(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 247387 B1**

(12) # Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **436460**
(22) Data zgłoszenia: **2020.12.23**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.06.27 BUP 26/2022**
(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.06.23 WUP 25/2025**

(51) MKP:
E21D 1/14 *(2006.01)*

(73) Uprawniony z patentu:
KGHM POLSKA MIEDŹ SPÓŁKA AKCYJNA, Lubin, PL
KGHM CUPRUM SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ – CENTRUM BADAWCZO-ROZWOJOWE, Wrocław, PL
PRZEDSIĘBIORSTWO BUDOWY KOPALŃ PEBEKA SPÓŁKA AKCYJNA, Lubin, PL
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL
GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY, Katowice, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
SŁAWOMIR FABICH, Wrocław, PL
SŁAWOMIR ŚWITOŃ, Mokronos Górny, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Damian Krężel, Warszawa, PL

(54) Tytuł:
System do mrożenia górotworu

PL 247387 B1

Opis wynalazku

Dziedzina techniki

Przedmiotem wynalazku jest system do mrożenia górotworu, zwłaszcza do zastosowania w górnictwie przy drążeniu szybów górniczych. Bardziej szczegółowo, wynalazek dotyczy instalacji obiegu solanki w procesie mrożenia górotworu z wykorzystaniem stacji mrożeniowej w szczególności zawierającej wiele modułów mrożeniowych.

Stan techniki

Dokument CN203271746U ujawnia instalację obiegu solanki z agregatem mrożeniowym z funkcją automatycznego poziomowania. Urządzenie wyrównujące obejmuje główny zbiornik solanki oraz umieszczony nad nim mały zbiornik buforowy.

Dokument CN204371345U ujawnia prosty system cyrkulacyjny z układem rurociągów izolowanych termicznie stosowany w trakcie głębienia szybów.

Instalacje do mrożenia górotworu wymagają zwykle zastosowania wielu olbrzymich agregatów mrożeniowych o dużej mocy w celu schłodzenia solanki wykorzystywanej do mrożenia górotworu oraz podtrzymania niskiej temperatury schłodzonych skał w trakcie drążenia szybu do podtrzymania grubości płaszcza mrożeniowego. Szczególnie w początkowym etapie mrożenia wymagana jest bardzo duża moc agregatów chłodniczych dochodząca nawet do 4 MW. W tym celu stacje mrożeniowe obejmujące kilka agregatów chłodniczych zabudowane są w zamkniętym pomieszczeniu na stałe przez cały czas działania stacji mrożeniowej. Z czasem jednak zapotrzebowanie na energię spada i nie ma potrzeby stosowania wszystkich agregatów. Wówczas część z nich zostaje wyłączona, utrzymując sprężarki w pozycji pracy naprzemiennej.

Jedna ze znanych metod mrożenia górotworu za pomocą solanki, pracująca w systemie otwartym obejmującym obieg pierwotny (parownikowy) oraz obieg wtórny (szybowy), przewiduje zastosowanie otwartego zbiornika z dwoma komorami, tj. na solankę zimną, która pompowana jest do otworów mrożeniowych oraz solankę ciepłą, która ogrzana w otworach mrożeniowych wraca w celu ponownego schłodzenia w agregacie mrożeniowym. Zastosowanie otwartego zbiornika z dwiema komorami powoduje, że już na etapie magazynowania solanki powstają duże straty ciepła, wynikające z kontaktu solanki ciepłej z zimną przez przegrodę oraz kontaktu solanki ze środowiskiem atmosferycznym, co jest niekorzystne. Poza tym stosowanie zbiornika otwartego powoduje ubytki solanki wskutek jej parowania, co wiąże się z jej częstym uzupełnianiem podczas pracy instalacji mrożeniowej.

Istota wynalazku

Celem wynalazku jest zaproponowanie rozwiązania, które wyeliminuje powyższe wady znanych technologii mrożenia górotworów.

