RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **234379**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424625**

(22) Data zgłoszenia: **20.02.2018**

(51) Int.Cl.
F24D 11/00 (2006.01)
F24D 12/02 (2006.01)
F24D 9/00 (2006.01)

(54) **Kondygnacyjny zasobnik ciepła**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
26.08.2019 BUP 18/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.02.2020 WUP 02/20

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
ŁUKASZ BARTELA, Pilchowice, PL
LESZEK REMIORZ, Rybnik, PL
JANUSZ KOTOWICZ, Pyskowice, PL
WOJCIECH UCHMAN, Gliwice, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Katarzyna Borkowy

PL 234379 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kondygnacyjny zasobnik ciepła przeznaczony zwłaszcza do magazynowania ciepła wysokotemperaturowego uzyskiwanego w źródłach o okresowym charakterze pracy. Wynalazek przeznaczony jest do zastosowań w budynkach jedno- oraz wielokondygnacyjnych.

Powszechnie wykorzystywanym sposobem akumulacji ciepła dla celów grzewczych jest gromadzenie wysokotemperaturowego czynnika obiegowego instalacji grzewczej w zbiorniku. Ciepło do nośnika ciepła obiegu grzewczego przekazywane jest przeponowo w dolnej części zbiornika przez czynnik obiegowy źródła ciepła. O stopniu zmagazynowania ciepła w zbiorniku decyduje wysokość usytuowania klina termicznego, stanowiącego fizycznie ukształtowaną granicę pomiędzy objętością płynu gorącego oraz płynu zimnego. Zasadniczą niedogodnością takiego rozwiązania jest potrzeba dostosowania najwyższych temperatur magazynowanego czynnika obiegu grzewczego do temperatur stosowanych w systemie odbiorników ciepła (grzejniki podłogowe, grzejniki naścienne, grzejniki konwektorowe). Ta cecha decyduje najczęściej o ograniczonej pojemności cieplnej zasobnika (względem jego objętości), która jest w przybliżeniu liniowo zależna od temperatury magazynowanego czynnika. Stosowanie wysokich temperatur dla magazynowanego czynnika obiegowego jest możliwe, ale wymaga stosowania mieszalnikowego systemu dostosowywania temperatury czynnika, kierowanego do odbiorników, do ich nominalnych temperatur pracy. Niedogodnością jest także konieczność stosowania pompy czynnika obiegu grzewczego, której wysoka energochłonność wynika z potrzeby tłoczenia dużych objętości nośnika oraz pokonywania wysokich oporów hydraulicznych identyfikowanych w instalacji odbiorników.

Coraz powszechniej w systemach grzewczych budynków, w miejsce grzejników naściennych, stosuje się wielkopowierzchniowe wymienniki ciepła, najczęściej stanowiące wylewki posadzkowe. Stosowanie dużych objętości materiałów o wysokiej pojemności cieplnej decyduje o wysokich zdolnościach akumulacyjnych tego typu systemów. Wypełnienie akumulacyjne nagrzewane jest na skutek przepływu obiegowego czynnika grzewczego przez wymienniki rurowe zabudowane w objętości wypełnienia. Dla zachowania wysokiego komfortu cieplnego, wypełnienie podgrzewane jest do temperatur zazwyczaj nieznacznie wyższych od pożądanej temperatury powietrza w nagrzewanych pomieszczeniach. Ciepło oddawane jest przede wszystkim na skutek swobodnej konwekcji. Utrzymywanie temperatury wypełnienia na właściwym poziomie wymaga wyłącznie okresowej pracy źródła ciepła. Niedogodnością takiego rozwiązania jest wysoka bezwładność cieplna, przejawiająca się brakiem możliwości wystąpienia szybkiej reakcji systemu w celu dostosowania warunków cieplnych do zmienionych wymagań użytkownika. Związane jest to z brakiem możliwości ograniczenia przez użytkownika w krótkim czasie strumienia ciepła oddawanego do użytkowanych pomieszczeń. Jako zasobniki ciepła, stanowiące elementy konstrukcyjne budynku, mogą być stosowane również przegrody budowlane.

