

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **240098**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **431114**

(22) Data zgłoszenia: **10.09.2019**

(51) Int.Cl.

**C04B 14/10 (2006.01)**

**C04B 18/08 (2006.01)**

**C04B 18/12 (2006.01)**

**B09B 3/00 (2006.01)**

**B01J 2/12 (2006.01)**

(54) **Sposób wytwarzania kruszywa syntetycznego z ubocznych produktów wydobycia i z ubocznych produktów spalania i kruszywo syntetyczne**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**22.03.2021 BUP 06/21**

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

(73) Uprawniony z patentu:

**KOPALNIA WAPIENIA CZATKOWICE  
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ  
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Krzeszowice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JERZY KOROL, Mysłowice, PL  
GRZEGORZ SKOTNICZNY, Tenczynek, PL  
ANDRZEJ SZYMKIEWICZ, Babice, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Monika Błaszczyk**

**PL 240098 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania kruszywa syntetycznego z ubocznych produktów wydobywania i z ubocznych produktów spalania i kruszywo syntetyczne z ubocznych produktów wydobywania i z ubocznych produktów spalania, do zastosowań technicznych.

Z opisu patentowego **US4741782A** znany jest sposób wytwarzania kruszyw lekkich polegający na zmieszaniu popiołów lotnych ze spoiwem i wypełniaczem. Wagowo mieszanina obejmuje min. 60% popiołów lotnych, 1–25% spoiwa, 1–10% wypełniacza. Mieszanina jest granulowana w dedykowanym granulatorze w obecności wody i chemicznego katalizatora procesu.

Z opisu patentowego **PL166419** znany jest sposób wytwarzania kruszyw lekkich z popiołów lotnych z dodatkiem spoiwa mineralnego, który charakteryzuje się tym, że stosuje się 80–90% wagowych popiołów i 10–20% wagowych spoiwa mieszanego, składającego się z cementu, wapna palonego i gipsu, korzystnie w proporcji wag. 3:2:1, przy czym część popiołów w ilości korzystnie 13–20% wagowych miele się na sucho ze spoiwem, a następnie z uzyskanej mieszanki formuje się granulki z dodatkiem wody.

Znany jest ze zgłoszenia patentowego nr **PL342459** sposób termicznej utylizacji komunalnych osadów ściekowych w technologii produkcji ceramiki budowlanej – kruszywa lekkiego typu keramzyt. W technologii tej do ustabilizowanych osadów ściekowych dodaje się naturalnego surowca – gliny plastycznej, urabia do uzyskania jednorodnej masy formuje wyrób i po wysuszeniu wypala w wysokiej temperaturze. Z jednorodnej masy formuje się granulki i po wysuszeniu wypala uzyskując kruszywo lekkie.

Z opisu patentowego **PL208428** znany jest sposób wytwarzania kruszyw lekkich oraz paliw popirolitycznych, energii cieplnej, elektrycznej, na bazie odpadów energetycznych i kopaliny, gdzie odpady energetyczne rozdrobnione, korzystnie sproszkowane, zmieszane z kopalinami korzystnie z ilitami, albo glinkami, albo glinkami pęczniejącymi, albo osadami ścieków granuluje się i podusza gazami powstałymi w procesie spiekania i po przejściu przez wymiennik ciepła i odpylacz, a następnie ogrzany i osuszony granulki wprowadza się do pirolizatora poddając procesowi pirolizy, otrzymując lekkie granulki popirolityczne, który poddawany jest spiekaniu do kruszywa lekkiego.

Ze zgłoszenia wynalazku **PL346476** znany jest sposób wytwarzania lekkiego kruszywa budowlanego z odpadów przywęglowych zmieszanych z osadami poflotacyjnymi lub osadami z oczyszczalni ścieków, granulowanych i poduszanych, a następnie poddawanych wypalaniu w piecu fluidalnym i dopalaniu w piecu szybowym. Sposób polega na wykonaniu następujących operacji:

