

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10)

**PL 450140 A1**

(12)

## Opis zgłoszeniowy wynalazku

(z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: **450140**(22) Data zgłoszenia: **2024.10.25**(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2026.04.27 BUP 17/2026**

(51) MKP:

**F28D 1/047** (2006.01)**F28F 1/22** (2006.01)**F28D 20/02** (2006.01)**F25C 1/12** (2006.01)**F25C 5/08** (2006.01)

(71) Zgłaszający:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,  
Kraków, PL**

(72) Twórca(-y):

**BARTŁOMIEJ CIAPAŁA, Godziszka, PL**

(74) Pełnomocnik:

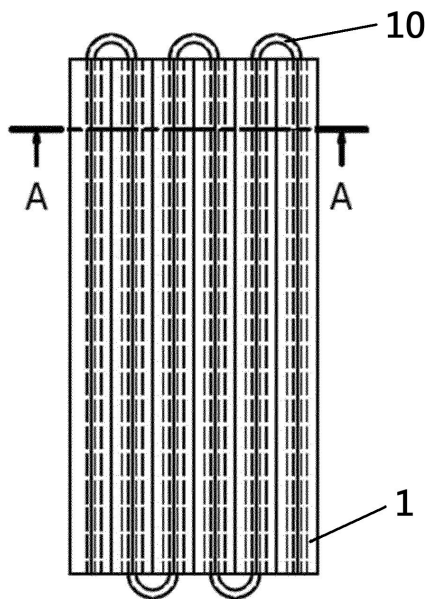
**rzecz. pat. Ewa Balińska, Warszawa, PL**

(54) Tytuł:

**Płytowy wymiennik ciepła z przemianą fazową**

(57) Skróć opisu:

Przedmiot zgłoszenia dotyczy wymiennika ciepła z przemianą fazową zawierającego płytę (1) wymiennika, zespół rurowy (10), przez który przepływa czynnik roboczy, elementy grzejne rozmieszczone bezpośrednio pod płytą (1) wymiennika bądź wbudowane w nią oraz układ hydrauliczny z zespołem sterowania ze sterownikiem, przy czym płyta wymiennika (1) z zespołem rurowym (10) i elementami grzejnymi jest zamurzona w zbiorniku wypełnionym ciekłym czynnikiem zmiennofazowym, korzystnie wodą, charakteryzujący się tym, że płyta (1) wymiennika jest usytuowana w pobliżu dna zbiornika wypełnionego czynnikiem zmiennofazowym, korzystnie poziomo, w taki sposób, aby nad płytą (1) wymiennika znajdował się słup czynnika zmiennofazowego, korzystnie wody, i posiada pewną liczbę występow, rozmieszczonych jeden obok drugiego w równoległych rzędach na całej powierzchni płyty (1) wymiennika, przy czym występy mają kształt podłużnych brył prostopadłościennych o podstawie wybranej spośród: wielokąta bądź figury utworzonej z fragmentów krzywych, w tym figury utworzonej z fragmentów elips i ścianach bocznych, które zbiegają się pod kątem w części wierzchołkowej występu, przy czym część wierzchołkowa ma postać wierzchołka, w którym ściany boczne zbiegają się pod kątem  $\alpha$  wynoszącym od  $30^\circ$  do  $120^\circ$ , korzystnie pod kątem  $\alpha$  między  $45^\circ$  a  $90^\circ$ , w postaci wybranej spośród: wierzchołka o ostro zakończonych krawędzi, wierzchołka ściętego bądź wierzchołka zaopatrzonego w biegnącą wzdłuż części wierzchołkowej występu gniazdową część wypukłą.



## **Płytowy wymiennik ciepła z przemianą fazową**

Przedmiotem wynalazku jest płytowy wymiennik ciepła wykorzystujący przemianę fazową, w szczególności przystosowany do zastosowania w magazynach ciepła wykorzystujących przemianę fazową lub w urządzeniach do produkcji lodu i innych materiałów stałych pozyskiwanych z fazy ciekłej w wyniku chłodzenia.

Obecnie większość wymienników ciepła pracujących w magazynach ciepła zmiennofazowych ma silne ograniczenia związane z faktem, że lód obrastający powierzchnię wymiennika podczas procesu chłodzenia cieczy otaczającej wymiennik mocno ogranicza wymianę ciepła.

Znane są wymienniki wyposażone w funkcję oczyszczania się z lodu, ale mają one części ruchome do odladzania, co ze względu na potencjalną awaryjność nie jest dobrze postrzegane przez użytkowników tj. inwestorów/instalatorów/producentów. Równocześnie przemiana fazowa wody stanowi duży rezerwuár ciepła utajonego, czyli ciepła, które może być oddawane/pobierane przez masę wody bez zmiany jej temperatury.

Z publikacji patentowej nr [CN101907410A](#) znany jest rynnowy magazyn lodu typu płytowego, przy czym ujawniono konstrukcję magazynu lodu na potrzeby chłodzenia opartego o wymiennik płytowy z dostosowaniem pod kątem zastosowania lodu jako czynnika przyjmującego ciepło bez podgrzewania płyt w celu odspojenia lodu powstałego na powierzchni płyt. Rozwiązanie dotyczy zbiornika w postaci rynny do przechowywania lodu, w którym zainstalowana jest grupa płyt do wymiany ciepła, zaopatrzonych w przelotowe otwory i jest stosowany równocześnie do wymiany ciepła w systemie klimatyzacji z jednoczesnym wytwarzaniem i magazynowaniem lodu. Pomiędzy płytami do wymiany ciepła utworzone są kanały wody klimatyzacyjnej oraz kanały płynu chłodzącego o niskiej temperaturze, przy czym kanały wody klimatyzacyjnej do systemu klimatyzacji, które rozmieszczone są w rozstawie 40-120 mm od siebie, i kanały płynu chłodzącego do odbioru ciepła rozmieszczone są naprzemiennie. Urządzenie jest połączone z zewnętrznym układem typu zamkniętego do odspajania i topienia lodu, który powstaje na płytach wymiennika ciepła i dostarcza powietrza o niskiej temperaturze do systemu klimatyzacji w budynkach. Dodatkowo magazyn według tej publikacji ma konstrukcję modułową i niewielkie wymiary, dzięki czemu nadaje się do stosowania w domach mieszkalnych.

[JPH10122703A](#) ujawnia wymiennik ciepła typu płytowego, przy czym wymiennik ciepła i płyta wymiennika są przeznaczone do pracy z czynnikiem zamarzającym, który stanowi przechłodzona woda.

Płyty wymiennika do wymiany ciepła są ukształtowane jako płaskie części płytowe z uformowanymi na nich zagiętymi częściami biegnącymi w kierunku przepływu płynu. Wierzchołki tych zagiętych części są przylutowane do części płytowej sąsiadującej płyty wymiennika ciepła, tworząc drogi przepływu dla czynnika chłodniczego oraz płynu przechłodzonego o jednolitym przekroju poprzecznym wzdłuż kierunku przepływu pomiędzy płytami wymiennika ciepła. Taka konstrukcja pozwala na odpowiednie ukształtowanie strugi cieczy bez turbulencji przepływu i na utrzymanie w stanie niezałodzonym wymiennika ciepła.

JP2000356482A ujawnia płytowy wymiennik ciepła i jednostkę magazynowania lodu gdzie realizowane jest podobne zadanie, ale w inny sposób: płytowy wymiennik ciepła posiada wiele kanałów po stronie wodnej, więc nawet jeśli jeden z nich zostanie zablokowany lodem, pozostałe kanały po stronie wodnej mogą być wykorzystane do produkcji przechłodzonej wody.

JP3209115B2 ujawnia magazyn ciepła podobnie jak publikacja JPH10115442A, w których zastosowane są podobne rozwiązanie z wymiennikiem płytowym, przy czym powstający lód jest topiony w zawieszynie. Rura jest wyposażona w podgrzewacz wstępny, aby zapobiec wpłynięciu lodu do wymiennika ciepła i powodowaniu jego zamarzania. Podgrzewacz wstępny to wymiennik ciepła typu rura w rurze, w którym woda zmieszana z lodem jest podgrzewana przez wysokotemperaturowy czynnik roboczy aby stopić lód.

JPH09189495A również ujawnia wymiennik płytowy ciepła, w którym przeciwdziała się odkładaniu lodu przez zastosowanie odpowiedniej konfiguracji czynników roboczych i ich przepływu.

JP2001021274A dotyczy płytowego wymiennika ciepła do stosowania w magazynach lodu instalacji klimatyzacyjnych z wytwarzaniem i topnieniem lodu, gdzie ujawniono bardzo podobne do poprzednich publikacji płaskie ukształtowanie płyty wymiennika pełniące rolę parownika z rozmieszczonymi na powierzchni odcinkami liniowych zagłębień rowkowych, przy czym płyty wymiennika są rozmieszczone pionowo, równoległe do siebie w odstępach w zbiorniku stanowiącym magazyn lodu, wypełnionym wodą. Płytowy wymiennik połączony jest w obiegu z układem zewnętrznym zawierającym sprężarkę, zewnętrzny wymiennik ciepła oraz układ rur przechodzący przez zbiornik magazynu ciepła oraz płytowy wymiennik umieszczony wewnątrz zbiornika i układ sterowania cyklami roboczymi tj. cyklem chłodzenia/ wytwarzania lodu i cyklem ogrzewania/odzyskiwania ciepła. W cyklu chłodzenia na powierzchni wymiennika ciepła w obszarach bezpośrednio nad ukształtowanymi wewnątrz połączonych płyt wymiennika kanałami przepływu czynnika chłodzącego wytwarzany jest lód. Płyta wymiennika ulega jednak odkształcaniu w związku z pojawianiem się lodu.

