

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 247353 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439792**

(22) Data zgłoszenia: **2021.12.09**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.06.12 BUP 24/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.06.16 WUP 24/2025**

(51) MKP:

C04B 28/20 (2006.01)

C04B 28/22 (2006.01)

C04B 18/16 (2006.01)

C04B 14/06 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WARSZAWSKA, Warszawa, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

ROMAN JASKULSKI, Płock, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Oliwia Czarnocka, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Zastosowanie drobnoziarnistego odpadowego pyłu ceglanego do wytwarzania wyrobów silikatowych

PL 247353 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zastosowanie drobnoziarnistego odpadowego pyłu ceglanego jako dodatku do masy surowcowej do wytwarzania autoklawizowanych wyrobów silikatowych o poprawionej wytrzymałości i mniejszym przewodnictwie cieplnym, względem wyrobu silikatowego bez zastosowania drobnoziarnistego odpadowego pyłu ceglanego.

Odpadowy pył ceglany powstaje w procesie produkcji ściennych wyrobów ceramicznych (cegł, pustaków, bloczków) podczas ich cięcia za pomocą pił tarczowych lub szlifowania. W czasie tego procesu dochodzi m.in. do ścierania materiału w wyniku czego powstaje pył ceglany o drobnym uziarnieniu z marginalnym udziałem większych fragmentów. Jest to odpad przemysłowy, którego zagospodarowanie jest kłopotliwe, bo nie znajduje on zastosowania, a jego składowanie generuje dodatkowe koszty. Prowadzone są różne badania nad możliwością zastosowania tego odpadu np. jako składnika betonu zastępującego częściowo cement, ale zastosowanie to nie zostało dotąd wdrożone na szerszą skalę.

W stanie techniki znana jest masa surowcowa do produkcji autoklawizowanych wyrobów silikatowych, która tradycyjnie składa się z piasku, wapna palonego i wody zwykle w przybliżonych proporcjach wagowych 90:7:3. Tak przygotowaną mieszankę surowcową poddaje się najpierw prasowaniu w formach, a następnie poddaje działaniu podwyższonego ciśnienia i temperatury w atmosferze nasyconej pary wodnej. Wyroby otrzymane w ten sposób nazywane są wyrobami silikatowymi lub wyrobami wapienno-piaskowymi.

Znane są również sposoby wytwarzania wyrobów (elementów murowych) z autoklawizowanej mieszanki piasku i wapna oraz wody, w których zastosowano dodatkowe składniki (PL 235782 B1 lub PL 418402 A1). W opisie patentowym PL 235782 B1 do produkcji masy surowcowej zastosowano mączkę bazaltową powstającą przy kruszeniu skał bazaltowych w ilości 5–20% wagowych. Dodatek ten korzystnie wpływa na strukturę materiału. Natomiast w zgłoszeniu PL 418402 A1 jako dodatek zastosowano przemysłowo wytwarzane spiekane kruszywo lekkie frakcji 0–4 mm w ilości do 50% wagowo w celu obniżenia gęstości wyrobów produkowanych z takiej masy.

Ze zgłoszenia patentowego RU2296726C1 znane są masy silikatowe do produkcji cegieł ozdobnych z wykorzystaniem pyłu z pieców do wypalania wapna w zakresie 10–20% wagowych. Wynalazek także zapewnia możliwość poprawy wytrzymałości wyrobów oraz skrócenie czasu potrzebnego na proces hartowania mieszanki surowcowej.

Zgłoszenie patentowe CN110317044A ujawnia wytwarzanie ekologicznej cegły ogrodowej przygotowanej wyłącznie z opadów, m.in. pyłu cementowego w zakresie 3–8% wagowych, co stanowi korzystne dla środowiska zagospodarowanie odpadu budowlanego i umożliwia wytworzenie wyrobu o lepszej gęstości i wytrzymałości oraz mniejszej liczbie otworów przelotowych, co poprawia wodoodporność gotowej cegły.

Natomiast zgłoszenie patentowe CN103183494A ujawnia sposób wytwarzania ekologicznej cegły z odpadów budowlanych, której masa surowcowa składa się z 13–15% mieszanki (65–72% klinkieru cementowego, 20–22% żużla wielkopieczowego, 10–24% skały płonnej węglowej i 1–1.5% szkła wodnego), 15–17% popiołu węglowego lub żużla karbidowego (70–75% popiołu węglowego i 25–30% żużla karbidowego lub sam popiół węglowy), 40–42% kruszywa z odpadów budowlanych (35–38% rozdrobnione dachówki, 50–55% pokruszony beton i 10–12% odpadowej pulpy piaskowej), 28–30% łupka i wody. W ten sposób powstaje ekologiczna cegła o małej gęstości i dobrej odporności na zamrażanie i rozmrażanie.