- a) przygotowania mieszanki wyjściowej złożonej z osadu poflotacyjnego w ilości powyżej 65% wagowych, zmielonego odpadu popłuczkowego oraz ewentualnie składników uzupełniających: drobnoziarnistych odpadów przemysłowych i miału węglowego, w ilościach tak dobranych, by w przeliczeniu na stan powietrzno-suchy mieszanka wyjściowa zawierała 25 do 35% pierwiastka węgla, a jej wilgotność względna wynosiła od 15% do 22%,
- b) grudkowania mieszanki w niekształtne cząstki o wielkości od 4 mm do 8 mm, z jednoczesnym powlekaniami ich powierzchni suchym odpadem popłuczkowym,
- c) kształtowania z grudek granul surowych w granulatorze talerzowym z nastawą średnicy granul w zakresie od 4 mm do 8 mm tak, by pojedyncza granula miała masę od 0,3 g do 1,5 g, z jednoczesnym dodawaniem zmielonego odpadu popłuczkowego w ilości do 10% masy mieszanki wyjściowej,
- d) poduszania granulatu na przenośniku do wilgotności mniejszej od 5%,
- e) wypalania granul surowych w palenisku fluidalnym,
- f) okresowego sprawdzania w granulach zawartości koksika, którego powinno być od 2% do 4% i w sytuacji wystąpienia odchyłki, dokonania odpowiedniej korekty czasu wypalania,
- g) dopalania, spiekania i chłodzenia granul w piecu szybowym z nadmuchem powietrza zapewniającym uzyskanie w strefie spiekania temperatury w zakresie od 1100 do 1200°C.

Główne składniki gliny wykorzystanej do wytworzenia kruszyw mineralnych stanowią tlenki  $\text{SiO}_2$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , których sumaryczna ilość wynosi 80% masowych. W składzie gliny obecny jest również  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w ilości nie przekraczającej 6% masowych oraz tlenki alkaliczne  $\text{K}_2\text{O}$  i  $\text{Na}_2\text{O}$ , a także  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ , których sumaryczna zawartość w glinie nie przekracza 4% masowych (wg. badań XRD – rentgenowska analiza fazowa). Tlenki te, w procesach spiekania odpowiedzialne są za tworzenie fazy ciekłej.

Ustabilizowane komunalne osady ściekowe stanowią odpad, który ze względu na wartość opałową suchej masy powyżej 6 MJ/kg nie może być składowany. Osady ściekowe charakteryzują się wysoką zawartością substancji organicznych i składników mineralnych, w szczególności osady ściekowe z obszarów nie objętych działalnością przemysłową i o rozdzielczej kanalizacji.

Popiół lotny zastosowany do wytworzenia lekkich kruszyw syntetycznych jest jednym z ubocznych produktów spalania węgla na cele energetyczne. Zawiera on w swoim składzie głównie krzemionkę  $\text{SiO}_2$  oraz  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , które stanowią około 70% masowych. W skład popiołu lotnego wchodzi również:  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , których sumaryczna ilość nie przekracza 15% masowych.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu wytwarzania kruszywa syntetycznego pozwalającego na wykorzystanie przy jego produkcji, mułów węglowych zawierających w swoim składzie substancje organiczne oraz wodę, gliny popłuczynowej z procesu wydobywania przeróbki kamienia wapiennego oraz popiołu lotnego z kotłów fluidalnych ze spalania węgla w energetyce zawodowej.

Cel ten realizuje sposób wytwarzania kruszywa syntetycznego z ubocznych produktów wydobywania i z ubocznych produktów spalania według wynalazku, którego istotą jest to, że glinę, zwłaszcza popłuczynową w ilości od 20% masowych do 60% masowych, muł węglowy w ilości od 20% masowych do 60% masowych, oraz popiół lotny fluidalny w ilości od 10% masowych do 20% masowych, miesza się do momentu uzyskania mieszaniny o bardzo wysokim stopniu homogeniczności, uzyskaną w ten sposób mieszaninę granulację się do momentu uzyskania granulatu o zróżnicowanym uziarnieniu i spieka do momentu uzyskania kruszywa.

Korzystnie mieszanie i granulację prowadzi się w trakcie jednej operacji technologicznej, w intensywnym mieszalniku przeciwbieżnym zaopatrzonym w mieszadło o budowie umożliwiającej dezintegrację i rozdrobnienie zaglomerowanych surowców, najlepiej w mieszadło łopatkowe.

Korzystnie mieszanie prowadzi się w przeciwbieżnym trybie pracy miski i mieszadła intensywnego mieszalnika.

Korzystnie mieszanie prowadzi się z prędkością liniową mieszadła 30 m/s i prędkością obrotową miski 200 obrotów/min.

Korzystnie granulację prowadzi się w przeciwbieżnym trybie pracy miski i mieszadła intensywnego mieszalnika.