WO 01/35037 A1 ujawnia automatyczne urządzenie do wytwarzania lodu w postaci bryłek i odpowiednim kształcie, które zawiera układ chłodzenia zawierający sprężarkę, skraplacz i parownik oraz pewną liczbę uszeregowanych indywidualnych miejsc do wytwarzania bryłek lodu, zwykle kostek, które są połączone z parownikiem i układ doprowadzania wody. Doprowadzana do miejsc wytwarzania lodu woda jest ochładzana w trybie chłodzenia urządzenia z wytworzeniem bryłek lodu, przy czym bryłki lodu są odspajane z tych miejsc i opadają w dół po przełączeniu urządzenia za pomocą układu sterowania na tryb zbierania lodu, kiedy czujnik zarejestruje zadaną wartość grubości utworzonego lodu, w którym to trybie miejsca utworzenia bryłek lodu są podgrzewane za pomocą gorącego czynnika gazowego kierowanego do parownika a lód po uwolnieniu jest zbierany w pojemniku. W wariantach rozwiązania pomiędzy kawałki lodu w miejscach ich formowania a parownik jest kierowane powietrze.

Z publikacji US 6311501 B1 znana jest maszyna do wytwarzania lodu zaopatrzona w płytę parownika, na której tworzy się warstwa lodu, która jest odspajana z płyty wymiennika za pomocą strumienia gorącego gazu, stosowanego jako czynnik ogrzewający płytę, ale ujawniona jest również możliwość zastosowania innych środków grzejnych, w tym również elektrycznych środków grzejnych wbudowanych w płytę wymiennika.

Z publikacji US 55 82018 znane jest ukształtowanie płyty parownika w urządzeniu do wytwarzania lodu z powierzchnią ukształtowaną z rozmieszczonymi na niej w rzędach, jeden obok drugiego, zagłębieniami tworzącymi miejsca tworzenia lodu, których sąsiadujące boki są ukształtowane jako ostro zakończone krawędzie. Po przeciwnej stronie płyty parownika, w miejscach połączeń zagłębień, rozmieszczone są rury z czynnikiem chłodzącym. Odspajanie bryłek lodu jest uzyskiwane za pomocą ogrzewania powierzchni płyty gorącym gazem ze sterowaniem za pomocą układu sterowania.

Znany układ sterowania wytwarzaniem lodu w urządzeniu do wytwarzania lodu jest opisany w publikacji US 5477694 A zawierający szereg czujników, takich jak czujnik temperatury wody w zbiorniku, czujnik poziomu cieczy w zbiorniku, które wskazują na grubość uzyskanej warstwy lodu na płycie parownika, przy czym w momencie uzyskania zadanej grubości warstwy lodu system sterowania z zespołem zaworów i przekładników, przykładowo przekładnika czasowego, przełącza urządzenie z trybu wytwarzania lodu „freeze cycle” na tryb odspajania lodu „harvest cycle”.

Problemem w znanych rozwiązaniach wymienników ciepła jest uzyskanie długofalowego utrzymania mocy cieplnej magazynu ciepła oraz występowanie części ruchomych lub istotnie

odkształcających się podczas odladzania a także stosunkowo duże zapotrzebowanie na energię do odspajania osadzającego się lodu.

Celem wynalazku jest opracowanie płytowego wymiennika ciepła usytuowanego w zbiorniku z płynem zmiennofazowym, zwykle wodą, który przynajmniej częściowo eliminowałby wady znanych rozwiązań opisanych wyżej dzięki uproszczonej konstrukcji oraz poprawie efektywności wymiany ciepła i zapewniał uzyskanie dużej pojemności cieplnej magazynowania ciepła.

Konstrukcja płytowego wymiennika ciepła według wynalazku nie zawiera części ruchomych i zapewnia długofalowe utrzymanie mocy cieplnej magazynu z uwagi na to, że odspojony lód płynie do góry, a w obszarze wokół płyty wymiennika jest obecny ciekły czynnik zmiennofazowy, korzystnie woda, oraz pozwala na oszczędność zużycia energii do odspajania lodu ze względu na wykorzystanie sprzyjającego odspajaniu lodu działaniu ciśnienia hydrostatycznego i siły wyporu.

Według wynalazku zaproponowano rozwiązanie płytowego wymiennika ciepła z przemianą fazową, w którym odspajanie powstałego lodu ograniczającego przepływ ciepła jest realizowane przez podgrzanie powierzchni wymiennika, zaś kształt płyty wymiennika i umiejscowienie rur z czynnikiem roboczym i elementów grzejnych powoduje, że wyporność lodu oczyszcza z niego podgrzany wymiennik wspomagając wcześniejsze odspajanie lodu.

Wynalazek pozwala na utrzymanie niskiego oporu cieplnego wymiennika w zmiennofazowym wymienniku ciepła oraz zwiększenie pojemności cieplnej magazynów ciepła w przeliczeniu na jednostkę masy/objętości.

Ponadto w wariantcie zastosowania rozwiązania według wynalazku daje możliwość ciągłej produkcji lodu bez wykorzystania elementów ruchomych, co jest korzystne z uwagi na koszty.

### **Istota wynalazku**

Płytowy wymiennik ciepła z przemianą fazową według wynalazku zawiera:

płytę wymiennika,

rozmieszczony pod płytą wymiennika zespół rurowy, przez który przepływa czynnik roboczy, który ma biegnące równolegle względem siebie w odstępach odcinki proste rur, połączone na obu końcach odcinkami łączącymi, w wariantcie wykonania zagiętymi, przy czym rury zespołu rurowego są wykonane z materiału dobrze przewodzącego ciepło o niskim współczynniku rozszerzalności temperaturowej,

wiele elementów grzejnych rozmieszczonych bezpośrednio pod płytą wymiennika bądź wbudowanych w nią oraz układ hydrauliczny lub chłodniczy/ziębocy z zespołem sterowania ze

sterownikiem połączonym z zespołem czujników do rejestrowania parametrów czynnika zmiennofazowego, pompą oraz odbiornikiem ciepła, z którym to układem hydraulicznym połączony jest zespół rurowy,

przy czym płyta wymiennika z zespołem rurowym i elementami grzejnymi jest zanurzona w zbiorniku wypełnionym ciekłym czynnikiem zmiennofazowym, korzystnie wodą, charakteryzuje się tym, że płyta wymiennika jest usytuowana w pobliżu dna zbiornika wypełnionego czynnikiem zmiennofazowym, korzystnie poziomo, w taki sposób aby nad płytą 1 wymiennika znajdował się słup czynnika zmiennofazowego, korzystnie o wysokości stanowiącej co najmniej podwójną wielokrotność wysokości występu, nie mniej niż co najmniej 20 cm lub większej licząc od wierzchołka występu, korzystnie wody, przy czym czynnik zmiennofazowy charakteryzuje się tym, że ma gęstość w stanie ciekłym większą niż jego gęstość w stanie stałym a płyta wymiennika jest wykonana z materiału o wysokiej przewodności cieplnej i małej rozszerzalności temperaturowej oraz jest wyprofilowana w postaci biegnących liniowo, korzystnie wzdłuż długości płyty występów, rozmieszczonych jeden obok drugiego w równoległych rzędach na całej powierzchni płyty wymiennika, przy czym występy mają kształt podłużnych brył prostopadłościennych o podstawie wybranej spośród: wielokąta bądź figury utworzonej z fragmentu i/lub fragmentów elips i/lub innych krzywych i ścianach bocznych, które zbiegają się pod kątem w części wierzchołkowej występu, przy czym część wierzchołkowa ma postać wierzchołka, w którym ściany boczne zbiegają się pod kątem  $\alpha$  od 30-120°, korzystnie pod kątem między 45 a 90° w postaci wybranej spośród: wierzchołka o ostro zakończonej krawędzi, wierzchołka ściętego bądź wierzchołka zaopatrzonego w biegnącą wzdłuż części wierzchołkowej występu gniazdową część wypukłą, ponadto w obszarach płyty wymiennika położonych bezpośrednio poniżej wierzchołków występów, rozmieszczone są rury czynnika roboczego zespołu rurowego, które biegną wzdłuż całej długości każdego występu, korzystnie stycznie, przylegając do jego ścian bocznych, przy czym wysokość występów oraz kąt wierzchołkowy  $\alpha$  są tak dobrane, że dolna krawędź rury 3 znajduje się nie niżej niż w  $\frac{1}{4}$  wysokości występu;

zaś w bezpośrednim sąsiedztwie bądź bezpośrednio na każdej ze ścian bocznych każdego z występów, w miejscach położonych poniżej i oddalonych od wierzchołków występów, usytuowany jest co najmniej jeden element grzejny, a korzystnie więcej niż jeden element grzejny, uruchamiany i włączany automatycznie przez system sterowania ze sterownikiem w reakcji na sygnał czujnika, korzystnie czujnika temperatury, umieszczonego w zbiorniku czynnika zmiennofazowego powyżej płyty wymiennika, wskazujący na wytworzenie na płycie

wymiennika warstwy lodu o zadanej granicznej wartości maksymalnej, oraz wyłączany automatycznie przez system sterowania ze sterownikiem po zasygnalizowaniu przez czujnik odspojenia warstwy lodu z płyty wymiennika.

W przykładzie wykonania zbiornik z czynnikiem zmiennofazowym jest w postaci hermetycznego zbiornika, izolowanego ze wszystkich stron, korzystnie umieszczonego pod ziemią.

W innym przykładzie wykonania zbiornik z czynnikiem zmiennofazowym jest zbiornikiem izolowanym otwieranym od góry, a korzystnie otwartym od góry, w sposób pozwalający na czerpanie wytworzonego skrzepniętego czynnika zmiennofazowego, korzystnie lodu bądź takiego jak bizmut i gal.

W przykładzie wykonania w bezpośrednim sąsiedztwie i/lub bezpośrednio na każdej ze ścian bocznych każdego z występów, rozmieszczone są co najmniej po dwa lub więcej elementów grzejnych w odstępach od siebie, korzystnie takich jak drut oporowy, grzałki elektryczne, elementy indukcyjne, przy czym elementy grzejne są rozmieszczone począwszy od najniższej części płyty wymiennika, w miejscach płyty najbardziej oddalonych od poszczególnych wierzchołków występów do wyżej położonych miejsc, czyli położonych bliżej wierzchołków występów, ale poniżej rur czynnika roboczego w odstępie od nich, przy czym włączanie elementów grzejnych położonych bliżej wierzchołków występów rozpoczyna się później niż elementów grzejnych położonych w częściach dolnych, położonych najdalej od wierzchołków występów, w odstępach czasowych, korzystnie wynoszących pomiędzy 45 a 30 s, korzystnie co 30 sekund opóźnienia pozwalając na odspajanie lodu przez siłę wyporności.

