

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **235143**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **403247**

(51) Int. Cl.

C04B 35/10 (2006.01)

F41H 5/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **21.03.2013**

(54) **Ceramiczne tworzywo korundowe odporne balistycznie oraz sposób wytwarzania kształtek z tego tworzywa**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

29.09.2014 BUP 20/14

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

01.06.2020 WUP 06/20

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ-INSTYTUT
CERAMIKI I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**CECYLIA DZIUBAK, Pruszków, PL
ADAM BOGUSŁAW WIŚNIEWSKI, Zielonka, PL
ANDRZEJ ŁOSIEWICZ, Warszawa, PL
STANISŁAW TRACZYK, Warszawa, PL
TADEUSZ JAKUBIUK, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Maciej Miszczak

PL 235143 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest ceramiczne tworzywo korundowe odporne balistycznie oraz sposób wytwarzania kształtek z tego tworzywa. Tworzywo to modyfikowane jest tlenkiem magnezu i tlenkiem ceru. Sposób wytwarzania kształtek z tego tworzywa, polega na wymieszaniu i zmieleniu wszystkich składników tworzywa w zawiesinie wodnej, dodaniu organicznego plastyfikatora i substancji poślizgowej, wysuszeniu niniejszej mieszaniny w celu uzyskania granulatu, uformowaniu z niego kształtek i podaniu ich spiekaniu.

Tworzywo i kształtki otrzymane z niego są przydatne do budowy osłon balistycznych.

Znane są ceramiczne tworzywa korundowe odporne balistycznie zawierające tlenek glinu stanowiący podstawowy składnik ich osnowy, a także tlenek magnezu i tlenek ceru, które aktywują proces spiekania tworzyw poprzez obniżenie temperatury ich spiekania a także polepszają charakterystyki eksploatacyjne tworzyw, w tym wytrzymałościowe, zwłaszcza odporność na oddziaływania udarowe.

Według amerykańskiego zgłoszenia wynalazku US 2009/0029150 ceramiczne materiały przydatne do lekkich osłon balistycznych mogą zawierać tlenek glinu i dwutlenek cyrkonu, przy czym dwutlenek cyrkonu może być stabilizowany domieszkami, takimi jak tlenek magnezu, czy też dwutlenek ceru.

Znane są również sposoby wytwarzania odpornych balistycznie elementów konstrukcyjnych wykonanych z tworzyw korundowych modyfikowanych m.in. tlenkiem magnezu.

W europejskim opisie patentowym EP 1153899, w przykładzie realizacji wynalazku przedstawiono sposób wytwarzania balistycznie odpornych kształtek zawierających osnowę korundową, tlenek magnezu, dwutlenek cyrkonu oraz dwutlenek krzemu, polegający na wymieszaniu i rozdrobnieniu 99,62% części masowych korundowego proszku z 0,6% częściami masowymi tlenku magnezu, mniej niż 0,05% częściami masowymi dwutlenku krzemu, 6,0% częściami masowymi dwutlenku cyrkonu, 0,1% częściami masowymi dwutlenku hafnu, 0,2% częściami masowymi tlenku sodu, 0,02% częściami masowymi pięciotlenku fosforu, 0,01% częściami masowymi tlenku potasu, 0,1% częściami masowymi tlenku wapnia, 0,01% częściami masowymi dwutlenku tytanu, 0,02% częściami masowymi trójtlenku żelaza, 0,2% częściami masowymi tlenku miedzi, 0,02% częściami masowymi tlenku cynku, 0,5% częściami masowymi tlenku baru oraz 0,04% częściami masowymi trójtlenku itru, prasowaniu niniejszej mieszaniny przez około 2 sekundy w odpowiednio ukształtowanych formach pod naciskiem siły wynoszącej 70000 kG, wytworzonej przy użyciu specjalnego oprzyrządowania wykonanego z węgla wolframu. W wyniku tych operacji uzyskiwano elementy konstrukcyjne/kształtki w postaci cylindra zakończonego obustronnie kopułami. Po prasowaniu, wypraski przenoszono do pieca, gdzie były poddane spiekaniu w temperaturze 1700°C przez 72 godziny, po czym były schładzane do temperatury pokojowej.

Istota ceramicznego tworzywa korundowego odpornego balistycznie, zawierającego tlenek glinu stanowiący główny składnik osnowy tworzywa, a także tlenek magnezu i dwutlenek ceru, polega na tym, że osnowa korundowa stanowi 94,0–98,0% masy ceramicznego tworzywa, korzystnie 96,0–98,0% jego masy, przy czym osnowa ta zawiera 98,0–99,7% części masowych tlenku glinu, korzystnie 99,0–99,7% części masowych, a ponadto tworzywo korundowe zawiera 0,1–1,0% części masowych tlenku magnezu, korzystnie 0,2–0,7% części masowych oraz 1,0–5,0% części masowych dwutlenku ceru, korzystnie 1,0–3,0% części masowych.