Korzystnie granulację prowadzi się przy prędkości liniowej mieszadła 10 m/s, prędkości obrotowej miski 150 obrotów/min i wilgotności mieszaniny na poziomie 20% masowych wody.

Korzystnie granulację prowadzi się do momentu uzyskania granulatu, najlepiej o uziarnieniu od 4 mm do 20 mm.

Korzystnie spiekanie granulatu prowadzi się w temperaturze od 900°C do 1300°C, najlepiej w 1150°C.

Korzystnie spiekanie granulatu prowadzi się w piecu rurowym, w atmosferze powietrza.

Korzystnie w piecu rurowym prędkość przemieszczenia się granulatu wynosi od 0,5 m/min do 2 m/min, najlepiej 0,8 m/min.

W wyniku sposobu według wynalazku otrzymano nowe kruszywo syntetyczne z ubocznych produktów wydobywania i z ubocznych produktów spalania, którego istotą jest to, że składa się z gliny, zwłaszcza popłuczynowej w ilości od 20% masowych do 60% masowych, mułu węglowego w ilości od 20% masowych do 60% masowych, oraz popiołu lotnego fluidalnego w ilości od 10% masowych do 20% masowych.

Korzystnie kruszywo syntetyczne ma postać granul, najlepiej o uziarnieniu od 4 mm do 20 mm.

Zaletą wynalazku jest to, że pozwala na wykorzystanie ubocznych produktów wydobywania jak muły węglowe, których stosowanie jako opału w domowych kotłach jest zabronione, a w energetyce zawodowej jest systematycznie ograniczane. Muły węglowe, działają w procesie spiekania granulowanych kruszyw, jak środek porotwórczy. Woda pochodząca z mułów węglowych, w procesie mieszania gliny, zwłaszcza gliny popłuczynowej z pozostałymi komponentami i granulacji, działa jako plastyfikator dla gliny. Przeprowadzenie procesu mieszania i granulacji w intensywnym mieszalniku, umożliwiło nadanie mieszaninie postaci zwartych i wytrzymałych granul, w wyniku czego otrzymano zagęszczony i jednocześnie zbrylony materiał w postaci kompozytu syntetycznego o pożądanym kształcie i wymiarach oraz wysokich parametrach wytrzymałościowych. Zaletą rozwiązania jest także to, że mieszanie (w trakcie którego następuje także rozdrabnianie i homogenizacja) i granulację, można prowadzić w jednej maszynie tj. w intensywnym mieszalniku, co czyni proces bardziej ekonomicznym.

Wynalazek ujawniono w poniższych przykładach realizacji.

#### **Przykład realizacji I**

Pierwszy etap wytwarzania kruszywa syntetycznego z ubocznych produktów wydobywania i z ubocznych produktów spalania polega na wytworzeniu jednorodnej mieszaniny gliny, zwłaszcza popłuczynowej, mułu węglowego oraz popiołu lotnego fluidalnego.

Jednorodną mieszaninę uzyskuje się poprzez mieszanie (w trakcie którego następuje także rozdrabnianie i homogenizacja), które jest jednym z procesów, decydującym o jakości uzyskanego produktu finalnego.

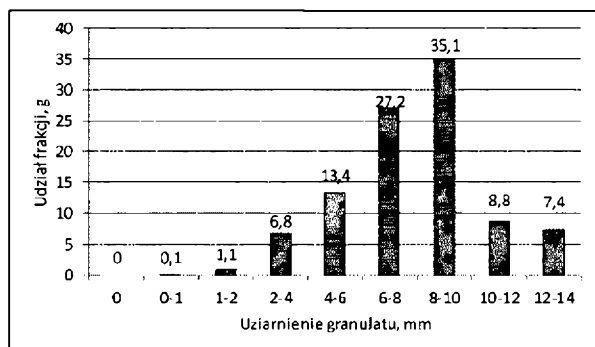
Stosuje się glinę, zwłaszcza popłuczynową, w ilości od 20% masowych do 60% masowych, muł węglowy w ilości od 20% masowych do 60% masowych oraz popiół lotny fluidalny w ilości od 10% masowych do 20% masowych.

W celu uzyskania jednorodnej mieszaniny mułu węglowego, gliny, zwłaszcza popłuczynowej i popiołu, mieszanie prowadzi się w energooszczędnym, intensywnym mieszalniku przeciwbieżnym stosując prędkość liniową mieszadła 30 m/s, prędkość obrotową miski 200 obrotów/min. W wyniku mieszania, z substancji drobnoziarnistych uzyskuje się mieszaninę o bardzo wysokim stopniu homogeniczności.

