

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239080**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **413437**

(22) Data zgłoszenia: **06.08.2015**

(51) Int.Cl.

B29B 17/00 (2006.01)

B29B 17/04 (2006.01)

B09B 3/00 (2006.01)

B03B 5/68 (2006.01)

(54) **Sposób recyklingu opakowań wielomateriałowych i linia technologiczna**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
13.02.2017 BUP 04/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
02.11.2021 WUP 31/21

(73) Uprawniony z patentu:

**K&K RECYKLING SYSTEM
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Brzesko, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**PAWEŁ KUTA, Porąbka Uszewska, PL
LESZEK KUTA, Sterkowiec, PL**

PL 239080 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób recyklingu opakowań wielomateriałowych wykonanych z kilku warstw różnych materiałów jak również linia technologiczna do realizacji tego sposobu. Odpowiednio dobrana sekwencja urządzeń w linii technologicznej, a co za tym idzie odpowiednia kolejność prowadzonych operacji pozwala na rozdzielenie i segregowanie poszczególnych rodzajów materiałów, które są używane do budowy opakowania.

Opakowanie wielomateriałowe to, między innymi, bardzo popularne kartony na soki i mleko. Opakowania takie zbudowane są z trzech różnych materiałów: papieru, aluminium i polietylenu. Najbardziej wewnętrzną część stanowi polietylen, który zapewnia szczelność, następnie jest warstwa aluminium, chroniąca żywność przed światłem i dostępem tlenu. Kolejną warstwę stanowi karton z kolorowym nadrukiem, wzmacniający konstrukcję i kolejna warstwa polietylenu. Wszystkie te warstwy są ze sobą ściśle połączone.

Opakowania wielomateriałowe posiadają wiele zalet, takich jak hermetyczność, wysoka higiena, lekkość, łatwość magazynowania i funkcjonalność, jednak niesegregowane i nieodzyskane w jakikolwiek sposób stają się obciążeniem dla środowiska. Skuteczny sposób segregacji odpadów wielomateriałowych zapewnia możliwość ich odzysku na odpowiednim poziomie.

Opakowania wielomateriałowe mogą być poddane recyklingowi na kilka sposobów. Opakowania wielomateriałowe mają bardzo dużą wartość energetyczną i są poszukiwanym wsadem w spalarniach odpadów. Ten rodzaj postępowania z odpadem nazywamy odzyskiem energetycznym.

W Niemczech z kartonów po mleku i sokach produkuje się trwałe i wodoodporne płyty o nazwie Tectan wykorzystywane w branży budowniczej i przy produkcji mebli. W tym przypadku kartony tną się na drobne kawałki, a następnie podgrzewa, aż do stopienia się polietylenu. Potem taką masę prasuje się na gorąco.

Najczęściej stosowane metody przerobu opakowań wielowarstwowych oparte są na założeniu, że papier jako główny składnik opakowania jest podstawowym celem recyklingu. W takim podejściu technologii recyklingu opakowań wielomateriałowych oparte są na technologiach znanych z przemysłu papierniczego. Typowe zużyte opakowania wielowarstwowe, które zawierają znaczne ilości tworzyw sztucznych oraz aluminium, nie mogą być przeznaczone bezpośrednio do przerobu w papierniach. Tworzywa sztuczne oraz aluminium stanowią niedopuszczalne zanieczyszczenie papieru jak również stanowią zagrożenie dla papierniczych linii technologicznych. Z kartonów po mleku i sokach odzyskuje się celulozę, postępując podobnie jak z makulaturą.

