

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10)

**PL 248434 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **445884**

(22) Data zgłoszenia: **2023.08.23**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2025.02.24 BUP 08/2025**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.12.15 WUP 50/2025**

(51) MKP:

**B03C 1/16** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,  
Kraków, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**JERZY KWAŚNIEWSKI, Kraków, PL  
SZYMON MOLSKI, Kraków, PL  
JÓZEF GRZYBOWSKI, Rzeszów, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Patrycja Rosół, Kraków, PL**

(54) Tytuł:

**Urządzenie do separacji elementów ferromagnetycznych**

**PL 248434 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do separacji elementów ferromagnetycznych, przeznaczone do stosowania w systemach segregacji odpadów lub innych materiałów, gdzie elementy ferromagnetyczne stanowią składnik niepożądany, jak na przykład w recyklingu układów elektronicznych.

Odpady są nieuniknionym zjawiskiem w działalności gospodarczej, mogą jednak stanowić źródło surowców wtórnych lub paliw. Przykładowo odpady komunalne, zwłaszcza te nieposegregowane, zawierają zarówno produkty spożywcze, szkło, papier, drewno, metal, tkaniny, opakowania z tworzyw sztucznych, a także inne odpady pochodzenia organicznego i nieorganicznego.

Do sortowania odpadów najczęściej wykorzystywane są tradycyjne linie, w których przy pomocy ładowarki odpady są podawane na przenośnik kanałowy, a następnie przenośnikiem kierowane są na przesiewacz i dalej na taśmę sortowniczą. W taśmie znajdują się otwory na określone frakcje surowców. Metale żelazne i nieżelazne to cenne surowce wtórne, obecne w odpadach komunalnych, dlatego w wielu rozwiązaniach technologicznych stosuje się separatory magnetyczne, przeznaczone do automatycznego oddzielania metali ferromagnetycznych od rozdrobnionego surowca. Separatory metali odgrywają także ważną rolę przy doczyszczaniu frakcji organicznej wydzielonej z odpadów komunalnych, a przeznaczonej do biologicznego przetwarzania. Jak opisano w publikacji: W. Hryb, pt.: „Separatory metali żelaznych i nieżelaznych”, Recykling 7/2013 (151–152), separacja magnetyczna odbywa się w wyniku działania sił pola magnetycznego, wytwarzanego przez elektromagnes lub magnes na elementy ferromagnetyczne odpadów, czyli złom metali żelaznych. Najczęściej w zakładach zagospodarowania odpadów stosowane są separatory magnetyczne lub elektromagnetyczne nadtaśmowe. Metale wychwytywane są z odpadów transportowanych na przenośnikach o szerokości taśmy do 2000 mm i wysokości warstwy nasypowej do 700 mm, a najkorzystniejszy dla separacji magnetycznej rozmiar elementów żelaza w odpadach komunalnych zawiera się w przedziale od 10 do 100 mm.

Przykłady separacji magnetycznej znane są z literatury patentowej np. PL220548 B1, PL398056 A1, PL235357 B1, PL436533 A1.

W opisie patentowym EP2698214 B1 ujawniono metodę i urządzenie do analizy obiektów metalowych. Wynalazek dotyczy sposobu analizowania obiektów w zależności od ich właściwości elektromagnetycznych. W celu określenia właściwości elektromagnetycznych, przedmioty przenoszone na taśmie przenośnika są skanowane za pomocą czujnika elektromagnetycznego, który rozpoznaje metalowe przedmioty, a procesor aktywuje jedną lub więcej dysz powietrznych umieszczonych poniżej w kierunku przenoszenia, aby przedmuchać metalowe przedmioty do pojemnika, który je zbiera. W przypadku przedmiotów niemetalowych odpowiednie dysze powietrzne nie są aktywowane i docierają one do końca taśmy przenośnika, skąd spadają do odpowiedniego pojemnika na materiały niemetalowe.

