



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00985**

(22) Data de depozit: **18.10.2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.04.2014** BOPi nr. **4/2014**

(41) Data publicării cererii:
30.05.2012 BOPi nr. **5/2012**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDULUI
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:
• **MĂGUREANU CORNELIA, STR.ARTELOR
NR.28 A, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **CORBU OFELIA-CORNELIA,
CALEA MĂNĂȘTUR NR.89, BLE 10, AP.13,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **SOSA IOAN, STR.DÂMBOVIȚEI NR. 81,
AP.47, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**

• **SZILAGYI HENRIETTE, STR.ARINILOR
NR.11, AP.25, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **HEGHEȘ BOGDAN- HOREA,
STR. DR.AUREL VLAD NR.20, ALBA IULIA,
AB, RO**

(74) Mandatar:
**CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL,
STR. MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, AP. 2,
CLUJ NAPOCA, JUDEȚUL CLUJ**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**FR 2778654 A1; FR 2866330 A1;
EP 2275390 A1; WO 9501316 A1**

(54) **PROCEDEU DE OBȚINERE A BETOANELOR DE
ULTRA-ÎNALTĂ PERFORMANȚĂ**

Examinator: ing. MODREANU LUIZA



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și
motivată, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de
invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii
hotărârii de acordare a acesteia

RO 127398 B1

Invenția se referă la o compoziție de beton de ultra-înaltă performanță, având rezistența la compresiune cuprinsă între 150 și 180 N/mm², destinat construcțiilor civile, industriale, agricole, de poduri, tuneluri, traverse de cale ferată, construcții speciale de tip reactoare nucleare, platforme marine, structuri de protecție contra exploziilor și proiectilelor, seifuri, case de bani. Utilizarea acestui tip de beton permite dezvoltarea unor soluții inovative, care oferă realizarea rapidă a structurilor, costuri minime de mentenanță și reducerea impactului acestora asupra mediului înconjurător.

Betoanele folosite frecvent până în prezent la realizarea construcțiilor sunt în general betoane obișnuite cu rezistența la compresiune cuprinsă între 10 și 60 N/mm² cu lucrabilitate normală sau autocompactantă și betoane de înaltă rezistență având rezistența la compresiune cuprinsă între 70 și 120 N/mm². În normele europene privind realizarea betonului și a structurilor de beton (Eurocoduri), norme adoptate și în România, respectiv normativul SR EN 1992-1-1/2004 pentru proiectarea structurilor de beton se face referire la betoane având clasele de rezistență cuprinse între C8 și C100, semnificând o rezistență caracteristică la compresiune cuprinsă între 8 și 100 N/mm².

Primele cercetări și aplicații privind betoanele de ultra-înaltă performanță au început în anul 1985 și au fost denumite pe scurt UHPC. Ele au condus la obținerea unor betoane având rezistența minimă la compresiune de 150 MPa.

Prima apariție comercială a fost în jurul anului 1980 în Danemarca în domeniul industriei securității, de exemplu la seifuri, construcții de apărare și protecție.

Următoarele aplicații ale acestui nou material au constat în plăci de poduri, reabilitarea podurilor, planșee industriale (Buitelaar 2004). În Franța, firma Lafarge împreună cu Bouygues și Rhodia a elaborat și realizat produsul DUCTAL®, care cu sau fără armătură "pasivă", se folosește la realizarea elementelor prefabricate, precum și la stâlpii structurilor înalte (Schmidt și alții în 2003). Acest produs este utilizat și în America de Nord. În Canada la Sherbrooke, în 1997, s-a realizat primul pod precomprimat din UHPC, soluție întâlnită și la podurile din Seul (Coreea de Sud) și în Japonia, precum și la o serie de viaducte din Franța. Inspirați de aplicațiile UHPC din Canada, Coreea de Sud și Europa și urmare a unor intense cercetări efectuate în diferite universități, în Germania s-a elaborat DAf StB - State of Art Report privind UHPC (DAfSt B UHPC 2003) ca parte a standardului german DIN, prezentând producția și aplicațiile acestui nou tip de beton, inclusiv reguli de proiectare a structurilor.

Franța prezintă de asemenea recomandări de proiectare privind UHPC.

