

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **237609**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424411**

(22) Data zgłoszenia: **29.01.2018**

(51) Int.Cl.

F24T 10/10 (2018.01)

F24F 5/00 (2006.01)

F24S 20/40 (2018.01)

F24S 20/30 (2018.01)

(54)

Układ szczelnego rurowego gruntowego wymiennika ciepła

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

12.08.2019 BUP 17/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

04.05.2021 WUP 09/21

(73) Uprawniony z patentu:

MUCHA ZENON, Chruszczobród, PL

NOWAK-MUCHA RENATA, Chruszczobród, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

ZENON MUCHA, Chruszczobród, PL

RENATA NOWAK-MUCHA, Chruszczobród, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Mariusz Grzesiczak

PL 237609 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ szczelnego rurowego gruntowego wymiennika ciepła (GWC) służący do efektywnego odzysku ciepła lub chłodu z gruntu, mający zastosowanie głównie w instalacjach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych. Powietrze doprowadzane z układu wymiennika do danego obiektu jest w zależności od pory roku – w okresie zimowym podgrzewane, a w okresie letnim chłodzone.

Technologie związane z odzyskiem ciepła lub chłodu z gruntu, na potrzeby ogrzewania lub chłodzenia obiektów, zwłaszcza mieszkalnych, znane są od wielu lat. Najpowszechniejsze są technologie wykorzystujące podgrzewany lub chłodzony w gruncie strumień nośnika energii, zwłaszcza powietrza. Tego typu rozwiązania oprócz niezaprzeczalnych walorów ekologicznych dają użytkownikowi duże oszczędności w zakresie zużycia energii, a co za tym idzie oszczędności ekonomiczne.

Do najbardziej znanych i powszechnie stosowanych powietrznych gruntowych wymienników ciepła należą: bezprzeponowe gruntowe wymienniki ciepła, na przykład GWC żwirowe, płytowe, płytowo-modułowe, a także przeponowe gruntowe wymienniki ciepła, czyli GWC rurowe. We wszystkich tych rozwiązaniach jako medium, poprzez które odzyskuje się ciepło lub chłód z gruntu stosuje się powietrze.

Powietrzne, gruntowe wymienniki ciepła w systemie rurowym montuje się przede wszystkim tam gdzie występuje zagrożenie kontaktu z wodami gruntowymi, które mogą być źródłem zanieczyszczeń, bakterii, grzybów oraz różnego rodzaju zarazków. Bardzo często wody gruntowe emitują również nieprzyjemne zapachy. Istnieje zatem ryzyko, że te niebezpieczne dla zdrowia lub co najmniej nieprzyjemne dla człowieka czynniki przedostaną się wraz z medium, poprzez system wentylacyjny do wentylowanego pomieszczenia, stąd stosowanie GWC bezprzeponowych w tym przypadku jest niewskazane. Producenci gruntowych, rurowych wymienników ciepła dużą uwagę przykładają do szczelności całego układu wymiennika. Rury łączone są zwykle na mufy z uszczelkami lub poprzez zgrzewanie, elektrooporowo lub doczołowo. Wymienniki te wykonywane są przeważnie z rur polietylenowych lub polipropylenowych z wewnętrzną powłoką antybakteryjną.

W gruntowych powietrznych rurowych wymiennikach ciepła strumień powietrza płynie pod ziemią poprzez system rurowych kanałów wentylacyjnych, gdzie – poprzez ściankę rury – następuje wymiana ciepła powietrza płynącego w rurze z gruntem. Strumień powietrza atmosferycznego o temperaturze ujemnej, zwłaszcza w okresie zimowym lub dodatniej, zwłaszcza w okresie letnim, płynąc w rurze pod ziemią na niewielkiej głębokości około 2 m napotyka grunt o w przybliżeniu stałej temperaturze w ciągu całego roku niezależnej od zewnętrznych warunków atmosferycznych, pozwalającej na podgrzanie tego powietrza w okresie chłodnym lub schłodzenie w okresie ciepłym.

Gruntowe wymienniki ciepła bezprzeponowe, z uwagi na brak bariery między gruntem a strumieniem powietrza, charakteryzują się bardzo dobrą wymianą ciepłą, ale zarazem bardzo małą powierzchnią pracy samych wymienników w stosunku do stosowanych na rynku systemów rurowych. Porównując pole powierzchni pracy przy tym samym przepływie powietrza GWC bezprzeponowych do przeponowych czyli rurowych okazuje się że pole powierzchni GWC bezprzeponowych jest około czterokrotnie mniejsze od GWC rurowych, co znajduje potwierdzenie w realizowanych dotychczas na rynku wymiennikach, a dokładnie w założeniach projektowych i Dokumentacjach techniczno-ruchowych (DTR) producentów GWC.

W praktyce inwestor przeważnie przeznaczają na instalację GWC z góry określony i ograniczony teren, na przykład wyłącznie pod obiektem z brakiem możliwości powiększenia tego terenu lub na działce o określonym ale małym obszarze. W takich przypadkach projektanci GWC ograniczeni są co do powierzchni pracy GWC i muszą dopasować ją do wyznaczonego terenu. Z obserwacji stosowanych dotychczas systemów GWC rurowych, ich producenci oraz projektanci przyjmowali obarczone błędem założenie, że jak wykonają rurowe GWC z rur o stosunkowo dużych średnicach powyżej dn 110 mm, często o średnicy dn 315 mm lub jeszcze większych i przepuszczą przez nie całe powietrze przeznaczone dla danego obiektu, to efekt wymiany ciepłej będzie większy i w praktyce znane są jedynie GWC rurowe, w których rury wymiany ciepłej mają średnice od 110 mm ale częściej większych, w tym: 160 mm, 200 mm, 250 mm oraz 315 mm lub większych. Niejednokrotnie z braku odpowiedniej przestrzeni projektowane były GWC rurowe dwupoziomowe, to jest jeden rząd rur ułożony w gruncie nad drugim. Gdyby przyjąć, że założenie dwupoziomowych GWC jest słuszne i efektywne, to logicznym byłoby dalsze zwiększanie ilości poziomów rur, na przykład do trzy- i czteropoziomowych, co miałyby jeszcze zwiększać efektywność wymiany ciepłej. Jednakże takie rozumowanie należy uznać za błędne, bowiem zwiększenie ilości poziomów, na których układane są rury transportujące powietrze nie

wpływa na zwiększenie efektywności wymiany ciepłej powietrza z gruntem i z punktu widzenia ekonomicznego, to jest z uwagi na wysokie koszty zakupu dużej ilości rur oraz zwiększony zakres prac budowlanych jest zupełnie nieuzasadnione.

