



(54) **Sposób odzysku metalowych części z odpadowych produktów lub półproduktów przemysłu elektroenergetycznego i elektronicznego**

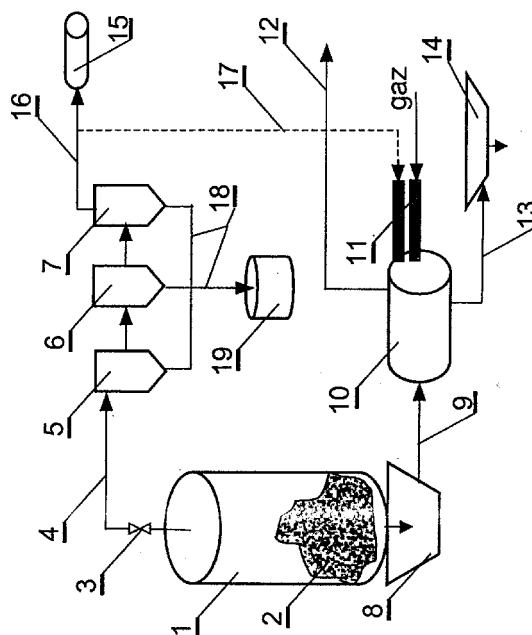
(43) Zgłoszenie ogłoszono:
03.11.2003 BUP 22/03

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.03.2009 WUP 03/09

(73) Uprawniony z patentu:
ABB Sp. z o.o.,Warszawa,PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
Robert Sekuła,Kraków,PL
Sławomir Leszczyński,Kraków,PL
Karol Kaczmarek,Kraków,PL

(57) 1. Sposób odzysku części metalowych z odpadowych produktów lub półproduktów przemysłu elektroenergetycznego i elektronicznego, wykorzystujący proces pirolizy do termicznego rozpadu materiału termoutwardzalnego, składającego się z żywicy, utwardzacza, wypełniacza i ewentualnie dodatków w postaci plastyfikatora lub przyspieszacza, **znamienny tym**, że w reaktorze pirolitycznym przeprowadza się proces pirolizy wsadu zawierającego odpadowe produkty lub półprodukty z elementami metalowymi zatopionymi w materiale termoutwardzalnym, podczas którego tworzy się fazę lotną i stałą resztę poprocesową, przy czym fazę lotną rozdziela się na gaz pirolityczny i kondensat oleisty, zaś stałą resztę poprocesową transportuje się dowolnym sposobem do komory wypalania, usytuowanej w dolnej części reaktora pirolitycznego lub na zewnątrz niego, po czym w komorze wypalania przeprowadza się proces zgazowania stałej reszty poprocesowej, a uzyskaną stałą pozostałość zgazowania wypala się następnie w celu usunięcia z niej pozostałości frakcji węglowej, po czym ostateczną stałą pozostałość po procesach zgazowania i wypalania, usuwa się z komory wypalania i poddaje się mechanicznej separacji, podczas której rozdziela się części metalowe od wypełniacza materiału termoutwardzalnego.



Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób odzysku części metalowych z odpadowych produktów lub półproduktów przemysłu elektroenergetycznego i elektronicznego, które to części metalowe zatopione są w materiale termoutwardzalnym, składającym się z żywicy, utwardzacza, wypełniacza oraz ewentualnych dodatków w postaci plastyfikatorów i przyspieszaczy.