Z opisu patentowego PL241961 B1 znany jest sposób sortowania odpadów przemysłowych metalicznych o różnej wielkości granulometrycznej i morfologii. Materiał wejściowy kierowany jest do stacji nadawczej skąd jest przekazywany do separatora nadtaśmowego, w którym materiał wejściowy przemieszcza się na taśmie separatora w pętli zgodnie z kierunkiem przenoszenia. Nad taśmą separatora znajduje się układ czujników, których sygnał wysyłany jest do układu dysz w przypadku, gdy badany materiał wykazuje właściwości magnetyczne. Materiał wykazujący właściwości ferromagnetyczne wydmuchiwany jest strumieniem powietrza do kontenera metali żelaznych ulegając pierwszej separacji, natomiast materiał nieferromagnetyczny jest podawany na przesiewacz kratowniczy dwupokładowy, przy czym rozmiar oczek sita pierwszego pokładu przesiewacza kratowniczego wynosi 110 mm, a rozmiar oczek drugiego pokładu wynosi 40 mm. Frakcja nadgabarytowa pozostająca na sicie pierwszego pokładu przesiewacza przekazywana jest do stacji selekcji nadgabarytowej podczas gdy frakcja gabarytowa gruba, jest przekazywana do separatora wiropładowego frakcji gabarytowej grubej, gdzie poddawana jest analizie metodą spektrometrii wychwytu elektronów ECS (Electron Capture Spectroscopy) i zidentyfikowane metale żelazne są wyrzucane na końcówce separatora wiropładowego w polu wiropładowym i przekazywane są do separatora wiropładowego z bębnem magnetycznym, zanieczyszczenia z procesu na separatorze wiropładowym przekazywane są do kontenera zanieczyszczeń, a metale nieżelazne przekazywane są do kontenera metali nieżelaznych frakcji gabarytowej grubej.

We wszystkich powyższych rozwiązaniach technicznych, systemy generacji pola magnetycznego (lub innego medium), pozwalające na segregację elementów ferromagnetycznych, pracują w sposób ciągły, przez co stają się bardzo energochłonne, a w związku z tym także bardzo kosztowne.

Zagadnieniem technicznym postawionym do rozwiązania, jest opracowanie urządzenia do separacji elementów ferromagnetycznych, które umożliwia ograniczenie zużycia energii zasilania elektromagnesów, szczególnie w procesach, gdzie elementy ferromagnetyczne stanowią szkodliwy składnik sortowanego odpadu i należy je wyeliminować.

Istota urządzenia do separacji elementów ferromagnetycznych, według wynalazku, zawierającego separator nadtaśmowy oraz zespół czujników identyfikujących właściwości ferromagnetyczne separowanych materiałów, wraz z układem zasilania i analizatorem, polega na tym, że separator nadtaśmowy stanowią co najmniej dwa elektromagnesy wraz z mechanizmem odprowadzającym odseparowane elementy metalowe wyposażonym w napęd. Zespół czujników stanowi listwa pomiarowa, wyposażona w układ czujników magnetometrycznych zamontowanych w jednakowych odstępach  $x$  od siebie, na całej jej długości. Listwa pomiarowa usytuowana jest nad taśmą podajnika taśmowego na wysokości  $H$  na całej szerokości taśmy i w odległości  $L$  od elektromagnesów. Listwa pomiarowa jest połączona na wejściu z układem zasilania oraz na wyjściu z analizatorem i blokiem zasilania, który jest dalej połączony z elektromagnesami oraz napędem mechanizmu odprowadzającego.

Korzystnie wielkość odstępów  $x$  jest uzależniona od wysokości  $H$  zgodnie ze wzorem:  $x = -0,15H + 40$  [mm], a zakres wysokości  $H$  wynosi od 100 do 200 mm.

Zaletą urządzenia do separacji elementów ferromagnetycznych jest oszczędność energii zasilania elektromagnesów, możliwa dzięki zastosowaniu analizatora obecności elementów ferromagnetycznych i bloku zasilania sterowanego sygnałami z listwy pomiarowej. Zaproponowane rozwiązanie powoduje wyzwalanie energochłonnej funkcji segregacyjnej tylko w przypadku wykrycia elementów ferromagnetycznych. Wielkość odstępów pomiędzy czujnikami magnetometrycznymi na listwie pomiarowej jest uzależniona od wysokości, na jakiej jest zamontowana listwa pomiarowa nad taśmą podajnika taśmowego. Powoduje to równomierne, pełne pokrycie całej szerokości taśmy sygnałami czujników i gwarantuje dokładną segregację odpadów. Czułość segregacji (pole widzenia czujników) zależna jest od wzajemnej odległości czujników  $x$  która maleje w miarę zwiększania odległości listwy  $H$  od powierzchni taśmy.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku Fig. 1.

