



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00793**

(22) Data de depozit: **27/11/2019**

(41) Data publicării cererii:
28/05/2021 BOPI nr. **5/2021**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI" DIN
CLUJ-NAPOCA,
STR. MIHAIL KOGĂLNICEANU NR. 1,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• FURTOS GABRIEL, STR. PRINCIPALĂ
NR. 108, SAT POPEȘTI, BH, RO;
• SILAGHI DUMITRESCU LAURA,
STR. FLORILOR NR. 101, COMUNA
FLOREȘTI, CJ, RO

(54) **PROCEDEU DE OBTINERE A CIMENTULUI COMPOZIT
PE BAZĂ DE CENUȘĂ ZBURĂTOARE ARMAT CU FIBRE
DE CÂNEPĂ CU APLICAȚII ÎN DOMENIUL MATERIALELOR
DE CONSTRUCȚIE**

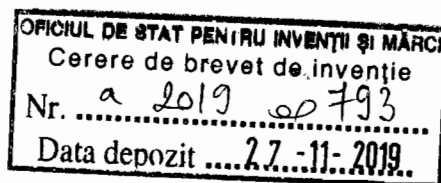
(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a unui ciment pe bază de cenușă zburătoare armat cu fibre de cânepă tocate, cimentul fiind utilizat ca material de construcție sau ca izolatoare. Procedul conform invenției constă în realizarea unui amestec de cenușă zburătoare, fibre de cânepă tocate la lungimi cuprinse între 0,5...6 mm și grosimi de 0,2...2 mm și o soluție de activator $\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$, introducerea amestecului compozit într-o etuvă și menținerea acestuia la o temperatură de 95°C timp de 24 ore, cimentul compozit pe bază de cenușă zburătoare și fibre de cânepă tocate cu 5...50% procente masice prezentând valori minime ale

rezistenței la compresiune pentru probe cilindrice < 6...17 MPa, valori ale rezistenței la încovoiere < 2...9 MPa, modulul la încovoiere < 38...508 MPa, rezistența la compresiune a probei cubice < 5...19 MPa și modulul la încovoiere probe cubice < 35...345 MPa.

Revendicări: 1
Figuri: 1





DESCRIERE INVENȚIEI

Invenția se referă la metoda de obținerea a unui ciment de tip compozit armat cu fibre de canepa folosind o matrice anorganică de tip geopolimer. Fibrele de canepa folosite sunt de tip tocatură (lungime: 0.5-6 mm, grosimea 0.2 -2 mm) și se obțin în urma prelucrării mecanice a canepii recoltate. Noile materiale compozite sunt armate cu fibre de canepa (5-50% procente de masă) dispuse în structura compozitului dezordonat oferind o ranforsare 3D cu proprietăți mecanice și densitate variabile în funcție de cantitatea de fibre de canepa. Materialele dezvoltate oferă posibilitatea utilizării ca material de construcție sau izolare a clădirilor.

Materia primă folosită este o cenusă zburătoare care este un reziduu rezultat în urma combustiei carbunelui în termocentrale. Această cenusă zburătoare are în compoziție oxizii majoritari SiO_2 și Al_2O_3 care în urma atacului bazic cu o soluție alcalină și un activator pot elibera ioni de siliciu și aluminiu care pot conduce la o nouă aranjare tridimensională care constă din legături Si-O-Al și Si-O-Si, cu tetraedru SiO_4 și AlO_4 legați alternativ de atomi de oxigen. Neutralitatea electrică a matricei polimerice anorganice este obținută din ioni de Al^{3+} cu coordonarea 4 care va trebuie să fie echilibrată de prezenta cationilor ca K^+ , Na^+ , Li^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , NH_4^+ și H_3O^+ . Acești cationi pot fi eliberați în urma atacului bazic din particulele fine de cenusă care pot conține în oxizii acestor elemente. În prezent în zona termocentralelor din România sunt halde imense de cenusă zburătoare care implică probleme de mediu și costuri ridicate greu privind gestionarea în timp. Aceste halde de cenusă zburătoare s-au dovedit greu de gestionat în cazul precipitațiilor abundente respectiv vant mai puternic când parasesc zonele destinate și ajung în locurile locuite sau destinate agriculturii.

