RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241673**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **433915**

(22) Data zgłoszenia: **13.05.2020**

(51) Int.Cl.
F24T 10/13 (2018.01)
F24T 10/40 (2018.01)
F28D 15/04 (2006.01)

(54) **Kaskadowa gruntowa rurka ciepła**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
15.11.2021 BUP 33/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
21.11.2022 WUP 47/22

(73) Uprawniony z patentu:
ŁUKASZEWICZ ANDRZEJ KAZIMIERZ, Białystok, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
ANDRZEJ KAZIMIERZ ŁUKASZEWICZ, Białystok, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Paweł Miniuk

PL 241673 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kaskadowa gruntowa rurka ciepła. Przeznaczeniem kaskadowej rurki ciepła jest wykorzystanie ciepła gruntu do ogrzewania. Kaskadowa rurka ciepła może współpracować poprzez wymiennik pośredni (parownik) z gruntową pompą ciepła jako dolne źródło ciepła lub w układach wentylacyjnych jako gruntowy wymiennik ciepła przekazujący ciepło gruntu do nagrzewnicy powietrza w układach wentylacji mechanicznej.

Z opisu patentowego CN101852562 znana jest gruntowa rurka ciepła, która ma postać pojedynczej rury, wprowadzanej do gruntu, której wewnętrzna część ścianki ma własności kapilarne. Czynnik roboczy spływa po wewnętrznych częściach ścianki kapilarnej. Następnie odparowuje i unosi się w górę wnętrza sondy. Na górze sondy czynnik skrapla się i ponownie spływa w dół.

W opisie patentowym US4258780 ujawniona jest gruntowa rurka ciepła, która ma postać pojedynczej rury, wprowadzanej do gruntu, której wewnętrzna część ścianki pokryta jest strukturą niekapilarną podzieloną na krótkie odcinki, zasobnikami ciekłego czynnika roboczego. Zasobniki ciekłego czynnika wykonane są w formie pierścieniowych talerzyków, umożliwiających zatrzymanie niewielkiej ilości czynnika roboczego oraz jego odparowywanie z powierzchni tych talerzyków. Efektem takiej budowy jest zwiększenie powierzchni parowania.

Znane obecnie sondy gruntowe wykonuje się powszechnie z rur polietylenowych w formie różnego układu rur, zazwyczaj prowadzonych U-kształtnie, wprowadzanych do odwiertu na głębokość dopasowaną do indywidualnych potrzeb konkretnego układu. Sondy takie wypełnia się nośnikiem ciepła – czynnikiem niezamarzającym, zwykle jest to wodny roztwór glikolu propylenowego. Przepływ czynnika w obiegu dolnego źródła ciepła, wymuszany jest pompą obiegu roztworu glikolu. Odbiór ciepła z gruntu odbywa się poprzez ścianki sondy przez przepływający glikol. Pobrane ciepło jest następnie oddawane w pompie ciepła do układu grzewczego. Niekorzystnym zjawiskiem w tego typu sondzie jest sposób przepływu ciepła w takiej sondzie. Przewód którym przepływa przechłodzony w pompie ciepła glikol, jest prowadzony w sąsiedztwie przewodu powrotnego, którym przepływa glikol ogrzany w gruncie. Wskutek tego następuje wymiana ciepła pomiędzy przewodem zasilającym a powrotnym. Dodatkowym niekorzystnym zjawiskiem w takiej sondzie jest uśrednienie wymiany ciepła w poszczególnych warstwach geologicznych. Stała prędkość przepływu w przewodach sondy nie uwzględnia różnych wydajności cieplnych poszczególnych warstw geologicznych, przez co warstwy o lepszych wydajnościach cieplnych nie są dostatecznie wykorzystane.

