

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **225632**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **406290**

(51) Int.Cl.
C22B 19/34 (2006.01)
C22B 1/14 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **27.11.2013**

(54) **Sposób odzysku i separacji tlenku cynku w pirometalurgicznym procesie aglomeracji drobnoziarnistych odpadów, zwłaszcza hutniczych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
08.06.2015 BUP 12/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.05.2017 WUP 05/17

(73) Uprawniony z patentu:

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

(72) Twórca(y) wynalazku:

**WOJCIECH CHOLEWIŃSKI,
Ostrowiec Świętokrzyski, PL
RUDOLF KENIG, Bolechowice, PL
JAN PASIERB, Kraków, PL
ZDZISŁAW WOŹNIACKI, Kraków, PL
MAREK HRYNIEWICZ, Kraków, PL
MICHAŁ BEMBENEK, Kraków, PL
PAWEŁ GARA, Koźmierów, PL**

PL 225632 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób separacji tlenku cynku w pirometalurgicznym procesie aglomeracji drobnoziarnistych odpadów w piecach spiekalniczych. Tlenek cynku wychwytywany jest z gazów odlotowych powstających podczas spalania i spiekania materiałów wsadowych poddawanych recyklingowi w użyteczny granulat, wykorzystywany głównie do wytopu stali. Recyklingowi według wynalazku poddaje się zwłaszcza żelazonośne odpady hutnicze, szczególnie pyły z pieców łukowych (EAF) wytwarzających stal dla potrzeb walcowni i kuźni oraz drobnoziarnistą zendrę, suchą i zaolejoną z procesów walcowania oraz rozdrobioną zendrę z procesów kucia i nagrzewania stali.

Żelazonośne pyły zawierające cynk w postaci tlenkowej w ilości poniżej 30% są nieekonomiczne dla metalurgii cynku, zaś zawierające powyżej 3% są szkodliwe w metalurgicznym wykorzystywaniu tego typu odpadów jako surowca wtórnego w hutnictwie żelaza i stali. Obecnie takie pyliste materiały odpadowe są przerabiane w piecach przewalowych na tlenek cynku. Proces ten polega na redukcji tlenku cynku w warstwie wsadu do cynku gazowego, który jest w tej postaci nietrwały i ulega natychmiast ponownemu utlenieniu w jego fazie gazowej do postaci lotnego proszku. Powstały tlenek cynku wychwytywany jest w instalacji odpylającej i stanowi jeden produkt procesu, który wykorzystuje się w hutach cynku. Drugim pożądanym produktem jest żużel odpadowy o podwyższonej zawartości żelaza, w którym zawartość szkodliwej domieszki cynku zredukowana jest do poziomu poniżej 3%, a który może być już wykorzystywany w metalurgii żelaza i stali lub powyżej tego poziomu może być stosowany w budownictwie drogowym.

Przykładem jest też ujawniony w opisie nr EP 1 566 455 sposób pirometalurgicznej obróbki w piecu elektrycznym pozostałości po procesie produkcji stali, w tym pozostałości po procesie Waelza, polegający na wytapianiu żużla i ekstrahowaniu wartościowych metali z żużla i pozostałości powstających w łukowym piecu elektrycznym (EAF).

Z opisu patentowego nr US 6 494 933 znany jest sposób utylizacji surowców wtórnych zawierających żelazo, cynk i ołów, a korzystnie pyły pochodzące z procesu stalowniczego, w obrotowym piecu rurowym pracującym na zasadzie przedmuchu wstecznego w stosunku do ruchu wsadu i atmosfery gazowej, z zasadowo przygotowanym żużlem walcowniczym, zgodnie z którym surowce wtórne miesza się i/lub poddaje się aglomeracji z reaktywnym drobnoziarnistym nośnikiem węglowym. Sposób ten charakteryzuje się tym, że stosuje się ilościowy udział węgla, który jest silnie substechiometryczny w porównaniu do wszystkich reakcji zużywających węgiel w tym wsadzie, a dodatkową część gruboziarnistych nośników węglowych rozprowadza się pomiędzy aglomeratami, przy czym całkowity udział węgla wynosi mniej niż 80% ilości wymaganej przez wszystkie reakcje zużywające węgiel w tym wsadzie w temperaturze walcowania mniejszej niż 1150°C, zaś żużel walcowniczy dostarcza się wraz z zimnym powietrzem w pobliżu wylotu pieca, po osiągnięciu statecznej pracy tego pieca, w ilości zmniejszającej udział żelaza metalicznego w stosunku do całkowitej zawartości żelaza do mniej niż 20%, a następnie dostarcza się do pieca całą objętość powietrza, które jest odpowiednio, substechiometryczne lub hiperstechiometryczne, w stosunku do wszystkich utleniających się składników gazowych, bez specjalnie regulowanego późniejszego spalania.