Istota sposobu według wynalazku dotyczącego wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego odpornego balistycznie, polega na tym, że do 94,0–98,0% części masowych osnowy korundowej, korzystnie do jej 96,0–98,0% części masowych, zawierającej 98,0–99,7% części masowych tlenku glinu, korzystnie 99,0–99,7% części masowych tlenku glinu, którego odmiana krystaliczna alfa stanowi co najmniej 90,0% masy tlenku glinu dodaje się w zawiesinie wodnej 0,1–1,0% części masowych tlenku magnezu, korzystnie 0,2–0,7% części masowych i 1,0–5,0% części masowych dwutlenku ceru, korzystnie 1,0–3,0% części masowych, gdzie woda stanowi 60% łącznej masy wszystkich ww. składników, po czym dodaje się 0,3% części masowych upłynniacza, miesza się wszystkie składniki i miele w młynie, korzystnie wibracyjnym do uzyskania uziarnienia zawiesiny, w której połowa populacji ziaren ma średnicę wynoszącą $1,5 \pm 0,3 \mu\text{m}$, dodaje się 1,0–3,0% części masowych plastyfikatora organicznego wraz z substancją poślizgową, wszystkie składniki miesza się, a następnie ujednoliconą mieszaninę suszy się, korzystnie w suszarni rozpyłowej w warunkach standardowych do uzyskania postaci granulatu, z którego formuje się techniką prasowania osiowego albo izostatycznego kształtki, które

spieka się w temperaturze z zakresu 1550–1600°C przez co najmniej 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej, korzystnie z szybkością z zakresu 1–2°C na minutę.

Kształtki ceramicznego tworzywa korundowego otrzymane za pomocą sposobu według wynalazku charakteryzują się wysoką odpornością na zagrożenia balistyczne, zwłaszcza na uderzenie pociskami i/lub odłamkami dzięki posiadaniu takich właściwości fizycznych (wynikających m.in. ze składu kształtek i warunków ich otrzymywania), jak wysoka gęstość rzędu 3,86–3,91 g/cm³, niska porowatość rzędu kilku setnych procenta masy tworzywa, wysoka twardość według Vickersa rzędu 13–14 GPa, wysoka wytrzymałość na ściskanie rzędu 2100–2300 MPa, wysoka wytrzymałość na zginanie rzędu 300 MPa oraz wysoki dynamiczny moduł Younga mieszczący się w zakresie 340–380 GPa.

Zastosowanie w składzie ceramicznego tworzywa korundowego według wynalazku odpowiedniego udziału tlenku glinu o odmianie krystalicznej typu alfa oraz precyzyjnie dobranych zakresów udziałów domieszek w postaci tlenku magnezu i dwutlenku ceru, przy zastosowaniu warunków procesów według wynalazku otrzymywania kształtek z ww. tworzyw, m.in. dzięki zastosowaniu stosunkowo niskich temperatur spiekania, wyraźnie niższych niż dosyć powszechnie stosowana temperatura spiekania wynosząca 1700°C oraz zastosowanie powolnego studzenia pozwala na wytworzenie kształtek o wystarczającej jednorodności strukturalnej, bez pęknięć, o niskiej porowatości, co znacznie wpływa na podniesienie ich wytrzymałości, odporności mechanicznej, a w konsekwencji na podniesienie wytrzymałości, odporności osłon balistycznych na ww. zagrożenia balistyczne. Ponadto, zastosowanie stosunkowo niskich temperatur spiekania w ramach sposobu według wynalazku przynosi korzystne efekty ekonomiczne, obniżając znacząco koszty wytwarzania ceramicznych kształtek korundowych.

P r z y k ł a d. Sposób wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego odpornego balistycznie, zawierającego tlenek glinu, tlenek magnezu i dwutlenek ceru oraz skład chemiczny i właściwości fizyczne kształtek (tworzywa) otrzymanego tym sposobem

