

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 247415 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **441188**

(22) Data zgłoszenia: **2022.05.16**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.11.20 BUP 47/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.06.30 WUP 26/2025**

(51) MKP:

B09B 3/20 (2022.01)

C04B 18/30 (2006.01)

C04B 18/04 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
**POLITECHNIKA RZESZOWSKA IM. IGNACEGO
ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:
ADAM MASŁOŃ, Rzeszów, PL
MAKSYMILIAN CIEŚLA, Rzeszów, PL
WOJCIECH STROJNY, Łukawiec, PL
RENATA GRUCA-ROKOSZ, Rzeszów, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Piotr Okarmus, Rzeszów, PL

(54) Tytuł:

Sposób otrzymywania materiału recyklingowego z wykorzystaniem osadu ściekowego

PL 247415 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania materiału recyklingowego z wykorzystaniem osadu ściekowego, mający zastosowanie zwłaszcza do otrzymywania materiałów stosowanych w budownictwie, geotechnice, ogrodnictwie, a także jako materiał filtracyjny.

W dobie zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym coraz bardziej na znaczeniu zyskują produkty i materiały pochodzenia recyklingowego. Do wytwarzania kruszyw i materiałów budowlanych mogą być stosowane różne rodzaje substratów odpadowych, np. odpady powęglowe, popioły i żużle z energetyki, odpadowe materiały skalne, osady z uzdatniania wody, przemysłowe odpady organiczne. Możliwe jest także wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych oraz osadów dennych pochodzących z bagrowania akwenów wodnych.

Z koreańskiego opisu patentowego KR101198327B1 znany jest sposób wytwarzania materiału budowlanego, zgodnie z którym na 100 części masowych osadu ściekowego dodaje się od 10 do 60 części masowych skały, od 30 do 110 części masowej bentonitu, od 40 do 100 części masowych zeolitu, od 40 do 110 części masowych ochry, od 30 do 160 części masowej miki i od 30 do 40 części masowej skalenia, a następnie wszystkie składniki są mieszane, formowane w kruszywo i wypalane w czasie od 3 do 5 godzin w temperaturze od 1140 do 1200°C.

W wynalazku znanym z koreańskiego opisu patentowego KR 100859002 zaproponowano sposób wytwarzania sztucznego lekkiego kruszywa poprzez kruszenie osadów ściekowych, popiołu lotnego z węgla oraz gliny do ok. 1 mm, a następnie formowanie i wypalanie w temperaturze od 1100°C do 1200°C przez 10 do 15 minut.

Z opisu wynalazku CN107188601A znane jest wytwarzanie materiału ceramicznego z komunalnych osadów ściekowych, sproszkowanego węgla, sproszkowanego karborundu i fosforanu wapnia. Wytworzona mieszanina jest formowana, a dalej suszona w temperaturze 100–120°C przez 40 minut i wypalana w piecu stopniowo zwiększając temperaturę od 120 do 600°C przez 80 minut, następnie do około 1060°C.

Z chińskiego opisu zgłoszeniowego CN107311687A znany jest sposób wytwarzania keramzytu z bentonitu w ilości 5–10% wag., 3–5% wag. słomy, 30–50% wag. popiołu lotnego i osadu ściekowego.

Z opisu zgłoszeniowego CA2637107A znany jest sposób wytwarzania kruszywa polegający na mieszanii osadów ściekowych z niewęglowym popiołowo-glinokrzemowym materiałem odpadowym a następnie aglomerowaniu mieszaniny z wytworzeniem aglomeratu, po czym wytworzony aglomerat jest wypalany w piecu obrotowym. Otrzymane kruszywo może być kruszywem lekkim lub normalnym, spiekany lub zeszlony.

Z opisu wynalazku CA1337359C znane jest wytwarzanie kruszywa z osadów ściekowych przy zastosowaniu gliny i flokulantów.