Znany jest z polskiego zgłoszenia nr P-376 241 sposób utylizacji w piecu szybowym odpadów hutniczych w granulacie wsadowy do procesów wytapiania stali. Sposób ten polega na przygotowaniu i ujednorodnieniu mieszanki złożonej z rozdrobionej i przesianej do frakcji poniżej 1 mm zendry z pieców nagrzewania i plastycznej obróbki stali, pyłów z odpylania pieców stalowniczych, drobnoziarnistego składnika wysokowęglowego oraz mineralnego lepiszcza w ilości 5 do 15% masy pozostałych składników i wody. Mieszankę poddaje się granulowaniu w talerzowym grudkowniku obrotowym, suszeniu granulatu surowego i spiekaniu w temperaturze 1100 do 1250°C oraz końcowemu chłodzeniu. Istotą sposobu jest to, że na podstawie analizy chemicznej poszczególnych składników przygotowuje się mieszankę o składzie tak dobranym, by łączna zawartość węgla w mieszance wynosiła: $C_{\min} > 0,05 \text{ kg/1kg wsadu} + 0,0004 \text{ kg/1\% Fe}_2\text{O}_3 + 0,0015 \text{ kg/1\% ZnO}$, a jednocześnie by tak dobrana mieszanka spełniała warunek zawartości $\text{Fe}_{\text{całk}} > 40\%$, przy czym operację spiekania surowych granul prowadzi się w piecu szybowym z jednoczesnym oddzielaniem z gazów odlotowych tlenków metali: ZnO, PbO, CdO, Sb₂O₃, zredukowanych i odparowanych w piecu, a następnie ponownie utlenionych w instalacji obróbki i emisji gazów odlotowych. Skład mieszanki dobiera się zwiększając minimalną zawartość węgla C_{\min} o ilość nadmiarową C_n , energetycznie równoważącą spadek temperatury wynikający z późniejszego wprowadzania granulatu do kąpieli w procesie wytapiania stali.

Celem rozwiązania jest opracowanie technologii recyklingu określonego rodzaju odpadów, umożliwiającej uzyskanie wysokiej jakości surowca wtórnego do produkcji cynku.

Istota rozwiązania charakteryzuje się tym, że:

– przygotowuje się surowe brykiety o wilgotności poniżej 5,5% formowane pod ciśnieniem, o objętości od 5 do 10 cm³, z mieszanki zawierającej jako żelazonośny odpad suchą i zaolejoną drobnoziarnistą zendrę powalcowniczą, o granulacji poniżej 5 mm oraz pyły z pieca łukowego, przy czym proporcje przetwarzanych odpadów do aglomerowania ustala się obliczeniowo zgodnie zadanym algorytmem bilansu masy pierwiastka żelaza, pierwiastka węgla i pierwiastka cynku, ponadto mieszankę wytwarza się dwuetapowo mieszając uprzednio składniki suche z dodatkiem wody w czasie 5 do 10 min mieszadłem niskoobrotowym, a następnie z lepiszczem o dużej wilgotności mieszadłem wysokoobrotowym,

– aglomeruje się brykiety w piecu szybowym przez co najmniej 20 min w temperaturze 1100-1200°C, utrzymując w komorze pieca atmosferę redukcyjną oraz podciśnienie 10 do 30 Pa i zapewniając dmuch mieszanki powietrzno-spalinowej z zawartością tlenu co najmniej 10% objętościowo,

