

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244925 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **437508**

(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 15/08 (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**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Piotr Jankowski, Bydgoszcz, PL

(54) Tytuł:

Obiegowy młyn walcowy

PL 244925 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest młyn walcowy obiegowy, do precyzyjnego mielenia materiałów drobno uziarnionych, biologicznych mineralnych i syntetycznych; próbek dla przemysłu chemicznego i farmaceutycznego np. tabletki, kapsułki, surowce i tworzywa polimerowe, oraz ziarniaków zbóż spożywczych, paszowych i energetycznych, surowców biologicznych, granulowanych materiałów niejednorodnych i polimerowych, sypekich minerałów.

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

Z analizy stanu wiedzy oraz szczegółowej analizy stanu techniki wynika, że znane są w inżynierii maszynowego mielenia, praktyce przemysłowej liczne rozwiązania konstrukcyjne maszyn rozdrabniających, także do granulowania materiałów biologicznych i mineralnych techniką wywołującą dekohezję w skutkach, złożony stan naprężeń, a przede wszystkim odkształceń w maszynowych procesach elementarnego 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) i rodzaju 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 i trwałego odkształcania na krawędziach otworów lub innych elementów 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 współpracy elementów roboczych, narzędzi rozdrabniających powoduje i wspomaga proces mielenia, homogenizacji, rozdrabniania trudnych w przetwarzaniu surowców, m.in.: artykułów spożywczych, pasz, karm; materiałów roślinnych np.: ziarna, żdźbła zbóż, itp. materiału uziarnionego, 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 powierzchnio-kształtowy z licznymi i poszczególnymi krawędziami rozdrabniającymi narzędzi roboczych wprowadzony w ruch roboczy obrotowy, względem stałej osi obrotu i względem przeciwostczy 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 geometryczne, np. 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 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/powierzchni 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 traczonej 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 wynalazku jest usunięcie znanych wad i niedogodności poprzez zaprojektowanie urządzenia o nowej obiegającej w walcowo-tulejowej konstrukcji zespołu roboczego, mielącego młyna, wyposażonego w wirujący, wielobieźniowy wał roboczy, nieobrotowy wielobieźniowy bęben roboczy, pakiety obrotowo-drgające elementów regularnych, w postaci korzystnie kul, baryłek, wałeczków, walców, igieł roboczych, z zachowaniem zmiennych szczelin roboczych między bieżniami, umożliwiających funkcję obwodowo-osowego rozdrabniania, mieszania, transportu wewnątrzkomorowego materiału mielonego od gardzieli zasilającej ku kanałowi odprowadzającemu produkt finalny. Młyn służy do precyzyjnego mielenia materiałów drobno uziarnionych, biologicznych mineralnych i syntetycznych; próbek dla przemysłu chemicznego i farmaceutycznego (tabletki, kapsułki, surowce i tworzywa polimerowe), ziarniaków zbóż spożywczych, paszowych, energetycznych surowców biologicznych, granulowanych materiałów niejednorodnych i polimerowych, sypkich minerałów.