Z polskiego opisu patentowego PL190133 znany jest bezciśnieniowy akumulator ciepła, w którym ciecz akumulująca ciepło (woda) oddzielona jest od atmosfery przeponą – warstwą oleju parafinowego. Niedogodnością powyższego rozwiązania jest brak możliwości stosowania wysokich temperatur dla magazynowanej wody oraz konieczność stosowania pomp obiegowych dla transportu nośnika ciepła pomiędzy zbiornikiem, a odbiornikami ciepła. Ponadto w polskim zgłoszeniu oznaczonym numerem P.416339 znana jest przegroda budowlana zawierająca przewody do podłączania układu ogrzewania/chłodzenia płaszczyznowego, w objętości której można wyodrębnić wkład ze związkiem zmiennofazowym. Niedogodnością powyższego rozwiązania jest duża bezwładność systemu w zakresie dostosowywania wydajności grzewczej do aktualnego zapotrzebowania, determinowanego warunkami komfortu cieplnego.

Z innego polskiego opisu patentowego PL224979 znany jest akumulator ciepła zawierający wewnętrzny układ nagrzewania elektrycznego, w którym ciepło magazynowane jest w elementach rdzenia akumulacyjnego. Taki system umożliwia akumulowanie ciepła przy podgrzewie wypełnienia akumulacyjnego do wysokich temperatur. Niedogodnością tego rozwiązania jest jednak brak możliwości prowadzenia długookresowej akumulacji ciepła, z uwagi na występowanie przepływu ciepła do otoczenia na skutek zjawiska konwekcji swobodnej.

Celem wynalazku jest uzyskanie wysokiej pojemności cieplnej zasobnika o określonej objętości geometrycznej wypełnienia akumulacyjnego oraz zapewnienie wysokiej izolacyjności cieplnej w okresach występującego wysokiego potencjału cieplnego zasobnika, przy równocześnie występującym niskim zapotrzebowaniu na ciepło grzewcze. Celem wynalazku jest zniwelowanie bezwładności ciepl-

nej zasobnika, co ma umożliwić szybką reakcję systemu na dynamicznie zmieniające się zapotrzebowanie na ciepło.

Cele te osiągnięto dzięki konstrukcji wymiennika umożliwiającej: – zastosowanie wypełnień akumulacyjnych, pozwalających na magazynowanie ciepła wysokotemperaturowego (ciała stałe, związki zmiennofazowe) stosowanie aktywnej, wolnej przestrzeni, w której, w okresie niskiego zapotrzebowania na ciepło, wytwarzana jest próżnia izolacyjna, oraz która, w okresie zwiększonego zapotrzebowania, wypełniana jest cieczą o wysokim przewodnictwie cieplnym, co umożliwia transport ciepła z wypełnienia akumulacyjnego do przestrzeni ogrzewanej.

Kondygnacyjny zasobnik ciepła o konstrukcji kolumnowej charakteryzuje się tym, że zbudowany jest z co najmniej trzech modułów: modułu I, który stanowi moduł akumulacyjny zbudowany ze zbiornika zewnętrznego w postaci płaszcza zewnętrznego, w którym umieszczony jest zbiornik z wypełnieniem akumulacyjnym, w objętości którego zamontowany jest przeponowy wymiennik ciepła, przy czym w objętości zbiornika zewnętrznego znajduje się wolna przestrzeń, oddzielająca powierzchnię zbiornika wewnętrznego od powierzchni zbiornika zewnętrznego, modułu II, który stanowi moduł pompowy z trzema pompami: pompą obiegową nośnika ciepła, pompą próżniową oraz pompą cieczy przewodzącej ciepło oraz modułu III, który stanowi moduł ze zbiornikiem cieczy przewodzącej ciepło, przy czym moduł akumulacyjny (I) połączony jest z modułem pompowym (II) rurociągiem instalacji nośnika ciepła, tworzącym obieg zamknięty pomiędzy modułem akumulacyjnym (I), a źródłem ciepła, a dla umożliwienia wprowadzenia oraz wyprowadzenia nośnika ciepła do przeponowego wymiennika ciepła w płaszczu zewnętrznym modułu akumulacyjnego (I) wykonane są dwa szczelne przepusty, a w zbiorniku wewnętrznym zainstalowane są dwa króćce, natomiast na rurociągu wprowadzającym oraz wyprowadzającym nośnik ciepła zamontowane są zawory odcinające instalacji nośnika ciepła, ponadto moduł akumulacyjny (I) połączony jest z pompą cieczy przewodzącej ciepło modułu pompowego (II), a ten z modułem ze zbiornikiem cieczy przewodzącej ciepło (III) rurociągiem instalacji cieczy przewodzącej ciepło, przy czym króciec cieczy przewodzącej ciepło zamontowany jest w najniższej wysokości zbiornika, przy czym na rurociągu instalacji cieczy przewodzącej ciepło zabudowany jest zawór odcinający instalacji cieczy przewodzącej ciepło, a ponadto moduł akumulacyjny połączony jest z pompą próżniową modułu pompowego (II) rurociągiem instalacji próżniowej, na którym zamontowany jest zawór odcinający instalacji próżniowej, przy czym króciec zbiornika zewnętrznego instalacji próżniowej zamontowany jest na dowolnej wysokości zbiornika zewnętrznego.

