

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 442482 A1

(12)

Opis zgłoszeniowy wynalazku (z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: **442482**

(22) Data zgłoszenia: **2022.10.10**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.01.03 BUP 01/2024**

(51) MKP:

F28D 20/02 (2006.01)

F28F 13/12 (2006.01)

F28F 19/00 (2006.01)

(71) Zgłaszający:

**INSTYTUT MASZYN PRZEPŁYWOWYCH
IM. ROBERTA SZEWAŁSKIEGO POLSKIEJ
AKADEMII NAUK, Gdańsk, PL**

(72) Twórca(-y):

**PIOTR LEPUTA, Warszawa, PL
ROMAN KWIDZIŃSKI, Sianowo, PL
TOMASZ PRZYBYLIŃSKI, Gdańsk, PL
PAULINA ROKSANA ROLKA, Gdańsk, PL
MARCIN LACKOWSKI, Rumia, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Małgorzata Matyka, Gdańsk, PL

(54) Tytuł:

Zmiennofazowy magazyn ciepła/chłodu z nanocząsteczkami i mechanizmem mieszającym

(57) Skróć opisu:

Przedmiotem zgłoszenia jest magazyn ciepła/chłodu z materiałem zmiennofazowym ulepszonym przez domieszkę nanocząstek, który jest wyposażony w mechanizm mieszający. Mechanizm ten powoduje intensyfikację wymiany ciepła oraz zapobiega sedymentacji nanocząstek na dnie magazynu. Zasadniczą część mechanizmu mieszającego to obracające się łopatkki rozmieszczone w dwóch rzędach nad dnem zbiornika wypełnionego ulepszonym materiałem zmiennofazowym. Boczna ściana tego zbiornika ma kształt cylindryczny i jest opleciona węzownicą, przez którą przepływa nośnik ciepła. Zbiornika z ulepszonym materiałem zmiennofazowym jest izolowany termicznie od otoczenia.

Zmiennofazowy magazyn ciepła/chłodu z nanocząsteczkami i mechanizmem mieszającym

Przedmiot patentu

Przedmiotem patentu jest magazyn ciepła/chłodu z materiałem zmiennofazowym przez dodatkiem domieszki nanocząstek, który wyposażony w mechanizm mieszający. Przedstawiona konstrukcja magazynu z materiałem zmiennofazowym z nanocząstkami zawiera obrotowe mieszadło, które powoduje intensyfikację wymiany ciepła oraz zapobiega sedymentacji nanocząstek na dnie magazynu.

Stan techniki

Materiał zmiennofazowy (PCM) charakteryzuje się tym, że pozwalają na intensywne absorbowanie, magazynowanie i uwalnianie energii termicznej w postaci ciepła lub chłodu w określonym zakresie temperatur, w którym w materiale zachodzi przemiana fazowa (topnienie, krzepnięcie). Magazyny ciepła/chłodu, w których materiał akumulujący stanowi materiał zmiennofazowy, dzięki wykorzystaniu ciepła utajonego pozwalają na większą gęstość magazynowania energii w porównaniu do magazynów wykorzystujących ciepło jawne, np. magazynów wodnych. W praktyce oznacza to, że w porównaniu do magazynu wodnego, magazyn z PCM ma mniejszą objętość, pozwala na magazynowanie energii z mniejszymi stratami do otoczenia oraz na jej wykorzystanie w wymaganym momencie. Niestety PCMy, w szczególności organiczne, mają niską przewodność cieplną, która powoduje duży opór cieplny i znacznie spowalnia proces wymiany ciepła. To w rezultacie powoduje zmniejszenie szybkości ładowania i rozładowania magazynu, oraz ogranicza jego zastosowanie w niektórych aplikacjach oraz instalacjach.

W celu poprawy przewodności cieplnej PCM w magazynach ciepła lub chłodu aktualnie prowadzone są prace badawcze wykorzystujące takie techniki, jak mocowanie metalowych żeber do powierzchni wymiany ciepła lub stosowanie materiałów kompozytowych typu PCM z metalową osnową.

Z opisu patentu CN104140786B znany jest kompozytowy materiał zmiennofazowy, składający się z porowatego materiału, o przewodności cieplnej w zakresie 40–400 W/m·K (np. spienionego metalu lub ekspandowanego grafitu), stosowanego jako szkielet nośny, oraz z PCM w postaci metalu o niskiej temperaturze topnienia lub metalu o niskiej temperaturze topnienia z nanocząstkami, o temperaturze topnienia niższej lub równej 80 °C, rozprowadzanymi w porach materiału porowatego. W efekcie zastrzeżony w tym patencie kompozytowy PCM charakteryzuje się zwiększoną przewodnością cieplną i wysoką gęstością magazynowania ciepła.

