

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **221397**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **397298**

(51) Int.Cl.  
**B02C 25/00 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **09.12.2011**

---

(54) **Zespół napędowy i sterujący wielotarczowego wielootworowego rozdrabniacza materiałów kawałkowych**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**10.06.2013 BUP 12/13**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**29.04.2016 WUP 04/16**

(73) Uprawniony z patentu:

**UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-  
-PRZYRODNICZY IM. JANA I JĘDRZEJA  
ŚNIADECKICH W BYDGOSZCZY,  
Bydgoszcz, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JÓZEF FLIZIKOWSKI, Bydgoszcz, PL  
ANDRZEJ TOMPOROWSKI, Rynarzewo, PL  
ADAM MROZIŃSKI, Bydgoszcz, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzec. pat. Piotr Jankowski**

---

**PL 221397 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zespół napędowy i sterujący wielotarczowego, wielootworowego rozdrabniacza materiałów kawałkowych, np. ziaren biomasy, biologicznych surowców roślinnych, granulowanych materiałów niejednorodnych i polimerowych, kawałkowych minerałów, też materiałów zawierających duże ilości wody.

Rozwiązanie według wynalazku może znaleźć szerokie zastosowanie w mechanicznym przetwórstwie biomasy energetycznej, w farmacji, przemyśle rolno-spożywczym, czy też recyklingu tworzyw polimerowych.

Znane są liczne rozwiązania konstrukcyjne urządzeń do kruszenia, rozdrabniania, mielenia, granulowania precyzyjnego metodą suchego quasi-ścínania, w zawieszynie (tzw. koloidalnego), ściernia, rozcierania, skrobania, szlifowania, frezowania i strugania. Urządzenia te nazywane są najczęściej, zależnie od rodzaju rozdrabnianego materiału-surowca i wymiarów produktu: młynami specjalnymi, precyzyjnymi, koloidalnymi, korundowymi, mieszkarkami, homogenizatorami, granulatorami.

Kruszenie, rozdrabnianie i mielenie, w tych urządzeniach następuje pod wpływem nożycowego lub bezwładnego ścínania krawędziami igłowymi, nożowymi, bruzdowymi, otworowymi lub nierównościami stanowiącymi narzędzia robocze: tarcz, walców, stożków, bębnow przytwierdzonych wahlwie, rozłącznie, lub na stałe. Narzędzia robocze napędzane bezpośrednio lub pośrednio przez przekładnie z silników elektrycznych lub spalinowych, sterowane są najczęściej przez włączanie lub wyłączanie strumienia zasilania mocą napędową. Często ten rodzaj napędu, również dotyczy mielenia, homogenizacji, rozdrabniania „trudnych” surowców, czyli min.: dodatków do artykułów spożywczych, pasz, karm; materiałów roślinnych (ziarna, liście, nać, korzenie, łądygi, nasiona oleiste, źdźbła zbóż, bulwy roślin); 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, nakrętek i butelek PET, itp.). Liczne kryształki korundu i stalowe igły, noże, profilowane i gładkie obwiednie walców lub powierzchnie tarcz, talerzy z nożami wykonują ruch obrotowy względem stałej osi obrotu. Ostrza narzędzia skrawającego posiadają najczęściej postać liniową lub kołową – krzywoliniową płytek prostopadłościennych i są roboczo aktywne na jednej, lub kilku krawędziach. Wskutek oddziaływania ostrzy (krawędzi narzędzia) surowiec, materiał lub tworzywo wsadowe odcinane jest w kawałkach i przechodzi bezpośrednio lub pośrednio przez sito, do zasobnika produktu rozdrabniania (rynnny, szuflady, worka, cyklonu, kontenera i in.). Rozdrabniacze wspomnianych rodzajów opisano w książkach: Drzymała Z.: Badania i podstawy konstrukcji młynów specjalnych, PWN Warszawa 1992; Koch R., Noworyta A.: Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej. WNT Warszawa 1995; Sikora R.: Obróbka tworzyw wielkocząsteczkowych. Wyd. Żak – Warszawa 1996; Flizikowski J.: Rozdrabnianie tworzyw sztucznych, Wyd. Ucz, ATR (obecnie UTP) w Bydgoszczy 1998; Flizikowski I.: Konstrukcja rozdrabniaczy żywności. Wyd. Ucz. ATR (UTP) w Bydgoszczy 2005; Flizikowski J.: Micro- and Nano energy grinding, PANSTAFORD, Singapore 2011 i innych, A rozdrabniacze wielotarczowe znane są z opisów patentów RP m.in.: nr 140486: „Rozdrabniacz wielotarczowy zwłaszcza do materiałów ziarnistych” i nr 144566: „Rozdrabniacz zwłaszcza do materiałów ziarnistych”.

