

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245037 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **444625**

(22) Data zgłoszenia: **2021.10.13**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.07.31 BUP 31/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.04.22 WUP 17/2024**

(51) MKP:

C10B 49/02 (2006.01)

C10B 49/10 (2006.01)

C10B 53/02 (2006.01)

C10B 1/04 (2006.01)

(30) Pierwszeństwo:

PV 2020-560 2020.10.13 CZ

(86) Zgłoszenie międzynarodowe (PCT):

2021.10.13 PCT/CZ21/050110

(87) Publikacja zgłoszenia międzynarodowego (PCT):

2022.04.21 WO22/078534

(73) Uprawniony z patentu:

**VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ – TECHNICKÁ
UNIVERZITA OSTRAVA, Ostrava-Poruba, CZ**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**ONDŘEJ NĚMČEK, Ostrava-Hrabová, CZ
JAROSLAV FRANTÍK, Ostrava-Poruba, CZ
JAN NAJSER, Vřesina, CZ
VÁCLAV PEER, Klimkovice, CZ**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Krzysztof Dudziński, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Reaktor do przetwarzania biomasy przez prażenie

PL 245037 B1

Opis wynalazku

Urządzenie, ze względu na swoją istotę, mieści się w dziedzinie energii nienuklearnej, zagospodarowania energii odpadowej – ciepła i jego wykorzystania do celów prażenia.

Produkcja rolna wytwarza wiele bioodpadów roślinnych, którymi mogą być na przykład słoma, słoma rzepakowa lub nawet kora z leśnictwa. Niektóre z tych produktów można zaorać bezpośrednio do gleby, ale jeśli takie „surowe” pozostałości zostaną zaorane w dużych ilościach, mogą nie rozkładać się w czasie i być bardziej szkodliwe dla upraw (dostępne w języku czeskim pod adresem <https://www.asz.cz/cs/sedlaci-v-mediich/podestylka-krmivo-i-zaorani-zpet-do-pole-zemedelci-si-slamy-ceni-presto-konci-i-v-kotlich.html>).

Bioodpady, które zostały wytworzone w ten sposób mogą być również, na przykład, odzyskiwane w celu odzysku energii (biogazownie, bezpośrednie spalanie, itp.). Inną możliwością jest ich suszenie, a następnie ponowne wykorzystanie w produkcji rolnej. Obecnie suszenie różnych materiałów jest szeroko rozpowszechnione i wykorzystywane głównie w zastosowaniach przemysłowych, produkcji drewna i żywności. Stąd też suszenie występuje w wielu instalacjach.

Technologia instalacji do suszenia jest dobrze znana i są one dobrze opisane w swoich konwencjonalnych przykładach wykonania. Szczególnym rodzajem instalacji do suszenia jest tak zwana instalacja do prażenia. Prażenie, czyli postać procesu palenia, jest spotykane na przykład przy produkcji kawy, przygotowywaniu granulatu lub innych materiałów.

Z konstrukcyjnego punktu widzenia znane są przykłady wykonania w postaci instalacji do suszenia i palenia z zastosowaniem sit, pieców ze złożem fluidalnym lub pieców stopniowych albo reaktorów obrotowych ze ślimakowym lub łopatkowym zasilaniem i przenoszeniem materiału poddanego prażeniu. Zazwyczaj stosuje się je dla temperatur suszenia w zakresie wynoszącym 40–160°C i dla temperatur prażenia w zakresie wynoszącym 160–350°C.

Prażenie może być również stosowane do lekkich materiałów i słom. Przetworzony materiał może być następnie wykorzystany do poprawy właściwości fizycznych i chemicznych, na przykład, gleb rolniczych.

Opis zgłoszenia patentowego EP 2905322 A1 opisuje pionowy reaktor do prażenia biomasy, który zawiera sekcję podgrzewania wstępnego i sekcję prażenia. Biomasa przechodzi przez każdą sekcję grawitacyjnie. Sekcja prażenia jest zasilana gazem do prażenia, który jest skierowany w tym samym kierunku co biomasa. Sekcja prażenia jest ogrzewana pośrednio przez powierzchnie grzewcze lub bezpośrednio przez przewodzenie ciepła gazu. W sekcji prażenia, prażenie może przebiegać kilkustopniowo. Najpierw, w pierwszym stopniu, biomasa jest podgrzewana do temperatury prażenia wynoszącej od 250 do 280°C, następnie utrzymywana w tej temperaturze w drugim stopniu i schładzana do około 200°C w trzecim stopniu. Podczas pierwszych dwóch stopni biomasa jest ogrzewana bezpośrednio przez gaz do prażenia. Podczas pozostałych stopni prażenia (z wyjątkiem pierwszego stopnia), na materiał oddziałuje grawitacja i ciepło resztkowe medium gazowego.

