

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245085 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **437507**

(22) Data zgłoszenia: **2021.03.30**

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

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.05.06 WUP 19/2024**

(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
ADAM MROZIŃSKI, Bydgoszcz, PL
IZABELA PIASECKA, Police, PL
MAREK MACKO, Bydgoszcz, PL**

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Piotr Jankowski, Bydgoszcz, PL

(54) Tytuł:

Bębnowy młyn kulowo-otworowy

PL 245085 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest bębnowy młyn kulowo-otworowy, przeznaczony do precyzyjnego mielenia materiałów drobno uziarnionych, biologicznych mineralnych i syntetycznych, próbek dla przemysłu chemicznego i farmaceutycznego (tabletki, kapsułki, surowce i tworzywa polimerowe), ziemiaków zbóż paszowych, surowców biologicznych, granulowanych materiałów niejednorodnych i polimerowych, sypkich minerałów.

Znane są 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 zgniatań, 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 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 międzyelementowego, kulami, mielnikami i powierzchniami walcowymi korpusów roboczych jako efektu bezwładnego rozbijania krawędziami i powierzchniami wewnętrznymi wirujących otworów, powierzchniami kulowymi mielników powodujących zmienne w czasie przestrzenie i szczeliny, stanowiące narzędzia robocze wirującego bębna wielootworowego oraz nieruchomych tulei zewnętrznych. 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, źdźbła 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 powierzchni-kształtowy z licznymi i poszczególnymi krawędziami rozdrabniającymi narzędzi roboczych wprowadzony w ruch roboczy obrotowy, względem stałej osi obrotu i względem przeciwostry 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 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 wynalazku jest usunięcie wad i niedogodności znanych rozwiązań poprzez konstrukcje bębnowego młyna kulowo-otworowego o trójbęnowej konstrukcji zespołu rozdrabniająco-mielącego młyna, wyposażonego w wirujący, wielootworowy bęben roboczy, z ukształtowaną na jego powierzchni zewnętrznej bieżnią spiralno-skrętną transportującą materiał mielony od gardzieli zasilającej do kanału którym odprowadzany jest produkt finalny.

Takie ukształtowanie powierzchni roboczej powoduje i ułatwia przyspieszanie styczne do obwiedni bębna w taki sposób, że wraz z powierzchniami roboczymi nieruchomych bębnowych zewnętrznego i wewnętrznego, stanowią naprzemiennie pary rozdrabniające od strony zewnętrznej do wewnętrznej. Kierunek obrotów bębna roboczego jest zgodny z kierunkiem zwojów bieżni spiralno-skrętnej, co zapewnia stałe, równomierne wciąganie materiału rozdrabnianego w głąb przestrzeni roboczej młyna. Takie wzajemnie rozmieszczenie, płaszczyzn roboczych, w tym co najmniej dwóch kulek usytuowanych w otworach bębna roboczego i krawędzi rozdrabniających, zapewnia ciągły, wzajemny kontakt materiału wsadowego z wirującymi i stałymi elementami powierzchni płaskich, kulistych, stożkowych i innych oraz ostrzami otworowymi, krawędziami narzędzi mielących, powodując równomierne rozcinanie, rozgniatanie i rozcieranie oraz kruszenie i skuteczne przemieszczanie się między nimi wsadu.

Ukształtowanie powierzchni zewnętrznej bębna roboczego, wielootworowego, wspomaga wejście i dalsze wciąganie wsadu mielonego w przestrzeń roboczą, a siła odśrodkowa wspomaga szybkie i skuteczne dojście materiału do krawędzi tnących otworów roboczych, zaś osadzone w nich kule, na skutek drgań w ruchu obrotowym i dynamiki wzajemnych zderzeń generują skuteczne obciążenia i w efekcie powodują zmielenie a następnie wyjście produktu poza komorę roboczą młyna.

Istotą konstrukcji młyna kulowo-otworowego jest konstrukcja w postaci trzech bębnowych usytuowanych współosiowo jeden w drugim, w tym bębna zewnętrznego stanowiącego jednocześnie korpus młyna, bębna wewnętrznego, oraz usytuowanego pomiędzy nimi ruchomego bębna roboczego. Zespół mielący młyna stanowi ruchomy, obrotowy, bęben roboczy, który ma na całej powierzchni zewnętrznej skrętno-spiralną bieżnię, oraz ma usytuowanych pomiędzy bieżniami szereg otworów w których osadzone są pary kul, w ilości co najmniej dwie kule w każdym otworze, zaś mielenie materiału następuje w wyniku obrotowego ruchu bębna roboczego, gdzie w wyniku ruchu obrotowo-drgającego kul luźno osadzonych w przestrzeniach otworów rozdrabniających, następuje skuteczne mielenie materiału, dodatkowo intensyfikowane przemieszczaniem się materiału krawędziami brzegowymi trajektorii bieżni spiralno-skrętnej na bębnie roboczym, zaś pomiędzy powierzchniami bębnowych: ruchomego-roboczego i bębnowych stałych – wewnętrznego i zewnętrznego, utworzone są szczeliny robocze S1 i S2, przy czym wartość kąta wzniosu bieżni spiralno-skrętnej do podstawy bębna wynosi 25–70°.

