

# MATERIAL COMPOZIT AUTONIVELANT PENTRU REALIZAREA STRATURILOR ORIZONTALE ALE CONSTRUCȚIILOR DE BETON

I. Rusu<sup>1</sup>, E. Proaspăt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, <sup>2</sup>Institutul de Cercetări Științifice și Proiectări Tehnologice în Domeniul Materialelor de Construcții "INMACOMProiect"

## INTRODUCERE

În cazurile exploatarei construcțiilor de beton și beton armat în condițiile acțiunii asupra lor a mediilor cu agresivitate înaltă este necesar de a mări rezistența lor la coroziune și de a le proteja suplimentar. Cea mai efektivă metodă de protejare sa dovedit a fi izolarea suprafețelor lor cu acoperiri polimerice. Însă această metodă înaintea cerințe speciale față de calitatea suprafețelor construcțiilor. Anumitor cerințe speciale trebuie să corespundă suprafețele orizontale ale construcțiilor de beton și beton armat și în particular pardoselile, deoarece, de regulă, ele sunt exploatate în condiții deosebit de complicate. Deaceia, pentru executarea și refacerea suprafețelor orizontale de beton ale construcțiilor sunt necesare materiale și tehnologii speciale.

## 1. GENERALITĂȚI

Stratul de beton al suprafețelor orizontale ale diferitor construcții (pardoseli, partea sedentară a rezervoarelor, bazinelor, buncărelor, diferitor recipiente etc.) este supus la cele mai complexe condiții de exploatare. Pe suprafața acestui strat se acumulează și se rețin în cantități mai mari substanțe agresive, el este supus mai des acțiunii forțelor mecanice și uzurii. În condiții destul de complexe sunt exploatate pardoselile [1].

Specificul procesului de producție de la întreprinderile din industriile ușoară, alimentară, chimică, electronică, farmaceutică etc., impune condiții speciale de calitate pentru pardoseli [2]. În funcție de condițiile specifice ale domeniului industrial, cerințele față de pardoseli pot fi următoarele: rezistență mărită la acțiunea mediilor chimice speciale; rezistență la acțiunea diferitelor microorganisme; rezistențe mecanică și la uzură înalte; impermeabilitate la lichide mare; asigurarea cerințelor igienico-sanitare; rezistență la variațiile de temperatură și umiditate; posibilități simple de refaceri; proprietăți antistatice și antiscânteie; culoare uniformă etc. Acestor cerințe le corespund pardoselile cu strat final polimeric turnat în câmp continuu, care asigură rezistență chimică, biologică, mecanică, nu generează praf și permit întreținere simplă [3].

Lipsa rosturilor nu permite acumularea și dezvoltarea microorganismelor – o cerință esențială în industria alimentară și farmaceutică, precum și în depozitele pentru păstrarea produselor acestor întreprinderi [4].

Stratul final al pardoselilor pe bază de polimeri poate asigura rezistențe mecanice și la uzură, impermeabilitate și protecție anticorozivă a stratului intermediar al pardoselilor, precum și alte cerințe, numai dacă are grosime optimă și uniformă [5]. Grosimea uniformă a stratului polimeric final poate fi asigurată numai dacă stratul intermediar, pe care se aplică, este perfect plan [4,6].

Pentru obținerea stratului intermediar perfect plan al pardoselilor a fost realizat un material compozit cu proprietăți autonivelante [4]. Compozitul reprezintă un amestec uscat, care după adăugarea apei, formează un material, care, fiind aplicat pe o suprafață orizontală, se autonivelează, asigurând o suprafață netedă care nu necesită prelucrări suplimentare [4]. Pe lângă proprietatea de autonivelare, materialul compozit fiind amestecat cu apă, trebuie să prezinte anumite proprietăți reologice, iar după întărire, proprietăți fizico-mecanice bine definite. Cerințele față de materialul compozit cu proprietăți autonivelante se îndeplinesc prin utilizarea de adaosuri (aditivi) [7].

## 2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETĂRI

Pentru cercetări au fost pregătite epruvete (grinzi cu dimensiunile de 40x40x160 mm și cuburi cu latura de 70,7 mm) din materiale compozite (amestecuri uscate) pe bază de ciment de portland de marca M 500 și nisip de construcție ( $M_m \sim 1$ ) în raport de 1,5:1 cu conținut de fibră sintetică de polipropilenă de tipul "Fibrin" și aditivi.

