

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10)

**PL 246361 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **435532**

(22) Data zgłoszenia: **2020.09.30**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.04.04 BUP 14/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.01.13 WUP 02/2025**

(51) MKP:

**C04B 22/08** (2006.01)

**C04B 103/12** (2006.01)

**C04B 103/22** (2006.01)

**C04B 28/02** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA WARSZAWSKA, Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**WIKTOR SZEWCZENKO, Płock, PL**

**GALYNA KOTSAY, Płock, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Oliwia Czarnocka, Warszawa, PL**

(54) Tytuł:

**Sposób otrzymywania mieszanki zawierającej cement o wydłużonym czasie początku wiązania oraz sposób otrzymywania mieszanki zawierającej cement o skróconym czasie początku wiązania**

**PL 246361 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania mieszanki zawierającej cement o wydłużonym czasie początku wiązania oraz sposób otrzymywania mieszanki zawierającej cement o skróconym czasie początku wiązania, w których zastosowanie sodowego szkła wodnego jako dodatku do cementu portlandzkiego umożliwia sterowanie czasem wiązania mieszanki zawierającej cement.

W cementach powszechnego użytku, według normy PN-EN 197-1, dla 6 klas wytrzymałościowych cementu portlandzkiego ustalony jest odpowiedni czas początku wiązania i współczynniki wytrzymałości wczesnej, których parametry przedstawione zostały w tabeli 1.

Tabela 1. Klasy wytrzymałościowe cementów powszechnego użytku

| Klasa wytrzymałości | Wytrzymałość wczesna, MPa |              | Początek Czasu wiązania [min] |
|---------------------|---------------------------|--------------|-------------------------------|
|                     | Po 2 dniach               | Po 28 dniach |                               |
| 32.5N               | -                         | $\geq 16.0$  | $\geq 75$                     |
| 32.5R               | $\geq 10.0$               | -            |                               |
| 42.5N               | $\geq 10.0$               | -            | $\geq 60$                     |
| 42.5R               | $\geq 20.0$               | -            |                               |
| 52.5N               | $\geq 20.0$               | -            | $\geq 45$                     |
| 52.5R               | $\geq 30.0$               | -            |                               |

Stosowane w opisie wynalazku wyrażenie „cement”, oznacza cement powszechnego użytku opisany w normie PN-EN 197-1.

Parametry wiązania to nie tylko początek wiązania, ale i koniec wiązania i odpowiednio trwałość wiązania. Wszystkie te parametry zależą od składu chemicznego i mineralnego cementu. W celu modyfikacji parametrów wiązania stosuje się różne dodatki, przy czym dąży się do utrzymania parametrów wytrzymałościowych.

W stanie techniki najpowszechniej stosowaną domieszką przyspieszającą wiązanie zaczynu cementowego był chlorek wapnia, który uważano za skutecznie spełniający swoją rolę. Okazało się jednak, że domieszki zawierające chlorki, w tym  $\text{CaCl}_2$  powodowały zwiększenie korozji stali zbrojeniowej, dlatego musiały zostać wyeliminowane z użycia.

Przedstawicielami bezchlorkowych domieszek przyspieszających wiązanie są azotany (sodu, potasu i wapnia), węglany (sodu i potasu), siarczany i tiosiarczany (sodu i potasu), rodanki (glinianu i krzemianu) oraz wodorotlenki metali ziem alkalicznych. Stosowanie takich domieszek przyspieszających wiązanie wiąże się jednak z wieloma problemami technicznymi, a przede wszystkim z obniżeniem wytrzymałości końcowej cementu. Ponadto, stosowane obecnie i dostępne na rynku dodatki przyspieszające wiązanie powodują skrócenie czasu urabialności cementu, co może powodować defekty gotowych wyrobów betonowych. Co więcej, stosowane obecnie dodatki przyspieszające wiązanie mogą się przyczyniać do szkodliwego oddziaływania na elementy metalowe oraz stanowią niebezpieczne dla zdrowia substancje chemiczne.