În România au fost experimentate în laborator câteva compoziții de betoane ultra-performante cu rezistențe la compresiune la 28 de zile de 140...213 N/mm². Aceste compoziții utilizează agregate de râu obișnuite, utilizate în general la betoanele de rezistență normală. Un dezavantaj al compozițiilor realizate, îl reprezintă vârsta la care se obțin rezistențele maxime 28 de zile. Un alt dezavantaj al compozițiilor realizate îl reprezintă timpul mare de vibrare necesar pentru punerea în operă a betonului de circa 5 min.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în obținerea rezistențelor maxime la vârsta de 6 zile, reducându-se substanțial perioada de dăre în folosință a structurilor realizate cu astfel de betoane.

Procedeul de realizare a betonului de ultra-înaltă performanță, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate, prin aceea că materialele în stare uscată se amestecă timp de 2 min într-un malaxor cu tiraj forțat, apoi se adaugă apa, împreună cu superplastifiantul și se amestecă timp de 8 min, se adaugă fibrele de oțel prin cernere, amestecându-se încă 2 min, apoi betonul se toarnă în cofraje unde se lasă 24 h, acoperind partea betonului în contact cu atmosfera cu o suprafață izolatoare sau o folie de polietilenă, după 24 h se decofrează și se introduce timp de 5 zile la tratament termic cu temperatura de 90°C și umiditatea relativă de 80...90%.

Spre deosebire de acestea, compoziția propusă pentru brevetare utilizează agregate cuarțoase ultrafine, clasificate ca și deșeuri.

RO 127398 B1

Brevetul **CA 2708085** prezintă un beton de ultra-înaltă performanță, compus, în părți relative de greutate, din: 100 părți de ciment Portland, 50...200 părți de nisip cu granulația cuprinsă între 0,063 și 5 mm, sau un amestec de nisip fin cu granulația între 0,063 și 1 mm, și un nisip cu granulația grosolană cuprinsă între 1 și 5 mm; 10...40 părți de material puzzolanic sau non-puzzolanic sau amestec al acestora, având o dimensiune medie a particulei mai mică de 15 micrometri, 0,1...10 părți de superplastifiant lichid; 10...30 părți de apă și fibre de sticlă în procent de 0,5 până la 5% din volumul compoziției întărite, fibrele fiind mono sau multifilament.

EP 1958926 prezintă un beton de ultra-înaltă performanță, compus, în părți relative de greutate din: 100 părți de ciment Portland, 50...200 părți de nisip cu granulația cuprinsă între 0,063 și 5 mm, sau un amestec de nisip fin cu granulația între 0,063 și 1 mm, și un nisip cu granulația grosolană cuprinsă între 1 și 5 mm; 10...40 părți de material puzzolanic sau non-puzzolanic sau amestec al acestora, având o dimensiune medie a particulei mai mică de 15 micrometri, 0,1...10 părți de superplastifiant lichid; 10...30 părți de apă și care are rezistența minimă la compresiune, după 28 de zile, mai mare de 100 Mpa.

Dezavantajul acestor compoziții rezidă în ductilitatea relativ scăzută, în rezistența minimă la compresiune de cca. 150 Mpa și în incompatibilitatea corespunzătoare cu materialele locale.

Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

- reducerea armăturii convenționale;
- compactare fără segregare;
- secțiuni transversale mult mai zvelte și cu deschideri mari;
- rezistențe inițiale mari;
- mărirea rigidității structurilor;
- costuri reduse de mentenanță;
- poate elimina armătura transversală de preluare a forței tăietoare ale secțiunilor de beton armat;

- betoanele de ultra-înaltă performanță constituie o soluție tehnică de realizare a unor structuri de beton armat de ultra-înaltă rezistență, durabilitate și ductilitate, cu minimizarea secțiunilor transversale de beton, mărirea deschiderilor structurilor și obținerea unor costuri globale de realizare și mentenanță reduse;

- prin realizarea invenției, se generează noi dimensiuni privind proiectarea și realizarea structurilor de construcții;

- un consum scăzut de beton și durabilitatea ridicată conduc la economisiri importante de resurse materiale și energetice.

Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a invenției.

Betonul de ultra-înaltă performanță BUIP are compoziția conform tabelului 1, unde materialele componente sunt redate ca și părți din cantitatea de ciment (considerată întreg).