Wadą znanych rozwiązań konstrukcyjnych napędów rozdrabniaczy, rozcieraczy surowców biologicznych, materiałów niejednorodnych i wielotworzywowych poeksploatacyjnych jest brak sterowania wejściem mocy, masy w funkcji celu rozdrabniania, a przez to mała wydajność produktu, przy dużym zużyciu: energii i elementów maszyny; powstawanie wysokiej temperatury w miejscu podziału, konieczność częstej wymiany elementów skrawających (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 niesterowanych, impulsowych połączeń narzędzi roboczych: kryształów, igieł, 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 materiał.

Charakter obciążenia rozdrabniającego, prowadzącego do miejscowej dekohezji wsadu, powoduje z racji niesterowanego, impulsowego przebiegu zasilania układu energią i masą: 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 znanych wad i niedogodności poprzez zaprojektowanie urządzenia do napędu i sterowania wielotarczowego, wielootworowego rozdrabniacza materiałów kawałkowych, np. ziaren biomasy, biologicznych surowców roślinnych, granulowanych materiałów niejednorodnych i polimerowych, kawałkowych minerałów, jak również materiałów zawierających duże ilości wody; o nowej konstrukcji zespołu napędowego (pięciotarczowego rozdrabniacza wielootworowego, wielokrawędziowego) wyposażonego w połączenia ruchowe wałów i tulei, sprzęgła kształtowe, np. kłowe, oraz przekładnie pasowo-zębate z falownikami i silnikami asynchronicznymi – dla każdej tarczy; z systemem programowanego transportu i dozowania wsadu; w ten sposób tarcze charakteryzują się ruchem o kątach obrotu, prędkościach kątowych, takim, że krawędzie otworów przyspieszają tak, aby otwory z sąsiednich tarcz stanowiły naprzemiennie pary przestrzeni przepustowo-rozdrabniających na drodze od strony dozownika, podajnika (otwory robocze walcowe lub stożkowe) do urządzenia odbiorczego, zasobnika (gardzieli odprowadzenia materiału rozdrobnionego do kosza, kontenera odbiorczego).

Tarcze rozdrabniające z licznymi, specjalnie wykonanymi, celowo konstrukcyjnie rozmieszczonymi otworami, są tak zaprojektowane, napędzane i sterowane, że zapewniają ciągły, wzajemny kontakt licznych wirujących ostrzy, narzędzi skrawających (krawędzi otworów rozdrabniających), powodując równomierne rozcinanie i skuteczne przemieszczanie się między nimi wsadu. Odpowiednio ukształtowany i rozmieszczony otwór rozdrabniający, ruchy, prędkości oraz siły: wzdłużna i odśrodkowa wspomagają dodatkowo szybkiego i skutecznego dojście do krawędzi tnących, wyjście ukształtowanego geometrycznie (postaciowo, wymiarowo i tolerancyjnie) produktu poza zespół rozdrabniający, roboczy do kontenera odbiorczego.

Konstrukcja zespołu rozdrabniającego i napędowego, przy swojej zwartej budowie charakteryzuje się dużym bezpieczeństwem dla obsługującego, niską emisją hałasu, wysoką efektywnością energetyczną, ekologiczną i skutecznością działania.