Przedmiotem wynalazku jest system do mrożenia górotworu składający się z połączonych ze sobą dwóch obiegów czynnika chłodniczego, tj. obiegu szybowego oraz obiegu parownikowego,
przy czym obieg szybowy zawiera co najmniej jeden orurowany otwór mrożeniowy z zabudowaną w nim rurą wewnętrzną, położony na co najmniej jednym kręgu otworów mrożeniowych, co najmniej jedną pompę obiegu szybowego oraz zbiornik wyrównawczy na płyn chłodzący,
przy czym obieg parownikowy zawiera co najmniej jeden moduł mrożeniowy z co najmniej jedną pompą obiegu parownikowego oraz z co najmniej jednym zespołem filtrów,
gdzie co najmniej jeden otwór mrożeniowy oraz urządzenia w poszczególnych obiegach połączone są ze sobą systemem rur preizolowanych z zaworami odcinającymi i regulacyjnymi,
charakteryzuje się tym, że co najmniej jedna preizolowana rura obiegu parownikowego połączona jest poprzez pompę obiegu parownikowego z wlotem wymiennika ciepła co najmniej jednego modułu mrożeniowego, zaś co najmniej jedna preizolowana rura z wylotu wymiennika ciepła co najmniej jednego modułu mrożeniowego połączona jest poprzez co najmniej jeden zawór wyrównawczy z co najmniej jedną pompą obiegu szybowego, a co najmniej jedna pompa obiegu szybowego połączona jest co najmniej jedną rurą preizolowaną z rurą wewnętrzną co najmniej jednego otworu mrożeniowego, natomiast rura zewnętrzna co najmniej jednego otworu mrożeniowego połączona jest z co najmniej jedną rurą preizolowaną obiegu parownikowego.

Korzystnie, instalacja obiegu szybowego połączona jest przepływowo ze zbiornikiem wyrównawczym na płyn chłodzący.

Zbiornik wyrównawczy na płyn chłodzący może być otwarty lub zamknięty.

Zbiornik wyrównawczy będący zbiornikiem zamkniętym zawiera poduszkę z gazu obojętnego pod ciśnieniem, do kompensacji zmian objętościowych wodnego roztworu NaCl (solanki), wskutek zmiany jej temperatury.

Korzystnie tym gazem obojętnym jest azot.

Korzystnie płynem chłodzącym jest wodny roztwór NaCl.

Korzystnie zawór wyrównawczy jest trójdrogowy.

Korzystnie co najmniej jeden moduł mrożeniowy jest urządzeniem przenośnym.

Korzystnie na wejściu i wyjściu otworu mrożeniowego zabudowane są przepływomierze.

Korzystnie instalacja obiegu parownikowego jest połączona przepływowo z co najmniej jednym filtrem, np. filtrem koszowym.

Korzystnie w instalacji obiegu parownikowego zabudowane są zawory odcinające, umożliwiające płynne dołączanie/odłączanie kolejnych modułów mrożeniowych.

Krótki opis figur rysunku

Wynalazek zostanie teraz bliżej przedstawiony na rysunku, na którym:

Fig. 1 przedstawia schemat obiegu czynnika chłodzącego, zaś

Fig. 2 schematycznie korzystny przykład wykonania systemu do mrożenia górotworu.

Szczegółowy opis korzystnego przykładu wykonania wynalazku

Korzystne przykłady wykonania wynalazku zostaną opisane bardziej szczegółowo poniżej w odniesieniu do Fig. 1, która przedstawia schemat obiegu czynnika chłodzącego, oraz Fig. 2 – przedstawiającej schemat systemu do mrożenia górotworu.

System do mrożenia górotworu według wynalazku zawiera co najmniej jeden otwór mrożeniowy 1 położony na co najmniej jednym kręgu otworów mrożeniowych, którego konstrukcja zawiera rurę zewnętrzną 2 oraz rurę wewnętrzną 3 (tzw. opadową). System ponadto zawiera co najmniej jedną pompę 4 obiegu szybowego 5 oraz co najmniej jeden moduł mrożeniowy 6, pracujący w systemie obiegu parownikowego 7.