Zgodnie ze stosowanymi metodami opakowania wielowarstwowe umieszcza się hydropulperze, gdzie pod wpływem gorącej wody dochodzi do wyodrębnienia włókien celulozy. Włókna są pompowane przez filtry, na których pozostaje znaczna część tworzyw sztucznych, aluminium oraz inne zanieczyszczenia. Nawet niewielkie ilości nieoddzielonych tworzyw czy aluminium stanowią poważne zagrożenie dla linii technologicznych istniejących w papierniach, dlatego też dokładne ich oddzielenie od pulpy jest najbardziej newralgicznym punktem tej technologii. Pulpa przerabiana jest dalej w znany sposób natomiast oddzielone tworzywa sztuczne wraz z aluminium dodawane są w procesie wytwarzania cementu (paliwo alternatywne) lub poddawane są gazyfikacji. W procesie gazyfikacji można odzyskać część aluminium oraz gazy takie jak metan i propan, stanowiące źródło energii,

W procesie wytwarzania tektury włókna celulozowe są spajane przy pomocy kleju. Klej ten nie ulega usunięciu z tektury w procesie hydropulperyzacji, dlatego też pulpa celulozowa uzyskana w procesie recyklingu opakowań wielowarstwowych zawiera na tyle duże kawałki, że kierowana jest do systemu młynów, w których ulega rozdrobnieniu. W trakcie tego procesu ulegają przerwowaniu włókna celulozowe. Po każdym kolejnym procesie recyklingu włókna celulozowe są coraz krótsze, a co za tym idzie odzyskiwany materiał jest coraz gorszej jakości. Należy również zauważyć, że tak prowadzony proces recyklingu jest procesem periodycznym.

Znany jest z polskiego opisu patentowego PL 205867 sposób odzysku surowców z opakowań wielowarstwowych polegający na tym, że odpady wielomateriałowe ewentualnie rozdrobnione i wysuszone poddaje się działaniu rozpuszczalnika organicznego o temperaturze wrzenia 60–200°C, przy czym jako rozpuszczalnik organiczny stosuje się węglowodory aromatyczne, korzystnie toluen, ksylen, lub dwuetylobenzen, węglowodory aromatyczne podstawione chlorowcem, korzystnie chlorobenzen, węglowodory cykloalifatyczne, węglowodory cykloalifatyczne podstawione chlorowcem korzystnie cyklochloheksan, chlorowcopochodne węglowodory alifatyczne, korzystnie 1,2-dwuchloropropan, 1,2-dwuchloroetan lub trójchloroetylen jak również ich mieszaniny, proces ekstrakcji prowadzi się

w temperaturze nie przekraczającej temperatury wrzenia stosowanego rozpuszczalnika ewentualnie oddestylowując azeotrop woda-rozpuszczalnik po czym oddziela się fazę organiczną zawierającą tworzywa sztuczne, pozostałość korzystnie poddaje się działaniu kolejnych porcji rozpuszczalnika aż do założonego poziomu zawartości tworzyw sztucznych w pozostałości poekstrakcyjnej, następnie uzyskane fazy organiczne kieruje się do dalszego przerobu a mieszaninę zawierającą folię aluminiową oraz karton rozdziela się.

Nieoczekiwanie okazało się, że możliwym jest poprowadzić recykling opakowań wielomateriałowych w procesie ciągłym, w taki sposób by można było odzyskać poszczególne materiały bez konieczności wprowadzania rozpuszczalników organicznych przy czym odzyskiwane materiały są jednorodne i wysokiej jakości szczególnie odzyskiwana masa celulozowa składa się z długich włókien.

Sposób recyklingu opakowań wielomateriałowych, w którym opakowania poddaje się rozdrobnieniu i rozpulchnieniu w kąpeli myjącej, charakteryzuje się tym, że opakowania po wstępnym rozdrobnieniu do frakcji do 150 mm poddaje się dynamicznemu płukaniu w strumieniu wody z ciągłym odprowadzeniem zanieczyszczeń i ciągłym wielopunktowym doprowadzaniem świeżego strumienia wody w ilości do 60 dm³/na 1 kg masy brudnej kierowanej do procesu, jak również z napowietrzaniem oczyszczanego materiału przez obrót bębna myjki dynamicznej celem wypłukania pozostałości, które znajdują się w opakowaniach, przy czym w pierwszym punkcie doprowadzane jest nie mniej niż 60% całkowitej ilości wody doprowadzanej do dynamicznego płukania, a pozostała ilość wprowadzana jest w porcjach wzdłuż osi urządzenia, następnie opakowania poddaje się nawadnianiu przy zastosowaniu myjek dynamicznych, korzystnie w kaskadowym układzie myjek dynamicznych, przy czym w procesie tym następuje rozwarstwienie materiału na poszczególne frakcje materiałowe takie jak celuloza, aluminium, tworzywa sztuczne, korzystnie polietylen, a rozdzielone frakcje odwadnia się i poddaje końcowemu odwodnieniu.

