

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **209600**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **380829**

(22) Data zgłoszenia: **13.10.2006**

(51) Int.Cl.

**C04B 28/04 (2006.01)**

**C04B 28/08 (2006.01)**

**C04B 18/14 (2006.01)**

**C04B 14/06 (2006.01)**

(54)

**Wysokowytrzymałościowy kompozyt cementowy**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**14.04.2008 BUP 08/08**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**30.09.2011 WUP 09/11**

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JAN MAŁOLEPSZY, Kraków, PL  
JAN DEJA, Kraków, PL  
ARTUR ŁAGOSZ, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Barbara Kopta**

**PL 209600 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wysokowytrzymałościowy kompozyt cementowy, znajdujący zastosowanie w budownictwie do wytwarzania konstrukcyjnych i nie konstrukcyjnych elementów prefabrykowanych, jak również do zastosowań specjalnych tam, gdzie właściwości gotowego wyrobu są uzależnione od jego cech wytrzymałościowych.

Badania w zakresie materiałów budowlanych koncentrują się na poszukiwaniu rozwiązań pozwalających na uzyskanie tworzywa o wysokiej trwałości i wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie.

Obecnie, najwyższe wytrzymałości wśród materiałów budowlanych uzyskuje się dla materiałów wytwarzanych przy użyciu cementów powszechnego użytku, tj. dla zapraw i betonów. Betony takie, noszące nazwę wysoko wartościowych otrzymuje się z cementów wysokich klas, pyłu krzemionkowego oraz superplastyfikatorów. Osiągają one podwyższoną trwałość oraz wytrzymałość na ściskanie około 100 MPa.

Udaje się również uzyskiwać kompozyty cementowe o wytrzymałości na ściskanie 150 - 300 MPa charakteryzujące się bardzo wysoką trwałością. Kompozyty te noszą nazwę „betonów z reaktywnym proszkiem”, a technologia ich wytwarzania polega na wyeliminowaniu z betonu kruszywa grubego i zastąpienie go rozdrobnionym piaskiem. Reaktywnym proszkiem są w tym wypadku dodatki mineralne o charakterze pucolanowym takie jak pył krzemionkowy i metakaolinit.

Ze zgłoszenia patentowego P - 340645 znany jest beton wytworzony poprzez zmieszanie z wodą, w specyficznych warunkach oraz proporcjach: a) cementu, b) produktów ziarnistych, c) produktów pochodzących z reakcji pucolanowej, d) składników zdolnych podnieść odporność matrycy na obciążenia dynamiczne, e) włókien metalu oraz f) przynajmniej jednego środka dyspergującego, przy czym składniki b, c, d, e mają określone rozmiary. Wymieniony beton charakteryzuje się własnościami lepszymi w porównaniu do własności dotychczas stosowanych betonów zawierających włókna metalu.

Ze zgłoszenia P- 344220 znany jest beton, zawierający m.in. umieszczone w mieszance cementowej włókna organiczne. Przez połączenie mieszanki cementowej o określonych charakterystykach oraz włókien organicznych także o określonych charakterystykach, w szczególności dotyczących wielkości cząstek, długości i średnicy włókien, przez wprowadzenie oddziaływania synergicznego pomiędzy mieszanką a włóknami organicznymi, parametry betonu zostają poprawione zarówno w odniesieniu do występowania małych pęknięć, jak i powiększania się dużych pęknięć.

Ze zgłoszenia P 357442 znana jest kompozycja betonowa ultrawysokowartościowa. Wynalazek ten dotyczy zastosowania włókien organicznych o temperaturze topnienia niższej niż 300°C, średniej długości większej niż 1 mm oraz średnicy  $\varphi$  nie większej niż 200  $\mu\text{m}$  w betonie ultrawysokowartościowym, w celu zwiększenia odporności ogniowej betonu, przy czym ilość włókien organicznych jest taka, iż ich objętość leży w zakresie od 0,1 do 3% objętości betonu po utwardzeniu, a beton odznacza się wytrzymałością na ściskanie po 28 dniach o wartości przynajmniej 120 MPa, wytrzymałością na zginanie przynajmniej 20 MPa oraz wartością rozplywu w stanie nie stwardniałym przynajmniej 150 mm, przy czym wartości te odnoszą się do betonu przechowywanego w temperaturze 20°C, zaś beton ten składa się w szczególności ze stwardniałej matrycy cementowej, w której rozproszone są włókna metalowe.

Kompozycje cementowe stosowane do wytwarzania betonu i wyroby betonowe otrzymywane z tych kompozycji znane są z polskiego zgłoszenia patentowego P- 332772. Kompozycje te zawierają cement i cząstki szklane, które w zasadniczej większości znajdują się w dużym rozdrobnieniu. Szkło w postaci bardzo drobnych cząstek jest stosowane jako kruszywo do produkcji wyrobów betonowych. Szkło charakteryzuje się dużą ilością cząstek mniejszych niż 150 mikronów. Szkło jest korzystnie łączone z żużlem, korzystniej są one wstępnie stopione razem, a następnie rozdrobnione do cząstek o żądanej wielkości. Wyroby otrzymywane z w/w kompozycji mogą mieć różne korzystne właściwości, takie jak nieprzepuszczalność dla wody i kwasu, odporność na rozkład w reakcji zasady z krzemionką i dużą wytrzymałość natychmiast po związaniu.

Znane są także, opracowane w Instytucie Mineralnych Materiałów Budowlanych w Opolu, Oddział w Krakowie, mieszanki cementowe o nazwie MPZ, charakteryzujące się bardzo wysokimi wytrzymałościami początkowymi: po 1 dniu twardnienia - 30 MPa, a po 28 dniach powyżej 80 MPa. Skład tych mieszanek oparty jest głównie o klinkier portlandzki, zmielony do powierzchni właściwej co najmniej 450 m<sup>2</sup>/kg wg Blaine'a, zawierający ponad 90% krzemianów wapniowych, oraz pył krzemionkowy, bezgipsowy regulator czasu wiązania (lignosulfonian wapniowo-sodowy) i aktywator procesu hydratacji.

Istotę wynalazku stanowi wysokowytrzymałościowy kompozyt cementowy składający się z:

- cementu CEM I w ilości 10-45% masy oraz mielonego granulowanego żużla wielkopieczowego w ilości 5-50% masy lub zamiennie cementu CEM II B-S w ilości 30-50% masy,
- pyłu krzemionkowego w ilości do 10% masy,
- wypełniacza mineralnego o uziarnieniu od 0 do 2 mm, korzystnie w postaci piasku kwarcowego w ilości 35-50% masy,
- mielonego piasku kwarcowego zawierającego 70% frakcji ziarnowej od 0 do 0,25 mm w ilości 5-10%,
- klinkieru portlandzkiego o ziarnach wielkości 0,5-2,0 mm uzyskanego przez rozdrobnienie lub zamiennie granulowanego żużla wielkopieczowego o takim samym uziarnieniu w ilości 5-10%.

Dodatkowo kompozyt cementowy według wynalazku może zawierać włókna węglowe i/lub bazaltowe i/lub organiczne (np. polipropylenowe) i/lub stalowe w ilości do 5% objętości stwardniałego kompozytu, przy czym ich wytrzymałość na rozciąganie powinna wynosić > 1000 MPa.

Do składu kompozytu dodawano superplastyfikator korzystnie na bazie polikarboksylanów w ilości 0,3 do 1,0%, który daje gwarancję bardzo dobrych właściwości reologicznych mieszanki, przy założonym współczynniku wodnospoiwowym (stosunek masy wody do sumy mas cement+zmielony granulowany żużel wielkopieczowy+pył krzemionkowy) poniżej lub równo 0,25.

Granulowany żużel wielkopieczowy jest rozdrabniany do dwóch frakcji ziarnowych  
 frakcja < 20  $\mu\text{m}$  (powierzchnia właściwa wg metody Blaine'a co najmniej 450  $\text{m}^2/\text{kg}$ )  
 frakcja < 2 mm

Mielony żużel może być dodany do mieszanki kompozytowej osobno, wówczas stosuje się cement CEM I lub też może być zawarty w cemencie CEM II/B-S.

CEM II/B-S zawiera w swoim składzie od 21 do 35% granulowanego żużla wielkopieczowego. Spoivo o praktycznie tych samych właściwościach można uzyskać na drodze zmieszania, już na etapie produkcji cementu CEM I (zawierającego klinkier, gips ewentualnie kamień wapienny lub popiół lotny) oraz mielonego granulowanego żużla wielkopieczowego, zachowując proporcje pomiędzy tymi składnikami wynikające z normowej klasyfikacji rodzaju cementu - czyli jak dla cementu CEM II/B-S.

Dodanie drobnych frakcji nie mielonego klinkieru i żużla ( $d < 2 \text{ mm}$ ) daje gwarancję dalszego wzrostu wytrzymałości kompozytu w czasie jego twardnienia w okresach dłuższych niż 28 dni, a ponadto przyspiesza wzrost wytrzymałości w pierwszych dniach dojrzewania. Prowadzi to do zwiększenia jego trwałości, gdyż powoduje samouszczelnienie mikrostruktury, likwidując mikrospeknięcia w wyniku dalszej hydratacji ziaren klinkieru i żużla.

#### P r z y k ł a d 1

Skład kompozytu wg wynalazku w procentach wagowych:

cement CEM I 52,5R	- 40%
piasek kwarcowy (o uziarnieniu 0-2 mm)	- 45%
piasek kwarcowy mielony (minimum 70% frakcji ziarnowych <0,25 mm)	- 5%
granulowany żużel (o wielkości ziaren < 2 mm)	- 5%
pył krzemionkowy	- 5%

#### P r z y k ł a d 2

Skład kompozytu wg wynalazku w procentach masy

cement CEM II/B-S 52,5R	- 35%
piasek kwarcowy o uziarnieniu 0 - 2 mm	- 40%
piasek kwarcowy mielony o zawartości minimum 70% frakcji ziarnowych <0,25 mm)	-10%
klinkier portlandzki o wielkości ziaren < 2 mm	- 5%
pył krzemionkowy	-10%

#### P r z y k ł a d 3

Skład kompozytu wg wynalazku w procentach masy

cement CEM II/B-S 52,5R	- 35%
piasek kwarcowy o uziarnieniu 0 - 2 mm	- 40%
piasek kwarcowy mielony o zawartości minimum 70% frakcji ziarnowych < 0,25 mm)	-10%
klinkier portlandzki o wielkości ziaren < 2 mm	- 5%
pył krzemionkowy	-10%

**Przykład 4**

Skład kompozytu wg wynalazku w procentach masy

cement CEM II/B-S 52,5R	- 35%
piasek kwarcowy o uziarnieniu 0-2 mm	- 40%
piasek kwarcowy mielony zawierający minimum 70% frakcji ziarnowych <0,25%	-10%
klinkier portlandzki o wielkości ziaren < 2 mm	- 5%
pył krzemionkowy	-10%

włókna węglowe (i = 6 mm, d = 15 μm w ilości 2% objętości stwardniałego kompozytu).

Składy kompozytów podane w przykładach 2 i 3, do których zastosowano cement CEM II/B-S pozwalają na otrzymanie tworzywa o bardzo wysokiej odporności na korozję chemiczną. Wynika to ze znacznej zawartości mielonego żużla w tym cemencie (30%), co powoduje, że w produktach hydratacji maleje zawartość nieodpornego wodorotlenku wapnia oraz uwodnionych glinianów wapnia, a mikrostruktura stwardniałego kompozytu zawiera mniej porów kapilarnych. Ponadto, przy zastosowaniu cementu CEM II/B-S zużywa się mniej energii cieplnej oraz węglanu wapnia, koniecznych do produkcji klinkieru portlandzkiego, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia ilości wydzielanego CO<sub>2</sub>, a otrzymany w ten sposób kompozyt cementowy jest bardziej przyjazny dla środowiska.

Do każdego składu kompozytowego dodawano superplastyfikator dający gwarancję bardzo dobrych właściwości reologicznych mieszanki, a współczynnik wodno-spoiwowy wynosił 0,25 (spoiwem należy rozumieć sumę mas takich składników jak CEM I 52,5 R, CEM II/B-S 52,5 R, mielony granulowany żużel wielkopiecowy, pył krzemionkowy).

Właściwości wytrzymałościowe kompozytów podanych w przykładach 1, 2, 3, 4 na próbkach wielkości 25 x 25 x 100 mm.

Skład kompozytu	Wytrzymałość na ściskanie i zginanie [Rc] [MPa] po					
	1d	2d	7d	28d	90d	180d
Przykład 1	60,5/8,6	69,5/10,5	92,5/14,1	117,5/16,7	128,0/17,4	132,0/17,6
Przykład 2	49,5/8,7	70,5/12,4	87,0/14,7	124,5/19,6	138,0/21,2	145,0/21,7
Przykład 3	54,0/9,6	76,0/13,1	95,0/14,8	154,0/19,2	162,5/20,8	169,0/22,1
Przykład 4	53,0/9,7	74,0/13,9	98,0/15,9	159,0/22,7	168,0/23,9	171,5/25,4

**Zastrzeżenia patentowe**

1. Wysokowytrzymałościowy kompozyt cementowy, zawierający cement, piasek, pył krzemionkowy, **znamienny tym**, że składa się z:

- cementu CEM I w ilości 10-45% masy oraz mielonego granulowanego żużla wielkopiecowego w ilości 5-50% masy, lub zamiennie cementu CEM II B-S w ilości 30-50% masy,
- pyłu krzemionkowego w ilości do 10% masy,
- wypełniacza mineralnego o uziarnieniu od 0 do 2 mm, korzystnie w postaci piasku kwarcowego w ilości 35-50% masy,
- mielonego piasku kwarcowego zawierającego 70% frakcji ziarnowej od 0 do 0,25 mm w ilości 5-10%,
- klinkieru portlandzkiego o ziarnach wielkości 0,5-2,0 mm uzyskanego przez rozdrobnienie lub zamiennie granulowanego żużla wielkopiecowego o takim samym uziarnieniu w ilości 5-10%
- oraz superplastyfikatora korzystnie na bazie polikarboksylianów w ilości 0,3 do 1,0%,

2. Wysokowytrzymałościowy kompozyt cementowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ewentualnie zawiera włókna węglowe i/lub bazaltowe i/lub organiczne i/lub stalowe w ilości do 5% objętości stwardniałego kompozytu.