

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **231655**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **410638**

(22) Data zgłoszenia: **24.12.2014**

(51) Int.Cl.

F24J 2/50 (2006.01)

F24J 2/51 (2006.01)

F24J 2/46 (2006.01)

(54)

Urządzenie do absorpcji energii promieniowania słonecznego

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

18.01.2016 BUP 02/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

29.03.2019 WUP 03/19

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

MAREK LEWKOWICZ, Wrocław, PL

EWA PELIŃSKA- OLKO, Paniowice, PL

EWA SKAWIŃSKA, Wrocław, PL

JERZY ZOŃ, Wrocław, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Meissner

PL 231655 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do absorpcji energii promieniowania słonecznego bezpośredniego i rozproszonego do celów grzewczych, typowego dla stref klimatu umiarkowanego w okresie zimowym.

Powszechnie znane są i używane kolektory słoneczne płaskie, w których materiał absorbujący promieniowanie słoneczne uformowany w powierzchnię zwaną absorberem, poddany działaniu promieniowania słonecznego, uzyskuje podwyższoną temperaturę, a uzyskane ciepło udostępnia w sposób nadający się do dalszego wykorzystania.

Jedną z możliwych metod podniesienia efektywności takiego kolektora jest ograniczenie strat ciepła oddawanego przez absorber do otoczenia poprzez zastosowanie tak zwanej izolacji transparentnej. Metoda ta polega na nałożeniu na powierzchnię, ukształtowanego w specjalny sposób, absorbera, warstwy materiału o specjalnych właściwościach. Materiał taki, na przykład szkło, polietylen, poliester oraz inne tworzywa sztuczne, charakteryzować się powinien wysoką przepuszczalnością w odniesieniu do promieniowania słonecznego i jednocześnie wysokim stopniem pochłaniania promieniowania podczerwonego w zakresie długości fal elektromagnetycznych emitowanych jako promieniowanie ciepłe przez ciała w temperaturach od temperatury otoczenia do temperatur uzyskiwanych przez nagrzaną płytę absorbera. Efekt znacznego ograniczenia strat ciepła absorbera pochodzących od promieniowania ciepłego uzyskuje się w tych izolacjach przez uformowanie w/w materiału w dostatecznie długie, równoległe, cienkościenne rurki o małej średnicy, kanały o przekroju wieloboku, albo warstwy, umieszczone zazwyczaj prostopadle do płaszczyzny absorbera.

W znanych rozwiązaniach płyta absorbera umieszczona jest poziomo lub pod niewielkim kątem do poziomu, natomiast rurki izolacji transparentnej umieszczane są pionowo lub prawie pionowo, nad absorberem, w taki sposób, aby promieniowanie słoneczne bezpośrednie miało kierunek możliwie równoległy do osi rurek i docierało poprzez nie do absorbera od góry. W pracy K.G.T. Hollands, Honeycomb devices in flat-plate solar collectors, *Solar Energy*, 1965, 9, 159–164, wykazano w sposób obliczeniowy, że zastosowanie kilkunastocentymetrowej warstwy transparentnego materiału izolacyjnego w kształcie plastra miodu istotnie podniesie efektywność energetyczną płaskiego kolektora słonecznego. Oparte na tej zasadzie urządzenie wykorzystujące promieniowanie słoneczne do ogrzewania powietrza było przedmiotem patentu US 1980 4262657. W urządzeniu tym zastosowano poziomą warstwę izolacji transparentnej nad poziomą płytą absorbera.

Znane są również sposoby zwiększania ilości energii promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni absorbera, polegające na wykorzystaniu powierzchni refleksyjnych, tj. powierzchni o wysokim współczynniku odbicia promieniowania, ukształtowanych i umieszczonych tak, aby padające na te powierzchnie promieniowanie po odbiciu od nich padało na absorber. Znane są także rozwiązania będące połączeniem płaskiego absorbera z izolacją transparentną i reflektorem, w których pozioma warstwa pionowych rurek izolacji transparentnej umieszczona jest pod poziomą płytą absorbera, a reflektor umieszczony jest w taki sposób, aby docierające doń od góry promieniowanie słoneczne po odbiciu padało na izolację transparentną od dołu, w kierunku możliwie zbliżonym do pionowego. I tak przedmiotem patentu US 1977 4022188 jest oparte na opisanej zasadzie urządzenie, przy czym powierzchnią absorbującą jest dolna powierzchnia poziomej płyty absorbera, paraboliczny reflektor jest umieszczony pod absorberem, a odbite od niego promieniowanie słoneczne pada na absorber od dołu. W patencie US 1982 4360006 opisano układ absorbujący promieniowanie słoneczne, składający się z absorbera w postaci płyty aluminiowej oraz przymocowanej do niej ażurowej konstrukcji aluminiowej o owalnych elementach. Konstrukcja ta ma znaczenie zbliżone do roli izolacji transparentnej.

