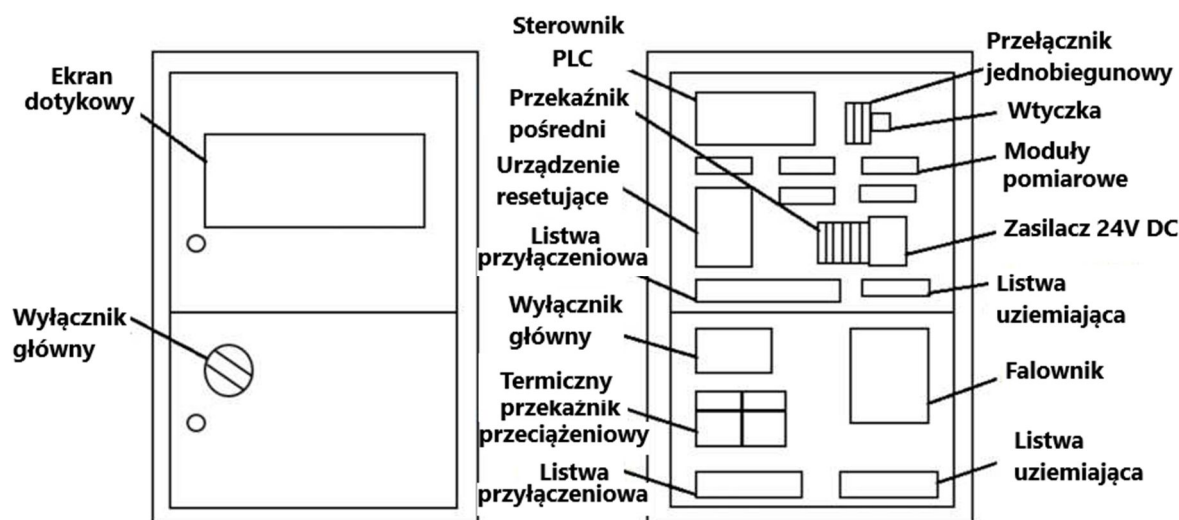
**Tabela 4-2. Parametry systemu blokad i zabezpieczeń**

Nr	Pozycja	Wartość zadana	Nr	Pozycja	Wartość zadana
1	Minimalna temperatura wody sieciowej	15 °C	6	Maksymalne ciśnienie pary	Wartość nominalna + 0,1MPa
2	Minimalna temperatura wylotowa wody odpadowej	15 °C	7	Maksymalne ciśnienie w generatorze	100kPa
3	Maksymalna temperatura roztworu w generatorze	160 °C	8	Przeciążenie falownika pompy roztworu	Wartość nominalna prądu silnika
4	Maksymalna temperatura skraplania	90 °C	9	Przeciążenie przekątnika termicznego pompy chłodziwa	Wartość nominalna prądu silnika
5	Minimalna przepływ gorącej wody odpadowej	40% wartości nominalnej	10	Przeciążenie przekątnika termicznego pompy próżniowej	Wartość nominalna prądu silnika

**Uwaga:** Ustawienia maksymalnej temperatury skraplania, maksymalnego ciśnienia w generatorze i maksymalnej temperatury roztworu w generatorze należy wykonać na podstawie analizy zebranych danych obiektowych z urządzenia w trakcie rozruchu.

#### 4.3. Panel sterowania

Panel sterowania jest przedstawiony na Rysunku 4-2

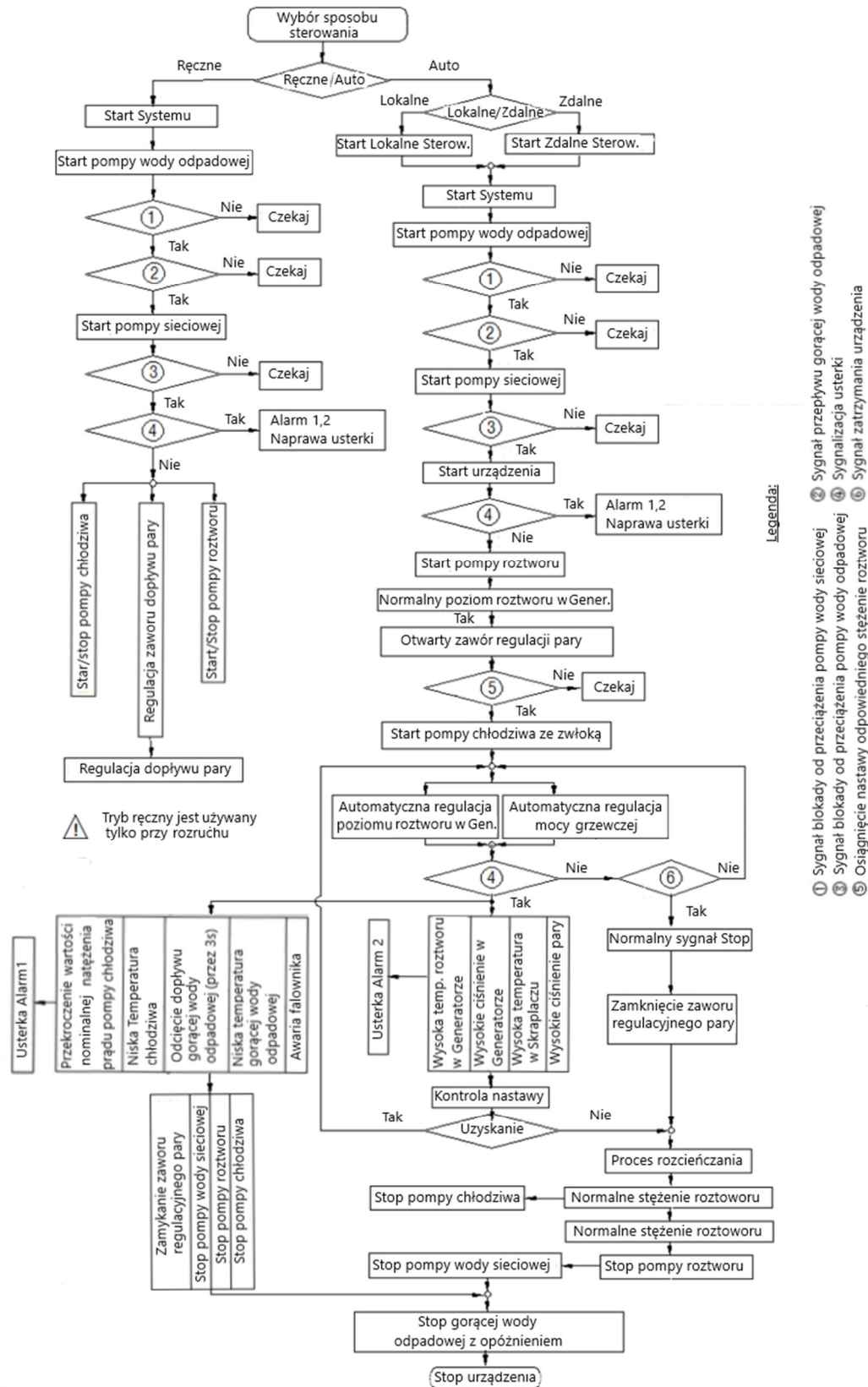


**Rysunek 4-2. Widok zewnętrzny (po lewej) i wewnętrzny (po prawej) panelu sterowania**

#### 4.4. Schemat blokowy systemu sterowania

Schemat blokowy systemu sterowania opisuje procedury uruchamiania i zatrzymywania pompy ciepła.

Szczegóły schematu blokowego są przedstawione na Rysunku 4-3.



Rysunek 4-3. Schemat blokowy systemu sterowania

## 4.5. Sposób obsługi systemu sterowania

### 4.5.1. Uruchomienie ekranu dotykowego

Ustaw przełącznik jednobiegunowy, zainstalowany na górnej części skrzynki panelu sterowania do pozycji "ON". Zamknij drzwi panelu sterowania, a następnie ustaw wyłącznik główny na dolnej skrzynce panelu sterowania do pozycji "ON" w celu włączenia zasilania na szafkę sterowania. DIODA "RUN" po lewej stronie ekranu dotykowego powinna świecić na zielono, co oznacza, że ekran jest włączony. Kiedy na ekranie jest wyświetlone "WELCOME", dotknij gdziekolwiek na ekranie dotykowym w celu wyświetlenia menu głównego pokazanego jak na Rysunku 4-4. Poprzez stuknięcie ekranu, operatorzy mogą uruchomić lub zatrzymać urządzenie postępując zgodnie z instrukcjami na ekranie. Ekran dotykowy może także być użyty do regulacji i wyświetlania parametrów eksploatacyjnych, do realizacji innych funkcji kontrolnych oraz do poznania zasady działania, podstawowych procedur, metod konserwacji, itp.

#### Aktywne przyciski funkcyjne na panelu dotykowym:

**F1 Working principle.** Naciśnij w celu przedstawienia schematu blokowego oraz zasady działania ogrzewania.

**F2 Guide for operation.** Naciśnij w celu przedstawienia wytycznych pobierania próbek wody chłodzącej, ładowania roztworu, testu szczelności, itp.

**F3 Control mode.** Naciśnij, aby wybrać tryb działania (Auto lub Manual).

**F4 Monitoring.** Naciśnij w celu zademonstrowania informacji z monitoringu w czasie rzeczywistym. Ekran monitoringu różni się zależnie od trybu pracy. Operatorzy mogą uruchomić lub zatrzymać urządzenie, pompę roztworu, pompę chłodziwa, pompę próżniową, itp. na ekranie. Podaje także parametry operacyjne urządzenia.

**F5 History of operation.** Naciśnij w celu przejrzania ostatniej usterki urządzenia. Naciśnij przycisk int w dolnym prawym rogu w celu przejrzania danych operacyjnych z ostatniego miesiąca.

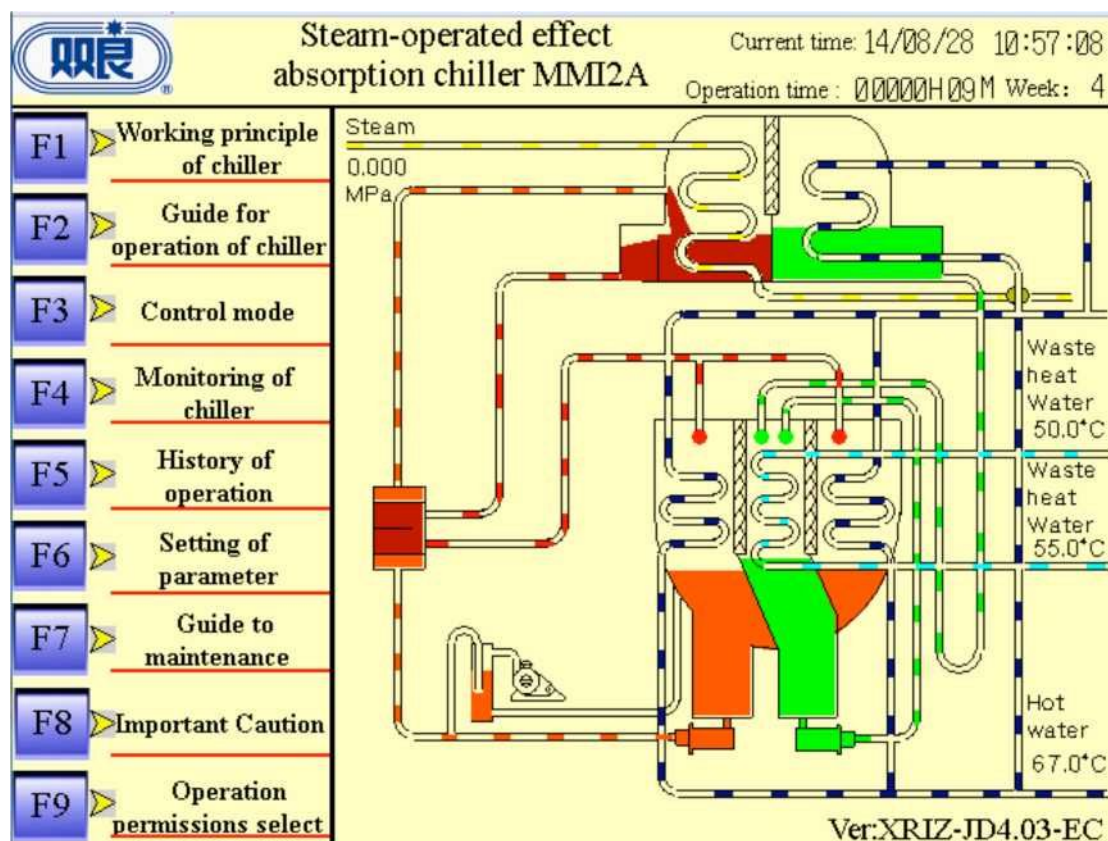
**F6 Setting of parameter.** Naciśnij w celu ustawienia parametrów takich jak temperatura wylotowa odpadowej wody gorącej. Ustaw odchylenie w celu zmniejszenia luki między wyświetlanymi wartościami a wartościami rzeczywistymi danych operacyjnych.

**F7 Guide to maintenance.** Naciśnij w celu wyświetlenia metod konserwacji.

**F9 Operation permissions select.** Wprowadzanie haseł uprawniających do odpowiedniego zakresu obsługi urządzenia z panelu dotykowego. Hasła powinny być wprowadzone przed uruchomieniem urządzenia. Domyślne hasło uprawniające operatora do bieżącej codziennej obsługi to: **123**, natomiast domyślne hasło uprawniające do bieżącej codziennej konserwacji to: **456**.

#### ! Uwaga:

- 1) Ekran dotykowy posiada wbudowaną funkcję automatycznego wyłączania się pozwalającą na wydłużenia okresu jego użytkowania. Jeżeli ekran nie jest używany przez 10 minut, przestanie wyświetlać. Nie ma to wpływu na realizowane funkcje sterowania wykonywane przez sterownik. W celu ponownego uruchomienia ekranu dotykowego należy ponownie dotknąć panel ekranu,
- 2) Zabrania się czyszczenia ekranu panelu dotykowego lotnymi rozpuszczalnikami (np. benzenem). Ekran można czyścić jedynie miękką moką ściereczką przeznaczoną do przecierania monitorów,
- 3) Ustawienia wewnętrzne i zewnętrzne przełączników DIP ekranu są ustawieniami fabrycznymi, nie mogą być zmieniane przez użytkownika.



Rysunek 4-4. Główne menu na panelu dotykowym

#### 4.5.2. Wybór trybu sterowania

Naciśnij F3 Control Mode, aby wejść ze strony do wyboru trybu sterowania.

Na tej stronie wymienione są dwie opcje, tzn. **Auto** i **Manual**. Wybierz odpowiedni tryb sterowania a następnie naciśnij przycisk "**CONFIRM**", aby wrócić do strony monitorowania pracy.

#### 4.5.3. Ustawienia parametrów

Naciśnij F6 Setting of parameter, aby wejść na stronę ustawienia parametrów, która obejmuje regulację parametrów, odchylenie parametrów, parametry odbioru, parametry bezpieczeństwa.

##### 4.5.3.1 Zmiana parametrów pracy

Parametry pracy urządzenia można skorygować, jeżeli zmieniamy warunki pracy urządzenia. Zmienione mogą być temperatury wylotu gorącej wody sieciowej, ciśnienie pary grzewczej, itp. oraz odpowiednie wartości PID.

**!Uwaga:** Parametry powinny być korygowane w ramach zakresu bezpiecznej pracy urządzenia i nie powinny być zbyt dalekie odbiegać od nominalnych warunków pracy urządzenia, aby uniknąć nieprawidłowego działania pompy ciepła. Taka korekta powinna być zatwierdzona przez autoryzowany serwis producenta - Shuangliang. Wartości PID muszą być ustawione przez autoryzowany serwis producenta.

Na ekranie "Setting of parameter" Naciśnij "Parameter adjustment", aby rozpocząć zmianę parametrów pracy.

Następnie na nowym ekranie wyświetlającym parametry pracy urządzenia naciśnij po lewej stronie danego parametru, który ma być zmieniony. Wówczas zostanie wyświetlona klawiatura numeryczna. Wprowadź nową wartość danego parametru na klawiaturze i Naciśnij przycisk "(", aby zakończyć wprowadzanie danych.

Jeżeli chcesz pominąć zmianę parametrów pracy **Naciśnij** przycisku "X" na klawiaturze numerycznej.

#### **4.5.3.2. Ustawienie odchylenia wyświetlonych danych**

Różnica pomiędzy wartością zmierzona przez skalibrowane standardowe instrumenty a wartością wyświetlaną (nastawy) na ekranie dotykowym można skorygować poprzez zmianę ustawień odchylenia wyświetlanych (ustawionych) danych. Na przykład, jeżeli temperatura wylotowa odpadowej wody gorącej zmierzona przez termometr wzorcowy to 70°C a jej temperatura wyświetlana to 69,5°C, odchylenie dla tego parametru powinno wynieść +0,5 °C. Proces ustawiania odchylenia jest podobny do zmiany parametrów omówionej powyżej.

Na ekranie "Setting of parameter" **Naciśnij** " Parameter deviation", aby rozpocząć zmianę ustawień odchylenia danych pracy.

Do zmiany odchyleń niezbędne jest wprowadzenie hasła. Po wpisaniu prawidłowego hasła można rozpocząć ustawianie odchyleń danych.

#### **4.5.4. Uruchamianie/Zatrzymanie pompy próżniowej**

Pompa próżniowa może być uruchomiona lub zatrzymana w dowolnej chwili. Przed uruchomieniem pompy próżniowej, należy sprawdzić poziom oleju. Sposób obsługi pompy próżniowej opisany jest szczegółowo w punkcie 6.8.

**Naciśnij F4 Monitoring** na głównym menu, aby otworzyć stronę monitoringu urządzenia. Alternatywnie istnieje możliwość wyświetlenia menu główne na innych stronach poprzez **naciśnięcie** symbolu MENU w górnym prawym rogu, a następnie należy **naciśnąć F4 Monitoring**, bądź wyświetlić stronę monitorowania po wyborze warunków operacyjnych.

Pompa próżniowa może być włączana lub wyłączana przez **naciśnięcie** odpowiednio VACUUM PUMP START lub VACUUM PUMP STOP na stronie monitoringu.

**!Uwaga:** Przed zatrzymaniem pompy próżniowej, upewnij się, że dolny zawór odpowietrzający pompy próżniowej jest zamknięty.

#### **4.5.5. Włączanie/Wyłączanie pompy roztworu i chłodziwa**

Pompy roztworu i chłodziwa są uruchamiane i zatrzymywane automatycznie, gdy wybrana zostanie praca w trybie automatycznym. Personel obsługowy może uruchamiać i zatrzymywać pompę ciepła tylko zgodnie z procedurą opisaną w 4.5.6.

W trybie ręcznym, uruchomienie lub zatrzymanie pomp roztworu i chłodziwa może być kontrolowane przez operatora w następujący sposób.

**Naciśnij F4 Monitoring** na głównym menu, aby otworzyć stronę monitoringu urządzenia. Alternatywnie na innych stronach, **naciśnij** MENU w górnym prawym rogu, aby wyświetlić menu główne, następnie **naciśnij Monitoring**, bądź wyświetl stronę monitorowania po wyborze trybu kontroli podczas wyłączania urządzenia.

Po **wciśnięciu** SYSTEM START i CONFIRM, pompy roztworu i chłodziwa mogą być uruchomione lub



zatrzymane poprzez **naciśnięcie** odpowiednio **SOLUTION PUMP START** i **REFRIGERANT PUMP START**, bądź **SOLUTION PUMP STOP** i **REFRIGERANT PUMP STOP**.

**!Uwaga:** Przed rozruchem pompy roztworu i pompy chłodziwa ważne jest, by upewnić się, że roztwór i woda chłodząca (chłodziwo) znajdują się w komorze roztworu i komorze chłodziwa.

Zabronione jest uruchamianie pomp bez obciążenia. Przed pierwszym uruchomieniem, bezwzględnie należy sprawdzić kierunek obrotu pompy: próżniowej, roztworu i chłodziwa. Jeśli to konieczne należy zmienić kierunek obrotu pompy na prawidłowy.

Instalacja ciepłej wody odpadowej powinna pracować normalnie przed uruchomieniem pompy chłodziwa w celu zabezpieczenia rury wymiennika ciepła przed ich zamrożeniem.

#### 4.5.6. Włączanie/Wyłączanie urządzenia (pompy ciepła)

Najpierw należy otworzyć stronę monitorowania urządzenia następnie ustawić parametry pracy i wybór trybu obsługi (sterowania), o którym mowa w 4.5.2 i 4.5.3. Następnie **nacisnąć** **TROUBLE MONITORING**, aby sprawdzić czy są jakieś wskaźniki usterek, które są podświetlone „na czerwono” (z wyjątkiem usterki gorącej wody odpadowej). Następnie należy wrócić do strony monitoringu i postępować zgodnie z poniższymi wytycznymi.

##### 4.5.6.1. Tryb Auto

**Naciśnij** **SYSTEM START** na stronie monitoringu, a następnie **naciśnij** **CONFIRM**.

Operatorzy mogą obsługiwać urządzenie wg procedury uruchamiania kolejno pompy gorącej wody odpadowej i pompy gorącej wody sieciowej, których stany są widoczne na ekranie dotykowym. Po otrzymaniu sygnałów zwrotnych o uruchomieniu pompy gorącej wody odpadowej, uruchomienia pompy gorącej wody sieciowej oraz uzyskaniu przepływu gorącej wody odpadowej, pompa ciepła jest gotowa do uruchomienia.

Następnie **naciśnij** **CONFIRMATION COMPLETED** w celu uruchomienia urządzenia. Wówczas ekran przejdzie do strony monitoringu urządzenia.

**!Uwaga:** Przed uruchomieniem każdej pompy należy upewnić się, że zawór wylotowy (na tłoczeniu) z pompy jest zamknięty. Gdy pompa zostanie uruchomiona, należy powoli otworzyć zawór wylotowy (na tłoczeniu) w celu wyregulowania prędkości przepływu. Jeżeli pompa gorącej wody odpadowej i pompa gorącej wody sieciowej są połączone do systemu sterowania pompy ciepła, ich uruchamianie i zatrzymywanie jest kontrolowane przez urządzenie i ich obsługa (uruchomienie) nie jest konieczna przez operatora.

**Naciśnij** **SYSTEM STOP** w celu zatrzymania urządzenia po zakończeniu operacji rozcieńczania roztworu. Sekwencja wyłączania pompy gorącej wody odpadowej i pompy gorącej wody sieciowej została przedstawiona na Rysunku 4-3.

