

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241732**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **422998**

(22) Data zgłoszenia: **28.09.2017**

(51) Int.Cl.

**B09B 3/27 (2022.01)**

**B09B 3/25 (2022.01)**

**C04B 18/10 (2006.01)**

**A62D 3/33 (2007.01)**

**A62D 101/08 (2007.01)**

(54) **Sposób redukcji poziomu wymywalności chlorków z mieszanin mineralnych zawierających odpady wykazujące się wysokimi stężeniami rozpuszczalnych chlorków**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**08.04.2019 BUP 08/19**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**28.11.2022 WUP 48/22**

(73) Uprawniony z patentu:

**MO-BRUK SPÓŁKA AKCYJNA, Niecew, PL**  
**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA**  
**IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,**  
**Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ŁUKASZ KOTWICA, Kraków, PL**  
**JAN DEJA, Kraków, PL**  
**WALDEMAR PICHÓR, Balice, PL**  
**AGNIESZKA RÓŻYCKA, Kraków, PL**  
**ŁUKASZ GOLEK, Kraków, PL**  
**JÓZEF MOKRZYCKI, Korzenna, PL**  
**ANNA MOKRZYCKA-NOWAK, Nowy Sącz, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzec. pat. Mariusz Grzesiczak**

**PL 241732 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób redukcji poziomu wymywalności chlorków z mieszanin mineralnych zawierających odpady wykazujące się wysokimi stężeniami rozpuszczalnych chlorków, stanowiący metodę zestalania i stabilizacji odpadów.

Właściwości chloroglinianu wapnia (sól Friedel'a) są opisane w literaturze, między innymi w: U. A. Birnin-Yauri, F. P. Glasser „Friedel's salt,  $\text{Ca}_2\text{Al}(\text{OH})_6(\text{Cl},\text{OH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ : its solid solutions and their role in chloride binding” *Cement and Concrete Research*, 28 (1998) s. 1713–1723. W literaturze opisana jest rola soli Friedel'a w procesie migracji chlorków w zaczynach, zaprawach i betonach. Opisano również warunki trwałości chloroglinianu wapnia w warunkach zaczynu cementowego, między innymi w: A. K. Suryavanshi, R. N. Swamy „Stability of Friedel's salt in carbonated concrete structural elements” *Cement and Concrete Research*, 26 (1996), s. 729–741. Nie znaleziono natomiast publikacji opisujących zastosowanie uwodnionych chloroglinianów wapnia do redukcji poziomu wymywalności chlorków z mieszanin zawierających bogate w chlorki odpady, zwłaszcza ze spalarni odpadów.

Rodzaje odpadów wymienione zostały w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2014 poz. 1923), który zawiera wykaz ponad 900 rodzajów odpadów ujętych w grupy i podgrupy w zależności od źródła ich powstawania. Odpady pochodzące z termicznych procesów przekształcania odpadów, które wykazują niejednokrotnie wysokie stężenia chlorków, zakwalifikowano do grupy 19, w której mieszczą się między innymi odpady o kodzie 190107\* (odpady stałe z oczyszczania gazów odlotowych) oraz odpady o kodzie 190115\* (pyły z kotłów zawierające substancje niebezpieczne). Niektóre odpady powstające w procesie termicznego przekształcania odpadów, jak na przykład wymieniony wyżej odpad o kodzie 190107\*, nie spełniają nawet wymagań stawianych odpadom przeznaczonym do składowania na składowiskach odpadów niebezpiecznych. Stwarza to istotne problemy z ich zagospodarowaniem.

Celem twórców niniejszego wynalazku stało się opracowanie technologii, która umożliwi skuteczną redukcję poziomu wymywalności wspomnianych chlorków z mieszanin mineralnych zawierających odpady powstałe w procesie termicznego przekształcania odpadów lub innych procesach termicznych generujących odpady wykazujące się wysokimi stężeniami chlorków, co umożliwi odzysk i przemysłowe zagospodarowanie takich odpadów, przy czym za wysoką zawartość chlorków w odpadach uznaje się już zawartość kilkuprocentową, a w praktyce często są to zawartości kilkunastoprocentowe, dochodzące nawet do 35%.