Korzystnie woda myjąca do dynamicznego płukania doprowadzana jest co najmniej w dwóch punktach.

Korzystnie woda myjąca zużyta w procesie mycia poddawana jest oczyszczaniu i wykorzystywana w układzie zamkniętym.

Pierwszym etapem w sposobie recyklingu opakowań wielomateriałowych według wynalazku, jest wstępne rozdrobnienie materiału na urządzeniach zwanych szarpakami. Zadaniem tego urządzenia jest nadanie odpowiedniej, najbardziej pożądanej wielkości frakcji przeznaczonej do rozdzielania w przypadku opakowań wielomateriałowych są to cząstki o wielkości do 150 mm. Rozdrobniony materiał transportowany jest na przykład podajnikiem taśmowym do urządzenia wstępnego nawilżania czyli myjki dynamicznej. W korzystnej wersji rozwiązania jest to myjka dynamiczna o konstrukcji takiej by nie niszczyły struktury włókien celulozowych. Łopatki myjki pozbawione są ostrych krawędzi, a ich ilość jest tak dobrana by jedynie naruszyć wierzchnią warstwę opakowań co pozwoli na umożliwienie kontaktu z wodą kolejnych warstw opakowań.

Zadaniem myjki jest wypłukanie pozostałości żywności z opakowań, oraz naruszenie wierzchniej warstwy, oraz rozpulchnienie materiału celulozowego bez szczególnej ingerencji w strukturę włókien celulozowych. Dlatego odległość pomiędzy łopatkami, które znajdują się na rotorze wynosi tyle co wielkość cząstek poddawanych recyklingowi. Odprowadzenie zanieczyszczeń odbywa się poprzez wprowadzenie do urządzenia odpowiedniej ilości wody technologicznej, która jest oczyszczana i pracuje w obiegu zamkniętym, Wstępnie oczyszczony materiał a przede wszystkim rozpulchnione płatki materiału przekazywane są do układu myjek dynamicznych wyposażonych w sita oczkowe w którym to układzie następuje rozdzielanie opakowań na celulozę i pozostałe materiały. Celuloza na sitach jest segregowana, a najdrobniejsze frakcje odzyskiwane są w dodatkowym układzie filtracji. Pozostałe materiały, z których zbudowane jest opakowanie wyprowadzane są z przestrzeni pomiędzy rotorem a sitem.

Celem wynalazku również jest opracowanie linii technologicznej pozwalającej na skuteczny recykling opakowań wielomateriałowych.

Nieoczekiwanie okazało się, że możliwym jest przeprowadzenie całkowitego i selektywnego rozdzielania na poszczególne frakcje materiałowe opakowań wielowarstwowych w odpowiednio skonfigurowanej linii technologicznej w procesie ciągłym.

Linia technologiczna do recyklingu opakowań wielomateriałowych, zawierająca urządzenia rozdrabniające, urządzenia myjące wstępne i mycia właściwego, podajniki, które znajdują się pomiędzy kolejnymi urządzeniami tworzącymi ciąg technologiczny, charakteryzuje się tym, że zawiera urządzenie rozdrabniające wstępne, które stanowi szarpak rozdrabniający do frakcji do 150 mm, urządzenie

lub układ urządzeń do wydzielenia zanieczyszczeń metalowych i/lub mineralnych, urządzenie do wymywania resztek i naruszania zewnętrznej powierzchni opakowań – myjka wstępna, którą jest myjka dynamiczna o zaokrąglonych łopatkach, co najmniej jedna myjka nawadniania właściwego lub układ myjek nawadniania właściwego, którą stanowi myjka dynamiczna, korzystnie układ co najmniej dwóch myjek dynamicznych z sitami oczkowymi o wielkości oczek od 2–4 mm i urządzeń odwadniających, przy czym istotna jest kolejność zestawienia poszczególnych elementów w linii technologicznej do recyklingu opakowań wielomateriałowych z użyciem myjek dynamicznych – myjka wstępna oraz – myjka mycia właściwego co ma wpływ na skuteczność realizowanego procesu.