##### 4.5.6.2. Tryb ręczny

W trybie sterowania ręcznego, funkcje połączenia z systemami zewnętrznymi i bezpieczeństwa – blokad i zabezpieczeń, są nadal aktywne. Uruchomienie urządzenia odbywa się w taki sam sposób jak w trybie auto. Po otrzymaniu sygnałów zwrotnych o uruchomieniu pompy gorącej wody odpadowej, uruchomieniu pompy gorącej wody sieciowej i uzyskaniu przepływu gorącej wody odpadowej, należy **nacisnąć** **CONFIRMATION**

**COMPLETED** dla dalszej realizacji opisanej poniższe sekwencji.

- 1) **Naciśnij SOLUTION PUMP START**, aby uruchomić pompę roztworu.
- 2) Następnie stopniowo należy otwierać zawór regulacyjny pary. Każde **naciśnięcie OPEN** otworzy zawór o około 5% i podobnie, jedno **naciśnięcie CLOSE** zamyka zawór o około 5%.
- 3) Na końcu, **naciśnij REFRIGERANT PUMP START** lub **REFRIGERANT PUMP STOP** w celu uruchomienia lub zatrzymania pompy chłodziwa.

**Naciśnij SYSTEM STOP** w celu zatrzymania urządzenia po operacji rozcieńczania. Sekwencja wyłączania pompy gorącej wody odpadowej i pompy gorącej wody sieciowej przedstawiono na Rysunku 4-3.

#### 4.5.7. Monitoring działania systemu

Warunki operacyjne i wszelkie usterki zostaną wyświetlone na stronie monitoringu.

#### 4.5.8. Rozwiązywanie usterek

Pompa wygeneruje alarm i wyłączy się automatycznie po operacji rozcieńczania roztworu, kiedy wystąpi usterka w pracy urządzenia.

W celu wyciszenia alarmu i otwarcia ekranu monitoringu usterek(problemów) należy **nacisnąć TROUBLE MONITORING**. Usterki będą wyświetlane na ekranie „na czerwono”. Przyczyny powstania usterek i odpowiadające nim postępowanie naprawcze zostaną przedstawione na ekranie po **dotknięciu** wskazanej usterki. Obsługa powinna przeanalizować przyczynę powstania usterki i podjąć próbę jej usunięcia.

W celu powrotu do ekranu monitoringu usterek (problemów) należy **nacisnąć RETURN**.

## 5. ROZRUCH POMPY CIEPŁA

### 5.1. Przygotowanie do rozruchu

Pompa ciepła powinna zostać przekazana do eksploatacji przez uprawniony serwis producenta firmy

Shuangliang przy udziale użytkownika, w ramach przedstawionego poniżej procesu.

#### 5.1.1. Oględziny i badanie urządzenia

Zakres oględzin i badań:

- 1) Oględziny urządzenia obejmują sprawdzenie szkód jakie mogły powstać w czasie transportu lub montażu, a spowodowane przez wibracje lub uderzenia. Należy sprawdzić uszkodzenia powłoki malarskiej, pęknięcia na części hermetycznej pompy, uszkodzenia lub odkształcenie panelu sterowania, falownika, aparatury pomiarowej, zaworów i okablowania. Jeżeli urządzenie jest na wolnym powietrzu przez dłuższy czas, urządzenie należy sprawdzić pod kątem uszkodzenia lub korozji z uwagi na deszcz lub długi czas ekspozycji na wolnym powietrzu. Zauważone uszkodzeniami należy niezwłocznie naprawić.
- 2) Sprawdzenie urządzenia czy spełnione są wymagania zawarte instalacji (np. dotyczące prawidłowego montażu urządzenia).

#### 5.1.2. Kontrola instalacji zewnętrznych

##### 5.1.2.1. Kontrola systemu wodnego

Wymagania dotyczące instalacji zewnętrznych:

- 1) Instalacja rurowa powinna być czysta,

- 2) Zawór odpływowy i odpowietrzający powinny być zainstalowane odpowiednio w najniższym i najwyższym punkcie systemu rur,
- 3) W systemach wodnych muszą być zainstalowane filtry,
- 4) Należy sprawdzić kompletność instalacji rurową na miejscu zgodnie ze schematami projektowymi połączeń. Sprawdź kierunki i pozycje orurowania. Rury powinny być zawieszone lub podparte w celu uniemożliwienia obciążenia pokryw końcowych pompy ciepła,
- 5) Należy sprawdzić systemy wodne pod kątem ich szczelności (wykonać próby hydrauliczne), drgań w pompach lub rurach, nominalnych współczynników przepływu, jakości wody - jeśli jakość wody nie spełnia wymagań należy zainstalować instalacje do uzdatniania wody,
- 6) Sprawdź system rur od kątem ich prawidłowego montażu oraz instalacji termometrów, przełączników przepływu, elektrycznych zaworów regulacyjnych i odcinających, czujników temperatury, ciśnieniomierzy i przepływomierzy.
- 7) Inspekcja pomp obejmuje:
  - i. Sprawdzenie połączeń śrubowych (ich prawidłowego dokręcenia),
  - ii. Sprawdzenie odpowiedniej ilości i jakości oleju smarowego i smaru w łożyskach i przekładniach,
  - iii. Sprawdzenia szczelności części hydraulicznej pompy,
  - iv. Sprawdzenie prawidłowego osiowania wałów pompa-silnik,
  - v. Sprawdzenie prawidłowego kierunku obrotu pompy,
  - vi. Sprawdź system elektryczny pod kątem wartości nominalnego roboczego prądu elektrycznego oraz prawidłowej izolacji silnika i przewodów zasilających, prawidłowego uziemienia silnika,
  - vii. Sprawdź pompę pod kątem nominalnego ciśnienia, wydajności, wibracji, hałasu i temperatury silnika itp.

#### **5.1.2.2. Kontrola rurociągu pary roboczej.**

Czynności związane z wymogami dotyczącymi rurowej instalacji parowej zawarte są punkcie 3.2.

#### **5.1.2.3. Kontrola rurociągu kondensatu pary roboczej**

Czynności związane z wymogami dotyczącymi rurowej instalacji odprowadzenia kondensatu zawarte są punkcie 3.3.

Kiedy na rurze kondensatu pary zamontowany jest ręczny zawór odcinający, należy sprawdzić czy zawór ten jest otwarty podczas pracy pompy ciepła - **zawór nie może być zamknięty podczas pracy pompy ciepła.**

#### **5.1.4. Kontrola pompy próżniowej**

Podczas kontroli:

- 1) Należy sprawdzić olej pompy próżniowej pod kątem typu, wyglądu i emulgowania.
- 2) Należy sprawdzić kierunek obrotu pompy próżniowej. Przed sprawdzeniem należy zamknąć dolny zawór odpowietrzający pompy próżniowej oraz wyjąć korek uszczelniający z odpowietrzającego zaworu do próbkowania, zakryć otwór zaworu palcem a następnie włączyć pompę próżniową. Pompa ma prawidłowy kierunek obrotów, jeżeli powietrze jest zasysane do otworu. Jeżeli jest odwrotnie, należy zmienić kierunek obrotu pompy próżniowej poprzez zamianę miejscami podłączenia dowolnych dwóch kabli (żył fazowych) zasilających silnik pompy podłączonych w szafie panelu sterowania.

### 5.1.5. Kontrola gazoszczelności

Pompa ciepła została zbadana w fabryce, przed dostawą, pod kątem jej gazoszczelności. Jednak, w niektórych przypadkach wycieki na pompie mogą wystąpić z uwagi uszkodzenie pompy na skutek drgań i uderzeń jakie mogły wystąpić podczas transportu, podnoszenia i montażu urządzenia. Pompa ciepła powinna być ponownie sprawdzona pod kątem gazoszczelności przed rozruchem. Test na gazoszczelność zaczyna się od testu podciśnienia, i jeśli nie zostanie zaliczony z wynikiem pozytywnym, wykonuje się test nadciśnieniowy w celu wykrycia lokalizacji wycieków. Po usunięciu wykrytego wycieku, przeprowadzany jest ponowny test na gazoszczelność do chwili, gdy zostanie osiągnięte zadowalające podciśnienie. Powyższy test powinien wykonywać uprawniony personel producenta pompy z firmy Shuangliang.

#### 5.1.5.1. Test podciśnieniowy

- 1) Należy zamknij wszystkie zawory, które mają wylot do atmosfery. W przypadku pomp ciepłych, które nie zostały przekazane do użytku, należy opróżnić urządzenie do ciśnienia poniżej 30 Pa (a). Następnie zatrzymujemy pompę próżniową i zapisujemy lokalną temperaturę otoczenia  $t_1$  i odczytujemy ciśnienie bezwzględne  $p_1$  w urządzeniu miernikiem McLeoda. Po 24 godzinach, zapisujemy ponownie temperaturę otoczenia  $t_2$  i ciśnienie bezwzględne  $p_2$  w urządzeniu. Z wzoru poniżej wyliczamy wzrost ciśnienia  $\Delta p$  w pompie ciepła. Wyliczony wzrost ciśnienia nie może przekroczyć 5 Pa.

$$\Delta p = p_2 - p_1 \times \frac{273 + t_2}{273 + t_1}$$

- 2) W przypadku przekazanych do użytku pomp ciepłych, gazoszczelność jest testowana za pomocą testu pęcherzykowego i realizowane jest poprzez połączenie wylotu z pompy próżniowej ze zbiornikiem wypełnionym olejem przy pomocy węża gumowym lub plastikowego.
  - i. Testowanie pojemności granicznej pompy próżniowej.
  - ii. Dopóki pojemność graniczna jest dopuszczalna, otwórz zawór odpowietrzający absorbera, a następnie powoli otwórz zawory odpowietrzające górny i dolny pompy próżniowej w celu opróżnienia przez 2 minuty. Następnie zamknij zawór balastowy pompy próżniowej i policz liczbę pęcherzyków na minutę. Jeżeli liczba pęcherzyków na minutę jest równa lub mniejsza niż 7, gazoszczelność pompy ciepła jest zadowalająca. Powtórz test, jeżeli liczba pęcherzyków jest większa niż 7. Jeżeli liczba pęcherzyków nie może być zmniejszona do 7 w ciągu 2 godzin, należy wykonać test nadciśnieniowy.

#### 5.1.5.2. Nadciśnieniowy test szczelności

Pompa ciepła jest napełniana azotem pod ciśnieniem 0,08 MPa (g). Jeżeli azot nie jest dostępny, w zamian należy wykorzystać suche powietrze nie zawierające oleju. W przypadku urządzeń przekazanych do użytku lub eksploatowanych, zastosowanie ma tylko azot. Należy pokryć wodą z mydłem możliwe lokalizacje przecieków np. spawy, zawory, uszczelki kołnierzowe itp. Lokalizacja wycieków będzie tam gdzie pojawiają się mydlane pęcherzyki. Po znalezieniu wszystkich punktów przecieków, należy opróżnić urządzenie w celu jego naprawy. Po naprawie należy ponownie wykonać test podciśnieniowy.

Gaz jest zwykle wprowadzany do pompy ciepła i wypuszczany poprzez zawór próbkowania chłodziwa. Aby wprowadzić gazu poprzez zawór próbkowania chłodziwa należy obniżyć poziom wody chłodzącej (chłodziwa) w parowniku. Gdy w urządzeniu nie ma roztworu lub wody chłodzącej (chłodziwa), wprowadzenie i wypuszczanie gazu można wykonać przez dowolny zawór łączący przestrzeń pompy ciepła po stronie roztworu

z atmosferą.

**!Uwaga:** Przed wprowadzeniem gazów do pompy, musi zostać otwarty górny zawór odpowietrzający pompy próżniowej.

#### **5.1.6. Kontrola elementów systemu sterowania i urządzeń elektrycznych**

Możliwe jest uszkodzenie elementów systemu sterowania lub urządzeń elektrycznych podczas transportu i montażu pompy ciepła. Dlatego po zamontowaniu pompy ciepła, sprawdzenie stanu technicznego systemu sterowania oraz urządzeń elektrycznych powinien wykonać autoryzowany serwis fabryczny producenta - firmy Shuangliang.

##### **5.1.6.1. Kontrola okablowania**

Należy sprawdzić, w porównaniu do schematów elektrycznym, zgodność i prawidłowość wykonania montażu okablowania elektrycznego na obiekcie ze szczególnym uwzględnieniem przewodów zasilających i okablowania łączącego źródło zasilania z innymi urządzeniami (np. pompami).

##### **5.1.6.2. Kontrola systemu sterowania**

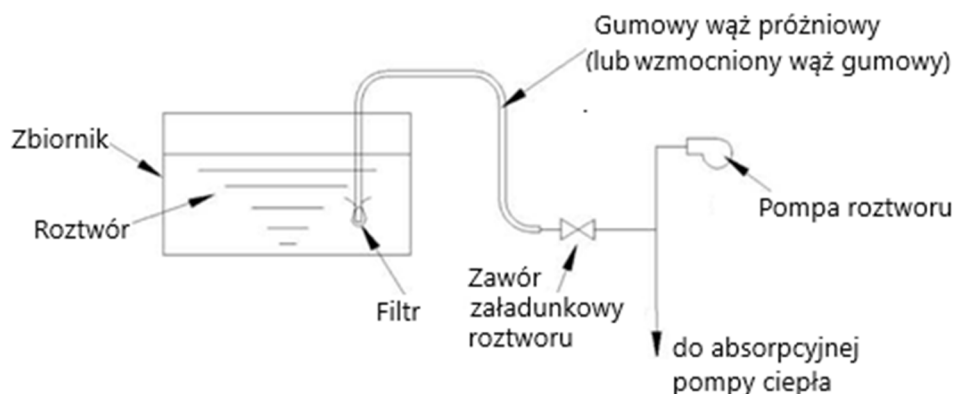
Elementy w skrzynce panelu sterowania powinny być nienaruszone. Okablowanie, wartości ustawień aparatury, czujniki i przełącznik przepływu powinny być właściwie ustawione lub zainstalowane.

#### **5.1.7. Ładowanie roztworu do urządzenia (pompy ciepła)**

Dostarczony roztwór LiBr musi być w odpowiednich proporcjach zmieszany z molibdenianem litowym jako inhibitorem korozji. Alkaliczność roztworu musi skorygowana do standardowego zakresu ustalonego przez producenta pompy ciepła (Tabela 1-2 określa wymagane parametry techniczne roztworu). Dane te powinny być potwierdzone (poprzez wykonanie badania próbki roztworu) przed jego załadunkiem do urządzenia.

Roztwór jest zasysany do jednostki próżniowej poprzez zawór załadunku roztworu zlokalizowany przy wylocie z pompy roztworu. Przed wprowadzeniem roztworu należy otworzyć zawór regulacyjny silnego roztworu. Następnie należy wytworzyć w pompie ciepła bezwzględne ciśnienia niższego niż 100 Pa(g). Kiedy w pompie ciepła nie ma roztworu ani wody, przed załadunkiem roztworu, można wykonać test pęcherzykowy opisany w punkcie 5.1.5.1 przy wytworzeniu próżni w urządzeniu do momentu, gdy liczb pęcherzyków jest poniżej 7 na minutę.

Instalacja do załadunku roztworu do pompy została opisana na Rysunku 5-1. Jeden koniec podciśnieniowego węża gumowego lub węża gumowego wzmocnionego należy podłączyć do zaworu załadunkowego roztworu a drugi koniec węża wyposażony w filtr zanurzyć w beczce o pojemności 0,6 m<sup>3</sup> roztworu (beczki służące do transportu roztworu). Po wytworzonym podciśnieniu w pompie ciepła należy otworzyć zawór załadunkowy roztworu, tak aby roztwór był zasysany do pompy ciepła. W czasie załadunku cały czas należy trzymać wąż zanurzony w pojemniku. Załadunek należy przerwać zamykając zawór załadunkowego roztworu jeżeli poziom w pojemniku jest na tyle niski, że spowodowałby odkrycie końcówki węża z filtrem.



**Rycina 5-1. Wprowadzanie roztworu do urządzenia**

Roztwór należy wprowadzać do pompy ciepła w dwóch etapach. W pierwszym etapie należy wprowadzić około połowę roztworu do pompy ciepła. Po załadunku pierwszej części roztworu należy zamknąć zawór załadunkowy roztworu. Włączyć na chwilę pompę roztworu i sprawdzić jej kierunek (przez **naciśnięcie "Solution pump start" i "Solution pump stop"** na ekranie dotykowym sterownika). W przypadku złego kierunku pompy należy zamienić miejsce podłączenia dwóch przewodów zasilających silnik pompy. Po ustaleniu prawidłowego kierunku obrotu pompy roztworu należy uruchomić pompę roztworu z najniższą częstotliwością przez 5 minut. Następnie należy wyłączyć pompę roztworu i wprowadzić resztę roztworu do urządzenia.

Po zakończeniu ładowania, należy zamknąć zawór załadunkowy roztworu i zdemontować gumowy wąż oraz przykręcić zaślepką z użyciem uszczelniacza Loctite na końcówkę zaworu załadunkowy roztworu. Na końcu należy usunąć niekondensowany (nieskroplony) gaz rozpuszczony w roztworze, z Absorbera, przy pomocy pompy próżniowej.

#### **5.1.8. Wprowadzanie oktanolu do roztworu**

Oktanol jest zwykle wprowadzany przy pomocy tego samego procesu co roztwór, masa wymaganego oktanolu to około 0,3% masy roztworu.

### **5.2. Rozruch**

**Rozruch pompy ciepła muszą przeprowadzić uprawnieni pracownicy serwisu producenta pompy z firmy Shuangliang. Wielkość otwarcia zaworu regulującego silnego roztworu, zaworu rozpylacza wody chłodzącej, zaworu regulacyjnego gorącej wody wprowadzanej do wymiennika ciepła kondensatu powinna być ustalona w trakcie rozruchu. Wtórne nakrętki uszczelniające zaworów po wykonanej regulacji powinny być dokręcone.**

Rozruch jest testem pracy i ustaleniem rzeczywistych warunkach pracy urządzenia. W czasie rozruchu ustala się tempo obiegu roztworu, otwarcie zaworów, dokonuje się zmiany nastaw w systemie sterowania i zabezpieczeń, tak aby pompa ciepła pracowała z najwyższą dostępną wydajnością w danych warunkach pracy.

Podczas wykonywania rozruchu, pompa ciepła jest obsługiwana ręcznie wg poniższej kolejności:

- 1)** Włączenie wszystkich przełączniki zasilania, wybieranie trybu ręcznego - **"Manual Mode"** i sprawdzenia wartości ustawień systemu.

- 2) Sprawdzenie, że wszystkie wskaźniki usterek (należy oczekiwać wskazania odcięcia gorącej wody odpadowej) były wyłączone dla dalszego prowadzenia rozruchu.
- 3) Sprawdzenie, że zawór wylotowy pompy gorącej wody odpadowej jest zamknięty, następnie uruchomienie pompy gorącej wody odpadowej i powoli otwieranie zawór wylotowy. Wyregulowanie natężenie przepływu gorącej wody odpadowej (lub różnicę ciśnienia) do jego wartości znamionowej.
- 4) Sprawdzenie, że zawór wylotowy pompy gorącej wody sieciowej jest zamknięty, następnie uruchomienie pompy gorącej wody sieciowej i powoli otwieraj zawór wylotowy. Wyregulowanie natężenie przepływu wody gorącej (lub różnicę ciśnienia) do jego wartości znamionowej.
- 5) Uruchomienie chwilowe pompę próżniową i sprawdzenie kierunku obrotu. Uruchomienie pompy próżniowej po potwierdzeniu właściwego kierunku obrotu w celu usunięcia niekondensowanego (nieskroplonego) gazu (opisane szczegółowo w punkcie 6.4). Wyłączenie pompy próżniowej i zamknięcie wszystkich zaworów systemu odpowietrzającego (próżniowego), kiedy uzyskane zostanie zadowalające podciśnienie.
- 6) Sprawdzenie, czy zawór regulacyjny silnego roztworu jest otwarty do połowy a zawór regulacyjny pary jest zamknięty. Otwarcie ręcznego zaworu odcinający systemu pary w celu usunięcia z wnętrza całości kondensatu.
- 7) **Naciśnięcie "Start system", "Confirm" i "Confirmation completed".** Następnie **naciśnięcie** opcji **"Solution pump start"** w celu uruchomienia pompy roztworu.
- 8) **Naciśnięcie** napisu **"Open regulating valve"** w celu otwarcia zaworu regulacyjnego źródła ciepła (pary) (otwarcie zaworu regulacyjnego powinno być zwiększane powoli). Każde **naciśnięcie "Open regulating valve"** otworzy zawór o około 5%. Podobnie, zawór regulujący może być zamknięty o około 5% przez **naciśnięcie** jednokrotne **"Close regulating valve"**. Jeżeli na ekranie **"Parameter display"** ciśnienie pary wynosi ponad 0 MPa (g) lub występuje głośny hałas pochodzący z rurociągu pary, należy wstrzymać stopniowe otwieranie zaworu, pompa ciepła wchodzi w etap podgrzewania wstępnego trwający około 8-10 minut. Jeżeli ciśnienie pary jest niższe niż 0,1MPa, ponownie należy nacisnąć napis **"Open regulating valve"** w celu stopniowego otwarcia zaworu regulacyjnego pary. Tempo zwiększania ciśnienia pary powinno być utrzymywane na poziomie 0,1 MPa na 5 minut.
- 9) Sprawdzenie stężenie silnego roztworu. Gdy ciśnienie pary ustabilizuje się w czasie 10 minut, pobierać należy próbkę silnego roztworu i zmierzyć jej stężenie w celu porównania z wyświetlaną wartością stężenia w systemie. Jeżeli stężenie roztworu silnego zwiększa się do pewnej wartości, należy **nacisnąć** napis **"Start refrigerant pump"**. Następnie należy pobierać próbkę wody chłodzącej (chłodziwa) i zmierz jej gęstość. Jeżeli gęstość jest dopuszczalna należy otworzyć zawór rozpylacza wody chłodzącej. Jeżeli woda chłodząca jest zanieczyszczona, przymknąć zawór rozpylania i otworzyć zawór obejściowy, aż woda chłodząca będzie odpowiednia. Następnie należy otworzyć zawór rozpylania.
- 10) Ustawienie otwarcia zaworu regulacyjnego silnego roztworu. Sprawdzenie czy jest sygnał wysokiego poziomu z czujnika poziomu (sprawdzanie ciągle przez 10 minut). Jeżeli tak, zwiększenie wartość zadanej wysokiego ciśnienia odpowiadającą częstotliwości wyjściowej falownika. Lepiej jest zmniejszyć częstotliwość o 1,0-1,5 Hz zawsze przy zmianie ustawienia ciśnienia do chwili, kiedy sygnał wysokiego poziomu zostanie wyłączony.
- 11) Pobieranie próbki silnego roztworu i pomiar stężenie. Wyregulowanie ilość roztworu w obiegu stosownie

do stężenia (doregulowanie zawór regulujący silnego roztworu w górę lub w dół) aż pompa ciepła będzie pracować w nominalnych warunkach pracy (tzn. temperatura i natężenie przepływu gorącej wody odpadowej, temperatura i natężenie przepływu gorącej wody sieciowej i ciśnienie pary są takie jak wskazane na tabliczce znamionowej). W tym momencie, stężenie silnego roztworu powinno być odpowiednie, częstotliwość falownika to stabilne 45-50 Hz, poziom roztworu w generatorze jest stabilny i nie ma hałasu pochodzącego z wymiennika ciepła (zwiększenie ilość roztworu w obiegu jeśli w wymienniku ciepła słychać hałas).