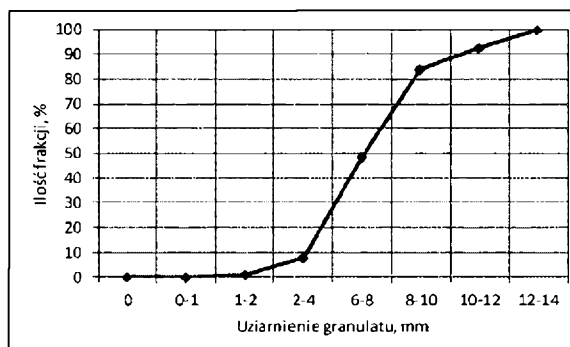
Podczas procesu mieszania, mieszalnik zaopatrzony jest w mieszadło łopatkowe o budowie umożliwiającej dezintegrację i rozdrobnienie zaglomerowanych surowców.

Opisany powyżej mieszalnik, pracujący w trybie przeciwbieżnym przy zachowaniu szczególnych warunków procesu, jakimi są prędkość liniowa mieszadła 30 m/s, prędkość obrotowa miski 200 obrotów/min i odpowiedniego poziomu wilgotności mieszaniny na poziomie 20% masowych wody, pozwala na wytworzenie, z ujednorodnionej w procesie mieszania mieszaniny gliny, zwłaszcza popłuczynowej, mułu węglowego i popiołu lotnego fluidalnego, zwartych granul.

W efekcie granulacji, uzyskuje się granulaty o zróżnicowanym uziarnieniu, przy czym najkorzystniejsze jest uziarnienie od 4 mm do 20 mm. Przykładowy udział poszczególnych frakcji uzyskanych granulatów przedstawiono na wykresie pokazującym zawartość poszczególnych frakcji ziarnowych w granulatach oraz krzywych kumulacyjnych uziarnienia (**Wykres 1** i **Wykres 2**).



**Wykres 1.** Zawartość poszczególnych frakcji ziarnowych granulatu



**Wykres 2.** Krzywa kumulacyjna uziarnienia granulatu

Granulaty poddaje się następnie procesowi spiekania w atmosferze powietrza, przykładowo w piecu rurowym, w temperaturze od 900°C do 1300°C, korzystnie w 1150°C. W piecu rurowym prędkość przemieszczenia się granul wynosi od 0,5 m/min do 2 m/min, najlepiej 0,8 m/min.

W efekcie spiekania surowych granul, uzyskuje się kruszywo, które zawiera glinę, zwłaszcza popłuczynową w ilości od 20% masowych do 60% masowych, muł węglowy w ilości od 20% masowych do 60% masowych, oraz popiół lotny fluidalny w ilości od 10% masowych do 20% masowych.

Spieczony materiał w postaci kruszywa, poddano badaniom wytrzymałościowym i strukturalnym. Kruszywo o uziarnieniu od 6 mm do 10 mm zostało poddane badaniom wytrzymałościowym, polegającym na jednoosiowym ściskaniu granulatów w stalowym cylindrze na maszynie wytrzymałościowej o maksymalnej sile 10 kN. Oznaczono dla niego odporność na miażdżenie w oparciu o normę PN-EN 13055-1. Badania te wykazały, że kruszywo syntetyczne otrzymane sposobem według wynalazku charakteryzuje się wartością odporności na miażdżenie, od 5,9 MPa do 7,5 MPa, wartość ta przewyższa wartości odporności na miażdżenie kruszyw komercyjnych, których wytrzymałość na miażdżenie wynosi odpowiednio: Liapor – 0,7–10 MPa; Arlita – 0,98 MPa; Lytag – 0,43 MPa; LECA i Ardelite – 0,09 MPa; Geokeramzyt Matrix – 0,8 MPa; LECA Gniew – 0,7–4,0 MPa.

### **Przykład realizacji II**

Według sposobu opisanego w **przykładzie realizacji I**, uzyskano kruszywo syntetyczne z ubocznych produktów wydobywania i z ubocznych produktów spalania, do wytworzenia którego zastosowano: 20% masowych gliny, 60% masowych mułu węglowego i 20% masowych popiołu lotnego fluidalnego. Kruszywo uzyskane w ten sposób, charakteryzuje się następującymi parametrami:

- gęstość nasypowa: 813,6 kg/m<sup>3</sup>
- odporność na miażdżenie: 5,9 MPa.