Opis zgłoszenia patentowego WO 9744410 A1 opisuje dwu-sekcyjny reaktor fluidalny do termolizy (pirolizy niskotemperaturowej, prażenia) biomasy. Z dna reaktora doprowadza się gaz fluidalny, do którego doprowadza się biomasę. W pierwszej sekcji zewnętrznej biomasa jest poddawana pirolizie przez strumień gazu. Z reaktora usuwa się strumień gazu zawierający węgiel w postaci cząstek stałych, który jest usuwany w cyklonie i odprowadzany do gazogeneratora. Cyklon ten może być umieszczony wewnątrz reaktora, a pozostałość węglowa jest odprowadzana z cyklonu wewnątrz reaktora do dalszego przetwarzania.

Kolejne technologie i urządzenia do prażenia biomasy zostały ujawnione w dokumentach CZ 33086 U1, GB 2479924 A, DE 3721006 C1 oraz w publikacjach „Pyrolysis biochar vs. torrefied material: influence on soil properties”; Vaclav Peer i wsp.; „Energie z biomasy”, XIX. publikacja abstraktu konferencji: 17 – 19 września 2019, Lednice, Czechy, s. 103–110 (dostępna pod adresem <https://eu.fme.vutbr.cz/file/Sbornik-EnBio/2019/13.pdf>) oraz „Torrefaction of oil palm EFB in the presence of oxygen”; Yoshimitsu Uemura i wsp.; Fuel (20130131), 103, s. 156–160 (dostępne pod adresem <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236111007125?via%3Dihub>).

Opisane poniżej urządzenie rozwiązuje problem technologii jednoczesnego transportu i prażenia materiału.

Przedmiotem wynalazku jest reaktor do przetwarzania biomasy przez prażenie, przy czym reaktor jest reaktorem dwustopniowym, zawierającym pierwszą sekcję wewnętrzną i drugą sekcję zewnętrzną dla dwustopniowego prażenia, przy czym druga sekcja zewnętrzna otacza pierwszą sekcję wewnętrzną,

charakteryzujący się tym, że pierwsza sekcja wewnętrzna dla pierwszego stopnia prażenia zawiera pierwszy cylinder, przy czym w dolnej części pierwszego cylindra znajduje się wlot do doprowadzania biomasy i gorącego medium gazowego, przy czym pierwszy cylinder jest całkowicie otwarty na górnym końcu.

Korzystnie, przedmiotem jest reaktor według wynalazku charakteryzujący się tym, że do wlotu podłączony jest przenośnik lub podajnik do dostarczania biomasy.

Korzystnie, przedmiotem jest reaktor według wynalazku charakteryzujący się tym, że druga sekcja zewnętrzna dla drugiego stopnia prażenia zawiera drugi cylinder o takiej średnicy, że drugi cylinder można nasunąć na pierwszą sekcję wewnętrzną, przy czym górny koniec drugiego cylindra jest zakończony kopułą reaktora, przy czym pierwsza sekcja wewnętrzna przechodzi przez nachyloną sekcję dolną drugiej sekcji zewnętrznej, która to sekcja dolna otwiera się na wylot reaktora.

Korzystnie, przedmiotem jest reaktor według wynalazku charakteryzujący się tym, że połączenie pomiędzy kopułą reaktora a drugą sekcją zewnętrzną jest demontowalne i stanowi elastyczne i szczelne połączenie.

Korzystnie, przedmiotem jest reaktor według wynalazku charakteryzujący się tym, że połączenie pomiędzy drugą sekcją zewnętrzną a sekcją dolną jest demontowalne i stanowi elastyczne i szczelne połączenie.