Jak pokazano na Fig. 1 czynnik chłodzący krążący w obiegu szybowym 5 wprowadzany jest do obiegu parownikowego 7 i z tego obiegu, poprzez co najmniej jedną pompę 8 obiegu parownikowego 7, wprowadzany jest do wymiennika co najmniej jednego modułu mrożeniowego 6, w którym następuje jego oziębienie. Oziębiony czynnik chłodzący wprowadzany jest z powrotem do obiegu szybowego 5 i obiegiem tym, poprzez co najmniej jedną pompę 4 obiegu szybowego, wprowadzany jest do rury wewnętrznej 3 co najmniej jednego otworu mrożeniowego 1. W dolnej części otworu mrożeniowego 1 czynnik chłodzący przepływa do rury zewnętrznej 2 otworu mrożeniowego 1, a następnie płynąc tą rurą w kierunku do góry, pobiera ciepło z górotworu. Z co najmniej jednego otworu mrożeniowego 1 ogrzany czynnik chłodzący płynie do obiegu parownikowego 7. Przepływ płynu chłodzącego pomiędzy obiegiem szybowym a parownikowym regulowany jest zaworem trójdrogowym 9. Z obiegiem szybowym 5 połączony jest przepływowo zbiornik wyrównawczy 10, zaś z obiegiem parownikowym 7 zespół filtrów czynnika chłodzącego 11.

Prezentowane rozwiązanie eliminuje z systemu otwarty, dwukomorowy zbiornik na czynnik chłodzący. Jego funkcję przejmuje obieg szybowy 5. Konsekwencją tego 20 rozwiązania jest konieczność wprowadzenia w ten obieg zamkniętego zbiornika 10 z czynnikiem chłodzącym z poduszką azotową. Jego celem jest kompensacja zmian objętościowych czynnika chłodzącego, wskutek zmiany jego temperatury.

W korzystnym przykładzie wykonania (Fig. 2), w obiegu parownikowym 7 na dopływie i odpływie czynnika chłodzącego co najmniej jednego modułu mrożeniowego 6 znajdują się zawory odcinające 12, ułatwiające odcięcie od pracy danego modułu mrożeniowego 6 w sytuacji, gdy z racji uzyskanego stanu zamrożenia górotworu nie musi już on pracować lub też wymagane jest tymczasowe wyłączenie danego modułu dla dokonania ewentualnego przeglądu lub naprawy, bez wpływu na pracę całej, pozostałej instalacji.

W korzystnym przykładzie wykonania (Fig. 2) w obiegu szybowym 5 znajduje się co najmniej jedna pompa 4, wymuszająca przepływ w tym obiegu czynnika chłodniczego. Umieszczenie dodatkowych pomp pozwala zwiększyć redundancję systemu.

W korzystnym przykładzie wykonania (Fig. 2), wielkość przepływu czynnika chłodniczego w poszczególnych obiegach sterowany jest zaworem wyrównawczym, korzystnie trójdrogowym 9. Jego podstawową funkcją jest zrównoważenie systemu oraz dławienie przepływu nadmiarowego. Regulacja taka jest niezbędna dla zapewnienia najkorzystniejszych parametrów pracy modułowej stacji mrożeniowej.

W korzystnym przykładzie wykonania, czynnikiem chłodzącym jest wodny, nasycony roztwór chlorku sodu. Jest to czynnik, który umożliwia schłodzenie do niższej temperatury niż czysta woda, przy zachowaniu stanu ciekłego.

W korzystnym przykładzie wykonania, co najmniej jeden moduł mrożeniowy 6 jest urządzeniem przenośnym, umożliwiającym szybkie jego odłączenie od pracującej instalacji mrożeniowej, celem jego przeniesienia w inne miejsce.

W korzystnym przykładzie wykonania (Fig. 2), na dopływie i odpływie czynnika chłodniczego każdego z otworów mrożeniowych 1 znajdują się przepływomierze 16. Taka konfiguracja przepływomierzy 16 umożliwia kontrolę szczelności rur mrożeniowych. Zamiennie można zastosować jeden przepływomierz 16 na zbiorczym kolektorze, doprowadzającym czynnik chłodzący do otworów mrożeniowych 1 oraz indywidualne przepływomierze 16 na wyjściu każdego z otworów mrożeniowych 1.

W korzystnym przykładzie wykonania (Fig. 2), zbiornik wyrównawczy 10 jest zamknięty. Nad czynnikiem chłodzącym w zbiorniku wyrównawczym 10 znajduje się gaz obojętny, korzystnie azot. Rozwiązanie to umożliwia kompensację ilości płynu chłodzącego, ze względu na zmianę objętości wywołaną zmianą temperatury. Dodatkowo zamknięty zbiornik wyrównawczy 10 ogranicza parowanie i utratę płynu chłodzącego.