Bębny zewnętrzny i wewnętrzny, osadzone współosiowo, zapewniają zwartą konstrukcję komory roboczej, zaś usytuowany pomiędzy nimi bęben roboczy z usytuowaną na całej powierzchni zewnętrznej, obwodowo, skrętno-spiralną bieżnią oraz otworami realizuje mielenie i rozdrabnianie oraz transport mielonego materiału. Obwodowe szczeliny robocze pomiędzy bębnami – zewnętrzną i wewnętrzną, stanowią odległość, przestrzeń ruchową, promieniową i osiową pomiędzy walcowymi powierzchniami bębnowych, stanowiąc szczeliny robocze, mające wpływ na stopień rozdrobnienia oraz inne charakterystyki użytkowe procesu. Przestrzeń pomiędzy powierzchniami bębnowych, stanowi istotę skutecznego mielenia i rozdrabniania wsadu, a jednocześnie umożliwia szybką i łatwą wymianę elementów roboczych.

Zaletą młyna kulowo-otworowego jest to, że ruch obrotowy bębna roboczego oraz ukształtowanie jego powierzchni zewnętrznej jak i ruch obrotowo-drgający kul w otworach, jako głównych elementów roboczych młyna, zapewnia równomierny proces zasilania, zagęszczania, zaciskania surowca na powierzchniach mielenia, zapewniając jednocześnie łagodne przebiegi ich odkształceń i przemieszczeń. Zjawiska te, w porównaniu ze znanymi rozwiązaniami, wpływają pozytywnie na zwiększenie wydajności, zmniejszenie zużycia energii oraz poprawę sprawności procesu rozdrabniania.

Zaletą młyna jest odporność na uszkodzenia części roboczych, a w konsekwencji wysoka trwałość eksploatacyjna, co jest związane z niebezpieczeństwem przedostania się do wsadu, elementów metalowych np. fragmentów części lub zlepy tłustej lub wilgotnej biomasy, zlepy tworzyw polimerowych.

Dzięki niskiej prędkości obrotowej bębna roboczego, młyn kulowo-otworowy charakteryzuje się cichobieżnością oraz wysoką, procesową skutecznością mielenia. Wywoływane przez ruch obrotowy i kształt skrzętno-spiralnych bieżni bębna roboczego turbulencje i drgania wibracyjne mielników, ułatwiają proces dzielenia cząstek wsadu, chłodzenia, suszenia, ograniczają nagrzewanie wsadu i ułatwiają wyjście produktu z przestrzeni rozdrabniania. Mielenie następuje w jednym przejściu surowca przez komorę roboczą młyna co zdecydowanie skraca czasochłonność procesu.

Konstrukcja zespołu mielącego ma zwartą budowę i charakteryzuje się bezpieczeństwem użytkownika, efektywnością energetyczną i ekologiczną oraz skutecznością działania i wydajnością procesu. Powierzchnie robocze par rozdrabniających w przestrzeniach otworowych, wpływają na obniżenie zużycia energii oraz zwiększają żywotność elementów roboczych.

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

Przedmiot wynalazku, w przykładowym wykonaniu, przedstawiony został na rysunku schematycznym, na którym:

- fig. 1 przedstawia przekrój pionowy młyna w widoku na otwartą przestrzeń roboczą,
- fig. 2 młyn w przekroju pionowym,
- fig. 3 powiększenie A – szczegółu konstrukcyjnego szczeliny roboczej,
- fig. 4 bęben roboczy w widoku z boku,
- fig. 5 powiększenie B – szczegółu konstrukcyjnego bębna roboczego, przedstawiającego trajektorię bieżni skrzętno-spiralnej.

