

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **240112**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **418345**

(22) Data zgłoszenia: **16.08.2016**

(51) Int.Cl.

C04B 18/10 (2006.01)

C04B 28/00 (2006.01)

C08K 13/00 (2006.01)

B09B 3/00 (2006.01)

(54) **Sposób wytwarzania kruszywa budowlanego sypkiego
i sposób wytwarzania kruszywa budowlanego z frakcją granulowaną**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
26.02.2018 BUP 05/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
14.02.2022 WUP 07/22

(73) Uprawniony z patentu:

**SABA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Płock, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ZBIGNIEW WZOREK, Niepołomice, PL
WŁODZISŁAW ĆWIAKALSKI, Kraków, PL
MARIUSZ SARAN, Płock, PL
WŁODZIMIERZ URBANIAK, Poznań, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Dorota Rzążewska

PL 240112 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania kruszywa budowlanego sypkiego i sposób wytwarzania kruszywa budowlanego z frakcją granulowaną z materiałów odpadowych, zwłaszcza z popiołów ze spalania odpadów niebezpiecznych. Kruszywo może znaleźć zastosowanie w przemyśle budowlanym, zwłaszcza w przemyśle drogowym.

Kruszywa to materiały ziarniste do zastosowań w budownictwie. Według podstawowych klasyfikacji dzieli się je na kruszywa naturalne (pochodzące ze złóż kopalnianych, poddawanych najwyżej klasyfikacji lub/i obróbce mechanicznej np. kruszenie), kruszywa sztuczne (wytwarzane z surowców mineralnych w wyniku obróbki np. cieplnej, takich jak prażenie czy ekspandowanie) oraz z recyklingu (wytwarzane z materiałów wykorzystanych uprzednio w budownictwie).

Do kruszyw zaliczyć można również odpady przemysłowe, głównie żużle hutnicze oraz popioły ze spalania paliw mineralnych. Wytwarza się w ten sposób np. pumeksy hutnicze w wyniku działania na rozżarzone żużle parą wodną oraz kruszywa popiołowe wytwarzane w efekcie granulacji i autoklawowania popiołów ze spalania paliw kopalnianych. Kruszywa pozyskuje się również eksploatując zwaly hutnicze.

Znane są również rozwiązania polegające na wytwarzaniu kompozytów do zastosowań w budownictwie, zwłaszcza w budownictwie drogowym (zgłoszenia P.413257, P.413258) z odpadów z przemysłu chemicznego.

Kruszywa budowlane można otrzymywać z odpadów poprzez ich utylizację w wyniku spalania, które stanowi główny i bezpieczny sposób utylizacji odpadów. Nie rozwiązuje to jednak problemu utylizacji, gdyż w ilości do 30% masy spalanych odpadów powstają żużle i popioły, które często zawierają znaczne ilości metali ciężkich, takie jak: kadm, ołów, chrom, cynk, cyna, miedź czy kobalt. Te toksyczne pozostałości deponowane są zwykle na specjalnych składowiskach, odseparowanych od terenów rolnych i użytkowych, dzięki czemu wspomniane metale ciężkie nie zagrażają życiu czy zdrowiu ludzkiemu. Taka strategia gospodarki pozostałościami po procesie spalania odpadów decyduje jednak o konieczności degradowania coraz to nowych terenów.

Żużle i popioły powstające w procesie spalania odpadów komunalnych, są coraz częściej wykorzystywane przy budowie dróg czy produkcji betonu. Nie rozwiązany pozostaje jednak problem zagospodarowania tego typu pozostałości, które zakwalifikowane są jako odpady niebezpieczne (toksyczne dla człowieka i zwierząt) – z oczywistych względów taki materiał nie może być zastosowany do budowy konstrukcji użytkowanych przez ludzi.

Znane są technologie unieszkodliwiania tego typu odpadów poprzez ich stabilizację oraz zestalenie. Technologie te polegają na redukcji migracji zanieczyszczeń do środowiska naturalnego i/lub redukcji poziomu toksyczności zanieczyszczeń, w celu zmiany lub poprawy właściwości odpadów.