Ponadto, takie wzajemne ukształtowanie przestrzeni roboczych powoduje i ułatwia przyspieszanie odśrodkowe do obwiedni wewnętrznej tulei roboczej w taki sposób, że wraz z koszykami/pakietami wirującymi kształtowymi powierzchniami roboczymi kul, baryłek, wałeczków, walców, igieł, mielników i bieźni obwodowo-walcowych i nieruchomych powierzchni roboczych nieobrotowej tulei stanowią naprzemiennie pary rozdrabniająco-mielące. Takie wzajemnie rozmieszczenie, płaszczyzn i przestrzeni roboczych, zapewnia ciągły, wzajemny kontakt materiału wsadowego z licznymi wirującymi i stałymi elementami powierzchni płaskich, kulistych narzędzi mielących, powodując równomierne rozcinanie, rozgniatanie i rozcieranie oraz kruszenie i skuteczne przemieszczanie się między nimi wsadu. Wirujące koszyki, pakiety kul, baryłek, wałeczków, walców, igieł roboczych wspomagają wejście i w dalszym ciągu wciąganie mielonego wsadu w przestrzeń roboczą a siła odśrodkowa wspomaga dodatkowo szybkie i skuteczne mielenie pomiędzy powierzchniami kul, baryłek, wałeczków, walców, igieł a powierzchniami bieźni roboczych wału i tulei, ponadto mielniki na skutek drgań w ruchu obrotowym i dynamiki wzajemnych kontaktów generują skuteczne obciążenia i efekt mielenia a następnie wyjście produktu poza komorę roboczą młyna, oczywiście po osiągnięciu pożądanego wymiaru produktu. Zaproponowana konstrukcja zespołu mielącego przy swojej zwartej budowie charakteryzuje się dużym bezpieczeństwem dla obsługującego, efektywnością energetyczną i ekologiczną oraz skutecznością działania. Celowo wywołane zjawiska i procesy par elementów roboczych postaci korzystnie kul, baryłek, wałeczków, walców, igieł oraz powierzchni zewnętrznej wału, wewnętrznej bębna w przestrzeni roboczej młyna walcowego obiegowego, wpływają na zwiększenie wydajności procesu. Zmyślnie skonstruowane elementy robocze, pary rozdrabniające w licznych kontaktach powierzchniowych elementów regularnych, np. kulowych, baryłkowych, wałeczkowych, walcowych, igłowych i innych wpływają na obniżenie jednostkowego zużycia energii z jednoczesnym wyeliminowaniem nadmiernego zużywania się elementów roboczych.

Istota konstrukcji młyna walcowego obiegowego, polega na tym, że roboczy zespół mielący stanowią: wirujący wielobieźniowy wał, nieobrotowy wielobieźniowy bęben oraz koszyki/pakiety robocze – mielące, w postaci korzystnie kul, baryłek, wałeczków, walców, igieł roboczych, obrotowo osadzonych w koszykach umożliwiających ich ruch obrotowy, co umożliwia dynamiczne obciążenia udarowe, cierne i złożone stany obciążeń, oraz skuteczne oddziaływanie elementów rozdrabniających na materiał mielony. Walcowo-obiegowa konstrukcja młyna zapewnia zwartą budowę komory roboczej. Tak skonstruowana procesowa przestrzeń robocza młyna służy również do obwodowo-osowego transportu, mieszania, wciskania, a przede wszystkim mielenia, poprzez wywołany w mielonym materiale złożony stan naprężeń, powodujący dzielenie ziarnowych surowców biologicznych, kawałkowych materiałów niejednorodnych i wielotworzywowych, mineralnych. Powierzchniowe, kuliste szczeliny robocze, wewnętrzne

i zewnętrzne, stanowią przy odpowiednich odległościach elementów regularnych, powierzchni wewnętrznej bębna i zewnętrznej wału, obiegu przestrzeń ruchową, promieniowo-osiową komory roboczej, w tym szczeliny robocze, mające wpływ na stopień rozdrobnienia oraz inne charakterystyki użytkowe procesu. Przestrzenie pomiędzy powierzchniami par roboczych stanowią istotę skutecznego odkształcania, mielenia i rozdrabniania wsadu, a jednocześnie możliwość szybkiej i łatwej wymiany elementów roboczych po eksploatacyjnym zużyciu.

Młyn walcowy obiegowy, ma roboczy zespół mielący który stanowi obrotowy, ułożyskowany wał roboczy, który ma na powierzchni zagłębienia łukowe lub proste, stanowiące bieżnię dla kul roboczych i jednocześnie powierzchnię roboczą rozcierającą dla materiału mielonego, oraz ma bęben, którego górna wewnętrzna część poprzez sprężynowe regulatory, przylega do powierzchni kul roboczych, tworząc w dolnej części komory roboczej, szczelinę roboczą wewnętrzną, usytuowaną pomiędzy zewnętrzną powierzchnią wału roboczego, a powierzchnią kul roboczych, oraz szczelinę roboczą zewnętrzną, pomiędzy wewnętrzną powierzchnią bębna, a powierzchnią kul roboczych.