– na jednej drodze przepływu gazów odlotowych separuje się tlenek cynku co najmniej na dwóch kolejnych stopniach:

na pierwszym stopniu zgrubnej separacji poprzez szybkie schłodzenie gazów odlotowych w kolumnie rekuperacyjno-odpylającej do temperatury 800 do 300°C wytrąca się pierwszą zgrubną frakcją produktów spalania osadzającą się w leju cyklonowym tej kolumny zawierającą głównie tlenek cynku, przy czym gorące gazy wprowadza się z góry do dołu kolumny syfonem wymiennikowym,

zaś na drugim stopniu finalnej separacji poprzez dalsze schłodzenie gazów odlotowych w instalacji odciągowej do temperatury 300 do 100°C w węźle filtrującym odseparowuje się drugą finalną frakcją zawierającą zasadniczo czysty tlenek cynku.

Korzystnie, w mieszance zawartość zendry zawiera się od 30 do 50%, a łączna zawartość pyłów z pieców łukowych zawiera się od 40 do 60%.

Korzystnie, stosunek udziału żelazonośnych odpadów do odpadów węglowych i lepiszcza w mieszance wynosi co najmniej 6:1.

Korzystnie, mieszanka zawiera dwuskładnikowe lepiszcze, które stanowi melasa cukrowa i wapno hydratyzowane w stosunku 5:3 wagowo, przy czym melasę o gęstości 80°Bx uwadnia się do 30%.

Korzystnie, w pierwszym etapie mieszania składniki miesza się w wolnoobrotowym mieszalniku dwuwalowym.

Korzystnie, w drugim etapie mieszania do wymieszania wilgotnej mieszanki stosuje się mieszadło wysokoobrotowe o szybkości co najmniej 600 obr/min.

Korzystnie, brykiety formowane są w prasie walcowej z niesymetrycznym układem zagęszczania z naciskiem jednostkowym od 40 do 100 MPa.

Korzystnie, brykiety formowane są w kształcie siodła bez płaszczyzny podziału. Korzystnie, brykiety o wilgotności powyżej 5,5% sezonuje się co najmniej 24 godziny pod zadaniem, w temperaturze powyżej +5°C.

Korzystnie, finalną separację prowadzi się metodą suchą w filtrze tkaninowym, zwłaszcza w filtrze workowym pulsacyjnym, w którym różnicę ciśnień pomiędzy wejściem a wyjściem zachowuje się w zakresie 1,5-2,0 kPa, zaś częstotliwość impulsów regeneracyjnych filtra ustala się proporcjonalnie do szybkości przepływu spalin za filtrem.

Korzystnie, finalną separację prowadzi się metodą moką w płuczce wodnej.

Zaletą wynalazku jest możliwość zagospodarowania odpadów hutniczych, zwłaszcza zaolejonej zendry powalcowniczej i uzyskiwania użytecznych produktów dla przemysłu. Technologia ta zmniejsza emisję pyłów do atmosfery, ogranicza zużycie surowców naturalnych oraz przyczynia się do zmniejszenia ilości odpadów przemysłowych na składowiskach.

W zakresie temperatur 1050-1250°C zachodzi redukcja tlenku cynku za pomocą CO powstającego w wyniku reakcji Boudouarda. Powstający cynk występuje w fazie gazowej i w wyniku obniżenia temperatury gazów zachodzi jego utlenianie. Tlenek cynku odzyskiwany w urządzeniach odpylających stanowi wysokiej jakości surowiec do otrzymywania cynku. Dwustopniowa separacja pozwala uzyskać pyły zróżnicowane pod względem zawartości tlenku cynku.

Sposób separacji tlenku cynku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy pirometalurgicznego procesu technologicznego, fig. 2 – kształt brykieta a fig. 3 – fotografie pyłu otrzymanego tlenku cynku na poszczególnych stopniach separacji.