Korzystnie myjka mycia wstępnego skonstruowana jest tak iż odległości pomiędzy łopatkami są większe niż wielkość frakcji poddawanej myciu.

Korzystnie średnica rotora myjki wstępnej jest dwa razy mniejsza niż średnica sita.

Korzystnie myjka wstępna wyposażona jest w sito oczkowe o wielkości oczek do 10 mm.

Korzystnie rotor myjki wstępnej obraca się prędkością od 250 do 300 obr./min.

Korzystnie jako urządzenia odwadniające stosuje się sita szczelinowe i/lub prasy płytowo-komorowe, membranowe, taśmowe.

Korzystnie szczeliny sita mają szerokość od 0,25–1 mm i mogą być jednakowej szerokości na całej długości sita lub mogą mieć zmienną szerokość.

Do układu myjek nawadniania właściwego kierowana jest woda niezbędna w procesie recyklingu wielopunktowo wzdłuż całej długości urządzenia w ilości 40% całej wody niezbędnej do procesu.

Sposobem według wynalazku uzyskuje się ilościowo osobno pulpę celulozową o długich włóknach i osobno aluminium wraz z tworzywami, które mogą stanowić paliwo alternatywne lub mogą być rozdzielone w kolejnym procesie.

Sposób według wynalazku pozwala na pełny odzysk wszystkich składników opakowań wielowarstwowych. Odzyskane surowce są pełnowartościowe.

Sposób według wynalazku nie wiąże procesu recyklingu z istniejącymi zakładami papierniczymi i równie dobrze może być realizowany w pobliżu punktów selekcji odpadów, nie mniej jednak umieszczenie instalacji odzysku w pobliżu papierni pozwala przesyłać odzyskany materiał celulozowy bezpośrednio do dalszego przerobu.

Zredukowanie liczby procesów rozdrabniania skutkuje otrzymaniem długich włókien celulozowych, nadających się do wielokrotnego, ponownego użycia w kolejnych procesach recyklingu surowcowego. Proces jest energooszczędny, całkowicie bezpieczny dla środowiska naturalnego. W procesie nie używa się żadnych innych rozpuszczalników tylko wodę.

Zawartość wody w produkcie, wynosi około 8%, a sposób będący przedmiotem wynalazku pozwala odzyskać około 97% masy celulozowej. Wynalazek ujawnia proces ciągły.

Odzyskane materiały, które mogą stanowić paliwo alternatywne nie wymagają dosuszania.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładach wykonania ujawnionych na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przykładową linię technologiczną do recyklingu opakowań wielomateriałowych, fig. 2 ujawnia widok konstrukcji myjki mycia wstępnego, fig. 3 przedstawia rotor ze zmienioną geometrią i obniżoną prędkością obrotową.

W linii technologicznej do recyklingu opakowań wielomateriałowych według wynalazku pierwszym urządzeniem jest urządzenie do rozdrabniania materiału 1. W tym celu zastosowano urządzenie typu szarpak-Schreder. Jego zadaniem jest nadanie odpowiedniej wielkości cząstkom frakcji kierowanym do recyklingu. W przypadku recyklingu opakowań wielomateriałowych – wielkość frakcji powinna wynosić do 150 mm. Wstępnie rozdrobniony materiał transportowany jest podajnikiem taśmowym 6 poprzez układ separatorów 7 i 2, których zadaniem jest wydzielenie zanieczyszczeń metalowych i mineralnych przed wprowadzeniem materiału do urządzenia wstępnego mycia – czyli myjki dynamicznej 3. W przykładzie wykonania zastosowano Myjkę Dynamiczną typu S-30 Evolution, będącą przedmiotem patentu **PL 212153** odpowiednio dostosowaną do tego procesu. W urządzeniu tym następuje wymywanie resztek znajdujących się w opakowaniach jak również urządzenie to ma za zadanie przygotować materiał do dalszego procesu poprzez zaginanie i eksponowanie fragmentów opakowań na działanie wody. Odprowadzenie zanieczyszczeń odbywa się poprzez wprowadzenie do urządzenia odpowiedniej ilości wody technologicznej, która pracuje w obiegu zamkniętym. W etapie wstępnego mycia wykorzystuje się około 60 dm³ wody na 1 kg materiału brudnego. Myjka mycia wstępnego 3 posiada zaokrąglone łopatki, by nie powodować przecinania włókien, a odległość pomiędzy łopatkami wynosi co najmniej tyle co wielkość cząstek poddawanych myciu. Myjka ta posiada sito o średnicy dwa razy większej od średnicy rotora do którego przymocowane są łopatki, a średnica