Urządzenie do separacji elementów ferromagnetycznych zawiera separator nadtaśmowy w postaci układu dwóch elektromagnesów 1a i 1b usytuowanych na wsporniku 9 oraz zespół czujników magnetometrycznych 4, identyfikujących materiał o właściwościach ferromagnetycznych separowanych materiałów. Listwa pomiarowa 3 składa się z układu czujników magnetometrycznych 4, zamontowanych na jej długości w jednakowych odstępach  $x = 10$  mm od siebie i jest usytuowana nad taśmą 2 podajnika taśmowego na wysokości  $H = 200$  mm, na całej szerokości  $s$  taśmy i w odległości  $L = 3$  m od elektromagnesów 1a i 1b. Liczba czujników elektromagnetycznych 4 zależna jest od szerokości taśmy  $s$  i parametru  $x$ . Wielkość odstępów  $x$  jest uzależniona od wysokości  $H$  zgodnie ze wzorem  $x = -0,15H + 40$  [mm]. Dla taśmy o szerokości  $s = 1000$  mm, ilość czujników wynosi 100. Powoduje to uzyskanie 100% wykrywalności na całej szerokości taśmy. Listwa pomiarowa 3 jest usytuowana prostopadłe do kierunku ruchu taśmy 2 i jest połączona na wejściu z układem zasilania 7 oraz na wyjściu z analizatorem 5 i blokiem zasilania 6, który jest dalej połączony z elektromagnesami 1a i 1b oraz napędem 8 mechanizmu odprowadzającego. Mechanizm odprowadzający posiada napęd 8, który umożliwia obrót wspornika 9, na którego końcach zawieszono elektromagnesy 1a i 1b.

Wykrycie obecności elementów ferromagnetycznych pod listwą pomiarową 3, powoduje włączenie zasilania 6 jednego z elektromagnesów 1a z odpowiednim opóźnieniem, które uwzględnia prędkość ruchu taśmy 2 oraz odległość  $L$  elektromagnesu 1a od listwy pomiarowej 3. Następnie realizowane jest przeniesienie elektromagnesu 1a z pochwycionymi elementami ferromagnetycznymi w strefę neutralną poza taśmę, z równoczesnym odłączeniem jego układu zasilania 7, co powoduje odpadnięcie tych elementów np. do pojemnika, zaś w miejsce pierwszego elektromagnesu 1a, wstawiony zostaje drugi elektromagnes 1b, gotowy do działania. Odległość  $L$  wynosząca co najmniej 3 m, przy stałej prędkości taśmy 2 wynoszącej 0,5 m/s gwarantuje, że urządzenie będzie w stanie zrealizować wykrycie elementów ferromagnetycznych, skutecznie je pochwycić i odprowadzić przez mechanizm odprowadzający. W razie konieczności szybkiego zadziałania elektromagnesów 1a lub 1b spowodowanego dużą liczebnością elementów ferromagnetycznych, ruch taśmy 2 jest spowalniany.