Dodatkowo, domieszki przyspieszające wiązanie mogą być wrażliwe na obecność innych modyfikatorów. Na przykład, z uwagi na skrócenie czasu urabialności cementu wywołane działaniem dodatku przyspieszającego wiązanie stosuje się dodatkowo domieszki upłynniające, które z kolei zmniejszają skuteczne działanie dodatku przyspieszającego wiązanie, wskutek czego wymuszone jest zwiększenie ilości dodatku przyspieszającego wiązanie, w efekcie końcowym pogarszane są właściwości wyrobu betonowego.

W przeciwieństwie do domieszek przyspieszających, opóźniacze wiązania zyskiwały na znaczeniu wraz z postępem w technologii betonu. Rozpowszechnienie betonu towarowego spowodowało, że miejsca wytwarzania mieszanki betonowej oddalone zostały od placu budowy, tym samym czas od zmieszania składników betonu do jego zastosowania znacznie się wydłużył. W tym czasie mieszanki trzeba przetransportować, rozładować i zagęścić. Zwłaszcza czas przewozu wobec narastających trudności komunikacyjnych w miastach, stał się czynnikiem wymuszającym potrzebę opóźnienia wiązania, tak aby nie dopuścić w czasie transportu do sztywnienia mieszanki betonowej.

Istotny wpływ na przyspieszenie wiązania ma temperatura, a betonowanie w czasie upałów znacząco skraca czas zachowania przez mieszankę urabialności.

Domieszki opóźniające wiązanie betonu, zgodnie z definicją normową, przedłużają czas do rozpoczęcia przechodzenia mieszanki betonowej ze stanu plastycznego w stan sztywny.

Domieszki opóźniające wiązanie spowalniają proces hydratacji cementu, wydłużając czas do początku wiązania. Ogólnie przyjmuje się, że opóźniające działanie modyfikatorów polega na blokowaniu powierzchni ziaren cementu, co utrudnia dostęp wody i rozpuszczanie składników spoiwa. Dzięki temu przedłuża się okres indukcji i następnie hydratacji.

Do opóźniaczy nieorganicznych należą dobrze rozpuszczalne w wodzie związki fosforu, boru, fluoru, chromu i arsenu, a także tlenki metali: ołowiu, cynku, wanadu i cyny.

Czas opóźnienia wiązania betonu zależy przede wszystkim od natury chemicznej i ilości stosowanego modyfikatora, rodzaju cementu, składu betonu i temperatury otoczenia. Skuteczność tych modyfikatorów wiąże się z ich zdolnością do spowolnienia reakcji wszystkich głównych składników cementu, w przeciwieństwie do tradycyjnych domieszek, które działają tylko na niektóre składniki spoiwa. Pod względem chemicznym opóźniaczami wiązania betonu są przede wszystkim fosfoniany lub inne związki fosforoorganiczne o dużej zdolności do chelatowania jonów wapnia.

Zastosowanie domieszek przedłużających wiązanie mieszanki betonu do stabilizowania mieszanki z odzysku umożliwia ponowne użycie takiej mieszanki tego samego dnia lub następnego, zamiast jej usuwania. Do tak ustabilizowanej mieszanki dodaje się nową porcję mieszanki. W niektórych przypadkach do ponownego zainicjowania hydratacji ustabilizowanego betonu może być potrzebne użycie domieszki przyspieszającej wiązanie.

Analiza znanych sposobów sterowaniem czasem początku wiązania zaczynów cementowych w składzie wyrobów cementowych wykazała, że potrzebne są do tego różne związki chemiczne. W stanie techniki nie istnieje jeden uniwersalny dodatek, który mógłby pełnić rolę przyspieszacza lub opóźniacza wiązania mieszanki betonowej. Obecnie, do sterowania czasem początku wiązania zaczynów cementowych potrzebne jest zastosowanie wielu, w większości toksycznych lub szkodliwych dla człowieka albo otoczenia, związków chemicznych.

Wiadomym jest, że wprowadzając takie substancje do mieszanek betonowych mogą się one z czasem uwalniać do otoczenia, także do atmosfery, przyczyniając się do globalnego zanieczyszczenia powietrza. Natomiast na etapie pracy z mieszankami betonowymi zawierającymi wspomniane szkodliwe dla człowieka dodatki, mogą one przyczyniać się do wywoływania chorób u osób mających bezpośredni kontakt z tymi substancjami (na etapie tworzenia mieszanki betonowej bądź jej użytkowania).