Powyższe wnioski zostały wyciągnięte przez twórców niniejszego wynalazku po przeprowadzeniu pomiarów na wykonanych w praktyce GWC, w których zastosowano rury wymiany ciepłej o dużych średnicach (≥ 110 mm) oraz po analizie wyników zysków ciepła i chłodu w tych wymiennikach. Okazuje się że najmniejsze zyski ciepła lub chłodu odnotowano w przypadku stosowania dużych średnic rur wymiany ciepłej. Wraz ze wzrostem średnicy stosowanych rur rośnie również grubość ścianek tych rur, co wynika z konieczności zachowania wymaganego poziomu wytrzymałości na nacisk. Zwiększenie grubości ścianek wpływa natomiast na zmniejszenie efektywności wymiany ciepłej w dotychczas stosowanych wymiennikach rurowych, w których medium – w postaci powietrza płynącego rurami – oddzielone jest od gruntu zbyt grubą ścianką rury, co pogarsza wymianę ciepłą. Do wymiany ciepłej stosowane są przeważnie rury z PE lub PP lub ich mieszanki lub inne kompozyty na bazie polimerów posiadające wymaganą sztywność obwodową dostosowaną do warunków gdzie będą zamontowane. Ścianka rury wymiany ciepłej dn 90 mm przy sztywności obwodowej SN 6 oraz SDR 26 wynosi zaledwie 3,5 mm (sztywność obwodowa SN 6 przy SDR 26 to najczęściej stosowany parametr dla rur GWC), natomiast ścianka rury wymiany ciepłej o średnicy dn 315 mm stosowanej często przez producentów rur wynosi 12,1 mm przy SN 6 a więc 3,5 razy więcej. Przy rozwiązaniu z rurami wymiany ciepłej o dużych średnicach mamy do czynienia z oporami cieplnymi przez ściankę rury wielokrotnie większymi, a więc o gorszych parametrach wymiany ciepłej niż przy rurach wymiany ciepłej o małych średnicach gdzie opory są znikome.

Wspomniana niska efektywność wymiany ciepłej GWC rurowych stała się inspiracją dla twórców niniejszego wynalazku do poszukiwania rozwiązań bardziej efektywnych.

W znanych dotychczas rozwiązaniach GWC rurowych rury wymiany ciepłej obojętnie jakiej średnicy zgodnie z DTR wszystkich producentów GWC muszą być od siebie odsunięte na pewne odległości dokładnie określone w dokumentacji technicznej opracowanej dla danego systemu. Dotychczasowe projekty zakładały, że odległość rur biegnących równolegle obok siebie nie może być mniejsza niż 70 cm od osi do osi rury w przypadku stosowania rur dn 110 mm. Natomiast już rury wymiany ciepłej dn 200 mm zgodnie z programami doboru producentów GWC odsunięte muszą być od siebie na minimum 1 m.

Ogólnie dostępne i stosowane przez projektantów GWC materiały do obliczeń podają wartość strumienia ciepła w zależności od jakości podłoża (tabela 1). Z tych danych wynika, że z powierzchni jednego metra kwadratowego można uzyskać określoną ilość energii, w praktyce dla gruntów nasyconych wodą (wilgotnych) maksymalnie do 50 W/m^2 . Stąd w celu optymalizacji odzysku ciepła/chłodu z gruntu należy tak projektować GWC rurowe aby z wyznaczonego przez inwestora, często niewielkiego terenu, za pomocą określonej ale jak najmniejszej ilości powietrza, odzyskać tą maksymalną do uzyskania z danej powierzchni terenu energię, przy jak najmniejszych nakładach/kosztach inwestycji, a nie – jak to było w dotychczas stosowanych systemach GWC – przepuszczać całe powietrze wymagane projektem dla danego obiektu przez nadmiernie rozbudowane i kosztowne instalacje, cechujące się niewielką efektywnością. Resztę potrzebnego powietrza zgodnie z zapotrzebowaniem z projektu należy po prostu dobrać z czerpni ściennej i dopiero wtedy poddać obróbce, tzn. podgrzać lub schłodzić. Zgodnie z danymi podanymi w tabeli 1 oraz danymi wynikającymi z prowadzonych od wielu lat pomiarów GWC można stwierdzić, że dotychczasowe założenia producentów systemów GWC rurowych nie są optymalne i to stało się kolejnym powodem dla poszukiwania przez twórców niniejszego wynalazku rozwiązań o większej efektywności.

Niezbędnym wymogiem wobec wszystkich GWC jest zapewnienie ich odpowiedniej wytrzymałości na nacisk od góry, wynikający z obciążenia samym gruntem, którym GWC jest przykryty, a także ciężarem maszyn, pojazdów itp., które na tym gruncie się znajdują.

W znanych rozwiązaniach GWC rurowych wytrzymałość rur wynika z materiałów z jakich są wykonane. Wytrzymałość ta nie jest jednak satysfakcjonująca i producenci GWC w zaleceniach dotyczących ich montażu ograniczają dopuszczalny nacisk od góry, zarówno na etapie montażu GWC, co istotnie utrudnia prace montażowe, jak i po montażu, to jest w warunkach normalnego użytkowania, przez co często ograniczone są miejsca gdzie można taki GWC zamontować, np. wykluczane są parkingi, po których poruszają się cięższe pojazdy.

Z dotychczasowego stanu techniki znane jest stosowanie wzmocnienia konstrukcji GWC poprzez zalanie go warstwą betonu, który jest materiałem konstrukcyjnym i wyłącznie jako taki był dotychczas

stosowany w gruntowych wymiennikach ciepła, jednak tylko w GWC bezprzeponowych z kanałami powietrznymi w postaci połówek rur. Takie rozwiązania znane są z patentów PL223092 oraz PL226528, w których – w przypadku, gdy przewidywany jest duży nacisk na GWC od góry – pod warstwą gruntu rodzimego, na zewnętrznej powierzchni kolektorów oraz kanałów powietrznych w postaci połówek rur zalana jest warstwa betonu, która tworzy betonową płytę wzmacniającą, z uformowanymi samoczynnie pomiędzy połówkami rur w trakcie lania warstwy betonu stopami betonowymi, przenoszącymi obciążenia na podłoże, przy czym pod warstwą betonu znajduje się korzystnie folia budowlana o grubości korzystnie 0,5 mm. Grubość oraz jakość warstwy betonu dostosowuje się indywidualnie do przewidywanego nacisku od góry.

Jak dotychczas nie są jednak znane rozwiązania GWC przeponowych rurowych z warstwą betonu zalaną nad wymiennikiem, mającą na celu wzmocnienie wytrzymałości wymiennika na nacisk gruntu z góry. Dotychczasowe układy GWC z dużą średnicą rur wymiany cieplnej i dużymi odstępami między tymi rurami utrudniały stosowanie warstwy betonu do ich wzmacniania. Co więcej w ogóle nie są znane GWC, w których beton stosowany jest nie tylko jako materiał konstrukcyjny, ale również jako materiał magazynujący/akumulujący ciepło (akumulator ciepła), gdyż beton jest tzw. materiałem „zimnym” a jego parametry termiczne istotnie odbiegają od parametrów innych substancji dedykowanych do tego celu (takich jak woda, solanka itp.). W związku z tym, że klasyczny beton kompletnie nie nadaje się do stosowania jako magazyn energii cieplnej, kolejnym celem twórców niniejszego wynalazku stało się odpowiednie zmodyfikowanie mieszanki betonowej poprzez dodanie odpowiednich dodatków zwiększających jego pojemność cieplną.