oczek sita wynosi 10 mm. Taka konstrukcja urządzenia pozwala na dokładne umycie opakowań bez ryzyka uszkodzenia włókien celulozy. Rotor urządzenia obraca się z prędkością około 300 obr./min. Wstępnie oczyszczony materiał przekazywany jest do układu myjek dynamicznych 4, w których następuje rozpulchnienie celulozy i oddzielenie od celulozy innych materiałów użytych do produkcji opakowań wielomateriałowych. Następuje to w układzie myjek dynamicznych wyposażonych w sita oczkowe o oczkach średnicy od 2–4 mm. Włókna celulozy, wraz z wodą wydostają się w sposób ciągły poprzez oczka sita na zewnątrz urządzenia, a pozostałe materiały znajdują się w przestrzeni, między rotorem a sitem i zostają odprowadzane w sposób ciągły. Włókna celulozy wraz z wodą kierowane są na urządzenie odwadniające 5.

Ten etap procesu jest konieczny, gdy instalacja recyklingu nie znajduje się w pobliżu zakładu przetwarzającego masę celulozową i musi być transportowana na przykład transportem samochodowym.

Jako urządzenia odwadniające 5 wykorzystywane są sita szczelinowe lub ich układ lub układ sita szczelinowego wraz z prasami filtracyjnymi.

Zadaniem myjki 3 umieszczonej bezpośrednio po urządzeniu separującym 2 jest wyzbycie się pozostałości zanieczyszczeń przywierających do powierzchni materiału kierowanego do recyklingu. Zastosowanie układu myjek typu Tandem pozwala na zwiększenie wydajności procesu recyklingu i pozwala na skrócenie czasu procesu recyklingu. Woda technologiczna w procesie stosowana jest w układzie zamkniętym i po wydzieleniu zanieczyszczeń zwracana jest do procesu.

Dzięki zastosowaniu tak opisanego procesu możemy odzyskać materiał celulozowy z wydajnością 97%, przy czym jest to materiał wysokiej jakości, ponieważ proces nie prowadzi do uszkodzenia, przecinania włókien celulozy.

Opisywana linia technologiczna do recyklingu opakowań wielomateriałowych może być stosowana również w procesach recyklingu makulatury jak i w przemyśle papierniczym.

Dla skuteczności i energochłonności procesu ma znaczenie kolejność rozmieszczenia – konfiguracja w ciągu technologicznym urządzeń współpracujących ze sobą w procesie odzysku. Z tego samego powodu ma znaczenie typ stosowanych urządzeń, w tym przypadku – myjki dynamicznej. Zastosowanie układu myjek dynamicznych szczególnie typu s-30 Evolution, która jest ujawniona w opisie patentowym **PL212153** o odpowiednio dostosowanej do wymagań nowego procesu konstrukcji po urządzeniu rozdrabniającym jak również myjek do nawadniania i rozwarstwiania masy celulozowej doprowadziło do całkowitej przemiany procesu utrzymywania masy celulozowej z opakowań wielomateriałowych. Osiągnięto bardzo wysoką skuteczność odzysku celulozy, bardzo dobrej jakości o długich włóknach, a również poprawiono energochłonność procesu recyklingu.

Ponadto konfiguracja odpowiednio dobranych urządzeń sprawia, że linia technologiczna pozwala na odzysk do 97% celulozy w ciągłym procesie, bez stosowania innych rozpuszczalników niż woda.

Otrzymany, oprócz celulozy, materiał może stanowić paliwo alternatywne bez konieczności dosuszania.

