

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **234448**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **420957**

(22) Data zgłoszenia: **22.03.2017**

(51) Int.Cl.

F28F 1/00 (2006.01)

F28F 17/00 (2006.01)

F28G 5/00 (2006.01)

F25B 47/00 (2006.01)

(54) **Kanał wymiennika wykorzystującego ciepło przemiany fazowej substancji w ciało stałe**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

24.09.2018 BUP 20/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.02.2020 WUP 02/20

(73) Uprawniony z patentu:

OSEMLAK ARTUR, Będzin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

ZENON OSEMLAK, Psary, PL

PL 234448 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe, do wykorzystania zwłaszcza jako dolne źródło pompy ciepła, który umożliwia usuwanie lodu z powierzchni wymiennika podczas pracy pompy ciepła bez dostarczania dodatkowej energii na topienie nagromadzonego lodu oraz zapewnia nieprzerwany strumień ciepła niezależny od procesu odładzania.

Pompy ciepła jako szczególnie efektywne energetycznie rozwiązanie ogrzewania lub chłodzenia pomieszczeń bytowych i przemysłowych są coraz powszechniej stosowane. Wykorzystują one odnawialne źródła energii geotermalnej, powietrze, naturalne i sztuczne zbiorniki wodne oraz rzeki. Często wykorzystują energię odpadową w przypadkach, kiedy czynnik niosący tę energię ma zbyt niską temperaturę, aby wykorzystać go wprost do ogrzewania. Praktycznie stosuje się następujące najpopularniejsze rozwiązania dolnych źródeł ciepła dla pomp ciepła, począwszy od najbardziej efektywnych z punktu widzenia eksploatacyjnego w postaci „woda-woda”, które jednak jest ograniczone warunkami hydrologicznymi i parametrami samej wody, która przepływa przez parownik pompy ciepła. Najczęstsze problemy eksploatacyjne to zanieczyszczenia wymiennika lub zamulanie studni zrzutowej ze względu na konieczność przetłaczania znacznych ilości wody. Dobrą efektywność uzyskują inne rozwiązania geotermalne w postaci układu „solanka-woda” mające formę wymienników poziomych układanych na dnie zbiorników wody lub poniżej strefy przemarzania w ogrodzie, lub pionowych odwiertów, w których umieszcza się polietylenową rurę, w układzie pętli, z przepływającym czynnikiem niezamarzającym w postaci solanki lub glikolu. W tym przypadku mamy do czynienia z szeregiem problemów, które muszą być uwzględniane na etapie projektowania dolnego źródła. Bardzo istotnym parametrem jest zdolność gruntu do regeneracji, która determinuje koszty wykonania instalacji a w procesie eksploatacji może doprowadzić do zamrożenia wymiennika co kończy się awarią i uniemożliwia dalszą eksploatację takiego dolnego źródła do czasu jego prawidłowej regeneracji. Może się zdarzyć na niektórych terenach niekontrolowana zmiana parametrów hydrologicznych np. w przypadku działalności górniczej, obniżenia poziomu wód gruntowych w związku z inwestycjami itp., co może znacząco ograniczyć wydajność dolnego źródła. Istotnym ograniczeniem jest stosunkowo duża powierzchnia nieruchomości, którą należy przeznaczyć pod wymienniki poziome lub odwierty, co wyklucza ich zastosowanie w terenach wysoce zurbanizowanych. W związku z szeregiem problemów i ryzyk związanych z instalacjami geotermalnymi, znacząco wzrosła popularność najmniej efektywnych rozwiązań z typu „powietrze-woda”, które z kolei borykają się z problemem zamarzającego wymiennika co wymusza stosowanie układów do rozmrażania pogarszających efektywność układu. Często również stosuje się dodatkowe elektryczne źródło ciepła uruchamiane w ekstremalnych warunkach pogodowych. Zmienne parametry pracy wymiennika powietrznego ze względu na znaczne zmiany temperatury powietrza wymuszają stosowanie kosztownych rozwiązań w samej konstrukcji pompy ciepła w celu optymalizacji parametrów jej pracy w zmiennych warunkach. Dodatkowym kłopotliwym elementem jest hałas wytwarzany przez wentylatory oraz zamarzające skropliny – po odszronieniu wymiennika.

Istnieje szereg rozwiązań dolnych źródeł, które wykorzystują energię przejścia fazowego wody w lód, jednakże są to rozwiązania, które najczęściej mają ograniczony zasób energii względami konstrukcyjnymi – zamrażane zbiorniki wody, ewentualnie uzupełnione o układ solarny do ich rozmrażania, zewnętrzne radiatory – „sopel lodu”, które pokrywają się szronem odbierając ciepło z wilgoci zawartej w powietrzu. Są to rozwiązania dostępne na rynku, które wzbogacają ofertę dolnych źródeł dla pomp ciepła, ale każde z nich ograniczone jest szeregiem specyficznych cech uniemożliwiających osiągnięcie maksymalnej efektywności w każdym przypadku instalacyjnym i okresie sezonu grzewczego. Ponadto zawsze należy wziąć pod uwagę, że narastający lód stanowi izolację pogarszającą przepływ ciepła co powoduje spadek strumienia ciepła takiego źródła i pogarszanie efektywności układu.

Reasumując – pompa ciepła jest najefektywniejszym źródłem ciepła, którego efektywność pogarszają ograniczenia, problemy eksploatacyjne i ryzyka związane z dolnym źródłem. Wyeliminowanie tych problemów umożliwi budowę najefektywniejszego źródła ciepła, zarówno eksploatacyjnie jak i inwestycyjnie, ponieważ niskie koszty dolnego źródła i stabilność parametrów, pozwolą budować mniej kosztowne pompy ciepła, bo pozbawione układów i rozwiązań optymalizujących ich pracę w przy zmiennych parametrach cieplnych dolnego źródła. Połączenie tych rozwiązań z fotowoltaiką wydaje się być bardzo atrakcyjne dla inwestorów ze względów ekonomicznych, obciążenia środowiska – instalacja OZE, trwałości i okresu zwrotu inwestycji.