Korzystnie, przedmiotem jest reaktor według wynalazku charakteryzujący się tym, że na zewnętrznych ścianach pierwszej sekcji wewnętrznej i na wewnętrznych ścianach drugiej sekcji zewnętrznej rozmieszczone są płytki.

W urządzeniu, strumień ciepła odpadowego z medium gazowego i medium obojętnego jest wykorzystywany do transportu, podczas którego materiał odpadowy (biomasa) jest również prażony.

Reaktor dwustopniowy jest pionową komorą zawierającą pierwszą sekcję wewnętrzną – o kształcie rurowym (pierwszy cylinder) – do dolnej części której doprowadzany jest materiał biomasy wraz z gorącym medium gazowym i sprężonym oraz medium obojętnym (np. różne źródła ciepła odpadowego lub procesowego) w celu przeprowadzenia reakcji termicznej materiału biomasy, co umożliwi również podnoszenie i transport materiału w górę przez układ rurociągów do drugiej sekcji. Górna część pierwszej sekcji wewnętrznej jest otwarta i ze swobodnym przejściem przez nią.

Druga sekcja zawiera cylindryczne naczynie (drugi cylinder, np. rurę), które otacza pierwszą sekcję wewnętrzną i ma znacznie większą średnicę – w uproszczeniu jest to praktycznie „rura w rurze”. Jest to zatem druga sekcja zewnętrzna reaktora. Sama góra tej drugiej sekcji zewnętrznej jest zamknięta i tworzy kopułę reaktora. Kopuła może być zaprojektowana tak, aby była trwale zamknięta, ale także, aby można ją było otworzyć, na przykład w celu czyszczenia. Tym samym pierwsza sekcja wewnętrzna wystaje swoim górnym końcem do otoczenia tuż przed kopułą reaktora w drugiej sekcji. Dzięki takiemu układowi, a jednocześnie działaniu sił grawitacyjnych, materiał wpływający do kopuły reaktora z sekcji wewnętrznej jest kierowany przez sekcję zewnętrzną w stronę sekcji dolnej drugiej sekcji zewnętrznej. Sekcja dolna drugiej sekcji zewnętrznej jest dnem pochyłym z rurą odprowadzającą do usuwania już wyprażonego materiału.

Materiał jest przenoszony do reaktora za pośrednictwem, na przykład, przenośnika ślimakowego lub podajnika mechanicznego, który jest połączony w dnie pierwszej sekcji z jej wlotem. Jak wskazano powyżej, sam materiał najpierw przemieszcza się w górę przez wewnętrzny obieg pierwszej sekcji za pomocą sprężonego medium gazowego lub obojętnego i jest częściowo prażony, a następnie, po opuszczeniu szyjki wewnętrznej sekcji reaktora, wchodzi do drugiej sekcji zewnętrznej i jest kierowany przez siły grawitacyjne i częściowo przez resztkowe sprężone medium z pierwszej sekcji od góry w dół, przy czym jest całkowicie prażony wzdłuż tej drogi. Zjawisko to jest spowodowane działaniem ciepła odpadowego wypromieniowanego przez sekcję wewnętrzną do otoczenia sekcji zewnętrznej oraz dłuższym czasem przebywania w reaktorze, który został zaprojektowany jako reaktor dwustopniowy.

Samo prażenie jest przeprowadzane przez ciepło odpadowe z gazów spalinowych, ciepło procesowe lub inne zewnętrzne źródła energii cieplnej. Wymagana temperatura robocza mieści się w zakresie wynoszącym od 200 do 300°C, w zależności od jakości źródła ciepła lub ciepła odpadowego. Podgrzewanym medium jest zatem obojętne medium gazowe lub gaz spalinowy, który służy również do transportu materiału prażonego przez reaktor. Ciepło to jest produktem produkcji przemysłowej, na przykład w ciepłowni lub stalowni, ale możliwe jest również wykorzystanie ciepła pochodzącego na przykład z gorzelni, zakładów utylizacyjnych lub tartaków.

W korzystnym przykładzie wykonania, wewnętrzna ściana drugiej sekcji i zewnętrzna ściana pierwszej sekcji mogą być wyposażone w nachylone płytki skierowane w kierunku przepływu materiału.