W przykładzie wykonania w izolowanym zbiorniku z czynnikiem zmiennofazowym rozmieszczonych jest poziomo wiele płyt wymiennika, usytuowanych począwszy od obszaru w sąsiedztwie dna zbiornika, w odstępach jedna nad drugą, w taki sposób aby powyżej każdej płyty 1 był zapewniony słup czynnika zmiennofazowego o wymaganej wysokości wynoszącej co najmniej 2-krotność wysokości występu, licząc od wierzchołka występu, ale nie mniej niż 20 cm, przy czym każda z płyt wymiennika jest odizolowana od pozostałej części zbiornika za pomocą warstwy izolacji, umieszczonej bezpośrednio pod każdą z płyt wymiennika, korzystnie połączoną z płytą wymiennika.

W przykładzie wykonania rury czynnika roboczego zespołu rurowego są połączone ze ścianami bocznymi występów w pobliżu wierzchołków tych występów płyty wymiennika, a korzystnie mają przebieg wybrany spośród meandrycznego bądź harfowego.

W przykładzie wykonania powierzchnia płyty 1 wymiennika jest wyprofilowana w taki sposób, że w przekroju poprzecznym tworzy zespół sąsiadujących ze sobą trójkątów, stanowiących występy o wysokości do 10 cm, korzystnie od 5 do 3 cm, przy czym powierzchnia płyty wymiennika jest korzystnie strukturyzowana.

W przykładzie wykonania występy zaopatrzone są w gniazdowe części wypukłe ukształtowane na wierzchołkach występow, mające w przekroju poprzecznym kształt wycinków krzywych, korzystnie wycinków elipsy, w szczególnym przykładzie wykonania wycinków koła, które jest szczególnym przypadkiem elipsy, i odcinków prostych, do ciasnego montażu w nich rur zespołu rurowego z zapewnieniem powierzchni styku z umieszczoną w nich rurą, które to gniazdowe części wypukłe są osadzone na ścianach występow, bądź korzystnie na wychodzących ze ścian prostych odcinkach blachy. W korzystnym przykładzie wykonania krzywe stanowią fragment krzywej Lissajous.

Dodatkowo, w przykładzie wykonania gniazdowe części wypukłe są usytuowane na ścianach bocznych występow w miejscach mocowania elementów grzejnych, do umieszczenia w nich tych elementów grzejnych. Ponadto gniazdowa część wypukła może znajdować się również w wierzchołku występu nad rurą czynnika roboczego zespołu rurowego.

W przykładzie wykonania wymiennik z płytą wymiennika i zbiornikiem czynnika zmiennofazowego ma postać magazynu ciepła.

W alternatywnym przykładzie wykonania wymiennik z płytą wymiennika i zbiornikiem czynnika zmiennofazowego ma postać urządzenia do wytwarzania lodu.

### **Zalety wynalazku**

Rozwiązanie według wynalazku wykorzystuje siłę wyporu i ciśnienie hydrostatyczne ciekłego czynnika zmiennofazowego, co zapewnia utrzymanie mocy cieplnej magazynu z uwagi na to, że powstający skrzepnięty czynnik, zwykle lód, płynie do góry pod wpływem siły wyporu, zaś obszar wokół płyty wymiennika jest otoczony czynnikiem w stanie ciekłym, takim jak przykładowo woda i nie ma obniżenia intensywności wymiany ciepła między czynnikiem roboczym a czynnikiem wypełniającym zbiornik.

Trójkątny kształt występow wymiennika sprzyja funkcjonowaniu pionowej cyrkulacji wody w zbiorniku zarówno w czasie pobierania ciepła jak i jego oddawania.

Zastosowanie elementów grzejnych w postaci grzałek elektrycznych ułatwia dostarczanie energii cieplnej pochodzącej z nadwyżek energii elektrycznej.

Zastosowanie wytłoczeń w płycie wymiennika w postaci gniazdowych części wypukłych pozwala na ułatwiony montaż grzałek i rur zespołu rurowego oraz ulepszoną powierzchnię styku. Ze względu na brak elementów ruchomych płyta wymiennika wraz z orurowaniem może być wykonana w technologii druku 3D, przy czym blacha płyty może być strukturyzowana.

Wynalazek pozwala na utrzymania niskiego oporu cieplnego wymiennika w zmiennofazowym wymienniku ciepła oraz zwiększenie pojemności cieplnej magazynów ciepła w przeliczeniu na jednostkę masy/objętości.

### **Opis rysunku**

Rozwiązanie według wynalazku jest przedstawione na rysunku w przykładach realizacji, na których fig. 1 przedstawia płytę wymiennika z rurami czynnika roboczego w widoku z góry, fig. 2 - schematycznie w przekroju wzdłuż linii A-A z fig. 1 widok płata poprzecznego płyty wymiennika, fig.3 – schematycznie widok powiększony występu płyty wymiennika w przekroju patrząc od strony linii A-A z fig. 1, fig. 4 - schemat układu hydraulicznego wymiennika ciepła według wynalazku, fig. 5 – schematycznie w przekroju w widoku z boku przykład wymiennika z przemianą fazową według wynalazku z jedną płytą wymiennika, fig. 6 – schematycznie w przekroju wymiennik ciepła według wynalazku z wieloma płytami wymiennika i fig. 7 a-c – schematycznie zasadę działania płyty wymiennika według wynalazku oraz fig. 8 – schematycznie widok powiększony w przekroju występu płyty wymiennika w innym przykładzie wykonania wynalazku.

### **Przykłady wykonania wynalazku**

Płytowy wymiennik ciepła z przemianą fazową w przykładzie wykonania wynalazku zawiera płytę 1 wymiennika, która jest umieszczona w zbiorniku Z z czynnikiem zmiennofazowym 14, w korzystnym wykonaniu wodą 14, w bezpośrednim sąsiedztwie dna zbiornika, tak aby nad płytą był słup czynnika zmiennofazowego. Pod płytą 1 wymiennika zamocowany jest zespół rurowy 10, przez który przepływa czynnik roboczy, który ma biegnące równolegle względem siebie w odstępach odcinki proste rur 3, połączone na obu końcach odcinkami zagiętymi. Rury 3 zespołu rurowego 10 są wykonane z materiału dobrze przewodzącego ciepło o niskim współczynniku rozszerzalności temperaturowej, takiego jak przykładowo miedź. Zespół rurowy 10 połączony jest z układem hydraulicznym, który obejmuje zespół sterowania ze sterownikiem 8 połączonym z zespołem czujników 7 do rejestrowania parametrów czynnika zmiennofazowego, które są umieszczone w zbiorniku Z czynnika zmiennofazowego, pompę 9 obiegową lub sprężarkę oraz odbiornik ciepła 6, przykładowo instalacja klimatyzacyjna. Płyta 1 wymiennika jest wykonana z materiału o wysokiej przewodności cieplnej i małej rozszerzalności

temperaturowej oraz jest wyprofilowana w postaci biegnących liniowo, korzystnie wzdłuż długości płyty występów 4, rozmieszczonych jeden obok drugiego w równoległych rzędach na całej powierzchni płyty wymiennika, przy czym występy 4 mają kształt podłużnych brył prostopadłościennych o podstawie trójkątnej. W przykładach wykonania podstawa występów może mieć kształt innego wielokąta bądź figury utworzonej z fragmentów elips lub wielokąta z wypukłościami w postaci odcinków elipsy, w innym przykładzie wykonania w kształcie fragmentów krzywej Lissajous, rozmieszczonymi na wierzchołku 4' oraz alternatywnie, w korzystnym przykładzie dodatkowo, na ścianach bocznych 2 występów 4. Ściany boczne 2 występów 4 zbiegają się pod kątem wierzchołkowym  $\alpha$  w części wierzchołkowej 4' występu 4, przy czym część wierzchołkowa ma postać wierzchołka 4', w którym ściany boczne 2 zbiegają się pod kątem  $\alpha$  od 30-120°, w korzystnych przykładach wykonania pod kątem  $\alpha$  między 45 a 90°, przykładowo w szczególności pod kątem 60°. Wierzchołek 4' występu w przykładach wykonania wynalazku może być wykonany w postaci wierzchołka 4' o ostro zakończonej krawędzi, wierzchołka 4' ściętego bądź wierzchołka 4' zaopatrzonego w biegnącą wzdłuż części wierzchołkowej występu 4 gniazdową część wypukłą 13 do mocowania rur 3 czynnika roboczego.

Rury 3 czynnika roboczego są zamocowane w bezpośrednim sąsiedztwie wierzchołków 4' występów 4 płyty wymiennika od jej spodniej strony w możliwie małym odstępnie od płyty 1 wymiennika, a korzystnie w styku z powierzchnią płyty 1 lub w alternatywnym przykładzie wykonania są połączone, korzystnie mechanicznie z powierzchnią płyty 1 w obszarze wierzchołków 4' występów 4.

W przykładzie wykonania występy 4 zawierają gniazdowe części wypukłe 13 ukształtowane na wierzchołkach 4' występów, mające w przekroju poprzecznym kształt wycinków krzywych, takich jak przykładowo wycinków elipsy, do ciasnego montażu w nich rur 3 zespołu rurowego 10 czynnika roboczego z zapewnieniem powierzchni styku z umieszczoną w nich rurą 3 czynnika roboczego, które to gniazdowe części wypukłe 13 są osadzone na ścianach 2 występów 4, bądź korzystnie na wychodzących ze ścian 2 prostych odcinkach blachy. W innych przykładach wykonania gniazdowych części wypukłych 13 w przekroju poprzecznym krzywe stanowią fragment krzywej Lissajous. W jeszcze innym przykładzie wykonania gniazdowe części wypukłe 13 mają w przekroju poprzecznym kształt wycinka koła, które jest szczególnym przypadkiem elipsy.