Powszechnie znane i stosowane konstrukcje słonecznych kolektorów płaskich pozwalają skutecznie wykorzystywać energię słoneczną głównie w okresie letnim, a w mniejszym stopniu także w okresie wiosennym i jesiennym. W okresie zimowym, to jest wtedy, gdy użytkowa energia cieplna jest najbardziej potrzebna, eksploatacja takich kolektorów jest niemożliwa. Niemożność stosowania kolektorów słonecznych płaskich można łatwo wyjaśnić w oparciu o podawane przez ich producentów parametry techniczne. I tak podstawowy wzór pozwalający wyznaczyć strumień ciepła Q (w W/m^2) uzyskiwanego z kolektora wygląda następująco: $Q = \eta \cdot P - a_1 \cdot dT - a_2 \cdot dT^2$, gdzie P jest strumieniem energii promieniowania słonecznego z jednostkowej powierzchni, $dT = T_1 - T_2$ to różnica między temperaturą T_1 ciepła użytkowego (temperaturą odbieranego z kolektora czynnika roboczego) a temperaturą T_2 otoczenia (powietrza), η odpowiada za straty optyczne, a_1 i a_2 to stałe dodatnie podawane przez produ-

centa. Należy zauważyć, że straty (składniki ujemne) nie zależą od P , a ponadto silnie rosną ze wzrostem dT , co wyraża składnik kwadratowy $a_2 \cdot dT^2$. Ten silny wzrost strat pochodzi od strat radiacyjnych (promieniowanie cieplne absorbera), które w rzeczywistości zależą od czwartej potęgi temperatury absorbera. Fakt, że straty zależą od dT rodzi poważne konsekwencje. Jeśli zadaniem kolektora jest dostarczanie ciepłej wody użytkowej w okresie wiosennym, możemy przyjąć $T_1=45^\circ\text{C}$, $T_2=10^\circ\text{C}$. Wartości podawane przez jednego ze światowych liderów w produkcji kolektorów to $a_1=4.1$, $a_2=0.012$. Mamy $dT=35^\circ\text{C}$ i straty wynoszą 152 W/m^2 . To niewiele, jeśli $\eta_a \cdot P$ wynosi 800 do 1000 W/m^2 , co nie jest trudne do osiągnięcia od wiosny do wczesnej jesieni. Jednak w warunkach zimowych, jeśli $T_1=60^\circ\text{C}$, a $T_2=-20^\circ\text{C}$, mamy $dT=80$ i straty wynoszą 404 W/m^2 . Natężenie oświetlenia słonecznego często spada do 400 W/m^2 , do 200 W/m^2 a nawet poniżej 100 W/m^2 . W tej sytuacji kolektor o stratach na poziomie 400 W/m^2 nie jest w stanie pracować.

Celem wynalazku jest opracowanie urządzenia do absorpcji energii promieniowania słonecznego o szczególnie niskim współczynniku strat ciepła, w stopniu dostatecznym wykorzystującego niskoenergetyczne promieniowanie słoneczne zarówno bezpośrednie jak i rozproszone w strefie klimatu umiarkowanego. Tak więc celem rozwiązania jest konstrukcja pozwalająca na uzyskiwanie energii cieplnej użytkowej z promieniowania słonecznego także w zimie.

Urządzenie do absorpcji energii promieniowania słonecznego zbudowane z płaskiego absorbera, izolacji transparentnej oraz powierzchni refleksyjnych według wynalazku charakteryzuje się tym, iż obie przeciwległe powierzchnie aktywne, mocowanego w pionie płaskiego, płytowego absorbera, osłonięte są przyległą do nich, przepuszczającą promieniowanie słoneczne i pochłaniającą promieniowanie cieplne izolacją transparentną, która po obu stronach absorbera utworzona jest z umiejscowionych w odstępach, jedna pod drugą, równoległych względem siebie warstw, które względem pionowych powierzchni aktywnych absorbera ustawione są ukośnie, w układzie, w którym krawędź każdej z nich która styka się z powierzchnią płaskiego absorbera jest położona powyżej jej krawędzi drugiej, a poza tym absorber od góry i od dołu zakończony jest powierzchniami refleksyjnymi odbijającymi padające na nie promieniowanie słoneczne w kierunku absorbera a także chroniącymi absorber i izolację transparentną przed uszkodzeniami mechanicznymi, przy czym dolna powierzchnia refleksyjna jest większa i po obu stronach absorbera ma powierzchnię refleksyjną paraboliczną. Warstwy izolacji transparentnej mają postać kanałów. Kanały mają przekrój kołowy.