Dzięki takiemu układowi uzyskuje się jeszcze lepszą homogenizację, zawirowanie strumienia przenieszonego materiału, intensywniejszą wymianę ciepła do materiału oraz zwiększenie drogi – a tym samym czasu przebywania w reaktorze. Innym wariantem jest płaszcz drugiej sekcji, który jest podzielony za pomocą połączeń śrubowych z wewnętrznym mocowaniem w celu pokrycia rozszerzalności temperaturowej. Wariant ten jest odpowiedni dla ewentualnego czyszczenia i konserwacji wewnętrznych części reaktora.

Zaletą budowy tego reaktora jest jego przeciwprądowa konstrukcja bez elementów ruchomych, takich jak przenośnik ślimakowy (nie stanowi bezpośredniej części reaktora, jedynie podaje materiał do reaktora, itp.) – a tym samym prostota budowy. Korzystne jest również to, że materiał, który ma być przetwarzany jest jednocześnie przenoszony i prażony w jednym urządzeniu.

Ponadto, dzięki przechodzeniu materiału przez dwie sekcje, następuje bardzo dobre wymieszanie materiału, a tym samym jednorodne ogrzewanie wszystkich cząstek materiału prażonego, np. materiałów odpadowych z produkcji leśnej, takich jak gałęzie, kora itp. lub z produkcji rolnej, takich jak słoma, siano, słoma rzepakowa itp. Wytworzony materiał jest gotowy do natychmiastowego użycia i zastosowania w glebie, co może nie tylko wzbogacić jej skład (jest to przetworzona biomasa), ale również przyczynia się do poprawy krajobrazu, gdzie może pozytywnie wpłynąć na erozję gruntów rolnych.

Fig. 1 przedstawia uproszczony schemat blokowy sposobu przetwarzania materiału;

Fig. 2 przedstawia pionowy przekrój reaktora według jednego z dwóch przykładów wykonania opisanych w Przykładzie 1;

Fig. 3 przedstawia pionowy przekrój reaktora według Przykładu 2;

Fig. 4 przedstawia pionowy przekrój reaktora według Przykładu 3;

Fig. 5 przedstawia pionowy przekrój reaktora według Przykładu 4 oraz według drugiego z przykładów wykonania opisanych w Przykładzie 1.

Przykład 1

Rolnik indywidualny przetwarzał rzepak i jako odpad pozostawała mu słoma rzepakowa, którą postanowił poddać obróbce termicznej w gorzelnii, a uzyskany wyrób wykorzystać jako nawóz i środek do zwalczania erozji. W gorzelnii znajduje się reaktor dwustopniowy do przetwarzania biomasy przez prażenie, z przekrojem jedną płaszczyzną 6. Reaktor jest tzw. układem „rura w rurze” i zawiera pierwszą sekcję wewnętrzną 2 – rurę, do której wprowadzany jest materiał poprzez dolną część wlotu 1, wraz z gorącym medium gazowym, w tym przypadku ciepłym odpadowym gazów spalinowych, które działają termicznie na materiał i jednocześnie przenoszą go przez pierwszą sekcję wewnętrzną 2, tj. w górę rury do drugiej sekcji zewnętrznej 3. Wylot wchodzącego materiału jest rozmieszczony na górze pierwszej sekcji wewnętrznej 2, która jest otwarta, ze swobodnym przejściem przez nią i znajduje się w drugiej sekcji zewnętrznej 3.

Druga sekcja zewnętrzna 3 jest cylindrycznym naczyniem o znacznie większej średnicy niż pierwsza sekcja wewnętrzna 2, którą otacza. Górny kołnierz (obręcz) drugiej sekcji zewnętrznej 3 jest nierozdzielnie połączony na swoim obwodzie z kopułą 4 reaktora, która zamyka całą przestrzeń wewnętrzną, ale nie jest połączona z pierwszą sekcją wewnętrzną 2. Pierwsza sekcja wewnętrzna 2 wystaje zatem swoim drugim końcem do otoczenia tuż przed kopułą 4 reaktora. Poprzez to połączenie, materiał wpływający do kopuły 4 reaktora jest kierowany do sekcji dolnej 5 drugiej sekcji zewnętrznej 3. W tym przypadku sekcja dolna 5 drugiej sekcji zewnętrznej 3 jest zaopatrzona w nachylone dno z rurą odprowadzającą dla już wyprażonego materiału odprowadzanego przez wylot 7 reaktora.