W procesach wytwarzania różnorodnych produktów z branży elektrotechnicznej takich jak przełączniki, przepusty, bieguny odlewane oraz inne podzespoły, które zawierają części metalowe, zatopione w korpusach i ich wypełnieniach wykonanych z materiałów termoutwardzalnych, powstają duże ilości odpadowej mieszanki utwardzonej, a także pewne ilości odpadów w postaci gotowych produktów, które nie spełniają wymagań jakościowych i nie mogą być dalej eksploatowane. Odpady te, podobnie jak i gotowe produkty przemysłu elektroenergetycznego i elektronicznego, które uległy zużyciu, poddaje się procesom utylizacji, w których dąży się do odzyskania pewnych składników utylizowanych produktów w ich nieuszkodzonej postaci. Z tego względu właściwie przeprowadzany sposób utylizacji odpadów poprodukcyjnych oraz zużytych części elektrotechnicznych i podzespołów elektronicznych ma duże znaczenie ekonomiczne dla producentów takich produktów. W procesach wytwarzania produktów elektronicznych, przykładowo podczas produkcji płytek z obwodami drukowanymi, czy innych elementów zawierających metalowe składniki, problem właściwej utylizacji odpadów produkcyjnych jest szeroko badany i analizowany.

Zarówno w odpadach elektrotechnicznych jak i elektronicznych wyróżnić można następujące strumienie materiałowe:

- ferromagnetyki jako wewnętrzne części metalowe występujące w postaci rdzeni,
- metale kolorowe stanowiące uzwojenia oraz elementy dodatkowe,
- obudowy i wypełnienia elektroizolacyjne powstałe na bazie mieszanek z termoutwardzalnych żywic (żywica, utwardzacz, wypełniacz - najczęściej mączka kwarcowa).

W większości tego typu produktów, znaczną część stanowią metalowe części wewnętrzne w postaci rdzeni, uzwojeń i mniejszych części metalowych. Elementy te wykonane są z kosztownych metali takich jak miedź, aluminium, mosiądz oraz stal krzemowa. Z tego względu poszukuje się skutecznego sposobu utylizacji i recyklingu takich odpadów, który pozwalałby nie tylko na przetworzenie termoutwardzalnej masy odpadowej, ale i jednocześnie odzyskanie metalu znajdującego się w tej masie, a zwłaszcza odzyskanie elementów metalowych w postaci nieuszkodzonych, funkcjonalnych części wewnętrznych. Części te mogłyby nadawać się do ponownego wykorzystania przy wytwarzaniu nowych produktów.

Dotychczas nie jest znany sposób efektywnego odzysku nieuszkodzonych części metalowych z tego typu produktów. W praktyce wykorzystuje się metody mechaniczne, oparte głównie na kruszeniu i rozdrabnianiu materiału otaczającego bądź otulającego części metalowe, w celu odseparowania tych części. Czasami przed kruszeniem stosuje się metodę kriogeniczną, polegającą na zamrożeniu materiału celem nadania mu większej kruchości przed procesem kruszenia. Przykładowe rozwiązanie takiego sposobu przedstawione jest w opisie patentowym USA 5,887,805. Za pomocą sposobu przedstawionego w wymienionym rozwiązaniu, przy wykorzystaniu wielokrotnego procesu kruszenia i separacji, uzyskuje się oddzielenie części metalowych od części nie zawierających cennych metali, które pierwotnie zawarte były w płytkach układów elektronicznych.

Ogólnie niedogodnością mechanicznych sposobów utylizacji i recyklingu jest możliwość uszkodzenia metalowych części funkcjonalnych co powoduje, że ponowne wykorzystanie tych części, ogranicza się jedynie do przeróbki złomu.

Z tego też względu metody mechaniczne stosuje się wspólnie z termicznymi metodami, a także z metodami elektrochemicznymi.

W znanych sposobach termicznej utylizacji odpadów wszelkiego typu można wyróżnić metody oparte na spalaniu (spopielaniu), zgazowaniu i pirolizie. Niektóre z tych metod, w połączeniu z innymi metodami, wykorzystywane są do utylizacji i recyklingu takich specyficznych materiałów jak mieszanki termoutwardzalne. Sposoby oparte na termicznym rozpadzie materiału termoutwardzalnego, a zwłaszcza na pirolizie, wykorzystywane są do odzysku metalowych części funkcjonalnych, zatopionych w korpusach i ich wypełnieniach.