Utworzenie jak w rozwiązaniu według wynalazku izolacji transparentnej (termicznej) z poziomymi ukośnymi warstw ułożonych przed powierzchniami aktywnymi absorbera równoległe i w niewielkiej odległości między sobą powoduje znaczne ograniczenie strat radiacyjnych kolektora słonecznego. Nachylenie warstw izolacji transparentnej do poziomu daje również znaczne zmniejszenie strat konwekcyjnych. W rezultacie straty cieplne kolektora według wynalazku są ograniczone głównie do strat kondukcyjnych, które z natury są znikome z uwagi, iż powietrze ma bardzo mały współczynnik przewodzenia ciepła. Dodatkową zaletą jest możliwość konstruowania rozwiązań według wynalazku mobilnych, które mogą doprowadzać ciepło do tak zwanych złóż ciepła akumulowanego w okresie letnim – na przykład kamiennych złóż akumulacyjnych w proponowanych coraz częściej rozwiązaniach konstrukcyjnych nowych typów domów, wykorzystujących promieniowanie słoneczne, lub na przykład do regeneracji gruntu z osadzonymi w nim pompami ciepła.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest przedstawiony na rysunku, w postaci schematu.

Urządzenie do absorpcji energii promieniowania słonecznego w przykładzie wykonania według wynalazku zbudowane jest z mocowanego w pionie płaskiego absorbera 1 w postaci zespolonych ze sobą, w odstępie, dwóch arkuszy blachy. Powierzchnie aktywne, płytowego absorbera 1, osłonięte są przyległą do nich przepuszczającą promieniowanie słoneczne i pochłaniającą promieniowanie cieplne izolacją transparentną 2, która po obu stronach absorbera 1 utworzona jest z umiejscowionych w odstępach jedna pod drugą równoległych względem siebie warstw odchodzących od pionowych powierzchni aktywnych absorbera 1 ukośnie w kierunku ku jego dołowi. Tworzące izolację transparentną 2 warstwy ukośnie ustawione są w układzie, w którym krawędź każdej z nich, która styka się z powierzchnią płaskiego absorbera 1 jest położona powyżej jej krawędzi drugiej. Warstwy tworzące izolację transparentną 2 utworzone są z prostokątnych arkuszy folii przezroczystej. Od góry i od dołu absorber 1 zakończony jest poziomymi powierzchniami refleksyjnymi 3 odbijającymi padające na nie promieniowanie słoneczne w kierunku absorbera 1, a także chroniącymi absorber 1 i izolację transparentną 2 przed uszkodzeniami mechanicznymi, przy czym dolna powierzchnia refleksyjna 3 jest większa i po obu stronach absorbera 1 ma

powierzchnię refleksyjną paraboliczną 4. Warstwy izolacji transparentnej 2 mają posiać kanałów. Korzystnie kanały mają przekrój kołowy. Powierzchnie refleksyjne 3 izolowane są przyległą do nich warstwą styropianu 5 zabezpieczoną przed warunkami atmosferycznymi. Współczynniki kształtu paraboli są wyznaczone przez warunek maksymalizacji sumarycznej energii bezpośredniego i rozproszonego promieniowania słonecznego skierowanego przez powierzchnie w stronę absorbera 1, które to współczynniki są wyznaczone przez numeryczną procedurę optymalizacyjną uwzględniającą przyjęte pole pokryte tą powierzchnią, przyjętą wysokość absorbera 1 oraz kierunkowy rozkład gęstości energii słonecznej zależy od lokalizacji geograficznej kolektora. Rozwiązanie według wynalazku umożliwia efektywne ogrzewanie budynków mieszkalnych przy pomocy energii słonecznej w strefie klimatu umiarkowanego w okresie zimowym. Uzyskano to przez znaczne ograniczenie strat ciepła płyty absorbera 1 spowodowanych przewodzeniem, konwekcją i promieniowaniem cieplnym. W rozwiązaniu według wynalazku można uzyskać wysoki współczynnik absorpcji promieniowania słonecznego rozproszonego i niski współczynnik radiacyjnych strat ciepła.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do absorpcji energii promieniowania słonecznego zbudowane z płaskiego absorbera, izolacji transparentnej oraz powierzchni refleksyjnych, **znamienne tym**, że obie przeciwległe powierzchnie aktywne, mocowanego w pionie płaskiego, płytowego absorbera (1), osłonięte są przyległą do nich przepuszczającą promieniowanie słoneczne i pochłaniającą promieniowanie cieplne izolacją transparentną (2), która po obu stronach absorbera (1) utworzona jest z umiejscowionych w odstępach, jedna pod drugą, równoległych względem siebie warstw, które względem pionowych powierzchni aktywnych absorbera (1) ustawione są ukośnie, w układzie, w którym krawędź każdej z nich która styka się z powierzchnią płaskiego absorbera (1) jest położona powyżej jej krawędzi drugiej, a poza tym absorber (1) od góry i od dołu zakończony jest powierzchniami refleksyjnymi (3) odbijającymi padające na nie promieniowanie słoneczne w kierunku absorbera (1) a także chroniącymi absorber (1) i izolację transparentną (2) przed uszkodzeniami mechanicznymi, przy czym dolna powierzchnia refleksyjna (3) jest większa i po obu stronach absorbera (1) ma powierzchnię refleksyjną paraboliczną (4).
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że płyty warstwy izolacji transparentnej (2) mają postać kanałów.
3. Urządzenie według zastrz. 2, **znamienne tym**, że kanały mają przekrój kołowy.

Rysunek