Istotą niniejszego wynalazku stanowi układ szczelnego rurowego gruntowego wymiennika ciepła, instalowany w gruncie rodzimym, zawierający kanały powietrzne w postaci rur, połączone z jednej strony z kolektorem rozdzielającym a z drugiej strony z kolektorem zbierającym, przy czym kolektor rozdzielający połączony jest za pomocą kanału transportowego z czerpnią powietrza, natomiast kolektor zbierający połączony jest za pomocą kanału transportowego wyjściowego z centralą wentylacyjną lub innym odbiornikiem powietrza, charakteryzujący się tym, że kanały powietrzne wymiany cieplnej mają postać rur o małych średnicach w zakresie do 105 mm, długości w zakresie od 10 do 30 mb, a rury posadowione są w bliskiej odległości od siebie, nie większej niż 40 cm, i są ze sobą technologicznie połączone wzdłużnie, tradycyjnie mufami z uszczelkami lub elektrooporowo lub doczołowo, tworząc panel rurowy, ponadto pod warstwą gruntu rodzimego i na zewnętrznej powierzchni kanałów powietrznych w postaci rur zalana jest warstwa betonu, która tworzy betonową płytę wzmacniającą, w której rury są posadowione, przy czym mieszanka betonowa, z której wykonana jest betonowa płyta wzmacniająca wzbogacona jest w dodatki zwiększające jej pojemność cieplną i parametry przewodności cieplnej, korzystnie w ilości nie większej niż 50% masy mieszanki, wybrane spośród:

- dodatki mechaniczne w postaci wiórów aluminiowych albo kompozytów polimerowo-drzewnych, w których jako polimer występuje: Polimetakrylan etylu lub Poli(octan winylu) lub alkohol poliwinylowy, albo wiórów stalowych, albo kompleksów węglowych zawierających czyste węgle w postaci tlenku grafitu lub węgla aktywnego modyfikowanego grupami polarnymi, albo kompleksów węglowo-polimerowych stanowiących połączenie nanowęgla, takich jak grafit lub nanorurki węglowe, z polimerami takimi jak polimetakrylan lub alkohol poliwinylowy, albo polimerów wodorozpuszczalnych w postaci Poli(octanu winylu), polimetakrylanu etylu, lignosulfonianu sodu w połączeniu z glikolem propylenowym, alkoholu poliwinylowego, albo ich kombinacji, albo
- dodatki w postaci substancji chemicznych wybranych spośród: glikol propylenowy, alkohol poliwinylowy, glikol polietylenowy, polimetakrylan metylu, polimetakrylan etylu, akrylany lub ich mieszaniny.

Konkretna ilość rur, średnica oraz długość są indywidualnie dobierane do zakładanego przepływu powietrza gwarantującego prawidłową wymianę cieplną powietrza z gruntem i uzależnione są od rodzaju gruntu i od tego czy wymiennik montowany jest pod obiektem czy na zewnątrz.

Korzystnie, kanały powietrzne wymiany cieplnej ułożone są w układzie Tichelmana.

Korzystnie, średnica oraz długość kanałów powietrznych wymiany cieplnej są dobierane tak, by przepływ powietrza nie przekraczał prędkości 3 m/s w pojedynczej rurze.

Korzystnie, rury wymiany cieplnej wykonane są z polietylenu lub polipropylenu lub ich mieszanek.

Korzystnie, rury wymiany cieplnej połączone są z kolektorami tradycyjnie mufami z uszczelkami lub elektrooporowo lub doczołowo lub ekstruzyjnie lub zgrzane poprzez polifuzję.

Korzystnie, rury są ze sobą technologicznie połączone wzdłużnie, tradycyjnie mufami z uszczelkami lub elektrooporowo lub doczołowo, tworząc panel rurowy.

Korzystnie, nad betonową płytą wzmacniającą układ zawiera warstwę gruntu rodzimego, a nad nią warstwę izolacji o parametrach polepszających efekt akumulacji cieplnej, najkorzystniej w postaci warstwy styropianu lub styroduru.

Korzystnie, betonowa płyta wzmacniająca posiada dodatkowe wzmocnienie zbrojeniowe w postaci wbudowanej siatki zbrojarskiej lub drutu zbrojeniowego.

Korzystnie, układ zawiera instalację solarną oddającą ciepło w okresach chłodnych, przy czym rurki solarów ułożone są w warstwie betonu otaczającej rury wymiany cieplnej wymiennika, przy czym rurki solarów połączone są ze zbiornikiem płynu chłodzącego, korzystnie ze studnią głębinową lub agregatem wody lodowej.

Korzystnie, układ zawiera dodatkową niezależną instalację chłodzącą odbierającą ciepło w okresach wysokich temperatur na zewnątrz, mającą postać układu rurek ułożonych w warstwie betonu otaczającej rury wymiany cieplnej wymiennika, przy czym rurki połączone są ze zbiornikiem płynu chłodzącego, korzystnie ze studnią głębinową lub agregatem wody lodowej.

Dzięki zastosowaniu zalewania betonem ułożonego gruntowego wymiennika ciepła wykonanego z rur o małych średnicach można jeszcze zmniejszyć grubość ścianek rur wymiany cieplnej (a przez to polepszyć wymianę ciepłą transportowanego rurami powietrza z gruntem), bowiem wzmocnienie betonowe będzie wystarczająco chronić wymiennik przed ryzykiem zagniecenia. W stosunku do kosztów zakupu samego gruntowego wymiennika ciepła koszty betonowania są bardzo małe (maksymalnie około 3–4% wartości rur), ale zdecydowanie polepszające wytrzymałość a zarazem wymianę ciepłą, a przecież ta wymiana jest celem stosowania systemów GWC, to jest odzysku ciepła i chłodu.

Celem wprowadzenia do mieszanki betonowej wspomnianych dodatków jest podniesienie pojemności cieplnej oraz parametru przewodności cieplnej.

Według normy PN-EN ISO 6946 beton ma współczynnik przewodzenia λ od 0,8 do 1,28 W/(m·K), a ziemia od 1 do 1,5 W/(m·K), natomiast wybrane dodatki do betonu:

- aluminium ma współczynnik przewodzenia λ 200 W/(m·K)
- grafen, grafit, nanorurki – 4840–5300 W/(m·K)
- stal nierdzewna – od 16,3 W/(m·K).

Pojemność cieplna (oznaczana jako C) jest to wielkość fizyczna, która charakteryzuje ilość ciepła, jaka jest niezbędna do zmiany temperatury ciała o jednostkę temperatury.

$$C = \Delta Q / \Delta T$$

ΔQ – zmiana ciepła

ΔT – zmiana temperatury

Dla każdej substancji, pojemność cieplna ciała jest bezpośrednio proporcjonalna do ilości zawartej w nim substancji (mierzonej w przeliczeniu na masę, mole lub objętość). Podwojenie ilości substancji podwaja pojemność cieplną ciała, itd. Cząsteczki związków chemicznych podlegają różnym wewnętrznym wibracjom. Magazynowana energia potencjalna wewnętrznych stopni swobody (drżania cząsteczek) wnosi wkład do zawartości energii w próbce, ale nie do jej temperatury. Więcej wewnętrznych stopni swobody (wiązań fizycznych i chemicznych w cząsteczce lub pomiędzy cząsteczkami) na ogół zwiększa pojemność cieplną substancji, o ile temperatura jest na tyle wysoka, że przezwycięża efekty kwantowe. W praktyce – temperatura pokojowa jest wystarczająca. Oznacza to, iż zwiększenie ilości grup polarnych czy też metalicznych w kryształach oraz wytworzenie wiązań pomiędzy nimi, podnosi wartość pojemności cieplnej substancji i taki efekt uzyskuje się po wprowadzeniu do mieszanki betonowej wspomnianych dodatków.

Zaletą jest również stosunkowo niewielki koszt wprowadzenia dodatków mechanicznych do betonu. Przykładowo koszt wiórów aluminiowych wynosi około 3000 zł/t. Zastosowanie takich wiórów jako składnika do betonu w wystarczającej ilości, to jest od 5% do 10% jego objętości w celu zalania wymiennika do domu jednorodzinnego o zapotrzebowaniu powietrza (240 m³/h) podniesie koszt całej inwestycji jedynie o około 200 zł, a uzyskane dzięki takiej modyfikacji efekty wymiany cieplnej zostaną zdecydowanie poprawione.