Ilość w % wagowych, rodzaj i charakterystyka składników surowcowych:

- 40 do 56% suchy pył z pieca łukowego (EAF) wytapiającego stal dla walcowni o dużej zawartości cynku, o składzie chemicznym wg tab.1 jako komponent żelazonośny,
- 1 do 5% suchy pył z pieca łukowego (EAF) wytapiającego stal dla kuźni o małej zawartości cynku, o składzie chemicznym wg tabeli 2 jako komponent żelazonośny,
- 30 do 50% sucha i zaolejona drobnoziarnista zendra powalcownicza, o składzie chemicznym wg tabeli 3 i składzie ziarnowym wg tabeli 4 jako komponent żelazonośny,
- 4 do 9% suchy koksik o zawartości C = 85% i składzie ziarnowym wg tabeli 5 lub zamiennie suchy pył węglowy o zawartości C = 68% i składzie ziarnowym wg tabeli 6; oba jako reduktory węglowe,
- 5 do 8% melasa cukrowa o gęstości 80°Bx uwodniona do 30% jako lepiszcze,
- do 3% suchy proszek wapna hydratyzowanego $\text{Ca}(\text{OH})_2$ jako dodatkowy składnik lepiszcza,
- do 6,3% woda.

T a b e l a 1

Lp.	Pierwiastek	Wynik %
1.	C	0,98
2.	S	0,64
3.	Fe _c	22,6
4.	Ca	2,41
5.	Mn	1,76
6.	Zn	33,2
7.	Mg	1,76
8.	Si	1,28
9.	P	< 0,10
10.	Cu	0,18
11.	Cr	0,35
12.	Ti	0,04
13.	Al	0,21
14.	Cl	9,20
15.	Pb	2,60
16.	Ni	0,02

Niepewność względna oznaczenia C – ± 5,5%

T a b e l a 2

Lp.	Pierwiastek	Wynik %
1	2	3
1.	C	0,81
2.	S	0,60
3.	Fe _c	42,8
4.	Ca	6,70
5.	Mn	3,69
6.	Zn	7,10
7.	Mg	3,98
8.	Si	1,16
9.	P	0,04
10.	Cu	0,08

1	2	3
11.	Ti	0,03
12.	Cr	1,18
13.	Al	0,29
14.	Cl	0,84
15.	Cd	0,16
16.	Pb	0,15
17.	Ni	0,12
18.	Wilgoć	0,35
19.	FeO	7,90

Fe₂O₃ wyliczone ze wzoru % Fe₂O₃ = 1,43 (% Fe – % Fe z FeO)

Fe₂O₃ = 52,5%

Niepewność względna oznaczenia C – ± 1-6,7%

Tabela 3

Zawartość składnika, %						
Składnik	C	Fe	Zn	Pb	Ca	S
Zendra sucha	0,03	63,50	0,01	0,01	0,04	0,03
Zendra zaolejona	3,50	69,09	0,02	0,01	1,00	0,05

Tabela 4

Wielkość ziarna „d”, mm	Udział procentowy, %	
	zendry suchej	zendry zaolejonej
d > 2,00	0,0	0,0
2,00 > d > 1,20	0,07	9,59
1,20 > d > 0,75	0,04	3,80
0,75 > d > 0,30	43,97	20,88
0,30 > d > 0,15	35,48	24,85
0,15 > d > 0,075	13,79	30,34
0,075 > d	6,65	10,54
	100,00	100,00

Tabela 5

Wielkość ziarna „d”, mm	Udział procentowy, %
D > 2,00	0,24
2,00 > d > 1,20	1,53
1,20 > d > 0,75	3,74
0,75 > d > 0,50	16,82
0,50 > d > 0,30	24,81
0,30 > d	52,86
	100,00

Tabela 6

Wielkość ziarna „d”, mm	Udział procentowy, %
d > 1,20	0,00
1,20 > d > 0,75	0,36
0,75 > d > 0,50	0,89
0,50 > d > 0,30	7,32
0,30 > d	91,43
	100,00

Ilość przetwarzanych odpadów do aglomerowania ustala się obliczeniowo na podstawie analizy chemicznej poszczególnych składników i zgodnie z zadany algorytmem bilansu masy pierwiastka żelaza, pierwiastka węgla i pierwiastka cynku, tak by dobrana mieszanka spełniała warunek zawartości $Fe_{\text{całk}} > 50\%$, a udział wagowy żelazonośnych odpadów do odpadów węglowych i lepiszcza wynosił jak 7:1. Ilość węgla w mieszance ustala się w wysokości co najmniej wartości obliczonej dla uzyskania minimalnego stopnia redukcji tlenku cynku. Na rysunku schematu technologicznego fig. 1 zobrazowano kolejność operacji technologicznych.