Procesy stabilizacji polegają najczęściej na przekształceniu substancji niebezpiecznych zawartych w odpadach w formy nierozpuszczalne lub zaabsorbowanie w stałej matrycy. Niektóre z tych procesów są odwracalne (czyli immobilizowane substancje mogą się w określonych warunkach lub czasie uwolnić), dlatego dodatkowo wprowadza się substancje zestalające, powodujące hermetyzację i utwalenie stabilizowanego odpadu. Najczęściej wykorzystuje się do tego popiół po spalaniu paliw stałych, cement, wapno; żużel z wielkich pieców; pył z pieca do wypalania cementu; spoiwa organiczne takie jak bitum/asfalt lub parafina i polietylen, które powodują, że otrzymany materiał ma bardzo niską porowatość i przepuszczalność dzięki czemu niebezpieczne składniki zostają zatrzymane w odpadach.

Znane są sposoby przerobu odpadów zawierających toksyczne substancje do materiałów użytecznych. Patent CA 1332025 ujawnia sposób przerobu odpadów wytwarzanych w procesie spalania dla inhibicji wycieku substancji toksycznych, obejmujący mieszanie odpadu ze środkiem unieszkodliwiającym metale ciężkie i dodawanie środka agregującego oraz przerób otrzymanej mieszanki w bryły, które powleka się materiałem typu cement. Sposób prowadzi do immobilizacji toksycznych zanieczyszczeń takich jak kadm, ołów i rtęć w utwardzonych bryłach, które mogą być zastosowane jako materiał budowlany. Środkiem unieszkodliwiającym metale ciężkie może być glinika kaolinowa.

W rozwiązaniu z patentu CA 1332025 odpad po stabilizacji zanieczyszczeń gliniką jest otoczony warstwą cementu a powstające w ten sposób bryły mają niejednorodną budowę. Wewnątrz bryły znajduje się odpad zestalony gliniką, otoczony powłoką ograniczającą ale nie uniemożliwiającą dostęp czynników środowiskowych (zwłaszcza wody) do i tak nie w pełni ustabilizowanego odpadu.

Nierozwiązany pozostaje zatem problem silnego i jednorodnego, w całej objętości materiału odpadowego, wiązania substancji szkodliwych, tak aby ewentualne rozbicie/rozdrobienie produktu

z niego otrzymanego i/lub jego rozтворzenie w warunkach środowiska naturalnego nie powodowało wycieku/emisji substancji szkodliwych.

Ze zgłoszenia P.410887 znany jest sposób unieszkodliwiania popiołów ze spalania odpadów niebezpiecznych polegający na ich zmieszaniu z kompozycją składającą się ze smektytu i/lub haloizytu w ilości od 5 do 45% wag., perlitu, korzystnie ekspandowanego w ilości od 5 do 45% wag., pucolany i/lub cementu wolnowiążącego w ilości od 7 do 45% wag. oraz suchego krzemianu metali alkalicznych, korzystnie sodu i/lub potasu w ilości od 5 do 15% wag. (w dalszej części opisu zwana kompozycją). Kompozycją zastrzegana zgłoszeniem P.410887 jest komercyjnie dostępna pod nazwą Emisorb®. Materiał odpadowy poddaje się procesowi unieszkodliwiania zawartych w nim związków niebezpiecznych poprzez dodanie do mieszanki odpadu kompozycji unieszkodliwiającej oraz wody a następnie pozostawienie do zestalenia. Zgłoszenie nie ujawnia dalszego zastosowania postaci zestalonej.

Wyżej opisana kompozycją unieszkodliwia trwale składniki niebezpieczne zawarte w odpadach, zabezpieczając je przed wymywaniem i przenikaniem do środowiska. Zawiera ona wyłącznie składniki mineralne dzięki czemu nie ulega degradacji biologicznej, a składniki niebezpieczne, po zasorbowaniu przez smektyt są trwale hermetyzowane cementem wolnowiążącym, aktywowanymi krzemianami metali alkalicznych, natomiast właściwą migrację składników w obrębie komponentów w procesie produkcyjnym zapewnia dodatek – perlit ekspandowany, który wspomaga migrację jonów sorbowanych przez smektyty.

Właściwości sorpcyjne i kationowymiennie składników kompozycji według wynalazku, skutkują trwałym wbudowaniem jonów składników niebezpiecznych odpadów w nanostruktury krystaliczne komponentów. Właściwości sorpcyjne kompozycji są zachowane na wszystkich etapach jej stosowania, od aplikowania do scalania, w końcowej fazie procesu konsolidacji odpadów i również po jej zakończeniu.