- 12) Gdy pompa pracuje z pełną wydajnością przez około 1-2 godziny, pozostawienie górnego zaworu odpowietrzającego otwartego oraz porównanie dźwięk z wylotu pompy próżniowej poprzez otwieranie i zamykanie dolnego zaworu odpowietrzającego. Jeżeli nie ma oczywistej różnicy, należy zamknąć zawory odpowietrzające górny i dolny, a następnie **naciśnąć** napis "**Vacuum pump stop**" w celu zatrzymania pompy próżniowej (zazwyczaj jest to po 2-5 godzinach działania przy pełnym obciążeniu).
- 13) Wszystkie wtórnie uszczelnione zakrętki zaworów powinny być uszczelnione uszczelniaczem.
- 14) Rozruch jest zakończony a urządzenie jest gotowe do pracy.
- 15) Urządzenie wyłącza się po **naciśnięciu** "**System stop**" na ekranie monitoringu, tak aby pompa ciepła zatrzymała się po operacji rozcieńczania roztworu – opisane szczegółowo na schemacie blokowy systemu sterowania (Rysunek 4-3) w zakresie sekwencji wyłączania pompy gorącej wody sieciowej i pompy gorącej wody odpadowej. Na koniec wyłączenie zasilanie szafki sterowniczej i systemu.

## 6. CZYNNOŚCI OBSŁUGOWE

### 6.1. Podstawowe warunki bezpieczeństwa przy obsłudze pompy ciepła

- 1) "Instrukcja bezpieczeństwa, instalacji i obsługi parowej bromolitowej absorpcyjnej pompy ciepła pierwszej kategorii XRI5-(40/30)-500(65/86,5)" sporządzona przez Shuangliang powinna być umieszczona w pomieszczeniu technicznym - w miejscu obsługi absorpcyjne pompy ciepła
- 2) Należy ustanowić ścisłe reguły postępowania, zasady i przepisy w organizacji użytkownika dotyczące obsługi absorpcyjnej pompy ciepła w celu zapewnienia bezpieczeństwa obsługi w pomieszczeniu technicznym pompy ciepła. Tylko uprawniony personel może wchodzić do pomieszczenia technicznego i dotykać urządzenia sterującego. Tylko przeszkolony personel użytkownika oraz autoryzowany personel producenta z firmy Shuangliang ma kwalifikacje do obsługi pompy ciepła.
- 3) W przypadku pompy ciepła, której ciśnienie pary jest większe niż 0,1 MPa, jej eksploatacja, konserwacja i regularna kontrola powinny podlegać odpowiednim przepisom dotyczącym urządzeń ciśnieniowych, w tym dyrektywie PED i normom z nią zharmonizowanych oraz przepisom dotyczącym eksploatacji urządzeń ciśnieniowych danego kraju, w którym urządzenie jest eksploatowane
- 4) Pompa ciepła powinna być sprawdzona pod kątem wycieku, który mógłby skrócić jej okres użyteczności. Po wystąpieniu wycieku, powinien być wprowadzony azot do wnętrza pompy ciepła w celu wykrycia punktów przecieków. Wszystkie elementy uszczelniające należy okresowo wymieniać na ten sam typ lub ten sam materiał przed zakończeniem cyklu życia produktu. Wymian należy dokonywać w odpowiedni sposób.
- 5) Gdy na jakakolwiek część pompy ciepła pojawi się zjawisko korozji, zwłaszcza na elemencie spawanym,



należy powyższy element oczyścić i zabezpieczyć powłoką malarską w celu uniknięcia powstania przyszłych nieszczelności. Wszystkie elementy elektryczne nie powinny być malowane a sam proces malowanie jest zabronione, podczas pracy pompy ciepła. W przeciwnym razie, powstający gaz może spowodować wybuch. W pomieszczeniu technicznym, w którym eksploatowana jest pompa ciepła nie może być żadnych wybuchowych, toksycznych i korozyjnych gazów.

- 6) Pompa ciepła nie może być uruchomiona w przypadku potencjalnego problemu z urządzeniami bezpieczeństwa (urządzeniami i instalacjami zabezpieczające pompę przez uszkodzeniem). Jeżeli wystąpią jakiegokolwiek problemy w tym zakresie, należy je natychmiast rozwiązać.
- 7) Ustawienie wartości przepływu dla przełącznika przepływu gorącej wody odpadowej zostało wykonane, na dopuszczalną minimalną wartość, przez producenta pompy ciepła. Zabronione jest samowolne obniżanie tej wartości. Pompa ciepła nie może być uruchomiona, gdy przełącznik przepływu gorącej wody odpadowej działa nieprawidłowo. Zakazane jest uruchamianie urządzenia, gdy w instalacji rurowej zostaną wykryte istotne drgania wpływające na prace pompy ciepła.
- 8) Zabronione jest wyłączenie pomp wodnych przed zatrzymaniem pompy ciepła.
- 9) Zabronione jest wyłączenie pompy gorącej wody odpadowej przed zatrzymaniem pompy gorącej wody sieciowej.
- 10) Do zasilania pompy ciepła może być użyte tylko niezawodne źródło zasilania a do zasilania sterownia pompy ciepła należy użyć zasilania gwarantowanego. W instalacji pompy ciepła, zasilanie może być wyłączone tylko wtedy, kiedy pompa ciepła zostanie eksploatacyjne wyłączona przez obsługę zgodnie zaleceniami instrukcji eksploatacji.
- 11) Silniki i elementy elektryczne powinny być zabezpieczone przed wodą, aby uniknąć nieprzewidzianej ich awarii.
- 12) Panel sterowania nie może być otwarty, podczas pracy pompy ciepła.
- 13) Temperatura powierzchni generatora, wymienników ciepła pompy ciepła oraz rur instalacji jest bardzo wysoka, podczas pracy pompy ciepła. Dlatego należy unikać kontaktu z tymi elementami urządzenia, aby nie ulec oparzeniu.
- 14) W czasie pracy lub postoju urządzenie należy wykonywać cykliczne czynności konserwacyjne, określone szczegółowo w rozdziale 8 „Czynności konserwacyjne”.
- 15) Roztwór bromolitowy jest nietoksyczny ale oktanol zmieszany z roztworem jest substancją drażniącą. Dlatego pomieszczenie techniczne powinno mieć dobrą wentylację. Kiedy roztwór bromku litu rozleje się na skórę, należy niezwłocznie zmyć zalane miejsce bieżącą wodą.
- 16) Temperatura pomieszczenia technicznego powinna być utrzymywana w zakresie 5°C do 40°C a wilgotność względna powinna być nie większa niż 90%.
- 17) Przed opróżnieniem urządzenia (wytwarzanie próżni) pompą próżniową, należy otwierać kurek odwadniający u dołu syfonu olejowego (separatora oleju) w celu usunięcia nagromadzonego kondensatu z jego wnętrza.
- 18) Akumulatory sterownik PLC i ekranu (panel) dotykowego należy wymieniać cyklicznie co 2 lata. Czas wymiana wynosi ok. 5 minut. W przypadku sterownika PLC, kiedy lampka ERR na jednostce CPU miga ale pompa ciepła nadal pracuje, wówczas akumulator należy wymienić w ciągu najbliższego krótkiego przestoju konserwacyjnego instalacji w celu uniknięcia utraty programu przechowywanego w sterowniku

PLC. W przypadku ekranu dotykowego, kiedy lampka POWER świeci na czerwono ale urządzenie nadal pracuje, akumulator należy wymienić w ciągu najbliższego krótkiego przestoju konserwacyjnego instalacji w celu uniknięcia utraty programu przechowywanego w panelu dotykowym.

- 19) Podczas obsługi pompy ciepła należy sprawdzać na bieżąco czy natężenie przepływu gorącej wody odpadowej dla uzyskania temperatury wylotowej gorącej wody sieciowej zagwarantuje, że temperatura wylotowa gorącej wody odpadowej spełnia wymagania prawidłowej pracy pompy ciepła.

## **6.2. Standardowa procedura obsługowa**

### **6.2.1. Proces uruchomienia**

- 1) Włącz zasilanie szafy panelu sterowania i otwórz interfejs **"TROUBLE MONITORING"**. Upewnij się, że żadna lampka wskazująca problem nie jest zapalona (z wyjątkiem wskazującej odcięcie gorącej wody odpadowej).
- 2) Uruchom pompę gorącej wody odpadowej przy zamkniętym zaworze wylotowym z pompy. Po uruchomieniu pompy zawór wylotowy należy otwierać powoli w celu wyregulowania natężenia przepływu (lub ciśnienia) do wartości nominalnej.
- 3) Uruchom pompę gorącej wody sieciowej przy zamkniętym zaworze wylotowym z pompy. Po uruchomieniu pompy zawór powinien być otwierany powoli w celu wyregulowania natężenia przepływu (lub ciśnienia) do wartości nominalnej.
- 4) Otwórz zawór ręczny wlotu pary, gdy wypuszczana jest skondensowana woda systemu parowego.
- 5) **Naciśnij** **"SYSTEM START"**, **"CONFIRM"** i **"CONFIRMATION COMPLETED"** na ekranie **"OPERATION MONITORING"** w celu wprowadzenia trybu operacyjnego.
- 6) Sprawdź ciśnienie urządzenia do automatycznego odpowietrzania. Uruchom pompę próżniową w celu opróżnienia butli gazowej, gdy ciśnienie osiągnie 10 kPa plus ciśnienie pary nasyconej w temperaturze parowania.
- 7) Regularnie sprawdzaj warunki pracy i rób zapisy co dwie godziny.

### **6.2.2. Proces wyłączania**

- 1) Zamknij zawór ręczny wlotu pary i **wciśnij** napis **"SYSTEM STOP"**. Następnie rozpoczynany jest proces rozcieńczania.
- 2) Pompa wody chłodzącej (chłodziwa) zostanie zatrzymana automatycznie po procesie rozpuszczania roztworu.
- 3) Pompa roztworu zostanie wyłączona automatycznie po procesie rozcieńczania roztworu z opóźnieniem czasowym.
- 4) Wyłącz pompę gorącej wody sieciowej po zamknięciu zaworu wylotowego gorącej wody sieciowej. Wyłącz pompę gorącej wody odpadowej po zamknięciu zaworu wylotowego gorącej wody odpadowej.
- 5) Wyłącz źródło zasilania panelu sterowania.
- 6)

#### **!Uwaga:**

- 1) Całość wody chłodzącej (chłodziwa) powinna być poprowadzona przez obejście z parownika do absorbera, jeżeli temperatura otoczenia wynosi poniżej 20°C a pompa ciepła została zatrzymana na więcej niż 8 godzin wcześniej.
- 2) Urządzenia zabezpieczające należy sprawdzać regularnie, aby zagwarantować prawidłowe działanie pompy ciepła.

3) Należy nadzorować wszystkie elementy pompy ciepła zgodnie z niniejszą instrukcją.

### **6.3. Czynności obsługowe**

W celu zagwarantowania stałej normalnej pracy pompy ciepła, wymagana jest obserwacja pompy ciepła w trakcie pracy, aby można było wykryć nietypowe zjawiska i zareagować na nie na czas.

#### **6.3.1. Obserwacja temperatury wylotowej gorącej wody odpadowej**

Temperatura wylotowa gorącej wody odpadowej powinna być często sprawdzana. Jeżeli temperatura wzrasta z uwagi na pogorszenie się parametrów pracy pompy a nie warunków zewnętrznych, należy rozwiązywać powstałe przyczyn w oparciu o wiadomości zawarte w Tabeli 7-1.

#### **6.3.2. Obserwacja temperatury gorącej wody sieciowej**

Temperatura wylotowa gorącej wody sieciowej powinna być często sprawdzana. Jeżeli temperatura obniża się z uwagi na pogorszenie parametrów pracy pompy a nie warunków zewnętrznych, należy rozwiązywać powstałe przyczyn w oparciu o wiadomości zawarte w Tabeli 7-1.

Kiedy pompa ciepła pracuje, należy obserwować ciśnienia na wlocie i wylocie gorącej wody sieciowej. Jeżeli zmieniają się one w istotny sposób, należy rozwiązywać powstałe przyczyn w oparciu o wiadomości zawarte w Tabeli 7-1.

Jeżeli pozostałe parametry nie zmieniają się w oczywisty sposób, może być to spowodowane przez osadzanie się kamienia lub zatkanie rur wymiennika ciepła, bądź pęknięcie uszczelki przegrody pokrywy końcowej wymiennika ciepła wody chłodzącej (chłodziwa).

#### **6.3.3. Kontrola stanu podciśnienia pompy ciepła**

Jeśli pompa próżniowa ma problemy z utrzymanie prawidłowego podciśnienia w pompie ciepła, należy zbadać powody takiej sytuacji. Jeżeli przyczyn nie da się ustalić, wówczas należy sprawdzić gazoszczelność pompy ciepła. Jeżeli ciśnienie wewnątrz pompy ciepła szybko się zwiększa, może to być spowodowane pęknięciem rur wymiennika ciepła lub powstaniem innych nietypowych przecieków. W tym przypadku, pompa ciepła powinna zostać natychmiast zatrzymana. Przepływ gorącej wody odpadowej i gorącej wody sieciowej powinien zostać wyłączony a przestrzeń w pompie ciepła, przez które przepływa woda sieciowa i odpadowa należy opróżnić z wody, aby odizolować gorącą wodę odpadową i gorącą wodę sieciową od powstałych części pompy ciepła. Następnie należy wykonać test na gazoszczelność pompy, aby znaleźć punkty potencjalnych przecieków.

#### **6.3.4. Obserwacja dźwięku i prądu hermetycznych pomp (pompa roztworu i pompa chłodziwa)**

W przypadku wystąpienia problemów eksploatacyjnych np. zaobserwowany zostanie nietypowy hałas podczas pracy pomp należy skontaktować się producentem – firmą Shuangliang w celu ustalenia przyczyn i powzięcia środków zaradczych.

### 6.3.5. Regulacja odchyleń

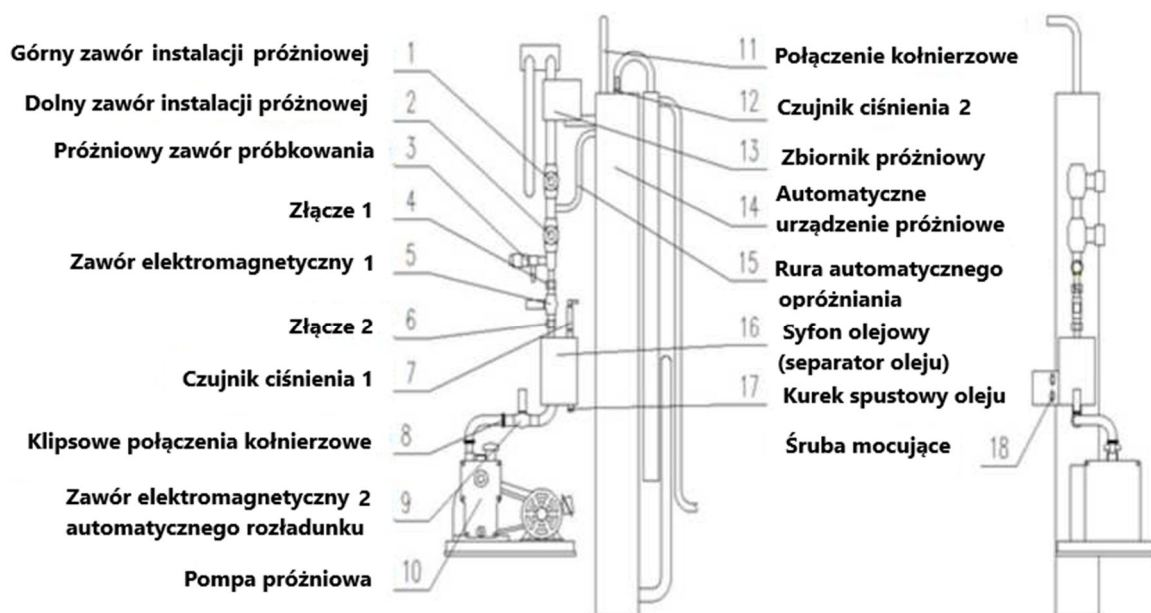
Należy obserwować czy wyświetlona na panelu dotykowym sterownika wartość temperatury jest taka sama jak rzeczywista zmierzona wartość na obiekcie. Jeżeli jest inna, należy skorygować wartość odchyleń w systemie sterowania.

### 6.3.6. Pozostałe czynności kontrolno-obsługowe

- 1) Sprawdzanie stanu olej pompy próżniowej np. czy jest zemulgowany lub zanieczyszczony.
- 2) Sprawdzenie drgań pomp oraz temperatur silników (czy brak jest nadmiernych wibracji lub czy silniki nie są przegrzane),
- 3) Sprawdzanie gęstość wody chłodzącej - raz w tygodniu podczas pierwszych dwóch tygodni pracy, po każdym uruchomieniu pompy ciepła,
- 4) Testowanie urządzeń zabezpieczających – systemu blokad i zabezpieczeń, co najmniej raz na rok. Jeżeli wykryta zostanie jakakolwiek usterka, należy ją natychmiast naprawić przed ponownym uruchomieniem urządzenia.

## 6.4. Proces opróżniania (tworzenia próżni)

Prawidłowa wartość podciśnienia jest niezbędne do normalnego działania pompy ciepła. Stopień podciśnienia (tzn. ilość nieskroplonego gazu) wpływa na wydajność pracy i na cykl życia pompy ciepła. W celu utrzymania dobrych warunków podciśnieniowych w pompie ciepła, należy wykonywać czynności obsługowe i konserwacyjne ściśle według wskazań opisanym w niniejszej instrukcji. Podczas procesu odpowietrzania (tworzenia próżni), zawór odpowietrzający do próbkowania jest zamknięty, natomiast pozostałe zawory powinny być ustawiane zgodnie z procedurą opisaną poniżej.



Rysunek 6-1. Automatyczny system próżniowy

### 6.4.1. Ręczne odpowietrzanie (tylko podczas rozruchu i konserwacji)

W czasie rozruchu i konserwacji, **naciśnij** przycisk "Vacuum system" na ekranie panelu "Operation monitoring", aby otworzyć ekran "Purging system". **Naciśnij** "Manual", a następnie **naciśnij** "Start vacuum pump", aby uruchomić pompę próżniową.

Szczegółowa operacja jest opisana poniżej:

- 1) Należy dopilnować, by wszystkie zawory z wylotem do atmosfery jak zawór próbkowania chłodziwa, zawór załadunkowy roztworu, zawór próbkowania silnego roztworu, itp. był zamknięty.
- 2) Zmierz graniczną wydajność odpowietrzania pompy próżniowej.
- 3) Jeżeli zmierzona graniczna wydajność odpowietrzania jest dopuszczalna, zamknij odpowietrzający zawór do próbkowania, całkowicie otwórz górny zawór odpowietrzający, a następnie powoli uchyl dolny zawór odpowietrzający. Jeżeli stopień podciśnienia wewnątrz pompy ciepła wzrasta, całkowicie otwórz dolny zawór odpowietrzający.
- 4) Jeżeli wewnątrz pompy ciepła nie ma roztworu, zamknij górny zawór odpowietrzający i dolny zawór odpowietrzający i zatrzymaj pompę próżniową, kiedy ciśnienie wewnątrz jest poniżej 100Pa.
- 5) Jeżeli usuwanie powietrza odbywa się, podczas kiedy roztwór znajduje się w pompie ciepła, która została zatrzymana, do odpowietrzania należy użyć pompy próżniowej i pomiar podciśnienia wykonywany za pomocą testu pęcherzykowego.

#### **Test pęcherzykowy**

Zainstaluj złącze i wąż przy wylocie pompy próżniowej. Wprowadź drugi koniec węża do wnętrza otwartego pojemnika z wodą (zanurzyć wąż około 50 mm poniżej poziomu wody w pojemniku). Zamknij odpowietrzający zawór do próbkowania, następnie uruchom pompę próżniową, zamknij zawór balastowy. Policz liczbę wydobywających się pęcherzyków, gdy sytuacja będzie ustabilizowana i zapisuj ich liczbę co minutę. Otwórz zawory usuwania powietrza górny oraz dolny i policz pęcherzyki. Opróżnij urządzenie, gdy ilość pęcherzyków jest duża. Następnie zapisz liczbę, gdy pęcherzyki są mniej stabilne. Zatrzymaj proces odpowietrzania pompy, jeśli różnica pomiędzy dwoma zapisami jest mniejsza niż 3/min. Jeżeli pompa ciepła pracuje, górny zawór odpowietrzający jest zazwyczaj zamknięty a dolny zawór odpowietrzający jest zazwyczaj otwarty. Dolny zawór odpowietrzający powinien być zamknięty podczas postoju pompy ciepła.

Jeżeli pompa ciepła nie uruchomi się za pierwszym razem a podciśnieniowe warunki są słabe, opróżnij urządzenie zgodnie z krokami podanymi powyżej.

#### **6.4.2. Operacja automatycznego odpowietrzania (tworzenia próżni)**

Podczas normalnej pracy pompy ciepła działa automatyczny system odpowietrzania (tworzenia próżni). Niekondensowany (nieskroplony) gaz zostanie automatycznie usunięty do butli gazowej przez jednostkę automatycznego opróżniania i automatycznie odprowadzony przez pompę próżniową zależnie od ciśnienia panującego w butli gazowej, które jest mierzone przez system sterowania.