Oprócz tego, w zależności od ilości domieszek może to mieć negatywny wpływ na właściwości, przede wszystkim właściwości mechaniczne wyrobów cementowych. Natomiast zastosowanie kilku domieszek jednocześnie może wywołać niepożądane zmiany właściwości wyrobów cementowych.

W związku z powyższym celem wynalazku było poszukiwanie uniwersalnego dodatku do sterowania czasem wiązania, który zapewni skuteczne przyspieszenie bądź opóźnienie czasu początku wiązania oraz nie będzie szkodliwy dla środowiska i toksyczny dla człowieka.

Nieoczekiwanie okazało się, że sodowe szkło wodne może pełnić rolę dodatku realizującego powyżej określone cele.

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania mieszanki zawierającej cement o wydłużonym czasie początku wiązania, charakteryzujący się tym, że do odważonej ilości suchego cementu dodaje się uprzednio przygotowaną mieszaninę wody zarobowej i sodowego szkła wodnego o module 3.0–3.2, przy czym ilość dodawanego sodowego szkła wodnego wynosi od 1 do 4% w stosunku do masy suchego cementu, zaś ilość dodawanej wody wynosi 26,4% w stosunku do masy suchego cementu.

Kolejnym przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania mieszanki zawierającej cement o skróconym czasie początku wiązania, charakteryzujący się tym, że do odważonej ilości suchego cementu dodaje się wodę zarobową, następnie miesza, po czym do utworzonej zaprawy dodaje się szkło wodne sodowe o module 3.0–3.2, przy czym ilość dodawanego sodowego szkła wodnego wynosi od 1 do 4% w stosunku do masy suchego cementu, zaś ilość dodawanej wody wynosi 26,4% w stosunku do masy suchego cementu.

Zgodnie z wynalazkiem określenie „cement lub mieszanka zawierająca cement” oznacza cement portlandzki, zaś określenie „mieszanka betonowa” oznacza cement portlandzki zmieszany z piaskiem lub kruszywem. Oba wyrażenia można stosować zamiennie, gdyż dodatek sodowego szkła wodnego działa w taki sam sposób niezależnie od tego, czy w składzie oprócz cementu znajduje się dodatkowo

piasek lub kruszywo. Określenie „szkło wodne sodowe” lub „szkło wodne” oznacza dostępny w handlu roztwór sodowego szkła wodnego o module od 2.9 do 3.3.

W toku prac badawczych okazało się, że sodowe szkło wodne może pełnić rolę zarówno przyspieszacza jak i opóźniacza początku wiązania mieszanki betonowej. Wyniki przeprowadzonych doświadczeń wykazały, iż najlepsze efekty sterowania czasem początku wiązania mieszanki betonowej uzyskuje się stosując szkła wodne z modulem od 3.0 do 3.2. W związku z tym, że wprowadzenie szkła wodnego do składu zaprawy cementowej powoduje zwiększenie ilości ługów w kamieniu cementowym, co może spowodować korozję alkaliczną, ilość takiej domieszki korzystnie nie powinna przekraczać 4.0% w stosunku do masy cementu suchego.

Według wynalazku, gdy sodowe szkło wodne zastosuje się jako dodatek do mieszanki zawierającej cement przed dodaniem do cementu wody zarobowej, wówczas gotowa mieszanka cementowa wykazuje wydłużony czas początku wiązania o ponad dwie godziny (130 minut), względem mieszanki cementowej bez dodatku szkła sodowego. Konkretnie, w przykładach wykonania uzyskano wydłużenie czasu początku wiązania do 500 minut (próbka 8) względem próbki kontrolnej (próbka 1) osiągającej czas 370 minut.

Jeśli natomiast według wynalazku sodowe szkło wodne zastosuje się jako dodatek do mieszanki zawierającej cement już po utworzeniu mieszaniny cementu z wodą zarobową, wówczas gotowa mieszanka cementowa wykazuje skrócony czas początku wiązania o blisko 2 godziny (117 minut), względem mieszanki cementowej bez dodatku szkła sodowego. Konkretnie, w przykładach wykonania uzyskano skrócenie czasu początku wiązania do 253 minut (próbka 7) względem próbki kontrolnej (próbka 1) osiągającej czas 370 minut.

