



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2022 00568**

(22) Data de depozit: **19/09/2022**

(41) Data publicării cererii:  
**29/03/2024** BOPI nr. **3/2024**

(71) Solicitant:  
• **CEPROCIM S.A.**, *BD.PRECIZIEI NR.6,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO*

(72) Inventatori:  
• **PETRE IONELA**, *BD.GHENCEA NR.30,  
BL.C 76, SC.3, ET.4, AP.92, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO;*

• **MOANȚĂ ADRIANA**, *STR.BÎRNOVA NR.5,  
BL.M 117, SC.1, AP.3, SECTOR 5,  
BUCUREȘTI, B, RO;*  
• **MOHANU ILEANA**,  
*STR.ROMANCIERILOR NR.2, BL.C 4, SC.A,  
ET.1, AP.8, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,  
RO;*  
• **PACEAGIU JENICA**, *STR.BÂRNOVA  
NR.2, BL.M111A, SC.A, ET.1, AP.7,  
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO*

(54) **MORTAR DE CIMENT ADITIVAT CU SUSPENSIE DE SPORI  
DE BACTERII**

(57) **Rezumat:**

Invenția se referă la un mortar de ciment aditivat cu suspensie de spori de bacterii, destinat consolidării și autoreparării finisajelor interioare și exterioare ale clădirilor. Mortarul, conform invenției, este constituit din ciment CEM III/A-S și nisip de râu în raport de 1:3, suspensie de bacterii și spori de *Bacillus Subtilis* cu densitate optică  $DO_{600nm} = 0,8...1,05$  (suspensie

microbiană), cu raportul masic dintre suspensia microbiană și ciment de 0,5, mortarul astfel obținut având o rezistență mecanică la compresiune, după 28 zile de la utilizare, de minimum 48 MPa și o compactitate de minimum 86%.

Revendicări: 3



5

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. ....	a 2022 nr 568
Data depozit .....	19-09-2022

## MORTAR DE CIMENT ADITIVAT CU SUSPENSIE DE SPORI DE BACTERII

Prezenta invenție se referă la mortare de ciment aditate cu suspensii de bacterii și spori. Mortarul de ciment aditivat cu suspensii de bacterii și spori are proprietăți mecanice îmbunătățite, este obținut din ciment tip CEM II/A-S, nisip, bacterii, spori și mediu nutritiv, și este destinat consolidării / autorepărării suprafețelor clădirilor.

Domeniul de aplicare al invenției: construcții de clădiri noi; refacerea și consolidarea clădirilor existente.

Fisurarea mortarului/betonului este un fenomen practic inevitabil și apare sub formă de fisuri vizibile (macro-fisuri) și invizibile (micro-fisuri) cauzate de acțiuni externe statice și dinamice și/sau constrângeri care pot afecta o structură. Formarea fisurilor în mortar/beton reprezintă principalul dezavantaj al acestor materiale, în special în ceea ce privește durabilitatea acestora. Durabilitatea este afectată, și odată cu apariția fisurilor, integritatea structurii de rezistență a construcțiilor este pusă în pericol. O soluție pentru creșterea durabilității este introducerea direct în amestecurile de mortar/beton a bacteriilor biomineralizante. Capacitatea de autoreparare se bazează pe capacitatea acestor bacterii de a produce carbonat de calciu în fisurile apărute, protejând astfel integritatea structurii de rezistență a construcțiilor. În plus, prezența celulelor bacteriene conduce la creșterea rezistenței la compresiune și la scăderea permeabilității.

În brevetul "Cement mortar", **EA 039053B1** se furnizează o metodă de obținere a unui mortar pe bază de ciment, ce conține ca aditiv microbiologic bacterii din specia *Sporosarcina pasteurii* înglobate în porii unui material purtător de tip zeolit și un mediu nutritiv mineral care conține: 0,02 kg/m<sup>3</sup> lactat de calciu, 0,002 kg/m<sup>3</sup> uree și 0,002 kg/m<sup>3</sup> drojdie.

În brevetul **KR102324112B1** se propune un material destinat reparării secțiunii transversale a betoanelor pe bază de bacterii halofite, care poate fi utilizat în medii marine sau înalt corozive.

În cererea de brevet intitulată "Bacteria-based ecological cement concrete repair method" **KR 20210050798A** se prezintă o metodă de reparare a betonului deteriorat utilizând un material de reparare pe bază de bacterii alcătuit din ciment și material poros pe care sunt fixate bacteriile.