Fibră sintetică pe bază de polipropilenă corespunde prevederilor standardului ISO 14001:1996 și servește drept material de armare, care exclude posibilitatea apariției și dezvoltării fisurilor în straturile de mortar aplicate.

Fibra posedă următoarele caracteristici: lungimea – 12 mm, diametrul – 18  $\mu\text{m}$ ; densitatea reală – 0,91 g/cm<sup>3</sup>; rezistența la întindere ( $R_{\text{m}}$ ) – 551 MPa; temperatura de înmuiere – 160°C.

Optimizarea compozitelor s-a efectuat conform planului D-optim cu patru aditivi: plastifiant Plast.  $0,5 \leq X_1 \leq 1,5$ ; colmatant Colm.  $1,0 \leq X_2 \leq 2,0$ ; biocidic Bio.  $0,6 \leq X_3 \leq 1,0$ ; accelerator de întărire Acc  $2,0 \leq X_4 \leq 3,0$  și raportul apă/amestec uscat A/AU  $0,25 \leq X_5 \leq 0,35$ .

Proprietatea de autonivelare a fost determinată cu ajutorul aparatului Suttard și mortarul (pe baza materialului compozit elaborat) se consideră autonivelant când se revarsă pe o suprafață cu diametrul în limitele de 250...300 mm.

Alte caracteristici ale materialului compozit au fost determinate conform prevederilor standardelor în vigoare.

### 3. CERCETĂRI DE LABORATOR

Pe baza cercetărilor de laborator a fost determinat conținutul optim în aditivi care să asigure proprietățile reologice, tehnologice și fizico-mecanice ale materialului compozit elaborat.

**Proprietatea de autonivelare.** Variind conținutul de aditivi în compoziție efectul de autonivelare s-a atins când plasticitatea mortarului a avut valoarea în limitele 250-300 mm. În această condiție mortarul se autonivelează și asigură obținerea unei suprafețe plane [4,8].

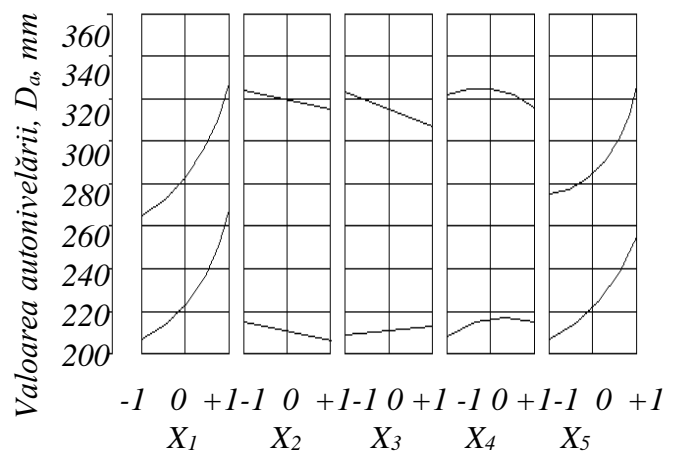
Pentru plasticitatea mortarului ( $D_a$ ) în limitele de 250-300 mm a fost obținut următorul model matematic ( $F_{kr} = 1,6480$ ):

$$D_a = 242,54 + 26,67X_1 - 3,89X_2 - 2,22X_3 + 18,33X_5 - 3,12X_1X_4 - 4,37X_3X_5 - 14,29X_1^2 - 5,11X_4^2 + 9,29X_5^2 \quad (1)$$

Din diagramele prezentate în figura 1 și din ecuația de regresie 1 rezultă că cu mărirea conținutului de adaos Plast. ( $X_1$ ) și a raportului A/AU ( $X_5$ ) proprietatea de autonivelare a compoziției se mărește. Adaosurile Colm. ( $X_2$ ), Bio. ( $X_3$ ) și Acc. ( $X_4$ ) nu influențează esențial proprietatea de autonivelare a mortarului.