Zaletą techniczną młyna obiegowo-walcowego według wynalazku, jest to, że ruch obrotowy wału roboczego i poszczególnych elementów roboczych w postaci korzystnie kul, baryłek, wałeczków, walców, igieł roboczych, umożliwiają równomierny proces zasilania, zagęszczania, zaciskania 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 walcowego obiegowego, w porównaniu z innymi, dotychczasowymi rozwiązaniami jest duża odporność urządzenia na ewentualne uszkodzenia części roboczych, a w konsekwencji wysoka trwałość eksploatacyjna, co jest związane z wyeliminowaniem niebezpieczeństwa przedostania się do komory roboczej, surowca, rozdrabnianego np. fragmentów części lub zlepy tłustej lub wilgotnej biomasy, zlepy tworzyw polimerowych. Dzięki niskiej prędkości obrotowej wału, młyn walcowy obiegowy charakteryzuje się cichobieżnością oraz wysoką, procesową skutecznością mielenia. Wywoływane przez ruch obrotowy wału roboczego oscylacje i turbulencje, także zmyślne rozmieszczenie licznych regularnych elementów roboczych, w postaci korzystnie: kul, baryłek, wałeczków, walców, igieł ich całych koszyków/pakietów, spełniających rolę mielników, w obiegowym ruchu obrotowo-wibracyjnym, ułatwia proces dzielenia cząstek wsadu, jego chłodzenia, suszenia, ograniczenie nagrzewania i łatwiejsze wyjście produktu z przestrzeni rozdrabniania. Mielenie następuje w jednym przejściu surowca przez komorę roboczą młyna co zdecydowanie skraca czasochłonność procesu.

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

fig. 1 przedstawia młyn w przekroju pionowym, wzdłuż osiowym w widoku z boku, na otwartą przestrzeń roboczą,

fig. 2 przedstawia młyn w przekroju pionowym, poprzecznym w widoku od przodu.

Młyn walcowy obiegowy według wynalazku, składa się z silnika napędowego, elektrycznego 10, sterowanego poprzez falownik 11, z którego moment i ruch obrotowy za pomocą sprzęgła 12, i przekładni mechanicznej 13, przenoszony jest na ułożyskowany wał roboczy 3, który ma na powierzchni łukowe zagłębienia stanowiące bieżnię dla kul roboczych 4, a jednocześnie powierzchnię roboczą, rozcierającą dla materiału mielonego. Celem mielenia materiałów wsadowych o gramaturze i frakcji, bęben 5, dociskany jest w swej górnej wewnętrznej części za pomocą sprężynowych regulatorów 6, do powierzchni elementów roboczych w postaci kul roboczych 4, tworząc w dolnej części komory roboczej, szczelinę roboczą wewnętrzną S1, usytuowaną pomiędzy zewnętrzną powierzchnią wału roboczego 3, a powierzchnią kul roboczych 4, oraz szczelinę roboczą zewnętrzną S2, pomiędzy wewnętrzną powierzchnią bębna 5, a powierzchnią kul roboczych 4. Konstrukcja robocza młyna usytuowana jest w korpusie 7 i posadowiona na nogach 14, w którego górnej, zewnętrznej części usytuowana jest gardziel zasilająca z podajnikiem mechanicznym ślimakowym 8, oraz koszem zasypowym 9 z którego wsad kierowany jest do wnętrza komory roboczej, skąd w wyniku ruchu obrotowego wału roboczego 3, podajnika ślimakowego 8, oraz ruchu drgającego kul roboczych 4, materiał przemieszczany jest obwodowo i współosiowo, a następnie poddawany jest procesowi mielenia i wydany jest z komory roboczej poprzez kanał 2 do pojemnika 1. Mielenie surowca następuje w wyniku wzajemnego, obrotowego i liniowego przemieszczania się kul roboczych 4, po bieżniach zewnętrznych na wale roboczym 3, oraz po bieżniach wewnętrznych a przede wszystkim w wyniku obiegowego i obrotowo-drgającego ruchu

poszczególnych kul roboczych 4, usytuowanych w przestrzeni wewnętrznej komory mielenia. Warunkiem konstrukcyjnym zaistnienia właściwego i efektywnego procesu mieszania, mielenia i transportu roboczego współosiowego, są szczeliny robocze: wewnętrzna S1 i zewnętrzna S2.