Znane jest rozwiązanie z polskiego zgłoszenia patentu WO2015099547, które prezentuje urządzenie czerpiące energię z przejścia fazowego wody w lód wyposażone w kolektory z odkształcalną powierzchnią dzięki elastycznej ramie zawierające parownik pompy ciepła, zanurzone w zbiorniku z wodą na głębokości umożliwiającej swobodny wypływ lodu. Zawierające zasobnik płynu niezamarzającego z pompą dwustronnego działania, która wywołuje wzrost ciśnienia kolektorze w celu jego odkształcenia i odlodzenia. Posiada ono system usuwania lodu w postaci pompy rozdrabniającej oraz układy napowietrzające poprawiające wymianę termiczną na powierzchni kolektora oraz układy wspierające odspajanie lodu od wymiennika. Duża ilość układów wykorzystujących energię w powyższym urządzeniu obniża jego efektywność energetyczną, a wymagana ilość wody do działania układu ma dużą masę co ogranicza możliwość wykonania instalacji wewnątrz budynku wyłącznie do pomieszczeń o odpowiednio wysokiej nośności podłogi.

Z opisu amerykańskiego patentu US6681593 B1, znane jest rozwiązanie elastycznych odchylanych odbiorników ciepła umieszczonych poziomo w dół przy dnie zbiornika, adhezyjnie połączonych z wymiennikiem ciepła, na powierzchni których zachodzi wymiana ciepła a otrzymany lód jest usuwany w drodze ich odchylenia do pionu i ugięcia co powoduje wypływanie lodu na powierzchnię zbiornika. W warunkach eksploatacji w/w układu mamy do czynienia z mechanicznym odspajaniem lodu, które wymaga znacznego wydatku energii, skomplikowanego układu mechanicznego, wymiennik ciepła jest wykorzystany w mniej niż 50% powierzchni co obniża znacznie efektywność energetyczną układu.

Z opisu amerykańskiego patentu US2015114019 (A1), znane jest rozwiązanie układu pompy ciepła z wymiennikiem ciepła utajonego, wyposażonym, w skrobak do usuwania lodu powstającego na jego powierzchni, który odbiera ciepło z cieczy znajdującej się w zbiorniku, który może być zasilany z różnych źródeł, a lód zgromadzony w górnej strefie zbiornika zostaje usunięty poza układ z możliwością jego wykorzystania do znanych celów. Opisany układ pompy ciepła wykorzystuje mechaniczny skrobak lodu z wymiennika co rodzi szereg problemów natury eksploatacyjnej związanej z przeniesieniem napędu zwłaszcza w układach o większej mocy a co za tym idzie powierzchniach wymiany. Może również wystąpić przyspieszone zużycie powierzchni wymiennika jak i samego skrobaka.

Z opisu amerykańskiego patentu US20110079025 A1, znane jest rozwiązanie układu do magazynowania chłodu w postaci wytwarzania lodu w okresach zmniejszonego zapotrzebowania na chłód w postaci zbiornika z szeregiem wymienników, z których jedna grupa się obladza w sposób kontrolowany w okresach mniejszego zapotrzebowania na chłód (np. w nocy) a druga grupa wspomaga urządzenia chłodnicze w okresie wzmożonego zapotrzebowania na chłód. Rozwiązanie korzystne w układach klimatyzacyjnych, jednakże narastanie lodu na wymiennikach ogranicza dynamikę procesu ze względu na własności izolacyjne lodu, co można uznać za efekt niekorzystny. Układ ma również ograniczoną pojemność energetyczną ze względu na wielkość zbiornika.

Z opisu amerykańskiego patentu US6053006, znane jest rozwiązanie układu do magazynowania chłodu w postaci wymiennika rurowego przez który przepływa czynnik chłodzący powodujący tworzenie się lodu na wymiennikach i jego narastanie oraz drugiego wymiennika, który umożliwia dalszą dystrybucję chłodu do instalacji klimatyzacji. Rozwiązanie to ma wiele zalet eksploatacyjnych związanych z brakiem konieczności kontroli stopnia zalodzenia wymiennika a jego zamrażanie i rozmrażanie może być realizowane w dowolnym momencie. Jest to praktyczne rozwiązanie akumulatora chłodu dla instalacji klimatyzacji, obciążonego jednak podobnym spadkiem efektywności wraz ze wzrostem grubości lodu, któremu w pewnym stopniu autor rozwiązania przeciwdziała poprzez zagęszczenie wymienników.

Z opisu japońskiego patentu US2005163681 (A1), znane jest rozwiązanie produkujące szlam lodowy składające się z szeregu wymienników z układami kontroli przepływu, układu rozmrażania w przypadku zatkania wymiennika. Szlam lodowy wytwarzany jest z mieszaniny wody i związków chemicznych odpowiedzialnych za powstawanie drobnych kryształów lodu. Podobnie jak w szeregu rozwiązaniach układ ma projektowaną pojemność a co za tym idzie ograniczone parametry energetyczne oraz wykorzystuje roztwór wodny czynników chemicznych co wymusza ścisłą izolację od środowiska. Rozwiązanie jest dedykowane do magazynowania chłodu w instalacjach klimatyzacji.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia łatwe wykorzystanie energii przemiany fazowej substancji – wody w ciało stałe, której ilość odpowiada ilości energii uzyskanej z ochłodzenia tej samej jednostki wody z temp. 80°C do 0°C. Wymiennik zbudowany z wykorzystaniem rozwiązania według wynalazku umożliwia zrealizowanie dolnego źródła ciepła o konstrukcji modułowej, które od dostarczonej wody o dowolnych parametrach fizycznych i chemicznych (mogą to być przefiltrowane z cząstek stałych ścieki, deszczówka, wody gruntowe, podskórne, woda z wodociągu lub przydomowej studni itp.) odbiera ciepło tworząc lód, który niezwłocznie jest usuwany poza układ (odpowiednio np. do instalacji

kanalizacyjnej, do zbiornika deszczówki, na wyznaczony obszar z którego stopiona woda może swobodnie ściekać do zbiornika deszczówki, lub na trawnik z którego wróci do ekosystemu, do kanalizacji deszczowej w obszarach zurbanizowanych), co pozwala czerpać ciepło w sposób nie przerwany w ilościach wynikających parametrów nominalnych urządzenia. Sam proces odładzania nie przerywa strumienia pozyskiwanego ciepła. Rozwiązanie według wynalazku może być wykorzystane do wszystkich, powszechnie stosowanych pomp ciepła jako efektywna alternatywa dolnego źródła lub może być zastosowana jako rezerwowe dolne źródło ciepła w już wykonanych instalacjach, w tym również w instalacjach czerpiących energię z powietrza. Rozwiązanie według wynalazku pozwala na wykonanie wymiennika ciepła z bezpośrednim odparowaniem czynnika chłodniczego, który umożliwia realizację bardzo efektywnych układów pomp ciepła dużej mocy o kompaktowych gabarytach dolnego źródła.