Desigur, pentru a asigura o autonivelare mai completă a mortarului și în același timp pentru a înlătura aerul antrenat în compoziție în timpul aplicării lui se recomandă de a-l prelucra suplimentar cu o rola cu ace [4]. De asemenea, se recomandă de a aplica materialul compozit autonivelant în două straturi, ceea ce permite de a exclude apariția fisurilor în stratul superior. Stratul superior se recomandă de a fi aplicat nemijlocit după întărirea primului strat până la duritatea ce

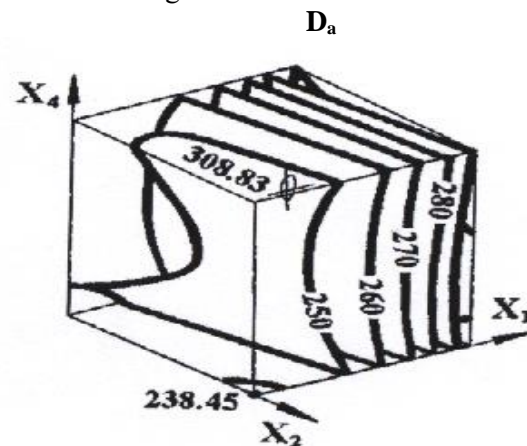
permite circularea pe el a pietonilor fără apariția rețetelor.



**Figura 1.** Influența factorilor ( $X_i$ ) în zonele de minim (-1) și maxim (+1) asupra diametrului cercului de autonivelare ( $D_a$ , mm) a compoziției autonivelante

$X_1$  – adaos Plast.;  $X_2$  – adaos Colm.;  $X_3$  – adaos Bio.;  $X_4$  – adaos Acc. de întărire;  $X_5$  – A/AU.

Influența factorilor  $X_1$ ,  $X_2$  și  $X_4$  asupra diametrului cercului de autonivelare ( $D_a$ , mm) este prezentată în figura 2.



**Figura 2.**

**Timpii de priză.** Rezultatele experimentale au demonstrat că posibilitatea tehnologică de punere în lucrare a compozitului cu proprietăți autonivelante (și obținerea de suprafețe netede) este cel mai bine caracterizată de indicatorul de viabilitate determinat pe baza măsurării timpului în care consistența (plasticitatea), determinată cu aparatul tip Suttard, se reduce de la 300 la 250 mm [4,8]. În caz ideal viabilitatea trebuie să fie destul de mare, iar proprietățile fizico-mecanice (și în special rezistența la compresiune) să aibă o creștere cât mai rapidă. Posibilitatea îndeplinirii acestor două cerințe, concomitent, de unul și același material, nu este posibilă. Încercările experimentale de turnare a

stratului intermediar al pardoselilor din mortar autonivelant elaborat, au arătat că viabilitatea trebuie să fie cuprinsă între 30...100 min., iar începutul de priză – între 40...120 min.

**Tendința de segregare.** Segregarea în timpul transportului și punerii în lucrare a materialului compozit cercetat conduce la apariția pe suprafața sa a unei dispersii de ciment în apă care în stare întărită are structură poroasă și proprietăți fizico-mecanice reduse [4]. Peliculele polimerice aplicate pe astfel de suprafețe prezintă aderență redusă, și sub acțiunea unor încărcări statice sau dinamice se exfoliază. Experimental s-a demonstrat că segregarea nu trebuie să depășească 5%, ceea ce s-a asigurat prin folosirea agregatelor cu granulozitate fină și prin obținerea amestecului uscat prin măcinarea componentelor în moara cu bile.

**Capacitatea de reținere a apei.** Pierderea apei din compozit conduce la reducerea plasticității și a proprietății sale de autonivelare și poate avea loc prin absorbția de apă din mortar de către suport (stratul portant). Absorbția de apă a fost redusă parțial prin îmbibarea prealabilă cu apă și grunduirea stratului suport. Limita de reținere a apei de către compozit la care acestuia i se păstrează proprietățile autonivelante, a fost de 95 % din cea conținută inițial.

**Rezistența la compresiune.** Această caracteristică trebuie să fie diferențiată în funcție de destinație. Pentru pardoseli cu strat final din polimeri, turnat în câmp continuu, rezistența la compresiune, conform normativelor, trebuie să fie de minim 20 MPa [4,8]. În condițiile severe de exploatare rezistența la compresiune a stratului intermediar al pardoselilor trebuie să fie mai mare și poate atinge 40 MPa.