Ze zgłoszeń CN1448360A oraz CN102424555A znane są wyroby budowlane w formie cegieł, które wykonane są z zastosowaniem materiałów odpadowych, w których skład mogą wchodzić również odpady ceramiczne. W pierwszym ze zgłoszeń ujawniono sposób produkcji takich materiałów polegający na prasowaniu masy surowcowej, która następnie dojrzewa w temperaturze powyżej 0°C przez 15 dni. Z kolei drugie ze wskazanych zgłoszeń ujawnia produkcję wyrobów zawierających 40–60% odpadów budowlanych (w tym także ceramiki budowlanej), które po zaformowaniu i zawibrowaniu pozostawione są na 28 dni w celu uzyskania docelowych właściwości.

Mączka ceglanego odpadu w ilości 10–15% wagowych również znalazła zastosowanie w sposobie wytwarzania lekkiej cegły według zgłoszenia patentowego CN102515691A. Masa surowcowa do produkcji składa się z 50–60% odpadowego szlamu ceglanego, 10–15% odpadowego pyłu ceglanego, 10–15% gliny Qidao, 10–15% rudy aluminium, 5–10% masy z fasoli mung, 0,3% środka spieniającego, 0,5% środka redukującego wodę i 0,08% trójpolifosforanu sodowego (STPP). Lekka cegła powstaje w wyniku wypalania spienionej masy surowcowej.

Nowe trendy w budownictwie wskazują na potrzebę poszukiwania technologii wytwarzania wyrobów budowlanych, które mają korzystne cechy wytrzymałościowe i ciepłne, a jednocześnie będą przyjazne wobec środowiska dzięki zastosowaniu w ich produkcji materiałów odpadowych.

Z opisanego powyżej stanu techniki nie są znane wyroby silikatowe zawierające odpad pyłu ceglany charakteryzujące się dobrą wytrzymałością i odpornością na niskie temperatury.

Celem wynalazku jest zagospodarowanie drobnoziarnistego odpadowego pyłu ceglany i jego zastosowanie jako surowca krzemionkowego do przygotowywania masy surowcowej do wytwarzania autoklawizowanych wyrobów silikatowych.

W toku prac badawczych okazało się, że zastąpienie w masie surowcowej do produkcji materiałów silikatowych mielonego piasku kwarcowego drobnoziarnistym odpadowym pyłem ceglany powoduje, że otrzymany wyrób ma podwyższoną wytrzymałość i niższy współczynnik przenikalności cieplnej, w porównaniu do wyrobów o takim samym składzie, ale wykonanych wg tradycyjnej receptury, w której wykorzystano mielony piasek zamiast drobnoziarnistego odpadowego pyłu ceglany. Dodatkowo, wyroby z masy z dodatkiem pyłu ceglany mają pomarańczowy kolor, co pozwala je odróżnić od tradycyjnych wyrobów silikatowych.

Przedmiotem wynalazku jest zastosowanie drobnoziarnistego odpadowego pyłu ceglany jako dodatku do wytwarzania autoklawizowanych wyrobów silikatowych, zwłaszcza o poprawionej wytrzymałości i mniejszym przewodnictwie cieplnym, względem wyrobu silikatowego bez zastosowania drobnoziarnistego odpadowego pyłu ceglany.

Istotą wynalazku jest zastosowanie drobnoziarnistego materiału odpadowego jako domieszki do masy surowcowej do wytwarzania autoklawizowanych wyrobów silikatowych charakteryzujące się tym, że materiał odpadowy stanowi pył ceglany o maksymalnym rozmiarze ziaren do 2 mm, przy czym materiał odpadowy stosuje się w ilości 15–20% wag. w odniesieniu do stałych składników masy surowcowej.