Istotę wynalazku stanowi sposób redukcji poziomu wymywalności chlorków z mieszanin mineralnych zawierających odpady wykazujące się wysokimi stężeniami rozpuszczalnych chlorków, który polega na tym, że odpady zawierające wodorotlenek wapnia oraz rozpuszczalne chlorki w stężeniu do 35%, powstałe w procesie termicznego przekształcania odpadów przemysłowych lub komunalnych lub w innym procesie termicznym generującym takie odpady, miesza się z surowcem glinonośnym będącym źródłem aktywnego tlenu glinu wybranym spośród: granulowany żużel wielkopiecowy lub żużel ze spalania odpadów przemysłowych lub komunalnych lub cement hutniczy o dużej zawartości żużla wielkopiecowego, na przykład CEM III/B, w stosunku masy odpadów do masy surowca glinonośnego mieszczącym się od 1 : 1 do 11 : 1, aż do uzyskania jednorodnej mieszaniny, a w razie potrzeby, to jest w zależności od zawartości wilgoci w odpadzie oraz od pożądanej/oczekiwanej konsystencji mieszaniny, miesza się też z wodą dodawaną w ilości od 0 do 40% w stosunku do masy mieszanki, przy czym kolejność mieszania poszczególnych składników mieszanki jest dowolna, jednak najkorzystniej miesza się najpierw odpady zawierające duże ilości rozpuszczalnych chlorków z surowcem glinonośnym, po czym opcjonalnie dodaje się wodę. Ilość wody dodawanej do mieszanki uzależnia się od pożądanej konsystencji, która z kolei wynika ze stosowanej metody formowania i zagęszczania mieszanki.

Proporcja odpadów do surowca glinonośnego decyduje o wytrzymałości na ściskanie zestalowanego, stwardniałego materiału. Im większy udział surowca glinonośnego w mieszance tym wyższa wytrzymałość na ściskanie otrzymanego materiału. Wytrzymałość na ściskanie może być regulowana w zakresie od kilku do kilkudziesięciu MPa.

Po wymieszaniu składników, świeżą mieszankę zestala się w taki sposób, że poddaje się ją obróbce hydrotermalnej w temperaturze od 40 do 200°C, w czasie od 6 do 24 godzin, w atmosferze pary wodnej. Korzystnie, w przypadku gdy świeża mieszanka ma konsystencję plastyczną lub ciekłą, jej obróbkę hydrotermalną prowadzi się po uformowaniu mieszanki w formach. Korzystnie, w przypadku gdy świeża mieszanka ma konsystencję wilgotną lub gęstoplastyczną, jej obróbkę hydrotermalną prowadzi się po zasypaniu mieszanki na pryzmy.

Kolejność mieszania poszczególnych składników mieszanki jest dowolna, jednak najkorzystniej miesza się najpierw odpady zawierające duże ilości rozpuszczalnych chlorków z surowcem glinonośnym, po czym dodaje się wodę. Pierwotne mieszanie składników na sucho ułatwia homogenizację mieszaniny, a jednocześnie zapobiega nadmiernemu nagrzewaniu, jeśli odpad wydziela ciepło podczas obróbki.

Jako odpady zawierające duże ilości rozpuszczalnych chlorków stosuje się pyły lub żużle, lub popioły ze spalarni odpadów, w tym odpady o kodzie 190107\* określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2014 poz. 1923), będące odpadami stałymi z oczyszczania gazów odlotowych, mieszczących się w grupie 19 (Odpady z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów, z oczyszczalni ścieków oraz z uzdatniania wody pitnej i wody do celów przemysłowych) i podgrupie 1901 (Odpady z termicznego przekształcania odpadów), najkorzystniej odpady w postaci pylistej z uwagi na ich uziarnienie. Forma pylista pozwala na lepsze wymieszanie składników, co wpływa korzystnie na proces technologiczny, gdyż mieszanina jest bardzo dobrze zhomogenizowana, a to z kolei korzystnie wpływa na przereagowanie substratów.