Składniki suche, tj. zendrę, pyły, reduktor i wapno, miesza się przy pomocy mieszadła niskoobrotowego np. w mieszalniku dwuwalowym przez okres 5 do 8 min, dodając w trakcie mieszania wodę, a następnie dodaje się melasę i miesza się przy pomocy mieszadła wysokoobrotowego z szybkością rzędu 2000 obr/min do czasu uzyskania ujednorodnionej wilgotnościowo mieszanki. W całym procesie mieszania dodaje się wodę w ilości niezbędnej do uzyskania wilgotności względnej mieszanki 3 do 6,3%.

Z mieszanki formuje się z naciskiem 300 do 470 N surowe brykiety w kształcie siodła bez płaszczyzny podziału, przedstawione na fig. 2, o objętości od 6 do 7 cm³, które posiadają wyższą wytrzymałość mechaniczną i łatwiej opuszczają wgłębienia formujące w prasie walcowej z niesymetrycznym układem zagęszczania, po czym określa się wilgotność uzyskanego produktu. Surowe brykiety o wilgotności poniżej 5,5% stanowią gotowy produkt wsadowy do pieca, a brykiety o wilgotności zawierającej się w granicach 5,5 do 6,3% wymagają sezonowania na składowisku pośrednim pod zadaszeniem przez okres minimum 24 godzin, w temperaturze +20°C. Nie należy ich suszyć, gdyż pogarszają się wtedy własności wytrzymałościowe. Wytrzymałość mechaniczną brykietów zapewnia dodanie do mieszanki wapna hydratyzowanego w ilości 3% wagowych oraz melasy cukrowej w ilości 5% wagowych.

Brykiety podaje się od góry do pieca szybowego i spieka przez okres co najmniej 20 min warunkujący maksymalne wyeliminowanie cynku z brykietów, przy podciśnieniu 10 do 30 Pa i temperaturze 1150 do 1200°C, zapewniając dmuch mieszanki powietrzno-spalinowej z zawartością tlenu co najmniej 10% objętościowo. Całkowita objętość dmuchu powietrza i spalin podawanych do pieca jest tak regulowana, aby zapewnić zależności stechiometryczne ze wszystkimi składnikami gazu podlegającymi utlenianiu, bez gazów odlotowych zawierających CO, utrzymując w komorze pieca atmosferę redukcyjną.

Gazy odlotowe z pieca odprowadza się do instalacji odciągowej z wentylatorem wytwarzającym podciśnienie co najmniej 2 kPa, przy czym z gazów separuje się tlenek cynku w dwóch kolejnych, szeregowo zabudowanych na instalacji odciągowej urządzeniach.

W pierwszym urządzeniu schładza się gazy odlotowe do temperatury 800 do 300°C w kolumnie rekuperacyjno-odpylającej, do której gorące gazy wprowadza się z góry do dołu syfonem wymiennikowym. W leju cyklonowym tej kolumny separuje się pierwszą zgrubną frakcją produktów spalania, zawierającą głównie tlenek cynku oraz śladowe ilości innych tlenków metali nieżelaznych, głównie ołowiu, przy czym lej cyklonowy może być połączony z filtrem workowym lub z płuczką wodną, tzw. skruberm.

W drugim urządzeniu w węźle filtrującym ze schłodzonych do temperatury 300 do 100°C gazów odlotowych odseparowuje się drugą finalną frakcją zawierającą zasadniczo czysty tlenek cynku, przy czym separację prowadzi się w filtrze workowym pulsacyjnym, w którym różnicę ciśnień pomiędzy wejściem a wyjściem zachowuje się w zakresie 1,5-2,0 kPa, zaś częstotliwość impulsów regeneracyjnych filtra ustala się proporcjonalnie do szybkości przepływu strumienia spalin za filtrem. Finalną separację można też prowadzić metodą moką w płuczce wodnej.