Do 97,1% części masowych osnowy korundowej zawierającej 90,7% części masowych tlenku glinu, którego odmiana krystaliczna alfa stanowi 90,0% masy tlenku glinu dodaje się w zawiesinie wodnej 0,4% części masowych tlenku magnezu i 2,5% części masowych dwutlenku ceru, gdzie woda stanowi 60% łącznej masy wszystkich ww. składników, po czym dodaje się 0,4% masowych upłynniacza-dispexu, miesza się wszystkie składniki i miele w młynie wibracyjnym do uzyskania uziarnienia zawiesiny, w której połowa populacji ziaren ma średnicę wynoszącą 1,5±0,2 µm, dodaje się 1,5% części masowych plastyfikatora organicznego wraz z substancją poślizgową, wszystkie składniki miesza się, a następnie ujednoliconą mieszaninę suszy się w suszarni rozpyłowej w warunkach standardowych do uzyskania postaci granulatu o ciężarze nasypowym wynoszącym 1,21±0,05 g/cm³, z którego formuje się techniką prasowania osiowego kształtki w postaci bryły utworzonej przez graniastosłup prawidłowy i płasko ściętą kopułę, posiadających wspólną podstawę, przy czym wysokość kopuły jest trzykrotnie mniejsza od wysokości sześcianu, zaś pole powierzchni ściany bocznej sześcianu wynosi 184,0 mm². Następnie, kształtki te spieka się w komorze pieca gazowego o temperaturze z zakresu 1580–1600°C przez 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej z szybkością 1,5°C na minutę.

W wyniku realizacji niniejszego sposobu otrzymuje się kształtki z tworzywa korundowego zawierającego 97,1% części masowych tlenku glinu, 0,4% masowych tlenku magnezu oraz 2,5% masowych dwutlenku ceru.

Otrzymane kształtki mają gęstość wynoszącą 3,90 g/cm³ porowatość otwartą wynoszącą 0,01% masy tworzywa, twardość według Vickersa wynoszącą 13,9 GPa, wytrzymałość na zginanie 325 MPa, wytrzymałość na ściskanie 2280 MPa oraz dynamiczny moduł Younga wynoszący 374 GPa.

Zastrzeżenia patentowe

1. Ceramiczne tworzywo korundowe odporne balistycznie, którego podstawowym składnikiem osnowy korundowej jest tlenek glinu, zawierające tlenek magnezu i dwutlenek ceru jako dodatki modyfikujące skład tworzywa i aktywujące proces jego spiekania, **znamiennie tym**, że osnowa korundowa stanowi 94,0–98,0% masy tworzywa, korzystnie 96,0–98,0% jego masy, przy czym osnowa ta zawiera 98,0–99,7% części masowych tlenku glinu, korzystnie 99,0–99,7% części masowych, a ponadto tworzywo korundowe zawiera 0,1–1,0% części masowych tlenku magnezu, korzystnie 0,2–0,7% części masowych oraz 1,0–5,0% części masowych dwutlenku ceru, korzystnie 1,0–3,0% części masowych.

2. Sposób wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego odpornego balistycznie, zawierających tlenek glinu jako podstawowy składnik osnowy korundowej oraz dodatki modyfikujące skład tworzywa i aktywujące jego spiekanie – tlenek magnezu i dwutlenek ceru, polegający na wymieszaniu i zmieleniu wszystkich składników tworzywa w zawiesinie wodnej, dodaniu organicznego plastyfikatora i substancji poślizgowej, wysuszeniu niniejszej mieszaniny, uzyskaniu granulatu, uformowaniu z niego kształtek i poddaniu ich spiekaniu, **znamienny tym**, że do 94,0–98,0% części masowych osnowy korundowej, korzystnie do jej 96,0–98,0% części masowych, zawierającej 98,0–99,7% części masowych tlenku glinu, korzystnie 99,0–99,7% części masowych tlenku glinu, którego odmiana krystaliczna alfa stanowi co najmniej 90,0% masy tlenku glinu dodaje się w zawiesinie wodnej 0,1–1,0% części masowych tlenku magnezu, korzystnie 0,2–0,7% części masowych i 1,0–5,0% części masowych dwutlenku ceru, korzystnie 1,0–3,0% części masowych, gdzie woda stanowi 60% łącznej masy wszystkich ww. składników, po czym dodaje się 0,3% części masowych upłynniacza, miesza się wszystkie składniki i miele w młynie, korzystnie wibracyjnym do uzyskania uziarnienia zawiesiny, w której połowa populacji ziaren ma średnicę wynoszącą $1,5 \pm 0,3 \mu\text{m}$, dodaje się 1,0–3,0% części masowych plastyfikatora organicznego wraz z substancją poślizgową, wszystkie składniki miesza się, a następnie ujednoliconą mieszaninę suszy się, korzystnie w suszarni rozpyłowej w warunkach standardowych do uzyskania postaci granulatu, z którego formuje się techniką prasowania osiowego albo izostatycznego kształtki, które spieka się w temperaturze z zakresu 1550–1600°C przez co najmniej 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej, korzystnie z szybkością z zakresu 1–2°C na minutę.