Universitatea din Iowa propune în cererea de brevet **US2018072632A1** o metoda de autovindecare a compozitelor pe baza de ciment, ce conține bacterii ureolitice liofilizate, încapsulate în silice. Compozitele pe baza de ciment se obțin din bacterii ureolitice încapsulate în silice, ciment, o sare de calciu și soluție de uree.

Exemplele din stadiul cunoscut al tehnicii prezentate mai sus prezintă ca principal dezavantaj necesitatea încapsulării microorganismelor în formularea materialelor de construcții pe baza de ciment, în scopul asigurării disponibilității materialului biologic care va deveni viabil în momentul fisurării.

Mortarul de ciment aditivat cu suspensie de bacterii și spori propus conform invenției, înlătură dezavantajul menționat prin aceea că nu este necesară încapsularea microorganismelor utilizate, deoarece acesta conține forme de rezistență bacteriană (spori) care devin active odată cu apariția fisurilor. Un alt avantaj îl constituie faptul că se obține un mortar de ciment cu proprietăți mecanice îmbunătățite comparativ cu mortarul de referință utilizând în locul apei de amestecare o suspensie de spori de bacterii și mediu nutritiv pentru precipitarea indusă ureolitic a carbonatului de calciu.

**Problema tehnică pe care o rezolvă** invenția constă în obținerea unui mortar cu dublu rol: de consolidare și autoreparare. Mortarul, destinat finisajelor interioare și exterioare ale clădirilor, se supune exigențelor actuale în ceea ce privește calitatea și protecția mediului la nivel european.

Mortarul de ciment aditivat cu suspensie microbiană (suspensie de spori de bacterii) cu proprietăți mecanice îmbunătățite, conform invenției, este constituit din ciment Portland tip CEM II/A-S, nisip de râu, suspensie de spori de bacterii (*Bacillus subtilis*), soluție nutritivă ce conține



extract de drojdie (10 g/L), suplimentată cu uree (20 g/L) și clorură de calciu (2.775 g/L). Raportul ciment/ nisip este 1/3 iar raportul ciment/ suspensie de spori de bacterii este 0,5.

Urea și clorura de calciu au rol în procesul de precipitare a carbonatului de calciu, care se realizează printr-o secvență de reacții, și anume, hidroliza ureei (în prezența enzimei secretată de bacterii) cu formare de amoniac și carbamat. Acesta din urmă este transformat în acid carbonic, care se descompune în apă și dioxid de carbon. Dioxidul de carbon în contact cu ionii de calciu din sistem (prezenți sub forma unei sări solubile) formează carbonat de calciu.

Extractul de drojdie (care conține 35-40% aminoacizi liberi, vitamine din grupul B), reprezintă un nutrient important pentru culturile bacteriene, și are rol dublu: susține viabilitatea celulelor bacteriene din matricea mortarului și asigură necesarul de nutrienți pentru formele de rezistență bacteriană (spori) care vor intra pe vegetație în momentul fisurării betonului/mortarului.

Suspensia ce conține bacterii și spori de *Bacillus subtilis* ATTC 6633 se obține în mai multe etape. Pentru aceasta se folosește un preinocul lichid de *B. subtilis* în ser fiziologic steril, dintr-o cultura bacteriană tânără, dezvoltată pe mediu solid Luria Bertani. Densitatea optica a suspensiei bacteriene se ajustează prin măsurarea absorbantei la 600nm ( $DO_{600} = 0,08-0,1$ ). Cu suspensia bacteriană astfel pregătită se inoculează suprafața unor plăci Petri cu mediu nutritiv solid Luria Bertani (compoziția mediului nutritiv Luria Bertani utilizată este următoarea (g/L): triptonă: 10; NaCl: 5, extract de drojdie: 15; agar microbiologic: 15; pH ajustat la 7.0 cu NaOH). Plăcile Petri astfel pregătite se incubează 24h, la 37°C. După incubare plăcile se spală cu un amestec tampon fosfat-NaCl. Soluțiile de spălare se reunesc, și se corectează cu apă distilată sterilă până la obținerea unei densități optice dorite, care se măsoară la 600 nm. Suspensia de bacterii se depozitează la 7°C, 24-72 h în scopul obținerii de forme rezistente. Sporii reprezintă forma latentă de existență a bacteriei, cu respirație, metabolism și secreție enzimatică minime, rezistență față de agenți precum temperatura, radiații UV, dezinfectanți, îngheț etc. Endosporii din mortar germinează la forma vegetativă cu metabolism activ când condițiile de mediu permit, respectiv la contactul cu soluția nutritivă ce conține extract de drojdie. Urea și clorura de calciu facilitează precipitarea carbonatului de calciu. Sustinerea viabilității celulelor bacteriene introduse în mortar se datorează introducerii în apa de întarire a extractului de drojdie, nutrient esențial pentru creșterea și dezvoltarea bacteriei

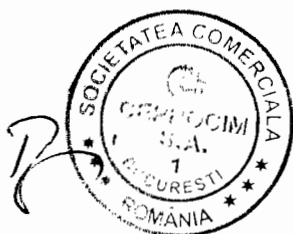
### Se dau în continuare două exemple de aplicare a invenției.