Natomiast we wzorze użytkowym CN207035921U zaprezentowano magazyn energii, składający się z magazynu z wieloma szczelnymi pojemnikami umieszczonymi w zamkniętym, izolowanym pojemniku. Każdy pojemnik zawiera wielowarstwową płytę z porowatego grafitu i sieć rur w kształcie serpentyny do wymiany ciepła z materiałem wypełniającym pojemnik. Pory porowatej płyty grafitowej w pojemniku są wypełnione nieorganicznym PCM. Nośnik ciepła krąży w serpentynowej sieci rur, które poprzez kolektory prowadzą do przyłączy na zewnętrznej ścianie hermetycznego pojemnika. Magazyn jest izolowany cieplnie warstwą pianki poliuretanowej lub warstwą z wełny mineralnej.

Jednakże wspomniane powyżej rozwiązania wprowadzają ograniczenia takie, jak zwiększenie masy i objętości układu magazynowego oraz zmniejszenie ilości PCM w magazynach.

Innym rozwiązaniem skupiającym się również na zwiększeniu przewodności cieplnej PCM jest ulepszanie materiałów przez dodawanie do nich nanocząstek węglowych, metali lub tlenków metali. Na przykład patent US2009236079A1 przedstawia materiał zmiennofazowy ulepszony przez rozproszenie w nim nanocząstek. Opisany w patencie US2009236079A1 ulepszony PCM tworzy bazowy PCM, którym może być woda, cykloheksan, dodekan lub żel olejowy, oraz nanocząstki miedzi, glinu, tlenku glinu, tlenku miedzi lub tlenku tytanu. Ulepszony PCM wykazuje zwiększoną przewodność cieplną w porównaniu z materiałem bazowym.

Z kolei w patencie CN104180521A przedstawiona jest koncepcja podgrzewacza wody z pompą ciepła i magazynem energii z materiałem zmiennofazowym z nanocząstkami. Podgrzewacz wody z pompą ciepła zawiera zbiornik – magazyn z materiałem zmiennofazowym z nanocząstkami, w którym jest umieszczona węzownica przez którą

przepływa medium robocze oraz węzownica przez którą przepływa woda. Magazyn ciepła jest wypełniony PCM z nanocząstkami, którego temperatura przemiany fazowej wynosi 50–60 °C i który zawiera następujące składniki w częściach wagowych: 0,5 do 2,0 części nanocząstek (nanorurki węglowe), 0,9 do 3,6 części dyspersatora (etoksylan oktylofenolu TX-10), 94,4 do 98,6 części PCM (parafina).

Niestety ulepszanie PCM przez domieszki nanocząstek powoduje, że po pewnym czasie mogą one sedymentować na dnie magazynu. Zjawisko to jest niekorzystne, gdyż prowadzi do powstania rozwarstwienia materiału zmiennofazowego ulepszanego nanocząsteczkami i do zmiany jego właściwości termofizycznych.

W celu zapobiegania sedymentacji nanocząstek w PCM, można zastosować enkapsulację. Z opisu patentowego US9493695B2 znana jest metoda makrokapsułowania nieorganicznych PCM takich, jak NaNO_3 , NaCl , KNO_3 , mających niską przewodność cieplną i które można użyć w magazynach ciepła w systemach elektrowni słonecznych (CPS). Aby zwiększyć przewodność cieplną i ułatwić magazynowanie, przeprowadza się makrokapsułkowanie tych PCM w granulkach powlekanych poliimidem. Przy czym wewnątrz powłoki polimidowej znajduje się środek zwiększający chropowatość powierzchni, np. nikiel, węglík krzemu, węgiel. Po utwardzeniu powłoki poliimidowej, jej zewnętrzna powierzchnia jest pokrywana tlenkiem metalu, tlenkiem krzemu (SiO_2) lub kompozytem grafen–tlenek krzemu. Makrokapsułka ma kształt cylindryczny, kulisty lub podłużny.

Należy zauważyć, że stosowanie specjalnych makrokapsulek, w których umieszcza się materiały zmiennofazowe (w tym także ulepszone materiały zmiennofazowe z nanocząstkami) może prowadzić do zwiększenia kosztów magazynów ciepła/chłodu oraz do powstawania tzw. „martwych” stref w zasobniku z makrokapsułkami.

