

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244924 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **437505**

(22) Data zgłoszenia: **2021.03.30**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.10.03 BUP 40/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.04.02 WUP 14/2024**

(51) MKP:

B02C 15/12 (2006.01)

B02C 7/12 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA BYDGOSKA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH,
Bydgoszcz, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**JÓZEF FLIZIKOWSKI, Bydgoszcz, PL
WERONIKA KRUSZELNICKA, Bydgoszcz, PL
PATRYCJA BAŁDOWSKA-WITOS,
Bydgoszcz, PL
ROBERT KASNER, Janikowo, PL
ANDRZEJ TOMPOROWSKI, Rynarzewo, PL
ADAM MROZIŃSKI, Bydgoszcz, PL
IZABELA PIASECKA, Police, PL
MAREK MACKO, Bydgoszcz, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Piotr Jankowski, Bydgoszcz, PL

(54) Tytuł:

Wielootworowy młyn tarczowo-kulowy

PL 244924 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wielootworowy młyn tarczowo-kulowy, przeznaczony do precyzyjnego mielenia materiałów drobno uziarnionych, biologicznych mineralnych i syntetycznych; próbek dla przemysłu chemicznego i farmaceutycznego (tabletki, kapsułki, surowce i tworzywa polimerowe), ziarniaków zbóż konsumpcyjnych i energetycznych, surowców biologicznych, granulowanych materiałów niejednorodnych i polimerowych, sypkich.

Z analizy stanu wiedzy oraz szczegółowej analizy stanu techniki wynika, że znane są w praktyce przemysłowej liczne rozwiązania konstrukcyjne maszyn do mielenia i rozdrabniania, także do granulowania materiałów biologicznych i mineralnych techniką wywołującą dekohezyjny w skutkach, złożony stan naprężeń, a przede wszystkim odkształceń w maszynowych procesach złożonych stanów zgniatania, ścierania, rozcierania, skrobienia, cięcia, mielenia, frezowania i strugania, itp. Klasyfikacja maszyny do grupy młynów lub rozdrabniaczy zależy od wymiaru produktu (poniżej 1 mm – mielenie, powyżej 1 mm rozdrabnianie), od rodzaju dominujących zjawisk rozdrabniania i mielonego wsadu. Powszechnie w praktyce przemysłowej maszyny nazywane są: młynami specjalnymi, śrutownikami, rozdrabniaczami, nawet kruszarkami korundowymi, mieszarkami, granulatorami, homogenizatorami. Mielenie, kruszenie, rozdrabnianie w tych przetwórczych maszynach następuje pod wpływem obciążeń roboczych obrotowego, liniowego ścinania na krawędziach otworów roboczych oraz wibracyjnego, dynamicznego kruszenia między-elementowego, kulami, mielnikami i powierzchniami płyt, tarcz, walców, korpusów, bijaków, bębnow roboczych jako efektu bezwładnego rozbijania krawędziami i powierzchniami wewnętrznymi wirujących otworów, powierzchniami kulowymi mielników powodujących zmienne w czasie przestrzenie i szczeliny, stanowiące narzędzia robocze wirujących zespołów roboczych wieloelementowych oraz nieruchomych narzędzi i zespołów.