**Naciśnij "PURGING SYSTEM"** na ekranie panelu dotykowego **"OPERATION MONITORING"**. Po otwarciu ekranu **"PURGING SYSTEM"**, wybierz tryb **"AUTO"**. W czasie pracy, niekondensowany (nieskroplony) gaz będzie automatycznie usuwany do butli gazowej. Zależnie od wartości zadanej ciśnienia, system sterowania automatycznie uruchamia pompę próżniową i steruje elektromagnetycznym zaworem odpowietrzającym w celu automatycznego opróżnienia urządzenia.

### 6.4.3. Napraw elektromagnetycznego zawór odpowietrzającego

Kiedy elektromagnetyczny zawór odpowietrzający działa nieprawidłowo, należy na początku zamknąć dolny zawór odpowietrzający. Jeżeli elektromagnetyczny zawór odpowietrzający 1 nie otwiera się lub jest zablokowany, należy zdemonstrować zawór, aby wykonać jego przegląd. W tym celu należy zdemonstrować złącze rurowe 1 i złącze rurowe 2 oraz poluzować śruby mocujące syfonu olejowego (separator oleju) z płytą mocującą. Po naprawie lub wymianie elektromagnetycznego zaworu odpowietrzającego 1, najpierw należy zamontować złącze 1 i złącze 2, a następnie dokręcić śruby mocujące separator oleju do płyty mocującej. Jeżeli elektromagnetyczny zawór odpowietrzający 2 działa nieprawidłowo, należy zdemonstrować zawór, aby wykonać jego przegląd. W tym celu należy zdemonstrować klipsowe połączenie kołnierzone od strony pompy próżniowej oraz rozkręcić rurowe połączenie między elektromagnetycznym zaworem 2 a separatorem oleju. Po naprawie lub wymianie automatycznego zaworu solenoidowego 2, należy najpierw skrócić rurowe połączenie między elektromagnetycznym zaworem 2 a separatorem oleju a następnie zamontować klipsowe połączenie kołnierzone łączące elektromagnetycznym zaworem 2 z pompą próżniową. Szczegółową budowę automatycznego systemu próżniowego przedstawia rysunek Rysunek 6-1.

Podczas wymiany elektromagnetycznego zaworu odpowietrzającego, szczególną uwagę należy zwrócić na kierunek przepływu czynnika zaznaczony na zaworze. Strzałka kierunkowa na zaworze elektromagnetycznym 1 powinna być skierowana w górę, natomiast strzałka kierunkowa na zaworze elektromagnetycznym 2 powinna być skierowana do syfonu olejowego.

#### **!Uwaga:**

- 1) Podczas odpowietrzania, dolne i górne zawory odpowietrzające pompy próżniowej powinny być otwierane powoli w celu zabezpieczenia pompy próżniowej przed rozpylaniem oleju lub awarią z powodu szybkiego tempa odpowietrzania.
- 2) Podczas odpowietrzania, zawór balastowy powinien być otwarty w celu uniknięcia emulgowania oleju pompy próżniowej. Obserwuj kolor oleju pompy. Powinien zmienić się, jeśli jest mlecznobiały.
- 3) Regularnie otwieraj kurek do odpowietrzania syfonu olejowego w celu usunięcia płynu z wnętrza.
- 4) Jeżeli roztwór jest zasysany na zewnątrz przez pompę próżniową, zdemonstrowaj zawory elektromagnetyczne i oczyść je. Użyj czystej wody do oczyszczania części wewnętrznej, rdzenia zaworu i o-ringa uszczelniającego. Po oczyszczeniu, zmontuj rdzeń zaworu i pierścien uszczelniający. Jednocześnie, usuń olej z pompy próżniowej oraz umyj czystą wodą pompę próżniową. Po oczyszczeniu, wprowadź czysty olej do pompy próżniowej.

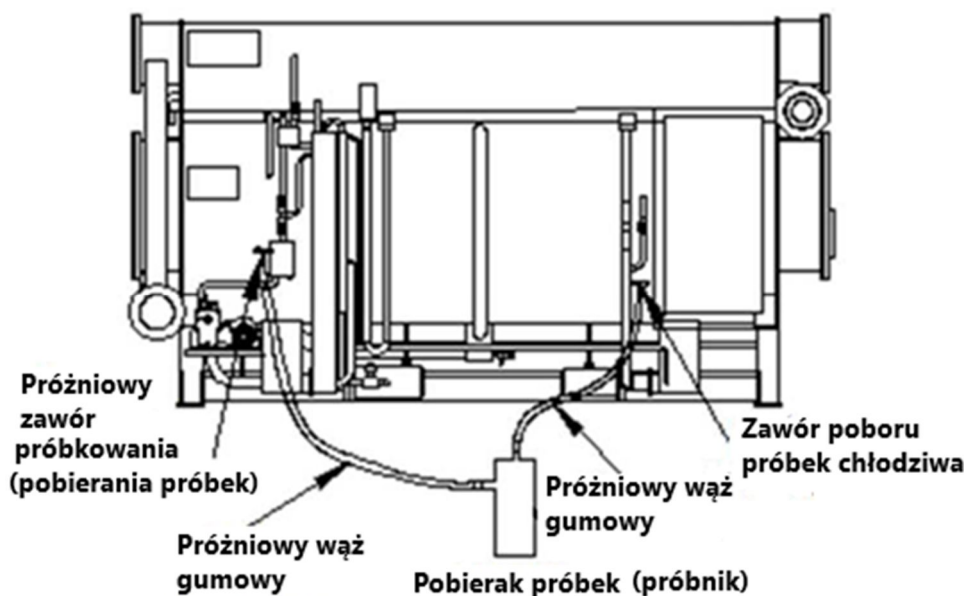
### 6.5. Zarządzanie wodą chłodzącą

Podczas pracy pompy ciepła, krople roztworu LiBr w generatorze mogą się dostawać do skraplacza lub parownika wraz z parą chłodziwa. Jeżeli woda chłodząca (chłodziwo) zawiera roztwór bromolitowy, jest ona zanieczyszczona. Zanieczyszczenie wody chłodzącej (chłodziwa) pogarsza wydajność pompy ciepła. Gdy zanieczyszczenie jest duże, może spowodować wyłączenie pompy ciepła. Dlatego gęstość wody chłodzącej

należy regularnie mierzyć podczas pracy pompy ciepła. Jeżeli woda chłodząca (chłodziwo) zostanie zanieczyszczona musi być zregenerowana.

#### 6.5.1. Pobieranie próbek wody chłodzącej

- 1) Jak pokazano na Rysunku 6-2, należy podłączyć węzem gumowym zawór poboru próbek chłodziwa z próżniowym zaworem próbkowania (zawór do pobierania próbek – pokazy jest wyraźnie na rysunku 6-1) zlokalizowanym na urządzeniu próżniowym (odpowietrzającym). Dla uzyskania większej szczelności elementy, do których podłączony jest wąż powinny być posmarowane olejem używanym w pompie próżniowej.
- 2) Następnie należy uruchomić pompę próżniową i otworzyć próżniowy zawór do próbkowania (do pobierania próbek) w celu napełnienia pobieraka próbek (próbniaka) na 1-3 minuty.
- 3) Następnie należy otworzyć zawór poboru próbek chłodziwa (wody chłodzącej) w celu przepuszczenia wody chłodzącej przez pobieraka próbek (próbniaka).
- 4) Gdy pobrana zostanie odpowiednia ilość wody chłodzącej (chłodziwa), należy zamknąć zawór do poboru próbek wody chłodzącej (chłodziwa), a następnie zamknąć próżniowy zawór próbkowania i wyłączyć pompę próżniową.
- 5) Na końcu wodę chłodzącą (chłodziwo) z próbniaka należy wlać do butelki 250ml i zmierz jej względną gęstość wody chłodzącej gęstościomierzem ze skalą: 1,0-1,1.



Rysunek 6-2. Pobieranie próbek wody chłodzącej

**!Uwaga:** Nie wolno stosować tego samego próbniaka lub butelki pomiarowej do wody chłodzącej i roztworu. Jeżeli jest tylko jeden próbniak i jedna butelka pomiarowa, należy ją starannie oczyścić wodą za każdym razem po pobraniu próbek i pomiarze gęstości. Po oczyszczeniu próbniak i butla pomiarowa powinny być właściwie osuszone. Próbką wody chłodzącej powinna być przechowywana osobno.

#### 6.5.2. Regeneracja wody chłodzącej (chłodziwa)

Woda chłodząca (chłodziwo) może być zregenerowana tylko w czasie pracy pompy ciepła.

Gdy gęstość wody chłodzącej jest większa niż 1.04g/ml, woda chłodząca uznawana jest za zanieczyszczoną.

W celu rozwiązania tego problemu, zawór obejściowy chłodziwa powinien być częściowo otwarty w celu zregenerowania wody chłodzącej podczas normalnej pracy pompy ciepła. Dopóki gęstość wody chłodzącej jest mniejsza niż 1.002g/ml, zawór obejściowy chłodziwa powinien być zamknięty.

## **6.6. Zarządzanie roztworem bromolitowym**

Roztwór bromolitowy jest korozyjny dla materiałów metalowych, z których zbudowana jest pompa ciepła.

W celu uniknięcia powstania zjawiska korozji, należy dodawać określoną ilość inhibitora w celu utrzymywania wartości alkalicznej roztworu w nominalnym zakresie (0,06-0,07N). Produkty korozyjne w roztworze bromolitowym mogą blokować otwory płytek ociekowych w absorberze oraz pogorszyć smarowania oraz chłodzenia pompy roztworu, co będzie mieć niesprzyjający wpływ na wydajność pompy ciepła i cykl jej życia (przyspieszy jej zużycie). Duże stężenie silnego roztworu doprowadzi może do krystalizacji. Dlatego roztwór powinien być okresowo próbkowany, mierzony i uzdatniany podczas pracy pompy ciepła. Zazwyczaj słaby roztwór powinien być okresowo próbkowany a silny roztwór próbkowany tylko wtedy, gdy musi być zmierzone jego stężenie.

### **6.6.1. Pobieranie próbek roztworu bromolitowego**

Pobieranie próbek słabego roztworu i silnego roztworu wykorzystuje tę samą metodę co pobieranie próbek wody chłodzącej. Próbkę roztworu są pobierane z zaworu załadowczego przy wylocie pompy roztworu (roztwór słaby) i zaworu pobierania próbek na skrzynce rozdzielczej roztworu, która znajduje się na dole dolnego płaszcza pompy ciepła (silny roztwór).

Przy pobieraniu próbki należy usunąć zakrętkę uszczelniającą z zaworu załadowczego podczas pobierania próbek słabego roztworu. Przykręć z powrotem zakrętkę uszczelniającą po pobraniu próbek w celu zapewnienia dodatkowego uszczelnienia zaworu.

### **6.6.2. Kontrola roztworu bromolitowego**

#### **6.6.2.1. Kontrola stężenia roztworu**

Wlej próbkowany roztwór do butelki pomiarowej 250ml i zmierz stężenie roztworu gęstościomierzem Baume. Jeżeli nie ma gęstościomierza Baume, stężenie roztworu mogą być określone przez krzywą temperatury i ciężaru właściwego zmierzonych odpowiednio termometrem i gęstościomierzem.

#### **6.6.2.2. Ocena wizualna roztworu**

Jakość roztworu może być oceniona wizualnie. Różne kolory roztworu oznaczają różne stopnie zużycia inhibitora lub obecność zanieczyszczenia. Próbkowany roztwór powinien być sprawdzony po odstawieniu na kilka godzin. Wyniki kontroli powinny zostać porównane z Tabelą 6-1. Próbkę roztworu należy przesłać do producenta pompy – firmy Shuangliang w celu uzyskania precyzyjnych wyników.



**Tabela 6-1. Wskazówki do oceny wizualnej roztworu**

Pozycja	Inhibitor (molilbdenian litowy)	
	Wygląd zewnętrzny	Założenie
Kolor	Szare	Korozja wystąpiła a inhibitor jest zużyty.
	Czarny	W roztworze generowane są znaczne ilości tlenku żelaza, wskazuje to, że inhibitor został w dużym stopniu zużyty.
Zawieszona materia	Niewielka	Brak problemów
	Znaczne	Znaczna ilość tlenku żelaza
Wytrącanie	Znaczne	Znaczna ilość tlenku żelaza

**6.6.3. Alkaliczność**

Należy utrzymywać alkaliczność roztworu LiBr w standardowym zakresie w celu uniemożliwienia korozji urządzenia (parametry zgodne z Tabelą 1-2). W czasie eksploatacji pomp ciepła alkaliczność roztworu LiBr należy dostosowywać do standardowego poziomu, takiego jak dla roztworu dostarczonego przez producenta. Alkaliczność roztworu zmienia się lub przekroczy standardowy poziom w czasie pracy pompy ciepła. Należy regularnie pobierać próbki roztworu w celu ich analizy i korygowanie wartości alkaliczności roztworu na podstawie otrzymanych wyniku analizy.

**!Uwaga:** Program regulacji alkaliczności powinien być przygotowany i kierowany przez uprawniony personel producenta - firmy Shuangliang.

**6.6.4. Inhibitor**

Pewna ilość molilbdenianu litowego jest dodawana do roztworu jako inhibitor w celu zapobieżenia korozji. Podczas pracy, inhibitor będzie zużywany. W szczególności, tempo zużycia jest stosunkowo szybkie na wczesnych etapach eksploatacji. Dlatego należy często pobierać próbki roztworu i wysyłać je do producenta pompy - firmy Shuangliang lub innego profesjonalnego laboratorium wykonującego analizy chemiczne. Należy dodawać do roztworu inhibitora, kiedy jego stężenie spada poniżej zalecanych limitów.

Ilość dodanego inhibitora jest ustalana na podstawie otrzymanych wyników analiz chemicznych. Inhibitor powinien być dostarczony przez dostawców rekomendowanych przez producenta pompy ciepła - firmę Shuangliang. Inhibitor należy dodać w czasie pracy poprzez wessanie przez zawór próbkowania chłodziwa. Następnie należy skierować wodę chłodzącą (chłodziwo) przez zawór obejściowy chłodziwa w celu transportu inhibitora do Absorbera. Po dodaniu inhibitora, pompa ciepła powinno działać przez co najmniej 3 godziny, aby zagwarantować, że inhibitor równomiernie wymiesza się w roztworze.

**!Uwaga:** Program dodawania inhibitora powinien być przygotowany i kierowany przez uprawniony personel producenta - firmy Shuangliang.

**6.6.5. Oktanol**

W celu poprawy wydajności urządzenia, do roztworu LiBr dodawana jest określona ilość oktanolu (stężenie około 0,3%). Należy uzupełniać oktanol, jeśli brakuje go w roztworze. Sytuacją świadczącą o braku oktanolu w roztworze jest pogorszenie wydajności pompy ciepła lub brak cierpkiego zapachu w roztworze oraz przy

wylocie z instalacji odpowietrzającej (instalacji wytwarzającej próżnię).

Oktanol musi zostać dodany do roztworu w zależności od potrzeb. Oktanol można dodawać do urządzenia w ten sam sposób co roztwór, przez zawór załadunku roztworu lub zawór próbkowania silnego roztworu

#### 6.6.6. Regeneracja roztworu LiBr

Regeneracja powinna być wykonana, gdy zmienia się składnik roztworu LiBr. Taka regeneracja musi być prowadzona przez producenta pompy – firmę Shuangliang a ostateczny sposób regeneracji zostanie określona w oparciu o wyniki chemicznej analizy próbki roztworu.

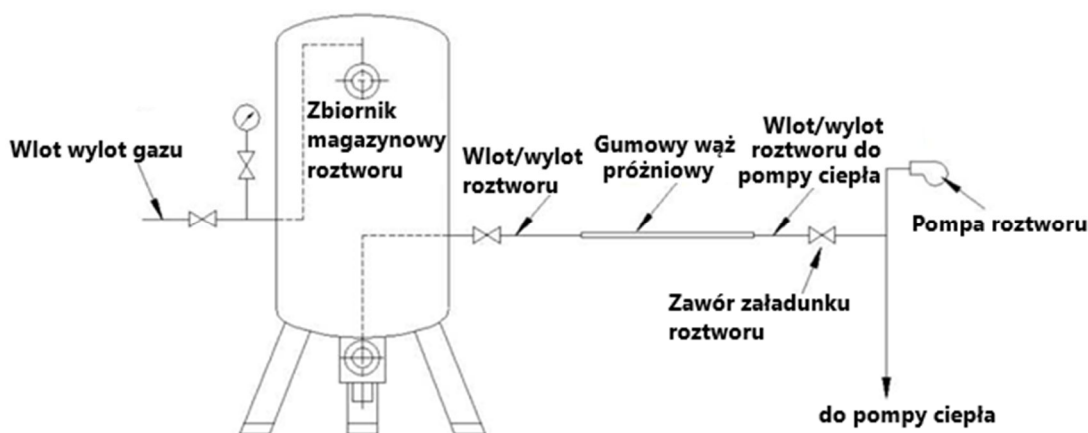
**!Uwaga:** Program regeneracji roztworu powinien zostać przygotowany i kierowany przez uprawniony personel producenta - firmy Shuangliang.

#### 6.6.7. Załadunek roztworu pomiędzy pompą ciepła a zbiornikiem magazynowym

Jeżeli roztwór musi być usunięty z pompy ciepła podczas regeneracji, należy przestrzegać poniższych zasad. Najpierw, w zbiorniku magazynowym powinno być wytworzone duże podciśnienie. Następnie należy zastosować azot pod zmniejszonym ciśnieniem i napełnić nim przestrzeń pompy ciepła w celu wytworzenia ciśnienia różnicowego, pomiędzy pompą ciepła a zbiornikiem magazynowym, potrzebnego do transportu roztworu do zbiornika. Po zakończeniu transportu roztworu należy niezwłocznie odpowietrzyć pompę ciepła (wytworzyć podciśnienie) w celu usunięcia powietrza, jakie mogło dostać się do środka pompy ciepła podczas transportu roztworu.

##### 6.6.7.1. Załadunek roztworu do pompy ciepła

- 1) Połącz urządzenie i zbiornik magazynowy roztworu podciśnieniowym węzłem gumowym (zapewnij również podciśnienie w węźle), jak pokazano na Rysunek 6-3.
- 2) Załaduj azot (0,02~0,04MPa) do zbiornika magazynowego roztworu poprzez zawór wlotowy gazu,
- 3) Otwórz zawór wlotowy/wylotowy zbiornika magazynowego roztworu i zawór załadunku roztworu do urządzenia, roztwór LiBr będzie ładowany do pompy ciepła sposób automatyczny. Cały transport roztworu powinien być podzielony na 2 razy, jak omówiono w punkcie 5.1.7.
- 4) Natychmiast uruchom pompę próżniową w celu opróżnienia urządzenia przy zakończeniu ładowania roztworu.



Rycina 6-3. Transfer roztworu

#### **6.6.7.2. Usuwanie roztwór z urządzenia(pompy ciepła) do zbiornika magazynowego**

- 1) Połącz urządzenie i zbiornik magazynowy roztworu podciśnieniowym węzłem gumowym (zapewnij również podciśnienie w węźle), jak pokazano na Rysunku 6-3.
- 2) Otwórz zawór załadunkowy roztworu na urządzeniu (pompie ciepła) i zawór wlotowy/wylotowy roztworu zbiornika magazynowego, a następnie uruchom pompę roztworu w celu transferu roztworu do zbiornika magazynowego roztworu. Przerwij pompowanie, gdy roztwór nie jest już zasysany na zewnątrz.
- 3) Jeżeli pompa roztworu zostaje uszkodzona i nie można jej uruchomić, wprowadź azot (0,02~0,04 MPa) do urządzenia (pompy ciepła) w celu wymuszenia wypłynięcia roztworu z pompy ciepła (wytworzenia ciśnienia różnicowego między zbiornikiem magazynowym a pompą ciepła).
- 4) Wykonaj test szczelności pompy ciepła po spuszczeniu roztworu. Uruchom pompę próżniową w celu natychmiastowego opróżnienia powietrza z pompy ciepła i wytworzenia podciśnienia wewnątrz. Ponownie sprawdź pompę ciepła pod kątem potencjalnych przecieków, jeśli to konieczne.

### **6.7. Nadzór nad jakością wody**

#### **6.7.1 Nadzór nad jakością gorącej wody odpadowej**

Pobierz próbkę wody odpadowej i przeanalizuj jej jakość, gdy urządzenie działa. Jakość wody powinna odpowiadać wymaganiom zawartym w Tabeli 6-2. Jeżeli jakość wody nie spełni a zaleceń, wymagane jest uzdatnianie wody.

**!Ostrzeżenie:** Zanieczyszczona gorąca woda odpadowa lub sieciowa nie tylko powoduje odkładanie się kamienia na elementach wymienników zmniejszając wydajność wymiany ciepła i wydajności całej pompy ciepła, ale również powoduje korozję rury wymienników ciepła, skraca ich czas użytkowania oraz może spowodować poważną awarię urządzenia.

#### **6.7.2 Nadzór nad jakością gorącej wody sieciowej**

System gorącej wody sieciowej może być użytkowany w układzie otwartym lub w układzie zamkniętym. W przypadku użytkowania cyklu zamkniętego preferowane jest używanie wody zdemineralizowanej (wody miękkiej). Jeżeli użytkowany jest układ otwarty wody, jakość wody powinna być zgodna z wymaganiami zawartymi w Tabeli 6-2.

Tabela 6-2. Standard jakości wody

Pozycje		Jednostka	Woda uzupełniająca	Gorąca woda odpadowa	Potencjał	
					korozja	osadzanie kamienia
Pozycje podstawowe	wartość pH (w temp. 25°C)	pH	6.0~8.0	6.5~8.0	V	V
	Przewodnictwo elektryczne (w temp. 25°C)	μS/cm	<200	<800	V	V
	Chlorki (Cl <sup>-</sup> )	mgCl <sup>-</sup> /l	<50	<200	V	
	Siarczany (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mgSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l	<50	<200	V	
	Zużycie kwasu (pH4,8)	mgCaCO <sub>3</sub> /l	<50	<100		V
	Całkowita twardość	mgCaCO <sub>3</sub> /l	<50	<200		V
Odniesienie	Żelazo (Fe)	mgFe/l	<0.3	<1.0	V	V
	Siarka (S <sup>2-</sup> )	mgS <sup>2-</sup> /l	Niewykrywalna	Niewykrywalna	V	
	Amon (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mgNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l	<0.2	<1.0	V	
	Tlenek krzemu (SiO <sub>2</sub> )	mgSiO <sub>2</sub> /l	<30	<50		V

## 6.8. Obsługa pompy próżniowej

Pompa próżniowa to istotny element utrzymania podciśnienia. Kluczowe jest zagwarantowanie niezawodności pompy próżniowej. Obsługa pompy próżniowej powinna być zgodna z poniższymi wytycznymi oraz instrukcją pompy próżniowej.