Zgodnie z wynalazkiem zastosowanie szkła wodnego dla sterowania czasem wiązania (zwłaszcza początku wiązania) jest więc bezpieczne w porównaniu do innych domieszek, gdyż szkło wodne jest substancją pochodzenia naturalnego, stąd nie jest substancją toksyczną oraz nie powoduje szkód w środowisku, nawet po długim czasie użytkowania wyrobu cementowego lub betonowego.

Zgodnie z wynalazkiem skrócenie lub wydłużenie czasu przed początkiem wiązania zależy od kolejności dodawania szkła wodnego. Dodawanie szkła wodnego do wody zarobowej znacznie wydłuża ten czas, a dodawanie szkła wodnego do mieszanki wodno-cementowej, na odwrót, skraca. W taki sposób można sterować czasem przed początkiem wiązania cementu.

W przypadku, kiedy celem jest uzyskanie mieszanki zawierającej cement o wydłużonym czasie początku wiązania sposób według wynalazku charakteryzuje się tym, że najpierw miesza się ze sobą składniki suche (cement, lub w przypadku mieszanki betonowej dodatkowo piasek lub grube kruszywo), uzyskując suchą mieszankę A.

Oddzielnie przygotowuje się roztwór B poprzez dodanie sodowego szkła wodnego o module 3.0–3.2 do wody zarobowej i wymieszanie składników.

Następnie, roztwór B dodaje się do uprzednio przygotowanej suchej mieszanki A i miesza się ze sobą składniki do uzyskania pożądanej konsystencji mieszanki zawierającej cement, przy czym ilość sodowego szkła wodnego wynosi od 1.0 do 4% w stosunku do masy suchego cementu, zaś ilość wody wynosi 26,4% w stosunku do masy suchego cementu.

Natomiast w przypadku, gdy celem jest uzyskanie mieszanki zawierającej cement o skróconym czasie początku wiązania, sposób według wynalazku charakteryzuje się tym, że najpierw miesza się ze sobą składniki suche (cement, lub w przypadku mieszanki betonowej dodatkowo piasek albo grube kruszywo), uzyskując suchą mieszankę A, następnie dodaje się wodę zarobową, po czym do mieszaniny dodaje się sodowe szkło wodne o module 3.0–3.2 w ilości od 1.0 do 4% względem masy suchego cementu, zaś ilość wody wynosi 26,4% w stosunku do masy suchego cementu.

Jak wykazały przeprowadzone przez twórców wyniki prac eksperymentalnych, dodatek szkła wodnego do cementu wpływa na proces hydratacji ziaren cementu.

Hydratacja zaprawy cementowej (betonowej) manifestuje się wydzielaniem ciepła w wyniku uwodnienia ziaren cementu.

Jak wykazano w przykładach wykonania dodanie szkła wodnego do wody zarobowej powoduje obniżenie jej aktywności w procesie hydratacji cementu. Żel NHS szkła wodnego izoluje ziarna cementu od bezpośredniego dostępu do cząsteczek wody, hamując w ten sposób moment hydratacji, co manifestuje się znaczącym obniżeniem wydzielania ciepła w przed indukcyjnym okresie hydratacji. W wyniku tego procesu następuje wydłużenie czasu początku wiązania zaprawy.

Z kolei dodanie szkła wodnego do mieszanki wodno-cementowej powoduje przyspieszenie procesu hydratacji, powodując tym samym skrócenie czasu początku wiązania.

Można zatem stwierdzić, że czas przed początkiem wiązania zależy od prędkości hydratacji cementu portlandzkiego, zatem sodowe szkło wodne wpływając bezpośrednio na ten proces może być uznane za dodatek sterujący początkiem czasu wiązania, wpływając na całkowity czas wiązania zaprawy cementowej lub betonowej.

Wynalazek przedstawiono bliżej w przykładzie wykonania, który nie ogranicza jego zakresu.

#### **Przykład 1**

Do przeprowadzenia wszystkich eksperymentów:

- wykorzystano czysty klinkierowy cement powszechnego użytku CEM I 42.5N według normy PN-EN 197-1, bez dodatków z konsystencją normową 26.5%;
- Wykorzystano szkło wodne towarowe typu sodowego powszechnie dostępne w sprzedaży detalicznej.