Taki sposób współdziałania elementów roboczych, narzędzi rozdrabniających powoduje i wspomaga proces mielenia, homogenizacji, rozdrabniania trudnych w przetwarzaniu surowców, m.in.: surowców spożywczych, pasz, karm; materiałów roślinnych (np.: ziarna, żdźbła zbóż, itp. materiałów uziarnionych, również mineralnych); próbek dla przemysłu farmaceutycznego (tabletki, kapsułki, czopki, surowce i materiały opakowaniowe); tworzyw polimerowych, gumy, kauczuku, silikonów, teflonu; materiałów włókienniczych, tkanin, bawełny, waty; drewna, węgla, wosku, parafin, żywic, klejów, farb; szlamu, mułu, odpadów komunalnych (polietylenu, polipropylenu, folii, laminatów, itp.). Zarys powierzchniokształtowy z licznymi i poszczególnymi krawędziami rozdrabniającymi narzędzi roboczych wprowadzony w ruch roboczy obrotowy, względem stałej osi obrotu i względem przeciwostrzy w postaci zmyślnie ukształtowanych elementów statycznych, wykonanych i osadzonych na powierzchniach wewnątrzkomorowych, walcowych, nieobrotowych, na skutek obciążeń roboczych powodują efekt dekohezji, podziału, kruszenia, mielenia i rozdrabniania materiału wsadowego. Ostrza narzędzi rozdrabniających, skrawających posiadają różne postacie linii prostoliniowych, krzywoliniowych, kształtowych i są roboczo aktywne na jednej, lub kilku krawędziach jednocześnie. Wskutek oddziaływania ostrzy, krawędzi narzędzi, powierzchni roboczych cylindrycznych i kulistych surowiec, materiał lub tworzywo wsadowe jest ścinane, rozcierane, kruszone na kawałki i po przejściu przez przestrzeń mielącą odprowadzane jest bezpośrednio do zasobnika produktu rozdrabniania (mogą to być: rynny, szuflady, worki, cyklon, kontener lub inne pojemniki). Młyny do wspomnianych materiałów, celów i procesów opisano w wielu pracach naukowych: Macko M.: Metoda doboru rozdrabniaczy wielokrawędziowych do przeróbki materiałów polimerowych, Wydawnictwa Uczelniane UKW, Bydgoszcz 2011, Flizikowski J.: Konstrukcja rozdrabniaczy żywności. Wyd. Ucz. ATR (UTP) w Bydgoszczy 2005; Flizikowski J.: Micro- and Nano energy grinding. PANSTAFORD, Singapore 2011, A. Tomporowski: Podstawy rozdrabniania alternatywnych nośników energii, Wydawnictwa Uczelniane UTP, Bydgoszcz, 2018 i innych.

Wadą znanych rozwiązań konstrukcyjnych młynów, rozdrabniaczy, kruszarek, rozcieraczy surowców biologicznych, minerałów, materiałów niejednorodnych i spienionych, poeksploatacyjnych, poprodukcyjnych, jest ich mała wydajność procesowa, przy dużym zapotrzebowaniu mocy, czyli wysokiej jednostkowej energochłonności i znacznym, eksploatacyjnym zużyciu elementów roboczych maszyny. Mankamentem jest również towarzyszące procesowi mielenia wydzielanie się znacznych ilości ciepła, powstawanie wysokiej temperatury w miejscu podziału, konieczność częstej wymiany narzędzi lub ich elementów, również o złożonej postaci i znacznych wymiarach oraz nierównomierność procesu – mająca wpływ na obniżenie trwałości elementów roboczych i wymiary produktu rozdrabniania. Wynika to z faktu, że pod wpływem impulsowych oddziaływań narzędzi roboczych: krawędzi, płaszczyzn, zębów, noży z materiałem rozdrabnianym, następuje rozproszenie materii i energii na drodze dochodzenia do

punktu podziału, co wiąże się z nierównomiernymi obciążeniami silnika napędowego, krawędzi skrawających, a materiał ma złożony stopień rozdrobnienia. Charakter obciążenia dekohezyjnego, mielącego, do miejscowej propagacji pęknięć, podziałów, szczelin będących inicjatorami rozdrabniania wsadu, powoduje z racji impulsowego przebiegu: istotne zwiększenie ilości traconej energii, a w konsekwencji nierównomierność postaci geometrycznej i blokowanie przepływu produktu, spadek wydajności bardzo drobnego produktu, nadmierne jednostkowe zużycie energii, a przede wszystkim zużywanie i konieczność wymiany dużych zespołów roboczych w postaci tarcz i walców (bębnów).

Celem rozwiązania według wynalazku jest usunięcie znanych wad i niedogodności poprzez zaprojektowanie urządzenia o nowej trójtarczowej konstrukcji zespołu rozdrabniająco-mielącego młyna, wyposażonego w wirującą, wielootworową tarczę roboczą, z zachowaniem szczelin roboczych umożliwiających funkcję transportu wewnątrzkomorowego materiału mielonego od gardzieli zasilającej ku kanałowi odprowadzającego produkt finalny, nadającego się idealnie do precyzyjnego mielenia materiałów drobno uziarnionych, biologicznych mineralnych i syntetycznych; próbek dla przemysłu chemicznego i farmaceutycznego (tabletki, kapsułki, surowce i tworzywa polimerowe), ziarniaków zbóż paszowych, surowców biologicznych, granulowanych materiałów niejednorodnych i polimerowych, sypkich minerałów.