Przed etapem zestalania świeżej mieszanki składników, do mieszanki surowca glinonośnego z drobnodziarnistymi odpadami zawierającymi duże ilości rozpuszczalnych chlorków, wprowadza się dodatek materiału obojętnego wolnego od chlorków lub o niskiej, to jest do 1% zawartości chlorków, którego ilość w stosunku masowym do sumy mas odpadu i surowca glinonośnego mieści się w zakresie od  $> 0 : 1$  do  $5 : 1$ , lub dodaje się wodorotlenek sodu (NaOH) w ilości od 0,5% do 10% w stosunku do ilości surowca glinonośnego. Dodatek materiału obojętnego poprawia wytrzymałość materiału, który zostanie wytworzony w wyniku procesu, dodatkowo może mieć pozytywny wpływ na formowanie tego materiału, natomiast wodorotlenek sodu jest aktywatorem surowca glinonośnego w mieszance i powoduje efektywniejszy przebieg reakcji.

Korzystnie, jako dodatek materiału obojętnego stosuje się piasek kwarcowy, najkorzystniej o uziarnieniu  $\leq 2$  mm, żużle i popioły ze spalania węgla i biomasy lub żużel ze spalarni odpadów. Ze względów ekologicznych najkorzystniejsze jest stosowanie jako dodatku materiału obojętnego żużli ze spalania odpadów, co pozwala na korzystne zagospodarowanie tych odpadów. Jeżeli żużel zawiera wtrącenia, na przykład złom metali, przed jego dodaniem do mieszaniny dokonuje się usunięcia wtrąceń, poddając żużel procesom separacji.

Korzystnie, przed zmieszczeniem odpadów zawierających duże ilości rozpuszczalnych chlorków z pozostałymi składnikami mieszanki, z odpadów tych usuwa się wtrącenia obce, zwłaszcza spieki, części niedopalone, minerały, złom żelazny i nieżelazny, najkorzystniej poprzez przesianie tych odpadów na przesiewaczu.

Przygotowanie mieszanki przeprowadza się w mieszalnikach stosowanych na przykład w przemyśle betonowym. Do mieszalnika zasypuje się odpady i opcjonalnie dodatkowy materiał obojętny, wstępnie miesza w celu uzyskania jednorodnej mieszaniny, a następnie wprowadza się wodę i miesza do uzyskania jednorodnej masy o założonej konsystencji.

Uzyskany materiał może być granulowany lub formowany w formach w zależności od konsystencji mieszaniny.

Kluczową cechą metody według wynalazku jest prowadzenie procesu w warunkach obróbki hydrotermalnej, to jest poddanie zarobu działaniu pary wodnej przez okres 6–24 h. Obróbka hydrotermalna determinuje syntezę soli Friedel'a lub soli Kuzela, w których chlor jest związany chemicznie, a jego wymywanie powinno w znacznym stopniu zostać ograniczone. Brak tej obróbki spowodowałby inny kierunek reakcji.

Rozwiązanie według wynalazku pozwala na przetwarzanie odpadów sprawiających jak dotąd problemy w ich przetwarzaniu i transporcie, w materiał zwarty, posiadający cechy wytrzymałościowe możliwe do kształtowania w szerokich granicach, w zależności od składu zestalanej mieszanki. Podstawową korzyścią zestalania tą metodą odpadu jest zmniejszenie poziomu wymywalności chlorków. Dodatkową zaletą jest możliwość wyeliminowania z receptury cementu portlandzkiego, który jest zwykle stosowany jako materiał wiążący.

Zamierzony efekt według wynalazku zachodzi dzięki reakcji pucolanowej pomiędzy aktywnymi tlenkami krzemu i glinu zawartymi w surowcu glinonośnym będącym źródłem aktywnego tlenku glinu, na przykład żużlu (wielkopieczowym lub ze spalania odpadów) oraz wodorotlenkiem wapnia zawartym w odpadzie zawierającym duże ilości rozpuszczalnych chlorków. W efekcie, w mieszaninie powstają dwa rodzaje produktów. Pierwszy, produkt reakcji tlenku krzemu z wodorotlenkiem wapnia w obecności wody, to niestechiometryczne uwodnione krzemiany wapnia, lub w wyższej temperaturze – tobermorytu. Uwodnione krzemiany wapnia posiadają właściwości wiążące i nadają cechy spójności i wytrzymałości