We wszystkich badaniach przyjęto stosunek wodno-cementowy (W/C) równy 0.5. Parametry wiązania były oznaczane na Aparacie „Vicatronic” firmy MATEST przy masie indentora -300 g.

Do parametrów wiązania należą (w minutach): początek wiązania (czas przed początkiem wiązania), koniec wiązania i czas wiązania.

Oznaczenia były przeprowadzone według normy PN-EN 196-1. Metody badania cementu, Część 3: „Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości”.

a) Próbkę z dodatkiem potasowego szkła wodnego do wody zarobowej

Przygotowano mieszankę wody destylowanej w ilości 132 g i sodowego szkła wodnego (w ilościach podanych w tabeli), następnie odważony cement w ilości 500 g dodawano do mieszanki wody zarobowej ze szkłem sodowym. Składniki zaprawy mieszano w mieszarce standardowej przez okres 3 minut.

b) Próbkę z dodatkiem potasowego szkła wodnego do mieszanki woda-cement

Odważono 500 g cementu i 132 g wody, składniki zmieszano w mieszarce standardowej przez okres 3 minut, następnie do utworzonej mieszaniny dodano sodowe szkło wodne (w ilościach podanych w tabeli), po czym składniki zaprawy mieszano w mieszarce standardowej przez okres 3 minut.

c) Pomiar czasów wiązania

Po przygotowaniu próbek odpowiednio według metody a) lub b), każdą z próbek umieszczano w skoszonym stożku o wysokości 40 mm, który wstawiano do aparatu Wikata. Oznaczanie parametrów wiązania prowadzono w trybie automatycznym. Wyniki badań prac przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki badań wpływu składu kompozycji cementowej na parametry wiązania

| N/N        | Skład kompozycji         | Moduł Szkła Wodnego sodowego | Kolejność Dodawania Szkła Wodnego | Początek Wiązania [min] | Koniec Wiązania [min] | Czas Wiązania [min] |
|------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 kontrola | CEMI42.5N-100%           | -                            | -                                 | 370                     | 410                   | 40                  |
| 2          | CEMI42.5N-99,5%+SW*-0.5% | 3.1                          | Do wody zarobowej                 | 432                     | 467                   | 35                  |
| 3          | CEMI42.5N-99,5%+ SW-0.5% | 3.1                          | Do mieszanki Cement+ Woda         | 410                     | 454                   | 44                  |
| 4          | CEMI42.5N-99.0%+ SW-1.0% | 3.1                          | Do wody zarobowej                 | 480                     | 531                   | 51                  |
| 5          | CEMI42.5N-99.0%+ SW-1.0% | 3.1                          | Do mieszanki Cement+ Woda         | 337                     | 396                   | 59                  |

| N/N | Skład kompozycji         | Modul Szkła Wodnego sodowego | Kolejność Dodawania Szkła Wodnego | Początek Wiązania [min] | Koniec Wiązania [min] | Czas Wiązania [min] |
|-----|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| 6   | CEMI42.5N-97.5%+ SW-2.5% | 3.1                          | Do wody zarobowej                 | 495                     | 538                   | 43                  |
| 7   | CEMI42.5N-97.5%+ SW-2.5% | 3.1                          | Do mieszanki Cement+ Woda         | 253                     | 292                   | 39                  |
| 8   | CEMI42.5N-96.0%+ SW-4.0% | 3.1                          | Do wody zarobowej                 | 500                     | 550                   | 50                  |
| 9   | CEMI42.5N-96.0%+ SW-4.0% | 3.1                          | Do mieszanki Cement+ Woda         | 280                     | 320                   | 40                  |
| 10  | CEMI42.5N-95.5%+ SW-4.5% | 3.1                          | Do wody zarobowej                 | 425                     | 479                   | 54                  |
| 11  | CEMI42.5N-95.5%+ SW-4.5% | 3.1                          | Do mieszanki Cement+ Woda         | 380                     | 417                   | 37                  |
| 12  | CEMI42.5N-97.5%+ SW-2.5% | 2.9                          | Do wody zarobowej                 | 427                     | 473                   | 46                  |
| 13  | CEMI42.5N-97.5%+ SW-2.5% | 2.9                          | Do mieszanki Cement+ woda         | 290                     | 329                   | 39                  |
| 14  | CEMI42.5N-97.5%+ SW-2.5% | 3.2                          | Do wody zarobowej                 | 492                     | 530                   | 38                  |
| 15  | CEMI42.5N-97.5%+ SW-2.5% | 3.2                          | Do mieszanki Cement+ Woda         | 254                     | 294                   | 40                  |
| 16  | CEMI42.5N-97.5%+ SW-2.5% | 3.3                          | Do wody zarobowej                 | 416                     | 461                   | 45                  |
| 17  | CEMI42.5N-97.5%+ SW-2.5% | 3.3                          | Do mieszanki Cement+ Woda         | 290                     | 331                   | 41                  |