Pretul materiilor prime folosite în cazul obținerii acestor materiale este foarte mic lucru care va influența pretul final redus al materialului compozit armat cu fibre de canepă. Prin folosirea acestor materiale reziduale se contribuie la reducerea emisiilor de CO_2 care ar fi eliberate dacă ar fi fost obținut un material clasic de tip Portland. Folosirea censei zburătoare va contribui la ecologizarea mediului în jurul termocentralelor. Avantajul materialelor compozite pe baza de cenusă este că prezintă proprietăți mecanice, rezistență la îngheț, rezistență la acizi sau baze superioare celor pe baza de cimentul clasic Portland. Manipularea și transportul acestor materiale este mult mai simplă fiind materiale mai ușoare decât cele pe baza de ciment clasic Portland.

Aproximativ 5-7% din emisiile globale de CO_2 se datorează producerii de ciment Portland [1, 2] care este principalul material folosit în construcția de clădiri în toate țările. S-a estimat că emisia de CO_2 din cimenturile geopolimeri este cu 9% mai mică decât pentru cimentul Portland [2] în condițiile întăririi între 60-80°C. Geopolimerii au arătat rezistență la compresie superioară cimentului Portland [3, 4] și o rezistență mai bună la temperaturi înalte [5] și incendii [6], o contracție de polimerizare la uscare mai mică [6], rezistență la acizi superioară [7] și rezistență la atacul salin [8].

Exemplul 1:

Se realizeaza un amestec compozit (Tabelul 1) prin amestecarea de pulbere de cenusa zburatoare (95% de masa), (Fig. 1a) cu fibre de canepa tocate (5% procente de masa) (Fig. 1b) cu o solutie de activator ($\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$) in raportul de masa pulbere/lichid intre 1.4-3. Solutia de hidroxid de sodiu (NaOH) 14 M se amesteca sub agitare cu solutia de Na_3SiO_4 in raportul de masa $\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$ intre 2.5:1. Solutie de silicat de sodium (Na_3SiO_4) folosita a avut un modulul intre 2.5 g/cm^3 . Raportul de masa intre $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ din pulberea de cenusa zburatoare a fost de 3.16. Lungimea fibrelor de canepa a fost intre 0.5-1 mm si grosimea 0.2 -0.4 mm

Probele experimentale au fost preparate prin umplerea cu pasta de compozit in matritele cu dimensiunile de mai jos:

- proba cilindrica $\Theta=10$ mm, $h=20$ mm pentru testul de compresie ($\text{RC}_{\text{cilindru}}$)
- proba cubica $10 \times 10 \times 10$ mm pentru testul de compresie (RC_{cubic}) si modulul de compresie_{cub} (MC_{cubic})
- paralelipipedice $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ pentru testul de rezistenta la incovoiere (RI) si modulul de incovoiere (MI).

Dupa introducerea pastei de compozit probele au fost mentinute la 95°C in etuva timp de 24h. Probele au fost scoase din matrite a doua zi si testate mecanic la un aparat de incercari mecanice. Testele mecanice au pus in evidenta valori de minime prezentate in Tabelul 2.

Rezistenta la compresie (CS) in MPa a fost calculata folosind ecuatia Eq. 1.

$$\text{CS} = F/A \quad (1)$$

unde:

F este forta aplicata (N); A-aria sectiunii de contact cu pistonul de compresie; r- este raza probei cilindrice masurata inainte de testare

Rezistenta la incovoiere (MPa) a fost calculata folosind ecuatia Eq. 2. Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica

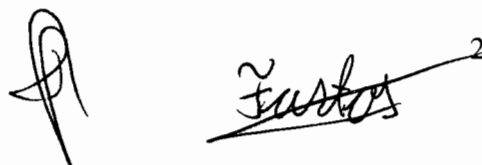
$$\text{FS} = 3F_{\text{max}}l/2bh^2 \quad (2)$$

unde: F_{max} – este forta aplicata (N), l – este distanta intre suportii (60 mm), b – este inaltimea (20 mm), h – este grosimea (20mm).

Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica.

Exemplul 2:

Se realizeaza un amestec compozit (Tabelul 1) prin amestecarea de pulbere de cenusa zburatoare (90% de masa) cu fibre de canepa (10% procente de masa) cu o solutie de activator ($\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$) in raportul de masa pulbere/lichid intre 1.4-3. Solutia de



hidroxid de sodiu (NaOH) 14 M se amesteca sub agitare cu solutia de Na_3SiO_4 in raportul de masa $\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$ intre 2.5:1. Solutie de silicat de sodium (Na_3SiO_4) folosita a avut un modulul intre 2.5 g/cm^3 . Raportul de masa intre $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ din pulberea de cenusa zburatoare a fost de 3.16. Lungimea fibrelor de canepa a fost intre **0.5-1 mm si grosimea 0.2 -0.4 mm**

Probele experimentale au fost preparate prin umplerea cu pasta de compozit in matritele cu dimensiunile de mai jos:

- proba cilindrica $\Theta=10 \text{ mm}$, $h=20 \text{ mm}$ pentru testul de compresie (**$\text{RC}_{\text{cilindru}}$**)
- proba cubica $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}$ pentru testul de compresie (**RC_{cubic}**) si modulul de compresie_{cub} (**MC_{cubic}**)
- paralelipipedice $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ pentru testul de rezistenta la incovoiere (**RI**) si modulul de incovoiere (**MI**).