W korzystnym przykładzie wykonania (Fig. 2), zbiornik wyrównawczy 10 połączony jest płynowo z instalacją obiegu szybowego 5.

W korzystnym przykładzie wykonania (Fig. 2), każdy z modułów mrożeniowych 6 posiada własny moduł sterujący 13. Oprócz tego inny moduł sterujący 14 zarządza pracą obiegu szybowego 5. Nadzór nad pracą całego systemu mrożeniowego pełni nadrzędny moduł sterujący 15.

Należy podkreślić, że w kontekście przedmiotowego opisu słowo „połączone" należy rozumieć, jako połączone bezpośrednio lub pośrednio. Oznacza to, że płyn chłodzący z jednego elementu systemu dostarczany jest do innego elementu systemu, przy czym pomiędzy tymi elementami mogą znajdować się inne, typowe, znane przez znawcę dziedziny, elementy stosowane w układach hydraulicznych, takie jak zawory, filtry, przepływomierze itp.

Użyte w opisie i zastrzeżeniach stwierdzenie, że elementy są ze sobą połączone przepływowo (lub płynowo) oznacza, że płyn z pierwszego elementu układu może dotrzeć do drugiego elementu układu, pośrednio lub bezpośrednio. Należy rozumieć, że jeżeli, przykładowo, zawór połączony jest przepływowo z wlotem modułu chłodzeniowego, to pomiędzy nimi może, przykładowo, znajdować się pompa, przepływomierz czy też mogą być one ze sobą połączone bezpośrednio rurą.

Zastrzeżenia patentowe

1. System do mrożenia górotworu obejmujący połączone ze sobą dwa obiegi czynnika chłodniczego, tj. obieg szybowy (5) oraz obieg parownikowy (7), przy czym obieg szybowy (5) zawiera co najmniej jeden orurowany otwór mrożeniowy (1) z zabudowaną w nim rurą wewnętrzną (3), położony na co najmniej jednym kręgu otworów mrożeniowych, co najmniej jedną pompę (4) obiegu szybowego (5) oraz zbiornik wyrównawczy (10) na płyn chłodzący,
   przy czym obieg parownikowy (7) zawiera co najmniej jeden moduł mrożeniowy (6) z co najmniej jedną pompą (8) obiegu parownikowego (7) z co najmniej jednym zespołem filtrów (11), gdzie co najmniej jeden otwór mrożeniowy (1) oraz urządzenia w poszczególnych obiegach połączone są ze sobą systemem rur preizolowanych z zaworami odcinającymi i regulacyjnymi,
   znamienny tym, że co najmniej jedna preizolowana rura obiegu parownikowego (7) połączona jest poprzez pompę (8) obiegu parownikowego (7) z wlotem wymiennika ciepła co najmniej jednego modułu mrożeniowego (6), zaś co najmniej jedna preizolowana rura z wylotu wymiennika ciepła co najmniej jednego modułu mrożeniowego (6) połączona jest poprzez co najmniej jeden zawór wyrównawczy (9) regulujący przepływ czynnika chłodniczego pomiędzy obiegiem szybowym i parownikowym z co najmniej jedną pompą (4) obiegu szybowego (5), a co najmniej jedna pompa (4) obiegu szybowego (5) połączona jest co najmniej jedną rurą preizolowaną z rurą wewnętrzną (3) co najmniej jednego otworu mrożeniowego (1), natomiast rura zewnętrzna (2) co najmniej jednego otworu mrożeniowego (1) połączona jest z co najmniej jedną rurą preizolowaną obiegu parownikowego (7).
2. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że instalacja obiegu szybowego (5) połączona jest przepływowo ze zbiornikiem wyrównawczym (10) na płyn chłodzący.