Korzystnie ilość modułów akumulacyjnych I zależy od wysokości pomieszczenia lub budynku przewidzianego do zabudowy, zapotrzebowania na ciepło grzewcze lub od potencjału współpracującego źródła ciepła.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia dwukondygnacyjny zasobnik ciepła składający się z sześciu modułów akumulacyjnych, modułu pompowego oraz modułu ze zbiornikiem cieczy przewodzącej ciepło.

Konstrukcja modułów umożliwia ich montaż w układzie kolumnowym, gdzie w podstawie kolumny zamontowany jest moduł pompowy oraz moduł stanowiący zbiornik na czynnik przewodzący ciepło o wymaganej pojemności, umożliwiającej wypełnienie cieczą przewodzącą ciepło wolnych przestrzeni wszystkich zastosowanych w zasobniku modułów akumulacyjnych.

Kondygnacyjny zasobnik ciepła składa się z powtarzalnych modułów akumulacyjnych **I**, gdzie pojedynczy moduł stanowi: zbiornik z wypełnieniem akumulacyjnym **1**, w objętości którego zamontowany jest przeponowy wymiennik ciepła **2**; zbiornik zewnętrzny **3**, który stanowi płaszcz zewnętrzny zasobnika. W płaszczu zewnętrznym **3** zamontowane są dwa szczelne przepusty dla umożliwienia przeprowadzenia rur transportowych dla nośnika ciepła doprowadzanego oraz wyprowadzanego z wymiennika ciepła. Na króćcach przepustowych zamontowane są zawory odcinające instalacji nośnika ciepła **4**. Ponadto w płaszczu zewnętrznym **3** zamontowane są dwa króćce, z czego jeden stanowi króciec instalacji cieczy przewodzącej ciepło, a drugi stanowi króciec instalacji do wytwarzania próżni. Na króćcach zamontowane są zawory, odpowiednio: zawór odcinający instalacji cieczy przewodzącej ciepło **5** oraz zawór odcinający instalacji próżniowej **6**. Drugim modułem jest moduł pompowy **II**, gdzie zabudowane są: pompa obiegowa nośnika ciepła **7**, pompa próżniowa **8**, pompa cieczy przewodzącej ciepło **9**. Trzecim modułem zasobnika jest zbiornik czynnika przewodzącego ciepło **III**. Konstrukcja modułów umożliwia ich montaż w układzie kolumnowym, gdzie w podstawie kolumny zamontowany jest moduł pompowy oraz moduł stanowiący zbiornik na czynnik przewodzący ciepło o wymaganej pojemności. Ilość zastosowanych modułów akumulacyjnych może zostać dobrana dla pełnej zabudowy wysokości pomieszczenia lub wysokości budynku (przy założeniu przejścia zasobni-

ka przez stropy). W każdym przypadku, przy zachowaniu odpowiedniej sztywności konstrukcji zasobnika oraz utrzymaniu w odpowiednim zakresie wydłużeń liniowych wynikających ze zmian temperatury materiału, zasobnik może pełnić rolę elementu nośnego.

Zbiornik z wypełnieniem akumulacyjnym **1**, w objętości którego zamontowany jest przeponowy wymiennik ciepła **2**, zabudowany jest w szczelnym zbiorniku stanowiącym płaszcz zewnętrzny zasobnika **3**. Objętość zbiornika z wypełnieniem akumulacyjnym **1** jest mniejsza od pojemności zbiornika zewnętrznego, co umożliwia organizację wolnej przestrzeni w zbiorniku zewnętrznym **3**. Odpowiednie usytuowanie zbiornika z wypełnieniem w przestrzeni zbiornika zewnętrznego gwarantuje możliwie najmniejszą powierzchnię kontaktu dwóch zbiorników. Wskazane jest posadowienie zbiornika wewnętrznego na podporach stożkowych, wykonanych z materiału o niskim współczynniku przewodnictwa cieplnego.