Zastrzeżenie patentowe

1. Młyn walcowy obiegowy do sypkich i ziarnowych surowców biologicznych, kawałkowych produktów mineralnych, materiałów niejednorodnych i wielomateriałowych **znamienny tym**, że roboczy zespół mielący stanowi obrotowy ułożyskowany wał roboczy 3, który ma na powierzchni zagłębienia łukowe lub proste, stanowiące bieżnię dla poszczególnych pakietów kul roboczych 4 i jednocześnie powierzchnię roboczą dla materiału mielonego, oraz bęben 5, którego górna, wewnętrzna część za pomocą sprężynowych regulatorów 6, przylega do powierzchni kul roboczych 4, tworząc w dolnej części komory roboczej, szczelinę roboczą wewnętrzną S1, usytuowaną pomiędzy zewnętrzną powierzchnią wału roboczego 3, a powierzchnią kul roboczych 4, oraz szczelinę roboczą zewnętrzną S2, pomiędzy wewnętrzną powierzchnią bębna 5, a powierzchnią kul roboczych 4.

Rysunki

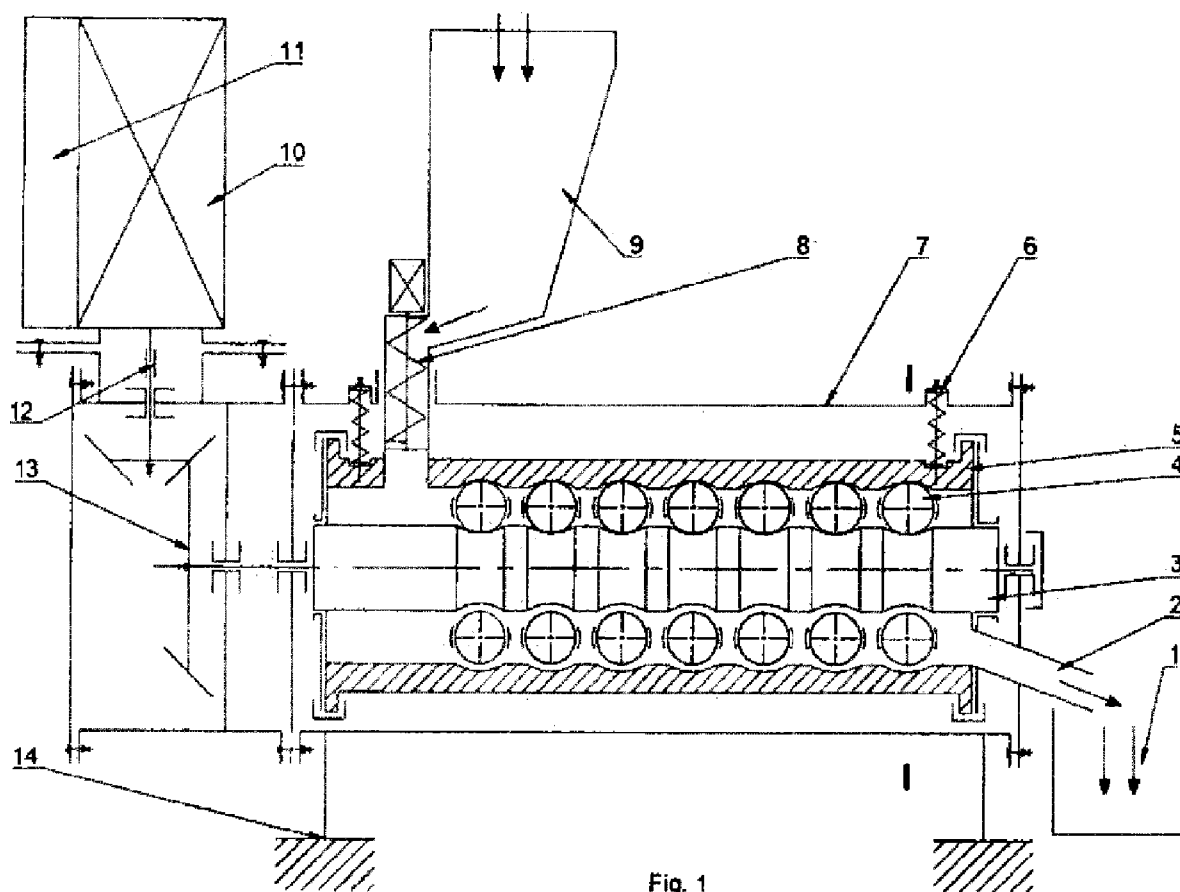


Fig. 1

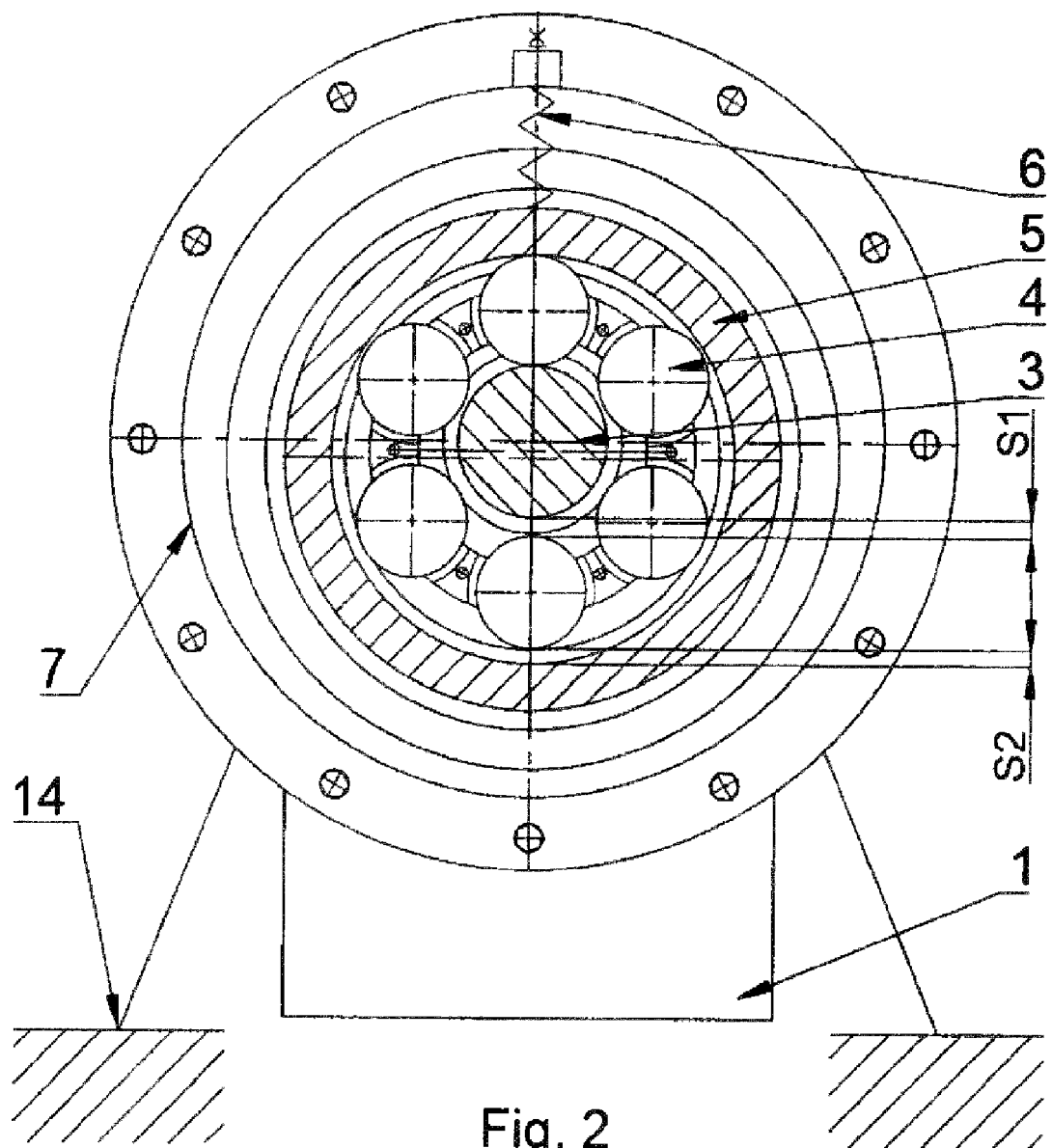


Fig. 2