\*SW-szkło wodne sodowe

Z wyników przedstawionych w tabeli 2 można zauważyć, że dodawanie sodowego szkła wodnego do wody zarobowej prowadzi do wydłużenia czasu przed początkiem wiązania cementu. Maksymalną

wartość wydłużenia początku czasu wiązania o 130 minut w porównaniu z próbką kontrolną, otrzymano przy dodatku sodowego szkła wodnego o module 3.1 i zawartości 4% w stosunku do masy suchego cementu.

Porównując wyniki można wywnioskować, że dodawanie sodowego szkła wodnego do mieszanki woda-cement prowadzi do skrócenia czasu początku wiązania cementu. Maksymalną wartość skrócenia czasu przed początkiem wiązania w porównaniu z próbką kontrolną o 120 minut, otrzymano przy dodatku sodowego szkła wodnego o module 3.1 i zawartości 4% w stosunku do masy suchego cementu.

Dla wybranych próbek przeprowadzono pomiar mikrokalorymetryczny wydzielania ciepła w przed indukcyjnym okresie hydratacji.

Pomiary wykonano z pomocą mikrokalorymetra typu Calmetrix 1-Cal 2000 HPC.

Tabela 3. Wyniki analizy mikrokalorymetrycznej

| Nr próbki  | Skład kompozycji         | Moduł Szkła Wodnego sodowego | Kolejność Dodawania Szkła Wodnego | Prędkość wydzielania ciepła, W/kg |
|------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 kontrola | CEMI42.5N-100%           | -                            | -                                 | 8,2                               |
| 2          | CEMI42.5N99,5%+ SW*-0.5% | 3.1                          | Do wody zarobowej                 | 4,5                               |
| 3          | CEMI42.5N99,5%+ SW-0.5%  | 3.1                          | Do mieszanki Cement+ Woda         | 10                                |

\*SW- szkło wodne

#### **Wnioski:**

- Dodatek szkła wodnego do wody zarobowej spowodował zahamowanie procesu hydratacji ziaren cementu, co manifestuje się obniżeniem prędkości wydzielania ciepła względem próbki kontrolnej o 45%.
- Dodatek szkła wodnego do mieszaniny wodno-cementowej spowodował przyśpieszenie procesu hydratacji ziaren cementu, co manifestuje się zwiększeniem prędkości wydzielania ciepła względem próbki kontrolnej o 22%.
- Dodatek szkła wodnego wpływa na dynamikę hydratacji ziaren cementu i dlatego może być stosowany jako środek sterujący czasem wiązania mieszanki cementowej lub betonowej.

#### **Zastrzeżenia patentowe**

1. Sposób otrzymywania mieszanki zawierającej cement o wydłużonym czasie początku wiązania, **znamienny tym**, że do odważonej ilości suchego cementu dodaje się uprzednio przygotowaną mieszaninę wody zarobowej i sodowego szkła wodnego o module 3.0–3.2, przy czym ilość dodawanego sodowego szkła wodnego wynosi od 1 do 4% w stosunku do masy suchego cementu, zaś ilość dodawanej wody wynosi 26,4% w stosunku do masy suchego cementu.
2. Sposób otrzymywania mieszanki zawierającej cement o skróconym czasie początku wiązania, **znamienny tym**, że do odważonej ilości suchego cementu dodaje się wodę zarobową, następnie miesza, po czym do utworzonej zaprawy dodaje się szkło wodne sodowe o module 3.0–3.2, przy czym ilość dodawanego sodowego szkła wodnego wynosi od 1 do 4% w stosunku do masy suchego cementu, zaś ilość dodawanej wody wynosi 26,4% w stosunku do masy suchego cementu.