Ponadto takie ukształtowanie otworowo-kulowej przestrzeni międzyczarczowej powoduje skuteczne rozdrabnianie na krawędziach otworów, ściskanie między kulami i powierzchnią tarcz oraz otworów, jak również między samymi kulami i ułatwia przyspieszanie odśrodkowe do osi obrotu na zewnątrz tarcz w taki sposób, że wraz z wirującymi krawędziami roboczymi otworów, zewnętrznymi sferami kul i nieruchomymi powierzchniami roboczych tarcz stałych, górnej i dolnej, stanowią naprzemiennie liczne pary intensywnie rozdrabniające. Takie wzajemne rozmieszczenie, aktywnych powierzchni w przestrzeniach roboczych, w tym co najmniej dwóch kulek w otworze, i ostrych krawędzi rozdrabniających oraz bocznych powierzchni licznych otworów zapewnia ciągły, wzajemny kontakt materiału wsadowego z licznymi wirującymi i stałymi elementami rozdrabniających powierzchni płaskich, kulistych oraz ostrymi otworowymi, krawędziami narzędzi mielących, powodując równomierne rozcinanie, rozgniatanie i rozcieranie oraz udarowe kruszenie i skuteczne przemieszczanie się między nimi wsadu. Wirująca płaska konstrukcja tarczy wielootworowej wspomaga wejście i w dalszym ciągu wpychanie wsadu mielonego w przestrzeń roboczą a siła odśrodkowa wspomaga dodatkowo szybkie i skuteczne dojście do krawędzi tnących otworów roboczych, przy czym osadzone w nich kule, mielniki na skutek drgań w ruchu obrotowym i dynamiki wzajemnych zderzeń generują skuteczne obciążenia i efekt mielenia a następnie wyjście produktu poza komorę roboczą młyna, oczywiście po osiągnięciu pożądanego wymiaru produktu.

Konstrukcja zespołu mielącego młyna ma zwartą budowę i charakteryzuje się dużym bezpieczeństwem dla obsługującego, wysokim poziomem efektywności energetycznej i ekologiczną oraz wysoką skutecznością działania. Celowo wywołane zjawiska i procesy par kul w otworowej, kształtowej, tarczowej przestrzeni roboczej młyna tarczowo-kulowego, wpływają na zwiększenie wydajności i zmniejszenie zapotrzebowania mocy w procesie. Zmyślnie skonstruowane elementy robocze, pary rozdrabniające w licznych przestrzeniach otworowych wpływają na obniżenie jednostkowego zużycia energii z jednoczesnym wyeliminowaniem nadmiernego zużywania się elementów roboczych.

Istotą konstrukcji młyna kulowo-otworowego jest roboczy zespół mielący który stanowi wirująca tarcza, oraz dwie tarcze stałe górna – nad wirującą i dolna pod wirującą tarczą. Wirująca, wielootworowa tarcza robocza z luźno i swobodnie osadzonymi w jej przestrzeni otworowej parami kul roboczych, mielników, w ilości co najmniej dwie kule w każdym otworze, gwarantuje dynamiczne obciążenia udarowe, cienne i złożone stany obciążeń, mielonego wsadu, skuteczne oddziaływanie tych elementów rozdrabniających na materiał mielony. Wszystkie trzy tarcze robocze osadzone są współosiowo zapewniając tym zwartą budowę komory roboczej maszyny. Tak skonstruowana procesowa przestrzeń robocza młyna służy również do odśrodkowego transportu, mieszania, wciskania, a przede wszystkim mielenia, poprzez wywoływany w mielonym materiale złożony stan naprężeń, powodujący dzielenie ziarnowych surowców biologicznych, kawałkowych materiałów niejednorodnych i wielotworzywowych, mineralnych. Powierzchniowe szczeliny robocze międzyczarczowe, górna i dolna, stanowią odległość, przestrzeń ruchową, promieniową płaskimi powierzchniami tarcz roboczych, stanowią przestrzenie, szczeliny i odległości robocze, mające wpływ na stopień rozdrobnienia oraz inne charakterystyki użytkowe procesu, a przestrzeń pomiędzy powierzchniami tarcz roboczych stanowi istotę skutecznego odkształcania, mielenia i rozdrabniania wsadu, jednocześnie daje możliwość szybkiej i łatwej wymiany elementów roboczych po eksploatacyjnym zużyciu.