Na etapie ładowania zasobnika ciepło przekazywane jest przeponowo w wymienniku ciepła **2** zamontowanym zbiorniku z wypełnieniem akumulacyjnym **1**. Zawory odcinające instalacji nośnika ciepła **5** są otwarte. Zawory te zainstalowane są na rurociągu instalacji nośnika ciepła **11**, zarówno po stronie nośnika doprowadzanego, jak i wyprowadzanego z wymiennika przeponowego. Rurociągi przeprowadzone są przez przepusty szczelne modułu akumulacyjnego **14** i podłączone są do króćców zbiornika z wypełnieniem akumulacyjnym **15**. Nośnikiem ciepła jest ciecz wysokotemperaturowa podgrzana w źródle ciepła. Transport nośnika ciepła w obiegu zamkniętym umożliwia praca pompy nośnika ciepła **8**. Zastosowanie wypełnień stałych (np. piasku kwarcowego) oraz oleju termalnego jako nośnika ciepła umożliwia uzyskanie temperatur wypełnienia nawet na poziomie rzędu 300°C. Zwiększenie pojemności cieplnej zasobnika możliwe jest na drodze zastosowania jako wypełnienia materiału zmiennofazowego. W okresie ładowania zasobnika ciepła oraz w okresie magazynowania w nim ciepła, w wolnej przestrzeni modułu akumulacyjnego **4** utrzymywana jest próżnia, której wytworzenie możliwe jest dzięki pracy pompy próżniowej **9**. Odessanie gazów z wolnej przestrzeni modułu akumulacyjnego **4** możliwe jest dzięki króćcowi zbiornika zewnętrznego dla instalacji próżniowej **17** zamontowanemu w zbiorniku zewnętrznym. Po odessaniu gazów zamykany jest zawór odcinający instalacji próżniowej **7** zamontowany na rurociągu instalacji próżniowej **12** oraz wyłączana jest pompa próżniowa **9**. Próżnia pozwala na ograniczenie strat zakumulowanego ciepła do otoczenia, a minimalizacja tych strat wymaga zaizolowania wszelkich połączeń stałych łączących zbiornik zewnętrzny **3** ze zbiornikiem z wypełnieniem akumulacyjnym **1**. Wskazane jest posadowienie zbiornika wewnętrznego na podporach stożkowych, wykonanych z materiału o niskim współczynniku przewodnictwa cieplnego. Po okresie magazynowania, tj. w momencie wystąpienia zapotrzebowania na ciepło, wolna przestrzeń **4** zostaje wypełniona cieczą o wysokim współczynniku przewodzenia ciepła oraz wysokiej temperaturze parowania. Ciecz jest wtłaczana przez króciec zbiornika zewnętrznego dla instalacji cieczy przewodzącej ciepło **16** rurociągiem instalacji cieczy przewodzącej ciepło **13** dzięki pracy pompy cieczy przewodzącej ciepło **10**. Wypełnienie wolnej przestrzeni **4** cieczą skutkuje przepływem ciepła (na drodze przewodzenia ciepła przez ciecz) ze ścianki zbiornika z wypełnieniem akumulacyjnym **1** do ścianki zbiornika zewnętrznego **3**. Ogrzanie w ten sposób materiału zbiornika zewnętrznego skutkować będzie przekazywaniem ciepła do przestrzeni ogrzewanego pomieszczenia. Ciepło przekazywane będzie w procesie konwekcji swobodnej, a intensyfikacja odbioru ciepła może mieć miejsce na drodze rozwinięcia powierzchni zbiornika zewnętrznego, np. poprzez zastosowanie ożebrowania. Poziom do jakiego wolna przestrzeń **4** zostanie wypełniona cieczą przewodzącą ciepło decydować będzie o strumieniu ciepła, który będzie kierowany do ogrzewanego pomieszczenia. Przed rozpoczęciem procesu ładowania ciepła ciecz przewodząca opuszcza zbiornik zewnętrzny i skierowana zostaje grawitacyjnie do modułu ze zbiornikiem cieczy przewodzącej ciepło III. Po opróżnieniu zbiornika wolnej przestrzeni modułu akumulacyjnego **4**, zawór odcinający instalacji cieczy przewodzącej ciepło **6** zostaje zamknięty oraz otwarty zostaje zawór instalacji próżniowej **7**. Uruchomiona zostaje pompa próżniowa **9**. Po uzyskaniu warunków próżni możliwe jest ponowne rozpoczęcie procesu podgrzewu wypełnienia.