Dupa introducerea pastei de compozit probele au fost mentinute la 95°C in etuva timp de 24h. Probele au fost scoase din matrite a doua zi si testate mecanic la un aparat de incercari mecanice. Testele mecanice au pus in evidenta valori de minime prezentate in Tabelul 2.

Rezistenta la compresie (CS) in MPa a fost calculata folosind ecuatia Eq. 1.

$$\text{CS} = F/A \quad (1)$$

unde:

F este forta aplicata (N); A-aria sectiunii de contact cu pistonul de compresie; r- este raza probei cilindrice masurata inainte de testare

Rezistenta la incovoiere (MPa) a fost calculata folosind ecuatia Eq. 2. Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica

$$\text{FS} = 3F_{\text{max}}l/2bh^2 \quad (2)$$

unde: F_{max} – este forta aplicata (N), l – este distanta intre suportii (60 mm), b – este inaltimea (20 mm), h – este grosimea (20mm).

Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica.

Exemplul 3:

Se realizeaza un amestec compozit (Tabelul 1) prin amestecarea de pulbere de cenusa zburatoare (85% de masa) cu fibre de canepa (15% procente de masa) cu o solutie de activator ($\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$) in raportul de masa pulbere/lichid intre 1.4-3. Solutia de hidroxid de sodiu (NaOH) 14 M se amesteca sub agitare cu solutia de Na_3SiO_4 in raportul de masa $\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$ intre 2.5:1. Solutie de silicat de sodium (Na_3SiO_4) folosita a avut un modulul intre 2.5 g/cm^3 . Raportul de masa intre $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ din pulberea de cenusa

zburatoare a fost de 3.16. Lungimea fibrelor de canepa a fost între 0.5-1 mm și grosimea 0.2 -0.4 mm

Probele experimentale au fost preparate prin umplerea cu pasta de compozit în matritele cu dimensiunile de mai jos:

- proba cilindrică $\Theta=10$ mm, $h=20$ mm pentru testul de compresie ($RC_{cilindru}$)
- proba cubică 10x10x10 mm pentru testul de compresie (RC_{cubic}) și modulul de compresie_{cub} (MC_{cubic})
- paralelipipedice 20 mm × 20 mm × 70 mm pentru testul de rezistență la încovoiere (RI) și modulul de încovoiere (MI).

După introducerea pastei de compozit probele au fost menținute la 95°C în etuva timp de 24h. Probele au fost scoase din matrite a doua zi și testate mecanic la un aparat de încercări mecanice. Testele mecanice au pus în evidență valori de minime prezentate în Tabelul 2.

Rezistența la compresie (CS) în MPa a fost calculată folosind ecuația Eq. 1.

$$CS = F/A \quad (1)$$

unde:

F este forța aplicată (N); A-aria secțiunii de contact cu pistonul de compresie; r- este raza probei cilindrice măsurată înainte de testare

Rezistența la încovoiere (MPa) a fost calculată folosind ecuația Eq. 2. Modulul de încovoiere (MPa) a fost determinat în zona elastică din panta curbei tensiune-alungire specifică

$$FS = 3F_{max}l/2bh^2 \quad (2)$$

unde: F_{max} – este forța aplicată (N), l – este distanța între suporturi (60 mm), b – este înălțimea (20 mm), h – este grosimea (20mm).

Modulul de încovoiere (MPa) a fost determinat în zona elastică din panta curbei tensiune-alungire specifică.

Exemplul 4:

Se realizează un amestec compozit (Tabelul 1) prin amestecarea de pulbere de cenusa zburatoare (80% de masă) cu fibre de canepa (20% procente de masă) cu o soluție de activator ($Na_3SiO_4/NaOH$) în raportul de masă pulbere/lichid între 1.4-3. Soluția de hidroxid de sodiu ($NaOH$) 14 M se amestecă sub agitare cu soluția de Na_3SiO_4 în raportul de masă $Na_3SiO_4/NaOH$ între 2.5:1. Soluție de silicat de sodium (Na_3SiO_4) folosită a avut un modulul între 2.5 g/cm³. Raportul de masă între SiO_2/Al_2O_3 din pulberea de cenusa zburatoare a fost de 3.16. Lungimea fibrelor de canepa a fost între 0.5-1 mm și grosimea 0.2 -0.4 mm