Istota wynalazku

Istotą wynalazku jest zastosowanie mechanizmu mieszającego w magazynie ciepła/chłodu z ulepszonym materiałem zmiennofazowym (z dodatkiem domieszki nanocząstek). Mechanizm mieszający służy do wprowadzenia ulepszanego PCM z nanocząstkami w ruch, zapobiegając w ten sposób opadaniu nanocząstek oraz ich sedymentacji na dnie zbiornika magazynu.

Zmiennofazowy magazyn energii z nanocząstkami i mechanizmem mieszania pozwala na przechowywanie ciepła lub chłodu oraz jego wykorzystanie w wymaganym czasie.

Przedmiotem wynalazku jest magazyn energii termicznej, który posiada obrotowy mechanizm mieszający, wprawiający w ruch materiał zmiennofazowy z dodatkiem domieszki nanocząstek i gromadzący ciepło/chłód podczas przemiany fazowej.

Magazyn, gdzie materiał zmiennofazowy z dodatkiem wypełnia zbiornik, którego wewnętrzna powierzchnia bocznej ścianki ma kształt cylindra o średnicy D , a dno jest płaskie i poziome.

Magazyn, gdzie w materiale zmiennofazowym z dodatkiem domieszki nanocząstek zanurzony jest obrotowy mechanizm mieszający o pionowej osi obrotu zaopatrzonego w łopaty mieszające obracające się nad dnem zbiornika w odległości jednej dziesiątej wysokości tego zbiornika.

Magazyn, gdzie łopaty mieszające są zamocowane w dwóch rzędach, a liczba łopat mieszających w rzędzie wynosi od 2 do 8, a zewnętrzna średnica łopat wynosi od $0,7D$ do $0,95D$.

Magazyn, gdzie łopaty mieszające w górnym rzędzie są zamocowane pod kątem wynoszącym od 30° do 60° w stosunku do osi pionowej, natomiast kąt między łopatami z różnych rzędów wynosi od 10° do 30° .

Magazyn, gdzie wewnątrz zbiornika przy jego cylindrycznej ścianie znajduje się śrubowa wężownica, przez którą przepływa nośnik ciepła.

Zaletą magazynu wykonanego według wynalazku jest to, że:

1. Dodanie nanocząstek do materiału zmiennofazowego powoduje zwiększenie przewodności cieplnej materiału wypełniającego magazyn oraz wpływa na szybkość procesów ładowania i rozładowania magazynu.
2. Specjalna konstrukcja magazynu, w której znajduje się mechanizm mieszający, zapobiega pogorszeniu procesu magazynowania ciepła lub chłodu wskutek sedimentacji nanocząstek na dnie magazynu.

3. Ruch ciekłego PCM, wywołany działaniem mechanizmu mieszającego, powoduje intensyfikację wymiany ciepła lub chłodu między PCM a cieczą–nośnikiem ciepła poprzez konwekcję wymuszoną na powierzchni wymiany ciepła.

Objaśnienie rysunków

Budowa wewnętrzna magazynu według wynalazku jest przedstawiona na rysunkach, gdzie rys. 1 pokazuje przekrój pionowy magazynu, a rys. 2. – widok łopatek mechanizmu mieszającego.

Wynalazek ilustruje następujący przykład wykonania, nie stanowiący jego ograniczenia.

Przykład

Przedmiotowy wynalazek – specjalna konstrukcja magazynu ciepła/chłodu z ulepszonym materiałem zmiennofazowym i mechanizmem mieszającym, będąca przedmiotem wynalazku, została przedstawiona na rys. 1. Konstrukcja ta zakłada, że magazyn ciepła/chłodu składa się z wewnętrznego, cylindrycznego zbiornika (5) o średnicy wewnętrznej D . Zbiornik (5) jest wypełniony ulepszonym PCM z dodatkiem nanocząstek (6), z zachowaniem pustej przestrzeni ze względu na rozszerzalność termiczną PCM. We wnętrzu zbiornika (5) umieszczono mechanizm mieszający (7). Mechanizm mieszający wewnątrz zbiornika (5) składa się z pionowej osi napędowej, do której przy dolnym końcu zamocowano łopaty mieszające w dwóch rzędach. Mechanizm mieszający (7) jest wprowadzony do wewnętrznego zbiornika (5) w taki sposób, że łopaty mieszające (9) są całkowicie zanurzone w ulepszonym materiale zmiennofazowym i znajdują się w odległości jednej dziesiątej wysokości zbiornika wewnętrznego nad dnem tego zbiornika. Liczba łopat mieszających (9) w rzędzie wynosi od 2 do 8. Zewnętrzna średnica łopat (9) wynosi od $0,7D$ do $0,95D$. Łopaty mieszające w górnym rzędzie są zamocowane pod kątem α wynoszącym od 30° do 60° w stosunku do osi napędowej. Natomiast kąt β występujący między łopatami z różnych rzędów wynosi od 10° do 30° . Mechanizm mieszający (7) w przedstawianej konstrukcji magazynu ciepła/chłodu jest używany w czasie, kiedy ulepszony materiał zmiennofazowy znajduje się w stanie ciekłym. Wówczas łopaty mieszające (9), wykonując ruch obrotowy wokół osi

napędowej, wprawiają w ruch ciekły PCM z nanocząstkami i w ten sposób zapobiegają opadaniu nanocząstek i ich sedymentacji na dnie zbiornika (5). Wewnętrzny zbiornik (5) przy cylindrycznej ścianie jest opleciony węzownicą (4), przez którą przepływa nośnik ciepła. W celu ograniczenia strat ciepła do otoczenia, zbiornik wewnętrzny (5) wraz z węzownicą (4) jest umieszczony w większym zbiorniku (2). Przestrzeń między ścianą zbiornika (5), a wewnętrzną ścianą zbiornika (2) jest wypełniona materiałem izolującym termicznie (3), np. aerozelem.

Zestawienie indeksów na rysunkach

1 – wlot nośnika ciepła

2 – zbiornik zewnętrzny

3 – materiał izolujący termicznie (np. aerozel)

4 – węzownica

5 – zbiornik wewnętrzny

6 – ulepszony PCM z nanocząsteczkami

7 – mechanizm mieszający

8 – wylot nośnika ciepła

9 – łopaty mieszające mechanizmu mieszającego

D – wewnętrzna średnica zbiornika wypełnionego ulepszonym PCM

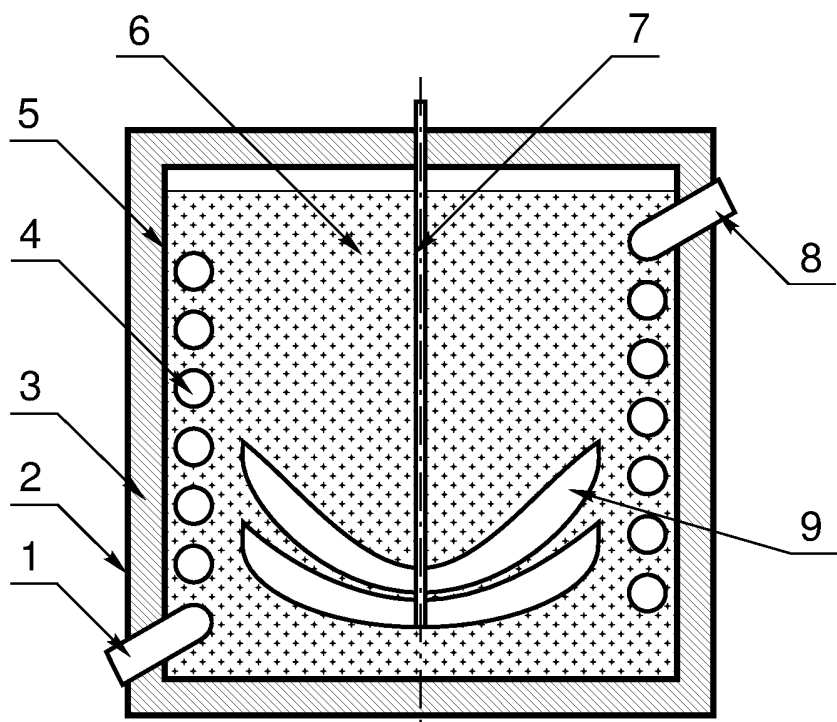
α – kąt między górnym rzędem łopat mieszających a osią napędową

β – kąt między rzędami łopat mieszających

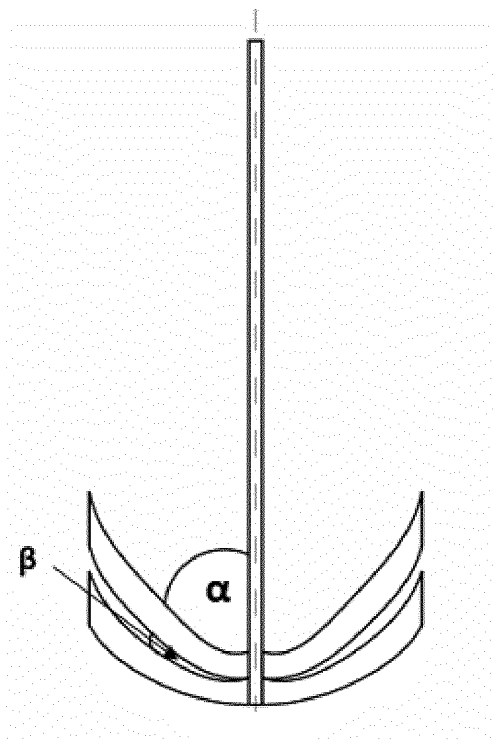
PCM – materiał zmiennofazowy

Zastrzeżenia patentowe

1. Magazyn energii termicznej **znamienny tym, że** posiada obrotowy mechanizm mieszający, wprawiający w ruch materiał zmiennofazowy z dodatkiem domieszki nanocząstek i gromadzący ciepło/chłód podczas przemiany fazowej.
2. Magazyn według zastrz. 1 **znamienny tym, że** materiał zmiennofazowy z dodatkiem wypełnia zbiornik, którego wewnętrzna powierzchnia bocznej ścianki ma kształt cylindra o średnicy D , a dno jest płaskie i poziome.
3. Magazyn według zastrz. 2 **znamienny tym, że** w materiale zmiennofazowym z dodatkiem domieszki nanocząstek zanurzony jest obrotowy mechanizm mieszający o pionowej osi obrotu zaopatrzony w łopaty mieszające obracające się nad dnem zbiornika w odległości jednej dziesiątej wysokości tego zbiornika.
4. Magazyn według zastrz. 3 **znamienny tym, że** łopaty mieszające są zamocowane w dwóch rzędach, a liczba łopat mieszających w rzędzie wynosi od 2 do 8, a zewnętrzna średnica łopat wynosi od $0,7D$ do $0,95D$.
5. Magazyn według zastrz. 4 **znamienny tym, że** łopaty mieszające w górnym rzędzie są zamocowane pod kątem wynoszącym od 30° do 60° w stosunku do osi pionowej, natomiast kąt między łopatami z różnych rzędów wynosi od 10° do 30° .
6. Magazyn według zastrz. 2 **znamienny tym, że** wewnątrz zbiornika przy jego cylindrycznej ścianie znajduje się śrubowa wężownica, przez którą przepływa nośnik ciepła.



Rys. 1.



Rys. 2.



URZĄD PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

al. Niepodległości 188/192
00-950 Warszawa, skr. poczt. 203
tel.: (+48) 22 579 05 55 | fax: (+48) 22 579 00 01
e-mail: kontakt@uprp.gov.pl | www.uprp.gov.pl

SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI DO ZGŁOSZENIA NR P.442482

Klasyfikacja zgłoszenia: F28D 20/02, F28F 13/12, F28F 19/00		
Podklasy w których prowadzono poszukiwania: F28D F28F F24D F24S		
Bazy komputerowe w których prowadzono poszukiwania: EPODOC WPI bazy UPRP		
Kategoria dokumentu	Dokumenty - z podaną identyfikacją	Odniesienie do zastrz.
Y A	CN214172560 U (UNIV LISHUI [CN]) 10-09-2021 * cały dokument *	1-4, 6 5
Y A	CN105466259 A (ZHEJIANG LUTE ENERGY TECH CO LTD [CN]) 06-04-2016 * cały dokument *	1-4, 6 5
A	PL3120098 T3 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 31-08-2018	1-6
☐ Dalszy ciąg wykazu dokumentów na następnej stronie		
A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie, E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia, L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzegane pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu, O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób, P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzegana data pierwszeństwa, T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku, X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie, Y – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument zostanie połączony z jednym lub kilkoma tego typu dokumentami, a takie połączenie będzie oczywiste dla znawcy, & – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.		

Sprawozdanie wykonał/-a:

Paweł Biały
Naczelnik Wydziału

Data:

26.06.2023

Podpis:

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

Uwagi do zgłoszenia

Sprawozdanie zostało wykonane w oparciu o zastrz. z dnia 10.10.2023 r.