Kanał wymiennika według wynalazku stanowi podstawę konstruowania wymienników lub płyt wymienników o zakładanych parametrach termicznych i przepływowych, których konstrukcja jest zrealizowana zgodnie z najlepszą wiedzą w zakresie zjawisk zachodzących w typowych kanałach wymienników ciepła w zakresie przepływu i wymiany ciepła. Płyty zestawione w grupy stanowią kompletny wymiennik ciepła i umożliwiają zbudowanie całego typoszeregu urządzeń w celu dopasowania cieplnego i przepływowego do pomp ciepła lub innych potrzeb.

Elementem odróżniającym tak wykonany wymiennik jest fakt, że jego zamrożenie jest pożądanym, normalnym stanem pracy a nie awarią, która najczęściej prowadzi do całkowitej destrukcji klasycznego wymiennika ciepła.

Proces usuwania lodu z powierzchni wymiany kanału wymiennika według wynalazku opiera się o zmianę kształtu płaszczu wymiany termicznej składającego się z co najmniej jednej warstwy nierozciągliwego materiału, zwanego dalej **płaszczem**. Płaszcz może przyjąć dwie formy: sztywną, swobodne ugięcie której, przyjmuje formę łuku gładkiego – zwanego dalej **płaszcz sztywny** albo wiotką, swobodne ugięcie której, przyjmuje przypadkową formę linii łamanej – zwanego dalej **płaszcz wiotki**. Płaszcz stanowi obszar wymiany termicznej – zwany dalej **obszarem wymiany**, w części ograniczonej brzegiem obszaru wymiany – zwany dalej **brzegiem**, który wyznacza krzywa łącząca punkty styku płaszczu z pozostałymi elementami konstrukcyjnymi kanału lub elementami dystansowymi, gwarantującymi uzyskanie projektowanych przekrojów przepływu kanału w stabilnych fazach pracy. Za stabilną fazę pracy należy uznać pozycję, w której znajduje się płaszcz wymiany w trakcie procesu narastania lodu oraz drugą skrajną pozycję, zwaną umownie pozycją odładzania – moment, w którym w normalnych warunkach lód powinien być całkowicie odspojony od obszaru wymiany – maksymalne zaprojektowane rozszerzenie powierzchni wymiany. Ze względu na stały przepływ medium przez kanał proces czerpania ciepła nie zostaje przerwany niezależnie od pozycji płaszczu wymiany i można wyobrazić sobie sytuację, że całkowite odspojenie lodu nastąpi dopiero w trakcie przejścia kanału do pozycji obładzania. Brzeg jest charakterystyczny dla każdej fazy pracy kanału i może zmieniać swoje położenie wraz ze zmianą pozycji płaszczu. Płaszcz poza brzegiem najbardziej oddalonym od osi wzdłużnej obszaru wymiany, w części nieruchomej, jest trwale przytwierdzony do elementów konstrukcyjnych kanału – wewnętrznych lub zewnętrznych, które są zdolne przenosić naprężenia wynikające z sił reakcji ciśnienia panującego wewnątrz kanału i ich składowych. Płaszcz w każdej warstwie materiału zawiera co najmniej jeden obszar kompensacji zmian kształtu i związanych z tym wymiarów, które redukuje ściskanie lub rozciąganie powierzchni wymiany zamieniając go w zginanie, co pozwala na zmiany wymiarów liniowych w stosunku do przytwierdzenia płaszczu wymiany w celu zmiany kształtu, bez przekraczania wytrzymałości zmęczeniowej materiału (z zapasem bezpieczeństwa) gwarantując tym samym trwałość eksploatacyjną kanału według wynalazku. Przy sztywnym płaszczu obszary kompensacji muszą wystąpić również we wszystkich miejscach, gdzie pojawiają się naprężenia ściskające albo rozciągające w związku z ruchem płaszczu np. przy zakończeniach kanału, łukach itp. W wyniku zmiany kształtu i związanych z tym wymiarów płaszczu, na warstwę lodu znajdującą się na powierzchni wymiany, w każdej fazie ruchu działają siły stykowe do płaszczyzny wymiany o wektorach przeciwstawnych dla obu połówek obszaru wymiany rozdzielonych osią wzdłużną, co sprawia, że lód jest ściskany lub rozciągany (zależnie od fazy ruchu) i dodatkowo zginany w płaszczyźnie prostopadłej w związku ze zmianą kształtu obszaru wymiany. Taka koncentracja sił w różnych płaszczyznach ułatwia pokonanie siły adhezji i odspojenie lodu. Charakterystyczne dla sztywnego płaszczu jest jednoczesne odspajanie na całej powierzchni adhezji lodu z obszarem wymiany. Przykładem obszaru kompensacji może być przetłoczenie wykonane w osi obszaru wymiany uzupełnione o elementy kompensujące na zakończeniach kanału i w miejscach ewentualnej zmiany kierunku kanału również w formie przetłoczeń o boku równoległym do linii mocowania płaszczu. W przypadku płaszczu wiotkiego obszar kompensacji znajduje się pomiędzy brzegami obszaru wymiany