Pentru determinarea limitei de rezistență la compresiune la vârsta de 28 zile ( $R_{c28}$ ) a fost obținut următorul model matematic ( $F_{kr} = 1,6374$ ):

$$R_{c28} = 25,2 + 1,2X_1 + 1,0X_3 - 1,8X_4 - 1,1X_1^2 - 1,6X_2^2 - 2,2X_3^2 - 3,1X_4^2 + 1,7X_1X_2 + 2,5X_1X_3 - 2,9X_2X_4 \quad (2)$$

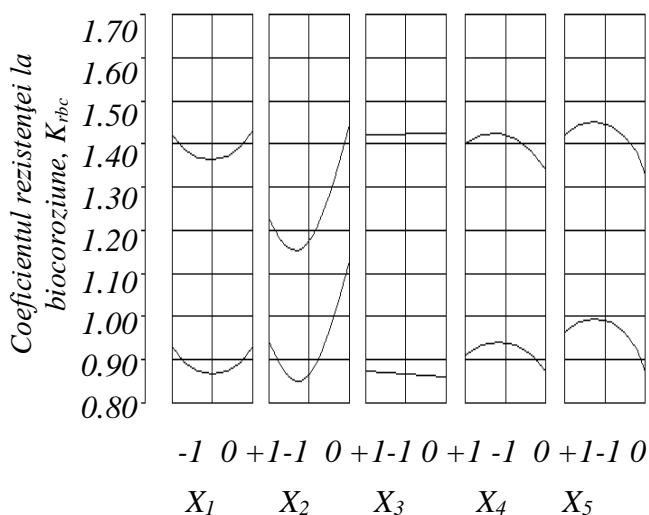
**Rezistența la acțiunea substanțelor chimice agresive și a microorganismelor.**

Rezistența la biocorozie a fost determinată prin coeficientul de rezistență biochimică  $K_{rbc}$ , calculat ca raportul dintre rezistența la încovoiere a epruvetelor, determinată după imersarea lor în medii agresive lichide, și rezistența lor inițială la încovoiere [8,9].

Pentru  $K_{rbc}$  după 180 zile de imersare a epruvetelor în soluție de  $CH_3COOH$  cu concentrația de 2% a fost obținut următorul model matematic ( $F_{kr} = 1,8369$ ):

$$K_{rbc180} = 1,32 - 0,11X_2 - 0,05X_3 + 0,13X_2^2 + 0,16X_3^2 + 0,07X_2X_3 + 0,15X_1X_4 - 0,06X_2X_4 \quad (3)$$

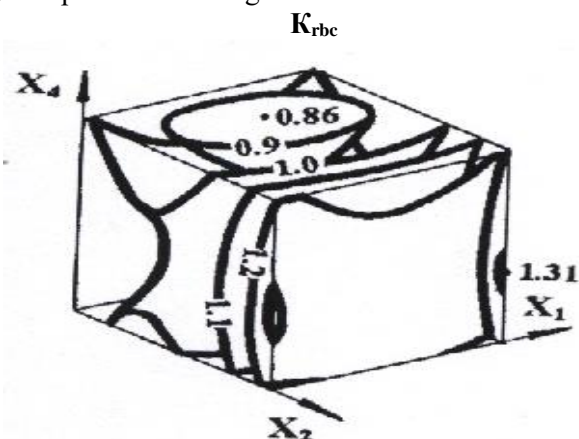
Din diagramele prezentate în figura 3 și din ecuația de regresie 3 rezultă că cu mărirea conținutului de adaos Colm. ( $X_2$ ) valoarea coeficientului de rezistență biochimică se mărește. Cu mărirea raportului A/AU ( $X_5$ ) valoarea coeficientului de rezistență biochimică se micșorează neesențial. Ceilalți factori nu influențează esențial valoarea coeficientului de rezistență biochimică a materialului compozit autonivelant elaborat.



**Figura 3.** Influența factorilor ( $X_i$ ) în zonele de minim (-1) și maxim (+1) asupra valorii coeficientului de rezistență biochimică ( $K_{rbc}$ ) a materialului compozit autonivelant

$X_1$  – adaos Plast.;  $X_2$  – adaos Colm.;  $X_3$  – adaos Bio.;  $X_4$  – adaos Acc. de întărire;  $X_5$  – A/AU.

Influența factorilor  $X_1$ ,  $X_2$  și  $X_4$  asupra valorii  $K_{rbc}$  este prezentată în figura 4.



**Figura 4.**

Modele matematice similare au fost obținute și pentru alte durate de imersare a epruvetelor în diferite medii agresive lichide.

Cercetările efectuate au permis optimizarea compoziției adaosului complex, care asigură îndeplinirea cerințelor față de materialele

compozite autonivelante, utilizate în realizarea straturilor suprafețelor orizontale ale construcțiilor de beton.