Wielootworowy młyn tarczowo-kulowy, ma korpus, który posadowiony jest na stopach antywibracyjnych i składa się z silnika z falownikiem, który połączony jest za pomocą sprzęgła i przekładni mechanicznej, z wałem głównym, na końcu którego zamocowana jest obrotowa, wielootworowa tarcza robocza, stanowiąca zespół mielący, która ma osadzone luźno i swobodnie w każdym otworze co najmniej dwie kule robocze, przy czym tarcza robocza wielootworowa, osadzona jest ze szczeliną pomiędzy dolną tarczą stałą, oraz szczeliną, pomiędzy górną tarczą stałą. Szczeliny robocze stanowią przestrzenie międzypowierzchni roboczych ruchomej tarczy wielootworowej, przy czym pomiędzy szczelinami roboczymi usytuowane są tulejki dystansowe przeznaczone do regulacji szerokości szczeliny roboczej (górnej).

Zaletą techniczną zaproponowanego wielootworowego młyna tarczowo-kulowego jest to, że ruch obrotowy tarczy roboczej wraz z otworami rozdrabniającymi i ruch obrotowo-drgający kul, mielników w otworach jako głównych elementów roboczych, w stanie ruchu procesowego, zapewniają równomierny proces zasilania, zagęszczania, udarowego ściskania surowca na powierzchniach mielenia, gwarantując jednocześnie łagodne przebiegi ich odkształceń i przemieszczeń. Zjawiska te, w porównaniu ze znanymi rozwiązaniami, wpływają pozytywnie na zwiększenie wydajności, zmniejszenie zużycia energii, poprawę sprawności procesu rozdrabniania. Istotną zaletą młyna w porównaniu z innymi, dotychczasowymi rozwiązaniami jest duża odporność urządzenia na ewentualne uszkodzenia części roboczych, a w konsekwencji wysoka trwałość eksploatacyjna, co jest związane ze zjawiskiem przedostania się do wsadu, surowca, tworzywa rozdrabnianego elementów metalowych (np. fragmentów części lub zlepy tłustej lub wilgotnej biomasy, zlepy tworzyw polimerowych). Dzięki stosunkowo niskiej prędkości obrotowej tarczy wielootworowej, młyn tarczowo-kulowy charakteryzuje się cichobieżnością oraz wysoką, procesową skutecznością mielenia. Wywoływane przez ruch obrotowy tarczy roboczej turbulencje i zmyślne rozmieszczenie otworów a w nich kul roboczych, zapewniające i wywołujące ich drgania vibracyjne, ułatwia proces dzielenia cząstek wsadu, chłodzenia, suszenia, ograniczenie nagrzewania wsadu i łatwiejsze wyjście produktu z przestrzeni rozdrabniania. Mielenie następuje w jednym przejściu surowca przez komorę roboczą młyna co zdecydowanie skraca czasochłonność procesu.

Rozwiązanie według wynalazku może znaleźć szerokie zastosowanie w mikro- rozdrabnianiu, mechanicznym przetwórstwie biomasy energetycznej, przetwórstwie i przygotowaniu do energetycznego wykorzystania węgla kamiennego i brunatnego w farmacji, przemyśle rolno-spożywczym, również recyklingu tworzyw polimerowych.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładowym wykonaniu na rysunku schematycznym, na którym

fig. 1, przedstawia przekrój pionowy młyna w widoku „z boku” na otwartą przestrzeń roboczą, z powiększeniem szczegółu konstrukcyjnego A, przedstawiającego rozmieszczenie elementów roboczych oraz szczelin roboczych, górnej i dolnej,

fig. 2 przedstawia przekrój poziomy młyna w widoku z góry z powiększeniem szczegółu konstrukcyjnego B, przedstawiającego rozmieszczenie kul roboczych.