W przypadku stosowania jako dodatków substancji chemicznych, ich ilość oraz skład chemiczny zdeteminowany jest od składu mieszanek betonowych, zawartości cementu i uziarnienia kruszyw. Dóbr tych parametrów wynika z wcześniej wykonanych prób z różnymi stężeniami, z których wybiera się najbardziej optymalny procent dodatku do betonu. Optymalna zawartość dodatków nie powinna przekraczać ilości 50% z uwagi na zmianę parametrów fizykochemicznych betonu (czas wiązania, wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie po związaniu, konsystencja i sposób dozowania podczas pracy z mieszanką betonową).

Dodatek w postaci Polimetakrylanu etylu – zależnie od wersji oraz sposobu syntezy – posiada budowę włóknistą lub rozgałęzioną. Materiał ten wykazuje własności hydrofitowe i uplastyczniające mieszanki betonowe. Dodatek do 3% polimetakrylanów podnosi wytrzymałość mechaniczną betonów towarowych oraz zmniejsza ich nasiąkliwość. W połączeniu z układami polarnymi (glikol propylenowy, woda, alkohol poliwinylowy itp.) polimer ten tworzy trwałe układy, wiążące wodę. Właściwość zainspirowała twórców niniejszego wynalazku do opracowania nowego typu „akumulatora ciepła” będącego hybrydą mieszanki betonowej wykazującej zwiększoną pojemność cieplną. Mieszanka ta oprócz podstawowej cechy jaką jest wysoka wytrzymałość mechaniczna, pozwala na akumulowanie energii cieplnej celem jej późniejszego wykorzystania w gruntowym wymienniku ciepła.

Substancje chemiczne wyżej wymienione są stosowane w przemyśle tam gdzie potrzebna jest zwiększona przewodność cieplna oraz zmagazynowanie lub przeniesienie energii cieplnej. Przykładowo glikol propylenowy i woda są głównymi składnikami płynów chłodzących w układach chłodzenia i wentylacji. Właściwości fizyczne tych materiałów skłoniły twórców niniejszego wynalazku do ich zupełnie nowego i efektywnego zastosowania w GWC. Przeszkodą w zastosowaniu dodatku glikolu jest praktyczny brak możliwości jego połączenia z betonem. Gdy dodamy do mieszanki betonowej zbyt wiele glikolu propylenowego czy wody – część z nich wypłynie. Stąd twórcy wynalazku zaproponowali wykorzystanie w charakterze łącznika oraz substancji wiążącej polimerów mających w swojej budowie grupy polarne łączące się z glikolami, takich jak polimetakrylan lub alkohol poliwinylowy. Polimery te pozwalają nie tylko wiązać wodę oraz glikole, ale również dzięki powinowactwu do składników mineralnych betonu, pozwalają na wytworzenie wiązań fizycznych pomiędzy składnikami kruszywa. W rezultacie oprócz wiązań powstałych w wyniku zastosowania cementu jako spoiwa, mieszanka betonowa jest utrzymywana poprzez dodatek polimetakrylanów i/lub alkoholu poliwinylowego lub ich połączeń razem. W takim wypadku do mieszaniny można dodać zwiększoną ilość wody lub substancji polarnej jak glikol propylenowy, które zwiększają przewodnictwo i pojemność cieplną mieszanki bez utraty parametrów wytrzymałościowych.

Domieszkowanie betonu musi być kontrolowane w taki sposób, by w jego efekcie uzyskać materiał, który zachowa wystarczające parametry materiału konstrukcyjnego wzmacniającego wytrzymałość GWC (domieszkowany beton straci na jakości wytrzymałościowej, ale w odpowiednich proporcjach wytrzymałość będzie w zupełności wystarczająca do uniesienia ciężaru gruntu nad wymiennikiem oraz poruszających się po gruncie maszyn), a jednocześnie będzie się wykazywał zadowalającym współczynnikiem pojemności cieplnej oraz przewodności cieplnej. Po dodaniu tych substancji dodatkowych i stworzeniu wylewki „betonowej” otrzymuje się hybrydę polimerowo-betonową z dodatkami substancji wiążących wodę czy też glikole. Taka hybryda betonowo-polimerowa aby wiązała ciepło i zbyt nie oddawała go do gruntu (zwłaszcza wilgotnego) powinna być odizolowana od niego (np. warstwą ze styropianu lub styroduru lub grubą warstwą żwiru lub suchego piasku) celem przeciwdziałania stratom ciepła do gruntu. Taka izolacja symuluje posadowienie wymiennika na głębokości 7–9 m pod powierzchnią terenu, co zwiększa jego efektywność wymiany cieplnej.

Pomysł zastosowania domieszkowanego betonu jako magazynu energii cieplnej powstał przy okazji wzmacniania podłoża nad gruntowymi wymiennikami ciepła, po to by stworzyć nad nimi „poduszkę” grzejącą. Rozwiązanie jest ukierunkowane na podniesienie wydajności energetycznej GWC.

Efektywność rozwiązania według wynalazku – dużo wyższą niż w dotychczas stosowanych GWC rurowych o większych średnicach rur – w którym zastosowano ułożone blisko siebie cienkie rury o średnicy dn 90 mm potwierdzono poprzez przeprowadzone obliczenia. Założeniem zgłaszanego układu było to żeby rury wymiany cieplnej dla przykładu obliczeniowego o średnicy dn 200 mm (najczęściej we wszystkich systemach stosowana średnica rur wymiany cieplnej) zastąpić tyloma rurami o mniejszych średnicach aby zachować taką samą wielkość przepływu powietrza, z taką samą prędkością powietrza. Dla przykładu w porównaniu do wymaganego i określonego przepływu powietrza zgodnie z oficjalnymi programami doboru w jednej rurze dn 200 mm, można zastosować 6 rur dn 90 mm (na szerokości jednego metra). Taki wymiennik dalej zajmowałby na szerokość ten sam wymiar ale wymiana cieplna powietrza z gruntem byłaby o wiele łatwiejsza do uzyskania i lepsza. Obwód rury dn 200 mm wynosi 0,628 m, natomiast obwód sześciu rur dn 90 mm wynosi łącznie 1,692 m (obwód jednej rury dn 90 mm wynosi 0,282 m). W ten sposób zwiększamy pole powierzchni wymiany cieplnej 2,22 razy. Pole przekroju z kolei rury dn 200 mm wynosi 0,0314 m² a łączne pole przekroju dla sześciu rur dn 90 mm wynosi 0,0324 m², co jest wartością pozytywną bo większą. Tymi sześcioma rurami dn 90 mm przetransportować można z taką samą prędkością podobną ilość powietrza. Analiza wyników badań i obliczeń wykazuje, że im mniejsze są przekroje – średnice rur wymiany cieplnej tym krótsza może być długość rur

w celu dokonania maksymalnej – pełnej wymiany ciepła. Jest granica ekonomiczna kiedy dalsze przedłużanie rur wymiany ciepłej jest nieopłacalne bo nie przynosi znaczących albo nawet żadnych efektów pod względem wymiany ciepłej. To jest także zgodne z programami doboru producentów GWC, z których wynika, że dla GWC rurowych długość pojedynczej rury wymiany ciepłej dn 200 mm to ponad 30 mb w wilgotnym gruncie, a nawet 57 mb przy suchym gruncie.