Probele experimentale au fost preparate prin umplerea cu pasta de compozit in matritele cu dimensiunile de mai jos:

- proba cilindrica $\Theta=10$ mm, $h=20$ mm pentru testul de compresie (**RC_{cilindru}**)
- proba cubica $10 \times 10 \times 10$ mm pentru testul de compresie (**RC_{cubic}**) si modulul de compresie_{cub} (**MC_{cubic}**)
- paralelipipedice $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ pentru testul de rezistenta la incovoiere (**RI**) si modulul de incovoiere (**MI**).

Dupa introducerea pastei de compozit probele au fost mentinute la 95°C in etuva timp de 24h. Probele au fost scoase din matrite a doua zi si testate mecanic la un aparat de incercari mecanice. Testele mecanice au pus in evidenta valori de minime prezentate in Tabelul 2.

Rezistenta la compresie (CS) in MPa a fost calculata folosind ecuatia Eq. 1.

$$CS = F/A \quad (1)$$

unde:

F este forta aplicata (N); A-aria sectiunii de contact cu pistonul de compresie; r- este raza probei cilindrice masurata inainte de testare

Rezistenta la incovoiere (MPa) a fost calculata folosind ecuatia Eq. 2. Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica

$$FS = 3F_{\max}l/2bh^2 \quad (2)$$

unde: $F_{\max}$ – este forta aplicata (N), l – este distanta intre suporturi (60 mm), b – este inaltimea (20 mm), h – este grosimea (20mm).

Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica.

Exemplul 5:

Se realizeaza un amestec compozit (Tabelul 1) prin amestecarea de pulbere de cenusa zburatoare (75% de masa) cu fibre de canepa (25% procente de masa) cu o solutie de activator ($\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$) in raportul de masa pulbere/lichid intre 1.4-3. Solutia de hidroxid de sodiu (NaOH) 14 M se amesteca sub agitare cu solutia de Na_3SiO_4 in raportul de masa $\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$ intre 2.5:1. Solutie de silicat de sodium (Na_3SiO_4) folosita a avut un modulul intre 2.5 g/cm^3 . Raportul de masa intre $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ din pulberea de cenusa zburatoare a fost de 3.16. Lungimea fibrelor de canepa a fost intre 0.5-6 mm si grosimea 0.2 -2 mm

Probele experimentale au fost preparate prin umplerea cu pasta de compozit in matritele cu dimensiunile de mai jos:

- proba cilindrica $\Theta=10$ mm, $h=20$ mm pentru testul de compresie (**RC_{cilindru}**)

- proba cubica 10x10x10 mm pentru testul de compresie (RC_{cubic}) si modulul de compresie_{cub} (MC_{cubic})
- paralelipipedice 20 mm × 20 mm × 70 mm pentru testul de rezistenta la incovoiere (RI) si modulul de incovoiere (MI).

Dupa introducerea pastei de compozit probele au fost mentinute la 95°C in etuva timp de 24h. Probele au fost scoase din matrite a doua zi si testate mecanic la un aparat de incercari mecanice. Testele mecanice au pus in evidenta valori de minime prezentate in Tabelul 2.

Rezistenta la compresie (CS) in MPa a fost calculata folosind ecuatia Eq. 1.

$$CS = F/A \quad (1)$$

unde:

F este forta aplicata (N); A-aria sectiunii de contact cu pistonul de compresie; r- este raza probei cilindrice masurata inainte de testare

Rezistenta la incovoiere (MPa) a fost calculata folosind ecuatia Eq. 2. Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica

$$FS = 3F_{max}l/2bh^2 \quad (2)$$

unde: F_{max} – este forta aplicata (N), l – este distanta intre suportii (60 mm), b – este inaltimea (20 mm), h – este grosimea (20mm).

Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica.