Z opisu patentowego TWI397511B znany jest sposób wytwarzania lekkiego kruszywa obejmujący mieszanie osadu ściekowego z oczyszczalni ścieków z odpadami aluminiowymi z żużla niewęglowego, następnie mieszanie i wytwarzanie aglomeratu, który poddaje się obróbce termicznej w wysokiej temperaturze w piecu obrotowym z wytworzeniem szklistego, krystalicznego, porowatego lekkiego kruszywa o gęstości względnej poniżej 2 g/cm³.

W rozwiązaniu znanym z amerykańskiego opisu zgłoszeniowego US4943233A osady ściekowe w ilości 60% wykorzystywane są jako substrat do wypalania kruszywa z materiału łupkowego.

Z amerykańskiego opisu patentowego US6183242B1 znany jest sposób wytwarzania kruszywa budowlanego polegający na wypalaniu mieszaniny osadów ściekowych i lotnego popiołu w piecu obrotowym.

W amerykańskim opisie patentowym US10207954B2 przedstawiono kruszywo syntetyczne wytworzone ze zmielonego żużla wielkopiecowego, miału odpadów betonowych pochodzących z recyklingu lub osadów ściekowych, przy czym materiały wyjściowe są związane ze sobą hydraulicznym spoiwem cementowym, a następnie formowane w pelet i poddane reakcji hydraulicznej i karbonatyzacji w atmosferze większej niż około 50% dwutlenku węgla w temperaturach mniej niż 100°C.

Z amerykańskiego opisu patentowego US9340456B2 znany jest sposób wytwarzania materiału budowlanego z popłuczyn z wytwarzania kruszyw mineralnych, osadu ściekowego i oleju odpadowego.

Z polskiego opisu patentowego PL196299B1 znany jest sposób wytwarzania lekkiego kruszywa budowlanego z lotnego popiołu z elektrowni w ilości 20 do 80% wag. oraz osadu z oczyszczalni ścieków komunalnych w ilości 80 do 20% wag.

W polskim opisie patentowym PL208428B1 przedstawiono sposób wytwarzania kruszywa lekkiego polegający na mieszaniu odpadów energetycznych z iltami lub glinkami pęczniejącymi lub z osadami ściekowymi, po czym powstała mieszanina jest granulowana, suszona i spiekana.

Z brytyjskiego opisu patentowego GB2174381B znany jest proces produkcji kruszywa mineralnego z osadów ściekowych i gliny.

Z polskiego opisu zgłoszeniowego PL342459 znany jest sposób wytwarzania kruszywa lekkiego typu keramzyt. Wg opisanej receptury do osadów ściekowych dodaje się glinę plastyczną, po czym mieszaninę urabia się do uzyskania jednorodnej masy, dalej formuje się wyrób, który jest suszony i wypalany w temperaturze 950–1300°C.

W polskim opisie patentowym PL210921B1 ujawniono sposób otrzymywania kruszywa lekkiego z odpadów komunalnych i przemysłowych, w którym osady ściekowe z oczyszczalni ścieków i/lub muły po flotacji węgla w ilości od 40% do 60%, o zawartości od 15% do 25% składników palnych, miesza się z pyłem krzemionkowym o frakcji od 0 do 0,063 mm stanowiącym odpad z produkcji kruszyw krzemionkowych i zawierającym co najmniej 95% krzemionki, w ilości od 40% do 60% oraz z rozdrobnionym odpadem szklanym w postaci pyłu o frakcji od 0 do 0,2 mm w ilości od 5% do 15%, a otrzymana mieszanina w postaci gęstej pasty zostaje poddana granulowaniu do postaci granulek o wielkości 15 ± 5 mm, które po wysuszeniu są spiekane w temperaturze od 1000° do 1200°C w czasie od 0,5 do 2 godzin.