3. System według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że zbiornik wyrównawczy (10) na płyn chłodzący jest zbiornikiem otwartym.
4. System według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że zbiornik wyrównawczy (10) na płyn chłodzący jest zbiornikiem zamkniętym.
5. System według zastrz. 4, **znamienny tym**, że zamknięty zbiornik wyrównawczy (10) na płyn chłodzący posiada poduszkę z gazu obojętnego pod ciśnieniem.
6. System według zastrz. 5, **znamienny tym**, że gazem obojętnym jest azot.
7. System według jednego z poprzednik zastrzeżeń, **znamienny tym**, że zawór wyrównawczy (9) jest zaworem trójdrogowym.
8. System według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym**, że płynem chłodzącym jest wodny roztwór NaCl.
9. System według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym**, że co najmniej jeden moduł mrożeniowy (6) jest urządzeniem przenośnym.
10. System według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym**, że na wejściu i wyjściu co najmniej jednego otworu mrożeniowego (1) zabudowane są przepływomierze (16).
11. System według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym**, że instalacja obiegu parownikowego (7) jest połączona przepływowo z co najmniej jednym filtrem (11), zwłaszcza filtrem koszowym.
12. System według jednego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym**, że w instalacji obiegu parownikowego (7) zabudowane są zawory odcinające (12), umożliwiające płynne dołączanie/odłączanie kolejnych modułów mrożeniowych (6).