Innym rozwiązaniem w konstrukcji gruntowych pomp ciepła, są sondy gruntowe w formie rurek ciepła. Sonda taka jest wykonana w formie pojedynczej rury wypełnionej częściowo czynnikiem roboczym. Przenoszenie ciepła w takiej sondzie, odbywa się na zasadzie parowania czynnika roboczego w rurce ciepła (w gruncie), a następnie skraplanie w wymienniku ciepła (parowniku) pompy ciepła. Pojawiające się na rynku, konstrukcje takich układów bazują na rurkach ciepła wykonanych z karbowanej rury ze stali nierdzewnej, w których czynnikiem roboczym jest dwutlenek węgla. Powierzchnia karbowana rurki zapewnia elastyczność takiej rury co ułatwia montaż, (rurka jest transportowana w zwoju i jest rozwijana podczas montażu, nie występuje konieczność wykonywania dodatkowych połączeń). Ponadto karbowania powiększają powierzchnię wymiany ciepła oraz kierunkują spływ ciekłego czynnika po ściankach rurki. Stal ma również lepszą przewodność cieplną od rur z tworzywa, co ma wpływ na wydajność takiej rurki. Jednak jej cena jest znacznie wyższa. Od strony wydajności cieplnej, rurki takie mają tę przewagę nad glikolowymi sondami gruntowymi, że wymiana ciepła nie odbywa się w przewodach przeciwprądowo ustawionych względem siebie a wymiana ciepła jest dodatkowo uzależniona od właściwości cieplnych poszczególnych warstw geologicznych gruntu, (ciecz robocza będzie intensywniej parowała w warstwach które doprowadzają więcej ciepła). Wydajność odbierania ciepła od gruntu i jego przenoszenie do parownika pompy ciepła jest znacznie bardziej efektywne od glikolowych sond gruntowych. Istotną zaletą takich rurek jest również wyeliminowanie stosowania w takich układach roztworów glikoli, które w przypadku rozszczelnienia układu trafiają wprost do gruntu powodując jego zanieczyszczenie. W układach wykorzystujących rurki ciepła do poboru ciepła gruntu, wyeliminowana zostaje również, zużywająca energię elektryczną, pompa obiegowa dolnego źródła ciepła. W większych układach są to pompy o znacznych mocach, co ma również wpływ na współczynnik efektywności energetycznej pompy ciepła.

Specyfika pracy sondy w formie rurki ciepła, polega na tym że w czasie postoju urządzenia czynnik roboczy spływa w dół sondy, ścianki sondy wysychają a sonda jest wypełniona parami czynnika. W momencie załączenia pompy ciepła (rozpoczęcia odbioru ciepła), temperatura w parowniku pompy

ciepła spada co prowadzi do skraplania czynnika roboczego a następnie spływania ciekłego czynnika roboczego po ściankach sondy. Spływający czynnik spływając w dół odparowuje jednocześnie pobierając ciepło otaczającego gruntu. Taka specyfika pracy rurki ciepła powoduje że pracuje w pierwszej kolejności górna część rurki ciepła (czas spływu ciekłego czynnika w np. 100 m sondzie jest dosyć długi). Ponadto na początku pracy takiej sondy wystąpić może spadek jej wydajności i musi upłynąć pewna ilość czasu w którym ilość czynnika skraplanego i odparowywanego się zrównoważą. W tym czasie nastąpi obniżenie temperatury i ciśnienia parowania co nie jest korzystne dla pracy sprężarki pompy ciepła. Po zrównoważeniu parowania i skraplania sonda pracuje stabilnie. Czas osiągnięcia równowagi faz w sondzie gruntowej będzie się wydłużał, wraz z wychładzaniem się gruntu w czasie trwania sezonu grzewczego. Spadek temperatury gruntu w górnej części sondy, spowoduje wydłużenie czasu spływu (do coraz głębszych części sondy) i odparowania czynnika roboczego na ściankach sondy, co w konsekwencji powiększy obniżenie temperatury i ciśnienia parowania pompy ciepła. Jest to zjawisko niepożądane, mogące doprowadzić do awaryjnego wyłączenia pompy ciepła.

Istotą wynalazku jest kaskadowa gruntowa rurka ciepła w postaci pojedynczej rury, wprowadzanej do gruntu, w której wewnętrzna część ścianki o własnościach kapilarnych lub pokryta strukturą kapilarną podzielona jest na krótkie odcinki zakończone zasobnikami ciekłego czynnika roboczego. Zasobniki ciekłego czynnika wykonane są w formie pierścieniowych talerzyków, umożliwiających zatrzymanie niewielkiej ilości czynnika roboczego. Zasobniki ciekłego czynnika mają osiowo wykonane otwory przelotowe, służące do przepływu odparowanego czynnika z kaskadowej rurki ciepła do wymiennika (parownika) pompy ciepła.

Korzyści: Ścianki kaskadowej rurki ciepła według wynalazku, w porównaniu do istniejących rozwiązań gruntowych rurek ciepła, pozostają nawilżone na całej długości przez cały czas, niezależnie czy pompa ciepła odbiera ciepło czy też nie. Rozwiązuje to problem z szybkim odparowaniem czynnika roboczego w momencie rozpoczęcia poboru ciepła z gruntu, po włączeniu pompy ciepła. Z uwagi na nawilżenie ścianek sondy na całej długości (rozwinięta jest powierzchnia parowania), intensywne parowanie następuje przy mniejszej różnicy temperatur, pomiędzy temperaturą gruntu a temperaturą parowania w parowniku pompy ciepła. Wpływa to na zwiększenie efektywności energetycznej pracy pompy ciepła, współpracującej z taką sondą. Praca takiej pompy ciepła jest stabilna, bez zbędnego obniżania się temperatury i ciśnienia w parowniku po uruchomieniu pompy ciepła. Intensywność parowania czynnika roboczego jest uzależniona od właściwości cieplnych poszczególnych warstw geologicznych co w kaskadowej rurce ciepła, z uwagi na sposób jej pracy, jest wykorzystywane w maksymalny sposób. Powoduje to że praca układu z kaskadową rurką ciepła będzie wyrównana i ekonomiczna w porównaniu do pracy układów z innymi typami sond gruntowych. Kaskadowa rurka ciepła może być również wykorzystana jako gruntowy wymiennik ciepła, do podgrzewania powietrza zewnętrznego, w układach wentylacji mechanicznej. W układach tych wymiennik ciepła (parownik) pompy ciepła, zastąpiony zostaje odpowiednim wymiennikiem pracującym w układzie: czynnik roboczy – powietrze wentylacyjne. Zaletą takiego rozwiązania jest, podgrzewanie powietrza zewnętrznego w układzie wentylacyjnym bez pobierania dodatkowej energii elektrycznej. Zastosowanie tego rozwiązania obniży znacznie koszty pracy wentylacji mechanicznej.