Z polskiego opisu patentowego PL234122B1 znany jest sposób wytwarzania kruszywa lekkiego z osadów ściekowych i gliny, przy czym do mieszaniny powstałej z gliny w ilości od 75% do 95% masowych suchej mieszaniny i osadów ściekowych w ilości od 5% do 25% masowych suchej mieszaniny dodaje się roztwór poreakcyjny po syntezie zeolitów w postaci wodnego roztworu NaOH, w ilości od 80 do 110% masowych suchej mieszaniny, po czym całość miesza się do uzyskania plastycznej konsystencji i tworzy granule o średnicy od 8 do 16 mm, które suszy się w temperaturze pokojowej przez okres od 1 h do 1,5 h, następnie granule poddaje się działaniu mikrofal o minimalnej mocy 1000 W przez okres od 3 do 5 min, z wytworzeniem granul składających się z gliny, osadów ściekowych i glino-krzemianu o strukturze nefelinu.

Z europejskiego opisu wynalazku nr EP1841708A2 znany jest sposób produkcji kruszywa zawierającego osady ściekowe i inne materiały odpadowe, takie jak glinokrzemiany i syntetyczne kruszywa glinokrzemianowe w kombinacji o niskiej i wysokiej zawartości wapnia.

W europejskim opisie patentowym EP1571135B1 przedstawiono sposób wytwarzania materiału budowlanego polegający na mieszaniu gliny z osadem ściekowym, suszeniu mieszaniny i dwustopniowym wypalaniu, najpierw w temperaturze od 500 do 750°C, a następnie w temperaturze od 900 do 1200°C.

Z opisu patentu US4874153A jest znany proces wytwarzania elementów ceramicznych, w których składnikami są glina, osad ściekowy z oczyszczalni ścieków lub popiół otrzymany ze spalania tego osadu.

Z polskiego opisu zgłoszeniowego PL431113 znany jest sposób wytwarzania lekkiego kruszywa syntetycznego z gliny, osadu ściekowego z oczyszczalni ścieków oraz popiołu lotnego, przy czym powstała mieszanina jest granulowana i spiekana w temperaturze od 900 do 1300°C.

Z polskiego opisu patentowego PL240511B1 znane jest kruszywo recyklingowe zawierające pył z baterii węglowo-cynkowych w ilości 8–20 części wagowych, osady ściekowe w ilości 4–25 części wagowych, piasek odlewniczy w ilości 45–80 części wagowych oraz pył odlewniczy w ilości 5–20 części wagowych.

W publikacji Wójcik M., Bąk Ł. i Stachowicz F. (Journal of Hazardous Materials, 2018, 171, 111–115) przedstawiono sposób wytwarzania materiału budowlanego z osadów ściekowych, zmielonego szkła i piasku kwarcowego w proporcji 1:0,5:0,5, przy czym mieszanina wypalana była w temperaturze 1100°C.

Z polskiego opisu patentowego PL192610B1 znany jest opis wytwarzania materiału budowlanego polegający na mieszaniu osadów dennych z cementem, wodą i piaskiem w proporcjach mieszających się w granicach od 100:0:10:0 do 100:40:20:100 części objętościowych.

Z opisu patentowego EP2050517B1 znany jest sposób wytwarzania materiału budowlanego z mineralnych osadów dennych lub materiałów gruntowych z dodatkiem mączki iltowej, mocznika i bentonitu.

W opisie patentowym EP1994996B1 zaprezentowano sposób produkcji materiału budowlanego z osadów dennych lub gruntowych z dodatkiem klinkieru z cementu portlandzkiego, mączki piasku hutniczego, mączki wapiennej oraz mocznika.

Z polskiego opisu zgłoszeniowego PL408432 znany jest sposób wytwarzania materiału budowlanego z osadów dennych, które są magazynowane i suszone, a dalej mieszane z gliną piaszczystą, cementem, wapnem hydratyzowanym lub popiołem wapiennym lub popiołem krzemiankowym, a dalej stabilizowane.