Zgodnie z wynalazkiem otrzymywanie wyrobów silikatowych polega na tym, że miesza się suche składniki obejmujące tlenek wapnia (wapno palone), gips dwuwodny oraz surowiec krzemionkowy obejmujący materiał odpadowy i piasek, następnie dodaje się wodę w ilości pozwalającej na obróbkę tak przygotowanej masy i po zmieszaniu prowadzi się dojrzewanie mieszanki w podwyższonej temperaturze, a następnie masę umieszcza się w formach, prasuje się pod ciśnieniem i poddaje procesowi autoklawizacji, przy czym jako materiał odpadowy stosuje się 15–20% wag. drobnoziarnistego pyłu ceglany o średnicy ziaren do 2 mm. Dojrzewanie masy surowcowej w podwyższonej temperaturze prowadzi się w temp. ok. 35–65°C przez 6–24 h, a następnie masę umieszcza się w formach i prasuje się pod ciśnieniem 20 MPa przez około 60–120 s.

Wyrób silikatowy wytworzony według wynalazku charakteryzuje się tym, że ma przewodność cieplną od 12% do 32% niższą w porównaniu do wyrobów silikatowych bez domieszki pyłu ceglany.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest ekologiczne zagospodarowanie materiału odpadowego oraz zapewnienie produktów do zastosowania w budownictwie, a docelowo do tworzenia budynków które będą cechowały się mniejszym zużyciem energii cieplnej potrzebnej na ich ogrzanie przy zastosowaniu tej samej grubości i konstrukcji ścian, co dla stosowanych obecnie wyrobów silikatowych bez dodatku pyłu ceglany.

Ponadto, zastosowany materiał ceglany ma drobne uziarnienie i nie wymaga dodatkowego mielenia, a jedynie przesiania przez sito o oczku 2 mm ze względu na możliwe występowanie nielicznych większych fragmentów. Dodatek pyłu ceglany nie powoduje potrzeby zmian stosowanych obecnie procedur produkcyjnych dla przemysłowej produkcji wyrobów silikatowych, gdzie surowcem krzemionkowym jest piasek. Również nie ma potrzeby modyfikacji konstrukcyjnych związanych z zastosowaniem w budownictwie wyrobu silikatowego wg wynalazku.

Rozwiązanie według wynalazku zilustrowano w przykładzie wykonania, który nie ogranicza jego zakresu.

Przykład 1

Masa do wyrobu autoklawizowanych elementów silikatowych składa się najczęściej z 90% piasku, 7% tlenku wapnia, czyli tzw. wapna palonego oraz 3% wody. W mieszankach przygotowywanych na potrzeby wynalazku zastosowano nieco odmienne podejście do komponowania składu. Podzielono masę surowcową na: spoiwo, kruszywo i domieszki. Na spoiwo składał się tlenek wapnia oraz część piasku, który został zmielony (serie odniesienia) albo tlenek wapnia oraz drobnoziarnisty odpadowy pył ceglany (serie badane – jako wynalazek). Na kruszywo składała się pozostała część piasku (niemielenego), a jako domieszka posłużył dwuwodny siarczan wapnia.

Składy komponowano w ten sposób, że przy ustalonej stałej proporcji składników spoiwa do kruszywa 1:3 ustalano udział wagowy tlenu wapnia w spoiwie (od 20% do 35%). Domieszka w postaci dwuwodnego siarczanu wapnia stanowiła zawsze 4,2% spoiwa. Ze względów technologicznych do mieszanki dodawano dużo większą ilość wody, która stanowiła wagowo ok. 12% masy surowcowej.

Przy powyższych założeniach udział tlenu wapnia w masie surowcowej zmieniał się w zakresie od 4,2% do 7,4%, co odpowiada jego zawartości w zakresie od 4,7% do 8,1% w przypadku, gdyby przyjęto ilość wody równą 3% masy surowcowej. Udział drobnoziarnistego odpadowego pyłu ceglanego kształtował się w zakresie od 15,6% do 19,2% wagowo w odniesieniu do składników stałych oraz od 13,8% do 16,9% wagowo w odniesieniu do wszystkich składników (po uwzględnieniu masy dodanej wody).

W tabeli 1 zestawiono składy przygotowywanych mieszanek wraz z oznaczeniami. Litera „W” oznacza serię przygotowaną z wykorzystaniem drobnoziarnistego odpadowego pyłu ceglanego (według wynalazku), a litera „R” oznacza serię porównawczą o tradycyjnym składzie.