Rozwiązania będące przedmiotem wynalazku wychodzą naprzeciw konieczności zagospodarowywania niebezpiecznych odpadów, zamiast ich składowania, w materiały użyteczne takie jak kruszywa budowlane.

Dla zrozumienia opisu wprowadza się następujące definicje:

Kruszywo (budowlane) sypkie zawiera cząstki o rozmiarze do 2 mm.

Kruszywo (budowlane) granulowane sypkie zawiera cząstki o rozmiarze 1–4 mm.

Kruszywo (budowlane) granulowane grube zawiera cząstki o rozmiarze > 4 mm.

Kruszywo (budowlane) z frakcją granulowaną – kruszywo (budowlane) granulowane sypkie albo kruszywo (budowlane) granulowane grube.

Rozmiar cząstki – wymiar ziarna odpowiadający rozmiarowi oczek kwadratowego sita w mm.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania kruszywa budowlanego sypkiego z pozostałości po spalaniu odpadów, zwłaszcza odpadów niebezpiecznych, obejmujący etapy:

- mielenie materiału wyjściowego stanowiącego pozostałość po spalaniu odpadów do cząstek o uziarnieniu < 2 mm,
 - dozowanie kompozycji zawierającej mieszaninę smektytu w ilości 5–45% wag., perlit ekspandowany w ilości 5–45% wag., cement wolnowiążący w ilości 7–45% wag. oraz suchy krzemian metali alkalicznych w ilości 5–25% wag. względem masy materiału wyjściowego,
 - dozowanie środka wiążącego w ilości 5–20% wag. względem materiału wyjściowego,
 - mieszanie otrzymanej mieszanki w temperaturze otoczenia aż do uzyskania konsystencji sypkiej,
 - suszenie mieszanki w temperaturze 100–250°C w czasie od 30 min do 60 min,
- dla otrzymania kruszywa zawierającego cząstki o rozmiarze do 0–2 mm.

Korzystnie środkiem wiążącym jest cement portlandzki. Korzystnie środkiem wiążącym jest wapno hydratyzowane. Korzystnie środkiem wiążącym jest popiół lotny.

Korzystnie mielenie prowadzi się do uzyskania cząstek o uziarnieniu < 1 mm. Korzystnie mielenie prowadzi się na mokro przy udziale masowym wody w ilości 30–40% wag.

Korzystnie suszenie prowadzi się w suszarce obrotowej.

Kompozycją korzystnie zawiera 45% smektytu, 10% cementu wolnowiążącego, 35% perlitu ekspandowanego i 10% suszonego krzemianu sodu (Na_2SiO_3).

Przedmiotem wynalazku jest również sposób wytwarzania kruszywa budowlanego z frakcją granulowaną z pozostałości po spalaniu odpadów, zwłaszcza odpadów niebezpiecznych, obejmujący etapy:

- mielenie materiału wyjściowego stanowiącego pozostałość po spalaniu odpadów do cząstek o uziarnieniu < 2 mm,

- dozowanie kompozycji zawierającej mieszaninę smektytu w ilości 5–45% wag., perlit ekspandowany w ilości 5–45% wag., cement wolnowiążący w ilości 7–45% wag. oraz suchy krzemian metali alkalicznych w ilości 5–25% wag. względem masy materiału wyjściowego,
- dozowanie środka wiążącego w ilości 5–20% wag. względem materiału wyjściowego,
- mieszanie otrzymanej mieszanki w temperaturze otoczenia aż do uzyskania konsystencji sypkiej,
- dodanie wody w ilości 15–35% wag. względem masy materiału wyjściowego,
- granulację do uzyskania produktu granulowanego o pożądanym rozmiarze,
- suszenie granulatu w temperaturze 100–250°C w czasie od 30 min do 60 min,

dla otrzymania kruszywa zawierającego cząstki o rozmiarze większym niż 1 mm (1–10 mm).

Korzystnie środkiem wiążącym jest cement portlandzki. Korzystnie środkiem wiążącym jest wapno hydratyzowane. Korzystnie środkiem wiążącym jest popiół lotny.

Mielenie korzystnie prowadzi się do uzyskania cząstek o uziarnieniu < 1 mm. Korzystnie mienie prowadzi się na mokro przy udziale masowym wody w ilości 30–40% wag.

