Sposób wytwarzania kruszywa z wykorzystaniem osadu dennego oraz kruszywo wytworzone tym sposobem

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania kruszywa z wykorzystaniem osadu dennego, mający zastosowanie zwłaszcza do uzyskiwania materiałów stosowanych w budownictwie, geotechnice i ogrodnictwie.

Obecnie intensywnie poszukiwane są innowacyjne metody wytwarzania kruszyw lekkich z materiałów odpadowych, które wpisują się w zasady gospodarki o obiegu zamkniętym. Celem tych działań jest nie tylko ograniczenie negatywnego wpływu odpadów na środowisko, ale także maksymalne wykorzystanie dostępnych zasobów. Wprowadzenie nowych technologii i procesów wytwórczych pozwala na przekształcanie odpadów w wartościowe kruszywa, co przyczynia się do zrównoważonego rozwoju branży budowlanej oraz redukcji ilości generowanych odpadów. Różnorodne rodzaje substratów odpadowych, takie jak odpady powęglowe, popioły i żużle z energetyki konwencjonalnej ze spalania paliw kopalnych, odpadowe materiały skalne, osady z uzdatniania wody, osady ściekowe oraz przemysłowe odpady organiczne, mogą być wykorzystywane do produkcji kruszyw i materiałów budowlanych.

Z polskiego opisu patentowego PL 241588 B1 znane jest kruszywo lekkie wytwarzane w wyniku wysokotemperaturowego spiekania, którego podstawowym surowcem jest popiół ze spalania węgla kamiennego lub popioły ze spalania węgla w mieszaninie z popiołami z biomasy lub popiołów ze współspalania biomasy z węglem i fosfogipsu.

Ze stosowania znane jest, pod nazwą handlową Pollytag, lekkie kruszywo popiołoporytowe, które powstaje przez granulowanie i spiekanie popiołu lotnego w temperaturze 1000-1350°C.

Z amerykańskiego opisu patentowego US 6183242 B1 znany jest sposób produkcji kruszywa budowlanego, który polega na wypalaniu mieszaniny popioły lotnego oraz osadu ściekowego.

Z chińskiego opisu zgłoszeniowego CN 107311687 A znany jest sposób wytwarzania keramzytu z bentonitu w ilości 5–10% wag., 3–5% wag. słomy, 30–50% wag. popiołu lotnego i osadu ściekowego.

W wynalazku znanym z koreańskiego opisu patentowego KR 100859002 B1 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 polskiego opisu patentowego PL 196299 B1 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 amerykańskim opisie patentowym US 10207954 B2 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.

W polskim opisie patentowym PL 208428 B1 przedstawiono sposób wytwarzania kruszywa lekkiego polegający na mieszaniu odpadów energetycznych z iłami lub glinkami pęczniejącymi lub z osadami ściekowymi, po czym powstała mieszanina jest granulowana, suszona i spiekana.

Z polskiego opisu patentowego PL 234122 B1 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 1000W przez okres od 3 do 5 min.

Z polskiego opisu patentowego PL 234123 B1 znany jest sposób wytwarzania kruszywa lekkiego z mieszaniny zużytego sorbentu klinoptilolitowego i gliny polegający na tym, że do tej mieszaniny dodaje się roztwór poreakcyjny po syntezie zeolitów w postaci wodnego roztworu NaOH, w ilości od 80 do 110% masowych suchej mieszaniny. 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 przez okres od 3 do 5 min.

Z polskiego opisu patentowego PL 234362 B1 znany jest sposób wytwarzania kruszywa lekkiego z mieszaniny popiołów lotnych i gliny polegający na tym, że do tej mieszaniny dodaje się roztwór poreakcyjny po syntezie zeolitów w postaci wodnego roztworu NaOH, w ilości od 80 do 110% masowych suchej mieszaniny. 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 przez okres od 3 do 5 min.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku PL 444734 A1 znane jest kruszywo lekkie zawierające lessy gliniaste w ilości od 60% do 90%, osady ściekowe w ilości od 5% do 10% oraz ceramiki sanitarnej w ilości od 5% do 30%, które powstaje przez mieszanie, suszenie na wolnym powietrzu oraz wypalanie w piecu.

W europejskim opisie patentowym EP 1571135 B1 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 europejskiego opisu wynalazku EP 1841708 A2 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.

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 PL 431113 A1 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.