Tabela 1. Skład badanych mieszanek (wszystkie ilości podane w gramach na 1 zarób)

Składnik	Oznaczenie serii							
	35W	35R	30W	30R	25W	25R	20W	20R
Drobnoziarnisty odpadowy pył ceglany	345	--	370	--	396	--	424	--
Piasek mielony	--	345	--	370	--	396	--	424
Tlenek wapnia	185	185	160	160	132	132	106	106
Dwuwodny siarczan wapnia*	22,3	22,3	22,3	22,3	22,2	22,2	22,2	22,2
Piasek	1657	1657	1657	1657	1651	1651	1657	1657
Woda	300	300	300	300	300	300	300	300

*) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (w przygotowywanych mieszankach zastosowano tzw. reagips, czyli gips syntetyczny z instalacji odsiarczania spalin)

Masy surowcowe w przypadku wszystkich serii przygotowano w dwóch etapach. W pierwszym etapie mieszano wszystkie składniki i pozostawiano masę w celu dojrzewania. Następnie masa była rozdrabniana, dowilżana, jeśli była taka konieczność i umieszczana w formach. Masę w formach poddawano prasowaniu pod ciśnieniem około 20 MPa. Gotowe próbki po wyjęciu z form autoklawizowano w temperaturze ok. 180°C pod ciśnieniem 1,4–1,6 MPa przez około 12 godzin.

Otrzymane w powyższy sposób próbki materiałów silikatowych poddano badaniu wytrzymałości na rozciąganie w próbie zginania, wytrzymałości na ściskanie oraz badaniu przewodności cieplnej metodą „hot plate”. Próbki do czasu badania właściwości cieplnych były przechowywane w laboratorium bez zachowania szczególnego reżimu cieplno-wilgotnościowego.

Wyniki badania wytrzymałości na ściskanie przedstawiono w tabeli 2. Wyniki są średnią z 6 badań w przypadku każdej z serii. Natomiast w tabeli 3 przedstawiono wyniki badania wytrzymałości na zginanie, które są średnią z trzech badań każdej serii.

Tabela 2. Wartości wytrzymałości na ściskanie

	Wytrzymałość serii [MPa]			
	35	30	25	20
Z piaskiem (R)	11,58	7,36	10,66	6,09
Z drobnoziarnistym odpadowym pyłem ceglanym (W)	16,79	17,53	12,63	12,63
Różnica (W/R) [%]	145%	238%	118%	207%

Tabela 3. Wartości wytrzymałości na zginanie

	Wytrzymałość serii [MPa]			
	35	30	25	20
Z piaskiem (R)	4,11	2,90	3,25	2,39
Z drobnoziarnistym odpadowym pyłem ceglany (W)	5,57	5,42	3,96	3,33
Różnica (W/R) [%]	135%	187%	122%	139%

Wyniki badań wytrzymałości wskazują, że we wszystkich przypadkach wytrzymałość autoklawizowanych mas surowcowych z drobnoziarnistym odpadowym pyłem ceglany jest wyższa niż wytrzymałość mas o tym samym składzie wykonanych z wykorzystaniem piasku mielonego.

Miarą izolacyjności cieplnej materiałów jest współczynnik przewodności cieplnej, którego wartości zamieszczono w tabeli 4. Są one średnią z 6 pomiarów w przypadku każdej serii.

Tabela 4. Wartości współczynnika przewodności cieplnej

	Przewodność cieplna serii [W/m·K]			
	35	30	25	20
Z piaskiem (R)	1,59	1,60	1,25	1,51
Z drobnoziarnistym odpadowym pyłem ceglany (W)	1,27	1,24	1,10	1,14
Różnica [%]	80%	77%	88%	76%

Wyniki badania współczynnika przewodności cieplnej wskazują, że masy z wykorzystaniem drobnoziarnistego odpadowego pyłu ceglany po autoklawizacji charakteryzują się niższą przewodnością cieplną, a więc zwiększoną izolacyjnością.

Podsumowując, należy stwierdzić, że będąca przedmiotem wynalazku masa surowcowa do wykonywania autoklawizowanych elementów silikatowych zawierająca drobnoziarnisty odpadowy pył ceglany w ilości od 15% do 20% masy wszystkich suchych składników ma po autoklawizacji korzystniejsze właściwości wytrzymałościowe i izolacyjne od mas wykonanych z tradycyjnych składników.

Zastrzeżenie patentowe

1. Zastosowanie drobnoziarnistego materiału odpadowego jako domieszki do masy surowcowej do wytwarzania autoklawizowanych wyrobów silikatowych **znamiennie tym**, że materiał odpadowy stanowi pył ceglany o maksymalnym rozmiarze ziaren do 2 mm, przy czym materiał odpadowy stosuje się w ilości 15–20% wag. w odniesieniu do stałych składników masy surowcowej.