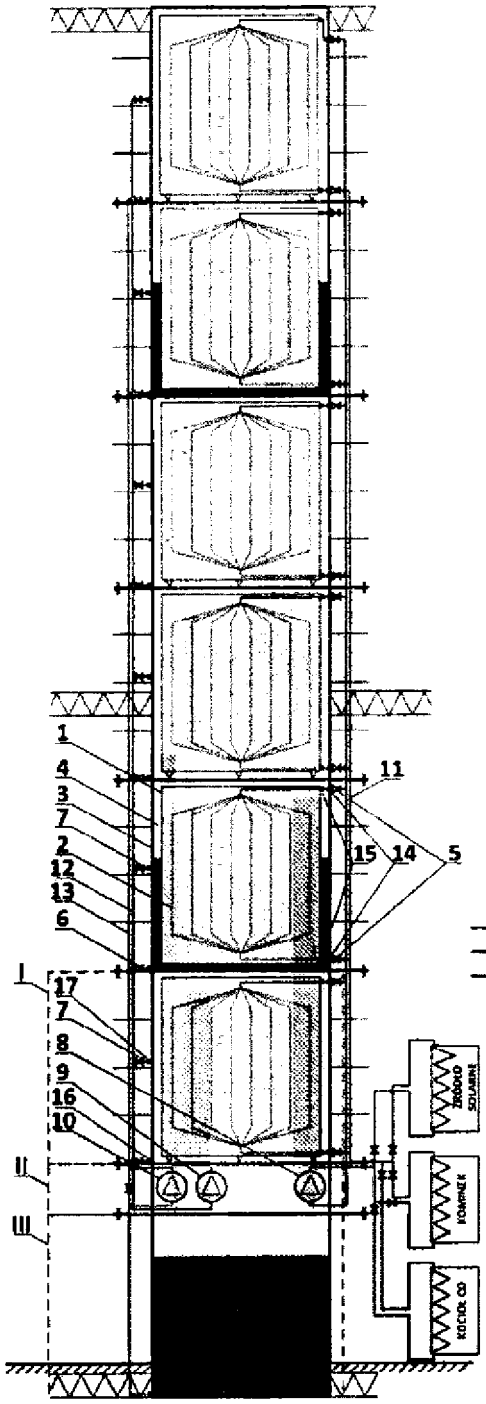
Zaletą rozwiązania według wynalazku, stanowiącego modułowy zasobnik ciepła, jest zdolność do akumulacji ciepła wysokotemperaturowego. Zasobnik może współpracować z dowolnym źródłem ciepła. Najbardziej predysponowanymi źródłami są źródła o zmiennym w czasie potencjale. Przykładem może być kominek, którego na ogół krótkotrwała, intensywna eksploatacja sprawia, iż straty ciepła do otoczenia są bardzo wysokie. Wynalazek umożliwi odzysk ciepła z wysokotemperaturowych spalin, które po procesie spalania kierowane są do otoczenia przewodem kominowym. Dzięki wynalazkowi możliwe będzie przejmowanie ciepła od spalin przez nośnik ciepła, który wykorzystany zosta-