Natomiast w rozwiązaniu według wynalazku dla średnicy rur do dn 105 mm w gruntach zawilgotnionych długość rur wymiany ciepłej nigdy nie przekracza 30 mb, korzystnie 15 mb i takie parametry będą wystarczające do zapewnienia pełnej wymiany ciepłej.

Znaną cechą przepływu powietrza w rurach jest to, że największa ilość powietrza płynie zdecydowanie środkiem rury, a przy ściankach rur, to jest tam gdzie przecież następuje najlepsza wymiana ciepła, powietrze płynie z małą prędkością. Zatem rozdzielenie strumienia powietrza na jak największą ilość rur o mniejszych średnicach jest z punktu widzenia dobrej wymiany ciepłej zdecydowanie zasadne.

Wysoka efektywność wymienników według wynalazku została również potwierdzona w praktyce na prototypowo wykonanym wymienniku. Ponadto zlecono niezależnemu podmiotowi (FLOWTEK SYMULACJE 3D z Krakowa) przeprowadzenie trójwymiarowej analizy numerycznej CFD efektywności rurowego GWC dla różnych wariantów jego wykonania, która została wykonana przy użyciu specjalistycznego, komercyjnego oprogramowania CFD2000, który jest szeroko walidowany i potwierdza bardzo dobrą zgodność wyników z innymi światowej reputacji oprogramowaniami CFD oraz z badaniami wykonanymi dla rzeczywistych instalacji.

Porównanie efektywności różnych wariantów wymienników przedstawiono w tabeli nr 2. Wnioski z analizy są następujące:

- efektywność GWC w wariacie 6 x Dn = 90 mm o długości 15 m jest zbliżona do efektywności GWC Dn = 200 mm o długości 40 m. Różnica wyniosła zaledwie 0,3°C;
- poprawę efektywności o 0,6°C GWC zaobserwowano przy zastosowaniu styropianu o grubości 10 cm; im grubsza warstwa styropianu tym lepsza izolacja od temperatury zewnętrznej; zaleca się stosować warstwę styropianu 15 cm lub grubszą;
- znaczącą poprawę efektywności GWC w zimie zaobserwowano przy instalacji wymiennika pod budynkiem; efektywność GWC wzrosła o 3,2°C w porównaniu z montażem pod warstwą styropianu 10 cm; efektywność GWC w lecie nie uległa zmianie;
- dalszą poprawę efektywności GWC o 1,9°C w zimie i o 0,8°C w lecie uzyskano po zwiększeniu długości rur wymiennika z 15 do 21 m.

Zgodnie z oficjalnie stosowanymi programami doboru producentów dotychczasowych układów GWC z średnicami rur ≥ 110 mm, temperatura powietrza za GWC zimą nigdy nie osiąga temperatur większych niż +1°C. Wszyscy producenci nastawiają się aby w najlepszym przypadku osiągnąć temperaturę niewiele powyżej zera (maksymalnie +1°C) i to uważa się za sukces. Uzyskanie większych temperatur powietrza za wymiennikiem możliwe byłoby jedynie poprzez znaczne zwiększenie ilości rur, ale w takim przypadku koszty instalacji nie będą miały absolutnie ekonomicznego uzasadnienia.

Jak pokazują wyniki, rozwiązanie według niniejszego wynalazku pozwala osiągnąć zimą temperaturę za GWC na poziomie kilku stopni na plusie (nawet 6,5°C w jednym z wariantów GWC wskazanym w tabeli nr 2), co jest absolutnie przełomowym wynikiem, nieosiągalnym w stosowanych wcześniej GWC rurowych.

Podsumowując ocenę zalet rozwiązania według wynalazku można stwierdzić, że do najważniejszych należą:

- zdecydowane obniżenie kosztów zakupu i montażu GWC w systemie rurowym,
- podniesienie wytrzymałości na nacisk z góry,
- zdecydowanie lepsza wymiana ciepła od wcześniej stosowanych rozwiązań,
- poprzez zmniejszenie średnic rur, ich rozstawu oraz skrócenie ich długości – zmniejszenie pola powierzchni pracy (zalegania) GWC, a co za tym idzie istotne zmniejszenie kosztów, w tym kosztów materiałów oraz robót ziemnych,
- poprzez zalanie GWC warstwą betonu – istotne zwiększenie wytrzymałości na nacisk z góry (uśredniony pomiar nacisku wynosi 434 t/m²), dzięki czemu takie wymienniki można stosować w trudnych warunkach, np. pod płytą fundamentową, pod drogami, parkingami itp.
- z uwagi na małą powierzchnię pracy GWC (kilkukrotnie mniejszą niż w dotychczas stosowanych rozwiązaniach GWC) opłacalnym stało się zaizolowanie wymiennika od góry np. styropianem lub styrodurem, co symuluje posadowienie na głębokości 7–9 m pod powierzchnią terenu

i wpływa na polepszenie efektywności wymiany ciepłej; do tej pory z uwagi na dużą powierzchnię pracy GWC rurowych pomijano izolację, aby nie podnosić nadmiernie kosztów instalacji,

- możliwość montażu wymiennika rurowego w gruntach zawodnionych.

Według zaleceń producentów GWC oraz zwykłej logiki w okresie kiedy temperatura powietrza na zewnątrz jest dodatnia ale w wysokości kilku lub kilkunastu stopni wskazane jest ominięcie poprzez bypas układu GWC, gdyż w domu potrzebujemy temperaturę $+20^{\circ}\text{C}$ lub więcej. Tak są zaprogramowane systemy do sterowania przepustnicami do GWC samoczynnie zamykające się w zależności od temperatur. Transport powietrza przez GWC w te z pozoru ciepłe dni ochładzałoby to powietrze niepotrzebnie. Wtedy poprzez bypas powietrze płynie z czerpni ściennej bezpośrednio na centralę wentylacyjną omijając GWC, a kosztowna instalacja GWC pozostaje przez dużą część roku niewykorzystana. GWC jest zatem głównie wykorzystywane tylko przez dwa sezony, wyłącznie latem, to jest przy wysokich temperaturach na zewnątrz – w celu chłodzenia powietrza oraz zimą to jest przy niskich temperaturach na zewnątrz – w celu jego podgrzania. Analizując pracę i działanie solarów znanych z dotychczasowego stanu techniki, w tym najnowszych generacji solarów pracujących na bazie nanorurek i czerpiących ciepło między innymi z podczerwieni, a więc w okresie gdy słońce nie świeci, twórcy niniejszego wynalazku postanowili te rozwiązania zaadoptować do układu GWC w celu podgrzania rur wymiany ciepłej poprzez ułożenie instalacji solarnej oddającej ciepło w betonowej warstwie otaczającej rury. Podgrzana warstwa otaczająca rury wymiany ciepłej oddawać będzie ciepło do wewnątrz rur ogrzewając powietrze w nich płynące. Klasyczne solary nawet przy temperaturach minus kilkanaście stopni podgrzewają medium w nich płynące do ponad $+40^{\circ}\text{C}$ w słoneczne dni. Skierowanie tego ciepła w chłodne dni jesieni, zimy, wiosny do podgrzania właśnie betonu otaczającego GWC rurowy spowoduje ogrzanie przepływającego rurami powietrza w tych okresach do temperatur powyżej 20°C , co z kolei zostanie wykorzystane do częściowego ogrzania obiektu i obniży całkowity koszt ogrzewania. Zastosowanie systemów solarowych umożliwi wykorzystanie w pełni GWC przez cały rok a nie tylko przez dwa sezony jak do tej pory było to praktykowane.