- 1) Jeśli pompa nie była jeszcze używana należy sprawdzić prawidłowy kierunek obrotu pompy – powinien być taki sam jak kierunek oznaczony na pompie. W celu sprawdzenia kierunku obrotów pompę należy na chwilę włączyć i zaraz wyłączyć. Sprawdzenie kierunku obrotów powinno być wykonana po zalaniu pompy próżniowej olejem.
- 2) Wymiana lub wlanie oleju do pompy próżniowej może być wykonywane tylko, kiedy pompa jest zatrzymana, w przeciwnym wypadku pompę można uszkodzić lub olej w czasie operacji zalewania może wyciec na zewnątrz,
- 3) Jeżeli pompa była nie używana przez dłuższy czas, należy uruchomić ją skokowo (na kilka sekund) przed właściwym rozruchem, aby uniknąć uszkodzenia pompy z powodu zbyt dużego obciążenia przy uruchomieniu.
- 4) Kiedy pompa próżniowa pracuje należy otworzyć zawór balastowy, w celu złagodzenia emulgowania oleju pompy próżniowej.
- 5) Jeżeli pompa próżniowa ma być obsługiwana przez dłuższy czas, należy uruchomić ją bez obciążenia przed otwarciem zaworu odpowietrzającego, aż płaszcz pompy rozgrzeje się, tak aby uniknąć emulgowania oleju pompy próżniowej. Przed wyłączeniem pompę należy eksploatować, przez pewien czas, bez obciążenia w celu usunięcia pary wodnej zmieszanej z olejem.
- 6) Przegląd oleju i emulgowanie powinny być wykonywane regularnie. Poziom oleju powinien być na środku wziernika. Olej będzie mlecznobiały, jeżeli się zemułgował. W celu usunięcia zemułgowanego oleju i

kropel wody należy otworzyć kurek spustowy oleju (umiejscowiony na dole skrzynki olejowej) a następnie zlać olej do zewnętrznego pojemnika. Jeżeli olej jest zanieczyszczony, wymagana jest jego wymiana.

- 7) Jeżeli roztwór LiBr dostaje się do pompy próżniowej z powodu nieprawidłowego działania, **natychmiast należy zdemonstrować zawór elektromagnetyczny oraz wyczyścić jego wewnętrzną komorę, rdzeń zaworu i o-ring uszczelniający wodą. Po wykonanym czyszczeniu i przeglądzie należy ponownie prawidłowo zamontować zawór.** Następnie należy usunąć całość oleju z pompy próżniowej i wyczyścić pompę próżniową wodą. Pompę należy zalać czystym olejem.
- 8) Regularnie należy mierzyć graniczną wydajność odpowietrzania (próżni) pompy próżniowej przy użyciu następującej metody:
  - i. Zdejmij korek uszczelniający z odpowietrzającego zaworu do próbkowania, nanieś olej na króciec zaworu i podłącz miernik McLeoda i/lub inny przyrząd węzłem gumowym.
  - ii. Usunąć płytkę uszczelniającą u dołu syfonu olejowego i łącznik węzła gumowego pompy próżniowej, następnie podłącz syfon olejowy do pompy próżniowej metalową elastyczną rurą.
  - iii. Uruchom pompę próżniową. Po 3 minutach, powoli otwórz odpowietrzający zawór do próbkowania i zmierz ciśnienie miernikiem McLeoda. Jeżeli ciśnienie jest niższe niż 30 Pa, pompa próżniowa jest sprawna. W przeciwnym razie pompa powinna być sprawdzona i naprawiona.
- 9) W celu zdemonstrowania pompy próżniowej (przypadku jej awarii) należy zastosować poniższą procedurę:
  - i. Zamknij górny zawór odpowietrzający i dolny zawór odpowietrzający.
  - ii. Usunąć korek uszczelniający (lub rurę gumową) odpowietrzającego zaworu do próbkowania i otwórz odpowietrzający zawór do próbkowania.
  - iii. Usunąć metalową elastyczną rurę łączącą syfonu olejowego i pompy próżniowej.
  - iv. Uszczelnij syfon olejowy u dołu platerowanym uszczelnieniem dostarczonym wraz z urządzeniem.
  - v. Zamocuj gumowe złącze rurowe dostarczone wraz z urządzeniem do wlotu powietrza pompy próżniowej, podłącz ją do odpowietrzającego zaworu do próbkowania przy użyciu gumowej rury DN10 z naniesionym smarem z pomp próżniowych.
  - vi. Uruchom pompę próżniową w celu opróżnienia niekondensowanego (nieskroplonego) gazu w syfonie olejowym. Zamknij odpowietrzający zawór do próbkowania po 10 minutach a następnie zatrzymaj pompę próżniową.
  - vii. Usunąć rurę gumową z odpowietrzającego zaworu do pobierania próbek i uszczelnij korkiem uszczelniającym.

**!Uwaga: Punkty 8) i 9) powinny być obsługiwane przez uprawniony personel producenta - firmy Shuangliang.**

## **6.9. Obsługa zaworów**

### **6.9.1. Obsługa zaworu odcinającego**

Krótko omówione zostanie, jak otworzyć/zamknąć zawór odcinający i wymienić pierścień uszczelniający lub rdzeń zaworu. W celu uzyskania dodatkowych informacji o zasadzie działania i konfiguracji należy zapoznać się „Instrukcje montażu zaworów spawanych”. Dopuszczalny moment obrotowy dokręcania trzpienia zaworu podany został w instrukcji klucza dynamometrycznego.

- 1) Metoda otwierania zaworu:
  - i. Odkręć pokrywę. Sprawdź i dokręć dławik (w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara).
  - ii. Obróć rdzeń zaworu kluczem w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara w celu otwarcia zaworu.
  - iii. Nanieś klej Loctite na gwint śruby pokrywy i dokręć pokrywę.
- 2) Metoda zamknięcia zaworu:
  - i. Odkręć pokrywę.
  - ii. Ustaw moment obrotowy klucza na dopuszczalny moment obrotowy zaworu.
  - iii. Obróć rdzeń zaworu zgodnie z kierunkiem wskazówek zegara kluczem dynamometrycznym w celu zamknięcia zaworu.
  - iv. Sprawdź i dokręć dławik (w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara).
  - v. Nanieś klej Loctite na gwint śruby pokrywy i dokręć pokrywę.

**!Uwaga:**

**1) W przypadku zaworów (takich jak odpowietrzający zawór do próbkowania, zawór wprowadzania roztworu, zawór do pobierania próbek chłodziwa i zawór do pobierania próbek roztworu silnego, itd.) łączących instalację z atmosferą, przy portach zaworów są korki uszczelniające. Usuń zakrętkę uszczelniającą przed użyciem zaworu. Po użyciu zaworu, umieść z powrotem zakrętkę uszczelniającą wraz z wtórną nasadką uszczelniającą przy użyciu klejem Loctite.**

**2) Podczas pobierania próbek roztworu słabego z zaworu załadunku roztworu, usuń zakrętkę uszczelniającą zaworu. Po pobraniu próbek, uszczelnij zawór zakrętką uszczelniającą przy użyciu kleju Loctite.**

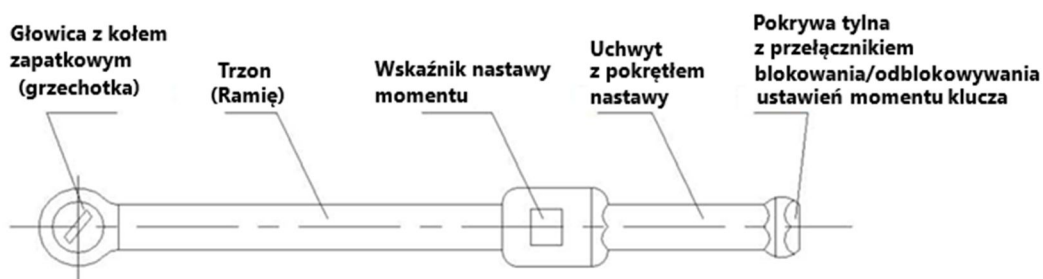
- 3) Metoda wymiany pierścienia uszczelniającego lub rdzenia zaworu:
  - i. Odkręć pokrywę.
  - ii. Odkręć dławik. Po pierwsze odkręć śrubę dociskającą z pokrywy, jeżeli jest.
  - iii. Wyjmij trzpień z zaworu, wymień pierścień uszczelniający na trzpieniu zaworu lub na dolnej części trzpienia zaworu (z rdzeniem zaworu), jeśli jest to wymagane.
  - iv. Posmaruj pierścień uszczelniający smarem podciśnieniowym i zamocuj trzpień zaworu do zaworu.
  - v. Przykręć dławik w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara i obróć trzpień zaworu kluczem dynamometrycznym. Następnie wyreguluj otwarcie zaworu.
  - vi. Przykręć pokrywę, po naniesieniu kleju Loctite na gwint śruby.
- 4) Spis potencjalnych usterek oraz sposoby ich usuwania zebrane została w tabeli 6-3.

**Tabela 6-3. działanie zaworu i środki zaradcze**

Nr	Zjawisko	Usterka	Sposób postępowania
1	Nie można obrócić trzpienia zaworu	Zacięcie gwintów przekładni na trzpieniu zaworu	Usuń dławik, wyjmij trzpień zaworu i napraw gwint przekładni. Wymień trzpień zaworu, jeżeli gwint nie może być naprawiony.
2	Wyciek na powierzchni uszczelniającej	Powierzchnia sferyczna rdzenia zaworu porysowana	Wymień dolną część trzpienia zaworu (z rdzeniem zaworu).
		Wewnętrzny otwór zaworu uszkodzony lub powierzchnia uszczelniająca porysowana	Wymień zawór.
3	Przeciek uszczelki trzpienia	O-ring uszczelniający uszkodzony lub zużyty	Wymień o-ring uszczelniający.

#### 6.9.2. Wytyczne obsługi klucza dynamometrycznego

Klucze dynamometryczne oferowane przez firmy Shuangliang to wstępnie ustawiony model FDN100 o długości 380mm, zakres momentu obrotowego 20-100 Nm, tolerancja momentu obrotowego  $\pm 4\%$ . Widok klucza dynamometrycznego został pokazany na Rysunku 6-4.



**Rysunek 6-4. Klucz dynamometryczny**

- 1) Dopuszczalny moment obrotowy rdzenia zaworu odcinającego
  - i. DN10/I, 40Nm.
  - ii. DN10/II, 40Nm.
  - iii. DN25, 70Nm.
- 2) Ustaw moment obrotowy
 

Obróć uchwyt ręczny, pokrętło również się obróci. Zatrzymaj obrót, gdy tylko wymagana podziałka zetknie się z czerwoną linią lub wziernikiem. Następnie obróć tylną pokrywę w zaznaczonym kierunku w celu zablokowania uchwytu ręcznego i zablokuj moment obrotowy.
- 3) Eksploatacja
 

Po ustawieniu, przytrzymaj trzpień zaworu kluczem dynamometrycznym i powoli przyłóż siłę zgodnie z kierunkiem strzałki. Gdy usłyszysz kliknięcie w kluczu dynamometrycznym lub je wyraźnie poczujesz, zawór jest zamknięty a operacja jest zakończona. Przerwij pracę oraz ustaw na kluczu dynamometrycznym wartość minimalną.

- 4) Magazynowanie  
Podczas magazynowania klucza dynamometrycznym powinien mieć ustawioną wartość momentu obrotowego na minimalną.
- 5) Informacje dodatkowe
  - i. Klucz może być użyty wyłącznie zgodnie z kierunkiem strzałki.
  - ii. Zabronione jest użycie klucza z momentem obrotowym przekraczającym limity.
  - iii. Zabronione jest samodzielne demontowanie klucza.

## **6.10. Wymagane zalecenia dla bezpiecznej obsługi pompy ciepła**

- 1) Uruchomienie/zatrzymanie pompy gorącej wody sieciowej i pompy gorącej wody odpadowej muszą być możliwe do sterowania z systemu sterowania urządzenia (pompy ciepła).
- 2) Podczas projektowania i montaż systemów gorącej wody sieciowej i gorącej wody odpadowej, wloty i wyloty do urządzenia (pompy ciepła) muszą być wyposażone są zawory odcinające. Dodatkowo muszą być wykonane obejście rurowe dla każdego systemu wodnego łączące punktu powyżej zaworu wlotowego do urządzenia (pompy ciepła) i punktu poniżej zaworu wylotowego z urządzenia (pompy ciepła). Obejście musi być wyposażone minimum 2 zawory odcinające. Podczas płukania rurociągów po montażu, zamka się wówczas wszystkie zawory wlotowe i wylotowe do urządzenia a otwiera zawory obejściowe układów wodnych. Po oczyszczeniu (przepłukaniu) instalacji i spuszczeniu wody z układu zamyka się zawory obejściowe urządzenia a otwiera zawory wlotowe i wylotowe do pompy ciepła.
- 3) Wszystkie pompy wody muszą być wyposażone w filtry na wlocie do pomp. Filtry powinny być również zamontowane na wlocie do pompy ciepła. W przeciwnym razie wszystkie nieczystości znajdujące się w wodzie mogą dostać się do urządzenia i zablokują rury wymiany ciepła, prowadząc do pogorszenia wydajności pompy ciepła.
- 4) Podczas montażu, zaleca się usunięcie stojaka transportowego. Jeżeli stojak ma zostać, należy usunąć kątowniki stalowe, które są przyspawane do stojaka w celu unieruchomienia wymiennika ciepła.
- 5) Podczas załadunku lub wyładunku roztworu do/z pompy ciepła należy uniknąć strat i wycieków roztworu. W przypadku wycieku roztworu na urządzenie należy je niezwłocznie oczyścić z powstałego wycieku. Całe urządzenie pompy ciepła musi być dobrze pomalowane a w szczególności wszelkie widoczne części pompy ciepła.

## **7. POSTĘPOWANIE PODCZAS AWARII**

### **7.1. Wyłączenie awaryjne pompy ciepła**

Podczas pracy, system sterowania automatycznie kontroluje stan każdej części pompy ciepła w celu oceny, czy pompa ciepła działa w normalnych warunkach pracy. Gdy wystąpi jakikolwiek problem wymieniony poniżej, system sterowania wygeneruje alarm i automatycznie zamknie zawór źródła ciepła i pompę chłodziwa, następnie wyłączy automatycznie pompę ciepła zgodnie z algorytmem przedstawionym na Rysunku 4-3 w Rozdziale 4.



Sygnały włączające pompę ciepła:

- 1) Niska temperatura gorącej wody odpadowej,
- 2) Niska temperatura chłodziwa,
- 3) Odcięcie gorącej wody odpadowej (przez 3 s.),
- 4) Awaria falownika,
- 5) Wysoka temperatura w Skraplaczu,
- 6) Wysoka temperatura roztworu w Generatorze,
- 7) Przeciążenie pompy chłodziwa (przekroczenie nominalnej wartości natężenia prądu pompy),
- 8) Wysokie ciśnienie pary,
- 9) Wysokie ciśnienie w Generatorze.

Podczas procesu automatycznego wyłączania, operator może **nacisnąć** przycisk **"TROUBLE MONITORING"** na ekranie dotykowym w celu skasowania alarmu, sprawdzenia usterki i zapoznanie się ze sposobem jej usunięcia. Po wykryciu jakichkolwiek problemów, powinny być one rozwiązane bez zbędnej zwłoki. Urządzenie może być uruchomione ponownie po prawidłowym rozwiązaniu wszystkich usterek.

## 7.2. Problemy i rozwiązywanie problemów

Tabela 7-1. Nietypowe zdarzenia i usuwanie usterek urządzenia

Nr	Zjawisko	Przyczyny	Usuwanie usterek
1	Urządzenie nie może być uruchomione	1) Brak zasilania panelu sterowania. 2) Panel sterowania jest wyłączony.	1) Sprawdź główne źródło zasilania oraz wyłącznik główny. 2) Włącz przełącznik sterowania i wyłącznik główny.
2	Słabe podciśnienie	1) Przeciek w pompie ciepła. 2) Słaba wydajność pompy próżniowej i wadliwe działanie systemu odpowietrzania.	1) Test na wycieki i eliminowanie wycieków. 2) Sprawdź wydajność pompy próżniowej i usuń usterki systemu odpowietrzającego.
3	Różnica temperatury odpadowej wody gorącej jest mniejsza niż wartość nominalna	1) Przepływ odpadowej wody gorącej jest większy niż wartość nominalna. 2) Wyświetlana temperatura nie jest prawidłowa. 3) Słabe podciśnienie. 4) Mniejsze obciążenie cieplne. 5) Kamień lub blokada rur transferu ciepła. 6) Zanieczyszczona woda chłodząca. 7) Ilość rozpylanego chłodziwa jest zbyt duża lub zbyt mała.	1) Zmniejsz odpowiednio natężenie przepływu. 2) Skoryguj odchylenie. 3) Patrz Nr 2. 4) Sytuacja normalna podczas automatycznego sterowania. 5) Oczyszcz rury transferu ciepła. 6) Pobierz próbkę wody chłodzącej. Zregeneruj chłodziwo, jeżeli gęstość jest większa niż 1,04 kg/m <sup>3</sup> . 7) Zamknij zawór obejściowy chłodziwa. Obróć zawór rozpylacza w dół lub w górę.

**Tabela 7-1 ciąg dalszy Nietypowe zdarzenia i usuwanie usterek urządzenia**

Lp.	Zjawisko	Przyczyny	Rozwiązania
3 ciąg dalszy	Różnica temperatury odpadowej wody gorącej jest mniejsza niż wartość nominalna	8) Zbyt wiele wody chłodzącej 9) Niewystarczająca ilość roztworu. 10) Niewłaściwe tempo obiegu roztworu.	8) Spuść wodę chłodzącą. 9) Dodaj odpowiednią ilość roztworu. 10) Wyreguluj falownik pompy roztworu.
4	Zanieczyszczenie wody chłodzącej	1) Tempo obiegu roztworu jest zbyt wysokie. Poziom płynu jest wysoki. 2) Wprowadzono zbyt wiele roztworu. 3) Niska temperatura wylotu gorącej wody. 4) Dopływa zbyt dużo ciepła. 5) Słaba jakość roztworu.	1) Odpowiednio wyreguluj otwór zaworu regulacyjnego roztworu. 2) Spuść część roztworu. 3) Zwiększ temperaturę wylotu gorącej wody lub wyreguluj napięcie przepływu odpadowej wody gorącej w celu zwiększenia temperatury wylotowej odpadowej wody gorącej. 4) Wyreguluj dopływ ciepła. 5) Analiza próbki. Wymień na bardziej skuteczny roztwór.
5	Nagłe wyłączenie w czasie pracy	1) Awaria zasilania lub utrata fazy. 2) System bezpieczeństwa działa. i. Awaria pompy chłodziwa. ii. Awaria pompy roztworu. iii. Odcięcie gorącej wody odpadowej. iv. Odcięcie gorącej wody. v. Inna awaria.	1) Sprawdź źródło zasilania w celu rozwiązania problemu. 2) i. Jeżeli został spowodowany przez przeciążenie przekątnika, zresetuj i sprawdź temperaturę, prąd i izolację silnika. ii. Patrz powyżej. iii. Patrz Nr 9. iv. Patrz Nr 10. v. Usuń usterkę w odpowiedni sposób.
6	Wysoka temperatura roztworu w generatorze	1) Słaba gazoszczelność i wycieki. 2) Ciepło doprowadzone jest większe niż wartość nominalna. 3) Dużo kamienia po stronie gorącej wody rur transferu ciepła. 4) Niskie tempo obiegu roztworu.	1) Opróżnij pompę ciepła i napraw wycieki. 2) Wyreguluj ciepło doprowadzone do wartości znamionowej. 3) Oczyszcz rury transferu ciepła. 4) Wyreguluj ilość roztworu w obiegu.
7	Zablokowanie pompy roztworu	1) Niedostateczna ilość roztworu. 2) Krystalizacja. 3) Duża ilość roztworu w obiegu.	1) Dodaj więcej roztworu. 2) Dekrystalizacja. 3) Wyreguluj ilość roztworu w obiegu.

**Tabela 7-1 ciąg dalszy Nietypowe zdarzenia i usuwanie usterek urządzenia**

<b>Nr</b>	<b>Zjawisko</b>	<b>Przyczyny</b>	<b>Rozwiązania</b>
<b>8</b>	Zablokowanie pompy chłodziwa	1) Niedostateczna ilość wody chłodzącej. 2) Niska temperatura wody gorącej.	1) Dodaj wody chłodzącej. 2) Wyreguluj temperaturę wody gorącej lub dodaj wody chłodzącej.
<b>9</b>	Awaria dopływu odpadowej wody gorącej	1) Uszkodzona pompa (lub silnik). 2) Filtr jest zatkany.	1) Napraw pompę (lub silnik). 2) Oczyszczyć filtr.
<b>10</b>	Awaria dopływu wody gorącej	1) Uszkodzona pompa (lub silnik). 2) Filtr jest zatkany. 3) Niedostateczne uzupełnienie wody.	1) Napraw pompę (lub silnik). 2) Oczyszczyć filtr. 3) Dodaj więcej wody.
<b>11</b>	Różnica temperatury odpadowej gorącej wody szybko spada. Nietypowy wzrost ciśnienia w urządzeniu.	Nietypowy wyciek w rurach transferu ciepła lub innych częściach.	i. Odetnij zasilanie w celu wyłączenia pompy ciepła. ii. Zamknij zawory. Zatrzymaj pompy gorącej wody odpadowej i wody gorącej. iii. Spuść całość wody z urządzenia. iv. Prześlij roztwór z urządzenia do zbiornika magazynowego. Otwórz pokrywy końcowe w celu przetestowania gąszenia.
<b>12</b>	Obniżenie podciśnienia podczas przestoju.	Wycieku.	Przetestuj pompę ciepła pod kątem gąszenia.
<b>13</b>	Duże zmiany wartości wyświetlane na ekranie dotykowym.	1) Słabe uziemienie. 2) Usterki sond temperatury lub innych czujników. 3) Usterka ekranu dotykowego.	1) Uziem ponownie. 2) Napraw lub wymień. 3) Wymień.
<b>14</b>	Pompa roztworu lub chłodziwa nie działa.	1) Silnik pompy zabezpieczony przed przeciążeniem. 2) Problemy z obwodem sterowania. 3) Problemy z samą pompą. 4) Automatyczne zabezpieczenie pompy ciepła działa.	1) Znajdź przyczynę przeciążenia i zresetuj. 2) Sprawdź obwód. 3) Wymień lub napraw 4) Znajdź przyczynę.
<b>15</b>	Brzęczyk nie działa.	1) Brzęczyk uszkodzony. 2) Przepalony bezpiecznik.	1) Wymień. 2) Wymień.
<b>16</b>	Generator utrzymuje wysoki poziom cieczy i temperatura silnego roztworu w absorberze zmniejsza się.	Krystalizacja w wymienniku ciepła lub przy wlocie silnego roztworu absorbera.	Dekrystalizacja. Otwórz zawór kulowy łączący generator i absorber. Zwiększ ilość roztworu w obiegu.