Młyn według wynalazku przedstawiono bliżej w przykładzie wykonania i działania. Młyn napędzany jest za pomocą silnika elektrycznego 8, sterowanego poprzez falownik 9, z którego moment i ruch obrotowy za pomocą sprzęgła 10 i przekładni mechanicznej 11, przenoszony jest na ułożyskowany wał główny 12, na końcu którego zamontowany jest bęben roboczy 5, na powierzchni którego usytuowanych jest szereg otworów 14, przy czym w każdym otworze 14, usytuowane są co najmniej dwie kule 6. Bęben roboczy 5, osadzony jest luźno pomiędzy bębnami zewnętrznym 3 i bębniem wewnętrznym 4, z zachowaniem szczeliny roboczej S1, na zewnętrznej powierzchni bębna 4 oraz z zachowaniem szczeliny roboczej S2, na wewnętrznej powierzchni bębna 3. W części górnej bębna zewnętrznego 3, usytuowana jest gardziel zasilająca 7, z której wsad przedostaje się w głąb, do wnętrza komory roboczej, wprost na obracający się bęben roboczy 5, gdzie jest mielony w wyniku obrotowego przemieszczania się powierzchni walcowych oraz powierzchni otworowych bębna roboczego 5, oraz w wyniku ruchu obrotowo-drgającego kul 6, usytuowanych w otworach 14 bębna roboczego 5, a następnie zmielony materiał, usuwany jest z przestrzeni roboczej, przez kanał odprowadzający 2, do pojemnika 1. W części dolnej młyn osadzony jest na stopach antywibracyjnych 13.

Warunkiem konstrukcyjnym zaistnienia procesu mielenia i transportu roboczego, wewnątrzkomorowego, mielonego wsadu są dwie szczeliny robocze między-bębnowe: zewnętrzna S2 i wewnętrzna S1, oraz skrzętno-spiralne bieżnie 15 na zewnętrznej, walcowej powierzchni bębna 5, o kącie wzniosu linii śrubowej 25–70°.

Zastrzeżenie patentowe

1. Bębnowy młyn kulowo-otworowy, **znamienny tym**, że roboczy zespół mielący stanowi obrotowy bęben roboczy 5, który osadzony jest pomiędzy bębnami zewnętrznym 3 i bębniem wewnętrznym 4, z zachowaniem szczeliny roboczej S1, na zewnętrznej powierzchni bębna 4 oraz z zachowaniem szczeliny roboczej S2, na wewnętrznej powierzchni bębna 3, przy czym bęben roboczy 5, ma na całej powierzchni skrzętno-spiralne bieżnie, przy czym wartość kąta wzniosu bieżni spiralno-skrętnej do podstawy bębna roboczego 5, wynosi 25–70°, zaś w przestrzeniach pomiędzy bieżniami 15 usytuowanych jest szereg otworów 14 w których osadzone są swobodnie kule 6, w ilości co najmniej dwie kule w każdym otworze.