charakterystycznymi dla stabilnych faz ruchu, które znajdując się w obszarze malejącego strumienia ciepła – granicy oblodzenia, mogą zostać wypełnione wraz ze wzrostem ciśnienia w zakresie umożliwiającym kompensację kształtu i związanych z tym wymiarów w trakcie zmian faz pracy. Obszary kompensacji przy wiotkim płaszczu mogą swobodnie układać się pod wpływem ciśnienia medium niosącego ciepło, kompensując tym samym dynamiczny proces odspajania lodu od obszaru wymiany i towarzyszące im zmiany kształtu i związanych z tym wymiarów. W przypadku płaszczu wiotkiego mamy do czynienia z odspajaniem postępującym od brzegu obszaru wymiany w kierunku jego środka, a punkty, w których następuje odspajanie – zerwanie połączenia adhezyjnego tworzą co najmniej jedną zamkniętą linię o malejącej do zera długości w momencie całkowitego odspojenia lodu, w odróżnieniu od płaszczu sztywnego, w przypadku którego proces dotyczy całej powierzchni adhezyjnego styku lodu z obszarem wymiany. Zmiana kształtu powierzchni kanału, polega na przyjęciu przemiennej pozycji pracy poniżej i w płaszczyźnie albo w płaszczyźnie i powyżej albo poniżej i powyżej, poziomu brzegu w ustalonej pozycji pracy i wywołwana jest przez stale przepływający przez wymiennik czynnik roboczy o stałych parametrach przepływu i transportowanego strumienia ciepła, będący nośnikiem ciepła dla parownika pompy ciepła, którego ciśnienie zmienia się stosownie do potrzeb, w poszczególnych kanałach lub ich grupach w wyniku dławienia przepływu. Kanał według wynalazku ma dwie fazy pracy: obładzanie i odladzanie, przy czym czas fazy obładzania jest zdecydowanie dłuższy niż odladzania a każda faza występuje sekwencyjnie. Fazą odladzania należy określać okres wzrostu ciśnienia w kanale, aż do całkowitego napełnienia i stabilizacji oraz okres spadku ciśnienia, aż do osiągnięcia kształtu kanału fazy obładzania. W czasie procesu obładzania i odladzania jest zachowany przepływ, który gwarantuje zachowanie nominalnego przepływu przez parownik pompy ciepła. Pozwala to uzyskać stałe niezmiennie parametry przepływu i strumienia ciepła poprzez odpowiednie zestawienie sekwencji faz pracy poszczególnych kanałów lub ich grup.

W każdym przypadku, w którym mamy do czynienia z efektywną wymianą ciepła w wymienniku, jego konstrukcja powinna zapewniać przy zakładanej prędkości przepływu turbulencje czynnika w kanale wymiennika w celu osiągnięcia jak najwyższego współczynnika przenikania ciepła przez obszar wymiany. Cel ten można osiągnąć przez minimalizację grubości strumienia czynnika grzewczego stosując odpowiednie elementy dystansowe oraz takie ukształtowanie przynajmniej części powierzchni kanału, które uniemożliwia powstanie strugi laminarnej. Metody tworzenia takiej powierzchni, jej kształt i parametry geometryczne są znane i stosowane w klasycznych wymiennikach. Strumień ciepła przepływający miejscowo przez obszar wymiany zależy od jego grubości lub izolacji przez zetknięcie z elementami konstrukcyjnymi i/lub dystansowymi, których odpowiednie rozłożenie na powierzchni obszaru wymiany powoduje segmentację lodu w sposób ułatwiający usuwanie go poza wymiennik. Płaszcz kanału według wynalazku, może zostać wykonany jako element składający się z więcej niż z jednej warstwy materiału formując pomiędzy tymi warstwami przestrzeń, przez którą przepływa czynnik niosący ciepło. Budowa taka, w oparciu o sztywny płaszcz umożliwi zrealizowanie wymiennika z bezpośrednim odparowaniem, ponieważ jest w stanie przenosić znaczne obciążenia charakterystyczne dla procesu odparowania czynnika grzewczego i pracy wewnętrznego obiegu pompy ciepła. Cechą przestrzeni uformowanej pomiędzy warstwami jest zachowanie stałej objętości i zdolności zmiany kształtu co jest zrealizowane przy użyciu elementów dystansowych pomiędzy warstwami, oraz obszarów kompensacji kształtów i związanych z tym wymiarów w każdej warstwie. W przypadku płaszczu wielowarstwowego, zmiana kształtu płaszczyzny wymiany wywołwana jest w wyniku oddziaływania sił zewnętrznych np. przez nieściśliwe medium sterujące (korzystnie o niskiej lepkości w ujemnych temperaturach) włączane i wysysane z przestrzeni utworzonej pomiędzy dwiema dwuwarstwowymi płaszczami wymiany tworzącymi zbiornik o ruchomych ścianach lub w połączeniu z wewnętrznymi lub zewnętrznymi elementami konstrukcyjnymi albo zmiany pozycji wywołane mechanicznie np. przy użyciu bimetalu sterowanego grzałką elektryczną, siłownika, dźwigni mechanicznej z dowolnym napędem itp. Istotnym elementem jest zachowanie turbulentnego przepływu medium będącego nośnikiem ciepła w kanale według wynalazku, co osiąga się poprzez odpowiednie ukształtowanie całości lub części wnętrza kanału oraz zapewnienie prawidłowych prędkości przepływu czynnika, zgodnie z powszechną wiedzą w tej materii. Powierzchnia wymiany termicznej na której tworzy się warstwa lodu powinna być wykonana w sposób ułatwiający odspojenie lodu, szczególne znaczenie ma tu jej gładkość i niska adhezja.

Budowa dolnych źródeł pomp ciepła i efektywnych magazynów chłodu dla instalacji klimatyzacji w oparciu o rozwiązanie według wynalazku pozwoli na ograniczenie ryzyka inwestycyjnego oraz obniżenie kosztu, poprzez dużą koncentrację energii w jednostce objętości, jednoznaczność parametrów procesu fizycznego oraz łatwość modyfikacji instalacji. Stabilność parametrów pracy dolnego źródła