nie do podgrzewu wypełnień kolejnych modułów akumulacyjnych zasobnika ciepła. Ciepło będzie zmagazynowane do czasu wystąpienia potrzeby wzrostu temperatury w pomieszczeniu użytkowym, dyktowanej przez potrzebę poprawy komfortu cieplnego. W zależności od wielkości zapotrzebowania na strumień ciepła grzewczego, do przestrzeni wolnej odpowiedniej ilości modułów akumulacyjnych wprowadzona zostaje ciecz przewodząca ciepło, co powoduje przepływ ciepła do pomieszczeń użytkowych. Regulację strumienia ciepła, w ramach pojedynczego modułu, umożliwia także zmiana poziomu wypełnienia przestrzeni wolnej cieczą przewodzącą ciepło. Ponadto konstrukcja modułów umożliwia ich montaż w układzie kolumnowym, gdzie w podstawie kolumny zamontowany jest moduł pompowy oraz moduł stanowiący zbiornik na czynnik przewodzący ciepło o wymaganej pojemności, a sztywna konstrukcja kolumnowa zasobnika modułowego, pod warunkiem utrzymania w odpowiednim zakresie wydłużeń liniowych wynikających ze zmian temperatury materiału, sprzyja dla stosowania go, jako element nośny, stanowiący konstrukcję budowlaną. Wysokotemperaturowe ciepło może być wykorzystywane dla efektywnego zasilania silników cieplnych, jak np. silnika Stirlinga. W tym przypadku ciepło na etapie rozładowywania transportowane może być do silnika na drodze rewersyjnego odbioru ciepła przez nośnik ciepła w ramach wymiennika przeponowego stanowiącego element modułu akumulacyjnego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Kondygnacyjny zasobnik ciepła o konstrukcji kolumnowej, **znamienny tym**, że zbudowany jest z co najmniej trzech modułów: modułu I, który stanowi moduł akumulacyjny zbudowany ze zbiornika zewnętrznego (3) w postaci płaszcza zewnętrznego, w którym umieszczony jest zbiornik z wypełnieniem akumulacyjnym (1), w objętości którego zamontowany jest przeponowy wymiennik ciepła (2), przy czym w objętości zbiornika zewnętrznego (3) znajduje się wolna przestrzeń (4), oddzielająca powierzchnię zbiornika wewnętrznego od powierzchni zbiornika zewnętrznego (3), modułu II, który stanowi moduł pompowy z trzema pompami: pompą obiegową nośnika ciepła (8), pompą próżniową (9) oraz pompą cieczy przewodzącej ciepło (10) oraz modułu III, który stanowi moduł ze zbiornikiem cieczy przewodzącej ciepło, przy czym moduł akumulacyjny (I) połączony jest z modułem pompowym (II) rurociągiem instalacji nośnika ciepła (11), tworzącym obieg zamknięty pomiędzy modułem akumulacyjnym (I), a źródłem ciepła, a dla umożliwienia wprowadzenia oraz wyprowadzenia nośnika ciepła do przeponowego wymiennika ciepła (2) w płaszczu zewnętrznym modułu akumulacyjnego (I) wykonane są dwa szczelne przepusty (14), a w zbiorniku wewnętrznym zainstalowane są dwa króćce (15), natomiast na rurociągu wprowadzającym oraz wyprowadzającym nośnik ciepła zamontowane są zawory odcinające instalacji nośnika ciepła (5), ponadto moduł akumulacyjny (I) połączony jest z pompą cieczy przewodzącej ciepło (10) modułu pompowego (II), a ten z modułem ze zbiornikiem cieczy przewodzącej ciepło (III) rurociągiem instalacji cieczy przewodzącej ciepło (13), przy czym króciec cieczy przewodzącej ciepło (16) zamontowany jest w najniższej wysokości zbiornika, przy czym na rurociągu instalacji cieczy przewodzącej ciepło (13) zabudowany jest zawór odcinający instalacji cieczy przewodzącej ciepło (6), a ponadto moduł akumulacyjny połączony jest z pompą próżniową (9) modułu pompowego (II) rurociągiem instalacji próżniowej (12), na którym zamontowany jest zawór odcinający instalacji próżniowej (7), przy czym króciec zbiornika zewnętrznego instalacji próżniowej (17) zamontowany jest na dowolnej wysokości zbiornika zewnętrznego (3).
2. Kondygnacyjny zasobnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ilość modułów akumulacyjnych I zależy od wysokości pomieszczenia lub budynku przewidzianego do zabudowy, zapotrzebowania na ciepło grzewcze lub od potencjału współpracującego źródła ciepła.

Rysunek



I. Moduł akumulacyjny
II. Moduł pompowy
III. Moduł ze zbiornikiem cieczy przewodzącej ciepło

1. Zbiornik z wypełnieniem akumulacyjnym
2. Przeponowy wymiennik ciepła
3. Zbiornik zewnętrzny
4. Wolna przestrzeń modułu akumulacyjnego
5. Zawór odcinający instalacji nośnika ciepła
6. Zawór odcinający instalacji cieczy przewodzącej ciepło
7. Zawór odcinający instalacji próżniowej
8. Pompa obiegowa nośnika ciepła
9. Pompa próżniowa
10. Pompa cieczy przewodzącej ciepło
11. Rurociąg instalacji nośnika ciepła
12. Rurociąg instalacji próżniowej
13. Rurociąg instalacji cieczy przewodzącej ciepło
14. Przepust szczelny modułu akumulacyjnego
15. Króciec zbiornika z wypełnieniem akumulacyjnym
16. Króciec zbiornika zewnętrznego dla instalacji cieczy przewodzącej ciepło
17. Króciec zbiornika zewnętrznego dla instalacji próżniowej

Instalacja nośnika ciepła
Instalacja cieczy przewodzącej ciepło
Instalacja do wytwarzania próżni
Wypełnienie akumulacyjne