Płyta 1 wymiennika jest usytuowana w pobliżu dna zbiornika Z wypełnionego czynnikiem zmiennofazowym, korzystnie poziomo, w taki sposób aby nad płytą 1 wymiennika znajdował

się słup czynnika zmiennofazowego, korzystnie o wysokości co najmniej dwukrotnej lub większej wielokrotności wysokości występu 4 ale nie mniej niż co najmniej 20 cm wysokości lub większej licząc od wierzchołka 4' występu, korzystnie wody i nie przedostawała się ona pod powierzchnię płyty 1.

Rury 3 czynnika roboczego zespołu rurowego są zamocowane w obszarach płyty 1 wymiennika położonych bezpośrednio poniżej wierzchołków 4' występow 4 stycznie, przylegając do jego ścian bocznych, przy czym wysokość występow 4 oraz kąt wierzchołkowy  $\alpha$  są tak dobrane, że dolna krawędź rury 3 czynnika roboczego znajduje się nie niżej niż w  $\frac{1}{4}$  wysokości występu 4. W przykładzie wykonania przewidziane jest ścięcie wierzchołka 4' występu 4, przykładowo do kształtu trapezowego występu 4 w celu uzyskania dodatkowego styku z powierzchnią płyty 1 wymiennika.

Bezpośrednio pod płytą 1 wymiennika, w przykładzie wykonania w postaci blachy o grubości w granicach 0,5 do 1 mm, korzystnie miedzianej, w bezpośrednim sąsiedztwie bądź bezpośrednio na każdej ze ścian bocznych każdego z występow 4, w miejscach położonych poniżej i oddalonych od wierzchołków 4' występow 4, usytuowany jest co najmniej jeden element grzejny 5, a korzystnie więcej niż jeden element grzejny 5, w korzystnym przykładzie wykonania po 3 elementy grzejne na każdej ścianie bocznej 2 występu 4. Element bądź elementy grzejne 5 są mocowane do płyty 1 bądź wbudowane w nią, w korzystnym przykładzie wykonania jest więcej elementów grzejnych 5.

W przykładzie wykonania do umieszczenia elementów grzejnych 5 przewidziane są gniazdowe części wypukłe 13 usytuowane również na ścianach bocznych 2 występow 4 w miejscach mocowania elementów grzejnych 5, do pomieszczenia tych elementów grzejnych 5.

Element grzejny 5 jest uruchamiany i włączany automatycznie przez układ sterowania ze sterownikiem 8 po otrzymaniu sygnału czujnika 7, korzystnie czujnika 7 temperatury w postaci termopary pt1000, który jest umieszczony w górnej, zwykle niepodgrzewanej, części płyty wymiennika, czyli w pobliżu i bezpośrednim sąsiedztwie przebiegu rur 3 czynnika roboczego w sąsiedztwie wierzchołków 4' występow 4 i wskazuje na podstawie pomiaru temperatury na wytworzenie na płycie 1 wymiennika grubości warstwy lodu o zadanej granicznej wartości maksymalnej, co powoduje włączanie automatycznie elementów grzejnych 5 i rozpoczęcie odpajania warstwy lodu z płyty 1 wymiennika. Jeżeli czujnik 7 zarejestruje wzrost temperatury do poziomu temperatury ciekłego czynnika zmiennofazowego 14 tj. cieczy, korzystnie wody 14 w zbiorniku Z, który to wzrost temperatury świadczy o odspojeniu lodu, bądź alternatywnie

innego skrzepniętego czynnika zmiennofazowego, który musi mieć temperaturę niższą niż ciecz, z płyty 1 wymiennika i powoduje wyłączenie automatycznie elementów grzejnych 5 przez system sterowania ze sterownikiem 8. Czujnik 7 może być umieszczony w zbiorniku czynnika zmiennofazowego powyżej płyty 1 wymiennika.

Ogrzewanie płyty 1 ustaje i odbiór ciepła rozpoczyna się na nowo, gdy czujnik 7 temperatury (np. termopara pt1000) umieszczony w górnej (opcjonalnie niegrzanej) części płyty 1 wymiennika, czyli w pobliżu i bezpośrednim sąsiedztwie przebiegu rur 3 czynnika roboczego w sąsiedztwie wierzchołków 4' występow zarejestruje wzrost temperatury do poziomu temperatury cieczy w zbiorniku Z.

Elementy grzejne 5 mogą być rozmieszczone wyłącznie w najniższej części płyty 1 wymiennika, czyli w miejscach płyty 1 najbardziej oddalonych od poszczególnych wierzchołków 4' występow lub również w wyżej położonych jej częściach, czyli położonych bliżej wierzchołków 4' występow, ale poniżej rur 3 z czynnikiem roboczym, przy czym ogrzewanie w wyżej położonych częściach, czyli położonych bliżej wierzchołków 4' występow rozpoczyna się później niż w dolnych, czyli położonych dalej od wierzchołków częściach, czyli najbardziej oddalonych od wierzchołków 4' występow płyty 1 wymiennika, co umożliwia odspajanie lodu przez siłę wyporności. Innymi słowy układ sterowania podczas fazy odspajania lodu najpierw włącza elementy grzejne 5 umieszczone najdalej od wierzchołków 4' występow płyty 1 wymiennika, czyli usytuowane w dolnej części płyty 1, a następnie w sekwencji w odstępach czasowych, przykładowo co 30 s, uruchamia po kolei następne elementy grzejne 5 kolejno, poczynawszy od położonych dalej od wierzchołków 4' występow 4 płyty 1 do położonych najbliżej wierzchołków 4' występow 4 płyty 1 elementów grzejnych 5. Możliwe jest umieszczenie elementu grzejnego bezpośrednio przy bądź na wierzchołku 4' występu.

Czynnikiem zmiennofazowym, który ma zastosowanie w magazynie ciepła z płytą 1 wymiennika ciepła według wynalazku może być tylko taki czynnik, który wykazuje gęstość w stanie ciekłym większą niż jego gęstość w stanie stałym, przykładowo woda. Dzięki takim właściwościom czynnik zmiennofazowy w stanie stałym, korzystnie taki jak lód wypływa pod działaniem siły wyporu i ciśnienia hydrostatycznego do góry z dala od płyty 1 wymiennika ciepła, wokół której utrzymuje się czynnik w stanie ciekłym, korzystnie woda, dzięki czemu możliwa jest dalej wydajna wymiana ciepła między czynnikiem zmiennofazowym a czynnikiem roboczym przepływającym w rurach 3.

Na rysunku fig. 2, 5 i 6 przedstawiony jest przekrój poprzeczny przez wymiennik ciepła. W wierzchołkach wszystkich, poszczególnych występow 4 płyty 1 wymiennika umieszczone są rury 3 czynnika roboczego, korzystnie w każdym wierzchołku 4' jedna, obiegu hydraulicznego 10 lub chłodniczego 10 (oznaczone na rysunku jako białe punkty). W najniższych obszarach, tj. położonych najdalej od odpowiednich wierzchołków 4' obszarach płyty 1 wymiennika, umieszczone są elementy grzejne 5, korzystnie w postaci grzałek opornościowych, drutu oporowego lub grzałek indukcyjnych, możliwe jest też zastosowanie dodatkowych rurek z gorącym czynnikiem.

W przykładzie wykonania wynalazku bądź wariacie wykonania wynalazku płyta 1 wymiennika ciepła jest zainstalowana w urządzeniu do produkcji lodu – na dnie otwartego zbiornika Z, która to płyta 1 wymiennika w czasie pobierania ciepła pokrywa się lodem jak w przykładzie powyżej, jednak otwarta górna część zbiornika umożliwia regularne wybieranie wyprodukowanego lodu.

W przykładzie wykonania w izolowanym zbiorniku (Z) z czynnikiem zmiennofazowym rozmieszczonych jest poziomo wiele płyt 1 wymiennika, przykładowo (patrz fig. 6) trzy płyty 1 wymiennika, usytuowanych w odstępach jedna nad drugą, w taki sposób aby powyżej każdej płyty 1 był zapewniony słup czynnika zmiennofazowego o wymaganej wysokości wynoszącej co najmniej 2-krotność wysokości ściany bocznej 2 występu 4, licząc od wierzchołka 4' występu 4 ale nie mniej niż 20 cm, przy czym każda z płyt wymiennika jest odizolowana od pozostałej części zbiornika za pomocą warstwy izolacji 12 umieszczonej bezpośrednio pod każdą z płyt 1 wymiennika, korzystnie połączoną z płytą 1 wymiennika.

W przykładzie wykonania rury 3 czynnika roboczego zespołu rurowego 10 są połączone ze ścianami bocznymi występow 4 w pobliżu wierzchołków 4' tych występow płyty 1 wymiennika, a korzystnie mają przebieg wybrany spośród meandrycznego bądź harfowego lub podwójnej harfy.

W przykładzie wykonania powierzchnia płyty 1 wymiennika jest wyprofilowana w taki sposób, że w przekroju poprzecznym tworzy zespół sąsiadujących ze sobą trójkątów, stanowiących występy 4 o wysokości do 10 cm, korzystnie od 5 do 3 cm, przy czym powierzchnia płyty 1 wymiennika jest korzystnie strukturyzowana.