Rysunki

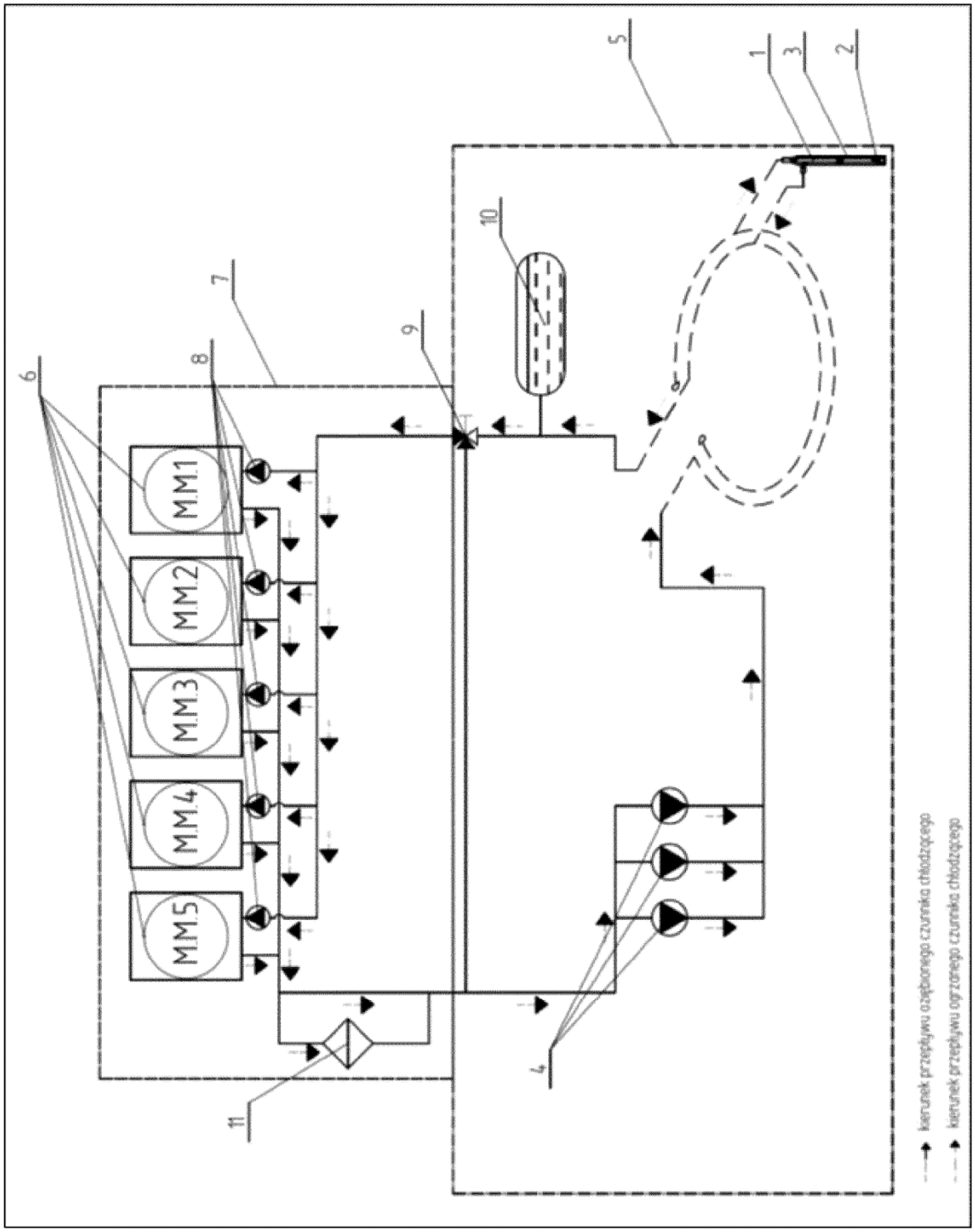


Fig. 1

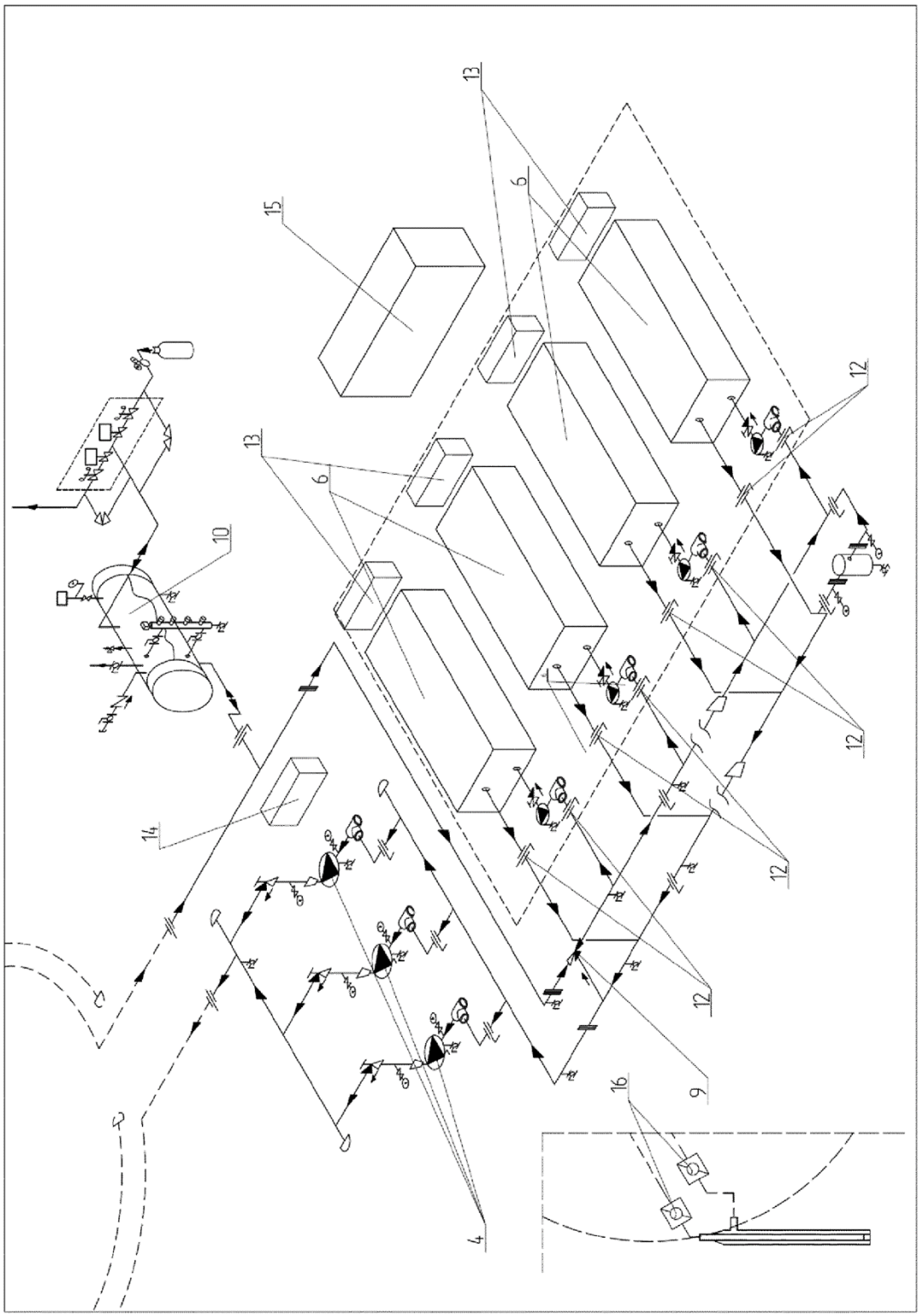


Fig. 2