Exemplul 6:

Se realizeaza un amestec compozit (Tabelul 1) prin amestecarea de pulbere de cenusa zburatoare (70% de masa) cu fibre de canepa (30% procente de masa) cu o solutie de activator ($Na_3SiO_4/NaOH$) in raportul de masa pulbere/lichid intre 1.4-3. Solutia de hidroxid de sodiu ($NaOH$) 14 M se amesteca sub agitare cu solutia de Na_3SiO_4 in raportul de masa $Na_3SiO_4/NaOH$ intre 2.5:1. Solutie de silicat de sodium (Na_3SiO_4) folosita a avut un modulul intre 2.5 g/cm³. Raportul de masa intre SiO_2/Al_2O_3 din pulberea de cenusa zburatoare a fost de 3.16. Lungimea fibrelor de canepa a fost intre 0.5-6 mm si grosimea 0.2 -2 mm

Probele experimentale au fost preparate prin umplerea cu pasta de compozit in matritele cu dimensiunile de mai jos:

- proba cilindrica $\Theta=10$ mm, h=20 mm pentru testul de compresie ($RC_{cilindru}$)
- proba cubica 10x10x10 mm pentru testul de compresie (RC_{cubic}) si modulul de compresie_{cub} (MC_{cubic})
- paralelipipedice 20 mm × 20 mm × 70 mm pentru testul de rezistenta la incovoiere (RI) si modulul de incovoiere (MI).

Dupa introducerea pasteii de compozit probele au fost mentinute la 95°C in etuva timp de 24h. Probele au fost scoase din matrite a doua zi si testate mecanic la un aparat de incercari mecanice. Testele mecanice au pus in evidenta valori de minime prezentate in Tabelul 2.

Rezistenta la compresie (CS) in MPa a fost calculata folosind ecuatia Eq. 1.

$$CS = F/A \quad (1)$$

unde:

F este forta aplicata (N); A-aria sectiunii de contact cu pistonul de compresie; r- este raza probei cilindrice masurata inainte de testare

Rezistenta la incovoiere (MPa) a fost calculata folosind ecuatia Eq. 2. Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica

$$FS = 3F_{max}l/2bh^2 \quad (2)$$

unde: F_{max} – este forta aplicata (N), l – este distanta intre suporti (60 mm), b – este inaltimea (20 mm), h – este grosimea (20mm).

Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica.

Exemplul 7:

Se realizeaza un amestec compozit (Tabelul 1) prin amestecarea de pulbere de cenusa zburatoare (65% de masa) cu fibre de canepa (35% procente de masa) cu o solutie de activator ($Na_3SiO_4/NaOH$) in raportul de masa pulbere/lichid intre 1.4-3. Solutia de hidroxid de sodiu (NaOH) 14 M se amesteca sub agitare cu solutia de Na_3SiO_4 in raportul de masa $Na_3SiO_4/NaOH$ intre 2.5:1. Solutie de silicat de sodium (Na_3SiO_4) folosita a avut un modulul intre 2.5 g/cm³. Raportul de masa intre SiO_2/Al_2O_3 din pulberea de cenusa zburatoare a fost de 3.16. Lungimea fibrelor de canepa a fost intre 0.5-6 mm si grosimea 0.2 -2 mm

Probele experimentale au fost preparate prin umplerea cu pasta de compozit in matritele cu dimensiunile de mai jos:

- proba cilindrica $\Theta=10$ mm, $h=20$ mm pentru testul de compresie (**RC_{cilindru}**)
- proba cubica 10x10x10 mm pentru testul de compresie (**RC_{cubic}**) si modulul de compresie_{cub} (**MC_{cubic}**)
- paralelipipedice 20 mm × 20 mm × 70 mm pentru testul de rezistenta la incovoiere (**RI**) si modulul de incovoiere (**MI**).

Dupa introducerea pasteii de compozit probele au fost mentinute la 95°C in etuva timp de 24h. Probele au fost scoase din matrite a doua zi si testate mecanic la un aparat de

incercari mecanice. Testele mecanice au pus in evidenta valori de minime prezentate in Tabelul 2.

Rezistenta la compresie (CS) in MPa a fost calculata folosind ecuatia Eq. 1.

$$CS = F/A \quad (1)$$

unde:

F este forta aplicata (N); A-aria sectiunii de contact cu pistonul de compresie; r- este raza probei cilindrice masurata inainte de testare

Rezistenta la incovoiere (MPa) a fost calculata folosind ecuatia Eq. 2. Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica

$$FS = 3F_{\max}l/2bh^2 \quad (2)$$

unde: $F_{\max}$ – este forta aplicata (N), l – este distanta intre suporturi (60 mm), b – este inaltimea (20 mm), h – este grosimea (20mm).

Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica.