Tabelul 1

Material	Unități de masă
Ciment CEM152.5 R	1
Praf silice	0,25...0,27
Nisip ultrafin cuarțos 0+0,7 mm	0,44...0,46
Nisip cuarțos fin 0,4+1,4 mm	0,15...0,17
Fibre metalice scurte drepte, lungime 6 mm, diametru 0,175 mm	0,09...0,095
Fibre metalice lungi cu capete îndoite, lungime 25 mm, diametru 0,4 mm	0,09...0,095
Aditiv superplastifiant	0,065
Apă	0,15...0,17
Densitate beton proaspăt proiectat	2410

RO 127398 B1

Malaxorul folosit trebuie să fie cu amestec forțat și să aibă o viteză de 1...2 m/s. Procedul de realizare a amestecului și obținerea caracteristicilor fizico-mecanice a betonului conform invenției necesită urmarea pașilor descriși în continuare (1+8):

1. Se omogenizează tot materialul uscat (excluzând fibrele de oțel) timp de circa 2 min.

2. Se adaugă apa amestecată în prealabil cu un superplastifiant și se amestecă încă 9 min.

3. Se adaugă fibrele de oțel prin cernere, amestecându-se încă 2 min.

4. În final, se evacuează betonul. Temperatura betonului proaspăt este în jur de 28...30°C.

5. Se toarnă betonul în tipare în maximum 20 min de la prepararea lui.

6. Se lasă 24 h în tipare. Partea betonului în contact cu atmosfera se acoperă cu o substanță izolatoare tip Baumit BA2 sau cu o folie de polietilenă.

7. După 24 h se decofrează și se introduce timp de 5 zile la tratament termic la temperatura de 90°C și umiditatea relativă = 80...90%.

8. După 5 zile se decuplează instalația de tratare termică, iar elementele sunt lăsate să se răcească treptat, până la o temperatură egală cu cea a mediului ambiant ($\approx 20^{\circ}\text{C}$).

Compoziția de beton cu ultra-înaltă performanță conform invenției necesită un timp de vibrare de maximum 2 min, fiind un beton fluid cu o răspândire de circa 450...500 mm, rezultând astfel un consum redus de energie pentru punerea în operă.

O calitate mult superioară a structurilor de beton poate fi realizată prin prefabricare.

Datorită avantajelor rezultate privind relația între rezistența înaltă și greutatea proprie redusă, se generează concepte noi privind proiectarea și realizarea structurilor prefabricate, dar și monolite, precum și metode noi de construcție, în special în cazul structurilor zvelte, structurilor compozite, prefabricate, aplicate la realizarea construcțiilor înalte și foarte înalte, precum și a structurilor și elementelor cu deschideri mari. Avantajele pe care le prezintă aplicarea betonului de ultra-înaltă performanță în construcții sunt descrise în continuare.

În cazul podurilor

Datorită rezistențelor mari la compresiune și greutatei proprii reduse a elementelor realizate cu betonul conform invenției (comparativ cu structurile realizate din beton de înaltă rezistență sau din oțel), se realizează structuri ușoare, zvelte și cu deschideri mari. Avantajele folosirii betonului de ultra-înaltă rezistență la poduri hobanante (pe cabluri) comparativ cu folosirea unui betonului de înaltă rezistență sau a oțelului se prezintă în tabelul 2 (Tang M.C-2002, Kassel University Press GmbH).

Tabelul 2

Material	f_{cd} sau f_{yd} [N/mm ²]	Greutatea specifică [kN/m ³]	Deschiderea maximă [m]
Beton C50	28,3	25,0	1370
Oțel S355	327	78,5	5030
Beton cu rezistență la compresiune de 210 N/mm ²	119	27,0	5320

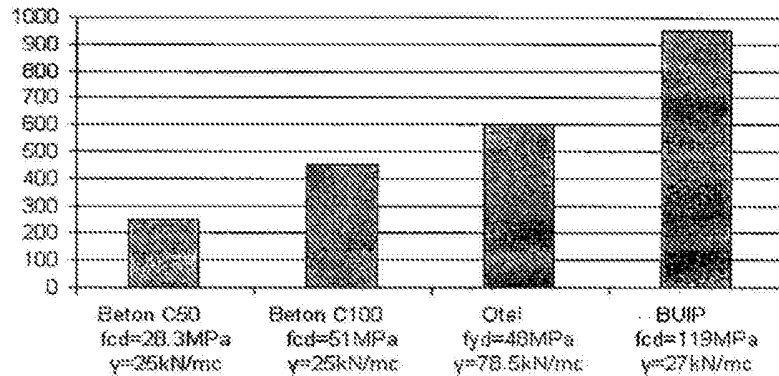
În care f_{cd} și f_{yd} sunt rezistențele de calcul ale betonului, respective oțelului