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 opisu patentowego EP 2050517 B1 znany jest sposób wytwarzania materiału budowlanego z mineralnych osadów dennych lub materiałów gruntowych z dodatkiem mączki iłowej, mocznika i bentonitu.

W opisie patentowym EP 1994996 B1 zaprezentowano sposób produkcji materiału budowlanego z osadów dennych lub gruntowych z dodatkiem klinkieru z cementu portlandzkiego, maczki piasku hutniczego, maczki wapiennej oraz mocznika.

Z polskiego zgłoszenia patentowego nr PL 441185 A1 znany jest sposób wytwarzania materiału recyklingowego z mieszaniny uwodnionego osadu ściekowego, zmielonego osadu dennego oraz odpadowych włókien krzemianowo-glinowych. Mieszanina ta jest formowana w aglomeraty, które następnie są

suszone w temperaturze od 20°C do 80°C i wypalane w temperaturze od 950°C do 1200°C przez okres od 0,5 do 2 godzin.

Z polskiego zgłoszenia patentowego nr PL 441185 A1 znany jest sposób wytwarzania materiału recyklingowego z mieszaniny uwodnionego osadu ściekowego, zmielonego osadu dennego oraz odpadowych włókien krzemianowo-glinowych. Mieszanina ta jest formowana w aglomeraty, które następnie są suszone w temperaturze od 20°C do 80°C i wypalane w temperaturze od 950°C do 1200°C przez okres od 0,5 do 2 godzin.

Z polskiego opisu zgłoszeniowego PL 441187 A1 znany jest sposób wytwarzania materiału recyklingowego z mieszaniny uwodnionego osadu ściekowego, zmielonego osadu dennego oraz odpadowego piasku formierskiego z przemysłu odlewniczego, przy czym powstała mieszanina jest formowana w aglomeraty, które następnie są suszone w temperaturze od 20°C do 80°C i wypalane w temperaturze od 950°C do 1200°C przez okres od 0,5 do 2 godzin.

Z polskiego zgłoszenia patentowego nr PL 441188 A1 znany jest sposób wytwarzania materiału recyklingowego z mieszaniny uwodnionego osadu ściekowego, zmielonego osadu dennego oraz odpadów ziarnistych wydzielonych w piaskowniku oczyszczalni ścieków. Powstała mieszanina jest formowana w aglomeraty, które następnie są suszone w temperaturze od 20°C do 80°C i wypalane w temperaturze od 950°C do 1200°C przez okres od 0,5 do 2 godzin.

Z polskiego zgłoszenia patentowego nr PL 441189 A1 znany jest sposób wytwarzania materiału recyklingowego z mieszaniny uwodnionego osadu ściekowego, odpadowych włókien krzemianowo-glinowych oraz fusów z kawy. Mieszanina jest formowana w aglomeraty, które następnie są suszone w temperaturze od 20°C do 80°C i wypalane w temperaturze od 950°C do 1200°C przez okres od 0,5 do 2 godzin.

Z polskiego opisu patentowego PL 166419 B1 znany jest sposób wytwarzania kruszywa, który polega na tym, że stosuje się 80-90% wagowych popiołów i 10-20% wagowych spoiwa mieszanego, składającego się z cementu, wapna palonego i gipsu, w proporcji 3:2:1, przy czym część popiołów miele się

na sucho ze spoiwem a następnie, z uzyskanej mieszanki, formuje się granulki z dodatkiem wody. Granulki poddaje się naparzaniu parą niskoprężną.

Z patentu polskiego PL 189064 B1 znany jest sposób otrzymywania kruszywa lekkiego, które powstaje z mieszaniny składającej się z odpadu poflotacyjnego w ilości 40 - 60%, rozdrobnionego odpadu popłuczkowego w ilości 30 - 40% oraz ewentualnie miału węglowego i składnika schudzającego w ilościach po 5 - 10%, przy czym mieszanina jest homogenizowana a następnie poddawana granulacji i obróbce cieplnej w dwukomorowym urządzeniu przelotowym.

Z europejskiego opisu zgłoszeniowego EP 0636592 A2 znany jest sposób otrzymywania utwardzonych granulatów zawierających pozostałości z procesów odsiarczania i popiół lotny, zgodnie z którym te pozostałości miesza się z popiołem lotnym i wodą, uzyskując mieszankę, po czym mieszankę granuluje się i granulat ogrzewa w celu utwardzenia.