Latem kiedy instalacja solarowa nie będzie wykorzystywana bo GWC ma wtedy chłodzić powietrze, rurki od instalacji solarnej korzystnie można wykorzystać do chłodzenia. Wtedy do tych samych rurek od solarów można włączyć zimną wodę na przykład ze studni głębinowej lub wodę z agregatu wody lodowej.

Zastosowanie systemów solarnych i/lub dodatkowych systemów chłodzących nadaje rozwiązaniu według wynalazku kolejnych niezaprzeczalnych zalet:

- efektywne wykorzystanie GWC przez wszystkie sezony w roku, a nie jak dotychczas tylko w dwóch, to jest zimą i latem,
- poprzez zastosowanie solarów – dodatkowe dogrzanie powietrza transportowanego przez rury wymiennika w miesiącach chłodnych,
- poprzez zastosowanie systemu schładzania w postaci agregatu wody lodowej lub wody ze studni głębinowej – dodatkowe chłodzenie powietrza transportowanego przez rury wymiennika w okresie letnim.

Rozwiązanie według wynalazku zostanie bliżej przedstawione na podstawie poniższych przykładów realizacji oraz na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ wymiennika według wynalazku w widoku z góry, fig. 2 – układ GWC w przekroju poprzecznym w wersji zalanej betonem, z instalacją solarową, fig. 3 – kolektor z przyłączonymi rurami wymiany ciepłej.

Przykład 1

Układ szczelnego rurowego gruntowego wymiennika ciepła, instalowany w gruncie rodzimym **1**, zawierający kanały powietrzne w postaci rur **2**, w których następuje wymiana ciepła transportowanego powietrza z gruntem **1**, połączone z jednej strony z kolektorem rozdzielającym **3** a z drugiej strony z kolektorem zbierającym **4**, przy czym kolektor rozdzielający **3** połączony jest za pomocą kanału transportowego **5** z czerpnią powietrza **6**, natomiast kolektor zbierający **4** połączony jest za pomocą kanału transportowego wyjściowego **7** z centralą wentylacyjną lub innym odbiornikiem powietrza **8**, zawiera kanały powietrzne wymiany ciepłej w postaci sześciu rur **2** o średnicy dn 90 mm, długości 15 mb, posadowionych w odległości kilku cm od siebie, tak aby szerokość obszaru pracy wymiennika wynosiła 1 m. Ilość rur **2**, średnica oraz długość są indywidualnie dobrane do przepływu powietrza $240\text{ m}^3/\text{h}$, gwarantującego prawidłową wymianę ciepłą powietrza z gruntem **1** dla wymiennika montowanego pod obiektem.

Kanały powietrzne **2** wymiany ciepłej ułożone są w układzie Tichelmana.

Rury 2 wymiany ciepłej wykonane są z polietylenu i zgrzane są z kolektorami 3 i 4 poprzez polifuzję.

Pod warstwą gruntu rodzimego 1, na zewnętrznej powierzchni kanałów powietrznych w postaci rur 2 zalana jest warstwa betonu 9, która tworzy betonową płytę wzmacniającą, w której rury 2 są posadowione.

Przykładowe optymalne składy mieszanek betonowych, do których aplikowane mogą być dodatki polepszające ich właściwości:

Mieszanka betonowa 1.

Cement portlandzki (typ 35) – 20%

Piasek – 70%

Żwir 1–3 cm – 10%

Plastyfikator betonowy – lignosulfonian sodu – 5 g na 50 kg suchej mieszanki.

Woda – do uzyskania właściwej konsystencji – co najmniej 40 litrów na 50 kg suchej mieszanki.

Mieszanka betonowa 2.

Cement portlandzki (typ 32,5) – 25%

Piasek – 50%

Żwir 1–3 cm – 20%

Żwir 4–8 cm – 5%

Plastyfikator betonowy – lignosulfonian sodu – 5 g na 50 kg suchej mieszanki.

Woda – do uzyskania właściwej konsystencji – co najmniej 45 litrów na 50 kg suchej mieszanki.

Nad betonową płytą wzmacniającą 9 układ zawiera warstwę gruntu rodzimego 1, a nad nią warstwę izolacji 12 o parametrach polepszających efekt akumulacji ciepłej, w postaci warstwy styropianu.

Mieszanka betonowa, z której wykonana jest betonowa płyta wzmacniająca 9 wzbogacona jest w dodatki zwiększające jej pojemność cieplną i parametry przewodności cieplnej, korzystnie w ilości nie większej niż 50% masy mieszanki.

Przykładowe składy mieszanek stosowanych jako dodatki do masy betonowej:

Mieszanka dodatków 1 (dodatki mechaniczne)

Wióry aluminiowe w ilości 10% masy mieszanki betonowej.

Mieszanka dodatków 2 (dodatki chemiczne)

Polimetakrylan etylu AP40 – 20%

Alkohol poliwinylowy (10%-owy) – 40%

Woda – 20%

Glikol polietylenowy PEG 1000 – 20%

Mieszankę należy przygotować bezpośrednio przed dodaniem do mieszanki betonowej. Dodatek stosuje się w ilości 1–50% względem całkowitej ilości betonu, korzystnie w ilości nie przekraczającej 10% względem masy betonu.

Mieszanka dodatków 3 (dodatki chemiczne)

Dyspersja wodna kopolimeru akrylowego (nazwa handlowa Osakryl ADG) – 15%

Alkohol poliwinylowy (10%-owy) – 50%

Glikol polietylenowy PEG 2000 – 20%

Glikol propylenowy – 5%

Woda – 10%

Mieszankę należy przygotować bezpośrednio przed dodaniem do mieszanki betonowej. Dodatek stosuje się w ilości do 20% względem masy betonu.

Mieszanka dodatków 4 (dodatki chemiczne)

Alkohol poliwinylowy (10%-owy) – 70%

Glikol polietylenowy PEG 1000 – 10%

Glicerol – 20%

Mieszkankę można przygotować wcześniej i przechowywać w temperaturze pokojowej, w pojemnikach uniemożliwiających jej wysychanie. Dodatek stosuje się w ilości do 30% względem całkowitej masy betonu.

Mieszanka dodatków 5 (dodatki chemiczne)

Dyspersja wodna kopolimeru akrylowego (nazwa handlowa Osakryl AP40) – 80%

Glikol polietylenowy PEG 1000 – 20%

Mieszkankę stanowiącą dodatek do betonu można przygotować wcześniej i przechowywać z dala od promieni słonecznych, w pojemnikach szczelnie zamkniętych. Dodatek stosuje się w ilości 1–50% względem masy betonu.

Ponadto układ zawiera instalację solarną oddającą ciepło w okresach chłodnych, przy czym rurki 10 solarów ułożone są w warstwie betonu 9 otaczającej rury 2 wymiany ciepłej wymiennika, przy czym w okresach wysokich temperatur na zewnątrz, rurki 10 solarów wypełnione są płynem chłodzącym w postaci zimnej wody doprowadzonej z agregatu wody lodowej.