mieszkankom. Glin zawarty w żuźlu lub prażonych glinach, reagując z wodorotlenkiem wapnia oraz jonami chlorkowymi i siarczanowymi zawartymi w odpadzie, tworzy uwodnione chlorogliniany wapnia i chlorosiarczanogliniany wapnia z grupy podwójnych warstwowych wodorotlenków (przede wszystkim sól Friedel'a lub sól Kuzela). Związki te pozwalają na trwałą immobilizację jonów chlorkowych i siarczanowych, polegającą na wbudowaniu jonów chloru oraz siarczanów w strukturę związku chemicznego (zwłaszcza soli Friedel'a i/lub Kuzela), prowadząc w efekcie do pożądanego zmniejszenia poziomu wymywalności tych jonów z matryc mineralnych.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony na poniższych przykładach praktycznej realizacji.

#### Przykład 1.

Zestawiona mieszanina zawierająca odpad o kodzie 19 01 07\* o składzie przedstawionym w tabeli 1, mielony (powierzchnia 5000 cm<sup>2</sup>/g według Blaine'a) żużel ze spalania odpadów o kodzie 19 01 11\* o składzie przedstawionym w tabeli 2 oraz piasek kwarcowy.

Tabela 1. Skład odpadu o kodzie 19 01 07\* stosowanego w przykładzie 1.

składnik	zawartość [%]
SiO <sub>2</sub>	2,78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,46
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,33
Na <sub>2</sub> O	18,38
K <sub>2</sub> O	2,44
CaO	35,68
MgO	0,28
TiO <sub>2</sub>	0,25
SO <sub>3</sub>	3,69
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18
Cl	32,83
Br	0,09
F	0,36

Tabela 2. Skład żuźla o kodzie 19 01 11\*

składnik	zawartość [%]
SiO <sub>2</sub>	36,61
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,45
Na <sub>2</sub> O	11,08
K <sub>2</sub> O	0,61
CaO	14,22
MgO	1,80
TiO <sub>2</sub>	3,29
SO <sub>3</sub>	2,19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,16
Cl	1,20
Br	0,10
F	0,00

Proporcje mieszanki:

Odpad o kodzie 19 01 07*	180 kg
Mielony żużel o kodzie 19 01 11*	450 kg
Piasek kwarcowy $\leq 2$ mm	1350 kg
Woda wodociągowa	225 kg

Odpad o składzie pokazanym w tabeli 1 w ilości 180 kg wraz z mielonym żużlem ze spalania odpadów (kod żużla 19 01 11\*) (450 kg, skład w tabeli 2) oraz piaskiem kwarcowym o uziarnieniu  $\leq 2$  mm (1350 kg) mieszano w mieszarce planetarnej przez 30 sekund, następnie dodano wodę (225 kg) i mieszano przez 2 minuty. Następnie świeżą mieszankę zbadano i określono konsystencję, gęstość oraz zawartość powietrza, w celu oceny właściwości roboczych świeżej mieszanki, potrzebnych z punktu widzenia technologicznego. Następnie zaformowano próbki 2,5 x 2,5 x 10 cm. Próbki (podzielone na trzy grupy A, B i C) w formach przetrzymywano w komorze zapewniającej temperaturę 60°C w atmosferze nasyconej pary wodnej w czasie 12 godzin. Po wspomnianych 12 h grupę A próbek poddano badaniom wytrzymałościowym, a pozostałe próbki (B i C) rozformowano i umieszczono w autoklawie, gdzie próbki B poddano obróbce w temperaturze 120°C w czasie 8 h, a próbki C poddano obróbce w temperaturze 180°C w czasie 8 h, po czym wszystkie próbki poddano badaniom wytrzymałościowym na ściskanie.

Właściwości świeżej mieszanki:

Konsystencja wg PN-EN 1015-3	115 mm
Gęstość wg PN-EN 1015-5	1950 kg/m <sup>3</sup>
Zawartość powietrza wg PN-EN 1015-6	3,2%

Wytrzymałość na ściskanie po obróbce:

Próbki A: 12 h w 60°C	5,4 MPa
Próbki B: 12 h w 60°C + 8 h w 120°C	32,7 MPa
Próbki C: 12 h w 60°C + 8 h w 180°C	15,8 MPa

Poziom wymywalności chlorków dla otrzymanego materiału po obróbce termicznej:

Badanie wykonano wg. PN-EN 12457-4

Próbki A: 12 h w 60°C	48%
Próbki B: 12 h w 60°C + 8 h w 120°C	37%
Próbki C: 12 h w 60°C + 8 h w 180°C	35%

Przedstawione rozwiązanie jest nowatorskim zastosowaniem żużla ze spalania odpadów jako materiału wiążącego. W ten sposób uzyskano nowy materiał wiążący składający się z mielonego żużla ze spalania odpadów oraz odpadu z oczyszczania gazów jako aktywatora żużla.