Korzystnie suszenie prowadzi się w suszarce obrotowej.

Granulację korzystnie prowadzi się na granulatorze talerzowym.

Kompozycja korzystnie zawiera 45% smektytu, 10% cementu wolnowiążącego, 35% perlitu ekspandowanego i 10% suszonego krzemianu sodu (Na_2SiO_3).

Do unieszkodliwiania substancji toksycznych według wynalazku stosuje się kompozycję o składzie zapewniającą niezwykłą skuteczność fizyko-chemicznego wiązania substancji szkodliwych a następnie dodaje się do mieszanki środek wiążący (np. cement portlandzki) aby uzyskać produkt użyteczny w gospodarce – kruszywo budowlane. W rozwiązaniu tym dodatek środka wiążącego powoduje silniejsze związanie zanieczyszczeń w całej objętości, w tym chemicznie a nie jedynie fizycznie jak w stanie techniki, gwarantując, że pod wpływem czynników środowiskowych nie nastąpi uwolnienie zanieczyszczeń. W proponowanym rozwiązaniu żużle oraz popioły ze spalania odpadów, w tym odpadów niebezpiecznych, wykorzystuje się do otrzymania materiałów spełniających wymagania dla kruszyw budowlanych. Otrzymane kruszywa spełniają wymagania jakościowe jak dla odpadów obojętnych i mogą znaleźć zastosowanie w budownictwie, zwłaszcza drogowym.

Rozwiązanie zatem dotyczy sposobów przerobu szkodliwych odpadów w materiał użyteczny dla człowieka, przy czym unieszkodliwienie substancji niebezpiecznych jest skuteczniejsze niż w rozwiązaniach znanych ze stanu techniki. Otrzymany w wyniku realizacji sposobów według wynalazku produkt posiada wysoką odporność na procesy degradacji chemicznej i biologicznej, które mogłyby prowadzić do powtórnej emisji zanieczyszczeń i jednocześnie w wyniku dodania dodatkowej ilości środka wiążącego prowadzi do wytworzenia materiału (kruszywa) o uziarnieniu wymaganym dla kruszyw sypkich lub z frakcją granulowaną w branży ich zastosowania (budownictwo, zwłaszcza dróg).

Sposób wytwarzania kruszywa budowlanego sypkiego i sposób wytwarzania kruszywa budowlanego z frakcją granulowaną połączone są wspólną ideą wynalazczą. Etapy istotne z punktu widzenia właściwości otrzymywanego kruszywa budowlanego dla obu sposobów są takie same.

W wyniku sposobu wytwarzania kruszywa budowlanego sypkiego otrzymuje się kruszywo budowlane zawierające cząstki o rozmiarze do 2 mm, natomiast w sposobie wytwarzania kruszywa budowlanego z frakcją granulowaną – poprzez dodanie etapów dodawania wody i granulacji – otrzymuje się kruszywo budowlane granulowane sypkie zawierające cząstki o rozmiarze 1–4 mm, granulowane grube zawierające cząstki o rozmiarze > 4 mm lub ich mieszaninę.

Poniższe przykłady ilustrują realizacje wynalazków.

Przykład 1

Sposób otrzymywania kruszywa budowlanego sypkiego

Do 1 kg suchej masy zmielonych żużli (do uziarnienia poniżej 1 mm) ze spalania odpadów niebezpiecznych o zawartości wilgoci 44%, dozowano kompozycję zawierającą 45% smektytu, 10% cementu wolnowiążącego, 35% perlitu ekspandowanego i 10% suszonego krzemianu sodu (Na_2SiO_3) (kompozycję Emisorb®) w ilości 0,1 kg oraz dodatkowo 0,1 kg cementu portlandzkiego. Mieszanę mieszano w gniotowniku kołobiegowym do uzyskania jednolitej, sypkiej konsystencji mieszanki. Następnie mieszanę pozostawiono do dojrzewania przez okres 24 godzin. Otrzymana mieszanka charakteryzowała się wysoką sypkością (cząstki o rozmiarze do 2 mm), bez grudek. Zawartość wilgoci wynosiła 8,9%.

Z otrzymanych kruszyw sporządzono wyciągi wodne, celem określenia zawartości jonów metali oraz odczynu. pH wyciągu wodnego wynosiło 10,8 i jest efektem dodatku cementu. Zawartość jonów metali w wyciągach wodnych znajdowała się w zakresie poniżej stosowanych metod oznaczania i poniżej standardów określonych dla materiałów obojętnych.