Montaż gruntowego wymiennika ciepła będącego przedmiotem niniejszego wynalazku nie różni się zasadniczo niczym od montażu stosowanych dotychczas GWC. W przykładowym montażu kolejność robót zaczyna się od wykonania wykopu o właściwych wymiarach zgodnie z projektem. Wykop wykonuje się na głębokość minimum 2 m w najwyższym punkcie układanego GWC ze spadkiem w kierunku studni kondensatu. Głębokość posadowienia GWC – minimum 2 m poniżej terenu w najwyższym punkcie instalacji jest niezbędną dla jego właściwej pracy. Ta obliczona i potwierdzona badaniami warstwa ziemi 2 m gruntu nad GWC rurowym jest wystarczającą warstwą do odizolowania instalacji od warunków zewnętrznych, to jest przegrzewania gruntu latem i przechładzania zimą. GWC można zizolować od góry styropianem lub styrodurem. Z uwagi na małą powierzchnię pracy koszty wykonania izolacji nie są duże i stają się uzasadnione ekonomicznie.

Wykop wykonuje się korzystnie o jeden metr większy poza obrys samego wymiennika. Wykop wykonuje się już ze spadkiem jaki będą mieć kolektory oraz rury wymiany ciepłej. Po wykonaniu wykopu całą jego przestrzeń wyrównuje się i zagęszcza. Na tej przygotowanej przestrzeni układa się kolektory ze spadkiem minimum 1% oraz rury wymiany ciepłej ze spadkiem minimum 2%. Rury łączy się zgodnie z wybraną technologią albo tradycyjnie mufami z uszczelkami lub elektrooporowo lub doczołowo lub ekstruzyjnie lub zgrzewa się poprzez polifuzję. W gruntach o wysokim poziomie wód gruntowych należy wykonywać połączenia rur poprzez zgrzewanie elektrooporowe lub doczołowe a przy wilgotnych gruntach ale nie zagrażających GWC połączenia na mufy z uszczelkami.

W przypadku wybrania opcji z wykorzystaniem solarów do podgrzewania powietrza, wzdłuż rur wymiany ciepłej układa się zgodnie z wytycznymi producenta grzewczą instalację solarną. Całość czyli ułożony GWC rurowy można zalać betonem, tak aby górna powierzchnia betonu zakryła rury wymiany ciepłej.

Tabela 1.

Wartość strumienia ciepła w zależności od jakości podłoża	
Jakość podłoża gruntowego	Strumień ciepła [W/m ²]
Grunt suchy niespoisty	10
Grunt spoisty wilgotny	20-30
Grunt żwirowy i gliniasty nasycony wodą	40-50
Łupki bitumiczne	55
Lite skały	80
Podłoże o dużym przepływie wody	100

Tabela 2.

Wariant rurowego GWC	T_{maks} za GWC	T_{min} za GWC
Rurowy GWC Dn=200 mm, długość 40 m, przepływ 240 m ³ /h	15,9	1,2
Rurowy GWC 6xDn90 mm, długość 15 m, szerokość 1m, przepływ 240 m ³ /h	16,3	0,8
Rurowy GWC 6xDn90 mm, długość 15 m, szerokość 1m, przepływ 120 m ³ /h	15,0	2,0
Rurowy GWC 6xDn90 mm, długość 15 m, szerokość 1m, przepływ 240 m ³ /h, styropian 10 cm	15,7	1,4
Rurowy GWC 6xDn90 mm, długość 15 m, szerokość 1m, przepływ 240 m ³ /h, pod budynkiem	15,8	4,6
Rurowy GWC 6xDn90 mm, długość 21 m, szerokość 1m, przepływ 240 m ³ /h, pod budynkiem	15,0	6,5

Zastrzeżenia patentowe

- Układ szczelnego rurowego gruntowego wymiennika ciepła, instalowany w gruncie rodzimym, zawierający kanały powietrzne w postaci rur, połączone z jednej strony z kolektorem rozdzielającym a z drugiej strony z kolektorem zbierającym, przy czym kolektor rozdzielający połączony jest za pomocą kanału transportowego z czerpnią powietrza, natomiast kolektor zbierający połączony jest za pomocą kanału transportowego wyjściowego z centralą wentylacyjną lub innym odbiornikiem powietrza, **znamienny tym**, że kanały powietrzne wymiany ciepłej mają postać rur (2) o małych średnicach w zakresie do 105 mm, długości w zakresie od 10 do 30 mb, a rury (2) posadowione są w bliskiej odległości od siebie, nie większej niż 40 cm, i są ze sobą technologicznie połączone wzdłużnie, tradycyjnie mufami z uszczelkami lub elektrooporowo lub doczołowo, tworząc panel rurowy, ponadto pod warstwą gruntu rodzimego (1), na zewnętrznej powierzchni kanałów powietrznych w postaci rur (2) zalana jest warstwa betonu (9), która tworzy betonową płytę wzmacniającą, w której rury (2) są posadowione, przy czym mieszanka betonowa, z której wykonana jest betonowa płyta wzmacniająca (9) wzbogacona jest w dodatki zwiększające jej pojemność cieplną i parametry przewodności cieplnej, korzystnie w ilości nie większej niż 50% masy mieszanki, wybrane spośród:
 - dodatki mechaniczne w postaci wiórów aluminiowych albo kompozytów polimerowo-drzewnych, w których jako polimer występuje: Polimetakrylan etylu lub Poli(octan winylu) lub alkohol poliwinylowy, albo wiórów stalowych, albo kompleksów węglowych zawierających czyste węgle w postaci tlenku grafitu lub węgla aktywnego modyfikowanego grupami polarnymi, albo kompleksów węglowo-polimerowych stanowiących połączenie nanowęgli, takich jak grafit lub nanorurki węglowe, z polimerami takimi jak polimetakrylan lub alkohol poliwinylowy, albo polimerów wodorozpuszczalnych w postaci Poli(octanu winylu), polimetakrylanu etylu, lignosulfonianu sodu w połączeniu z glikolem propylenowym, alkoholu poliwinylowego, albo ich kombinacji, albo
 - dodatki w postaci substancji chemicznych wybranych spośród: glikol propylenowy, alkohol poliwinylowy, glikol polietylenowy, polimetakrylan metylu, polimetakrylan etylu, akrylany lub ich mieszaniny.
- Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że kanały powietrzne (2) wymiany ciepłej ułożone są w układzie Tichelmana.
- Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że rury wymiany ciepłej (2) wykonane są z polietylenu lub polipropylenu lub ich mieszanek.

4. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że rury wymiany ciepłej (2) połączone są z kolektorami (3) i (4) tradycyjnie mufami (11) z uszczelkami lub elektrooporowo lub doczołowo lub ekstruzyjnie lub zgrzane poprzez polifuzję.
5. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że nad betonową płytą wzmacniającą (9) zawiera warstwę gruntu rodzimego (1), a nad nią warstwę izolacji (12) o parametrach polepszających efekt akumulacji ciepłej, najkorzystniej w postaci warstwy styropianu lub styroduru.
6. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że betonowa płyta wzmacniająca (9) posiada dodatkowe wzmocnienie zbrojeniowe w postaci wbudowanej siatki zbrojarskiej lub drutu zbrojenio-
wego.
7. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera instalację solarną, w której rurki (10) solarów ułożone są w warstwie betonu (9) otaczającej rury (2) wymiany ciepłej wymiennika, przy czym rurki (10) solarów połączone są ze zbiornikiem płynu chłodzącego, korzystnie ze studnią głębinową lub agregatem wody lodowej.
8. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera dodatkową niezależną instalację chłodzącą, mającą postać układu rurek (10) ułożonych w warstwie betonu (9) otaczającej rury (2) wymiany ciepłej wymiennika, przy czym rurki (10) połączone są ze zbiornikiem płynu chłodzącego, korzystnie ze studnią głębinową lub agregatem wody lodowej.