Exemplul 8:

Se realizeaza un amestec compozit (Tabelul 1) prin amestecarea de pulbere de cenusa zburatoare (60% de masa) cu fibre de canepa (40% procente de masa) cu o solutie de activator ($\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$) in raportul de masa pulbere/lichid intre 1.4-3. Solutia de hidroxid de sodiu (NaOH) 14 M se amesteca sub agitare cu solutia de Na_3SiO_4 in raportul de masa $\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$ intre 2.5:1. Solutie de silicat de sodium (Na_3SiO_4) folosita a avut un modulul intre 2.5 g/cm^3 . Raportul de masa intre $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ din pulberea de cenusa zburatoare a fost de 3.16. Lungimea fibrelor de canepa a fost intre 0.5-6 mm si grosimea 0.2 -2 mm

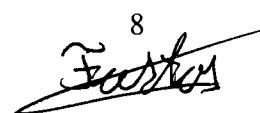
Probele experimentale au fost preparate prin umplerea cu pasta de compozit in matritele cu dimensiunile de mai jos:

- proba cilindrica $\Theta=10 \text{ mm}$, $h=20 \text{ mm}$ pentru testul de compresie (**RC_{cilindru}**)
- proba cubica $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}$ pentru testul de compresie (**RC_{cubic}**) si modulul de compresie_{cub} (**MC_{cubic}**)
- paralelipipedice $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ pentru testul de rezistenta la incovoiere (**RI**) si modulul de incovoiere (**MI**).

Dupa introducerea pastei de compozit probele au fost mentinute la 95°C in etuva timp de 24h. Probele au fost scoase din matrite a doua zi si testate mecanic la un aparat de incercari mecanice. Testele mecanice au pus in evidenta valori de minime prezentate in Tabelul 2.

Rezistenta la compresie (CS) in MPa a fost calculata folosind ecuatia Eq. 1.



8


$$CS = F/A \quad (1)$$

unde:

F este forta aplicata (N); A-aria sectiunii de contact cu pistonul de compresie; r- este raza probei cilindrice masurata inainte de testare

Rezistenta la incovoiere (MPa) a fost calculata folosind ecuatia Eq. 2. Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica

$$FS = 3F_{\max}l/2bh^2 \quad (2)$$

unde: $F_{\max}$ – este forta aplicata (N), l – este distanta intre suporturi (60 mm), b – este inaltimea (20 mm), h – este grosimea (20mm).

Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica.

Exemplul 9:

Se realizeaza un amestec compozit (Tabelul 1) prin amestecarea de pulbere de cenusa zburatoare (55% de masa) cu fibre de canepa (45% procente de masa) cu o solutie de activator ($\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$) in raportul de masa pulbere/lichid intre 1.4-3. Solutia de hidroxid de sodiu (NaOH) 14 M se amesteca sub agitare cu solutia de Na_3SiO_4 in raportul de masa $\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$ intre 2.5:1. Solutie de silicat de sodium (Na_3SiO_4) folosita a avut un modulul intre 2.5 g/cm³. Raportul de masa intre $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ din pulberea de cenusa zburatoare a fost de 3.16. Lungimea fibrelor de canepa a fost intre 0.5-6 mm si grosimea 0.2 -2 mm

Probele experimentale au fost preparate prin umplerea cu pasta de compozit in matritele cu dimensiunile de mai jos:

- proba cilindrica $\Theta=10$ mm, h=20 mm pentru testul de compresie (**RC_{cilindru}**)
- proba cubica 10x10x10 mm pentru testul de compresie (**RC_{cubic}**) si modulul de compresie_{cub} (**MC_{cubic}**)
- paralelipipedice 20 mm × 20 mm × 70 mm pentru testul de rezistenta la incovoiere (**RI**) si modulul de incovoiere (**MI**).

Dupa introducerea pastei de compozit probele au fost mentinute la 95°C in etuva timp de 24h. Probele au fost scoase din matrite a doua zi si testate mecanic la un aparat de incercari mecanice. Testele mecanice au pus in evidenta valori de minime prezentate in Tabelul 2.

Rezistenta la compresie (CS) in MPa a fost calculata folosind ecuatia Eq. 1.

$$CS = F/A \quad (1)$$

unde:

F este forta aplicata (N); A-aria sectiunii de contact cu pistonul de compresie; r- este raza probei cilindrice masurata inainte de testare

Rezistenta la incovoiere (MPa) a fost calculata folosind ecuatia Eq. 2. Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica

$$FS = 3F_{\max}l/2bh^2 \quad (2)$$

unde: $F_{\max}$ – este forta aplicata (N), l – este distanta intre suportii (60 mm), b – este inaltimea (20 mm), h – este grosimea (20mm).

Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat in zona elastica din panta curbei tensiune-alungire specifica.