Celowo wywołane zjawiska napędu i sterowania w roboczej przestrzeni międzycieczowej, wielokrawędziowego, wielootworowego kontaktu quasi-ścinającego maksymalizują: wydajności, równomierność, sprawność, stopień rozdrobnienia, natomiast minimalizują: zużycie oraz rozproszenie energii, zapotrzebowanie mocy i prędkości robocze. Tak zrealizowany napędy, sterowania i skonstruowane powierzchnie, pary tnące (quasi-ścinające) pozytywnie wpływają na eliminację przyczyn nadmiernej zapotrzebowania mocy oraz zużywania się elementów roboczych.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że roboczy, pięciotarczowy zespół rozdrabniający nowej generacji, napędzany i sterowany jest pięcioma silnikami elektrycznymi, trójfazowymi. Napęd z silników, zasilanych przez falowniki, przekazywany jest za pomocą indywidualnych przekładni na poszczególne wały, lite lub drażone (tuleje), obrotowe, na których, przez sprzęgła, rozłączne lub nierozłączne, zamocowane są tarcze robocze. W tarczach znajdują się otwory, których ruchy (prędkości, przyspieszenia) krawędzi – w połączeniu z ich odpowiednim ukształtowaniem i rozmieszczeniem – pełnią funkcję rozdrabniająco-przepustową. Tarcze rozdrabniające, umieszczone w korpusie roboczym urządzenia, mają jedną wspólną oś. Tak zaprojektowana, skonstruowana i działająca, procesowa przestrzeń robocza urządzenia służy do transportu, mieszania, a przede wszystkim rozdrabniania przez odpowiednio napędzane i sterowane ścinanie ziarnowych surowców biologicznych, kawałkowych materiałów niejednorodnych i wielotworzywowych. Szczelina powierzchniowa, międzycieczowa, jako odległość ruchowa, wzdłużna, osiowa między powierzchniami tarcz roboczych stanowi przestrzeń (szczelinę i odległości) roboczą mającą wpływ na stopień rozdrobnienia oraz inne charakterystyki użytkowe procesu, a odległość pomiędzy sąsiednimi parami powierzchni roboczych stanowi istotę skutecznego wielocięcia wsadu, częściowego a skutecznego odprowadzenia frakcji celowej, chłodzenia i jednocześnie możliwość szybkiej i łatwej wymiany elementów roboczych po zużyciu.

Przedmiot wynalazku, w przykładowym wykonaniu, przedstawiony jest na rysunku schematycznym na którym Fig. 1, przedstawia rozdrabniacz w widoku czołowym, zaś Fig. 2 schemat kinematyczny rozdrabniacza 5-cio tarczowego w przekroju pionowym na otwartą przestrzeń roboczą.

Zespół napędowy i sterujący wielotarczowego, wielootworowego rozdrabniacza materiałów kawałkowych, według wynalazku ma pięciotarczowy zespół tarcz rozdrabniacza 2, napędzany i sterowany pięcioma trójfazowymi silnikami elektrycznymi 1, oraz urządzenie falownikowe 8, sterujące silnikami 1, z których moment obrotowy i prędkość kątowa, za pomocą przekładni mechanicznych 3, przeno-

szone są poprzez wał główny na tarczach roboczych 2 rozdrabniacza 4, przeniesienie momentu obrotowego i prędkości kątowej do poszczególnych tarcz 2 rozdrabniacza 4 oraz dozownika ślimakowego 6 realizowane jest za pomocą indywidualnych urządzeń przemiennikowych sterujących silnikami elektrycznymi 1, falownikowego 8, i dozownika 6, zaś procesy rozdrabniania na krawędziach otworów wykonanych w tarczach 2 rozdrabniacza 4, realizowane są za pomocą indywidualnych przekładni mechanicznych 3, przez ruchowe połączenia rozłączne, lub nierozłączne, zaś materiał rozdrabniany z kosza zasypowego 5, przez dozownik 6, podawany jest do przestrzeni quasi-ścinającej a następnie do zbiornika gotowego produktu 7.

Zaletą techniczną wynalazku jest to, że indywidualne ruchy, prędkości i sterowanie elementów napędowych, zapewnia równomierny proces zasilania, zagęszczania, ścinania surowca na krawędziach oraz gwarantuje łagodne przebiegi ich odkształceń i przemieszczeń, a w konsekwencji skuteczne wydalanie z przestrzeni rozdrabniania. Zjawiska te, w porównaniu ze znanymi rozwiązaniami, wpływają na zwiększenie wydajności, zmniejszenie zużycia energii, poprawę sprawności procesu rozdrabniania. Istotną zaletą rozdrabniacza (w porównaniu z innymi dotychczasowymi rozwiązaniami) jest możliwość indywidualnego oddziaływania i płynnego sterowania podstawowymi parametrami procesu wielotarczowego rozdrabniania, mianowicie: prędkością liniową otworów i poszczególnych tarcz oraz różnicą prędkości kątowej między tarczami. Dzięki wprowadzeniu proponowanych rozwiązań konstrukcyjnych, napędowych uzyskuje się: podwyższenie średniej względnej sprawności rozdrabniania w przedziale od 17–31% w zależności od rozdrabnianego materiału, oraz usunięcie istotnej wady, tj. emisji hałasu o wysokim natężeniu, ograniczenie średnio (18–22) dB, Rozdrobnienie następuje w jednym przejściu surowca.