Rysunki

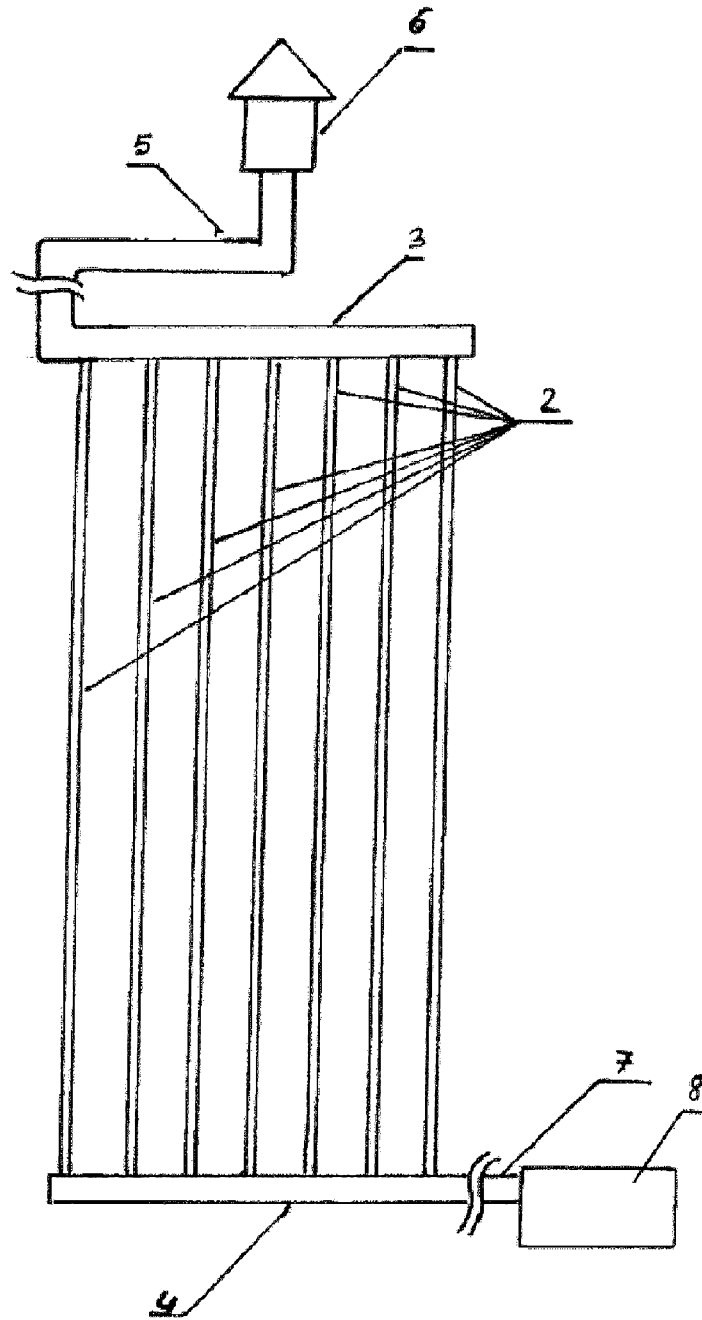


Fig. 1

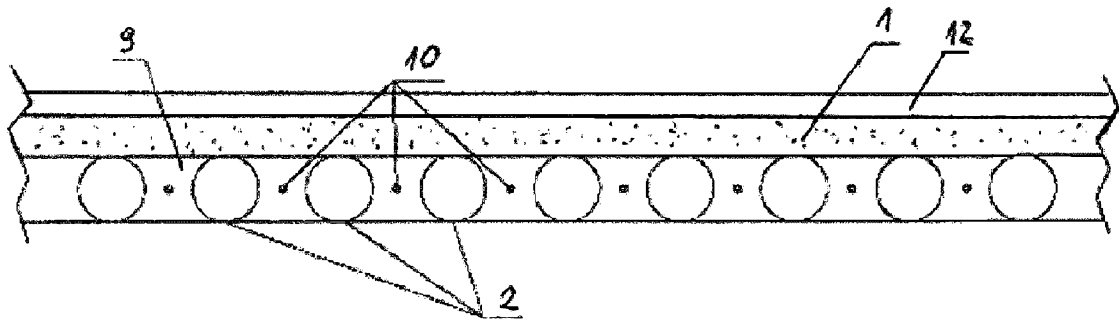


Fig. 2

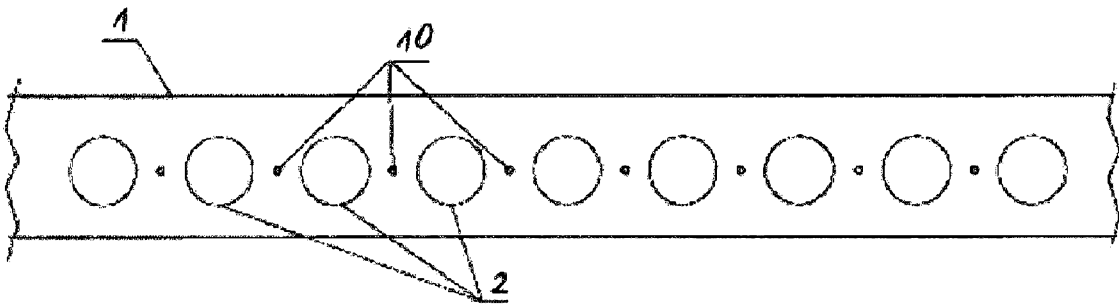


Fig. 3

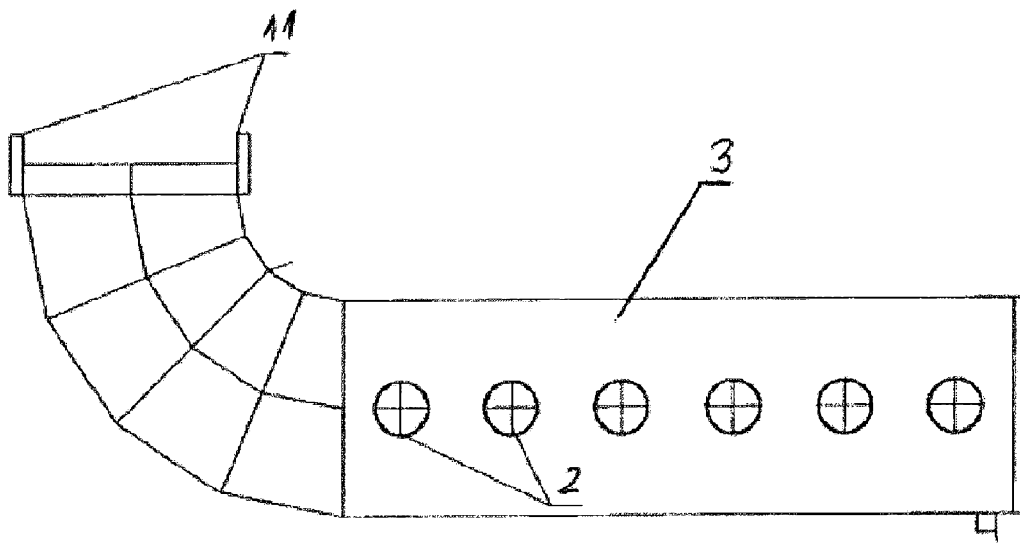


Fig. 4