

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **235199**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **426926**

(22) Data zgłoszenia: **21.03.2013**

(62) Numer zgłoszenia, z którego nastąpiło wydzielenie:  
**403247**

(51) Int.Cl.

**C04B 35/10 (2006.01)**

**C04B 35/106 (2006.01)**

**F41H 5/04 (2006.01)**

(54) **Sposób wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego do budowy osłon balistycznych**

(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:

**rzec. pat. Maciej Miszczak**

**PL 235199 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego do budowy osłon balistycznych, polegający na dodaniu tlenku magnezu i dwutlenku cyrkonu albo tlenku magnezu i prekursora dwutlenku cyrkonu do osnowy tworzywa stanowiącej tlenek glinu, wymieszaniu i zmieleniu wszystkich składników tworzywa w zawieszynie wodnej, dodaniu organicznego plastyfikatora i substancji poślizgowej, wysuszeniu niniejszej mieszaniny w celu uzyskania granulatu, uformowaniu z niego kształtek i poddaniu ich spiekaniu. Tak otrzymane kształtki są przydatne do budowy osłon balistycznych.

Znane są ceramiczne tworzywa korundowe odporne balistycznie zawierające tlenek glinu jako podstawowy składnik ich osnowy, a także tlenek magnezu, dwutlenek cyrkonu oraz dwutlenek krzemu, które aktywują proces spiekania tworzyw poprzez obniżenie temperatury spiekania, a także poprawiają ich charakterystyki eksploatacyjne, w tym wytrzymałościowe, zwłaszcza odporność na oddziaływanie udarowe.

W opisie koreańskiego wynalazku KR 2004/0072124 zastrzegany jest sposób wytwarzania ceramicznego tworzywa korundowego o wysokiej gęstości i wytrzymałości mechanicznej oraz odporności na korozję. Sposób ten obejmuje dodanie do proszku tlenku glinu stanowiącego osnowę tworzywa 0,25–4% części masowych dwutlenku cyrkonu albo jego prekursora np.  $Zr(OCH_2CH_2CH_3)_4$  oraz 0,05–0,5% masowych tlenku magnezu albo jego prekursora np. octanu magnezu albo azotanu magnezu, wymieszanie wszystkich składników, a następnie uformowanie z tak otrzymanej mieszaniny kształtek poprzez prasowanie i spiekanie w temperaturze 1525°C lub 1600°C.

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 tlenkiem magnezu.

Na przykład, europejski opis patentowy EP 1153899, zastrzega ceramiczne tworzywo korundowe odporne balistycznie oraz kształtki wykonane z niego, zawierające 90–97,5% części masowych tlenku glinu, 0,5–1,0% części masowych tlenku magnezu, 4,5–7,7% części masowych dwutlenku tlenku cyrkonu, 0,05–1,0% części masowych dwutlenku krzemu oraz 0,007–0,13% części masowych dwutlenku hafnu.

Znane są również sposoby wytwarzania odpornych balistycznie elementów konstrukcyjnych wykonanych z takich tworzyw. W europejskim opisie patentowym EP 1153899, w przykładzie realizacji wynalazku przedstawiono sposób wytwarzania odpornych balistycznie 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 kształtki w postaci cylindra zakończonego obustronnie kopułami. Po prasowaniu, kształtki przenoszono do pieca, gdzie były poddane spiekaniu w temperaturze 1700°C przez 72 godziny, po czym były schładzane do temperatury pokojowej.

Istota pierwszej odmiany sposobu według wynalazku polega na tym, że do 88,0–98,0% części masowych osnowy korundowej, korzystnie do jej 94,3–98,0% 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 zawieszynie wodnej od ponad 0,5% części masowych do 1,0% części masowych tlenku magnezu, korzystnie od ponad 0,5% części masowych do 0,7% części masowych oraz od ponad 4,0% części masowych dwutlenku cyrkonu do 11,0% części masowych jednoskośnego dwutlenku cyrkonu, korzystnie od ponad 4,0% części masowych do 5,0% 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 ujednorodnioną 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 1600–1650°C przez co najmniej 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej, korzystnie z szybkością z zakresu 1–2°C na minutę.

Istota drugiej odmiany sposobu według wynalazku polega na tym, że do 88,0–98,0% części masowych osnowy korundowej, korzystnie do jej 94,3–98,0% 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 od ponad 0,5% części masowych do 1,0% części masowych tlenku magnezu, korzystnie od ponad 0,5% części masowych do 0,7% części masowych oraz od ponad 4,0% części masowych do 11,0% części masowych jednoskośnego dwutlenku cyrkonu, korzystnie od ponad 4,0% części masowych do 5,0% 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 ujednorodnioną 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 1000–1100°C przez 2 godziny, studzi z bezwładnością termiczną pieca, po czym ponownie spieka w temperaturze z zakresu 1600–1650°C przez co najmniej 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej, korzystnie z szybkością z zakresu 1–2°C na minutę.

Istota trzeciej odmiany sposobu według wynalazku polega na tym, że do 94,0–98% 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 od ponad 0,5% części masowych do 1,0% części masowych tlenku magnezu, korzystnie od ponad 0,5% części masowych do 0,7% części masowych oraz od ponad 4,0% części masowych do 5,0% części masowych krzemianu cyrkonu – prekursora dwutlenku krzemu, 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 ujednorodnioną 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 1600–1650°C przez co najmniej 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej, korzystnie z szybkością z zakresu 1–2°C na minutę.

Ceramiczne, korundowe kształtki otrzymane za pomocą ww. trzech sposobów 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 tworzyw i warunków ich otrzymywania, jak wysoka gęstość rzędu  $3,86\text{--}3,91 \text{ g/cm}^3$ , niska porowatość rzędu 1–3 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 ramach sposobów według wynalazku w osnowie korundowej odpowiedniego udziału tlenku glinu o odmianie krystalicznej typu alfa oraz precyzyjnie dobranie zakresów dozowania do osnowy korundowej tlenku magnezu i dwutlenku cyrkonu albo tlenku magnezu i prekursora dwutlenku cyrkonu w postaci krzemianu cyrkonu, przy zastosowaniu warunków procesów otrzymywania kształtek z ww. tworzyw, m.in. dzięki zastosowaniu stosunkowo niskich temperatur spiekania, wyraźnie niższych niż dosyć powszechnie stosowana temperatura spiekania wynosząca 1700°C, w tym zastosowanie opcjonalnie dwuetapowego procesu spiekania oraz 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.

ne. Ponadto, zastosowanie stosunkowo niskich temperatur spiekania w ramach sposobów według wynalazku przynosi korzystne efekty ekonomiczne, obniżając znacząco koszty wytwarzania ceramicznych kształtek korundowych.

Poniżej przedstawiono trzy przykłady realizacji wynalazku, odpowiadające kolejno trzem ww. odmianom sposobu według wynalazku, dotyczące wytwarzania ceramicznych kształtek korundowych.

P r z y k ł a d 1. Sposób wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego do budowy osłon balistycznych, obejmujący dodanie do osnowy korundowej tlenku magnezu i dwutlenku cyrkonu oraz jednoetapowe spiekanie kształtek

Do 94,9% części masowych osnowy korundowej zawierającej 99,7% części masowych tlenku glinu, którego odmiana krystaliczna alfa stanowi 90,0% masy tlenku glinu dodaje się w zawiesinie wodnej 0,6% części masowych tlenku magnezu i 4,5% części masowych dwutlenku cyrkonu, gdzie woda stanowi 60% łącznej masy wszystkich ww. składników, po czym dodaje się 0,3% masowych upłynniacza – dispexu, 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 1,5% części masowych plastyfikatora organicznego wraz z substancją poślizgową, wszystkie składniki miesza się, a następnie ujednorodnioną mieszaninę suszy w suszarni rozpyłowej w warunkach standardowych do uzyskania postaci granulatu o gęstości nasypowej wynoszącej  $1,20 \pm 0,5 \text{ g/cm}^3$  z którego formuje się techniką prasowania osiowego kształtki w postaci bryły utworzonej przez graniastosłup prawidłowy o podstawie sześciokąta foremnego i kopułę, posiadających wspólną podstawę, przy czym wysokość kopuły jest trzykrotnie mniejsza od wysokości graniastosłupa, zaś powierzchnia ściany bocznej graniastosłupa wynosi  $172,5 \text{ mm}^2$ . Następnie, kształtki te spieka się w komorze pieca gazowego w temperaturze z zakresu  $1620\text{--}1650^\circ\text{C}$  przez 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej z szybkością  $1,5^\circ\text{C}$  na minutę.

W wyniku realizacji niniejszego sposobu otrzymuje się kształtki z tworzywa korundowego, zawierające 93,4% części masowych tlenku glinu, 4,5% części masowych dwutlenku cyrkonu oraz 2,1% części masowych spinelu glinowo-magnezowego powstającego w warunkach spiekania w wyniku reakcji wtórnej tlenku magnezu i części tlenku glinu.

Otrzymane kształtki mają gęstość  $3,89 \text{ g/cm}^3$ , porowatość otwartą wynoszącą 0,03% masy tworzywa, twardość według Vickersa wynoszącą 14,2 GPa, wytrzymałość na zginanie 268 MPa, wytrzymałość na ściskanie 2230 MPa oraz dynamiczny moduł Younga 348 GPa.

P r z y k ł a d 2. Sposób wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego do budowy osłon balistycznych, obejmujący dodanie do osnowy korundowej tlenku magnezu i dwutlenku cyrkonu oraz dwuetapowe spiekanie kształtek

Do 94,9% części masowych osnowy korundowej zawierającej 99,7% części masowych tlenku glinu, którego odmiana krystaliczna alfa stanowi 90,0% masy tlenku glinu dodaje się w zawiesinie wodnej 0,6% części masowych tlenku magnezu i 4,5% części masowych dwutlenku cyrkonu, gdzie woda stanowi 60% łącznej masy wszystkich ww. składników, po czym dodaje się 0,3% masowych upłynniacza – dispexu, 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 1,5% części masowych plastyfikatora organicznego wraz z substancją poślizgową, wszystkie składniki miesza się, a następnie ujednorodnioną mieszaninę suszy w suszarni rozpyłowej w warunkach standardowych do uzyskania postaci granulatu o gęstości nasypowej wynoszącej  $1,20 \pm 0,5 \text{ g/cm}^3$ , z którego formuje się techniką prasowania osiowego kształtki w postaci bryły utworzonej przez graniastosłup prawidłowy o podstawie sześciokąta foremnego i kopułę, posiadających wspólną podstawę, przy czym wysokość kopuły jest trzykrotnie mniejsza od wysokości graniastosłupa, zaś powierzchnia ściany bocznej graniastosłupa wynosi  $172,5 \text{ mm}^2$ . Następnie, kształtki te spieka się w komorze pieca gazowego o temperaturze z zakresu  $1050\text{--}1100^\circ\text{C}$  przez 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej z bezwładnością termiczną pieca, po czym ponownie spieka w temperaturze  $1620\text{--}1650^\circ\text{C}$  i ochładza do temperatury pokojowej z szybkością  $1,5^\circ\text{C}$  na minutę.

W wyniku realizacji niniejszego sposobu otrzymuje się kształtki z tworzywa korundowego, zawierające 94,9% części masowych tlenku glinu, 4,5% części masowych dwutlenku cyrkonu oraz 2,1% części masowych spinelu glinowo-magnezowego powstającego w warunkach spiekania w wyniku reakcji wtórnej tlenku magnezu i części tlenku glinu.

Otrzymane kształtki mają gęstość  $3,91 \text{ g/cm}^3$ , porowatość otwartą wynoszącą 0,01% masy tworzywa, twardość według Vickersa wynoszącą 14,8 GPa, wytrzymałość na zginanie 330 MPa, wytrzymałość na ściskanie 2260 MPa oraz dynamiczny moduł Younga 380 GPa.

Dwuetałowe spiekanie tworzywa korundowego ma dodatni wpływ na jakość jego mikrostruktury, co wyraża się wzrostem wartości gęstości właściwej i dynamicznego modułu Younga.

P r z y k ł a d 3. Sposób wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego do budowy osłon balistycznych, obejmujący dodanie do osnowy korundowej tlenku magnezu i prekursora dwutlenku cyrkonu oraz jednoetałowe spiekanie kształtek

Do 94,9% części masowych osnowy korundowej zawierającej 99,7% części masowych tlenku glinu, którego odmiana krystaliczna alfa stanowi 90,0% masy tlenku glinu dodaje się w zawiesinie wodnej 0,6% części masowych tlenku magnezu i 4,5% części masowych krzemianu cyrkonu – prekursora dwutlenku cyrkonu, gdzie woda stanowi 60% łącznej masy wszystkich ww. składników, po czym dodaje się 0,3% masowych upłynniacza- dispexu, miesza się wszystkie składniki i miele w młynie wibracyjnym do uzyskania uziarnienia zawiesiny, w której połowa populacji ziaren ma średnicę wynoszącą  $1,5\pm 0,3 \mu\text{m}$ , dodaje się 1,5% części masowych plastyfikatora organicznego wraz z substancją poślizgową, wszystkie składniki miesza się, a następnie ujednorodnioną mieszaninę suszy się w suszarni rozpyłowej w warunkach standardowych do uzyskania postaci granulatu o gęstości nasypowej wynoszącej  $1,20\pm 0,5 \text{ g/cm}^3$ , z którego formuje się techniką prasowania osiowego kształtki w postaci bryły utworzonej przez graniastosłup prawidłowy o podstawie sześciokąta foremego i płasko ściętą przy wierzchołku kopułę, posiadających wspólną podstawę, przy czym wysokość kopuły jest trzykrotnie mniejsza od wysokości graniastosłupa, zaś powierzchnia ściany bocznej graniastosłupa wynosi  $184,0 \text{ mm}^2$ . Następnie, kształtki te spieka się w komorze pieca gazowego o temperaturze z zakresu  $1620\text{--}1650^\circ\text{C}$  przez 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej, korzystnie z szybkością  $2^\circ\text{C}$  na minutę.

W wyniku realizacji niniejszego sposobu otrzymuje się kształtki z tworzywa korundowego, zawierające 91,2% części masowych tlenku glinu, 0,6% masowych tlenku magnezu, 3,0% części masowych dwutlenku cyrkonu oraz 5,2% części masowych mulitu powstałego w wyniku reakcji wtórnej tlenku glinu z dwutlenkiem krzemu – jednego z produktów reakcji termicznego rozkładu krzemianu cyrkonu, zachodzącej podczas spiekania tworzywa korundowego.

Otrzymane kształtki z tworzywa korundowego mają gęstość  $3,87 \text{ g/cm}^3$ , porowatość otwartą wynoszącą 0,01% masy tworzywa, twardość według Vickersa 13,9 GPa, wytrzymałość na zginanie 277 MPa, wytrzymałość na ściskanie 2160 MPa oraz dynamiczny moduł Younga wynoszący 332 GPa. Uzyskana mniejsza gęstość tych kształtek w porównaniu z gęstością kształtek, otrzymanych w poprzednich przykładach realizacji wynalazku jest bardzo korzystna przy budowie osłon balistycznych, ponieważ zmniejsza masę osłon przy zachowaniu ich dobrych (zadowalających) parametrów wytrzymałościowych, zwłaszcza na udar balistyczny (zagrożenia balistyczne).

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego do budowy osłon balistycznych, polegający na dodaniu do osnowy korundowej tlenku magnezu i dwutlenku cyrkonu modyfikujących skład tworzywa i aktywujących jego spiekanie, a następnie wymieszaniu i zmieleniu wszystkich składników tworzywa w zawiesinie wodnej, dodaniu organicznego plastyfikatora i substancji poślizgowej, wysuszeniu niniejszej mieszaniny, uzyskania granulatu, uformowanie z niego kształtek i poddaniu ich spiekaniu, **znamienny tym** że do 88,0–98,0% części masowych osnowy korundowej, korzystnie do jej 94,3–98,0% 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 od ponad 0,5% części masowych do 1,0% części masowych tlenku magnezu, korzystnie od ponad 0,5% części masowych do 0,7% części masowych oraz od ponad 4,0% części masowych dwutlenku cyrkonu do 11,0% części masowych jednoskośnego dwutlenku cyrkonu, korzystnie od ponad 4,0% części masowych do 5,0% 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 ujednorodnioną mieszaninę suszy się, korzystnie w su-

szarni 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 1600–1650°C przez co najmniej 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej, korzystnie z szybkością z zakresu 1–2°C na minutę.

2. Sposób wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego do budowy osłon balistycznych, polegający na dodaniu do osnowy korundowej tlenku magnezu i dwutlenku cyrkonu modyfikujących skład tworzywa i aktywujących jego spiekanie, a następnie wymieszaniu i zmieleniu wszystkich składników tworzywa w zawieszynie wodnej, dodaniu organicznego plastyfikatora i substancji poślizgowej, wysuszeniu niniejszej mieszaniny, w celu uzyskania granulatu, uformowanie z niego kształtek i poddaniu ich spiekaniu, **znamienny tym**, że do 88,0–98,0% części masowych osnowy korundowej, korzystnie do jej 94,3–98,0% części masowych, zawierającej 98,0–99,7% części masowych tlenku glinu, korzystnie 99,–99,7% części masowych tlenku glinu, którego odmiana krystaliczna alfa stanowi co najmniej 90,0% masy tlenku glinu dodaje się w zawieszynie wodnej od ponad 0,5% części masowych do 1,0% części masowych tlenku magnezu, korzystnie od ponad 0,5% części masowych do 0,7% części masowych oraz od ponad 4,0% części masowych do 11,0% części masowych jednoskośnego dwutlenku cyrkonu, korzystnie od ponad 4,0% części masowych do 5,0% 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 ujednorodnioną 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 1000–1100°C przez 2 godziny, studzi z bezwładnością termiczną pieca, po czym ponownie spieka w temperaturze z zakresu 1600–1650°C przez co najmniej 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej, korzystnie z szybkością z zakresu 1–2°C na minutę.
3. Sposób wytwarzania kształtek z ceramicznego tworzywa korundowego do budowy osłon balistycznych, polegający na dodaniu do osnowy korundowej tlenku magnezu i prekursora dwutlenku cyrkonu modyfikujących skład tworzywa i aktywujących jego spiekanie, a następnie wymieszaniu i zmieleniu wszystkich składników tworzywa w zawieszynie wodnej, dodaniu organicznego plastyfikatora i substancji poślizgowej, wysuszeniu niniejszej mieszaniny, uzyskania granulatu, uformowanie: z niego kształtek i poddaniu ich spiekaniu, **znamienny tym**, że do 94,0–98% 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 zawieszynie wodnej od ponad 0,5% części masowych do 1,0% części masowych tlenku magnezu, korzystnie od ponad 0,5% części masowych do 0,7% części masowych oraz od ponad 4,0% części masowych do 5,0% części masowych krzemianu cyrkonu – prekursora dwutlenku krzemu, 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 ujednorodnioną 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 1600–1650°C przez co najmniej 2 godziny i ochładza do temperatury pokojowej, korzystnie z szybkością z zakresu 1–2°C na minutę.