W innym przykładzie wykonania, listwa 3 może być usytuowana skośnie do osi taśmy 2 oraz mogą być stosowane inne znane rozwiązania mechaniczne, realizujące funkcję mechanizmu odprowadzającego.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do separacji elementów ferromagnetycznych, zawierające separator nadtaśmowy oraz zespół czujników identyfikujących właściwości ferromagnetyczne separowanych materiałów, wraz z układem zasilania i analizatorem, **znamienne tym**, że separator nadtaśmowy stanowią co najmniej dwa elektromagnesy (1a, 1b) wraz z mechanizmem odprowadzającym odseparowane elementy metalowe, wyposażonym w napęd (8), a zespół czujników stanowi listwa pomiarowa (3), wyposażona w układ czujników magnetometrycznych (4), zamontowanych w jednakowych odstępach  $x$  od siebie, na całej jej długości, przy czym listwa pomiarowa (3) usytuowana jest nad taśmą (2) podajnika taśmowego na wysokości  $H$  na całej szerokości taśmy (2) i w odległości  $L$  od elektromagnesów (1a, 1b), a ponadto listwa pomiarowa (3) jest połączona na wejściu z układem zasilania (7), zaś na wyjściu jest połączona z analizatorem (5) i blokiem zasilania (6), który jest dalej połączony z elektromagnesami (1a, 1b) oraz napędem (8) mechanizmu odprowadzającego.
2. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamienne tym**, że wielkość odstępów  $x$  jest uzależniona od wysokości  $H$  zgodnie ze wzorem  $x = -0,15H + 40$  [mm], a zakres wysokości  $H$  wynosi od 100 do 200 mm.

## Rysunek

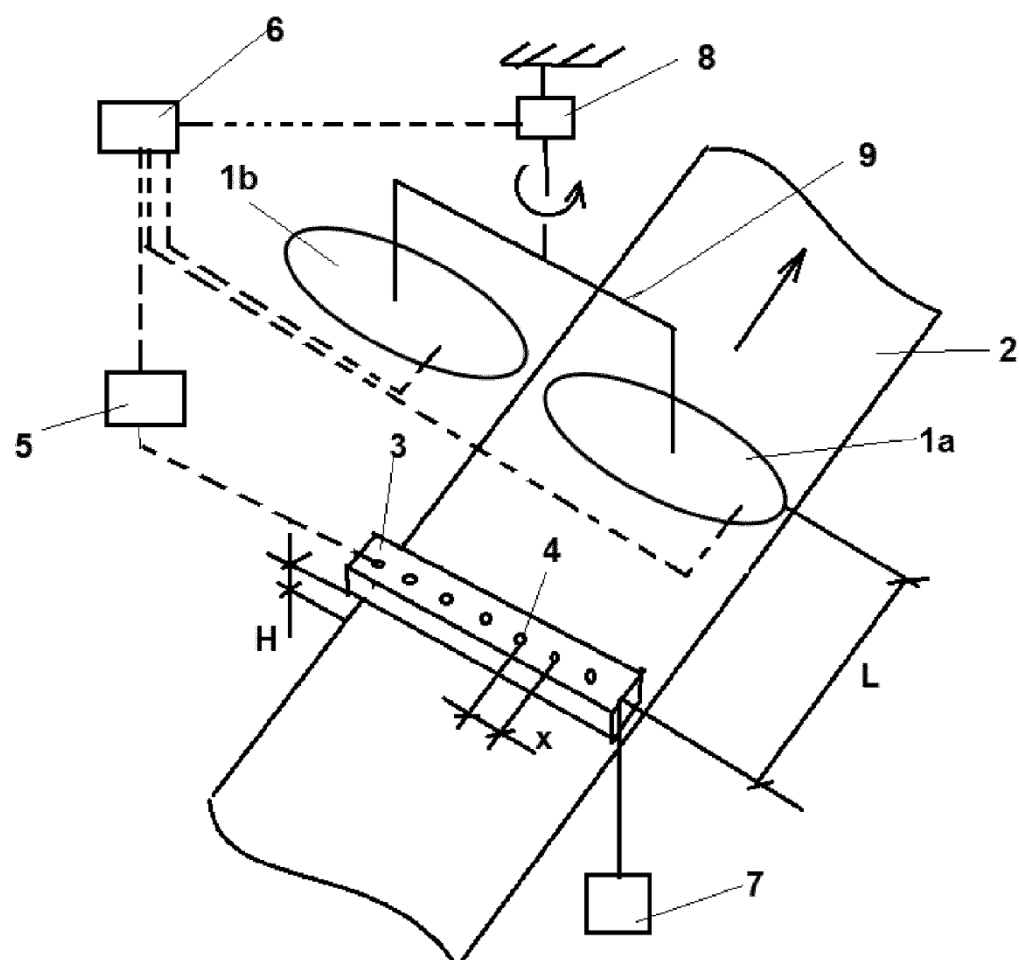


Fig. 1