Badania procesu spalania i spiekania brykietów oraz odpylania gazów odlotowych wytwarzanych w pirometalurgicznym procesie aglomeracji drobnoziarnistych materiałów zrealizowano z wykorzystaniem odpadów hutniczych pochodzących z huty „Celsa Huta Ostrowiec”. W urządzeniach separujących uzyskiwano produkty mające zawartość cynku wynoszącą na filtrze około 81% (A) a na kolumnie 62% (B), co przedstawiono w tabeli 7 i zobrazowano na fig. 3.

Tabela 7

Lp.	Oznaczenie próbki	Zawartość składnika, %		
		Zn	Pb	Cd
1	A	80,64	4,548	0,0468
2	B	61,50	11,200	0,4361
A – pył w filtrze B – pył w kolumnie				

Proces przygotowania wsadu, proces jego spalania i spiekania oraz proces separacji tlenków i oczyszczania gazów odlotowych może być w pełni zautomatyzowany, co zobrazowano blokiem układu sterowania pracą linii technologicznej na fig. 1. Obsługą mogą być objęte wszystkie istotne parametry procesu, takie jak; przygotowanie mieszanki do brykietowania, rozkład temperatury w piecu, optymalna temperatura spiekania, właściwości dmuchu, oczekiwana wydajność, panujące ciśnienia i strumień objętości spalin.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób odzysku i separacji tlenku cynku w pirometalurgicznym procesie aglomeracji drobnoziarnistych odpadów, zwłaszcza hutniczych, polegający na wykonywaniu kolejno następujących po sobie operacji;

- przygotowania mieszanki z żelazonośnych odpadów hutniczych i pyłów z pieców łukowych, odpadów węglowych jako reduktorów procesu, korzystnie w postaci koksika, pyłu węgla kamiennego lub zmielonych elektrod węglowych itp. i lepszczca,
- formowania mieszanki w granulatach o zadanej wilgotności,
- aglomerowania granulatu w temperaturze 1050-1250°C w piecu szybowym z ładowaniem wsadu od góry z przeciwnym przepływem gazu procesowego do góry z jednoczesną redukcją i utlenieniem w piecu odparowanych metali nieżelaznych,
- dopalania w celu dalszego utleniania metali i związków organicznych, chłodzenia celem szybkiego skraplania powstających par cynku i odpylania gazów odlotowych w instalacji odciągowej celem odzyskania pyłów tlenku cynku,

znamienny tym, że

- przygotowuje się surowe brykiety o wilgotności poniżej 5,5% formowane pod ciśnieniem, o objętości od 5 do 10 cm³, z mieszanki zawierającej jako żelazonośny odpad suchą i zaolejoną drobnoziarnistą zendrę powalcowniczą, o granulacji poniżej 5 mm oraz pyły z pieca łukowego, przy czym proporcje przetwarzanych odpadów do aglomerowania ustala się obliczeniowo zgodnie zadanym algorytmem bilansu masy pierwiastka żelaza, pierwiastka węgla i pierwiastka cynku, ponadto mieszankę wytwarza się dwuetapowo mieszając uprzednio składniki suche z dodatkiem wody w czasie 5 do 10 min mieszadłem niskoobrotowym, a następnie z lepszczcem o dużej wilgotności mieszadłem wysokoobrotowym,
- aglomeruje się brykiety w piecu szybowym przez co najmniej 20 min w temperaturze 1100-1200°C, utrzymując w komorze pieca atmosferę redukcyjną oraz podciśnienie 10 do 30 Pa i zapewniając dmuch mieszanki powietrzno-spalinowej z zawartością tlenu co najmniej 10% objętościowo,
- na jednej drodze przepływu gazów odlotowych separuje się tlenek cynku co najmniej na dwóch kolejnych stopniach: na pierwszym stopniu zgrubnej separacji poprzez szybkie schłodzenie gazów odlotowych w kolumnie rekuperacyjno-odpylającej do temperatury 800 do 300°C wytrąca się pierwszą zgrubną frakcją (B) produktów spalania osadzającą się w leju cyklonowym tej kolumny zawierającą głównie tlenek cynku, przy czym gorące gazy wprowadza się z góry do dołu kolumny syfo-