Z polskiego opisu patentowego PL 205151 B1 znany jest sposób utylizacji popiołów ze spalarni, charakteryzujący się tym, że gorące popioły schładza się do temperatury od 100°C do 160°C, po czym miesza się je korzystnie przez obtaczanie z płynnym lub w postaci rozdrobnionej polimerem siarki i/lub kruszywem mineralnym do czasu powstania homogenicznej, termoplastycznej mieszanki, po czym tak powstałą mieszaninę schładza się do temperatury otoczenia.

Z opisu patentowego CN107021734B znane jest wytwarzanie kruszywa z popiołu powstałego ze spalania odpadów komunalnych, gliny oraz perlitu ekspandowanego, przy czym kruszywo jest wypalane w temperaturze 1000-1200°C.

Z opisu wynalazku CN 109721266 A znany jest sposób otrzymywania kruszywa keramzytowego z popiołu lotnego ze spalania odpadów, proszku szklanego, wysuszonego osadu ściekowego komunalnego i środka porotwórczego. Mieszanina ww. surowców poddawana jest suszeniu i spiekaniu w temperaturze 1050-1300°C.

Z polskiego opisu patentowego PL 246083 B1 znany jest sposób wytwarzania lekkiego kruszywa ceramicznego na bazie popiołów i pyłów dymnicowych ze spalania węgla kamiennego, węgla brunatnego i/lub biomasy, w warunkach energooszczędnych, utylizujący strumienie produktów ubocznych z innych procesów technologicznych, stanowiące uzupełnienie energetycznego wsadu w procesie wypalania i spiekania kruszywa, obejmujący mieszanie, zarabianie mieszanek surowcowych, ich rozdrabnianie, aglomerowanie, transportowanie, suszenie oraz wypalanie i spiekanie ziaren kruszywa w temperaturze 1000-1250°C.

Z polskiego opisu zgłoszeniowego PL 443258 A1 znane są dwie receptury kruszywa lekkiego: pierwsza oparta na zaprawie recyklingowej cementowej, a druga na zaprawie recyklingowej geopolimerowej. Kruszywa wg proponowanego rozwiązania są granulowane, a następnie hartowane w temperaturze 350-400°C.

Z polskiego opisu zgłoszeniowego PL 438178 A1 znany jest sposób otrzymywania lekkiego kruszywa ultrakompozytowego z tworzyw sztucznych i ubocznych produktów spalania, który charakteryzuje się tym, że odpady przemysłowe z recyklingu z termoplastycznych tworzyw sztucznych PET albo HDPE albo PE albo LDPE albo PP w postaci płatków o wielkości do 30 mm w ilości od 10% do 50% i uboczne produkty spalania w postaci pyłów, piasków lub żużli o wymiarach do 2 mm w ilości od 10% do 50% poddaje się procesowi homogenizacji ciągle mieszając, w czasie od 3 do 15 min korzystnie 5 min, jednocześnie poddając homogenizacji termicznej w temperaturze od 200 do 350°C aż do uzyskania granulek, przy obrotach od 30 do 60 obr./min, a następnie przesiewa i jednocześnie chłodzi aż do poniżej temperatury mięknienia zastosowanego polimeru, i tak przesiane granule o frakcji powyżej 2 mm magazynuje się znanymi metodami a granule o frakcji poniżej 2 mm zawraca się do ponownej homogenizacji.

Z amerykańskiego opisu patentowego US 10207954 B2 kruszywa syntetyczne są wytwarzane z ponad 70% wagowych materiałów wyjściowych odpadowych. Materiały wyjściowe mogą być wybierane z granulowanego

mielonego żużla wielkopiecowego, odpadów miału lub popiołów osadów ściekowych i ich mieszanin. Materiały wyjściowe są łączone ze sobą za pomocą hydraulicznego spoiwa cementowego, dodawanego do materiałów wyjściowych lub formowanego in situ. Odpadowe materiały wyjściowe, spoiwo i woda są formowane w granulki i poddawane reakcji hydraulicznej i karbonatyzacji w atmosferze o zawartości dwutlenku węgla większej niż około 50% w temperaturach niższych niż około 100°C.