Wykaz oznaczeń:

1. rozdrabniacz
2. separator bębnowy
3. myjka wstępna
4. myjka lub układ myjek nawadniania właściwego
5. urządzenie odwadniające
6. podajnik taśmowy
7. separator bramka

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób recyklingu opakowań wielomateriałowych, w którym opakowania poddaje się rozdrobnieniu i rozpulchnieniu w kąpeli myjącej, **znamienny tym**, że opakowania po wstępnym rozdrobnieniu do frakcji do 150 mm poddaje się dynamicznemu płukaniu w strumieniu wody z ciągłym odprowadzeniem zanieczyszczeń i ciągłym wielopunktowym doprowadzaniem świeżego strumienia wody w ilości do 60 dm³/na 1 kg masy brudnej kierowanej do procesu, jak również z napowietrzaniem oczyszczanego materiału przez obrót bębna myjki dynamicznej celem wypłukania pozostałości, które znajdują się w opakowaniach, przy czym w pierw-

szym punkcie doprowadzane jest nie mniej niż 60% całkowitej ilości wody doprowadzanej do dynamicznego płukania, a pozostała ilość wprowadzana jest w porcjach wzdłuż osi urządzenia, następnie opakowania poddaje się nawadnianiu przy zastosowaniu myjek dynamicznych, korzystnie w kaskadowym układzie myjek dynamicznych, przy czym w procesie tym następuje rozwarstwienie materiału na poszczególne frakcje materiałowe takie jak celuloza, aluminium, tworzywa sztuczne, korzystnie polietylen, a rozdzielone frakcje odwadnia się i poddaje końcowemu odwodnieniu.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że woda myjąca do dynamicznego płukania doprowadzana jest co najmniej w dwóch punktach.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że woda myjąca zużyta w procesie mycia poddawana jest oczyszczaniu i wykorzystywana w układzie zamkniętym.
4. Linia technologiczna do recyklingu opakowań wielomateriałowych, zawierająca urządzenia rozdrabniające, urządzenia myjące wstępne i mycia właściwego, podajniki, które znajdują się pomiędzy kolejnymi urządzeniami tworzącymi ciąg technologiczny, **znamienna tym**, że zawiera urządzenie rozdrabniające wstępne (1) – szarpak rozdrabniający do frakcji do 150 mm, urządzenie lub układ urządzeń do wydzielenia zanieczyszczeń metalowych i/lub mineralnych (2), urządzenie do wymywania resztek i naruszania zewnętrznej powierzchni opakowań – myjka wstępna (3), którą jest myjka dynamiczna o zaokrąglonych łopatkach, co najmniej jedną myjkę nawadniania właściwego (4) lub układ myjek nawadniania właściwego (4), którą stanowi myjka dynamiczna, korzystnie układ co najmniej dwóch myjek dynamicznych z sitami oczkowymi, o wielkości oczek od 2–4 mm i urządzeń odwadniających (5), przy czym istotna jest kolejność zestawienia poszczególnych elementów w linii technologicznej do recyklingu opakowań wielomateriałowych z użyciem myjek dynamicznych – myjka wstępna (3) oraz – myjka mycia właściwego (4).
5. Linia technologiczna według zastrz. 4, **znamienna tym**, że myjka mycia wstępnego (3) skonstruowana jest tak iż odległości pomiędzy łopatkami są większe niż wielkość frakcji poddawanej myciu.
6. Linia technologiczna według zastrz. 4, **znamienna tym**, że średnica rotora myjki wstępnej (3) jest dwa razy mniejsza niż średnica sita.
7. Linia technologiczna według zastrz. 4, **znamienna tym**, że myjka wstępna (3) wyposażona jest w sito oczkowe o wielkości oczek do 10 mm.
8. Linia technologiczna według zastrz. 4, **znamienna tym**, że rotor myjki wstępnej (3) obraca się z prędkością od 250 do 300 obr./min.
9. Linia technologiczna według zastrz. 4, **znamienna tym**, że jako urządzenia odwadniające (5) stosuje się sita szczelinowe i/lub prasy płytowo-komorowe, membranowe, taśmowe.
10. Linia technologiczna według zastrz. 9, **znamienna tym**, że szczeliny sita mają szerokość od 0,25 – 1 mm i mogą być jednakowej szerokości na całej długości sita lub mogą mieć zmienną szerokość.