**Tabela 7-2 Usuwanie usterek systemu elektrycznego**

Lp.	Zjawisko	Usuwanie usterek
1	Brak zasilania systemu sterowania	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sprawdź dostępność źródła zasilania pompy ciepła.</li> <li>2) Sprawdź czy wyłącznik główny panelu sterowania jest włączony.</li> <li>3) Sprawdź, czy jest źródło zasilania po stronie wejścia i wyjścia wyłącznika głównego.</li> <li>4) Sprawdź czy przełącznik jednobiegunowy panelu sterowania jest włączony. Sprawdź, czy jest źródło zasilania po stronie wejścia i wyjścia przełącznika jednobiegunowego.</li> <li>5) Sprawdzić źródło zasilania elementów sterowania zgodnie z elektrycznym schematem blokowym.</li> </ol>
2	Problemy z elementami sterowania	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sprawdź wejście elementów sterowania. Sprawdź np. styczniki źródeł zasilania trójfazowych i sterowania, źródło zasilania i obwód elektrody kontrolerów poziomu, itp.</li> <li>2) Sprawdź wydajność elementów sterowania. Sprawdź np. styczniki wyjścia zasilania trójfazowego, sygnały wyjściowe kontrolerów wysokiego i niskiego poziomu, itp..</li> <li>3) Sprawdź inne powiązane obwody kontrolne, takie jak sygnał sterowania z PLC do styczników, itp..</li> <li>4) Sprawdź stan elementów zgodnie z ich instrukcjami.</li> </ol>
3	Awaria ekranu dotykowego	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sprawdź stan przewodów łączności i zasilania. Sprawdź akumulatory ekranu dotykowego, które powinny być wymieniane co 2-3 lata.</li> <li>2) Sprawdź ekran dotykowy zgodnie z rozdziałami usuwanie usterek i konserwacja w niniejszej instrukcji.</li> </ol>
4	Problemy z PLC (lampka ERROR zapalona)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sprawdź elementy krok po kroku, w tym kontroler PLC, źródło zasilania kontrolera, moduły wejścia/wyjścia, płytę podstawową i akumulatory PLC, które należy wymieniać co 2-3 lata.</li> <li>2) Sprawdź PLC zgodnie z instrukcjami eksploatacji i konserwacji.</li> </ol>
5	Problemy z zewnętrznymi elementami pomiarowymi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sprawdź stan przewodów połączeniowych i stan obwodów poprzez podłączenie czujników do panelu sterowania nowymi przewodami.</li> <li>2) Sprawdź stan czujników. Podłącz czujniki do panelu sterowania nowymi przewodami i zmierz wydajność czujników.</li> <li>3) Sprawdź instalację czujników, żeby sprawdzić, czy otwór odczytu ciśnienia czujników ciśnienia jest zatkany, uszkodzenie płytek-celów przełączników przepływu, itp.</li> </ol>
6	Problemy z zewnętrznymi elementami	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sprawdź podłączenie obwodów i sygnały sterowania.</li> <li>2) Sprawdź elementy aktywujące zgodnie z ich instrukcjami.</li> </ol>

### **7.3. Postępowanie w razie krystalizacji roztworu**

Pozycje, które częściej krystalizują w urządzeniu, to wylot silnego roztworu wymiennika ciepła, wlot silnego roztworu absorbera, itp. Cechy wyróżniające krystalizację są następujące. Poziom roztworu w generatorze jest zawsze wysoki, gdy urządzenie działa, temperatura powierzchni wymiennika ciepła i wlotu silnego roztworu w absorberze zmniejsza się, a nawet pompa roztworu jest zablokowana. Po krystalizacji, otwórz zawór kulkowy na rurach łączących generator i absorber. Roztwór o wysokiej temperaturze w generatorze wchodzi bezpośrednio do absorbera a ilość roztworu w obiegu zwiększy się. Operacja ta może być zatrzymana do chwili, gdy krystalizacja zostanie wyeliminowana.

### **7.4. Postępowanie w razie awarii**

#### **7.4.1. Pożary i trzęsienia ziemi**

Odetnij źródła zasilania, zamknij wszystkie zawory urządzenia, i jeżeli zachodzi taka potrzeba podejmij działania przeciwpożarowe.

#### **7.4.2. Zalanie**

Zdemontuj szafkę kontrolną i pompę próżniową z urządzenia i umieść w bezpiecznym pomieszczeniu. Zabezpiecz zespoły silnik-pompa oraz czujniki i wszystkie przewody grubą folią plastikową, aby zagwarantować, że nie urządzenia nie zostaną zalane wodą.

#### **7.4.3. Pęknięcie rur wymiennika ciepła**

Pęknięcie rur wymiennika ciepła objawia się znaczącym zmniejszeniem różnicy temperatur wlotu i wylotu gorącej wody odpadowej, widoczny jest nieprawidłowo wzrost ciśnienie w urządzeniu a stężenie roztworu zmniejsza się mniejsze.

Wyłącz urządzenie (w tym pompę chłodziwa i pompę roztworu), następnie zatrzymaj pompę gorącej wody sieciowej i pompę gorącej wody odpadowej zaraz po zamknięciu zaworów na tłoczeniu pomp. Usuń roztwór w urządzeniu do zbiornika magazynowego. Usuń całą wodę z pokryw końcowych wymienników, otwórz pokrywy końcowe wymienników w celu sprawdzenia gazoszczelności urządzenia. Następnie znajdź pęknięte rury i wymień je.

#### **7.4.4. Przestój urządzenia z uwagi na awarię**

Rozwiąż problemy przed zrestartowaniem urządzenia.

#### **7.4.5. Awaria zasilania**

Zamknij zawór ręczny wlotu źródła ciepła (pary) po zatrzymaniu urządzenia. Zamknij zawory wylotowe z pomp wodnych (pompy gorącej wody sieciowej i pompy gorącej wody opadowej) a następnie zatrzymaj pompy. Jeżeli próbki są pobierane lub podciśnienie jest tworzone przed awarią zasilania, zamknij zawór do próbkowania oraz dolny i górny zawór odpowietrzający pompy próżniowej. Gdy zasilanie zostanie przywrócone, zrestartuj urządzenie według poniższych kroków.

- 1) Zresetuj zawór regulujący źródła ciepła (pary) urządzeniem do resetowania zaworu regulacyjnego użyj skrzynki sterowania miejscowego.
- 2) Upewnij się, że zawory wylotowe (na tłoczeniu) z pomp gorącej wody sieciowej i z pomp gorącej wody odpadowej są zamknięte, następnie uruchom pompę gorącej wody odpadowej i pompę gorącej wody

sieciowej zgodnie z normalną procedurą operacyjną i otwórz zawór wylotowy i wyreguluj przepływ według nominalnych wymagań.

- 3) Wybierz tryb sterowania ręcznego, uruchom pompę roztworu i pompę chłodziwa i zatrzymaj urządzenie po pracy bez obciążenia przez pewien czas.
- 4) Uruchom urządzenie w trybie automatycznym zgodnie z normalną sekwencją.
- 5) Pobierz próbkę i wykonaj analizę wody chłodzącej (chłodziwa). Jeżeli względna gęstość jest większa niż 1,04, rozpocznij procedurę jej regeneracji.

## 7.5. Usterka pompy próżniowej

Typowe usterki pompy próżniowej wraz z przyczynami i rozwiązaniami są wymienione w Tabeli 7-3.

**Tabela 7-3. Typowe usterki pompy próżniowej**

Nr	Zjawisko	Przyczyny	Rozwiązania
1	Otrzymane podciśnienie nie jest zadowalające	1) Niski poziom oleju. Nie wystarczy oleju do uszczelnienia zaworu wylotowego, co powoduje głośny dźwięk wylotu gazu. 2) Wykorzystywany jest niewłaściwy typ oleju. 3) Olej zemulgował. 4) Przeciek w syfonie olejowym i jego rurach. 5) Sprężyna przesuwanej łopatkki pęknięta. 6) Otwór syfonu olejowego jest zatkany. 7) Zużycie stojana i przesuwanej łopatkki. 8) Rury zasysające lub części gumowe zaworu balastowego są zainstalowane niewłaściwie, uszkodzone lub zużyte. 9) System próżniowy, w tym rury, są poważnie zanieczyszczone.	1) Dodaj oleju i utrzymuj poziom oleju w zakresie 5 mm powyżej lub poniżej linii środkowej. 2) Stosuj właściwy typ oleju. 3) Poluzuj śrubę u dołu zbiornika oleju, aby wypuścić zemulgowany olej lub krople wody, następnie dodaj trochę oleju. Jeżeli olej wewnątrz jest zbyt zanieczyszczony, umyj olejem do pomp próżniowych i wymień. 4) Znajdź przeciek i napraw. 5) Wymień pękniętą sprężynę na nową. 6) Opróżnij i zdemontuj zbiornik oleju, następnie poluzuj płytkę dyszy i wyciągnij dyszę. Oczyszcz otwór oleju ale nie wycieraj komponentów bawełną. 7) Sprawdź, napraw lub wymień. 8) Wyreguluj lub wymień. 9) Oczyszcz system podciśnieniowy i jego rury.

**Tabela 7-3 ciąg dalszy Typowe usterki pompy próżniowej**

<b>Nr</b>	<b>Zjawisko</b>	<b>Przyczyny</b>	<b>Rozwiązania</b>
<b>2</b>	Olej wycieka	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Kurek spustowy oleju i uszczelka są zepsute.</li> <li>2) Uszczelka płyty pokrywy zbiornika oleju jest zepsuta lub nie jest umieszczona prawidłowo.</li> <li>3) Szkło organiczne zostało ciepłnie odkształcone.</li> <li>4) Sprężyna uszczelki olejowej wypada.</li> <li>5) Pompa zatrzymuje się ale zawór balastowy nie jest zamknięty.</li> <li>6) Zużycie spowodowane przez nieprawidłową instalację uszczelki olejowej.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sprawdź i wymień.</li> <li>2) Sprawdź, wyreguluj lub wymień.</li> <li>3) Wymień szkło lub zmniejsz temperaturę oleju.</li> <li>4) Sprawdź i napraw.</li> <li>5) Zamknij zawór po zatrzymaniu pompy.</li> <li>6) Zainstaluj uszczelkę olejową prawidłowo lub wymień ją.</li> </ol>
<b>3</b>	Rozpryski oleju	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Wysoki poziom oleju.</li> <li>2) Zanieczyszczenia w separatorze olej-gaz lub brak oleju w środku.</li> <li>3) Eliminator jest luźny lub nie jest we właściwej pozycji.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Spuść trochę oleju, by uzyskać odpowiedni poziom.</li> <li>2) Sprawdź, napraw i wyczyść.</li> <li>3) Sprawdź i ponownie zamontuj.</li> </ol>
<b>4</b>	Hałas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sprężyna przesuwanej łopatki jest zepsuta i zużycie oleju wzrasta.</li> <li>2) Zużycie łożyska.</li> <li>3) Uszkodzenie komponentów.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sprawdź i wymień.</li> <li>2) Sprawdź, wyreguluj lub wymień, jeśli to konieczne.</li> <li>3) Sprawdź i wymień.</li> </ol>
<b>5</b>	Przepływ wsteczny oleju	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Uszczelka oleju w pokrywie pompy nie została zainstalowana prawidłowo lub jest zużyta.</li> <li>2) Powierzchnia pompy lub stojana nie jest gładka.</li> <li>3) Pęknięcie płytki zaworu wentylacyjnego.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Wymień.</li> <li>2) Sprawdź i napraw.</li> <li>3) Wymień.</li> </ol>

## 7.6. Awaria zespołu silnik-pompa

Typowe awarie zespołu silnik-pompa, przyczyny i rozwiązania podano poniżej.

### 1) Zatkanie zespołu silnik-pompa

Przyczyny i rozwiązania można znaleźć w Tabeli 7-1.

### 2) Zużycie łożysk

- i. Wyważenie dynamiczne elementów wirujących zostało utracone. Sprawdź i wyważ elementy wirujące lub wymień element wirujące.
- ii. Pompa została zablokowana. Sprawdź przyczynę i napraw.
- iii. Jeżeli w roztworze wystąpią zanieczyszczenia, zregeneruj roztwór, sprawdź i wyczyść filtr pompy.
- iv. Gdy robocze natężenie przepływu nie jest w odpowiednim zakresie, co zwiększa obciążenie osiowe, wyreguluj natężenie przepływu pompy do odpowiedniego zakresu.

### 3) Zwiększenie prądu w silniku pompy

- i. Oporność płynu w pompie wzrasta. Sprawdź obudowę, wirnik i induktor pompy, aby sprawdzić czy ich powierzchnie nie ocierają o siebie. Wypoleruj je, jeżeli jest to konieczne.
- ii. Obszar styku łożyska jest zmieniony. Sprawdź i wymień łożyska, tuleję i płytkę oporową, w celu eliminacji przyczyn zwiększenia tarcia.
- iii. Styk między wirnikiem a stojanem jest słaby. Sprawdź, czy uszkodziło się połączenie na powierzchni styku szczotek i wyeliminuj przyczyny zużycia.
- iv. Słaby kontakt pomiędzy wirnikiem a obudową. Sprawdź montaż wału i wirnika pompy oraz osiowanie wału pompy. Jeżeli osiowanie nie spełnia wymagań, popraw lub wymień na nowe łożyska.
- v. Jeżeli w obudowie pompy są ciała obce, zdemontuj obudowę celem sprawdzenia.
- vi. Oporność izolacyjna silnika pompy zmniejsza się i trzy fazy oporności uzwojeń nie są takie same. Napraw wirnik bądź wymień stojan. Jeżeli silnik jest zawilgocony, osusz go przy pomocy grzejnika.
- vii. Gdy silnik pracuje z usterką fazy, należy sprawdzić czy okablowanie jest dobrze podłączone. Jeżeli jest poluzowane, podłącz lepiej.
- viii. Gdy napięcie i częstotliwość źródła zasilania zmieniają się, sprawdź moc obwodów.

### 4) Częste zmiany temperatury

- i. Silnik jest przeciążony lub przegrzany. Sprawdź natężenie przepływu i temperaturę płynu roboczego, a także sprawdź i wyczyść filtr.
- ii. Awaria przekątnika termicznego. Napraw lub wymień przekątnik termiczny.

### 5) Zbyt dużo hałasu i drgania

- i. Niewłaściwy kierunek obrotu pompy. Zamień okablowanie, tak aby pompa obracała się we właściwym kierunku.
- ii. Natężenie przepływu poprzez pompę jest zbyt duże lub zbyt małe. Sprawdź warunki pracy urządzenia i utrzymuj natężenie przepływu pompy w określonym zakresie.
- iii. Zablokowanie. Patrz w Tabeli 7-1 w celu uzyskania dodatkowych informacji.
- iv. Ciała obce są zasysane do wewnątrz. Sprawdź i wyczyść.



- v. Płaszcz pompy styka się z wirnikiem lub induktorem. Sprawdź i wyreguluj.
- vi. Śruby wewnątrz pompy są luźne. Dokręć je.
- vii. Słabe wyważenie dynamiczne komponentów obrotowych pompy. Sprawdź i wykonaj wyważenie dynamiczne pompy

## 8 CZYNNOŚCI KONSERWACYJNE (PRZEGLĄDOWE)

Wydajność i okres użytkowania parowej pompy ciepła związane są nie tylko z prawidłowym jej rozruchem i obsługą ale także z konserwacją urządzenia. Konserwacja urządzenia (pompy ciepła) nie jest skomplikowana ale musi być prowadzona dokładnie i bezpiecznie. Konserwacja powinna być prowadzona zgodnie z określonymi, w tym zakresie planami, aby zagwarantować pracę urządzenia w sposób stabilny, niezawodny i bezpieczny.

Przez konserwację należy rozumieć wykonywanie niezbędnych przeglądów w zakresie, których realizowane jest sprawdzenie stanu technicznego, diagnostyka (wykonywanie niezbędnych badań), smarowanie oraz naprawa podzespołów (urządzeń) i instalacji.

Wykonywanie planowanych przeglądów zapobiega powstawaniu wypadków, awarii oraz przedłuża okresu eksploatacji urządzenia. Brak przeprowadzania okresowych przeglądów może narazić użytkownika urządzenia na niepotrzebne straty.

### !Uwaga:

- 1) Części zamienne takie jak zespół silnik-pompa, zawory odcinające, zawory rurociąговые, zawory kulowe, czujniki ciśnienia, itp. zabudowane na urządzeniu są dostarczane wyłącznie przez producenta – firmę Shuangliang. Jeśli elementy te są naprawiane lub wymieniane, części zapasowe muszą być zakupione również u producenta – w firmie Shuangliang.
- 2) Naprawy urządzenia (pompy ciepła) powinny być wykonywane przez uprawnionych serwis producenta – firmy Shuangliang. Przed wykonywaniem remontu, należy odłączyć zasilanie od elektrycznej skrzynki sterowniczej pompy ciepła. W przeciwnym razie, postawienia zasilania elektrycznego na instalacji pomp ciepła może grozić porażenie prądem oraz spowodować ciężkie obrażenia ludzi lub śmierć. W celu prawidłowej ochrony personelu przed obrażeniami i podczas wykonywanych remontów, wymagane jest używanie specjalistycznych i sprawnych narzędzi oraz sprzętu do podnoszenia lub przemieszczania części zamiennych, podzespołów i urządzeń.

## 8.1. Rodzaje przeglądów

### 8.1.1. Przegląd miesięczny

W Tabeli 8-1 ujęty jest zakres przeglądów miesięcznych pompy ciepła.

**Tabela 8-1. Zakres przeglądów miesięcznych pompy ciepła**

Nr	Urządzenie/Instalacja	Elementy/Czynności	Zakres prac
1	Roztwór	1) Alkaliczność i stężenie innych dodatków. 2) Stężenie.	1) Zmierzyć i przeanalizować próbkę roztworu, w oparciu o wyniki należy przeprowadzić regulację. 2) Stężenie roztworu należy zmierzyć poprzez pobranie próbek po rozpuszczeniu podczas przestoju. Gdy wystąpi istotna zmiana stężenia roztworu, przyczyny powinny być ustalone i zgłoszone Shuangliang.
2	Woda chłodząca (chłodziwo)	Gęstość wody chłodzącej	Pobierz próbkę wody chłodzącej i zmierz jej gęstość. Jeśli gęstość jest większa niż 1,04, będzie wymagana regeneracja, aż do uzyskania dopuszczalnych wyników.
3	Woda gorąca i odpadowa woda gorąca	Jakość wody gorącej i odpadowej wody gorącej	Pobierz próbkę wody, przeanalizuj jakość i postępuj zgodnie z wynikami analizy.
4	Zewnętrzny system sterowania	1) Czyszczenie filtrów 2) Pompa odpadowej wody gorącej i pompa wody gorącej	1) Zdemontuj filtry i wyczyść je. 2) Napraw, wymień olej i dokręć śruby, zwłaszcza śruby kotwiące.
5	Pompa próżniowa	Przetestuj podciśnienie końcowe	Przetestuj podciśnienie końcowe pompy. Jeżeli wyniki nie spełniają wymogów, przyczyny powinny być ustalone a problem skorygowany.
6	Komponenty sterowania i urządzenia zabezpieczające	Sprawdzić niezawodność działania	Sprawdź niezawodność ruchu komponentów sterowania i urządzeń zabezpieczających (zespół blokad i zabezpieczeń). Sprawdź izolację między sondami czujników poziomu i

### 8.1.2. Przegląd roczny

Pozycje wymienione w Tabeli 8-2 powinny być sprawdzane i naprawiane raz w roku, w okresie rocznego postoju pompy ciepła.

**Tabela 8-2. Zakres przeglądów rocznych pompy ciepła**

Nr	Urządzenie	Podzespół/Czynności	Zakres prac	Czas
1	Korpus główny urządzenia	1) Czyszczenie rur wymiany ciepła 2) Sprawdzenie gazoszczelności 3) Malowanie	1) Otwórz pokrywy końcowe odpadowej wody gorącej i gorącej wody, umyj rury szczotką lub medicine, następnie wyczyść pokrywę końcową i wymień pierścień uszczelniający. 2) Sprawdź gazoszczelność urządzenia. 3) Jeżeli zauważona zostanie rdza, zamaluj ją albo pomaluj ponownie całe urządzenie.	1) Po wyłączeniu 2) Przed rozruchem i po przestoju 3) Po wyłączeniu
2	Roztwór	Analiza i postępowanie	Pobierz próbkę roztworu, a następnie przeanalizuj ją. Dalsze postępowanie powinno być oparte na wynikach analizy.	Przed rozruchem
3	Pompy	1) Zespół silnik-pompa 2) Pompa próżniowa	1) Sprawdź izolację silnika i zmierz wartość jego prądu. Sprawdź zużycie łożyska i metalu. Wymagane są remont i wymiana. 2) Przetestuj końcową wydajność pompowania. Jeżeli wyniki nie spełniają wymogów, przyczyny powinny być ustalone a problem skorygowany. 3) Sprawdź i wyczyść pompę próżniową.	1) Przed rozruchem 2) Przed rozruchem 3) Po wyłączeniu
4	Elektryczne	1) Sprawdź uziemienie zasilania 2) Napięcie wytrzymywane i izolacja 3) Sprawdź luźne przyłącza 4) Sterowanie elektryczne i urządzenia zabezpieczające 5) Sondy czujników poziomu 6) Przewody i kable 7) Przełącznik przepływu docelowego 8) Komponenty elektryczne takie jak czujniki, falownik, itp.	1) Sprawdź uziemienie zasilania. 2) Sprawdź izolację i napięcie wytrzymywane obu silników i skrzynki kontrolnej. 3) Popraw przyłącza. 4) Sprawdź ustawienia oraz ruchy zabezpieczeń i urządzeń kontrolnych, żeby sprawdzić, czy wystąpiły jakiegokolwiek uszkodzenia lub usterki zabezpieczeń. 5) Oczyszczyć sondy i czujniki, jeżeli są zużyte wymienić sondy, jeżeli są poważnie skorodowane. 6) Sprawdź, czy są zużyte lub skorodowane i napraw lub wymienić. 7) Sprawdź i wyreguluj czułość. 8) Sprawdź te elektryczne komponenty, następnie napraw lub wymienić, w oparciu o wyniki. Kontrola falownika musi być zgodna z jego instrukcją obsługi	Przed rozruchem

### 8.1.3. Pozostałe okresowe przeglądy i kontrole

W oparciu o okres użytkowania pompy ciepła, należy wykonywać określonego typu przeglądy danych podzespołów (urządzeń) i instalacji zgodnie z pozycjami wymienionymi w Tabeli 8-3.