Mortarele se obținut prin omogenizarea componentelor: ciment Portland tip CEM II/A-S, conform SR EN 197-1/2011, nisip de râu cu granulație (0-2) mm și suspensie sporală de la *Bacillus subtilis* de diferite concentrații ( $DO_{600nm} = 0,8+1,05$ ). Probele se păstrează în mediu nutritiv constituit din 20g/l uree și 2,775 g/l clorură de calciu, până la termenele de încercare: 2, 7 și 28 zile.

Eficiența suspensiei de spori de bacterii din punct de vedere al îmbunătățirii durabilității mortarelor a fost urmărită prin determinarea caracteristicilor fizice (densitate aparentă, porozitate aparentă, compactitate) și mecanice (rezistența la compresiune la 2, 7 și 28 zile).

### Exemplul 1

În tabelul 1, sunt prezentate rezultatele obținute în cazul mortarului constituit din ciment Portland tip CEM II/A-S, nisip de râu cu granulație 0 – 2 mm și suspensie de spori de bacterii cu densitate optică la 600 nm ( $DO_{600nm}$ ) de 0,83; raport ciment : nisip de 1 : 3 și raport suspensie de spori de bacterii : ciment de 0,5.



Tabelul 1

Caracteristica		Valoare determinată
Densitate aparentă (g/cm <sup>3</sup> )		2,28
Porozitate aparentă (%)		13,46
Compactitate (%)		86,54
Rezistență mecanică la compresiune (MPa)	2 zile	29,6
	7 zile	41,9
	28 zile	50,0

**Exemplul 2**

În tabelul 2, sunt prezentate rezultatele obținute în cazul mortarului constituit din ciment Portland tip CEM II/A-S, nisip de râu cu granulație 0 – 2 mm și suspensie de spori de bacterii cu densitate optică la 600 nm (DO<sub>600nm</sub>) de 1,05; raport ciment : nisip de 1 : 3 și raport suspensie de spori de bacterii : ciment de 0,5.

Tabelul 2

Caracteristica		Valoare determinată
Densitate aparentă (g/cm <sup>3</sup> )		2,20
Porozitate aparentă (%)		13,91
Compactitate (%)		86,09
Rezistență mecanică la compresiune (MPa)	2 zile	28,2
	7 zile	39,4
	28 zile	48,0

**Mortar de referință**

Pentru aprecierea influenței suspensiei de spori de bacterii asupra caracteristicilor mortarului de ciment în tabelul 3 se prezintă caracteristicile unui mortar de referință constituit din ciment Portland tip CEM II/A-S, nisip de râu cu granulație 0 – 2 mm și apă; raport ciment : nisip de 1 : 3 și raport apă: ciment de 0,5.

Tabelul 3

Caracteristica		Valoare determinată
Densitate aparentă (g/cm <sup>3</sup> )		2,00
Porozitate aparentă (%)		14,88
Compactitate (%)		83,75
Rezistență mecanică la compresiune (MPa)	2 zile	23,2
	7 zile	38,5
	28 zile	46,9



## Revendicări

1. Mortar de ciment aditivat cu suspensie de spori de bacterii, **caracterizate prin aceea că** este constituit din ciment tip CEM II/A-S și nisip de râu în raport 1 : 3 și suspensie de bacterii și spori de *Bacillus subtilis* cu  $DO_{600nm}=0,8 \pm 1,05$ .
2. Mortar de ciment aditivat cu suspensie de spori de bacterii, definit în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, are o densitate de minimum  $2,2 \text{ g/cm}^3$  și o rezistență mecanică la compresiune, pentru termenul de 2 zile de minimum 28 MPa și pentru termenul de 28 zile de minimum 48 MPa.
3. Mortar de ciment aditivat cu suspensie de spori de bacterii, definit în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** are o compactitate de minimum 86%, comparativ cu 83,7% pentru mortarul etalon preparat cu apă.