Rysunki

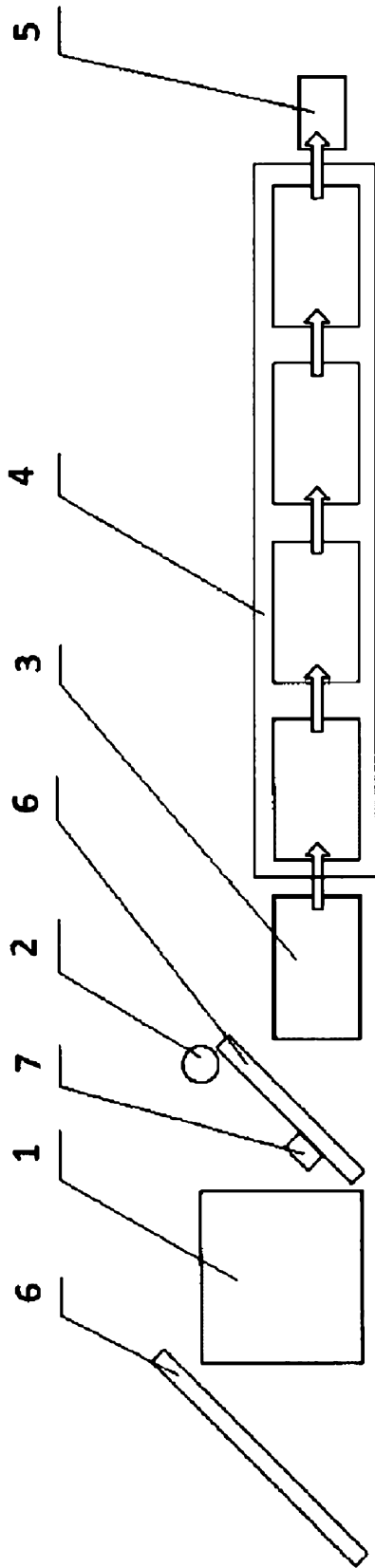


Fig. 1

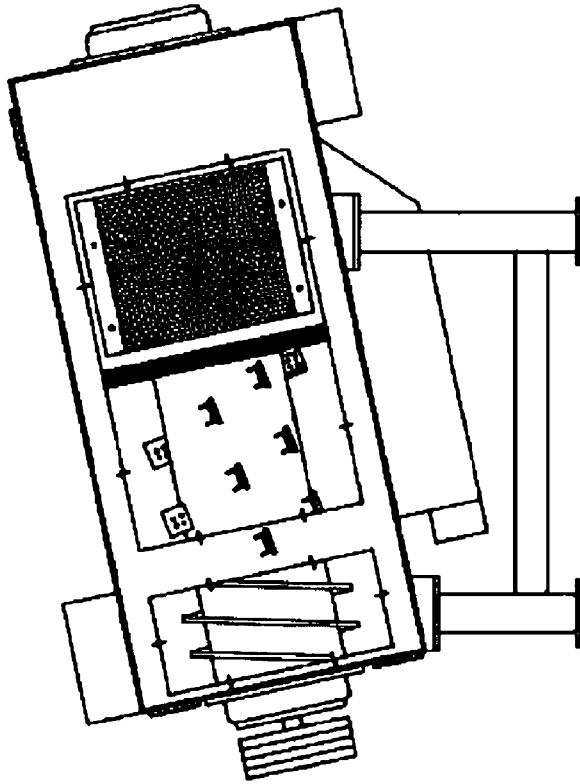


Fig. 2

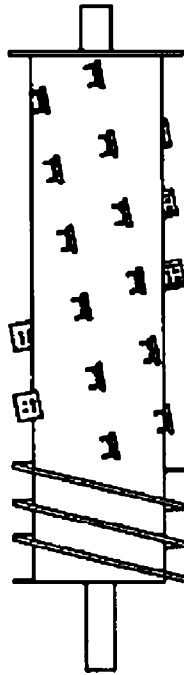


Fig. 3