Z polskiego opisu patentowego PL 165805 B1 znany jest sposób wytwarzania lekkiego kruszywa budowlanego, który polega na tym, że lekkie kruszywo budowlane wytwarza się z odpadów popłuczkowych powstających w procesie wzbogacania węgla oraz skały płonnej, stanowiących materiały odpadowe górnictwa węglowego, z tym, że udział odpadów popłuczkowych w mieszance wsadowej, w stanie suchym, wynosi 50 - 80% wagowych, natomiast skały płonnej wynosi 20 - 50% wagowych, przy czym odpady popłuczkowe suszy się wstępnie, a skałę płonną rozdrabnia, po czym całość ujednoradnia, uzupełniając ewentualnie wodę do około 12% i tak przygotowaną mieszankę wsadową wprowadza się do pieca obrotowego, gdzie poddaje się ją obróbce termicznej. Produkt opuszczający piec chłodzi się i klasyfikuje, natomiast gazy powstające w trakcie procesu prażenia dopala się w komorze dopalania zainstalowanej za piecem. Po dopaleniu gazy chłodzi się, a następnie wytrąca z nich pyły w układzie odpylającym, przy czym wytrącone pyły zawraca się do procesu jako składnik mieszanki wsadowej.

Z dokumentu patentowego PL 235549 B1 znane jest lekkie kruszywo budowlane typu popiołoporytowego, które zawiera popioły lotne w ilości od 80% do 98% masowych, przy czym popioły lotne zawierają tlenek krzemu(IV) w ilości od 48% do 70% masowych, tlenek glinu(III) w ilości od 8% do 25% masowych oraz topniki w postaci tlenków metali w ilości od 5% do 30% masowych. Kruszywo zawiera rozdrobnioną skałę z wierceń w formacjach łupkowych w postaci zwiercin łupkowych, w ilości od 2% do 20%. Topnik może stanowić tlenek żelaza(III). Zwierciny łupkowe zawierają pozostałość płuczki wiertniczej w

ilości do 50% masowych. Płuczka wiertnicza zawiera od 1% do 15% masowych części palnych, w postaci substancji ropopochodnych i/lub substancji organicznych pochodzenia naturalnego. Zwierciny łupkowe zawierają od 1% do 20% masowych składników ulegających utlenieniu do produktów gazowych, przy czym składniki te stanowią rozkładalne substancje organiczne z grupy węglowodorów i/lub minerały węglanowe w postaci kalcytu i/lub dolomitu.

Z polskiego opisu zgłoszeniowego PL 408432 A1 znany jest sposób otrzymywania materiału budowlanego z osadów dennych, które są magazynowane i suszone, a dalej mieszane z gliną piaszczystą, cementem, wapnem hydratyzowanym lub popiołem wapiennym lub popiołem krzemionkowym, a dalej stabilizowane.

Z polskiego opisu patentowego PL 192610 B1 wynika, że istnieje metoda otrzymywania materiału budowlanego, która polega na mieszaniu osadów dennych z cementem, wodą i piaskiem w proporcjach mieszczących się w granicach od 100:0:10:0 do 100:40:20:100 części objętościowych.

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.

Dane literaturowe wskazują na możliwości wytwarzania kruszywa z popiołów z użyciem cementu, wapna i plastyfikatora (Prafull Vijay, Use of Fly Ash Aggregates in Concrete and its Applications in Structures, International Journal of Recent Development in Engineering and Technology, 2015, 4, 7).

W publikacji "Producing synthetic lightweight aggregates from reservoir sediments" H.J. Chen, M.D. Yang, C.W. Tang, S.Y. Wang, (Constr. Build. Mater. 2012, 28(1), 387–394) przedstawili możliwość wytwarzania kruszywa z osadów dennych poprzez peletowanie i spiekanie w piecu obrotowym w temperaturze 1100-1150°C. W innej publikacji udokumentowano wytwarzanie kruszywa z

osadów dennych i stłuczki szklanej (Tang C.W. Producing synthetic lightweight aggregates by treating waste TFT-LCD glass powder and reservoir sediments. Comput. Concr. 2014;13:325–342).

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).