Wielootworowy młyn tarczowo-kulowy składa się z silnika 4 elektrycznego, napędowego, sterowanego parametrami prądowymi poprzez falownik 3, z którego moment i ruch obrotowy za pomocą sprzęgła 5, i przekładni mechanicznej 6, przenoszony jest na ułożyskowany wał główny 7, na końcu którego zamontowana jest tarcza robocza wielootworowa 14, gdzie w każdym jej otworze umieszczono co najmniej dwie kule robocze 11, mielące, a tarcza robocza wielootworowa 14 osadzona jest ze szczeliną pomiędzy dolną tarczą stałą 8, z zachowaniem szczeliny roboczej S1, a górną tarczą stałą 10, spełniającą jednocześnie rolę korpusu, obudowy, co czyni maszyną kompaktowo zamkniętą, z zachowaniem szczeliny roboczej S2. Dla zapewnienia pewnej uniwersalności, w zakresie stosowania, dla mielenia materiałów wsadowych o rozbieżnej gramaturze frakcji, szczelinę górną S2 można regulować poprzez zastosowanie innych długości tulejek dystansowych 9. Cała konstrukcja zamknięta jest w kompaktowej, zwartej obudowie, korpusie 2 i posadowiona na stopach antywibracyjnych 1. Na górnej zewnętrznej powierzchni tarczy stałej 10, umiejscowiona jest gardziel zasilająca z koszem zasypowym 12 i wewnętrzną kratą 13, oddzielającą wirujące elementy od dostępnej przestrzeni pojemnika, z którego wsad przedostaje się do wnętrza komory roboczej, skąd dalej przejmowany jest przez wirującą tarczę wielootworową 14, z kulami roboczymi 11 i poddawany jest procesowi mielenia. Zmielony materiał opuszcza przestrzeń komory roboczej młyna poprzez kanał odprowadzający, np. przez cyklon 15 do pojemnika na zmielony produkt. Mielenie następuje w wyniku obrotowego przemieszczania się roboczych powierzchni i krawędzi otworów roboczych tarczy rozdrabniającej wielootworowej 14 a przede

wszystkim w wyniku ruchu obrotowo-drgającego kul, roboczych 11, usytuowanych w przestrzeni wewnętrznej otworów roboczych tarczy 14. Warunkiem konstrukcyjnym procesu mielenia i transportu roboczego odśrodkowego, międzYTarczowego, mielonego wsadu są szczeliny robocze międzYTarczowe: górna S2 i dolna S1.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wielootworowy młyn tarczowo-kulowy, **znamienny tym**, że ma korpus 2 posadowiony na stopach antywibracyjnych 1 i składa się z silnika 4 z falownikiem 3, który połączony jest za pomocą sprzęgła 5 i przekładni mechanicznej 6, z wałem głównym 7, na końcu którego zamocowana jest obrotowa, wielootworowa tarcza robocza 14, stanowiąca zespół mielący, która ma osadzone luźno i swobodnie w każdym otworze co najmniej dwie kule robocze 11, przy czym tarcza robocza wielootworowa 14, osadzona jest ze szczeliną S1 pomiędzy dolną tarczą stałą 8, oraz szczeliną S2, pomiędzy górną tarczą stałą 10.
2. Wielootworowy młyn tarczowo-kulowy, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szczeliny robocze S1 i S2, stanowią przestrzenie międzYTarczowe powierzchni roboczych ruchomej tarczy wielootworowej 14, przy czym pomiędzy szczelinami roboczymi S1 i S2 usytuowane są tulejki dystansowe 9.