Rysunki

Fig.1

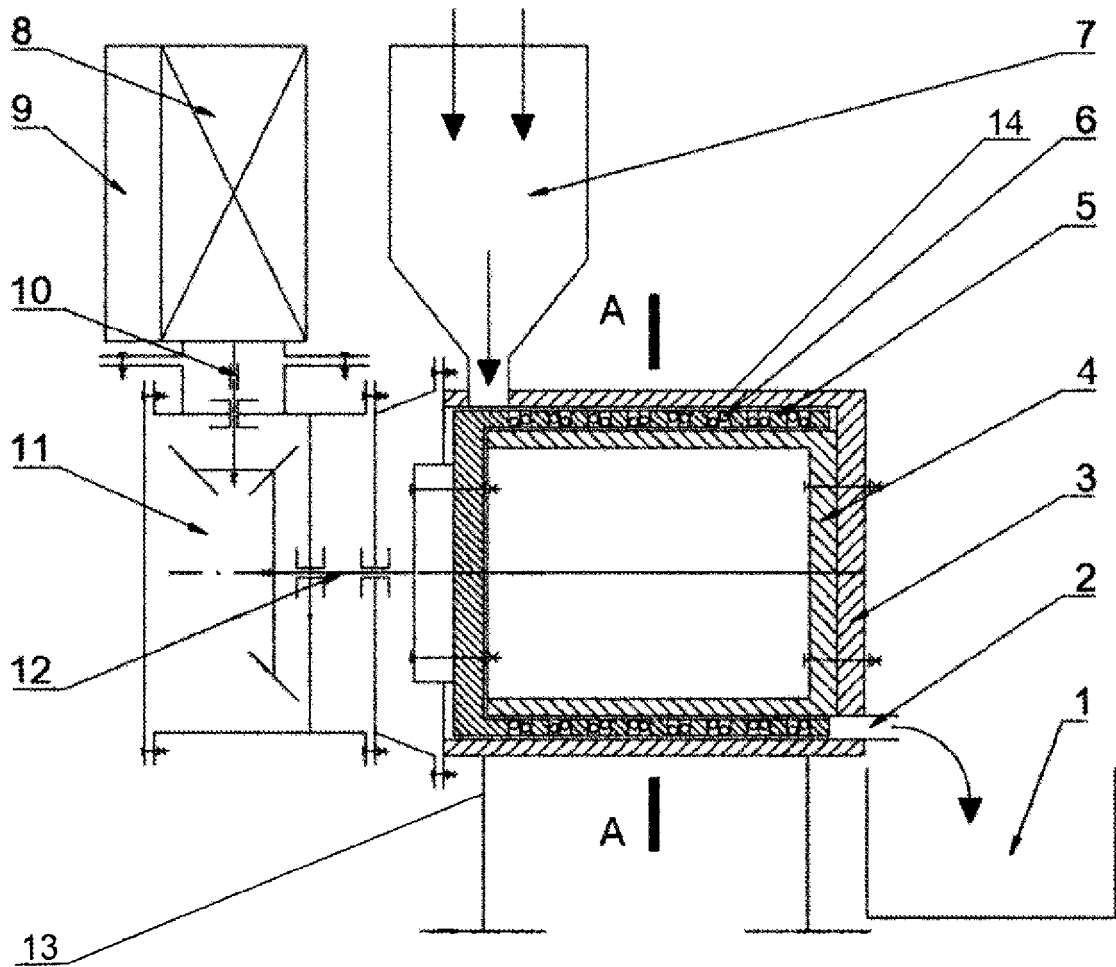


Fig.2

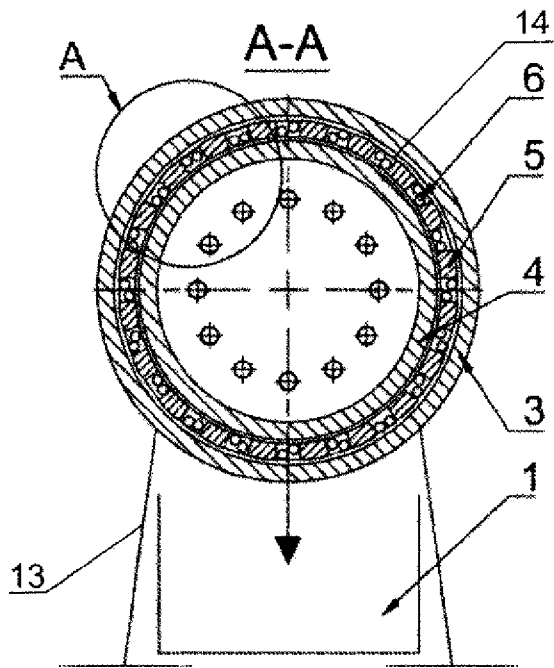


Fig.3

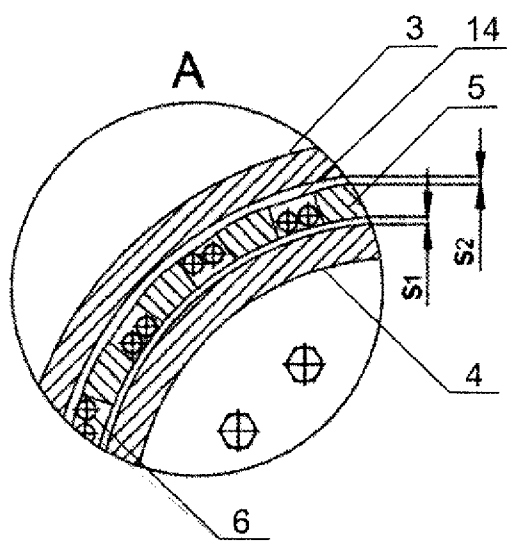


Fig.4

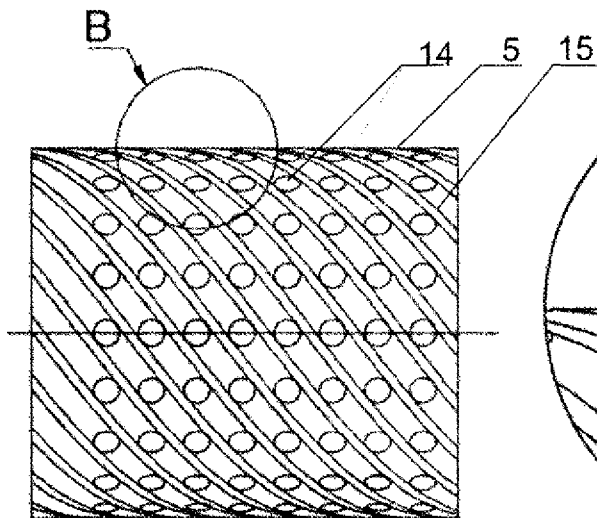


Fig.5