Istotnym problemem jest zagospodarowanie popiołów ze spalania odpadów komunalnych, które stanowią odpad niebezpieczny. Mogą one zawierać szkodliwe substancje chemiczne, takie jak metale ciężkie (np. ołów, kadm, rtęć) oraz inne toksyczne związki. Ich niewłaściwe składowanie lub utylizacja może prowadzić do zanieczyszczenia gleby i wód gruntowych. Z tego względu gospodarka popiołami ze spalania odpadów komunalnych wymaga szczególnej uwagi. Osady denny z bagrowania akwenów wodnych również mogą stanowić problem środowiskowy, a ich klasyfikacja jako odpad niebezpieczny zależy od zawartości substancji szkodliwych. Osady mogą zawierać metale ciężkie, pestycydy, substancje organiczne oraz inne zanieczyszczenia, które mogą być toksyczne dla organizmów wodnych i ludzi. Bezpośrednie ich wykorzystanie w

budownictwie jest ograniczone z uwagi na możliwość migracji zanieczyszczeń do środowiska wodnego. Rozwiązania znane ze stanu techniki nie pozwalają na jednoczesne zagospodarowanie problematycznych odpadów takich jak osad denny z bagrowania akwenów wodnych oraz popiół ze spalania odpadów komunalnych poprzez wytworzenie kruszywa lekkiego o korzystnych właściwościach fizyko-chemicznych, które może być w sposób bezpieczny stosowane między innymi budownictwie, geotechnice oraz ogrodnictwie.

Sposób wytwarzania kruszywa z wykorzystaniem osadu dennego oraz CaO, w którym miesza się składniki, a następnie całość poddaje się granulacji, według wynalazku charakteryzuje się tym, że zmielony osad denny w ilości od 37% do 55% masowych suchej masy, zmielony gruz betonowy w ilości od 27% do 38% masowych suchej masy oraz popiół ze spalania odpadów komunalnych w ilości od 9% do 19% masowych suchej masy homogenizuje się z dodatkiem CaO w ilości od 4% do 10% masowych suchej masy, a następnie całość granuluje się, po czym granule suszy się, a następnie prowadzi się obróbkę termiczną granul w atmosferze nasyconej pary wodnej w temperaturze z przedziału od 150°C do 200°C przy ciśnieniu 0,9 MPa do 1,5 MPa w czasie wynoszącym co najmniej godzinę.

Korzystnie granulację prowadzi się w granulatorze talerzowym.

Dalsze korzyści uzyskuje się, jeżeli suszenie prowadzi się w temperaturze wynoszącej od 20°C do 80°C.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeśli suszenie prowadzi się w suszarni komorowej.

Następne korzyści uzyskiwane są, jeżeli obróbkę cieplną prowadzi się w wysokociśnieniowym autoklawie parowym.

Dalsze korzyści uzyskuje się, jeśli homogenizacje prowadzi się w mieszalniku planetarnym.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeśli zmielony osad denny, zmielony gruz betonowy oraz popiół ze spalania odpadów komunalnych stosuje się w postaci frakcji o uziarnieniu mniejszym niż 1 mm.

Kruszywo, w postaci granul, zawierające osad denny oraz CaO, uzyskane sposobem według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera zmielony osad denny w ilości od 37% do 55% masowych suchej masy, zmielony gruz betonowy w ilości od 27% do 38% masowych suchej masy, popiół ze spalania odpadów komunalnych w ilości od 9% do 19% masowych suchej masy oraz CaO w ilości od 4% do 10% masowych suchej masy, a ponadto jest obrobione ciśnieniowo termicznie.

Kruszywo uzyskane według wynalazku charakteryzuje się mineralnym składem i wysoką porowatością, co korzystnie wpływa na jego właściwości fizykochemiczne i mechaniczne. Znajduje zastosowanie jako materiał budowlany, składnik mieszanek betonowych, kruszywo w drogownictwie i geotechnice, materiał filtracyjny oraz w ogrodnictwie, zwłaszcza w uprawach hydroponicznych.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia efektywne zagospodarowanie problematycznych odpadów niebezpiecznych, takich jak popioły ze spalania odpadów komunalnych, osady dennych z bagrowania akwenów wodnych oraz gruz budowlany. Kruszywo uzyskane w tym procesie cechuje się bardzo niską wymywalnością chlorków i siarczanów, co jest kluczowe przy wykorzystaniu materiałów odpadowych w budownictwie, rolnictwie oraz inżynierii środowiska, zapewniając jednocześnie bezpieczeństwo i trwałość konstrukcji. W wyniku obróbki termicznej w atmosferze nasyconej pary wodnej dochodzi do trwałego wiązania metali ciężkich w kruszywie, co skutkuje minimalizacją ich wymywalności do poziomu zerowego. Dzięki temu kruszywo staje się bezpieczniejsze dla środowiska, eliminując ryzyko kontaminacji gleby i wód gruntowych, a także zwiększając możliwości jego zastosowania.