W przykładzie wykonania wynalazku płytowy wymiennik ciepła z przemianą fazową według wynalazku jest zastosowany w magazynie ciepła typu termos (fig. 5) zawierającego zamknięty hermetycznie zbiornik Z, wypełniony wodą bądź innym czynnikiem zmiennofazowym. W dnie zbiornika Z zainstalowany jest wymiennik, który w czasie pobierania ciepła z wody pokrywa się

lodem. W momencie włączenia elementów grzejnych 5 w postaci grzałek odladzających, pomiędzy bryłą lodu a powierzchnią płyty 1 wymiennika pojawia się woda. W momencie, gdy wielkość wypełnionej wodą przerwy przekroczy wielkość kapilary zwiększa się nieznaczna siła wyporności działająca na bryłę lodu. Kształt płyty 1 wymiennika powoduje, że przerwa ma kształt syfonu, co wprost sprzyja jej poszerzaniu dzięki ciśnieniu hydraulicznemu słupa wody. W czasie oddawania ciepła do magazynu ciepła (np. latem) podgrzewanie nie jest konieczne, a ciepło jest oddawane bezpośrednio do najbliższego otoczenia płyty 1 wymiennika, początkowo topiąc lód doń przywarty, a następnie podgrzewając ciecz zmiennofazową zgromadzoną przy dnie zbiornika Z. Podgrzewanie do odpowiednio wysokiej temperatury powoduje wytworzenie konwekcyjnego ruchu wody, co jest korzystne, gdyż najchłodniejsza ciecz opada na płytę 1 wymiennika zwiększając efektywność odbioru ciepła, zaś najcieplejsza – po dotarciu do wierzchnich warstw cieczy zostanie schłodzona przez topniejący lód.

W wariantcie wykonania wynalazku płyta 1 wymiennika ciepła jest zainstalowana w urządzeniu do produkcji lodu – w dnie otwartego zbiornika Z, która to płyta wymiennika w czasie pobierania ciepła pokrywa się lodem jak w przykładzie powyżej, jednak górna część zbiornika umożliwia regularne wybieranie wyprodukowanego lodu.

#### Działanie wymiennika ciepła według wynalazku

Wymiennik rozpoczyna odbiór ciepła mając w całości kontakt z wodą 14 wypełniającą zbiornik Z. Po ochłodzeniu wody poniżej pewnej temperatury, na powierzchni płyty 1 wymiennika odkłada się lód (fig. 7b), w szczególności w bezpośrednim sąsiedztwie rur 3 czynnika roboczego w sąsiedztwie wierzchołków 4' występów 4. Po zaprzestaniu odbioru ciepła i włączeniu bądź uruchomieniu elementów grzejnych 5 (grzałek), lód zaczyna się wytapiać od strony ściany bocznej 2 płyty 1 wymiennika (fig. 7c), najpierw w bezpośrednim sąsiedztwie elementów grzejnych 5 aż do całkowitego odspojenia lodu (fig. 7a) od ścianek płyty 1 wymiennika i uniesienia w górę z wykorzystaniem siły wyporu. Wymiennik wraca do sytuacji wyjściowej z (fig. 7a).

Płyta 1 wymiennika zmiennofazowego według wynalazku jest umieszczona w izolowanym ze wszystkich stron, samonośnym zbiorniku Z stanowiącym magazyn ciepła i chłodu wypełniony wodą. W czasie pracy zbiornik wypełnia się lodem, dzięki czemu stanowi korzystny odbiornik ciepła w czasie, gdy potrzebne jest chłodzenie.

#### Kolejny szczegółowy przykład działania urządzenia według wynalazku

Ciepło przepływa przez płytę (1) wymiennika z płynu zmiennofazowego znajdującego się nad płytą 1 wymiennika do czynnika roboczego takiego jak przykładowo wodny roztwór glikolu, czynnik chłodniczy, przepływający przez zestaw rur (3) (optymalnie – cienkościennych) przytwierdzonych bezpośrednio lub pośrednio do płyty (1) wymiennika w ukształtowanym dowolnie układzie hydraulicznym (10) takim jak np. zobrazowany na fig. 1 układ meandryczny. Możliwy jest również układ typu harfa, podwójna harfa, inne. Czynnik roboczy, tłoczony przez pompę 9, sprężarkę lub przepływający grawitacyjnie oddaje ciepło w odbiorniku 6 ciepła, np. pompie ciepła. Po osiągnięciu temperatury krzepnięcia przez płyn zmiennofazowy znajdujący się nad płytą 1 wymiennika, krzepnie on w bezpośrednim pobliżu orurowania 3 w górnej części płyty 1 wymiennika, czyli na wierzchołku 4'. Po osiągnięciu stwierdzonej eksperymentalnie temperatury wskazywanej przez czujnik 7 temperatury, skorelowanej z grubością lodu zgromadzonego na płycie 1 wymiennika, sterownik 8 zatrzymuje cyrkulację w układzie czynnika roboczego, np. poprzez zatrzymanie pracy pompy obiegowej 9 i uruchamia w odpowiedniej sekwencji elementy grzejne 5 w taki sposób, by lód był wytapiany najpierw w pobliżu dolnej części płyty 1 wymiennika. Po wytopieniu odpowiednio szerokiej szczeliny, działająca na pozostałą masę lodu siła wyporu odrywa go od płyty 1 wymiennika i unosi do góry (patrz fig. 7).

Przykładem wykonania oraz zastosowania płytowego wymiennika 2 według wynalazku może być szczelny hydraulicznie i izolowany termicznie zbiornik Z wypełniony wodą z trzema izolowanymi 12 od spodu płytami 1 wymiennika umieszczonymi jedna nad drugą w odstępach w orientacji poziomej, jak na fig. 6.

#### Szczegółowy przykład realizacji według wynalazku

Przykładową realizacją wynalazku jest płyta 1 wymiennika o rozmiarach 1,5 m na 2 m umieszczona w dnie zamkniętego, szczelnego, izolowanego termicznie zbiornika Z wypełnionego wodą. Płyta 1 wykonana jest z blachy miedzianej o grubości 0,5 do 1 mm i wygięta w taki sposób, że powtarzalne, trójkątne kształty występow 4 widoczne w przekroju poprzecznym mają kształt trójkąta równobocznego o długości boku wynoszącej 10 cm. Od strony części spodniej do płyty 1 przylutowane jest orurowanie 10 wykonane z cienkościennej rury miedzianej o średnicy zewnętrznej 12 mm i grubości ścianki 1 mm w postaci rur 3 czynnika roboczego. Orurowanie w formie układu meandrycznego umożliwia krążenie czynnika roboczego pompy ciepła R290, w orurowaniu występuje odparowanie czynnika roboczego, co obniża temperaturę otoczenia i umożliwia odkładanie lodu na powierzchni płyty 1 wymiennika. Równolegle do orurowania 10 umieszczone są elektryczne elementy grzejne 5 w postaci drutu

oporowego o łącznej mocy 5 kW, przylegające do miedzianej płyty 1 wymiennika w następujących miejscach: w najniższym punkcie płyty 1, w połowie odcinka pomiędzy najniższą a najwyższą częścią płyty 1 wymiennika oraz w wyższej części płyty 1 wymiennika. W momencie, gdy sterownik 8 stwierdza na podstawie odczytów z zestawu czujników 7, że moc cieplna wymiennika uległa znacznemu obniżeniu, praca sprężarki 9 zostaje wstrzymana, a elementy grzejne 5 są sekwencyjnie włączane – od dołu do góry. Po wykonaniu z góry ustalonej sekwencji grzania (dolne grzałki 5 włączane w sekundzie 0, pośrednie po upływie 45 sekund, górne po upływie 1 minuty i 45 sekund; (cały proces podgrzewania kończy się po upływie 3 minut) elementy grzejne 5 wyłączają się, a praca sprężarki 9 jest wznowiana.

#### Przykład szczegółowy realizacji płyty 1 wymiennika

Płyta 1 wymiennika jest w postaci miedzianej płyty o grubości 0,5mm, występy 4 rozmieszczone na płycie 1 mają ściany boczne o szerokości 5cm i przekrój poprzeczny w kształcie trójkąta równobocznego o kącie wierzchołkowym  $\alpha = 60^\circ$ , moc grzewcza na metr długości jednej ścianki występu 4 wynosi 25W. Daje to 1000W/m<sup>2</sup> powierzchni wymiennika i daje możliwość stopienia w ciągu 60 sekund warstwy lodu wystarczającej, by siły kapilarne i adhezyjne zostały osłabione na tyle, że dominować będzie siła wyporu.

Gniazdowe części wypukłe 13 na wierzchołkach 4' występow 4 ( na rury 3 czynnika roboczego) oraz ewentualnie na ścianach występow 4 (na elementy grzejne 5) mają kształt będący wycinkiem elipsy, którego końce osadzone są na ścianach występow 4 lub wychodzących ze ścian występow prostych odcinków blachy. Rozmiar gniazdowych części wypukłych 13 musi umożliwiać ciasny montaż w nich rur 3 lub alternatywnie elementów grzejnych 4.

Zastosowanie gniazdowych części wypukłych 13 jest korzystne, bo zwiększa długość/powierzchnię styku metalicznego pomiędzy elementem dostarczającym/odbierającym ciepło (rurą 3) a płytą 1 wymiennika, ułatwia montaż elementów grzejnych 5 i orurowania 10 oraz zwiększa kontakt części płyty 1 wymiennika o najwyższej temperaturze z czynnikiem roboczym (wodą).

Kluczowe jest dobranie kształtu wytłoczeń blachy (trójkątne, trapezowe itp.) oraz wymiarów tych wytłoczeń w relacji do wysokości słupa wody nad płytą 1, do średnicy rur 3 czynnika roboczego, do mocy grzałek lub innego źródła ciepła i mocy wymiennika.

Wysokość występow 4 oraz kąt wierzchołkowy  $\alpha$  powinny być dobrane tak, by dolna krawędź rury 3, będąc zamontowana stycznie do obu ścianek bocznych występu 4, znajdowała się nie

niziej niż w  $\frac{1}{4}$  wysokości występu. Dopuszcza się ścięcie wierzchołka 4' występu w celu uzyskania dodatkowego styku rury 3 z powierzchnią płyty 1 wymiennika.