Standardowo w procesach odzysku lub unieszkodliwiania odpadów przyjmuje się, że poziom wymywalności chlorków wynosi 100%. Jak widać materiały otrzymane według wynalazku zgodnie z niniejszym przykładem pozwalają na uzyskanie znacznego ograniczenia poziomu wymywalności chlorków ze stwardniałych matryc.

### Przykład 2.

Kruszywo wytworzone z odpadów o kodach 19 01 13\*, 19 01 12 i 19 01 11\* z zawartością chlorków i siarczanów podaną w tabeli 3, cementu CEM III/B, NaOH i wody.

Tabela nr 3 – zawartość chlorków i siarczanów w popiołach i żużlach o kodach 19 01 13\*, 19 01 12 i 19 01 11\*

Parametr	19 01 13*	19 01 12 i 19 01 11*
Cl <sup>-</sup> [mg/l]	9 532	3 700
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l]	12 399	555
TDS [mg/l]	7 912	45 013

Proporcje mieszanki:

Odpad o kodzie 19 01 13\* – 300 kg

Mieszanka odpadów o kodach 19 01 12 i 19 01 11\* – 5000 kg

Cement CEM III/B – 700 kg

NaOH – 50 kg

Woda – 850 kg

Żuźle przed procesem zostały przesiane na przesiewaczu w celu wyizolowania wtrąceń obcych. Składniki dozowano do mieszadła, w którym zostały połączone ze spoiwem i wodą w celu uzyskania odpowiedniej konsystencji. Na tym etapie został także dodany aktywator w postaci wodorotlenku sodu. Powstała masa została poddana 16-godzinnej obróbce hydrotermalnej w temperaturze 50°C w atmosferze pary wodnej. Wytworzone kruszywo zostało poddane analizom chemicznym – wyniki przedstawiono w tabeli 4.

Tabela nr 4 – zawartość chlorków i siarczanów oraz parametru TDS w wytworzonym kruszywie.

Parametr	Kruszywo
Cl <sup>-</sup> [mg/l]	1 708
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l]	783
TDS [mg/l]	4 896

Porównując wartości ujęte w tabelach 3 i 4 widać wyraźną redukcję poziomu siarczanów i chlorków w materiale.

Rozwiązanie według wynalazku pozwala na ograniczenie negatywnego wpływu odpadów bogatych w chlorki na środowisko naturalne. Odpowiedni dobór jakościowy i ilościowy mieszaniny surowcowej pozwala po obróbce hydrotermalnej na chemiczne związanie chlorków w związkach o stosunkowo niskiej rozpuszczalności, a przez to na ograniczenie ich wymywania do środowiska. Pozwala to na lepszą gospodarkę odpadami i większe możliwości ich przetwarzania w produkty użyteczne w gospodarce.

Materiały otrzymane sposobem według niniejszego wynalazku znajdują zastosowania rynkowe między innymi jako materiały budowlane i rekultywacyjne, przy czym ze względu na obowiązujące w Polsce przepisy prawne nie mogą to być materiały do stałego przebywania ludzi i zwierząt ani przechowywania żywności. W wyniku zastosowanej technologii może powstać kruszywo, na przykład granulaty przeznaczone do następujących zastosowań:

- do wykonania podbudów drogowych, jako kruszywo do stabilizacji cementem lub do stabilizacji mechanicznej;
- do wykonania nasypów i wałów;
- do utwardzania dróg;
- do rekultywacji terenów zdegradowanych, niekorzystnie przekształconych i górniczych (wypełnianie wyrobisk powierzchniowych i podziemnych);
- do rekultywacji składowisk odpadów.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób redukcji poziomu wymywalności chlorków z mieszanin mineralnych zawierających odpady wykazujące się wysokimi stężeniami rozpuszczalnych chlorków, **znamienny tym**, że odpady zawierające wodorotlenek wapnia oraz rozpuszczalne chlorki w stężeniu do 35%, powstałe w procesie termicznego przekształcania odpadów przemysłowych lub komunalnych lub w innym procesie termicznym generującym takie odpady, miesza się z surowcem glinonośnym będącym źródłem aktywnego tlenu glinu, wybranym spośród: granulowany żużel wielkopiecowy lub żużel ze spalania odpadów, lub cement hutniczy o dużej zawartości żuźla wielkopiecowego, taki jak CEM III/B, w stosunku masy odpadów do masy surowca glinonośnego mieszczącym się od 1 : 1 do 11 : 1, aż do uzyskania jednorodnej mieszaniny, a w razie potrzeby, to jest w zależności od zawartości wilgoci w odpadzie oraz od pożądanej/oczekiwanej konsystencji mieszaniny, miesza się też z wodą dodawaną w ilości od 0 do 40% w stosunku do masy

mieszanki, przy czym kolejność mieszania poszczególnych składników mieszanki jest dowolna, jednak najkorzystniej miesza się najpierw odpady zawierające duże ilości rozpuszczalnych chlorków z surowcem glinonośnym, po czym opcjonalnie dodaje się wodę, następnie po wymieszaniu składników świeżą mieszankę zestala się w taki sposób, że poddaje się ją obróbce hydrotermalnej w temperaturze od 40 do 200°C, w czasie od 6 do 24 godzin, w atmosferze pary wodnej, przy czym przed etapem zestalania świeżej mieszanki składników, do mieszanki surowca glinonośnego z droбноziarnistymi odpadami zawierającymi duże ilości rozpuszczalnych chlorków, wprowadza się dodatek materiału obojętnego wolnego od chlorków lub o niskiej, to jest do 1% zawartości chlorków, którego ilość w stosunku masowym do sumy mas odpadu i surowca glinonośnego mieści się w zakresie od > 0 : 1 do 5 : 1, lub dodaje się wodorotlenek sodu w ilości od 0,5% do 10% w stosunku do ilości surowca glinonośnego, natomiast jako odpady zawierające duże ilości rozpuszczalnych chlorków stosuje się pyły lub żużle, lub popioły ze spalarni odpadów, w tym odpady o kodzie 190107\* określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2014 poz. 1923), będące odpadami stałymi z oczyszczania gazów odlotowych, najkorzystniej odpady w postaci pylistej.

2. Sposób według zastr. 1, **znamienny tym**, że w przypadku gdy świeża mieszanka ma konsystencję plastyczną lub ciekłą, jej obróbkę hydrotermalną prowadzi się po uformowaniu mieszanki w formach.
3. Sposób według zastr. 1, **znamienny tym**, że w przypadku gdy świeża mieszanka ma konsystencję wilgotną lub gęstoplastyczną, jej obróbkę hydrotermalną prowadzi się po zasypaniu mieszanki na pryzmy.
4. Sposób według zastr. 1, **znamienny tym**, że przed zmieszaniem odpadów zawierających duże ilości rozpuszczalnych chlorków z pozostałymi składnikami mieszanki, z odpadów tych usuwa się wtrącenia obce, zwłaszcza spieki, części niedopalone, minerały, złom żelazny i nieżelazny, najkorzystniej poprzez przesianie tych odpadów na przesiewaczu.
5. Sposób według zastr. 1, **znamienny tym**, że jako dodatek materiału obojętnego stosuje się piasek kwarcowy, najkorzystniej o uziarnieniu  $\leq 2$  mm.
6. Sposób według zastr. 1, **znamienny tym**, że jako dodatek materiału obojętnego stosuje się żużle i popioły ze spalania węgla i biomasy.
7. Sposób według zastr. 1, **znamienny tym**, że jako dodatek materiału obojętnego stosuje się żużel ze spalarni odpadów, przy czym jeżeli żużel zawiera wtrącenia, takie jak złom metali, przed jego dodaniem do mieszaniny dokonuje się usunięcia wtrąceń, poddając żużel procesom separacji.