Korzystnym efektem wynalazku jest obniżenie energii oraz temperatury utwardzania kruszyw dzięki zastosowaniu obróbki termicznej w atmosferze nasyconej pary wodnej. Metoda ta przyczynia się również do zmniejszenia emisji niebezpiecznych związków, które powstają podczas konwencjonalnego wysokotemperaturowego spiekania kruszywa. Dodatkowo, wytwarzanie kruszywa według wynalazku cechuje się niską energochłonnością, co przekłada się na mniejsze zużycie energii. Analiza stanu techniki pokazuje, że lekkie kruszywa produkowane są z różnych surowców, a kluczowym procesem w ich wytwarzaniu jest spiekanie lub wypalanie w temperaturze przekraczającej 800 °C, co prowadzi do większego zużycia energii i wyższych kosztów produkcji. Dodatkowo rozwiązanie charakteryzuje się uniwersalnością zastosowania – wynalazek może być stosowany z budownictwie, geotechnice, rolnictwie, ogrodnictwie, inżynierii środowiska, itp. Stosowana w sposobie obróbka termiczna kruszywa pozwala na zachowanie właściwości fizykochemicznych i mechanicznych, takich jak gęstość właściwa, gęstość nasypowa, nasiąkliwość, wytrzymałość na ściskanie oraz wymywalność substancji chemicznych, które charakteryzują kruszywa wypalane w temperaturach powyżej 800°C.

Dzięki optymalizacji receptury dostosowanej do konkretnych potrzeb, możliwe jest uzyskanie kruszywa o zróżnicowanych parametrach fizycznych i mechanicznych. W zależności od składu surowcowego oraz parametrów technologicznych, kruszywo może charakteryzować się różną gęstością, porowatością całkowitą, nasiąkliwością, wytrzymałością na ściskanie itp.

Parametry kruszywa:

- Gęstość właściwa: 2,5-2,7 g/cm^3
- Gęstość nasypowa: 0,8-1,2 kg/m^3
- Porowatość całkowita: 10-40%
- Nasiąkliwość: 7 - 20 %
- Wytrzymałość na ściskanie: 0,5-1,0 MPa.

Poniżej przedstawiono przedmiot wynalazku w przykładach realizacji i wykonania.

Sposób wytwarzania kruszywa z wykorzystaniem osadu dennego, w pierwszym przykładzie realizacji został opisany poniżej. W pierwszej kolejności do mieszaniny zawierającej 400 g suchej masy zmielonego osadu dennego, z bagrowania akwenu wodnego, o wielkości ziaren poniżej 1 mm, 400 g suchej masy zmielonego gruzu betonowego, o wielkości ziaren poniżej 1 mm, 200 g suchej masy popiołu ze spalania odpadów komunalnych, o wielkości ziaren poniżej 1 mm, dodano CaO w ilości 60 g suchej masy. Następnie całość zhomogenizowano w mieszalniku planetarnym, po czym poddano granulacji w granulatorze talerzowym. Po czym wytworzone granule wysuszono w temperaturze 60°C w suszarni komorowej, w czasie 1h. Następnie wysuszone granule poddano obróbce cieplnej w atmosferze nasyconej pary wodnej w wysokociśnieniowym autoklawie parowym w temperaturze 190°C przy ciśnieniu 0,9MPa w czasie wynoszącym godzinę.

Otrzymane kruszywo zostało poddane badaniom, których wyniki przedstawiają się następująco:

- Gęstość właściwa: 2,6 g/cm^3
- Gęstość nasypowa: 1,0 kg/m^3
- Porowatość całkowita: 31%
- Nasiąkliwość: 10%
- Wytrzymałość na ściskanie: 0,85 MPa.

Sposób wytwarzania kruszywa z wykorzystaniem osadu dennego, w drugim przykładzie realizacji został opisany poniżej. W pierwszej kolejności do mieszaniny zawierającej 500 g suchej masy zmielonego osadu dennego, z bagrowania akwenu wodnego, o wielkości ziaren poniżej 1 mm, 350 g suchej masy zmielonego gruzu betonowego, o wielkości ziaren poniżej 1 mm, 150 g suchej masy popiołu ze spalania odpadów komunalnych, o wielkości ziaren

poniżej 1 mm, dodano CaO w ilości 50 g suchej masy. Następnie całość zhomogenizowano w mieszalniku planetarnym, po czym poddano granulacji w granulatorze talerzowym. Po czym wytworzone granule wysuszono w temperaturze 60°C w suszarni komorowej, w czasie 1h. Następnie wysuszone granule poddano obróbce cieplnej w atmosferze nasyconej pary wodnej w autoklawie w temperaturze 190°C przy ciśnieniu 0,9MPa w czasie wynoszącym godzinę.