Opis fizyki rozwiązania:

W procesie podgrzewania płyty 1 wymiennika w postaci blachy w sekwencji od dolnej jej części do górnej zachodzi asymetryczne topienie lodu (najpierw na krawędziach w dolnej części, a później w górnych partiach). Powstaje wówczas sprzyjający odspajaniu lodu moment siły, gdyż siła wyporu działająca na częściowo odspojoną bryłę nie jest równoważona przyleganiem do płyty 1 wymiennika, podczas gdy niewytopiona część bryły lodu silnie przywiera do powierzchni blachy. Wytopiona część lodu, na którą działa niezrównoważona przyleganiem do powierzchni wymiennika siła wyporu, dąży do obracania się wokół osi wyznaczonej przez najniższy położony punkt przylegania lodu do blachy. Powstają naprężenia w strukturze lodu, a te mogą prowadzić do pęknięć. Asymetryczne topienie gwarantuje, że lód odspaja się od blachy szybciej, niż byłoby to możliwe dla danej mocy grzałek podgrzewających płaską płytę wymiennika dzięki ciśnieniu hydrostatycznemu gwarantowanemu przez słup wody nad bryłą lodu. Ciśnienie to powoduje, że woda wywiera na miejsce przylegania lodu do wymiennika dodatkową siłę działającą lateralnie, co przyspiesza proces odspajania lodu od powierzchni wymiennika pozwalając na oszczędność energii.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Płytowy wymiennik ciepła z przemianą fazową według wynalazku zawiera:  
 płytę 1 wymiennika,  
 rozmieszczony pod płytą (1) wymiennika zespół rurowy (10), przez który przepływa czynnik roboczy, który ma biegnące równolegle względem siebie w odstępach odcinki proste rur (3) czynnika roboczego, połączone na obu końcach odcinkami łączącymi,  
 przy czym rury (3) zespołu rurowego (10) są wykonane z materiału dobrze przewodzącego ciepło o niskim współczynniku rozszerzalności temperaturowej,  
 elementy grzejne (5) rozmieszczone bezpośrednio pod płytą (1) wymiennika bądź wbudowane w nią oraz  
 układ hydrauliczny z zespołem sterowania ze sterownikiem (8) połączonym z zespołem czujników (7) do rejestrowania parametrów czynnika zmiennofazowego, pompą (9) oraz odbiornikiem ciepła (6), z którym to układem hydraulicznym połączony jest zespół rurowy (10) czynnika roboczego,  
 przy czym płyta wymiennika (1) z zespołem rurowym (10) i elementami grzejnymi (5) jest zanurzona w zbiorniku (Z) wypełnionym ciekłym czynnikiem zmiennofazowym, korzystnie wodą, **znamienny się tym, że**

płyta (1) wymiennika jest usytuowana w pobliżu dna zbiornika (Z) wypełnionego czynnikiem zmiennofazowym, korzystnie poziomo, w taki sposób aby nad płytą (1) wymiennika znajdował się słup czynnika zmiennofazowego, korzystnie wody, o wysokości nie mniejszej niż co najmniej 20 cm lub większej, licząc od wierzchołka 4', a korzystnie o wysokości stanowiącej wielokrotność wysokości występu (4), co najmniej podwójną, przy czym czynnik zmiennofazowy (14) charakteryzuje się tym, że ma gęstość w stanie ciekłym większą niż jego gęstość w stanie stałym a płyta (1) wymiennika jest wykonana z materiału o wysokiej przewodności cieplnej i małej rozszerzalności temperaturowej oraz jest wyprofilowana w postaci biegnących liniowo, korzystnie wzdłuż długości płyty występow (4), rozmieszczonych jeden obok drugiego w równoległych rzędach na całej powierzchni płyty (1) wymiennika, przy czym występy (4) mają kształt podłużnych brył prostopadłościennych o podstawie wybranej spośród: wielokąta bądź figury utworzonej z fragmentów krzywych, w tym figury utworzonej z fragmentów elips i ścianach bocznych (2), które zbiegają się pod kątem w części wierzchołkowej występu (4), przy czym część wierzchołkowa ma postać wierzchołka (4'), w którym ściany boczne (2) zbiegają się pod kątem  $\alpha$  wynoszącym od 30 do 120°, korzystnie pod kątem  $\alpha$  między 45 a 90°, w postaci wybranej spośród: wierzchołka o ostro zakończonej krawędzi, wierzchołka

ściętego bądź wierzchołka zaopatrzonego w biegnącą wzdłuż części wierzchołkowej występu (4) gniazdową część wypukłą (12),

ponadto w obszarach płyty (1) wymiennika położonych bezpośrednio poniżej wierzchołków (4') występów (4), rozmieszczone są rury (3) zespołu rurowego, które biegną wzdłuż całej długości każdego występu (4), korzystnie stycznie przylegając do jego ścian bocznych (5), przy czym wysokość występów (4) oraz kąt wierzchołkowy  $\alpha$  są tak dobrane, że dolna krawędź rury (3) znajduje się nie niżej niż w  $\frac{1}{4}$  wysokości występu (4);

zaś w bezpośrednim sąsiedztwie, a korzystnie bezpośrednio na każdej ze ścian bocznych (5) każdego z występów (4), w miejscach położonych poniżej i oddalonych od wierzchołków (4') występów (4), usytuowany jest co najmniej jeden element grzejny (5), a korzystnie więcej niż jeden element grzejny (5) uruchamiany i włączany automatycznie przez system sterowania ze sterownikiem (8) w reakcji na sygnał czujnika (7), korzystnie czujnika temperatury, umieszczonego w zbiorniku (Z) czynnika zmiennofazowego powyżej płyty (1) wymiennika, wskazujący na wytworzenie na płycie (1) wymiennika warstwy lodu o zadanej granicznej wartości maksymalnej, oraz wyłączany automatycznie przez system sterowania ze sterownikiem (8) po zasygnalizowaniu przez czujnik (7) odspojenia warstwy lodu z płyty (1) wymiennika.

2. Płytowy wymiennik ciepła według zastrz. 1, **znamienny tym, że** zbiornik (Z) z czynnikiem zmiennofazowym jest w postaci hermetycznego zbiornika, izolowanego ze wszystkich stron za pomocą izolacji (11), korzystnie umieszczonego pod ziemią.

3. Płytowy wymiennik ciepła według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym, że** zbiornik (Z) z czynnikiem zmiennofazowym jest zbiornikiem izolowanym otwieranym od góry, a korzystnie otwartym od góry, w sposób pozwalający na czerpanie wytworzonego skrzepniętego czynnika zmiennofazowego, korzystnie lodu.

4. Płytowy wymiennik ciepła według jednego z zastrz. 1-3, **znamienny tym, że** w bezpośrednim sąsiedztwie, korzystnie bezpośrednio na każdej ze ścian bocznych (2) każdego z występów (4), rozmieszczone są co najmniej po dwa bądź więcej elementów grzejnych (5) w odstępach od siebie, korzystnie takich jak drut oporowy, grzałki elektryczne, elementy indukcyjne, przy czym elementy grzejne (5) są rozmieszczone począwszy od najniższej części płyty (1) wymiennika, w miejscach płyty (1) najbardziej oddalonych od poszczególnych wierzchołków (4') występów (4) do wyżej położonych miejsc, czyli położonych bliżej wierzchołków (4') występów (4), ale poniżej rur (3) czynnika roboczego w odstępie od nich, przy czym włączanie elementów grzejnych (5) położonych bliżej wierzchołków (4') występów

(4) rozpoczyna się później niż elementów grzejnych (5) położonych w częściach położonych najdalej od wierzchołków (4') występów (4), w odstępach czasowych, korzystnie wynoszących pomiędzy 45s a 30 s, korzystnie co 30 sekund opóźnienia, pozwalając na odpajanie lodu przez siłę wyporności.

5. Płytowy wymiennik ciepła według jednego z zastrz. 1-4, **znamienny tym, że** w izolowanym zbiorniku (Z) z czynnikiem zmiennofazowym rozmieszczonych jest poziomo wiele płyt (1) wymiennika, usytuowanych w odstępach jedna nad drugą, w taki sposób aby powyżej każdej płyty (1) był zapewniony słup czynnika zmiennofazowego (14) o wymaganej wysokości wynoszącej co najmniej 2-krotność wysokości występu (4) licząc od wierzchołka (4') występu (4) ale nie mniej niż 20 cm, przy czym każda z płyt (1) wymiennika jest odizolowana od pozostałej części zbiornika za pomocą warstwy izolacji (12) umieszczonej bezpośrednio pod każdą z płyt (1) wymiennika, korzystnie połączoną z płytą (1) wymiennika.

6. Płytowy wymiennik ciepła według jednego z zastrz. 1-5, **znamienny tym, że** rury (3) czynnika roboczego zespołu rurowego (10) są połączone ze ścianami bocznymi (2) występów (4) w pobliżu wierzchołków (4') tych występów płyty (1) wymiennika, a korzystnie mają przebieg wybrany spośród meandrycznego bądź harfowego.

7. Płytowy wymiennik ciepła według jednego z zastrz. 1-6, **znamienny tym, że** powierzchnia płyty (1) wymiennika jest wyprofilowana w taki sposób, że w przekroju poprzecznym tworzy zespół sąsiadujących ze sobą trójkątów, stanowiących występy (4) o wysokości do 10 cm, korzystnie od 5 do 3 cm, przy czym powierzchnia płyty (1) wymiennika jest korzystnie strukturyzowana.

8. Płytowy wymiennik ciepła według jednego z zastrz. 1-7, **znamienny tym, że** występy (4) są zaopatrzone w gniazdowe części wypukłe (13) ukształtowane na wierzchołkach (4') występów, mające w przekroju poprzecznym kształt wycinków elipsy, do ciasnego montażu w nich rur (3) czynnika roboczego zespołu rurowego (10) z zapewnieniem powierzchni styku z umieszczoną w nich rurą (3), które to gniazdowe części wypukłe (13) są osadzone na ścianach (2) występów (4), bądź korzystnie na wychodzących ze ścian (2) prostych odcinkach blachy.

9. Płytowy wymiennik ciepła według jednego z zastrz. 1-8, **znamienny tym, że** gniazdowe części wypukłe (13) mają w przekroju poprzecznym kształt wycinków krzywych w postaci fragmentu krzywej Lissajous, do ciasnego montażu w nich rur (3) czynnika roboczego zespołu rurowego (10) z zapewnieniem powierzchni styku z umieszczoną w nich rurą (3).