Construcții înalte

Odată cu creșterea înălțimii structurilor (clădirilor), respectiv, în cazul structurilor înalte, încărcările din greutatea proprie (permanentă) sunt dominante comparativ cu încărcările utilă (adică încărcările variabile), pe măsură ce crește înălțimea acestora. Pe de altă parte, având

În vedere faptul că în economia unei structuri (clădiri), 30% din costul total a structurii o reprezintă infrastructura (respectiv fundațiile), prin folosirea betonului de ultra-înaltă rezistență se va reduce substanțial și cantitatea de beton inclusă în infrastructură.

În figură se prezintă înălțimile maxime (în metri) care pot fi atinse de clădirile înalte în funcție de materialul folosit la realizarea acestora (Ekkehard Fehling, Torsten Lentbecher, University of Kassel, Germany).



Pe de altă parte, prezența fibrelor în masa betonului îi conferă o creștere substanțială a rezistenței la întindere, dar și o comportare pronunțat ductilă, asigurând astfel o rupere avertizată și deformații mari după atingerea forței maxime de rupere.

În consecință, elementele și structurile realizate cu astfel de betoane de ultra-înaltă rezistență sunt recomandate în zone seismice. Datorită structurii lor foarte dense, betonul de ultra-înaltă rezistență prezintă o permeabilitate extrem de redusă la fluide și gaze, precum și la atacurile fizico-chimice. Betonul de ultra-înaltă rezistență, propus ca invenție, prezintă de asemenea o lucrabilitate mare fiind ușor de pus în operă, realizând suprafețe lise care nu necesită prelucrări și protecții ulterioare.

În tabelul 3, se prezintă o comparație între caracteristicile betonului de ultra-înaltă rezistență (BUIP) cu betonul de înaltă rezistență (BIR).

Tabelul 3

Caracteristica betonului	BUIP comparativ cu BIR
Rezistența la compresiune	De 1,5...2,0 ori mai mare
Rezistența la întindere prin încovoiere	De 3...4 ori mai mare
Modul de elasticitate	De 1,2... 1,5 ori mai mare
Permeabilitatea	De 10...15 ori mai mică
Contractia la uscare	De 2...3 ori mai mică
Curgerea lentă	De 2...3 ori mai mică

În tabelul 4, se prezintă caracteristicile experimentale obținute cu compoziția prezentată în tabelul 1.

Tabelul 4

Caracteristica mecanică	Valoarea experimentală obținută pentru BUIP [N/mm ²]
Rezistența la compresiune f_{cm}	170...180
Rezistența la întindere prin încovoiere f_{ct+fl}	25...30
Modul de elasticitate E	42 000...43 000

3 1. Procedeu de realizare a betonului de ultra-înaltă performanță, **caracterizat prin**
5 **aceea că** materialele în stare uscată se amestecă timp de 2 min într-un malaxor cu tiraj
forțat, apoi se adaugă apa împreună cu superplastifiantul și se amestecă timp de 8 min, se
7 adaugă fibrele de oțel prin cernere, amestecându-se încă 2 min, apoi betonul se toarnă în
cofraje unde se lasă 24 h, acoperind partea betonului în contact cu atmosfera cu o suprafață
9 izolatoare sau o folie de polietilenă, după 24 h se decofrează și se introduce timp de 5 zile
la tratament termic cu temperatura de 90°C și umiditatea relativă de 80...90%.

11 2. Compoziție de beton de ultra-înaltă performanță, obținută prin procedeul de la
revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** este constituită din 1 unitate de ciment,
0,25...0,27 unități praf silice ultrafină, 0,44...0,46 unități nisip fin cuarțos de granulație 0...0,7
13 mm, 0,15...0,17 unități nisip fin cuarțos de granulație 0,4...1,4 mm, 0,09...0,095 unități fibre
metalice lungi scurte drepte cu lungime 6 mm și diametru 0,175 mm, 0,09...0,095 unități fibre
15 metalice lungi cu capete îndoite de lungime 25 mm și diametru 0,4 mm, 0,065 unități aditiv
superplastifiant policarboxilic și 0,15...0,17 unități apă, unități de masă.