Materialul compozit elaborat prezintă următoarele caracteristici:

- rezistența la compresiune ( $R_c$ ), la 7 zile, minim - 10 MPa;
- rezistența la compresiune ( $R_c$ ), la 28 zile, minim - 30 MPa;
- umiditatea (V) la 7 zile, maxim - 6,5 %;
- densitatea aparentă ( $\rho_a$ ) în stare uscată, - 2200...2400 kg/m<sup>3</sup>;
- coeficientul de rezistență biochimică ( $K_{bc}$ ), după 30 zile de imersare în soluție de 2% de CH<sub>3</sub>COOH, minim - 1,25.

În baza cercetărilor efectuate și a încercărilor în condiții practice a fost elaborat Standardul Profesional SP MD 91-26-002-97 "COMPOZIȚIE AUTONIVELANTĂ. Condiții tehnice" [8], tehnologiile de producere a materialelor compozite autonivelante și de execuție a stratului intermediar al pardoselilor.

Materialul compozit elaborat a fost folosită la realizarea pardoselilor la unele întreprinderi din industria alimentară, farmaceutică, poligrafică.

În funcție de condițiile de exploatare compoziția materialului autonivelant poate fi modificată pentru a obține proprietăți fizico-chimice și fizico-mecanice impuse de cerințe.

#### 4. CONCLUZII

1. Obținerea unui material compozit cu proprietăți de autonivelare a fost posibilă datorită utilizării unui amestec complex de aditivi ce a permis asigurarea plasticității optime, autonivelare după turnare și obținerea concomitentă a unei suprafețe netede, împiedicarea pierderii apei din compozit în timpul turnării și întăririi, creșterea rezistenței chimice și biologice a stratului turnat, asigurarea densității și a rezistențelor mecanice mari.

2. Materialul compozit realizat permite o execuție rapidă a straturilor orizontale de beton al construcțiilor, asigură rezistențe mecanice și aderență ridicată la stratul de bază (suport) și obținerea de suprafețe netede.

3. Suprafața netedă, obținută utilizând materialul compozit autonivelant elaborat, permite aplicarea stratului finit din polimeri cu o grosime uniformă, ceea ce asigură rezistențele mecanice și la uzură, impermeabilitatea și protecția anticorozivă necesară a betonului construcțiilor.

#### Bibliografie

1. **Zolotov M.S.; Gaponova L.V.** Vlianie necotoryh mehanicheskikh vozdeystvii na dolgovechnost' pocrytij polov iz acrilovyh polimerrastvorov // *Materialy c 42-mu mezhdunarodnomu seminaru po modelirovaniu i optimizaczii kompozitov.* - Odessa: - P. 93.
2. **Safroncik V.I.** Zashhita ot korrozii stroitel'nyh konstrukcij i tehnologicheskogo obopudovania - L.: *Stroiizdat*, - 1988. - 255 p.
3. **Zaițev Iu. V.** Osobennost' mehaniki razrushenia betona i zhelezobetona pri dlitel'nom dejstvii nagruzki i vneshnej sredy // *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tehnologii XXI veka.* - M.: - 2001. - № 1, - P. 28-29.
4. **Rusu I.** Compoziție autonivelantă pentru stratul intermediar al pardoselilor // *Revista Română de Materiale.* - B.: - 2003. - № 3. - P. 230-233, ISSN 1583-3186.
5. **Voznesenskii V.A., Dovgani A.D., Leașenko T.V., Podaghelis I., Șarșunov A.B.** Poisk sostavov modificirovannogo epoksidnogo kompozita pri compromisnoj minimizaczii vodo-i neftepgloshhenia metodom Monte-Karlo // *Materialy k 43-mu mezhdunarodnomu seminaru po modelirovaniu i optimizaczii kompozitov.* - Odessa: - 2004. - P. 3-7.
6. **Rusu Ion.** Coroziunea și protecția betonului expus mediilor alimentare lichide. - Chișinău: Editura "PRIMEX-COM", - 2004, - 151 p.
7. **Andreeva N.P.** Primenenie diatomitovoi zemli v suhikh stroitel'nyh smesyah // *Stroitel'nye materialy.* - M.: - 2003. - № 4, - P. 16-17, ISSN 0585-430X.
8. **Rusu I.** SP MD 91-26-002-97 "COMPOZIȚIE AUTOEGALIZATOARE. Condiții tehnice". - Chișinău: - 1997. - 12 p.
9. **Rusu I.** Razrabotka i optimizachia svoistv suhoi bio- i himicheski stojkoj kompoziczii // *Stroitel'nye materialy.* - M.: - 2003. - № 4. - C. 20-21, ISSN 0585-430X.

**Recomandat spre publicare: 12.09.2006**