Rysunki

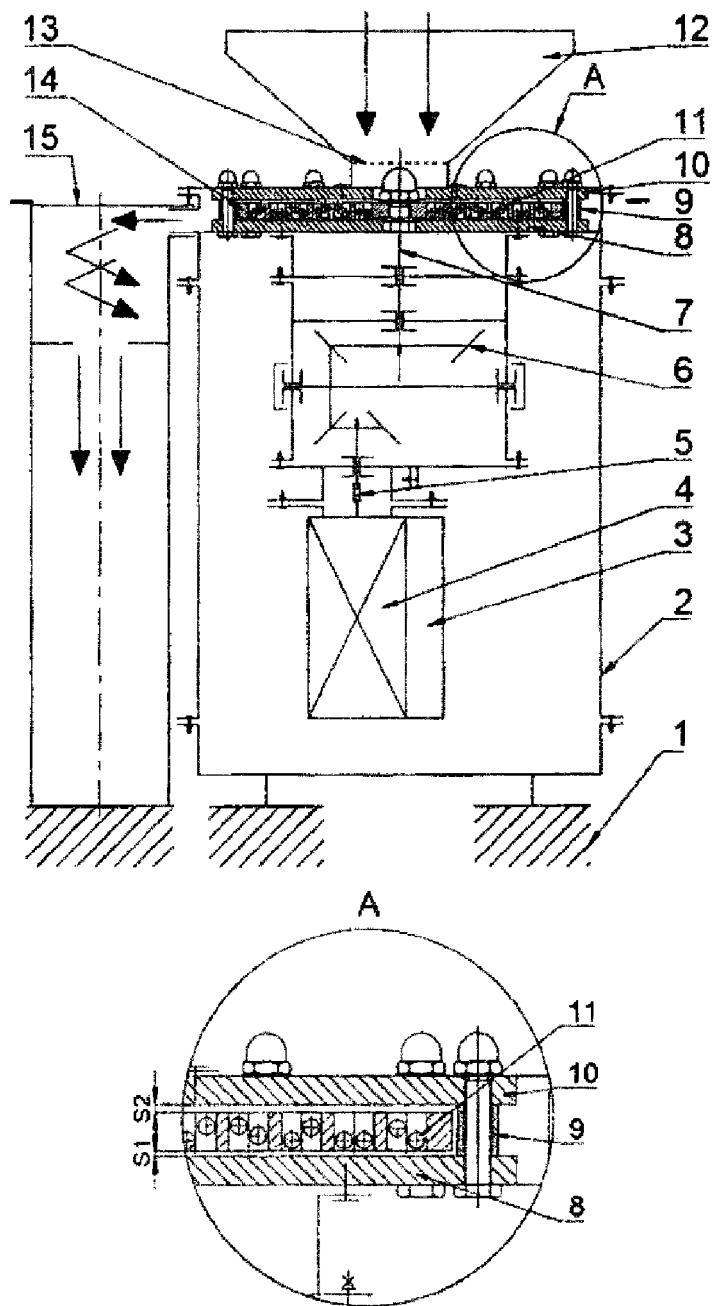


Fig. 1

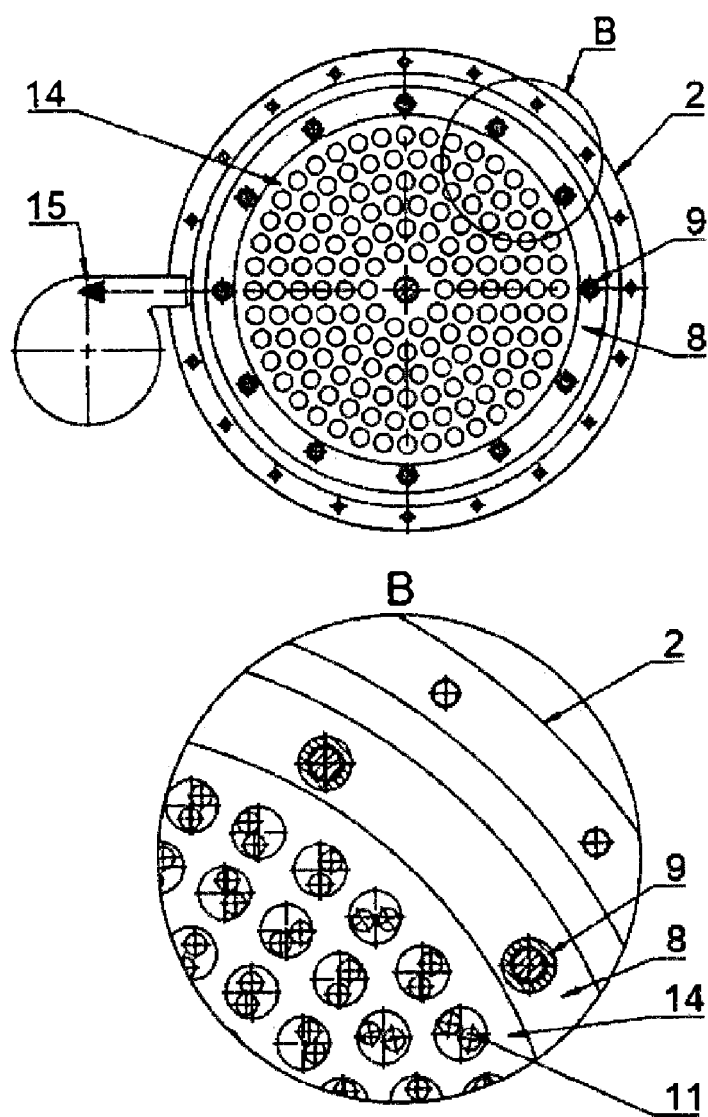


Fig. 2