Z europejskiego opisu patentowego EPO 0274059 B1 znany jest sposób recyklingu elektrycznych baterii, płytek obwodów drukowanych oraz elementów elektronicznych. Sposób ten przeprowadzany jest w trzech etapach, przy czym etap pierwszy realizowany jest poprzez proces pirolizy

niesortowanych elementów w temperaturze pomiędzy 450°C a 650°C, etap drugi przez elektrolizę popirolitycznej stałej pozostałości metalowej w obecności borofluorowego kwasu i jego soli, a etap trzeci polega na odseparowaniu i usunięciu produktów elektrolizy, zgromadzonych na elektrodach. W procesie pirolizy dokonuje się oddzielenia gazowych produktów pirolizy, które po przejściu przez chłodnicę i wytlukaniu w przeciwnym kierunku 5%-10% kwasu borofluorowego, są podczyszczane i ostatecznie spalane. Z kolei stałą metalową pozostałość popirolityczną przepłukuje się roztworem wodnym kwasu borofluorowego, filtruje się przed przeprowadzeniem procesu elektrolizy, zaś po zakończeniu tego procesu, sole skryształizowane w układzie, precedza się. Metale zgromadzone na katodzie następnie oddziela się metalurgicznie, elektrochemicznie lub chemicznie, a otrzymany elektrolit korzystnie zwraca się do producenta baterii.

Przedstawione rozwiązanie wymaga zastosowania skomplikowanej obróbki elektrochemicznej po procesie pirolizy.

Z kolei z opisu patentowego USA 5,836,524 znany jest jednoetapowy termiczny proces upłynniania stałych odpadów z produktów odpadowych zawierających płytki z obwodami drukowanymi, odpady plastikowe i gumowe, zużyte kable i uzwojenia oraz zanieczyszczone smary. W procesie tym odzyskuje się głównie produkty olejowe, ale również wydziela się i separuje metale żelazne od nieżelaznych. Proces upłynniania i pirolizy przeprowadza się w jednym i tym samym urządzeniu, które stanowi nachylony względem poziomu reaktor. W dolnej strefie tego reaktora przeprowadza się upłynnianie odpadów w obecności gorącego oleju, zaś w strefie górnej przeprowadza się proces pirolizy, przy czym stałe części odpadowego materiału przeznaczonego do przeróbki przemieszcza się ze strefy dolnej do górnej wewnątrz reaktora, przykładowo za pomocą transportera ślimakowego. Upłynnianie przeprowadza się w temperaturze od 200°C do 400°C, zaś pirolizę w temperaturze od 300°C do 500°C. Ciśnienie w reaktorze korzystnie wynosi od 0,68 mPa. Po zakończeniu pirolizy, zanieczyszczone nieorganiczne materiały i reszta materiału w postaci metali żelaznych i nieżelaznych są oddzielane w separatorze, usytuowanym poza reaktorem.

Istotą sposobu odzysku części metalowych z odpadowych produktów lub półproduktów według wynalazku, wykorzystującego proces pirolizy do termicznego rozpadu materiału termoutwardzalnego składającego się z żywicy, utwardzacza, wypełniacza i ewentualnie dodatków w postaci plastyfikatora lub przyspieszacza, jest to, że w reaktorze pirolitycznym przeprowadza się proces pirolizy wsadu zawierającego odpadowe produkty lub półprodukty z elementami metalowymi zatopionymi w materiale termoutwardzalnym, podczas którego tworzy się fazę lotną i stałą resztę poprocesową, przy czym fazę lotną rozdziela się na gaz pirolityczny i kondensat oleisty, zaś stałą resztę poprocesową transportuje się dowolnym sposobem do komory wypalania, usytuowanej w dolnej części reaktora pirolitycznego lub na zewnątrz niego. W komorze wypalania przeprowadza się proces zgazowania stałej reszty poprocesowej, a uzyskaną stałą pozostałość zgazowania wypala się następnie w celu usunięcia z niej pozostałości frakcji węglowej. Ostateczną stałą pozostałość po procesach zgazowania i wypalania, usuwa się z komory wypalania i poddaje się mechanicznej separacji, podczas której rozdziela się części metalowe od wypełniacza materiału termoutwardzalnego.