**Tabela 8-3. Zestawienie pozostałych przeglądów okresowych części składowych pompy ciepła**

Nr	Urządzenie/instalacja	Zakres czynności	Czasokres
1	Zewnętrzny system sterowania	Wyczyścić zanieczyszczenia w instalacji rurowej, gruntownie sprawdzić pompy wodne, zawory rurociąagowe i dystrybucję zasilania pomieszczenia technicznego.	Co 2 lata
2	Zespół silnik-pompa	1) Wymień łożysko. 2) Wyremontuj lub wymień.	1) Co 15000 godzin 2) Co 8~10 lat
3	Pompa próżniowa	Wyremontuj lub wymień.	Co 5~7 lat
4	Elektryczny zawór regulujący	Wyremontuj lub wymień.	Co 6~8 lat
5	Mierniki ciśnienia	Wymień.	Co 3~4 lata
6	Brzęczyk	Wymień.	Co 4 lata
7	Akumulator PLC	Wymień. Wymiana powinna trwać mniej niż 3-5 minuty.	Co 2 lata
8	Przełączniki i styczniki AC	Wymień.	Co 8 lat
9	Zawory odcinające	Wymień pierścień uszczelniający.	Co 2~3 lata
10	Podciśnieniowe zawory motylkowe	Wymień pierścień uszczelniający.	Co 2~3 lata

## 8.2. Przeglądy w czasie postoju urządzenia

### 8.2.1. Przegląd w czasie krótkiego postoju urządzenie

Krótki przestój odnosi się do czasu postoju od 1 do 2 tygodni. Przegląd w tym czasie powinien przebiegać według poniższych pięciu kluczowych punktów, należy:

- 1) Całkowicie rozcieńcz roztwór w urządzeniu. Gdy temperatura otoczenia jest niższa niż +20°C a przestój jest dłuższy niż 8 godzin, woda chłodząca w parowniku powinna być poprowadzona przez obejście do absorbera, metoda ta rozcieńczy roztwór i uniemożliwi krystalizację roztworu. Jeżeli temperatura pomieszczenia technicznego obniży się do +5°C lub poniżej, należy podłączyć zawór do pobierania próbek wody chłodzącej (chłodziwa) i zawór załadunku roztworu przy wylocie pompy roztworu węzłem gumowym podciśnieniowym. Następnie należy otworzyć oba zawory i uruchomić pompę roztworu nie uruchamiając pompy chłodziwa w celu wprowadzenia roztworu do pompy chłodziwa tak, aby zapobiec zamarznięciu wody chłodzącej w pompie.
- 2) Zwrócić uwagę na zachowanie podciśnienia w pompie ciepła. Jeżeli ciśnienie w urządzeniu wzrasta, uruchomić pompę próżniową w celu opróżnienia pompy z gazów nieskondensowanych (nieskroplonych) i powietrza do wytworzenia próżni.
- 3) Jeżeli ciśnienie bezwzględne w urządzeniu podczas przestoju wzrasta zbyt szybko, sprawdź gęstość urządzenia.
- 4) Jeżeli możliwe jest, że temperatura zewnątrz może spaść poniżej 0°C podczas przestoju, należy podjąć środki w celu utrzymania temperatury pomieszczenia technicznego powyżej +5°C.

Jeżeli temperatura pomieszczenia technicznego do ok. 0°C, należy usunąć całą wodę z instalacji kondensatu z pary oraz wodę opadową i wodę sieciową w instalacji i urządzeniu (pompie ciepła). Następnie należy otworzyć zawór spustowy na płaszczu wymiennika ciepła kondensatu w celu usunięcia wody pozostałej w wymienniku ciepła. Czynności powyższe są wykonywane w celu zabezpieczenia urządzenia przed uszkodzeniem spowodowanym przez zamrożeniem wody w elementach ciśnieniowych (rurach wymienników ciepła) pompy ciepła spowodowanych niską temperaturę otoczenia.

- 5) Podczas kontroli i wymiany zaworów lub pomp na urządzeniu (pompie ciepła), należy unikać długiej ekspozycji urządzenia na powietrze atmosferyczne, które dostaje się do pompy podczas postoju i ma właściwości korozyjne w środowisku oparów roztworu bromku litu. Dlatego takie zadanie powinno być wcześniej przygotowane i wykonane tak szybko jak jest to tylko możliwe. Po zakończeniu prac remontowych, należy natychmiast uruchomić pompę próżniową i opróżnij urządzenie w powietrza w celu wytworzenia próżni w przestrzeni po stronie roztworu.

### **8.2.2. Przegląd w czasie długiego przestoju urządzenia**

Przed przestojem należy wykonać proces rozcieńczania roztworu, poprzez przekierowanie całość wody chłodzącej (chłodziwa) przez zawór obejściowy chłodziwa do absorbera w celu pełnego rozcieńczania roztworu w urządzeniu, aby zapobiec krystalizacji oraz ochronić rurę wymiany ciepła parownika przed pęknięciem spowodowanym przez zamarznięcie. W celu uniemożliwienia zamarznięcia wody chłodzącej (chłodziwa) w pompie chłodziwa podczas przestoju, należy zmieszać wodę z częścią roztworu zgodnie z procedurą opisaną w punkcie 8.2.1. 1).

Urządzenie musi zostać zatrzymane przez uprawniony i przeszkolony personel. W czasie postoju musi być utrzymane wysokie podciśnienie wewnątrz urządzenia. Podciśnienie w pompie ciepła musi być sprawdzane z częstotliwością minimum raz na tydzień.

W przypadku odpowiedniej gazoszczelności urządzenia i czystego roztworu, roztwór można zostawić w urządzeniu podczas długiego przestoju. W przypadku poważnej korozji urządzenia i mętnego roztworu, lepiej jest przechowywać roztwór w zbiorniku magazynowym roztworu a zanieczyszczenia można usunąć poprzez ich naturalne wytrącenie i opadnięcie na dno zbiornika. Jeżeli nie ma zbiornika do przechowywania roztworu, roztwór musi być uzdatniony przed wprowadzeniem ponownym do urządzenia.

Przed przestojem, pokrywa końcowa wymiennika ciepła kondensatu powinna być zdemonstrowana a całość kondensatu z pary odprowadzona na zewnątrz. Jednocześnie, należy otworzyć zawór spustowy u dołu płaszczu wymiennika ciepła kondensatu w celu spuszczenia gorącej wody (gorącego kondensatu).

Podczas długiego przestoju, należy oczyścić rury w systemach gorącej wody sieciowej i gorącej wody opadowej (w tym rury wymienników ciepła w pompie ciepła) i należy zadbać, aby po czyszczeniu powierzchnie osuszyć. Podczas czyszczenia należy postępować wg poniższych zasad:

- 1) Spuść wodę z zewnętrznych rurowych systemów wodnych i części wodnej pompy ciepła,
- 2) Przepłucz rury instalacji wodnej w celu usunięcia rdzy i osadów z wewnętrznej powierzchni. (Jeżeli niektóre rury nie mogą być oczyszczone poprzez przepłukiwanie, wykorzystaj środek chemiczny do czyszczenia rur),

- 3) Gdy rury zostaną całkowicie oczyszczone, osusz je po spuszczeniu całości wody – otwórz i pozostaw otwarte instalacje drenażowej i odwadniające rurociągów.

### **8.3. Kontrola gazoszczelności urządzenia**

Szczególną uwagę należy zwrócić na podciśnienie w urządzeniu w czasie pracy i przeglądów postojowych. Jeżeli zauważony zostanie nietypowy wyciek czynnika na zewnątrz, należy niezwłocznie sprawdzić gazoszczelność urządzenia (pompy ciepła). Kontrola gazoszczelności obejmuje wykrywanie wycieków przy wytworzonym w urządzeniu podciśnieniu i nadciśnieniu. Opis kontroli gazoszczelności został opisana w punkcie 5.1.5.

## **8.4. Kontrola, czyszczenie oraz wymiana rur wymienników ciepła**

### **8.4.1. Kontrola rur wymienników ciepła**

Kontrola stanu technicznego rur wymienników ciepła składa się z dwóch etapów:

- 1) Kontroli zanieczyszczenia. W tym celu należy otworzyć pokrywy końcowe w celu sprawdzenia osadu i zanieczyszczenia wewnątrz rur wymiany ciepła. Jeżeli zauważone zostaną wewnątrz zanieczyszczenie, należy niezwłocznie wykonać badanie ich skład oraz dokonać ocenę stopnia zanieczyszczenia.
- 2) Kontroli wycieków. Na początku należy, zdjąć pokrywy końcowe rurowego wymiennika ciepła a następnie wypełnić urządzenie (pompę ciepła) azotem do ciśnieniu 0,08 MPa (g) od strony obiegu czynnika (od strony roztworu i chłodziwa). Następnie należy zablokować jeden koniec rur wymiennika ciepła gumowymi korkami a drugi koniec rur pokryć roztworem wody z mydłem. Jeżeli pojawią się pęcherzyki mydła w rurze świadczy o zlokalizowanym przecieku w rurze. Alternatywnym sposobem jest, zablokowanie obu końców rur gumowymi korkami. Jeżeli któryś korek zostanie wyrzucony przez ciśnienie wytworzone wewnątrz rury, świadczy to o zlokalizowanym przecieku w rurze. Inny sposobem jest zaślepienie jednego końca rury korkiem a do drugi koniec rury podłączyć przez elastyczny wąż, gdzie drugi koniec węża zanurzony jest w pojemniku z wodą. Detekcja przecieków wykonywana jest poprzez obserwację pęcherzyki gazu pojawiających się w wodzie i świadczących o wykryci przecieku na rurze.

### **8.4.2. Czyszczenie rur wymiany ciepła**

Częstotliwość czyszczenia rur wymiany ciepła jest określana przez jakość i zanieczyszczenie wody. Proponuje się przeprowadzanie czyszczenia rur z częstotliwością raz na rok.

Sposoby wykonywania czyszczenia rur:

- 1) Czyszczenie mechaniczne. Czyszczenie mechaniczne jest skuteczne tylko w celu pozbycia się luźnego osadu i rdzy. W celu pozbycia się zbyt dużej ilości osadu nagromadzonego w rurach wymienników ciepła, po zdjęciu pokryw końcowych, należy przedmuchać, wewnątrz rury, azotem lub sprężonym powietrzem (bez oleju) o ciśnieniu 0,7 do 0,8 MPa (g). Następnie do wykonanie czyszczenia wewnętrznej powierzchni rur należy użyć nylonowej szczotki (zabronione jest stosowanie szczotki z drutu stalowego) z gumową głowicą wsadzając ją do środka rury i popychając szczotkę od jednej strony do drugiej strony rury strumieniem wody. Po szczotkowaniu dwa lub trzy razy, należy usunąć wodę z rur azotem lub powietrzem pod ciśnieniem. Po czyszczenia można również wykorzystać kulki bawełniane do wytarcia powierzchni wewnętrznej rur do sucha (do przepychania kulek użyć azotu lub sprężonego powietrza). Po osuszeniu,

ponownie zamontuj pokrywę końcowe.

- 2) Czyszczenie chemiczne. Jeżeli zanieczyszczenie jest złożone z wapnia lub soli magnezu, i jest bardzo twarde, do czyszczenia należy wykorzystać środki chemiczne. Przed czyszczeniem, należy przeanalizować skład i grubość zanieczyszczenia. Następnie można wybrać odpowiedni typ środka, metodę i czas czyszczenia.

**!Uwaga:** Czyszczenie chemiczne powinno być wykonywane przez specjalistów producenta pompy ciepła z firmy Shuangliang.

#### 8.4.3. Wymiana rur wymienników ciepła

Wyciek z rur wymienników ciepła prowadzi do dostania się gorącej wody sieciowej i gorącej odpadowej wody do urządzenia, co zmniejsza stężenie roztworu, zmniejsza podciśnienie, pogarsza wydajność urządzenia i wpływa na przyspieszenie procesu korozji urządzenia. Kiedy zauważony zostanie wyciek z rur wymiennika ciepła (po wykonanej kontroli) uszkodzoną rurę należy wyciąć i wymienić na nową. Przy wymianie rur należy stosować rury o odpowiednie długości - nie za długie, aby uniknąć powstania poziomych rys w miejscu łączenia rur w otworach dna sitowego w czasie wydłużeń cieplnych rur, które mogą być przyczyną powstawania przecieków.

#### 8.5. Czyszczenie urządzenia

Nieprawidłowa obsługa urządzenia przez dłuższy okres czasu, powoduje powstanie zjawiska korozji, które wpływa na zwiększone zanieczyszczenia roztworze i wydajność urządzenia. W konsekwencji roztworu LiBr musi być zregenerowany a urządzenie musi zostać oczyszczone. Czyszczenie urządzenia wykonuje się roztworem LiBr i wodą zdemineralizowaną lub czystą.

**!Uwaga:** Czyszczenie części wewnętrznych urządzenia powinno być wykonywane przez specjalistów producenta pompy ciepła z firmy Shuangliang.

Czyszczenie urządzenia roztworem LiBr jest podobne do zwykłej eksploatacji pompy ciepła. Podczas czyszczenia steruje się zaworem regulacyjny dopływu pary (źródła ciepła) do pompy ciepła. Zawór zostaje lekko uchylony a do urządzenia doprowadzana jest para w bardzo ograniczonej ilości (ograniczone źródło ciepła). Roztwór o odpowiedniej temperaturze służy do oczyszczenia zanieczyszczeń w urządzeniu.

Kolejność etapów procedury czyszczenia urządzenia opisane jest poniżej:

- 1) Po uruchomieniu urządzenia przez chwilę, spuść roztwór z urządzenia i zmagazynuj w zbiorniku zewnętrznym w celu opadnięcia znajdujących się w nim zanieczyszczeń. Jeżeli opadanie zanieczyszczeń trwa zbyt długo, przefiltruj roztwór, przy pomocy dwóch zbiorników, przepompowując jego objętość z jednego zbiornika do drugiego.
- 2) Uruchom pompę próżniową w celu usunięcia niekondensowanego (nieskroplonego) gazu i powietrza z urządzenia (pompy ciepła), aż do uzyskania wysokiego podciśnienia wewnątrz pompy ciepła. Następnie wprowadź przefiltrowany roztwór do urządzenia i rozpocznij czyszczenie urządzenia roztworem do momentu, aż usunięty ponownie roztwór z urządzenia będzie czysty.
- 3) Po zakończeniu czyszczenia, należy wykonać nadciśnieniowy test szczelności urządzenia, ze szczególnym uwzględnieniem sprawdzenia zdemontowanych i ponownie zamontowanych elementów pompy ciepła.
- 4) Po oczyszczeniu, roztwór musi być zregenerowany a stężenie inhibitora i oktylu, powinno być

dostosowane do standardowego zakresu, zalecanego przez producenta pompy ciepła, przed ponownym wprowadzeniem roztworu do urządzenia. Załadunek roztworu do pompy ciepła należy wykonywać podczas uruchomionego układu próżniowego w celu usunięcia niekondensowanego (nieskroplonego) gazu z roztworu.

## **9. BADANIA EKSPLOATACYJNE**

### **9.1. Okresy badań eksploatacyjnych**

Czasokresy przeprowadzania badań eksploatacyjnych należy określić na podstawie obowiązujących w danym kraju przepisów krajowych, w którym urządzenie (pompa ciepła) jest eksploatowane.

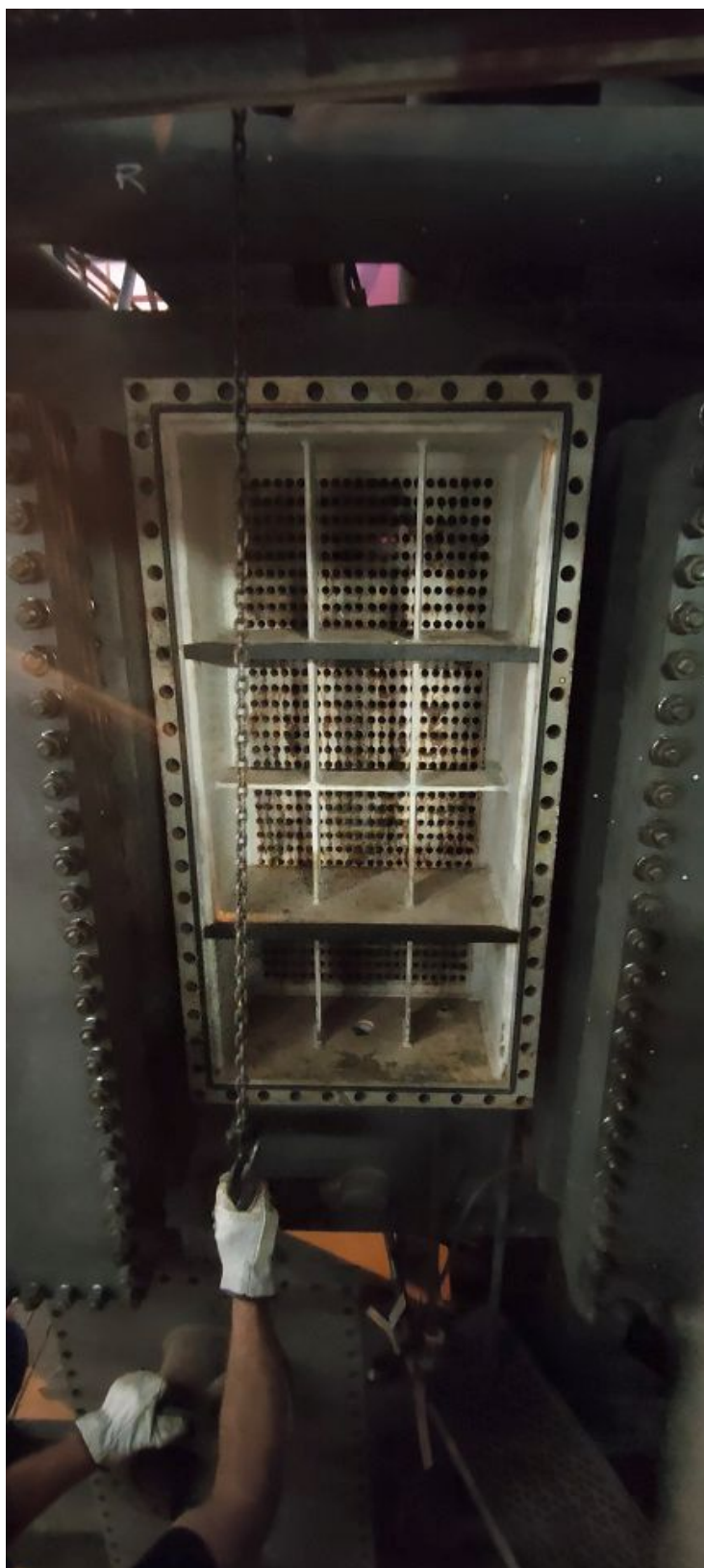
### **9.2. Rewizje wewnętrzne**

Rewizje wewnętrzne urządzenia można wykonać poprzez demontaże pokryw i dennic na generatorze, skraplaczu, absorberze, parowniku oraz wymienniku ciepła kondensatu. Po zdemontowaniu pokryw i dennic można wykonać rewizji wewnętrznej przestrzeni rurowej powyższych wymienników. Zdjęcia od 9-1 do 9-6 przedstawiają dna sitowe wymienników absorpcyjnej ciepła pompy po zdjęciu pokryw i dennic.