W alternatywnym przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 5, kopuła 4 reaktora może być połączona z drugą sekcją zewnętrzną 3 w sposób rozłączny za pomocą elastycznego i szczelnego połączenia 10 dla celów czyszczenia lub konserwacji. W tym przypadku materiał o temperaturze 20°C jest przenoszony do reaktora przez przenośnik ślimakowy 8, który jest połączony na dole pierwszej sekcji 2 z jej wlotem 1. Następnie materiał przechodzi najpierw przez obieg wewnętrzny pierwszej sekcji wewnętrznej 2, tj. pierwszy stopień prażenia A, w górę za pomocą sprężonego medium gazowego o temperaturze wynoszącej 300°C i jest częściowo prażony. Dalej po opuszczeniu szyjki pierwszej sekcji wewnętrznej 1, która znajduje się po stronie przeciwnej do wlotu 1 tej sekcji, wchodzi do drugiej sekcji zewnętrznej 2, stanowiącej drugi stopień prażenia B, i jest kierowany przez siły grawitacyjne i częściowo przez resztkowe sprężone medium z pierwszej sekcji wewnętrznej 2 w kierunku od góry w dół, przy czym na tej drodze jest całkowicie uprażony. To zjawisko powoduje, że ciepło odpadowe jest wypromieniowywane przez pierwszą sekcję wewnętrzną 2 do otoczenia drugiej sekcji zewnętrznej 3 i zatrzymywane w reaktorze, który jest zaprojektowany jako reaktor dwustopniowy.

Przykład 2

Przykład 2 różni się od Przykładu 1 tym, że materiał jest przenoszony do wlotu 1 pierwszej sekcji wewnętrznej 2 przez podajnik mechaniczny 8. Gorącym medium gazowym w tym przykładzie jest tak zwane ciepło procesowe o temperaturze wynoszącej 200°C, które jest wytwarzane przez tartak. W tym przykładzie materiałem do przetwarzania jest kora i gałęzie pochodzące z wycinki lasów.

Przykład 3

Przykład 3 różni się od poprzednich przykładów tym, że reaktor jest wyposażony w płytki 9 rozmieszczone na zewnętrznych ścianach pierwszej sekcji wewnętrznej 2 i wewnętrznych ścianach drugiej sekcji zewnętrznej 3.

Przykład 4

Przykład 4 różni się od Przykładu 3 tym, że sekcja dolna 5 drugiej sekcji zewnętrznej 3 jest oddzielana od drugiej sekcji zewnętrznej 3 za pomocą elastycznego i szczelnego połączenia 10. W tym przypadku reaktor znajduje się w zakładzie utylizacyjnym.

Niniejsze urządzenie może być stosowane wszędzie tam, gdzie istnieje źródło ciepła odpadowego, które nie ma innego praktycznego zastosowania, a więc może być stosowane jako źródło sprężonego medium gazowego (produkcja przemysłowa, transport konwencjonalny i morski, elektrownie, stalownie, zakłady utylizacyjne, gorzelnie, tartaki itp.), a uzyskany w ten sposób wyrób może być dalej wykorzystywany w rolnictwie jako nawóz lub środek do zwalczania erozji.

Wykaz znaków odniesienia

- 1 – wlot do pierwszej sekcji wewnętrznej 2
- 2 – pierwsza sekcja wewnętrzna
- 3 – druga sekcja zewnętrzna
- 4 – kopała reaktora
- 5 – sekcja dolna drugiej sekcji zewnętrznej 3
- 6 – przekrój jedną płaszczyzną
- 7 – wylot reaktora
- 8 – przenośnik ślimakowy lub podajnik mechaniczny
- 9 – płytki
- 10 – elastyczne i szczelne połączenie
- A – pierwszy stopień prażenia
- B – drugi stopień prażenia