w czasie umożliwi wykorzystanie prostszych w konstrukcji, a tym samym tańszych pomp ciepła – co niewątpliwie przyczyni się do popularyzacji takiego źródła ciepła na rynku komercyjnym. Efektywność eksploatacji instalacji ogrzewania z wykorzystaniem rozwiązania według wynalazku, umożliwi osiągnięcie najniższych poziomów kosztów eksploatacji, zdecydowanie korzystniejsze niż najbardziej efektywne rozwiązania dostępne w tej chwili na rynku w dziedzinie pomp ciepła. Wreszcie, możliwość konstrukcji kompaktowych pomp ciepła dużej mocy w powiązaniu z dolnym źródłem zbudowanym w oparciu o rozwiązanie według wynalazku, stworzy warunki do eksploatacji pomp ciepła w ścisłych centrach miast, w dużych budynkach wielorodzinnych itp. Rozwiązanie według wynalazku pozwala na zmianę koncepcji pracy sieci ciepłowniczej na wysokich parametrach pary lub wody, na dystrybucję tzw. ciepła niskotemperaturowego, które stanowi odnawialne źródło energii i zastępowanie wymienników pompami ciepła. Niewątpliwie pozwoli to ograniczyć wielkość strat i zanieczyszczenia powietrza zwłaszcza w małych kotłowniach lokalnych. Nie bez znaczenia jest również dynamiczny rozwój fotowoltaiki, która może stanowić doskonałe źródło energii odnawialnej do zasilania pompy ciepła w okresie zimowym jak i letnim, a zgromadzony lód w okresie grzewczym może być bezkosztowym źródłem chłodu w okresie letnim. Urządzenie jest w pełni skalowalne i przy zapewnieniu dostawy wody i odbioru lodu może generować ciepło bez żadnych przerw w ilościach wynikających z parametrów nominalnych.

Przedmiot wynalazku w przykładach wykonania jest uwidoczniiony na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia przekrój prostopadły kanału w fazie obładzania. Płaszcz wymiany (1) przymocowany w obszarze (0) do elementu konstrukcyjnego stanowiącego jednocześnie dno kanału korzystnie ukształtowane (6) dla turbulentnego przepływu czynnika niosącego ciepło, posiadające element dystansowy (7) podpierający płaszcz dla ukształtowania projektowanych powierzchni przepływu (5). Płaszcz wymiany (1) ograniczają brzegi (2) formując tym samym obszar wymiany (4) zawierający obszar kompensacji (3). Fig. 2 przedstawia przekrój prostopadły kanału w fazie odladzania, gdzie odpowiednio płaszcz wymiany (1) znalazł się powyżej brzegu obszaru wymiany (4), który utracił kontakt z elementem dystansowym i powiększył się, również dzięki rozciągnięciu obszaru kompensacji (3). W trakcie tego procesu zniknął brzeg obszaru wymiany (2) utworzony na styku z elementem dystansowym (7). Pomimo zmiany przekroju (5) i osłabieniu wpływu korzystnie ukształtowanego dna kanału (6) na proces przepływu czynnika roboczego nie ma to znaczenia dla procesu wymiany ciepła, ponieważ cykl napelniania kanału (wzrostu ciśnienia) do osiągnięcia stabilnej pozycji odladzania i przejścia ponownie do pozycji obładzania jest wymiennie krótki w stosunku do czasu obładzania a ponadto powiększa się efektywna powierzchnia wymiany. Fig. 3 obrazuje oblodzenie obszaru wymiany (8) a Fig. 4 prezentuje siły i ich składowe działające w sztywnym płaszczu wymiany, gdzie P do parcie pochodzące od wzrostu ciśnienia, które działa z jednakową siłą na obszary wymiany ze względu na korzystną symetrię konstrukcji kanału. Po sprowodzeniu parcia P do siły skupionej F zaczepionej w środku obszaru wymiany możemy zaobserwować składowe FS1 i FS2 o relatywnie większej wartości działające w płaszczyźnie obszaru wymiany a co za tym idzie wpływające bezpośrednio na całą powierzchnię adhezji z utworzonym lodem. Skutkiem działania tych sił jest przemieszczanie się płaszczyzny wymiany w kierunku obszaru kompensacji położonego w osi symetrii kanału, co powoduje napieranie na siebie lodu położonego po obu stronach obszaru kompensacji. Po przekroczeniu poziomu układ sił ulega odwróceniu i następuje rozciąganie obszaru kompensacji. Przez cały czas ruchu obszaru wymiany na lód działają również siły zginające dążące do odspojenia warstwy lodu, jako reakcja na zmianę kształtu płaszcza. Fig. 5 przedstawia zmiany kształtu i związanych z tym wymiarów obszaru wymiany w stosunku do brzegu w fazie pod poziomem brzegu (9), w fazie przejścia przez poziom brzegu (10), w fazie maksymalnego podniesienia nad poziom brzegu w procesie odladzania (11). Ruch kanału może odbywać się w zmianie położenia w dowolnej kombinacji zależnej od konkretnego rozwiązania konstrukcyjnego. W każdym przypadku zmiany pozycji mamy do czynienia ze zmianą szerokości obszaru kompensacji, czyli ruchem stycznym płaszczyzny wymiany w stosunku do sztywnej tafli lodu ją pokrywającej – odpowiednio B-B to szerokość obszaru kompensacji w położeniu poniżej brzegu A-A w płaszczyźnie brzegu, a C-C powyżej brzegu. Fig. 6 prezentuje szczegół P-P korzystnego ukształtowania powierzchni dna kanału w celu zachowania turbulentnego przepływu medium przenoszącego ciepło. Istnieje szereg powszechnie znanych i stosowanych w klasycznych wymiennikach sposobów kształtowania powierzchni najczęściej charakterystycznych dla poszczególnych producentów. Fig. 7 obrazuje płaszcz wielowarstwowy – warstwa pierwsza (14) i warstwa druga (15), przymocowany (13) poza brzegiem obszaru wymiany do elementu konstrukcyjnego (12) z obszarem kompensacji (16) w każdej warstwie. Pomiędzy warstwą pierwszą i drugą w przestrzeni powstałej dzięki dystansom w formie kulistych przetłoczeń (18), które ustawione naprzemiennie korzystnie od-