nem wymiennikowym, zaś na drugim stopniu finalnej separacji poprzez dalsze schłodzenie gazów odlotowych w instalacji odciągowej do temperatury 300 do 100°C w węźle filtrującym odseparowuje się drugą finalną frakcją (A) zawierającą zasadniczo czysty tlenek cynku.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w mieszance zawartość zendry zawiera się od 30 do 50%, a łączna zawartość pyłów z pieców łukowych zawiera się od 40 do 60%.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosunek udziału żelazonośnych odpadów do odpadów węglowych i lepszczka w mieszance wynosi co najmniej 6:1.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mieszanka zawiera dwuskładnikowe lepszczce, które stanowi melasa cukrowa i wapno hydratyzowane w stosunku 5:3 wagowo, przy czym melasę o gęstości 80°Bx uwadnia się do 30%.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie mieszania składniki miesza się w wolnoobrotowym mieszalniku dwu wałowym.

6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w drugim etapie mieszania do wymieszania wilgotnej mieszanki stosuje się mieszadło wysokoobrotowe o szybkości co najmniej 600 obr/min.

7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że brykiety formowane są w prasie walcowej z niesymetrycznym układem zagęszczania z naciskiem jednostkowym 40 do 100 MPa.

8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że brykiety formowane są w kształcie siodła bez płaszczyzny podziału.

9. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że brykiety o wilgotności powyżej 5,5% sezonuje się co najmniej 24 godziny pod zadaszeniem, w temperaturze powyżej + 5°C.

10. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że finalną separację prowadzi się metodą suchą w filtrze tkaninowym, korzystnie w filtrze workowym pulsacyjnym, w którym różnicę ciśnień pomiędzy wejściem a wyjściem zachowuje się w zakresie 1,5-2,0 kPa, zaś częstotliwość impulsów regeneracyjnych filtra ustala się proporcjonalnie do szybkości przepływu spalin za filtrem.

11. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że finalną separację prowadzi się metodą moką w płuczce wodnej.