Przykład 2

Sposób otrzymywania kruszywa budowlanego sypkiego

Do 1 kg suchej masy zmielonych żużli (do uziarnienia poniżej 1 mm) ze spalania odpadów niebezpiecznych o zawartości wilgoci 44%, dozowano kompozycję zawierającą 45% smektytu, 10% cementu wolnowiążącego, 35% perlitu ekspandowanego i 10% suszonego krzemianu sodu (Na_2SiO_3) (kompozycję Emisorb®) w ilości 0,1 kg oraz dodatkowo 0,1 kg wapna hydratyzowanego. Mieszanke mieszano w gniotowniku analogicznie jak w przykładzie 1. Następnie mieszanke pozostawiono do dojrzewania przez okres 24 godzin. Otrzymano sypką, jednorodną mieszanke bez grudek. Zawartość wilgoci wynosiła 4,7%. Charakteryzowały się wysoką sypkością (cząstki o rozmiarze do 2 mm) i zawartością wilgoci 10–12% wag.

Z otrzymanych kruszyw sporządzono wyciągi wodne, celem określenia zawartości jonów metali oraz odczynu. pH wyciągu wodnego wynosiło 11,6. Zawartość jonów metali w wyciągach wodnych również znajdowała się w zakresie poniżej stosowanych metod oznaczania i poniżej standardów określonych dla materiałów obojętnych.

Przykład 3

Sposób otrzymywania kruszywa budowlanego z frakcją granulowaną

Do 1 kg suchej masy zmielonych żużli (do uziarnienia poniżej 1 mm) ze spalania odpadów niebezpiecznych o zawartości wilgoci 44%, dozowano kompozycję zawierającą 45% smektytu, 10% cementu wolnowiążącego, 35% perlitu ekspandowanego i 10% suszonego krzemianu sodu (Na_2SiO_3) (kompozycję Emisorb®) w ilości 0,1 kg oraz dodatkowo 0,1 kg cementu portlandzkiego. Mieszanke mieszano w gniotowniku kołobiegowym do uzyskania jednolitej, sypkiej konsystencji mieszanki. Następnie mieszanke uzupełniono wodą w ilości 0,25 kg a uzyskaną wilgotną mieszanke podano na granulador talerzowy. Uzyskane granule suszono łagodnie w temp. 105°C przez okres 3 godzin. Udział granul o średnicy 1–4 mm wynosił 65%, udział granul o rozmiarze > 4 mm wynosił 35%.

Z otrzymanych kruszyw sporządzono wyciągi wodne, celem określenia zawartości jonów metali oraz odczynu. pH wyciągu wodnego wynosiło 9,7. Zawartość jonów metali w wyciągach wodnych znajdowała się w zakresie poniżej stosowanych metod oznaczania i poniżej standardów określonych dla materiałów obojętnych.

Otrzymane w przykładach 1, 2, 3 kruszywa cechują się niską wymywalnością jonów metali toksycznych tj. $\text{Pb} < 0,5$; $\text{Cu} < 2$; $\text{Zn} < 4$; $\text{Ni} < 0,4$; $\text{Cd} < 0,04$; $\text{Cr} < 0,5$ mg/g niezależnie od metod przygotowania wyciągów wodnych.

Przykład 4

Sposób otrzymywania produktu konstrukcyjnego z kruszywa budowlanego wytworzonego sposobem według wynalazku

Do 0,9 kg suchej masy mieszanki zmielonych żużli (do uziarnienia poniżej 1 mm) o zawartości wilgoci 44% wprowadzono 0,1 kg popiołów lotnych ze spalarni a następnie dozowano kompozycję zawierającą 45% smektytu, 10% cementu wolnowiążącego, 35% perlitu ekspandowanego i 10% suszonego krzemianu sodu (Na_2SiO_3) (kompozycję Emisorb®) w ilości 0,1 kg oraz dodatkowo 0,2 kg cementu portlandzkiego. Mieszanke mieszano w gniotowniku kołobiegowym do uzyskania jednolitej, sypkiej konsystencji mieszanki. Z wilgotnej mieszanki sformowano belkę o wymiarach 4×4×16 cm. Po upływie 14 dni belkę poddano próbie wytrzymałości mechanicznej na ściskanie. Siły ściskające przy których następowało uszkodzenie próby wynosiły średnio 5,43 kN co przy powierzchni, na którą wywierano nacisk (1600 mm²) daje średnią wytrzymałość na ściskanie 3,39 MPa (1 N/1 mm² = 1 MPa).