Przedmiot wynalazku pokazano na rysunku.

Kaskadowa rurka ciepła według wynalazku, ma postać pojedynczej rury, wprowadzanej do gruntu, na głębokość dopasowaną do indywidualnych potrzeb konkretnego układu. Wewnętrzna część ścianki 4 kaskadowej rurki ciepła ma własności kapilarne lub pokryta jest strukturą kapilarną 5 i jest podzielona jest na krótkie odcinki 6, zasobnikami ciekłego czynnika roboczego 3. Stworzona jest w ten sposób kaskada krótkich odcinków 6. Długość odcinka 6 dopasowywana jest do konkretnego czynnika roboczego oraz własności struktury kapilarnej 5, tak aby czas, podsiąkania czynnika na pełną wysokość pojedynczego odcinka 6, był krótki. Zasobniki ciekłego czynnika 3 wykonane są w formie pierścieniowych talerzyków, umożliwiających zatrzymanie niewielkiej ilości czynnika roboczego. Objętość zasobników ciekłego czynnika 3 jest dopasowana do długości pojedynczego odcinka struktury kapilarnej 6 oraz własności kapilarnych struktury kapilarnej 5. Zasobniki ciekłego czynnika 3 mają osiowo wykonane otwory przelotowe 7, służące do przepływu odparowanego czynnika z kaskadowej rurki ciepła do wymiennika (parownika) pompy ciepła.

Zasada działania kaskadowej rurki ciepła.

Z wymiennika ciepła (parownika) pompy ciepła 10, skroplony czynnik roboczy przewodem cieczowo-gazowym 9, przez otwór przyłączeniowy przewodu cieczowo-gazowego 2, jest doprowadzany do kaskadowej rurki ciepła. Wypływający z otworu przyłączeniowego 2 czynnik roboczy, spływa po

ściance kaskadowej rurki ciepła, do najwyżej położonego zasobnika ciekłego czynnika roboczego 3. Po napełnieniu tego zasobnika, ciekły czynnik roboczy przelewa się przez otwór przelotowy 7 i spływa w dół po strukturze kapilarnej 5 do następnego zasobnika ciekłego czynnika 3. W ten sposób spływający w dół ciekły czynnik roboczy napełnia kolejno, od góry, wszystkie zasobniki ciekłego czynnika 3 oraz nawilża struktury kapilarne 5. W strukturach kapilarnych 5 ciekły czynnik ulega odparowaniu, pobierając ciepło z otaczającego kaskadową rurkę ciepła gruntu. Czynnik roboczy podczas odparowania znacznie zwiększa swoją objętość i ciśnienie przez co następuje przepływ przez otwory przelotowe 7, otwory przyłączeniowe 1 i 2 oraz przewody przyłączeniowe (gazowy 8 i cieczowo-gazowy 9, do wymiennika ciepła (parownika) pompy ciepła 10, w którym ulega skropleniu. Czynnik roboczy w momencie skroplenia oddaje w wymienniku ciepła (parowniku) pompy ciepła 10 ciepło skraplania, jednocześnie zmniejszając swoją objętość i ciśnienie w wymienniku (parowniku). Zmniejszone ciśnienie w parowniku powoduje dopływ kolejnych porcji odparowanego czynnika roboczego z kaskadowej rurki ciepła, natomiast skroplony czynnik roboczy jest odprowadzany przewodem cieczowo gazowym 9 do kaskadowej rurki ciepła poprzez otwór 1.

Zastrzeżenie patentowe

1. Kaskadowa gruntowa rurka ciepła w postaci pojedynczej rury, wprowadzanej do gruntu, w której wewnętrzna część ścianki ma własności kapilarne lub pokryta jest strukturą kapilarną **znamienna tym**, że wewnętrzna część ścianki (4) o własnościach kapilarnych lub pokryta strukturą kapilarną (5), podzielona jest na odcinki (6) zakończone zasobnikami ciekłego czynnika roboczego (3) w formie pierścieniowych talerzyków.

Rysunek