działają na turbulentny przepływ medium niosącego ciepło. Przestrzeń (17) powstała pomiędzy wielowarstwowymi płaszczami wymiany tworzy zbiornik, który wypełniony medium sterującym pozwala zmieniać położenie ścian – płaszczy wielowarstwowych w sposób opisany powyżej, w celu usunięcia lodu (19) pokazanego na Fig. 8, aż do osiągnięcia pozycji maksymalnego odkształcenia powyżej linii brzegu, Fig. 9 obrazuje wielowarstwową płaszcz wymiany (20), maksymalnie odkształcony obszar kompensacji (22) oraz maksymalną porcję medium sterującego (21). Sterowanie objętościowe umożliwia uzyskanie dużych sił sterujących, z jednoczesnym ograniczeniem ich przy maksymalnym odkształceniu kanału. Fig. 10 prezentuje 16 kanałową płytę wymiennika zbudowaną z wykorzystaniem kanałów według wynalazku posiadającą kolektor wlotowy (23) i wylotowy (24), widoczne obszary kompensacji wzdłuż osi obszaru wymiany w formie przetłoczeń (25) oraz półokrągłe zakończenie kanału (26) kompensowane kulistym przetłoczeniem (27) na końcu przetłoczeń obszaru kompensacji. Fig. 11 przedstawia przekrój poprzeczny przez kanał wymiennika z wiotkim płaszczem wymiany (30) przymocowanym (33) do dna kanału stanowiącego element konstrukcyjny (28) o korzystnej geometrii (31) dla turbulentnego przepływu czynnika i brzegu (29) obszaru wymiany posiadającego obszar kompensacji (32) umiejscowiony pomiędzy brzegami obszaru wymiany (29) i Fig. 12 (34) płaszcz wymiany (30) w maksymalnym położeniu powyżej brzegu. Fig. 13 obrazuje oblodzenie (35) kanału z wiotkim płaszczem wymiany napiętym na podstawie kanału pod wpływem ciśnienia przepływającego medium przenoszącego ciepło. Proces odladzania przedstawiono na Fig. 14 gdzie na skutek wzrostu ciśnienia wytworzony lód (35) odspaja się, a zmiany wymiarów płaszcza w związku ze zmianą położenia obszaru wymiany w stosunku do jego brzegu są kompensowane w obszarze kompensacji (32) a punkty odspajania obszaru wymiany od lodu (36) tworzą zamkniętą linię, której długość maleje do zera w momencie całkowitego odspojenia lodu.

Konstrukcja kanału według wynalazku daje dużą swobodę w zastosowaniu tego rozwiązania do tworzenia wymienników, których konstrukcja jest tania, materiały konstrukcyjne powszechnie dostępne, technologia produkcji może mieć charakter masowy a produkt w 100% można poddać recyklingowi. Produkcja tanich i stabilnych dolnych źródeł wraz z rozwojem technologii pomp ciepła oraz fotowoltaiki może stanowić znaczący impuls zmiany dominujących źródeł ciepła zasilanych paliwami kopalnymi na szerokie wykorzystanie źródeł ciepła i energii OZE, które z pewnością są najtańsze eksploatacyjnie a teraz mogą znacznie potanieć w sferze inwestycyjnej i również eksploatacyjnej. Budowa zintegrowanej prostej pompy ciepła z stabilnym dolnym źródłem o niewielkiej mocy może stanowić doskonałą alternatywę do ogrzewania mieszkań w miejsce pieców na paliwa stałe będące istotnym źródłem zanieczyszczeń powietrza.

Zastrzeżenia patentowe

1. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe **znamienny tym**, że posiada płaszcz wymiany termicznej – zwany dalej **płaszczem** (1); (20); (30), wykonany z co najmniej jednej warstwy nie rozciągliwego materiału, występujący w dwóch postaciach: sztywnej – zwanego dalej **płaszczem sztywnym** (1); (20), albo wiotkiej – zwanego dalej **płaszczem wiotkim** (30), formujący obszar wymiany termicznej – zwany dalej **obszarem wymiany** (4); (29–29); (34–34), ograniczony brzegiem obszaru wymiany – zwanym dalej **brzegiem** (2); (29); (34), biegnącym po krzywej wyznaczonej przez punkty styku z wewnętrznymi elementami konstrukcyjnymi (0); (12); (28); lub dystansowymi (7); (18) charakterystycznymi dla ustalonej pozycji pracy, przyjmujący przemiennie pozycję poniżej i w płaszczyźnie albo w płaszczyźnie i powyżej albo poniżej i powyżej, poziomu brzegu (2); (29); (34), w ustalonej pozycji pracy, zawierający w każdej warstwie materiału płaszcz co najmniej jeden obszar umożliwiający kompensację zmian kształtu i związanych z tym wymiarów (3); (16); (32), w trakcie zmiany pozycji płaszcza, w stosunku do linii przymocowania płaszcza (2); (13); (33) do wewnętrznych lub zewnętrznych elementów konstrukcyjnych w części nieruchomej (0); (12); (28).
2. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrzeżenia 1 **znamienny tym**, że zawiera element konstrukcyjny stanowiący dno kanału (0); (12); (28), o powierzchni wywołującej turbulentny przepływ medium niosącego strumień ciepła (6); (31), lub posiada co najmniej jedno podparcie dystansowe (7); (18).

3. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że płaszcz wymiany (1); (20); (30) posiada od wewnętrznej strony powierzchnię, o strukturze wywołującej turbulentny przepływ medium niosącego strumień ciepła lub posiada co najmniej jedno podparcie dystansowe.
4. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że zawiera element konstrukcyjny stanowiący dno kanału (6); (15); (31), o powierzchni wywołującej turbulentny przepływ medium niosącego strumień ciepła oraz płaszcz posiada od wewnętrznej strony powierzchnię (15), o strukturze wywołującej turbulentny przepływ medium niosącego strumień ciepła lub posiadają co najmniej jedno podparcie dystansowe (18).
5. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że obszar wymiany miejscami jest pogrubiony lub opiera się o elementy dystansowe lub konstrukcyjne kanału (7).
6. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że sztywny płaszcz (1); (20), korzystnie posiada obszar kompensacji w formie przetłoczenia w osi obszaru wymiany (3); (16); (25), oraz obszary kompensacji w rejonie zakończeń kanału i/lub na łukach – równoległe do linii mocowania płaszcza, odpowiednio na całej jej długości (25); (27).
7. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że wiotki płaszcz (30), korzystnie posiada obszar kompensacji (32) pomiędzy brzegami obszaru wymiany wyznaczonymi przez krzywe styku (29); (34), z co najmniej jednym elementem dystansowym lub konstrukcyjnym (28), charakterystycznym dla ustalonych faz pracy.
8. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrzeżenia 1 **znamienny tym**, że wiotki płaszcz (30), w obszarze niezmieniającym pozycji – nieruchomym, znajdującym się na zewnątrz, poza brzegiem najbardziej oddalonym od osi wzdłużnej obszaru wymiany w ustalonej fazie pracy (34), jest przytwierdzony do co najmniej jednego elementu konstrukcyjnego wewnętrznego lub zewnętrznego (33).
9. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że przy wielowarstwowym sztywnym płaszczu (20), pomiędzy warstwami (14); (15) powstaje co najmniej jedna przestrzeń, oddzielona od siebie co najmniej jednym elementem dystansowym (18).
10. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że przy wielowarstwowym sztywnym płaszczu (20), warstwy płaszcza (14); (15) są ze sobą połączone co najmniej w obszarze mocowania do elementów konstrukcyjnych wewnętrznych lub zewnętrznych (13).
11. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że przy wielowarstwowym sztywnym płaszczu (20), korzystnie posiada co najmniej jeden obszar kompensacji w każdej warstwie (16), w formie przetłoczenia w osi obszaru wymiany, oraz obszary kompensacji w rejonie zakończeń kanału i/lub na łukach – równoległe do linii mocowania płaszcza, odpowiednio na całej jej długości (25); (27) oraz co najmniej jeden punkt przyłożenia siły zewnętrznej wywołującej ruch płaszcza, korzystnie do osi obszaru kompensacji.
12. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że przy wielowarstwowym sztywnym płaszczu (20), w obszarze wymiany znajduje się co najmniej jeden punkt przyłożenia siły zewnętrznej wywołującej ruch płaszcza, korzystnie do osi obszaru wymiany (20).
13. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że wielowarstwowe sztywne płaszcze (20) przymocowane (13) symetrycznie do siebie albo elementu konstrukcyjnego (12) wewnętrznego lub zewnętrznego tworzą zbiornik o ruchomych ścianach (17); (21).
14. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że przy wielowarstwowym sztywnym płaszczu (20), przestrzeń pomiędzy warstwami płaszcza ma cechy geometryczne (18), zapewniające turbulentny przepływ medium roboczego, uzyskane w wyniku, korzystnego ukształtowania co

- najmniej jednej warstwy płaszcza od strony wewnętrznej (15) lub kształtu dystansów lub rozmieszczenia dystansów (18) pomiędzy warstwami.
15. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że przy wielowarstwowym sztywnym płaszczu (20), obszar wymiany miejscami jest pogrubiony lub opiera się o elementy dystansowe lub konstrukcyjne kanału (12).
 16. Kanał wymiennika ciepła, zmieniający kształt, podczas procesu przemiany fazowej substancji w ciało stałe według zastrz. 1 **znamienny tym**, że jednowarstwowy (1); (30) lub wielowarstwowy płaszcz (20), jest elementem konstrukcyjnym lub dystansowym.

Rysunki

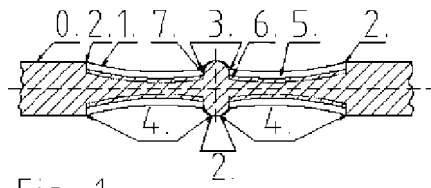


Fig. 1

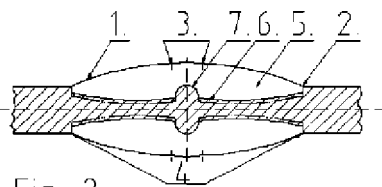
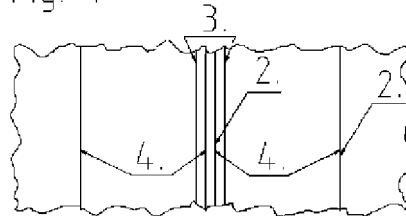


Fig. 2

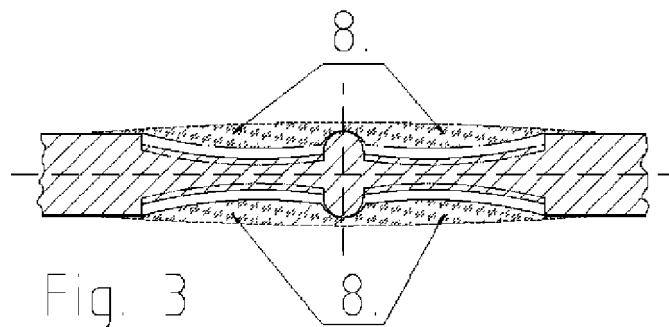
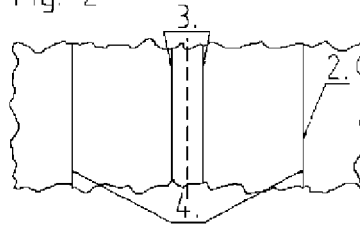