#### **Przykład realizacji III**

Według sposobu opisanego w **przykładzie realizacji I**, uzyskano kruszywo syntetyczne z ubocznych produktów wydobywania i z ubocznych produktów spalania, do wytworzenia którego zastosowano: 45% masowych gliny; 45% mułu węglowego i 10% masowych popiołu lotnego fluidalnego. Kruszywo uzyskane w ten sposób, charakteryzuje się następującymi parametrami:

- gęstość nasypowa: 845,5 kg/m<sup>3</sup>
- odporność na miażdżenie: 6,03 MPa.

#### **Przykład realizacji IV**

Według sposobu opisanego w **przykładzie realizacji I**, uzyskano kruszywo syntetyczne z ubocznych produktów wydobywania i z ubocznych produktów spalania, do wytworzenia którego zastosowano: 60% masowych gliny, 20% masowych mułu węglowego i 20% masowych popiołu lotnego fluidalnego. Kruszywo lekkie uzyskane w ten sposób, charakteryzuje się następującymi parametrami:

- gęstość nasypowa: 868,9 kg/m<sup>3</sup>
- odporność na miażdżenie: 7,5 MPa.

### **Zastrzeżenia patentowe**

1. Sposób wytwarzania kruszywa syntetycznego z ubocznych produktów wydobywania i z ubocznych produktów spalania, **znamienny tym**, że glinę, zwłaszcza popłuczynową w ilości od 20% masowych do 60% masowych, muł węglowy w ilości od 20% masowych do 60% masowych, oraz popiół lotny fluidalny w ilości od 10% masowych do 20% masowych, miesza się do momentu uzyskania mieszaniny o bardzo wysokim stopniu homogeniczności, uzyskaną w ten sposób mieszaninę granuluje się do momentu uzyskania granulatów o zróżnicowanym uziarnieniu i spieka do momentu uzyskania kruszywa.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mieszanie i granulację prowadzi się w trakcie jednej operacji technologicznej, w intensywnym mieszalniku przeciwbieżnym zaopatrzonym w mieszadło o budowie umożliwiającej dezintegrację i rozdrobnienie zaglomerowanych surowców, najlepiej w mieszadło łopatkowe.
3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że mieszanie prowadzi się w przeciwbieżnym trybie pracy miski i mieszadła intensywnego mieszalnika.
4. Sposób według zastrz. 2 albo 3, **znamienny tym**, że mieszanie prowadzi się z prędkością liniową mieszadła wynoszącą 30 m/s i prędkością obrotową miski 200 obrotów/min.
5. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że granulację prowadzi się w przeciwbieżnym trybie pracy miski i mieszadła intensywnego mieszalnika.
6. Sposób według zastrz. 2 albo 5, **znamienny tym**, że granulację prowadzi się przy prędkości liniowej mieszadła wynoszącej 10 m/s, prędkości obrotowej miski 150 obrotów/min i wilgotności mieszaniny na poziomie 20% masowych wody.
7. Sposób według zastrz. 2 albo 5, **znamienny tym**, że granulację prowadzi się do momentu uzyskania granulatów, najlepiej o uziarnieniu od 4 mm do 20 mm.
8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że spiekanie granulatu prowadzi się w temperaturze od 900°C do 1300°C, najlepiej w 1150°C.
9. Sposób według zastrz. 1 albo 8, **znamienny tym**, że spiekanie granulatu prowadzi się w piecu rurowym, w atmosferze powietrza.
10. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że w piecu rurowym prędkość przemieszczenia się granul wynosi od 0,5 m/min do 2 m/min, najlepiej 0,8 m/min.
11. Kruszywo syntetyczne z ubocznych produktów wydobywania i z ubocznych produktów spalania, **znamiennie tym**, że składa się z gliny, zwłaszcza popłuczynowej w ilości od 20% masowych do 60% masowych, mułu węglowego w ilości od 20% masowych do 60% masowych, oraz popiołu lotnego fluidalnego w ilości od 10% masowych do 20% masowych.
12. Kruszywo według zastrz. 11, **znamiennie tym**, że ma postać granulatu, najlepiej o uziarnieniu od 4 mm do 20 mm.