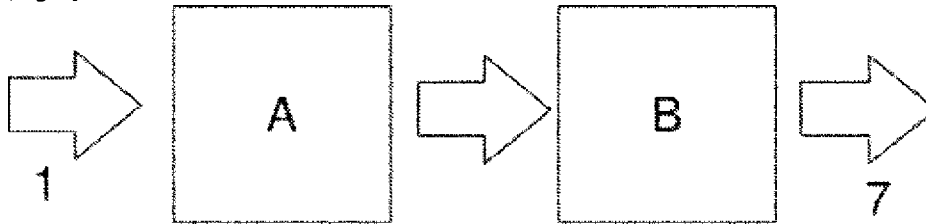
Zastrzeżenia patentowe

1. Reaktor do przetwarzania biomasy przez prażenie, przy czym reaktor jest reaktorem dwustopniowym, zawierającym pierwszą sekcję wewnętrzną (2) i drugą sekcję zewnętrzną (3) dla dwustopniowego prażenia, przy czym druga sekcja zewnętrzna (3) otacza pierwszą sekcję wewnętrzną (2), **znamienny tym**, że pierwsza sekcja wewnętrzna (2) dla pierwszego stopnia prażenia (A) zawiera pierwszy cylinder, przy czym w dolnej części pierwszego cylindra znajduje się wlot (1) do doprowadzania biomasy i gorącego medium gazowego, przy czym pierwszy cylinder jest całkowicie otwarty na górnym końcu.
2. Reaktor według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że do wlotu (1) podłączony jest przenośnik lub podajnik (8) do dostarczania biomasy.
3. Reaktor według zastrzeżenia 1 albo 2, **znamienny tym**, że druga sekcja zewnętrzna (3) dla drugiego stopnia prażenia (B) zawiera drugi cylinder o takiej średnicy, że drugi cylinder można nasunąć na pierwszą sekcję wewnętrzną (2), przy czym górny koniec drugiego cylindra jest zakończony kopałą (4) reaktora, przy czym pierwsza sekcja wewnętrzna (2) przechodzi przez nachyloną sekcję dolną (5) drugiej sekcji zewnętrznej (3), która to sekcja dolna (5) otwiera się na wylot (7) reaktora.
4. Reaktor według zastrzeżenia 3, **znamienny tym**, że połączenie pomiędzy kopałą (4) reaktora a drugą sekcją zewnętrzną (3) jest demontowalne i stanowi elastyczne i szczelne połączenie (10).

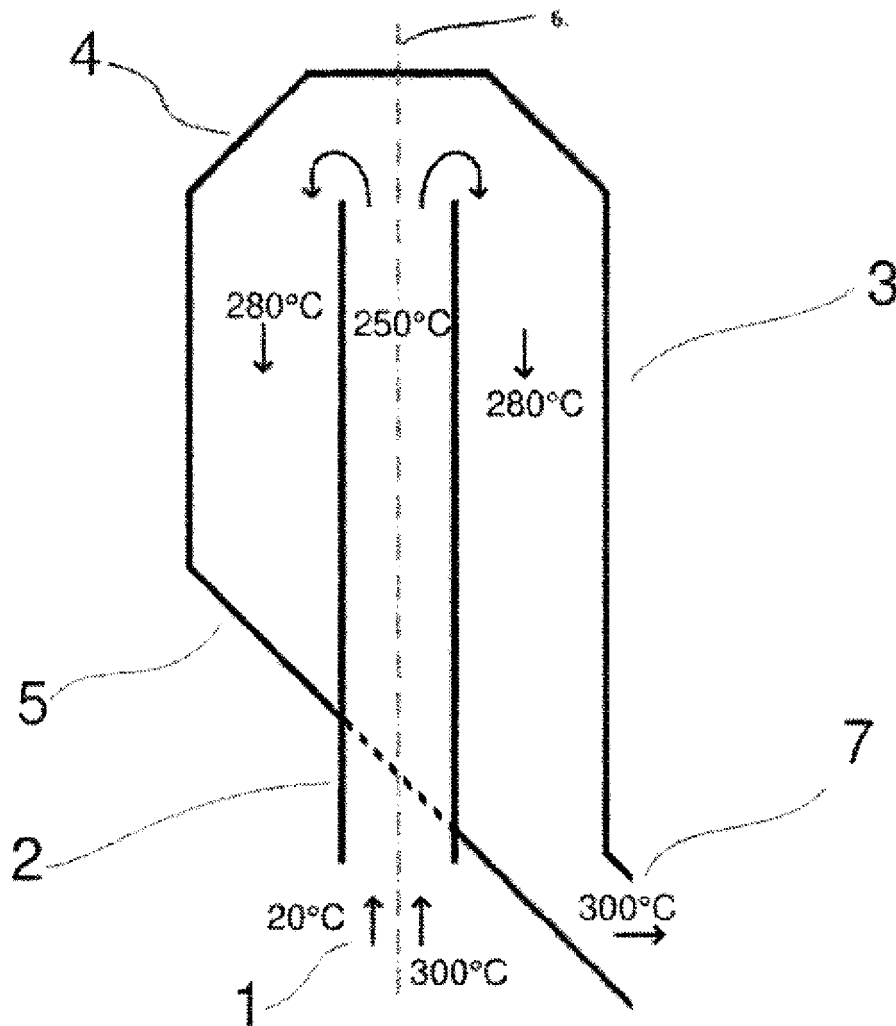
5. Reaktor według zastrzeżenia 3 albo 4, **znamienny tym**, że połączenie pomiędzy drugą sekcją zewnętrzną (3) a sekcją dolną (5) jest demontowalne i stanowi elastyczne i szczelne połączenie (10).
6. Reaktor według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym**, że na zewnętrznych ścianach pierwszej sekcji wewnętrznej (2) i na wewnętrznych ścianach drugiej sekcji zewnętrznej (3) rozmieszczone są płytki (9).

Rysunki

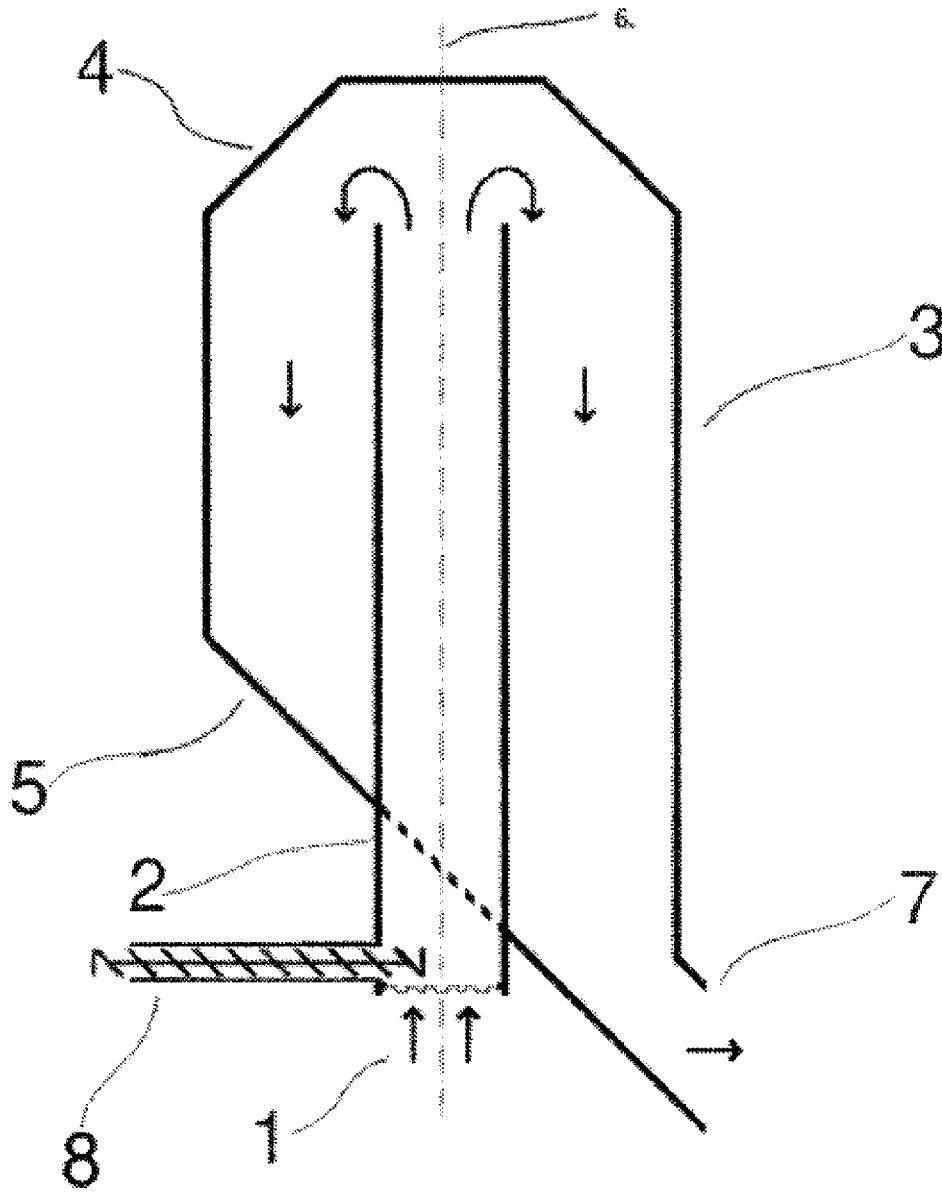
[Fig. 1]



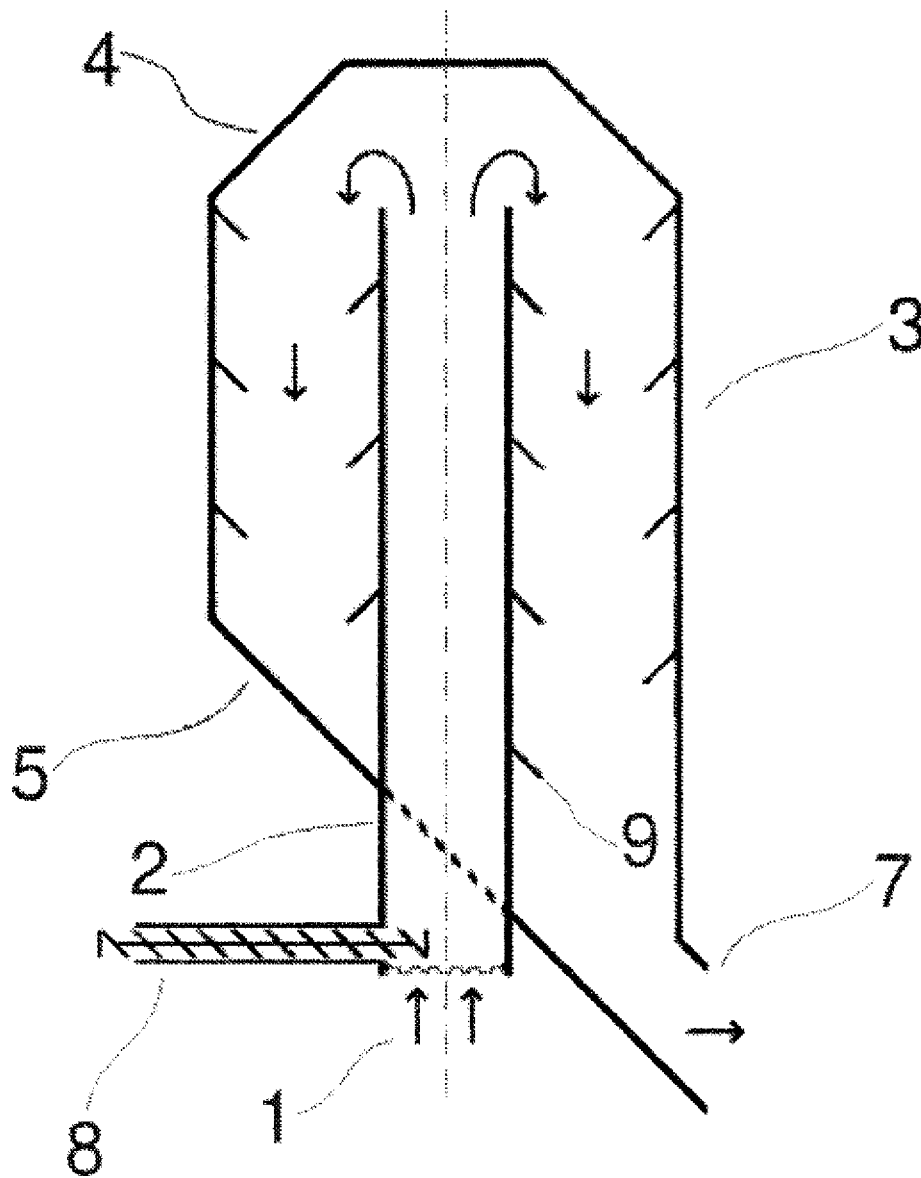
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]