Z literatury znany jest sposób wytwarzania kruszywa z osadów dennych ze zbiornika zaporowego z dodatkiem CaO (publikacja Liao Y.-C., Huang C.-Y., Effects of CaO addition on lightweight aggregates produced from water reservoir sediment. Construction and Building Materials, 2011, 25, 2997–3002) lub z dodatkiem NaOH (Liao Y.-C., Huang C.-Y., Chen Y.-M., Lightweight aggregates from water reservoir sediment with added sodium hydroxide. Construction and Building Materials 2013, 46, 79–85). Osady denne były wykorzystywane także do produkcji cegły (Chiang K.-Y., Chien K.-L., Hwang S.-J., Study on the characteristics of building bricks produced from reservoir sediment. Journal of Hazardous Materials 2008, 159, 499–504). Wg publikacji naukowych możliwe jest szkliwienie osadów dennych do postaci materiału budowlanego w temperaturze powyżej 1100°C (Hung M.-F., Hwang C.-L., Study of fine sediments for making lightweight aggregate. Waste Management & Research 2007, 25, 449–456; Wei Y.-L., Lin Y.-Y., Role of Fe compounds in light aggregate formation from a reservoir sediment. Journal of Hazardous Materials, 2009, 171, 111–115).

Z publikacji Lau P.C., Teo D.C.L., Mannan M.A. (Characteristics of lightweight aggregate produced from lime-treated sewage sludge and palm oil fuel ash. Constr. Build. Mater. 2017, 152, 558–567) znana jest receptura wytwarzania lekkiego kruszywa wytworzonego z odpadów stałych, takich jak osad ściekowy wapienny, popiół z oleju palmowego i krzemian sodu. Kruszywa te są produkowane przez spiekanie w trzech temperaturach 1160, 1180 i 1200°C.

Ze stanu techniki nie są znane receptury wytwarzania materiału syntetycznego recyklingowego, które pozwalają na jednoczesne zagospodarowanie z komunalnych osadów ściekowych, odpadów ziarnistych wydzielonych w piaskowniku w oczyszczalni ścieków oraz osadu dennego pochodzącego z bagrowania akwenów wodnych np. zbiorników zaporowych lub jezior naturalnych.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu otrzymywania materiału recyklingowego posiadającego wysokie właściwości użytkowe i równocześnie zagospodarowanie problematycznych odpadów – komunalnych osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków, osadów dennych z bagrowania akwenów wodnych i odpadów ziarnistych wydzielonych w piaskowniku w oczyszczalni ścieków.

Sposób otrzymywania materiału recyklingowego z wykorzystaniem osadu ściekowego, w którym miesza się składniki, granuluje mieszaninę, po czym całość wypala się w czasie od 0,5 do 2 h w temperaturze wynoszącej do 1200°C, według wynalazku, charakteryzuje się tym, że w pierwszym etapie uwodnione komunalne osady ściekowe w ilości od 35% do 45% masowych, które zawierają od 70% do 90% wody, zmielone osady denne z bagrowania zbiornika wodnego, o uziarnieniu poniżej 2,5 mm, w ilości od 35% do 45% masowych suchej mieszaniny oraz odpady ziarniste wydzielone w piaskowniku oczyszczalni ścieków w ilości 20% masowych suchej mieszaniny homogenizuje się do uzyskania mieszaniny o plastycznej konsystencji, po czym przechodzi się do drugiego etapu, w którym z mieszaniny formuje się aglomeraty, a następnie w trzecim etapie aglomeraty są suszone w temperaturze od 20°C do 80°C, po czym w czwartym etapie aglomeraty wypala się w temperaturze wynoszącej co najmniej 950°C, a następnie w piątym etapie całość studzi się.

Korzystnie w pierwszym etapie homogenizację prowadzi się w mieszalniku ślimakowym dwuwalowym albo łopatkowym dwuwalowym albo planetarnym.

Dalsze korzyści uzyskuje się, jeśli w drugim etapie formowanie aglomeratów prowadzi się za pomocą prasy pasmowej albo ceglarskiej.

Następne korzyści uzyskiwane są, jeśli w trzecim etapie suszenie prowadzi się w suszarni komorowej powietrzem w obiegu naturalnym albo mechanicznym.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeżeli w czwartym etapie wypalanie prowadzi się w piecu prażalniczym albo rotacyjnym.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeżeli w piątym etapie studzenie prowadzi się w chłodniku.