Korzystnie proces pirolizy wsadu prowadzi się w temperaturze 680°C -750°C.

Korzystnie proces zgazowania stałej reszty poprocesowej prowadzi się w temperaturze 450°C -500°C.

Korzystnie stałą pozostałość zgazowania wypala się w temperaturze 850°C -900°C.

Korzystnie stałą pozostałość zgazowania wypala się w tej samej komorze wypalania, w której przeprowadza się proces zgazowania.

Korzystnie mechaniczną separację przeprowadza się za pomocą wstrząsarki sitowej.

Korzystnie komorę wypalania zasila się gazem ziemnym i/lub gazem pirolitycznym, uzyskanym w tym samym procesie odzysku części metalowych.

Przedstawione rozwiązanie polega na termicznym rozpadzie materiału termoutwardzalnego w procesach pirolizy, zgazowania oraz wypalania przedmiotowych odpadów i stałej reszty poprocesowej. W wyniku tak skompilowanego procesu utylizacji przedmiotowych odpadów otrzymuje się produkty w postaci gazu pirolitycznego, kondensatu oleistego oraz stałej pozostałości zawierającej wypełniacz i metalowe części wewnętrzne.

Podstawową zaletą sposobu według wynalazku jest możliwość odzysku kosztownych funkcjonalnych, części metalowych w całości, bez ich mechanicznego uszkodzenia eliminującego powtórne ich zastosowanie. Dodatkową zaletą sposobu według wynalazku jest możliwość odzysku wypełniacza, stanowiącego niekiedy ponad 60% mieszanki termoutwardzalnej.

Sposób według wynalazku jest bliżej objaśniony na podstawie jego realizacji, w oparciu o rysunek przedstawiający schemat instalacji do wykonania procesu.

Instalacja do przeprowadzenia procesu według wynalazku odzysku części metalowych z odpadowych produktów lub półproduktów, które umieszczone są w elementach korpusów, powstałych przez zalanie części metalowych mieszkankami termoutwardzalnymi zawiera klasyczny pirolityczny reaktor 1, wewnątrz którego umieszczony jest wsad 2, stanowiący materiał odpadowy, przeznaczony do przeróbki. Górna część reaktora 1 połączona jest poprzez zawór 3 odpowiednimi przewodami 4, przeznaczonymi do przesyłu gazu pirolitycznego z układem oczyszczania gazu, zawierającym chłodnicę 5, wykrapacz 6 oraz cyklon 7. Dolna część reaktora 1 połączona jest za pomocą odpowiedniego urządzenia zsykowego 8 i podajnika taśmowego 9 z komorą wypalania 10. Komora ta może stanowić część reaktora pirolitycznego, co nie jest uwidocznione na rysunku. Wówczas urządzenie zsykowe zainstalowane jest bezpośrednio w reaktorze pirolitycznym 1. W komorze tej przeprowadza się proces zgazowania stałej reszty poprocesowej, pochodzącej z procesu pirolizy oraz proces wypalania stałej reszty poprocesowej procesu zgazowania. Komora wypalania 10 zasilana jest gazem ziemnym, poprzez układ palników 11 oraz wyposażona jest w przewody 12, odprowadzające gazy poprocesowe, pochodzące z utlenienia frakcji węglowej, nieprzereagowanej w reaktorze pirolitycznym 1. Komora wypalania 10 połączona jest poprzez taśmociąg 13, służący do transportu ostatecznej stałej pozostałości procesu zgazowania i wypalania do urządzenia separacyjnego w postaci wytrząsarki 14, gdzie na odpowiednich sitach tej wstrząsarki, następuje oddzielenie wypełniacza i metalowych części wewnętrznych, znajdujących się w przereagowanym wsadzie, w postaci stałej pozostałości poprocesowej. Gazy pirolityczne po oczyszczeniu poddaje się procesowi spalania w komorze spalania 15, usytuowanej poza reaktorem i połączonej z nim przewodami do przesyłu gazu pirolitycznego 16. Gazy te mogą być przesyłane przewodami 17 do komory wypalania 10, gdzie ich energia ze spalania może być wykorzystywana jako dodatkowe źródło energii zasilającej. Kondensat oleisty wydzielony w układzie oczyszczania gazu 5, 6, 7, dostarczany jest przewodami odprowadzającymi 18 do zbiornika kondensatu 19.