Fig. 3

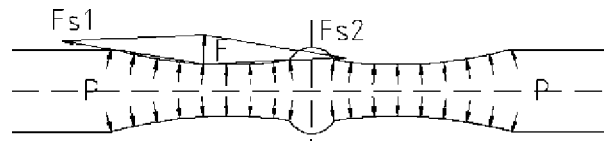


Fig. 4

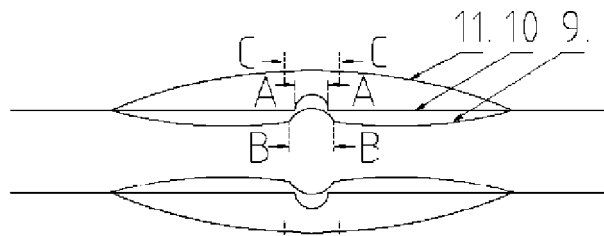


Fig. 5

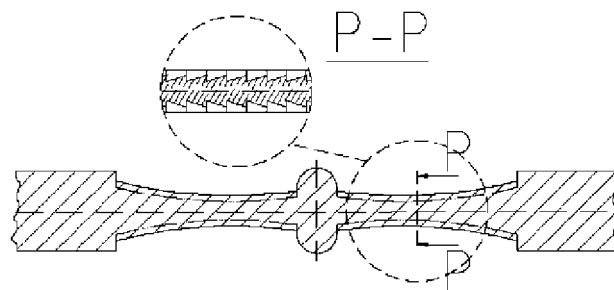
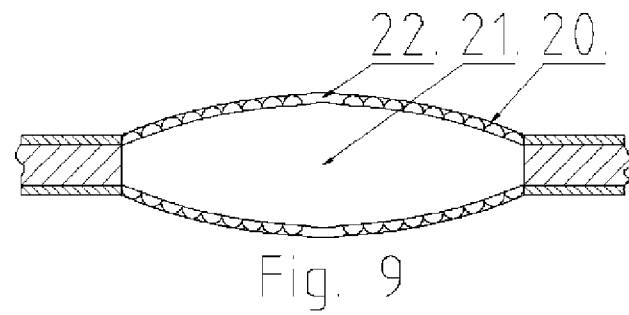
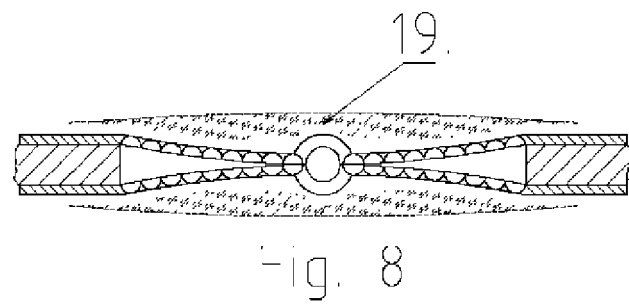
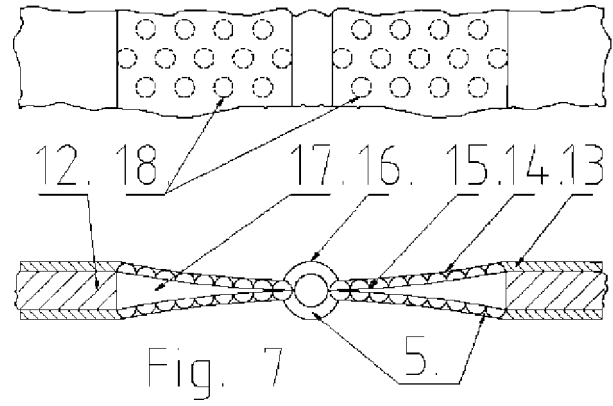
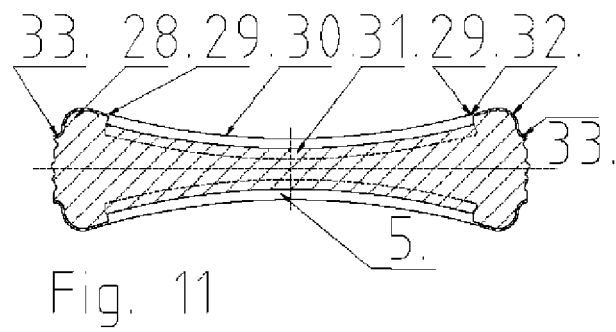
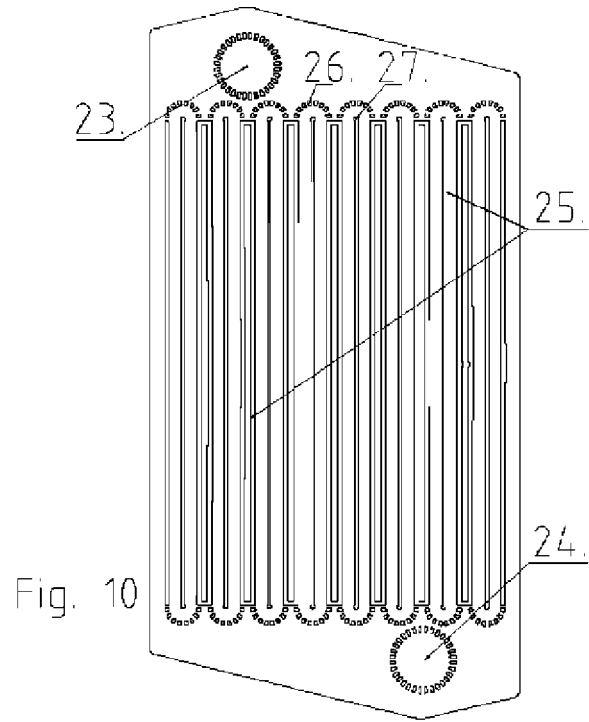


Fig. 6





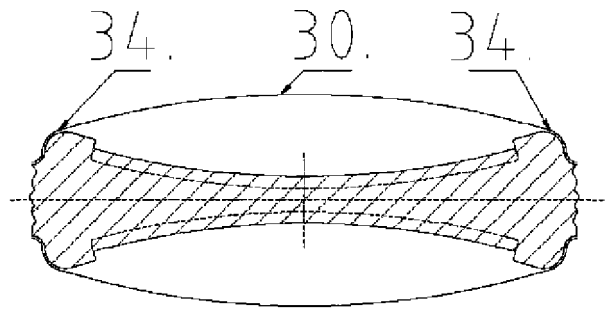


Fig. 12.

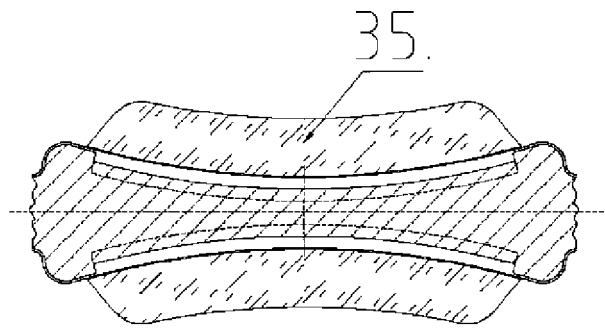


Fig. 13

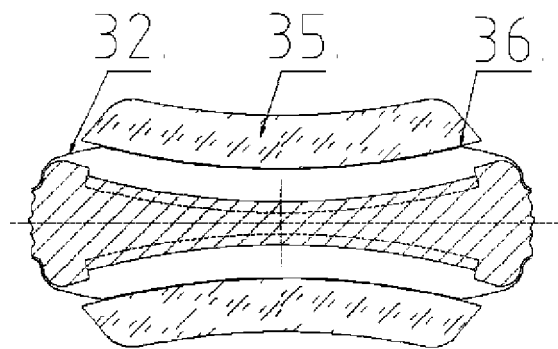


Fig. 14.