Exemplul 10:

Se realizeaza un amestec compozit (Tabelul 1) prin amestecarea de pulbere de cenusa zburatoare (50% de masa) cu fibre de canepa (50% procente de masa) cu o solutie de activator ($\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$) in raportul de masa pulbere/lichid intre 1.4-3. Solutia de hidroxid de sodiu (NaOH) 14 M se amesteca sub agitare cu solutia de Na_3SiO_4 in raportul de masa $\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$ intre 2.5:1. Solutie de silicat de sodium (Na_3SiO_4) folosita a avut un modulul intre 2.5 g/cm^3 . Raportul de masa intre $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ din pulberea de cenusa zburatoare a fost de 3.16. Lungimea fibrelor de canepa a fost intre 0.5-6 mm si grosimea 0.2 -2 mm

Probele experimentale au fost preparate prin umplerea cu pasta de compozit in matritele cu dimensiunile de mai jos:

- proba cilindrica $\Theta=10$ mm, $h=20$ mm pentru testul de compresie (**RC_{cilindru}**)
- proba cubica 10x10x10 mm pentru testul de compresie (**RC_{cubic}**) si modulul de compresie_{cub} (**MC_{cubic}**)
- paralelipipedice 20 mm × 20 mm × 70 mm pentru testul de rezistenta la incovoiere (**RI**) si modulul de incovoiere (**MI**).

Dupa introducerea pastei de compozit probele au fost mentinute la 95°C in etuva timp de 24h. Probele au fost scoase din matrite a doua zi si testate mecanic la un aparat de incercari mecanice. Testele mecanice au pus in evidenta valori de minime prezentate in Tabelul 2.

Rezistenta la compresie (CS) in MPa a fost calculata folosind ecuatia Eq. 1.

$$CS = F/A \quad (1)$$

unde:

F este forta aplicata (N); A-aria sectiunii de contact cu pistonul de compresie; r- este raza probei cilindrice masurata inainte de testare

10
Fustos

Rezistentă la incovoiere (MPa) a fost calculată folosind ecuația Eq. 2. Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat în zona elastică din panta curbei tensiune-alungire specifică

$$FS = 3F_{\max}l/2bh^2 \quad (2)$$

unde: $F_{\max}$ – este forța aplicată (N), l – este distanța între suporti (60 mm), b – este înălțimea (20 mm), h – este grosimea (20mm).

Modulul de incovoiere (MPa) a fost determinat în zona elastică din panta curbei tensiune-alungire specifică.

Tabelul 1. Compoziția materialelor testate.

Nr.	Cod cenusa/fibre de canepa	Cenusa (wt. %)	Fibre de canepa (wt. %)
1	Cen95/Fibre canepa5	95	5
2	Cen90/Fibre canepa10	90	10
3	Cen85/Fibre canepa15	85	15
4	Cen80/Fibre canepa20	80	20
5	Cen75/Fibre canepa25	75	25
6	Cen70/Fibre canepa30	70	30
7	Cen65/Fibre canepa35	65	35
8	Cen60/Fibre canepa40	60	40
9	Cen55/Fibre canepa45	55	45
10	Cen50/Fibre canepa50	50	50

Nota: Cod **Cen**: cenusa zburătoare,

Tabelul 2. Valori minime ale proprietăților mecanice.

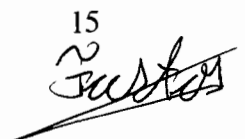
Nr.	Cod cenusa/fibre de canepa	RC _{cilindru} (MPa)	RI (Mpa)	MI (MPa)	RC _{cubic} (MPa)	MC _{cubic} (MPa)
1	Fly95/Hemp fiber5	<17	<5	<430	<19	<331
2	Fly90/Hemp fiber10	<14	<6	<503	<17	<345
3	Fly85/Hemp fiber15	<13	<6	<388	<10	<226
4	Fly80/Hemp fiber20	<8	<7	<373	<14	<324
5	Fly75/Hemp fiber25	<9	<9	<501	<12	<269
6	Fly70/Hemp fiber30	<9	<9	<508	<13	<263
7	Fly65/Hemp fiber35	<13	<7	<272	<5	<35
8	Fly60/Hemp fiber40	<7	<6	<215	<7	<55
9	Fly55/Hemp fiber45	<6	<3	<38	<8	<57
10	Fly50/Hemp fiber50	<6	<2	<39	<9	<56

11
Tustor

Bibliografie:

1. Sumesh M. *et al.* Incorporation of nano-materials in cement composite and geopolymer based paste and mortar – a review. *Constr. Build. Mater.* 2017 148, 62–84.
2. Turner LK, Collins FG. Carbon dioxide equivalent (CO₂-e) emissions: a comparison between geopolymer and OPC cement concrete. *Constr. Build. Mater.* 2013 43, 125–130.
3. Pilehvar, S, *et al.* Mechanical properties and microscale changes of geopolymer concrete and Portland cement concrete containing micro-encapsulated phase change materials. *Cem. Concr. Res.* 2017 100, 341–349.
4. Pilehvar S, *et al.* Physical and mechanical properties of fly ash and slag geopolymer concrete containing different types of micro-encapsulated phase change materials. *Constr. Build. Mater.* 2018 173, 28–39.
5. Kong DLY, Sanjayan JG. Effect of elevated temperatures on geopolymer paste, mortar and concrete. *Cem. Concr. Res.* 2010 40 (2), 334–339
6. Sarker PK, *et al.* Effect of fire exposure on cracking, spalling and residual strength of fly ash geopolymer concrete. *Mater. Des.* 2014 63, 584–592.
7. Bakharev T. Resistance of geopolymer materials to acid attack. *Cem. Concr. Res.* 2005 35 (4), 658–670.
8. Olivia M, Nikraz H. Properties of fly ash geopolymer concrete designed by Taguchi method. *Mater. Des.* 2012 36, 191–198.



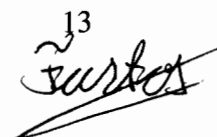
15


Revendicare

1. Procedeul de obtinere a unor compozite pe baza de cenusa zburatoare si fibre de canepa tocate cu aplicabilitate in domeniul materialelor de constructie. Procedeul consta in realizarea unui amestec de cenusa zburatoare cu fibre de canepa tocate urmata de amestecarea cu o solutie de activator ($\text{Na}_3\text{SiO}_4/\text{NaOH}$) si mentinerea compozitului la temperatura de 95°C in etuva timp de 24h. Compozitele pe baza de cenusa zburatoare si fibre de canepa tocate (5-50% procente de masa) au prezentat valori minime ale rezistentei la compresie pentru probe cilindrice $<6-17 \text{ MPa}$; rezistentei la incovoiere $< 2-9 \text{ MPa}$; modulul la incovoiere $<38-508 \text{ MPa}$; rezistentei la compresie a probei cubice $<5-19 \text{ MPa}$; modulul la incovoiere probe cubice $<35-345 \text{ MPa}$.

Compozitele pe baza de cenusa zburatoare de termocentrală contribuie la reducerea emisiilor de CO_2 si la solicitarile globale privind reducerea emisiile de CO_2 . Utilizarea cenusei zburatoare va contribui la ecologizarea mediului in jurul termocentralelor si reducerea acestor depozite de cenusa zburatoare in prezent fara aplicatii concrete.



13


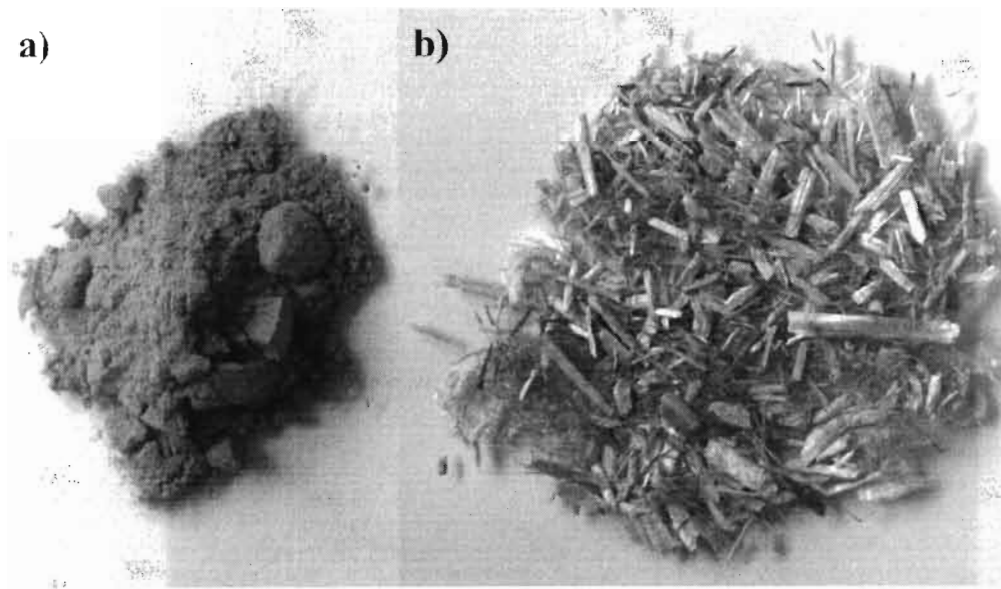


Figura 1. a) pulbere de cenusa zburatoare and b) fibre de canepa



12