**10.** Płytowy wymiennik ciepła według jednego z zastrz. 1-9, **znamienny tym, że** gniazdowe części wypukłe (13) są usytuowane na ścianach bocznych (2) występów (4) w miejscach mocowania elementów grzejnych (5), do umieszczenia w nich tych elementów grzejnych (5).

**11.** Płytowy wymiennik ciepła według jednego z zastrz. 1-10, **znamienny tym, że** wymiennik z płytą (1) wymiennika i zbiornikiem (Z) czynnika zmiennofazowego ma postać magazynu ciepła.

**12.** Płytowy wymiennik ciepła według jednego z zastrz. 1-10, **znamienny tym, że** wymiennik z płytą (1) wymiennika i zbiornikiem (Z) czynnika zmiennofazowego (14) ma postać urządzenia do wytwarzania lodu.

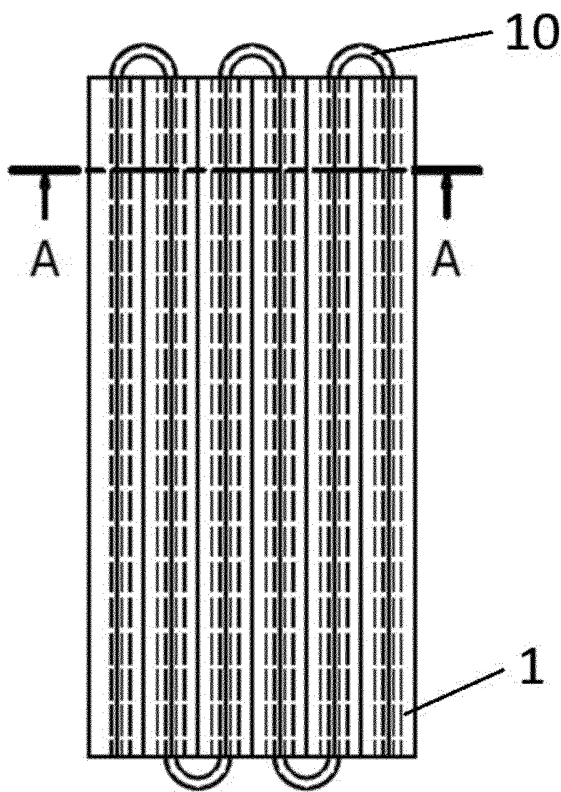


Fig.1

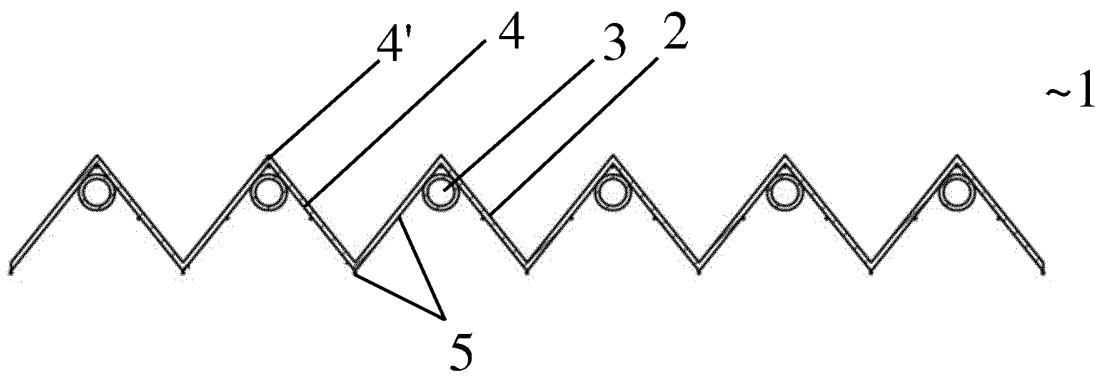


Fig. 2

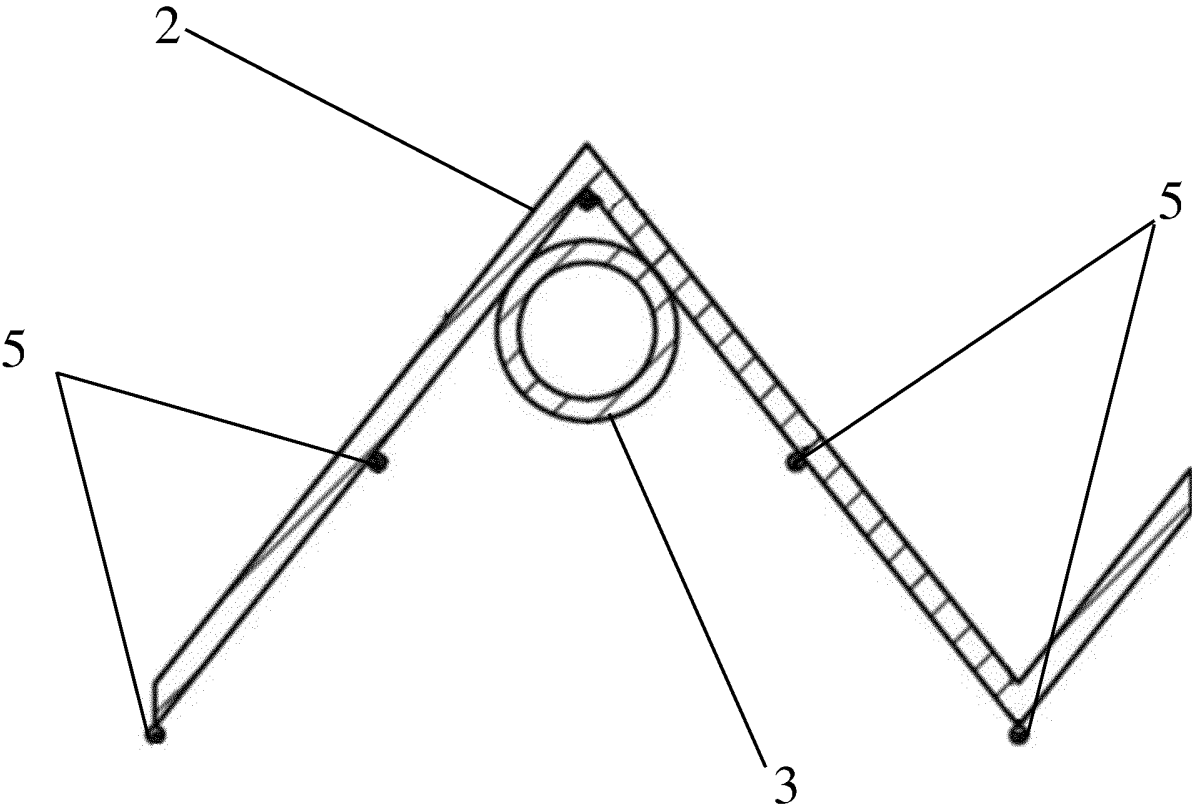


Fig. 3

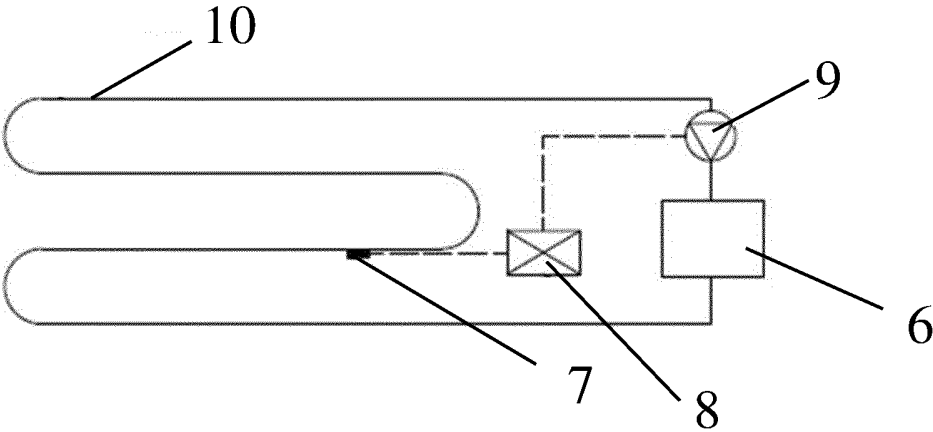


Fig. 4

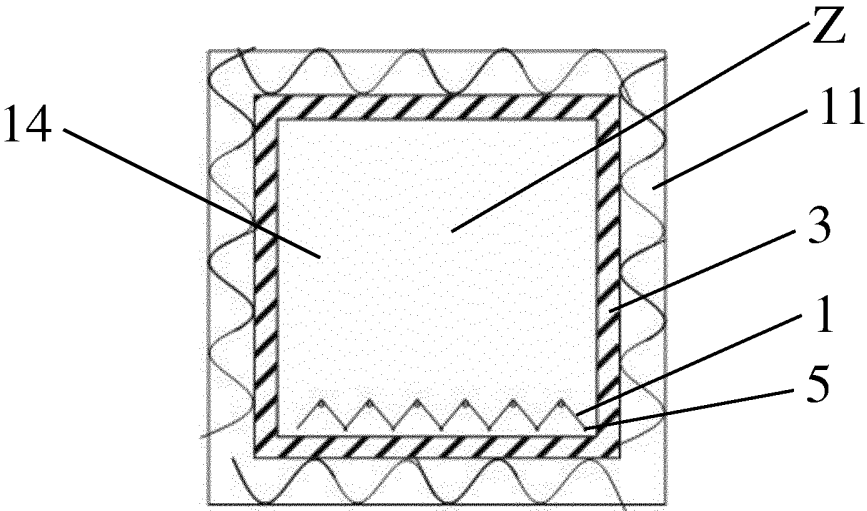


Fig. 5

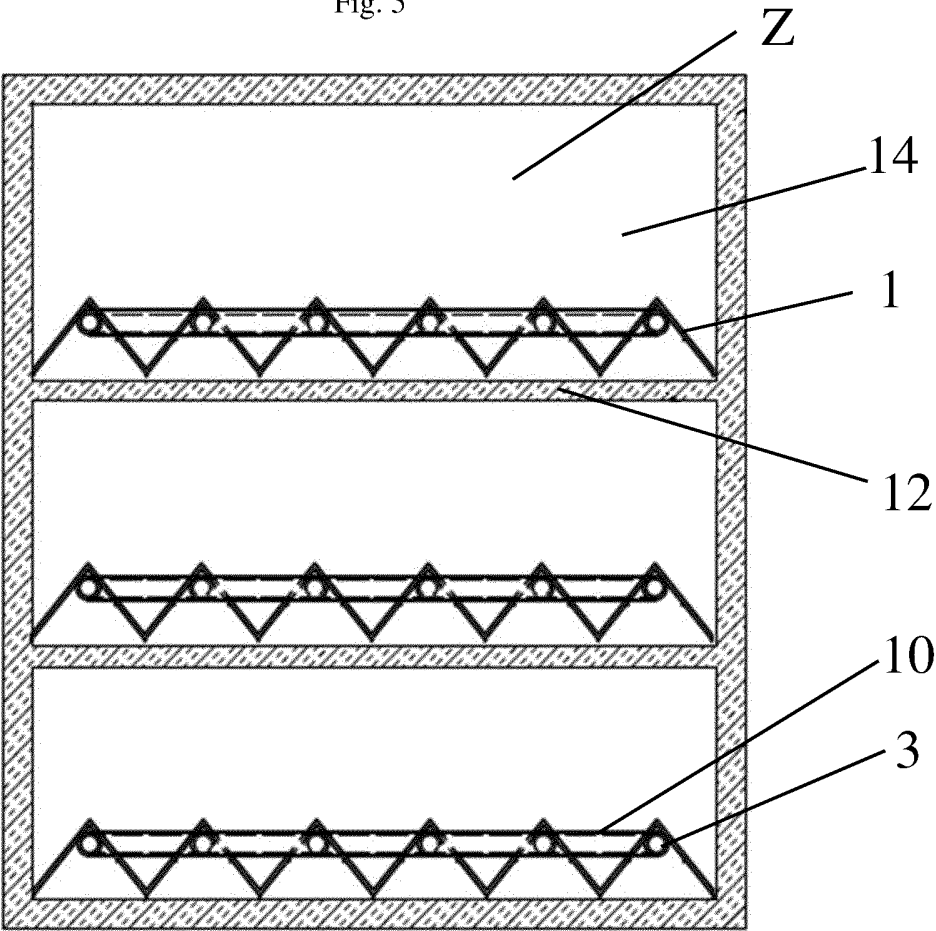


Fig. 6

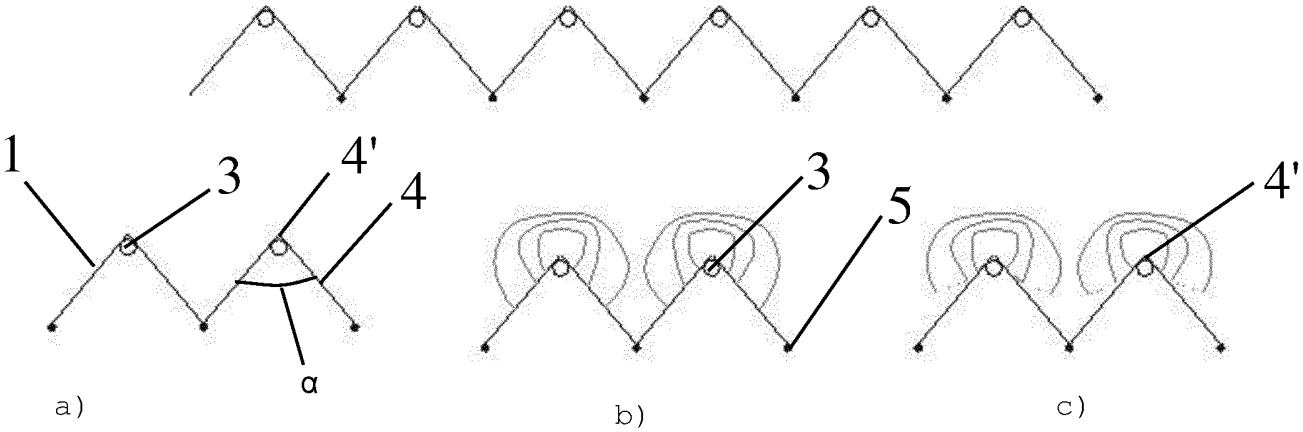


Fig. 7

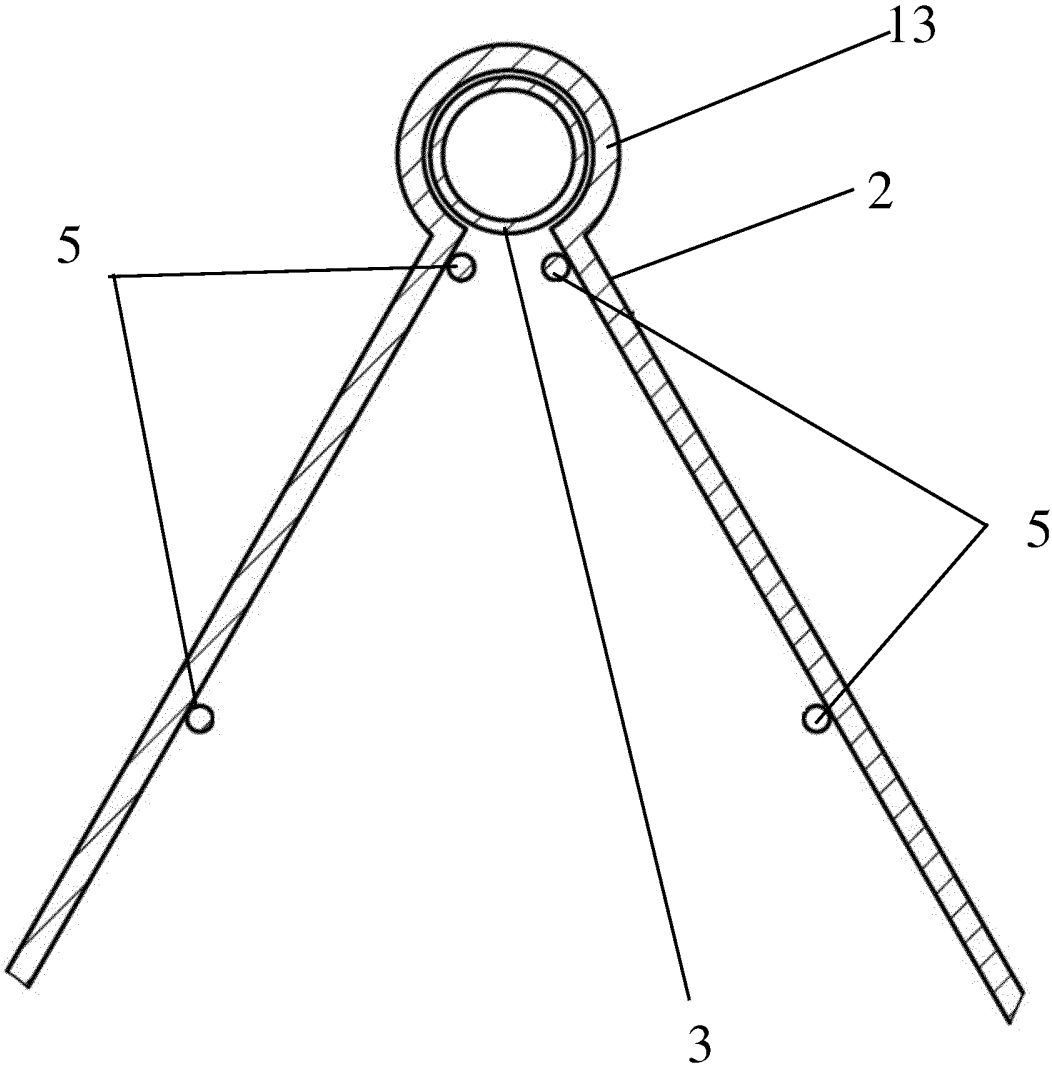


Fig. 8



## SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI DO ZGŁOSZENIA NR P.450140

Klasyfikacja zgłoszenia: F28D 1/047, F28F 1/22, F28D 20/02, F25C 1/12, F25C 5/08

Podklasy w których prowadzono poszukiwania: F28D F28F F25C

Bazy komputerowe w których prowadzono poszukiwania: Bazy EPO AbS bazy UPRP

| Kategoria dokumentu | Dokumenty - z podaną identyfikacją                                                                           | Odniesienie do zastrz. |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| A                   | JPH11248307 A (MATSUSHITA REFRIGERATION [JP]) 14-09-1999                                                     | 1-12                   |
| A                   | PL425098 A1 (MAR-BUD SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ BUDOWNICTWO SPÓŁKA KOMANDYTOWA [PL]) 05-11-2018 | 1-12                   |
| A                   | PL420518 A1 (PIETRZAK JAKUB [PL]) 13-08-2018                                                                 | 1-12                   |
| A                   | PL443031 A1 (SRE POLSKA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ [PL]) 03-06-2024                             | 1-12                   |

☐ Dalszy ciąg wykazu dokumentów na następnej stronie

A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie,  
 E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia,  
 L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzegane pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu,  
 O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób,  
 P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzegana data pierwszeństwa,  
 T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku,  
 X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie,  
 Y – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument zostanie połączony z jednym lub kilkoma tego typu dokumentami, a takie połączenie będzie oczywiste dla znawcy,  
 & – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.

Sprawozdanie wykonał/-a:

Paweł Białý  
Naczelnik Wydziału

Data:

24.06.2025

Podpis:

/podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym/  
Pismo wydane w formie dokumentu elektronicznego

Uwagi do zgłoszenia

Sprawozdanie zostało wykonane w oparciu o zastrz. z 25.10.2024 r.