Otrzymane kruszywo zostało poddane badaniom, których wyniki przedstawiają się następująco:

- Gęstość właściwa: 2,5 g/cm^3
- Gęstość nasypowa: 0,8 kg/m^3
- Porowatość całkowita: 20%
- Nasiąkliwość: 10%
- Wytrzymałość na ściskanie: 0,6 MPa.

Sposób wytwarzania kruszywa z wykorzystaniem osadu dennego, w trzecim przykładzie realizacji został opisany poniżej. W pierwszej kolejności do mieszaniny zawierającej 600 g suchej masy zmielonego osadu dennego, z bagrowania akwenu wodnego, o wielkości ziaren poniżej 1 mm, 300 g suchej masy zmielonego gruzu betonowego, o wielkości ziaren poniżej 1 mm, 100 g suchej masy popiołu ze spalania odpadów komunalnych, o wielkości ziaren poniżej 1 mm, dodano CaO w ilości 100 g suchej masy. Następnie całość zhomogenizowano w mieszalniku planetarnym, po czym poddano granulacji w granulatorze talerzowym. Po czym wytworzone granule wysuszono w temperaturze 60°C w suszarni komorowej, w czasie 1h. Następnie wysuszone granule poddano obróbce cieplnej w atmosferze nasyconej pary wodnej w autoklawie w temperaturze 190°C przy ciśnieniu 0,9MPa w czasie wynoszącym godzinę.

Otrzymane kruszywo zostało poddane badaniom, których wyniki przedstawiają się następująco:

- Gęstość właściwa: 2,5 g/cm^3
- Gęstość nasypowa: 0,8 kg/m^3
- Porowatość całkowita: 20%
- Nasiąkliwość: 10%
- Wytrzymałość na ściskanie: 0,6 MPa.

Kruszywo zawierające osad denny oraz CaO, w pierwszym przykładzie wykonania zostało uzyskane w wyniku prowadzenia, opisanego wyżej, pierwszego przykładu realizacji sposobu. Kruszywo jest w postaci granul i zawiera zmielony osad denny w ilości 37,7% masowych suchej masy, zmielony gruz betonowy w ilości 37,7% masowych suchej masy, popiół ze spalania odpadów komunalnych w ilości 18,9% masowych suchej masy oraz CaO w ilości 5,7% masowych suchej masy. Kruszywo jest w postaci granul o właściwościach opisanych wyżej w pierwszym przykładzie realizacji sposobu.

Kruszywo zawierające osad denny oraz CaO, w drugim przykładzie wykonania zostało uzyskane w wyniku prowadzenia, opisanego wyżej, drugiego przykładu realizacji sposobu. Kruszywo zawiera zmielony osad denny z bagrowania akwenów wodnych w ilości 47,6% masowych suchej masy, zmielony gruz betonowy w ilości 33,3% masowych suchej masy, popiół ze spalania odpadów komunalnych w ilości 14,3% masowych suchej masy oraz CaO w ilości 4,8% masowych suchej masy. Kruszywo jest w postaci granul o właściwościach opisanych wyżej w drugim przykładzie realizacji sposobu.

Kruszywo zawierające osad denny oraz CaO, w trzecim przykładzie wykonania zostało uzyskane w wyniku prowadzenia, opisanego wyżej, trzeciego przykładu realizacji sposobu. Kruszywo zawiera zmielony osad denny z bagrowania akwenów wodnych w ilości 54,5% masowych suchej masy, zmielony gruz betonowy w ilości 27,3% masowych suchej masy, popiół ze spalania odpadów komunalnych w ilości 9,1% masowych suchej masy oraz CaO w ilości 9,1% masowych suchej masy. Kruszywo jest w postaci granul o właściwościach opisanych wyżej w trzecim przykładzie realizacji sposobu.

PODPIS ZAUFANY
PIOTR ADAM
OKARMUS
25.03.2025 07:42:40 [GMT+1]
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym