

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240630**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **403878**

(22) Data zgłoszenia: **14.05.2013**

(51) Int.Cl.

C04B 28/22 (2006.01)

C04B 28/26 (2006.01)

C04B 111/20 (2006.01)

C04B 14/04 (2006.01)

C04B 14/06 (2006.01)

C04B 14/22 (2006.01)

C04B 18/08 (2006.01)

(54)

Dodatek do betonu z funkcją naprawczą

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

12.05.2014 BUP 10/14

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

09.05.2022 WUP 19/22

(73) Uprawniony z patentu:

**KURPIŃSKI KONRAD SYSCONTEC,
Gdańsk, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MARZENA KURPIŃSKA, Gdańsk, PL
KONRAD KURPIŃSKI, Gdańsk, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Jacek Czabajski

PL 240630 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest dodatek do betonu z funkcją naprawczą, w postaci mieszaniny przeznaczonej do zastosowania na etapie przygotowania mieszanki betonowej, zawierający składnik organiczny. Dodatek znajduje zastosowanie zwłaszcza w procesie wytwarzania prefabrykatów betonowych do zastosowań w budownictwie mieszkalnym i przemysłowym, ale także jako preparat naprawczy do napraw uszkodzeń elementów betonowych.

Mieszanka betonowa stanowi podstawowe tworzywo używane w budownictwie, uzyskiwane poprzez zmieszanie cementu stanowiącego spoiwo, z kruszywem i wodą. W szeregu rozwiązaniach do mieszanki betonowej dodawane są dodatki w przykładowych ilościach do 20% w stosunku do masy spoiwa, oraz domieszki w przykładowych ilościach do 5% masy cementu stanowiącego spoiwo. W zależności od przeznaczenia, poszczególne składniki betonu mają różną charakterystykę i różną zawartość w mieszance betonowej.

Przykładowo rozróżnia się beton ciężki o ciężarze powyżej 2600 kg/m^3 do zastosowań specjalnych na przykład jako osłona przed promieniowaniem jonizującym, beton zwykły o ciężarze powyżej 2000 kg/m^3 do wytwarzania konstrukcji żelbetowych oraz elementów betonowych drobnowymiarowych oraz beton lekki o ciężarze do 2000 kg/m^3 do wytwarzania elementów przenoszących mniejsze obciążenia. Wreszcie rozróżnia się betony z uwagi na technologię jego wytwarzania, na przykład beton prefabrykowany lub beton monolityczny. Właściwości betonów są funkcją zastosowanych do mieszanek dodatków oraz technologii wytwarzania betonu. Beton jest materiałem o znacznej wytrzymałości na ściskanie, jednak o niskiej wytrzymałości na rozciąganie. Stąd dla poprawy tego parametru wyposaża się beton w zbrojenie i taki materiał znany jest pod określeniem żelbet.

Istotnym parametrem betonu jest jego trwałość określana często jako parametr wodoszczelności, nasiąkliwości lub odporności na działanie na zamrażanie i rozmrażanie oraz na działanie na przemian niskich i wysokich temperatur. Ma to szczególne znaczenie w budowlach przemysłowych, w tym w konstrukcjach hydrotechnicznych. Istotna jest tu więc jak najniższa przepuszczalność wody. Proces ten może się pogłębiać w przypadku zaistnienia samoistnych lub wywołanych czynnikami zewnętrznymi uszkodzeń mikrostruktury i makrostruktury wewnętrznej betonu oraz jego warstwy zewnętrznej. Wodoszczelność betonu uzyskuje się zwykle przez zastosowanie odpowiednich dodatków oraz wymaganej technologii wytwarzania i twardnienia betonu. Jednakże problemem pozostaje naprawa większych lub mniejszych uszkodzeń tworzywa betonowego, niewidocznych w wielu przypadkach w początkowej fazie powstawania uszkodzenia. Stąd rozpoczęte prace nad takim składem dodatków do mieszanki betonowej, który zapewnić mógłby samo naprawialność gotowego betonu. Stwierdzono, że tego rodzaju funkcję mogą zapewnić dodatki o charakterze organicznym.

W rozwiązaniu znanym z opisu patentowego polskiego nr PL 202841 przedstawiono zastosowanie włókien organicznych jako dodatku do betonu ultra wysokowartościowego. W tym znanym rozwiązaniu przewidziano zastosowanie włókien organicznych o temperaturze topnienia niższej niż 300°C . Beton według tego rozwiązania składa się ze stwardniałej matrycy cementowej w której rozproszone są włókna metalowe.

W innym rozwiązaniu znanym z opisu zgłoszenia patentowego polskiego nr P 376766 przedstawiono dodatek stanowiący kompozycję zawierającą żywe kultury bakterii, zawierającą między innymi bakterie *Bacillus denitrificans* oraz *Bacillus subtilis*. Dodatek pozwala znacznie skrócić okres mineralizacji odpadów.

W kolejnym rozwiązaniu znanym z opisu patentowego USA nr US 8,182,604 przedstawiono sposób wytwarzania cementu o wysokiej wytrzymałości obejmujący zmieszanie substratu ze skuteczną ilością drobnoustrojów wytwarzających ureazę. To rozwiązanie może znajdować zastosowanie dla wytwarzania cementu do zastosowań w budownictwie, w górnictwie i w hydrotechnice, dla ograniczenia zjawisk erozyjnych, a także w ochronie środowiska i dla zastosowań specjalnych.

Rozwiązanie według tego wynalazku pozwala uzyskać cement o wysokiej wytrzymałości poprzez ograniczenie stosunkowo wysokiego poziomu kalcytu w materiale wyjściowym.

Sposób polega na połączeniu substratu, ze skuteczną ilością drobnoustrojów wytwarzających ureazę czyli enzym hydrolizujący mocznik na tlenek węgla i amoniak, z mocznikiem oraz z jonami wapnia i z kalcytem. Sposób według tego wynalazku polega na wielokrotnym zastosowaniu wymienionych reagentów. Sposób według tego wynalazku może być stosowany w celu zachowania, przywrócenia lub wzmocnienia odporności zaprawy betonowej, na przykład w obiektach zabytkowych. Tak więc to znane rozwiązanie polega na zmieszaniu materiału wyjściowego z produkującymi ureazę drobnoustrojami,

mocznikiem, oraz jonami wapnia i kalcytu. Jony wapnia według tego znanego rozwiązania dodaje się do mieszaniny cementowej w postaci azotanu wapnia i/lub chlorku wapnia. Mikroorganizmem wytwarzającym ureazę według tego znanego rozwiązania jest bakteria z rodziny *Bacillaceae*, z rodzaju *Bacillus* *Sporosacina*, *Sporolactobacillus*, *Clostridium* i *Desulfotomaculum*. Natomiast materiał wyjściowy według tego znanego rozwiązania zawiera gips, piaskowiec, ziemię, glinę, osady, trociny, karton, płytę wiórową, zaprawę lub miękkie drewno.

Kolejne znane rozwiązanie przedstawiono w opisie patentowym USA nr US 6,989,266 opublikowanym także jako WO 02/48069. Według tego znanego rozwiązania, beton wytworzony jest przez zmieszanie pasty cementowej zawierającej bakterie *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, oraz *Bacillus sphaericus* w stosunku wagowym 0,1 do 50:0,1 do 50:0,1 do 50. Dalszym składnikiem betonu według tego znanego rozwiązania jest kruszywo, woda i następnie całość miesza się i utwardza. Kruszywo w tym znanym rozwiązaniu ma frakcję od 2,5 mm do 10 mm. Kruszywo w ilości od 1500 kg do 1950 kg jest mieszane z pastą cementową w ilości od 250 kg do 300 kg.

W dalszym rozwiązaniu, znanym z chińskiego opisu patentowego nr CN 102584073 przedstawione zostało rozwiązanie znanego dodatku samonaprawiającego materiały cementowe oraz sposób jego wykorzystania. Dodatek zawiera bakterie szczepów bakteryjnych *Bacillus halodurans* wyhodowanych znanym sposobem. Masa dodanego do cementu dodatku wynosi od 20% do 40%. Po utwardzaniu dodatku przez 24 godziny, dodatek jest nawilżany w łaźni wodnej w temperaturze 30°C. Po 5 dniach po zaaplikowaniu mieszaniny do pęknięcia w betonie, pojawiają się białe wykwyty, a po 40 dniach szczelina w betonie jest całkowicie wypełniona.

W kolejnym rozwiązaniu, znanym z opisu patentowego chińskiego nr CN 102493494 przedstawiono znany sposób uszczelniania szczelin pionowych struktur betonowych z użyciem preparatu zawierającego mikroorganizmy. Sposób ten obejmuje etapy przygotowania i oczyszczenia pęknięć, uszczelnienie pęknięć przygotowanie roztworu zawierającego bakterie i wspomagającego roztworu soli, wtłaczania wymienionej mieszaniny do szczeliny oraz zamknięcia szczeliny. Bakterie wywołują tworzenie się węglanu wapnia w postaci osadu skutecznie wypełniającego szczelinę w strukturze betonu.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie receptury dodatku do betonu, nadającego się także do zastosowania jako samodzielny materiał naprawczy, gdzie zawarte bakterie osiągną przedłużony czas przeżycia w uśpieniu. Zadanie to rozwiązano zgodnie z zastrzeżeniem 1 oraz dalszymi zastrzeżeniami patentowymi.

Według wynalazku dodatek do betonu z funkcją naprawczą, zawiera cement w ilości od 20% do 35%, składnik organiczny w postaci bakterii z rodzaju *Bacillus* w ilości od 0,1% do 1,0%, mocznik o koncentracji od 40% do 50% czystego składnika w ilości od 0,2% do 0,5%, sproszkowane szkło o granulacji od 0,1 mm do 0,3 mm w ilości od 20% do 55%, oraz o granulacji od 0,3 mm do 2 mm w ilości od 0,1% do 23%, oraz zawiera popiół lotny krzemionkowy i/lub popiół lotny wapienny w ilości od 0,01% do 11%. Udział wszystkich składników wyrażono w procentach objętościowych suchej masy.

Według wynalazku dodatek do betonu charakteryzuje się tym, że zawiera metakaolinit w ilości od 1,4% do 2,5% objętościowych suchej masy dodatku oraz zeolit w ilości od 0,6% do 1% objętościowych suchej masy dodatku.

Według wynalazku dodatek do betonu korzystnie zawiera bakterie *Bacillus* szczepu *Bacillus pasteurii*.

W rozwiązaniu według wynalazku, zeolit może stanowić glinokrzemian wapnia.

Dodatek może zawierać zamiast sproszkowanego szkła, piasek kwarcowy o granulacji od 0,1 mm do 0,3 mm w ilości od 20% do 55% objętościowych suchej masy.

Dodatek według wynalazku korzystnie może zawierać zamiast sproszkowanego szkła piasek kwarcowy o granulacji od 0,3 mm do 2 mm w ilości od 0,1% do 23% objętościowych suchej masy dodatku.

Dodatek według wynalazku ma postać suchej masy. Przed aplikacją korzystne jest dodanie wody do składu dodatku. Może to być zrealizowane także poprzez wprowadzenie dodatku do mieszanki betonowej zawierającej wodę.

W innej wersji dodatek według wynalazku może być wykorzystany jako samodzielna zaprawa do usuwania uszkodzeń istniejących obiektów budowlanych. W tym przypadku, do składu dodatku według wynalazku dodaje się wodę i całość miesza się do otrzymania zaprawy o jednolitej konsystencji.

W przypadku przygotowania z dodatku według wynalazku zaprawy uszczelniającej, woda użyta do rozprowadzenia dodatku według wynalazku powinna mieć temperaturę od 30°C do 60°C.

Według wynalazku zaproponowano dodatek do betonu z funkcją naprawczą. Jak stwierdzono w wyniku badań, beton wytworzony z dodatkiem według wynalazku, zawierający dodatek w postaci mieszanki metakaolinu, zeolitu oraz bakterii *Bacillus pasteurii* charakteryzuje się nieoczekiwanymi właściwościami. Stwierdzono, że kiedy dojdzie do uszkodzenia elementu betonowego zawierającego dodatek według wynalazku, bakterie *Bacillus pasteurii* w kontakcie z wodą o podwyższonej temperaturze uaktywniają się w otoczeniu szczeliny, wytwarzając tam mieszaninę kalcytu czyli węglanu wapnia wypełniając pęknięcie i łącząc uszkodzone elementy betonowe w całość. Ostateczna wytrzymałość wypełnionego miejsca jest taka sama jak otaczającego materiału. Dodatek według wynalazku okazał się bardzo dobrym rozwiązaniem w przypadku remontów lub napraw uszkodzonych istniejących struktur betonowych. Drobnoustroje *Bacillus pasteurii* zawarte jako składnik betonu zaczynają aktywować się tylko w kontakcie z wodą, przy czym germinację wywołuje specyficzne pH materiału przy jednoczesnym wytwarzaniu węglanu wapnia. Tak więc beton zawierający dodatek według wynalazku może sam naprawiać własne spękania. Ważnym składnikiem, niezbędnym do rozwoju i wzrostu bakterii jest woda. W czasie braku kontaktu z wodą, zarodniki bakterii pozostają uśpione. Do życia budzi je dopiero woda, która przesiąka przez drobne pory betonu lub w przypadku uszkodzenia struktury, przez powstałe pęknięcia. Jak to stwierdzono w wyniku badań, beton z dodatkiem według wynalazku, zawierającym poza drobnoustrojami *Bacillus pasteurii*, dodatek metakaolinu oraz zeolitu, może sam zasklepić mikrospeknięcia dzięki zawartym w nim bakteriom, wytwarzającym węglan wapnia. Przetrwalniki w obecności metakaolinu oraz zeolitu uzyskują wysoką odporność i charakteryzują się zwiększonym stopniem przeżycia w silnie zasadowym odczynie betonu i pozostają w uśpieniu aż do czasu pojawienia się wody. Stopień przeżycia bakterii jest kluczowym parametrem skuteczności działania bakterii *Bacillus pasteurii*.

Jak to stwierdzono doświadczalnie, w obecności wody bakterie zawarte w dodatku według wynalazku zaczynają wytwarzać węglan wapnia, zasklepiając szczeliny o szerokości nawet do 0,5 milimetra.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w poniższych przykładach wykonania, ilustrujących dodatek do mieszanki betonowej jako mieszaninę składników. Te same mieszaniny z domieszką wody stanowią zaprawę naprawczą do uszkodzonych elementów betonowych.

Przykład I

Według wynalazku, dodatek do mieszanki zawiera cement portlandzki w ilości od 20% objętościowych suchej masy całości dodatku, oraz mocznik o koncentracji 40% w ilości od 0,2% objętościowych suchej masy. Składnik organiczny stanowią bakterie szczepu *Bacillus pasteurii* w ilości 0,1% suchej masy. Dodatek zawiera jako kolejne składniki metakaolinit w ilości 1,4% objętościowych suchej masy oraz zeolit w ilości 0,6% objętościowych suchej masy. Zeolit stanowi glinokrzemian sodu. W innym przykładzie wykonania zeolit może stanowić glinokrzemian wapnia. Pod pojęciem suchej masy rozumie się w tym opisie patentowym całkowitą masę dodatku według wynalazku, przed dodaniem go do mieszanki betonowej.

Jako kolejny składnik przewidziano w tym przykładzie wykonania popiół lotny krzemionkowy w ilości od 0,01% objętościowych suchej masy dodatku. W innych przykładach wykonania ten dodatek może stanowić mieszaninę popiołu lotnego krzemionkowego oraz popiołu lotnego wapiennego.

W opisywanym przykładzie wykonania, dalszy składnik dodatku według wynalazku stanowi sproszkowane szkło o granulacji od 0,1 mm do 0,3 mm w ilości 20% objętościowych suchej masy dodatku.

Sproszkowane szkło w innych przykładach wykonania może mieć także granulację od 0,3 mm do 2 mm i wówczas stanowi 23% objętościowych suchej masy dodatku.

Przykład II

Według wynalazku, dodatek do mieszanki zawiera cement portlandzki w ilości do 35% objętościowych suchej masy całości dodatku, oraz mocznik o koncentracji 50% w ilości 0,5% objętościowych suchej masy. Składnik organiczny stanowią bakterie szczepu *Bacillus pasteurii* w ilości 1% suchej masy. Dodatek zawiera jako kolejne składniki metakaolinit w ilości 2,5% objętościowych suchej masy oraz zeolit w ilości 1% objętościowych suchej masy.

W tym przykładzie wykonania jako kolejny składnik przewidziano popiół lotny krzemionkowy lub popiół lotny wapienny w ilości 11% objętościowych suchej masy dodatku. W innych przykładach wykonania ten dodatek może stanowić mieszaninę popiołu lotnego krzemionkowego oraz popiołu lotnego wapiennego.

W opisywanym przykładzie wykonania, dalszy składnik dodatku według wynalazku stanowi sproszkowane szkło o granulacji od 0,3 mm do 2 mm, w ilości 0,1% objętościowych suchej masy dodatku oraz o granulacji od 0,1 mm do 0,3 mm w ilości 55% suchej masy dodatku.

Przykład III

W kolejnym przykładzie wykonania, w recepturze według przykładu II, zamiast sproszkowanego szkła dodano jako składnik dodatku piasek kwarcowy o granulacji od 0,1 mm do 0,3 mm w ilości 20% oraz o granulacji od 0,3 mm do 2 mm w ilości 23% objętościowych suchej masy dodatku.

W dalszych przykładach wykonania, dodatek może zawierać zamiast sproszkowanego szkła piasek kwarcowy o granulacji od 0,3 mm do 2 mm w ilości 23% objętościowych suchej masy dodatku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Dodatek do betonu z funkcją naprawczą, zawierający cement w ilości od 20% do 35%, składnik organiczny w postaci bakterii z rodzaju *Bacillus* w ilości od 0,1% do 1,0%, mocznik o koncentracji od 40% do 50% czystego składnika w ilości od 0,2% do 0,5%, sproszkowane szkło o granulacji od 0,1 mm do 0,3 mm w ilości od 20% do 55%, oraz o granulacji od 0,3 mm do 2 mm w ilości od 0,1% do 23% oraz zawierający popiół lotny krzemionkowy i/lub popiół lotny wapienny w ilości od 0,01% do 11% przy czym udział wszystkich składników wyrażono w procentach objętościowych suchej masy, **znamienny tym**, że zawiera metakaolinit w ilości od 1,4% do 2,5% objętościowych suchej masy dodatku oraz zeolit w ilości od 0,6% do 1% objętościowych suchej masy dodatku.
2. Dodatek według zastrz. 1, **znamienny tym**, że bakterie *Bacillus* stanowią bakterie szczepu *Bacillus pasteurii*.
3. Dodatek według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zeolit stanowi glinokrzemian wapnia.
4. Dodatek według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera zamiast sproszkowanego szkła, piasek kwarcowy o granulacji od 0,1 mm do 0,3 mm w ilości od 20% do 55% objętościowych suchej masy dodatku.
5. Dodatek według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera zamiast sproszkowanego szkła piasek kwarcowy o granulacji od 0,3 mm do 2 mm w ilości od 0,1% do 23% objętościowych suchej masy dodatku.