Zaletą materiału recyklingowego uzyskanego sposobem według wynalazku jest jego mineralny skład oraz wysoka porowatość, która przekłada się na właściwości termoizolacyjne i wytrzymałościowe. Sposób charakteryzuje się łatwością formowania kształtu i postaci materiału. Możliwe jest wytworzenie

materiału recyklingowego w postaci struktury geometrycznej np. brykietu, kostki sześciennie, prostopadłościennie, cegły, płytki jak również aglomeraty o zróżnicowanym kształcie i formie, np. w postaci owalnych granul. Materiał uzyskany sposobem według wynalazku ma zastosowanie jako materiał budowlany, składnik mieszanek betonowych, kruszywo stosowane w drogownictwie oraz geotechnice, materiał filtracyjny, a także w ogrodnictwie w uprawach hydroponicznych.

Rozwiązanie pozwala na zagospodarowanie problematycznych odpadów – komunalnych osadów ściekowych, osadów dennych z bagrowania akwenów wodnych oraz odpadów ziarnistych wydzielonych w piaskowniku oczyszczalni ścieków.

W wyniku optymalizacji receptury pod kątem określonych potrzeb możliwe jest uzyskanie materiału syntetycznego o różnych parametrach wytrzymałościowych, termoizolacyjnych i nasiąkliwości. Materiał recyklingowy w zależności od składu substratowego może posiadać zróżnicowaną porowatość całkowitą i powierzchnię właściwą. Gęstość objętościowa materiału recyklingowego może wynosić od 0,7 do 2,2 kg/dm³. Porowatość całkowita wynosi od 20 do 85%.

Materiał recyklingowy charakteryzuje się bardzo niską wymywalnością chlorków i siarczanów co jest istotne w przypadku zastosowania materiałów odpadowych i kruszyw w budownictwie, drogownictwie, geotechnice i ogrodnictwie.

Dodatkowo materiał recyklingowy posiada znaczną pojemność sorpcyjną, efektem czego może być wykorzystywany jako sorbent zanieczyszczeń z roztworów wodnych np. ścieków.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach realizacji.

Sposób otrzymywania materiału recyklingowego z wykorzystaniem osadu ściekowego, według wynalazku, w pierwszym przykładzie realizacji prowadzi się tak, że w pierwszym etapie 55,3 kg osadu ściekowego o zawartości wody 78%, 71,1 kg suchego zmielonego osadu dennego z bagrowania zbiornika zaporowego o uziarnieniu poniżej 2,5 mm oraz 31,6 kg suchych odpadów ziarnistych z piaskownika oczyszczalni ścieków homogenizuje się do uzyskania mieszaniny o plastycznej konsystencji w mieszalniku planetarnym. Kolejno w drugim etapie mieszanina formowana jest w aglomeraty o wielkości 3 cm x 3 cm x 3 cm za pomocą prasy pasmowej. Następnie w trzecim etapie aglomeraty suszy się w suszarni komorowej powietrzem w obiegu naturalnym w temperaturze 45°C. W czwartym etapie aglomeraty wypala się w piecu prażalniczym w temperaturze 1100°C w czasie 1,5 godziny, zaś w piątym etapie wypalony materiał studzi się w chłodniku. Wg tego sposobu powstaje 100 kg gotowego kruszywa recyklingowego.