Belkę skruszono a następnie sporządzono wyciągi wodne, celem określenia zawartości jonów metali oraz odczynu. pH wyciągu wodnego wynosiło 9,9. Zawartość jonów metali w wyciągach wodnych znajdowała się w zakresie poniżej stosowanych metod oznaczania i poniżej standardów określonych dla materiałów obojętnych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania kruszywa budowlanego sypkiego z pozostałości po spalaniu odpadów, zwłaszcza odpadów niebezpiecznych, **znamienny tym**, że obejmuje etapy:
 - mielenie materiału wyjściowego stanowiącego pozostałość po spalaniu odpadów do cząstek o uziarnieniu < 2 mm,
 - dozowanie kompozycji zawierającej mieszaninę smektytu w ilości 5–45% wag., perlit ekspandowany w ilości 5–45% wag., cement wolnowiążący w ilości 7–45% wag. oraz suchy krzemian metali alkalicznych w ilości 5–25% wag. względem masy materiału wyjściowego,
 - dozowanie środka wiążącego w ilości 5–20% wag. względem materiału wyjściowego,
 - mieszanie otrzymanej mieszanki w temperaturze otoczenia aż do uzyskania konsystencji sypkiej,
 - suszenie mieszanki w temperaturze 100–250°C w czasie od 30 min do 60 min, dla otrzymania kruszywa zawierającego cząstki o rozmiarze do 0–2 mm.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że środkiem wiążącym jest cement portlandzki.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że środkiem wiążącym jest wapno hydratyzowane.
4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że środkiem wiążącym jest popiół lotny.
5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mielenie prowadzi się do uzyskania cząstek o uziarnieniu < 1 mm.
6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mielenie prowadzi się na mokro przy udziale masowym wody w ilości 30–40% wag.
7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że suszenie prowadzi się w suszarce obrotowej.
8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że kompozycja zawiera 45% smektytu, 10% cementu wolnowiążącego, 35% perlitu ekspandowanego i 10% suszonego krzemianu sodu (Na_2SiO_3).
9. Sposób wytwarzania kruszywa budowlanego z frakcją granulowaną z pozostałości po spalaniu odpadów, zwłaszcza odpadów niebezpiecznych, **znamienny tym**, że obejmuje etapy:
 - mielenie materiału wyjściowego stanowiącego pozostałość po spalaniu odpadów do cząstek o uziarnieniu < 2 mm,
 - dozowanie kompozycji zawierającej mieszaninę smektytu w ilości 5–45% wag., perlit ekspandowany w ilości 5–45% wag., cement wolnowiążący w ilości 7–45% wag. oraz suchy krzemian metali alkalicznych w ilości 5–25% wag. względem masy materiału wyjściowego,
 - dozowanie środka wiążącego w ilości 5–20% wag. względem materiału wyjściowego,
 - mieszanie otrzymanej mieszanki w temperaturze otoczenia aż do uzyskania konsystencji sypkiej,
 - dodanie wody w ilości 15–35% wag. względem masy materiału wyjściowego,
 - granulację do uzyskania granulatu o pożądanym rozmiarze,
 - suszenie granulatu w temperaturze 100–250°C w czasie od 30 min do 60 min, dla otrzymania kruszywa zawierającego cząstki o rozmiarze większym niż 1 mm (1–10 mm).
10. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że środkiem wiążącym jest cement portlandzki.
11. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że środkiem wiążącym jest wapno hydratyzowane.
12. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że środkiem wiążącym jest popiół lotny.
13. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że mielenie prowadzi się do uzyskania cząstek o uziarnieniu < 1 mm.
14. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że mielenie prowadzi się na mokro przy udziale masowym wody w ilości 30–40% wag.
15. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że suszenie prowadzi się w suszarce obrotowej.
16. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że granulację prowadzi się na granulatorze talerzowym.
17. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że kompozycja zawiera 45% smektytu, 10% cementu wolnowiążącego, 35% perlitu ekspandowanego i 10% suszonego krzemianu sodu (Na_2SiO_3).