Rysunki

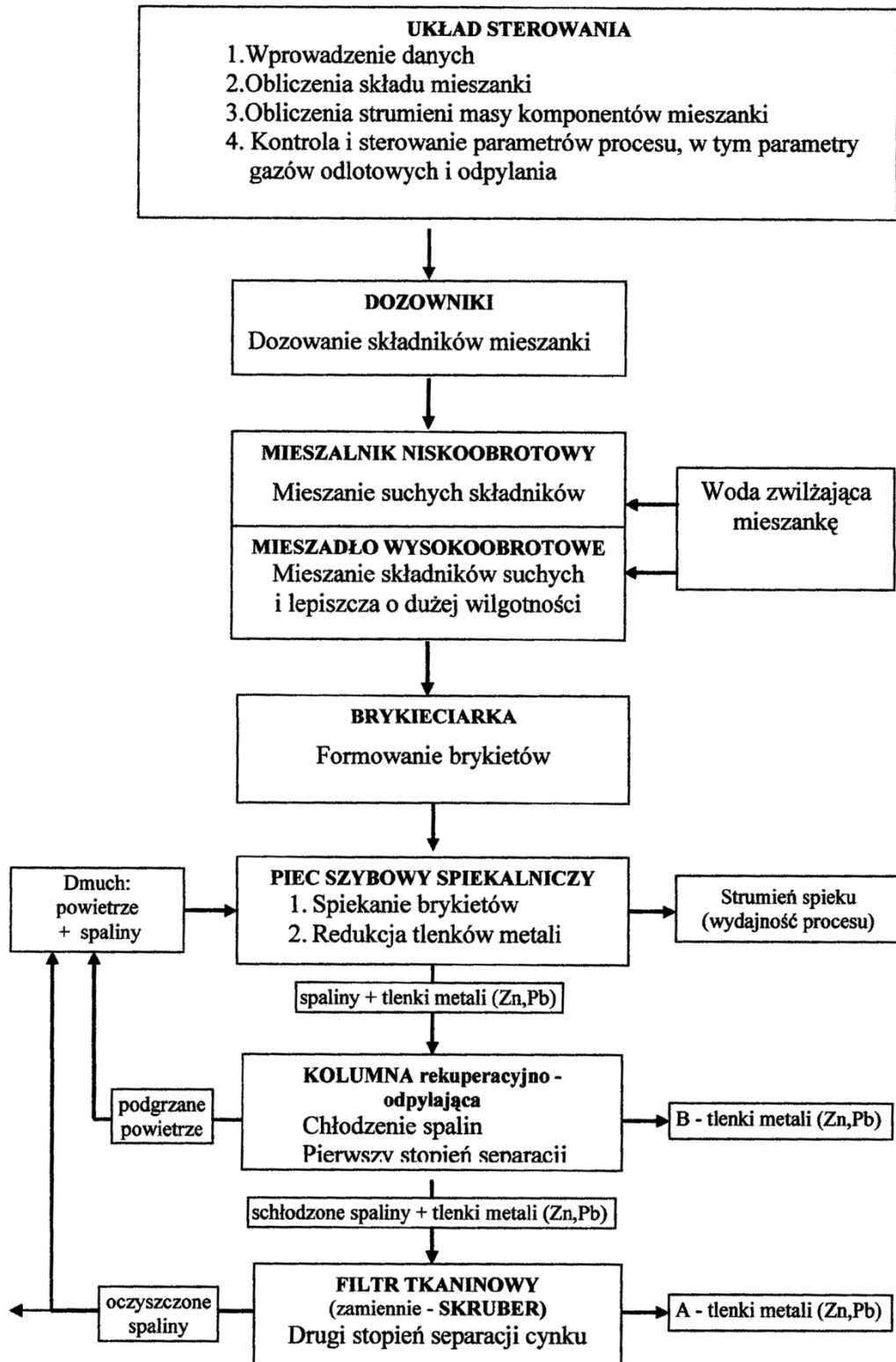


Fig.1

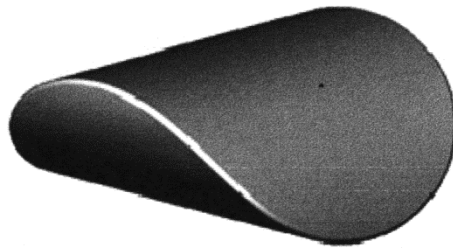


Fig.2

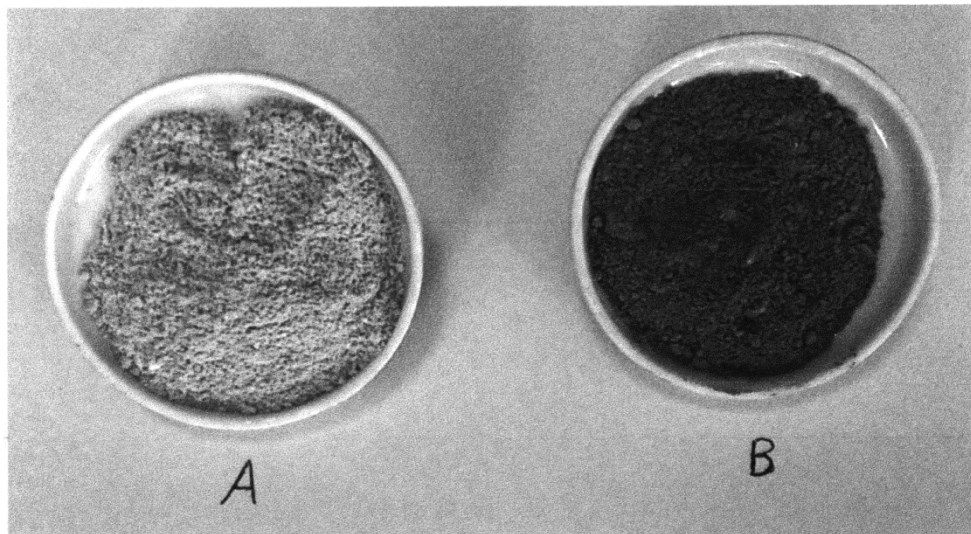


Fig.3