W przeprowadzonym eksperymencie wsad 2 stanowiły uszkodzone przekładniki prądowe, których korpusy wykonane były z materiału opartego na mieszance z żywicy araldytowej CY 225, produkowanej przez szwajcarską firmę Vantico. Wsad ten w ilości 4390 g poddano procesowi pirolizy w pirolitycznym reaktorze 1, w temperaturze 750°C w czasie 3 godzin. W wyniku przeprowadzonego procesu otrzymano 3960 g stałej reszty poprocesowej, którą następnie poddano procesowi zgazowania w komorze wypalania w temperaturze 475°C w czasie 2 godzin, a następnie w tej samej komorze procesowi wypalania w 875°C i czasie 0,5 godziny. Z w wyniku przeprowadzenia zgazowania i wypalania otrzymano stałą pozostałość w ilości 3930 g, którą następnie poddano wstrząsom na sicie o wymiarach oczek 3 mm, w czasie 3 minut. W ten sposób odzyskano 2740 g gotowego metalowego elementu przekładnika prądowego, nadającego się do ponownego zastosowania, w postaci rdzenia magnetycznego oraz uzyskano 590 g uzwojenia miedzianego i odzyskano 600 g mączki wypełniacza, będącej składnikiem mieszanki termoutwardzalnej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób odzysku części metalowych z odpadowych produktów lub półproduktów przemysłu elektroenergetycznego i elektronicznego, wykorzystujący proces pirolizy do termicznego rozpadu materiału termoutwardzalnego, składającego się z żywicy, utwardzacza, wypełniacza i ewentualnie dodatków w postaci plastyfikatora lub przyspieszacza, **znamienny tym**, że w reaktorze pirolitycznym przeprowadza się proces pirolizy wsadu zawierającego odpadowe produkty lub półprodukty z elementami metalowymi zatopionymi w materiale termoutwardzalnym, podczas którego tworzy się fazę lotną i stałą resztę poprocesową, przy czym fazę lotną rozdziela się na gaz pirolityczny i kondensat oleisty, zaś stałą resztę poprocesową transportuje się dowolnym sposobem do komory wypalania, usytuowanej w dolnej części reaktora pirolitycznego lub na zewnątrz niego, po czym w komorze wypalania przeprowadza się proces zgazowania stałej reszty poprocesowej, a uzyskaną stałą pozostałość zgazowania wypala się następnie w celu usunięcia z niej pozostałości frakcji węglowej, po czym ostateczną stałą pozostałość po procesach zgazowania i wypalania, usuwa się z komory wypalania i poddaje się mechanicznej separacji, podczas której rozdziela się części metalowe od wypełniacza materiału termoutwardzalnego.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że proces pirolizy wsadu prowadzi się w temperaturze od 680°C do 750°C.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że proces zgazowania stałej reszty poprocesowej prowadzi się w temperaturze od 450°C do 500°C.

4. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że stałą pozostałość zgazowania wypala się w temperaturze od 850°C do 900°C.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stałą pozostałość zgazowania wypala się w tej samej komorze wypalania, w której przeprowadza się proces zgazowania.

6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mechaniczną separację przeprowadza się za pomocą wstrząsarki sitowej.

7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że komorę wypalania zasila się gazem ziemnym i/lub gazem pirolitycznym, uzyskanym w tym samym procesie odzysku części metalowych.

Rysunek