Rozwiązanie według wynalazku może znaleźć szerokie zastosowanie w mechanicznym przetwórstwie biomasy energetycznej, w farmacji, przemyśle rolno-spożywczym, czy też recyklingu tworzyw polimerowych.

### Zastrzeżenie patentowe

Zespół napędowy i sterujący wielotarczowego, wielootworowego rozdrabniacza materiałów kałkowych, produktów mineralnych, materiałów niejednorodnych i odpadów wielomateriałowych, **znamienny tym**, że ma pięciotarczowy zespół tarcz 2 rozdrabniacza 4, napędzany i sterowany pięcioma trójfazowymi silnikami elektrycznymi 1, oraz urządzenie falownikowe 8, sterujące silnikami 1, z których moment obrotowy i prędkość kątowa, za pomocą przekładni mechanicznych 3, przenoszone są poprzez wał główny na tarczach roboczych 2 rozdrabniacza 4, przeniesienie momentu obrotowego i prędkości kątowej do poszczególnych tarcz 2 rozdrabniacza 4 oraz dozownika ślimakowego 6 realizowane jest za pomocą indywidualnych urządzeń przemiennikowych sterujących silnikami elektrycznymi 1, falownikowego 8, i dozownika 6, zaś procesy rozdrabniania na krawędziach otworów wykonanych w tarczach 2 rozdrabniacza 4, realizowane są za pomocą indywidualnych przekładni mechanicznych 3, przez ruchowe połączenia rozłączne, lub nierozłączne, zaś materiał rozdrabniany z kosza zasypowego 5, przez dozownik 6, podawany jest do przestrzeni quasi-ścinającej a następnie do zbiornika gotowego produktu 7.

Rysunki

Fig.1

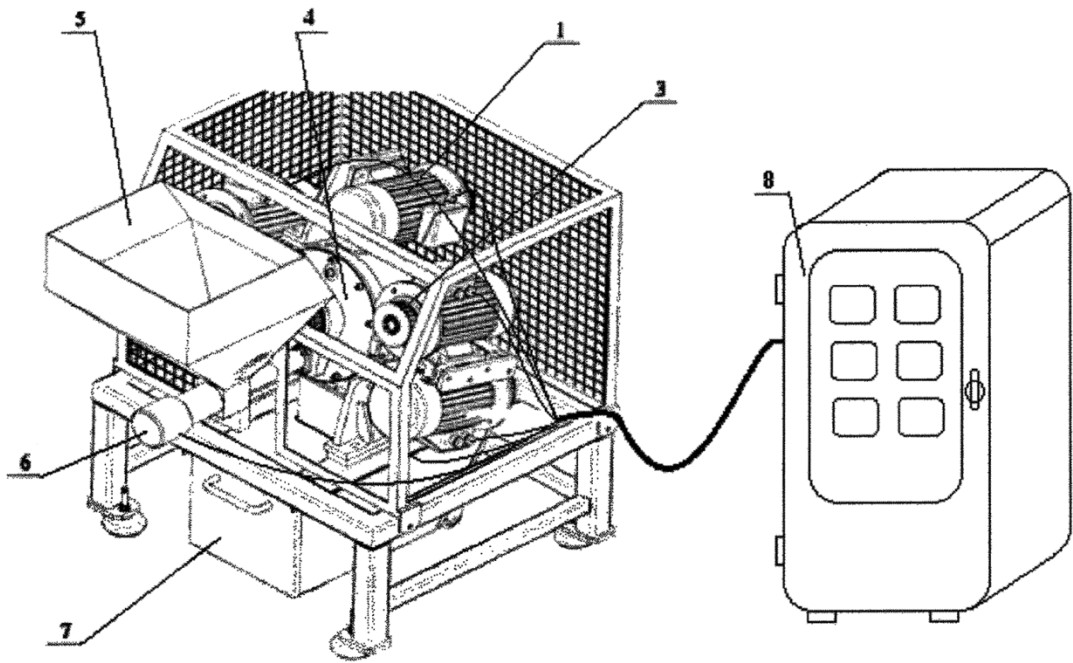


Fig. 2