Sposób otrzymywania materiału recyklingowego z wykorzystaniem osadu ściekowego, według wynalazku, w drugim przykładzie realizacji przedstawiono poniżej. W pierwszym etapie 81,0 kg osadu ściekowego o zawartości wody 82%, 63,0 kg suchego zmielonego osadu dennego z bagrowania jeziora naturalnego o uziarnieniu poniżej 2,5 mm oraz 36,0 kg suchych odpadów ziarnistych z piaskownika oczyszczalni ścieków homogenizuje się do uzyskania mieszaniny o plastycznej konsystencji w mieszalniku ślimakowym dwuwałowym. Następnie w drugim etapie mieszaninę formuje się w aglomeraty o wymiarach 2 cm x 2 cm x 2 cm za pomocą prasy ceglarskiej. Dalej w trzecim etapie aglomeraty suszy się w suszarni komorowej powietrzem w obiegu mechanicznym w temperaturze 40°C. W czwartym etapie aglomeraty wypala się w piecu prażalniczym w temperaturze 1000°C w czasie 2 godzin, zaś w piątym etapie wypalone kruszywo jest studzone w chłodniku. Wg tego sposobu powstaje 100 kg gotowego kruszywa recyklingowego. W pozostałym zakresie sposób realizuje się tak jak w przykładzie pierwszym.

Sposób otrzymywania kruszywa recyklingowego, według wynalazku, w trzecim przykładzie realizacji, prowadzi się tak jak w przykładzie pierwszym z tym że w pierwszym etapie homogenizację prowadzi się z wykorzystaniem mieszalnika łopatkowego dwuwałowego, a w czwartym etapie aglomeraty o wymiarach 2 cm x 2 cm x 2 cm wypalane są w piecu rotacyjnym w temperaturze 1200°C w czasie 1 godziny. Wg tego sposobu powstaje 100 kg gotowego kruszywa recyklingowego.

Materiał recyklingowy, według wynalazku, posiada nieregularny kształt w postaci owalnych granul o średnicy od 8 do 12 mm, gęstość objętościową 1,2 kg/dm³ i porowatość całkowitą na poziomie 25%.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób otrzymywania materiału recyklingowego z wykorzystaniem osadu ściekowego, w którym miesza się składniki, granuluje mieszaninę, po czym całość wypala się w czasie od 0,5

do 2 h w temperaturze wynoszącej do 1200°C, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie uwodnione komunalne osady ściekowe w ilości od 35% do 45% masowych, które zawierają od 70% do 90% wody, zmielone osady denne z bagrowania zbiornika wodnego, o uziarnieniu poniżej 2,5 mm, w ilości od 35% do 45% masowych suchej mieszanki oraz odpady ziarniste wydzielone w piaskowniku oczyszczalni ścieków w ilości 20% masowych suchej mieszanki homogenizuje się do uzyskania mieszanki o plastycznej konsystencji, po czym przechodzi się do drugiego etapu, w którym z mieszanki formuje się aglomeraty, a następnie w trzecim etapie aglomeraty są suszone w temperaturze od 20°C do 80°C, po czym w czwartym etapie aglomeraty wypala się w temperaturze wynoszącej co najmniej 950°C, a następnie w piątym etapie całość studzi się.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie homogenizację prowadzi się w mieszalniku ślimakowym dwuwalowym.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie homogenizację prowadzi się w mieszalniku łopatkowym dwuwalowym.
4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie homogenizację prowadzi się w mieszalniku planetarnym.
5. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 4, **znamienny tym**, że w drugim etapie formowanie aglomeratów prowadzi się za pomocą prasy pasmowej.
6. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 4, **znamienny tym**, że w drugim etapie formowanie aglomeratów prowadzi się za pomocą prasy ceglarskiej.
7. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 6, **znamienny tym**, że w trzecim etapie suszenie prowadzi się w suszarni komorowej powietrzem w obiegu naturalnym.
8. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 6, **znamienny tym**, że w trzecim etapie suszenie prowadzi się w suszarni komorowej powietrzem w obiegu mechanicznym.
9. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 8, **znamienny tym**, że w czwartym etapie wypalanie prowadzi się w piecu prażalniczym.
10. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 8, **znamienny tym**, że w czwartym etapie wypalanie prowadzi się w piecu rotacyjnym.
11. Sposób według jednego z zastrz. od 1 do 10, **znamienny tym**, że w piątym etapie studzenie prowadzi się w chłodniku.