**Zajęcie 9-1 Widok dna sitowego Generatora i Skraplacza**





**Zajęcie 9-2 Widok dna sitowego Absorbera**



**Zajęcie 9-3 Widok dna sitowego Skraplacza**



**Zajęcie 9-4 Widok dna sitowego Parownika i Absorbera**



**Zajęcie 9-5 Widok dna sitowego Absorbera**



**Zajęcie 9-6 Widok dna sitowego Wymiennika Ciepła Kondensatu**

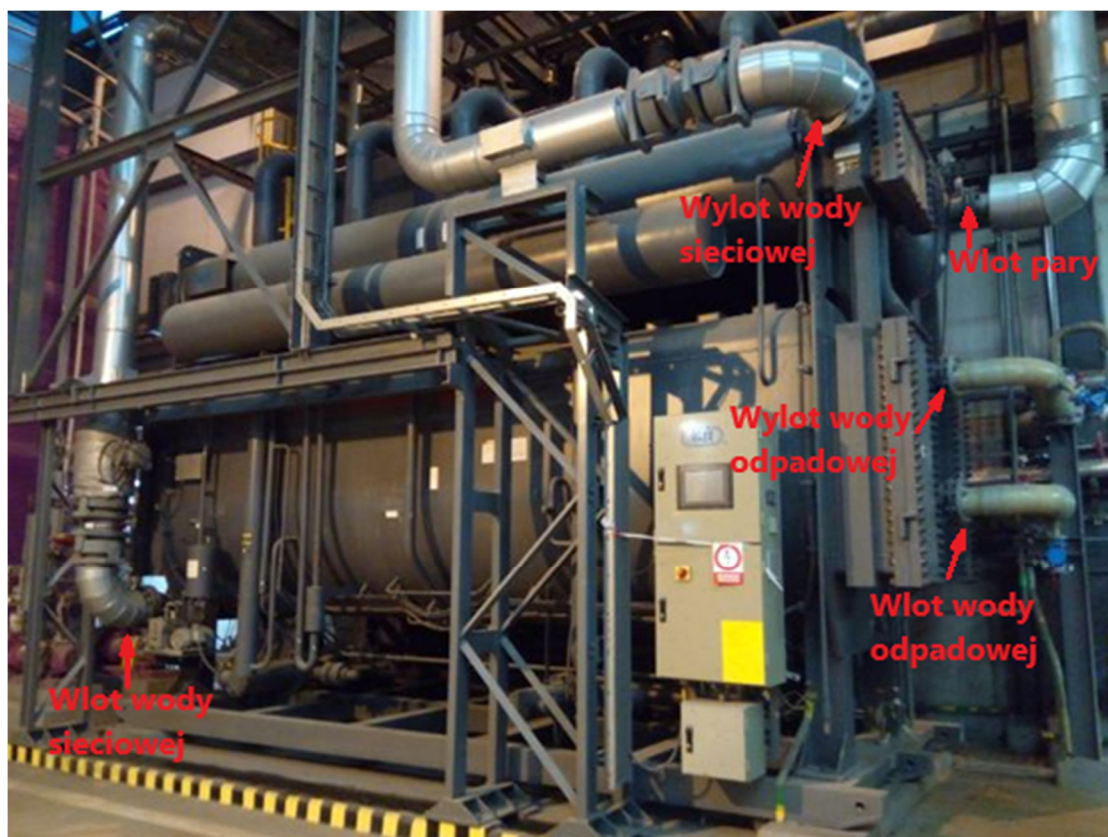


Cenę stanu technicznego orurowania można wykonać poprzez pomiar grubości ścianki rur wymienników od strony wewnętrznej rur oraz grubości płaszczy zewnętrznych wymienników przy użyciu metod nieniszczących m.in. UT lub ET (pomiary metodami ultradźwiękowymi i lub prądów wirowych).

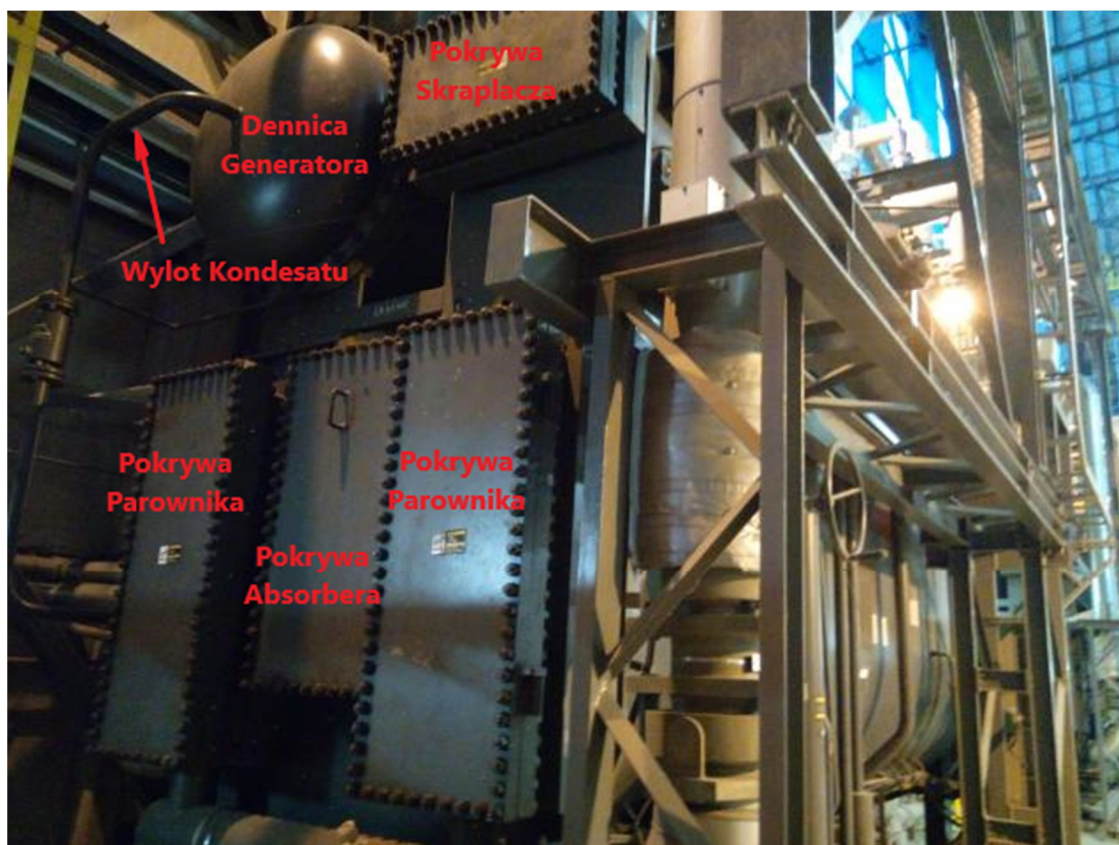
Do sprawdzenia stanu technicznego pompy ciepła dla przestrzeni międzyrurowej wymienników ciepła absorbera, parownika, generatora, skraplacza, w której znajduje się roztwór bromku litu i chłodziwa zalecane jest wykonywanie okresowo pomiaru grubości płaszczy zewnętrznych wymienników metodami nieniszczącymi np. metodą UT, pomiaru grubości ścianki płaszcza zewnętrznego absorbera, parownika, generatora, skraplacza oraz wymiennika ciepła kondensatu i wymiennika ciepła roztworu oraz porównanie otrzymanych wyników w grubościami ścianki nominalnej i minimalnej (obliczeniowej) określonej w dokumentacji rysunkowej pomp ciepła.

### 9.3. Próby ciśnieniowe

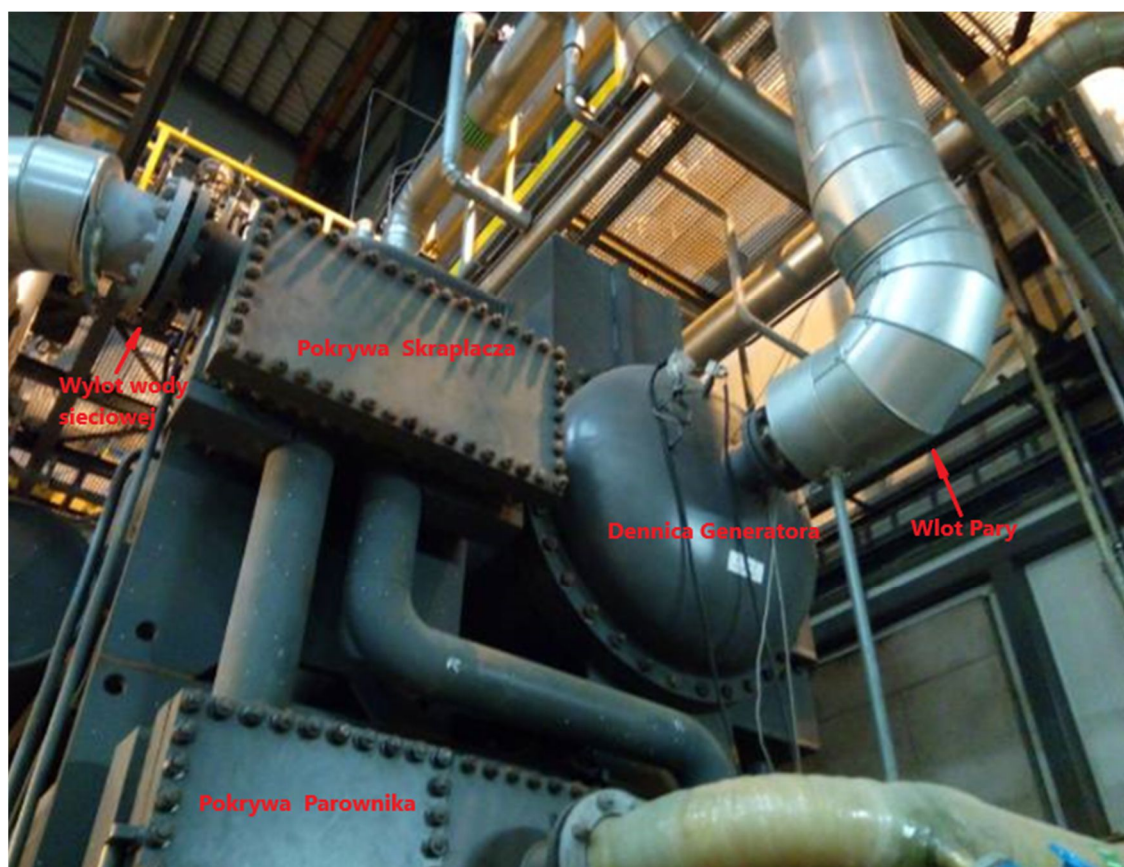
Wykonanie hydraulicznej próby ciśnieniowej elementów pompy ciepła jest możliwe jedynie dla wewnętrznych przestrzeni rurowych generatora, skraplacza, absorbera, parownika oraz wymienniki ciepła kondensatu. W celu wykonania takiej prób należy zdemontować podłączone do urządzeń rurociągi oraz zabudowaną aparaturę pomiarową. Powstałe po demontażu otwarte króćce rurociągów należy zaślepić. Poddawane próbie ciśnieniowej przestrzenie rurowe należy zlać wodą i odpowietrzyć. Do wykonywania hydraulicznej próby ciśnieniowej należy użyć zewnętrznej pompy z manometrem w celu wytworzenia odpowiedniego ciśnienia próbnego. Zdjęcia od 9-7 do 9-11 przedstawiają wloty i wyloty mediów zewnętrznych doprowadzonych do pompy ciepła, które należy zaślepić, a rury zdemontować dla wykonania hydraulicznych prób szczelności wymienników ciepła.



Zdjęcie 9-7. Widok z przodu pompy ciepła z przyłączami instalacji zewnętrznych

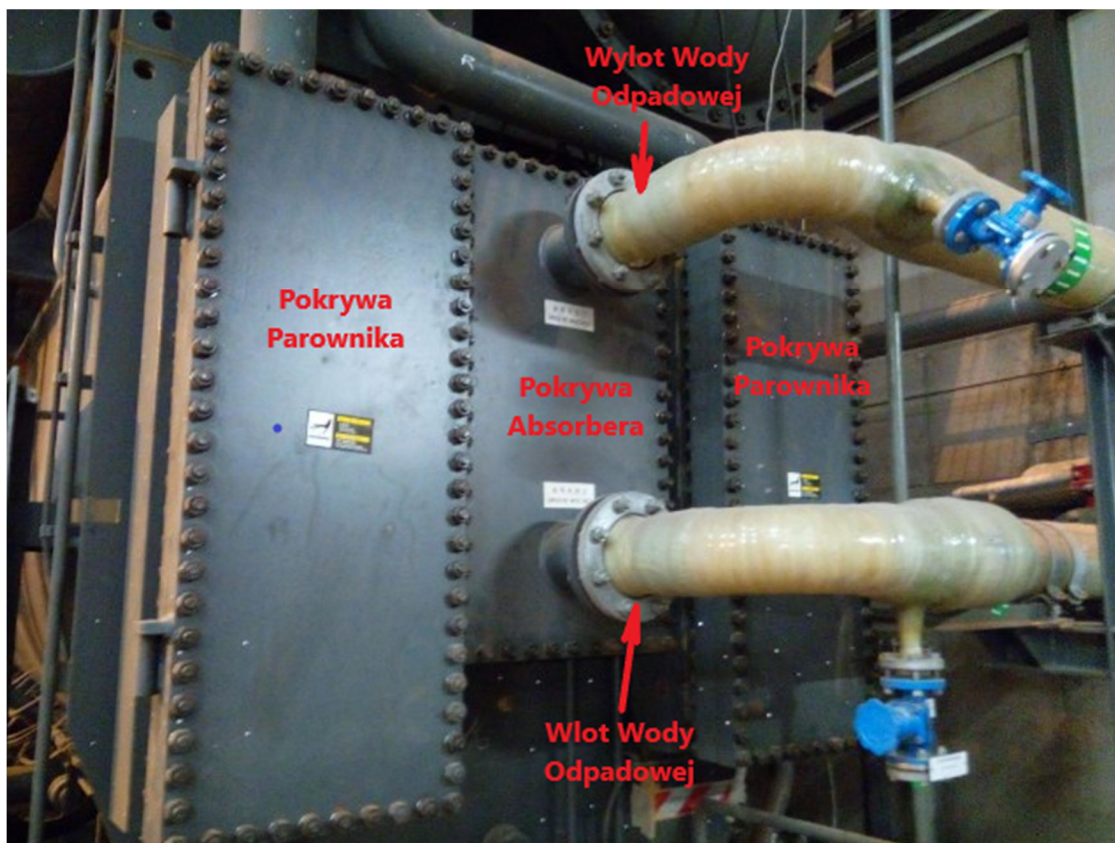


Zdjęcie 9-8. Widok z boku pompy ciepła z instalacją odprowadzenia kondensatu i widocznymi pokrywami Parownika, Absorbera, Generatora i Skraplacza

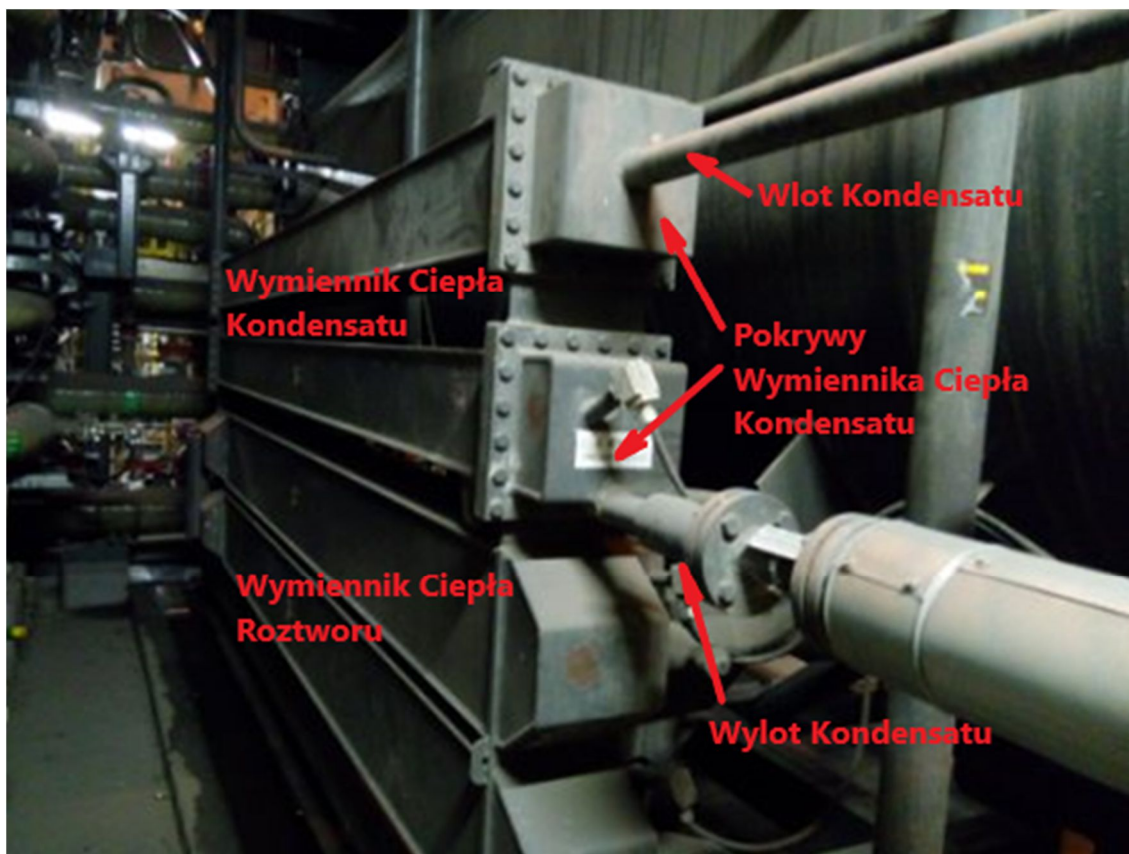


Zdjęcie 9-9. Widok z boku pompy ciepła z widocznymi pokrywami Skraplacza, Parownika i Generatora





Zdjęcie 9-10. Widok z boku pompy ciepła z widocznymi pokrywami Parownika i Absorbera

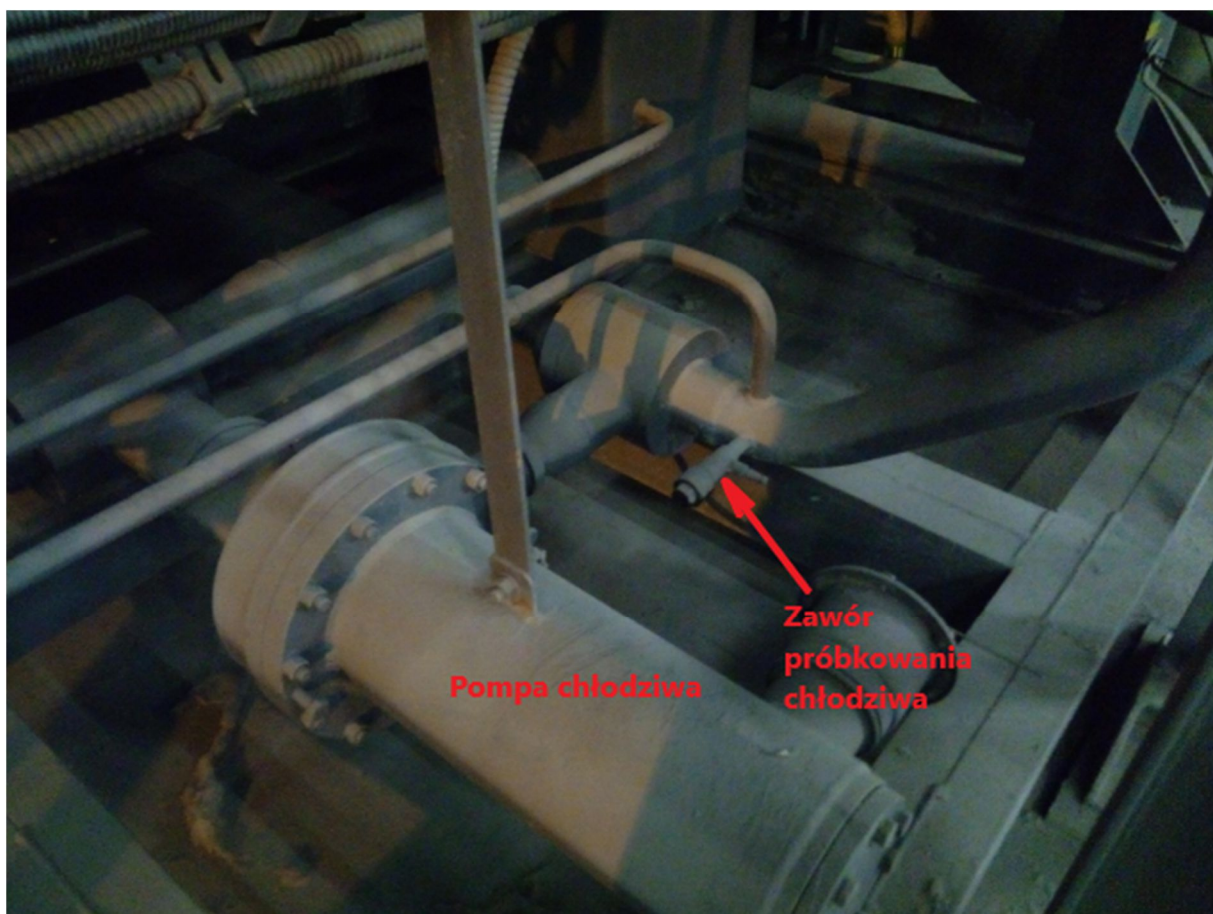


Zdjęcie 9-11. Widok z tyłu pompy ciepła z widocznym Wymiennikiem Ciepła Kondensatu i Wymiennikiem ciepła Roztworu

Wymagane ciśnienia próbne dla poszczególnych przestrzeni rurowych elementów pompy ciepła:

- 1) dla przestrzeni rurowej generatora (strona parowa) – ciśnienie próbne 10 bar,
- 2) dla przestrzeni rurowej parownika (strona wody sieciowej podgrzewanej) – ciśnienie próbne 24 bary,
- 3) dla przestrzeni rurowej absorbera (strona wody grzewczej z dolnego źródła ciepła - ciepła odpadowego) – ciśnienie próbne 8 bary,
- 4) dla przestrzeni rurowej wymienni ciepła kondensatu (strona kondensatu z pary) – ciśnienie próby 5 bar.

Próbę ciśnieniową w przestrzeni między rurowej wymienników tj. po stronie czynnika obiegowego (roztworu bromku litu LiBr), z uwagi na zalegającą w powyższej przestrzeni roztwór, można wykonać jedynie przy użyciu sprężonym azotem. Zdjęcie 9-12 przedstawia lokalizację zaworu próbkowania chłodziwa. Ciśnienie próby powinno być równe 0,08 MPa (g). Gaz należy wprowadzić i wypuszczać poprzez zawór próbkowania chłodziwa. W czasie wprowadzania gazu poprzez zawór próbkowania chłodziwa należy obniżyć poziom wody chłodzącej (chłodziwa) w parowniku. Gdy w urządzeniu nie ma roztworu lub wody chłodzącej (chłodziwa), wprowadzenie i wypuszczanie gazu można wykonać przez dowolny zawór łączący przestrzeń pompy ciepła po stronie roztworu z atmosferą. Przed wprowadzeniem gazów do pompy, musi zostać otwarty górny zawór odpowietrzający pompy próżniowej.



**Zdjęcie 9-12. Widok zaworu próbkowania chłodziwa wykorzystywanego od napełnienia pompy ciepła azotem przy wykonywaniu próby ciśnieniowej od strony czynnika obiegowego (roztworu LiBr)**



**International Division**

Shuangliang Eco-Energy Systems Co., Ltd.

**Shuangliang Industry Park, Ligang, Jiangyin, Jiangsu, P. R. Chiny**

**Kod pocztowy 214444**

**Telefon: +0086 510 86638822**

**Faks: +0086 510 8663467**