

### Etapa.3. “Testarea și validarea în condiții de laborator a modelului demonstrativ de compozit cimentoid antibacterian și antifungic cu aplicații în construcții”

Termen: 20.06.2024

#### REZUMAT

În urma testelor preliminare, efectuate în etapa anterioară, pentru verificarea proprietăților antibacteriene și antifungice pe probele de nanoparticule de ZnO nedopat și ZnO dopat cu ioni metalici ( $Mn^{2+}$ ,  $Ag^+$ ), au fost selectate trei tipuri de probe de nanoparticule ca agenți antibacterieni și antifungici în scopul realizării modelului demonstrativ de compozit cimentoid: proba de ZnO nedopat (codificată PIV-1); proba de ZnO dopat cu 3% procente masice de ioni  $Mn^{2+}$  (codificată PV-1) și proba de ZnO dopat cu 0,5% procente masice de ioni  $Ag^+$  (codificată PX). Pentru realizarea modelelor demonstrative de mortare compozite antibacteriene și antifungice a fost selectată următoarea compoziție ca fiind optimă: raport liant : agregat de 1 : 4; raport apă : ciment de 0,5 și nanopulberi antibacteriene și antifungice în proporție de 3, 5 și 7% raportată la masa de ciment. Cimentul folosit pentru realizarea modelelor demonstrative de compozite cimentoide a fost un ciment de tip CEM I, conform SR EN 197-1 obținut prin măcinarea în moara cu bile a componentelor (clinker și gips), în două etape de măcinare până la o finețe asociată cu suprafața specifică Blaine de cca 4200  $cm^2/g$ . Din punct de vedere al caracteristicilor fizico-mecanice cimentul obținut s-a încadrat în clasa de rezistență - 52,2R. Mortarul de încercat s-a realizat conform SREN 1015-2. Confecționarea epruvetelor de testat s-a realizat conform SREN 1015-11.

Testarea și evaluarea proprietăților antibacteriene pe modelele demonstrative de compozite cimentoide a fost realizată printr-o metodă calitativă, folosind o versiune adaptată a metodei de difuzie a discului Kirby Bauer prin expunere la două tulpini bacteriene, o tulpină gram pozitive *S. aureus* și una gram negativă *E.coli*. Toate probele au determinat efect antibacterian caracterizat prin absența dezvoltării tulpinilor bacteriene pe zonele expuse și prin prezența zonei de inhibiție. Comportamentul la acțiunea celor două tulpini bacteriene a fost diferit, astfel că modelele de compozite cimentoide cu conținut de nanoparticule de ZnO nedopat au prezentat o eficiență mai crescută la tulpina bacteriană *S. aureus*, în timp ce modelele demonstrative cu conținut de nanoparticule de ZnO dopat cu ioni de  $Ag^+$  a prezentat o eficiență ușor crescută la expunerea cu *E.coli*.

Testarea proprietăților antifungice ale modelelor demonstrative de compozite cimentoide s-a realizat prin expunere la un amestec de spori fungici (*Aspergillus brasiliensis* – ATCC 9642, *Penicillium funiculosum* – ATCC 11797, *Chaetomium globosum* – ATCC 6205, *Trichoderma virens* – ATCC 9645 și *Aureobasidium pullulans* ATCC 15233). Toate modele experimentale de compozite cimentoide au prezentat proprietăți antifungice, la sfârșitul experimentului de 28 de zile, suprafața probelor a rămas necoperită cu fungi 100%. Modelele demonstrative de compozite cimentoide cu conținut de nanoparticule ZnO dopat cu ioni  $Ag^+$  au prezentat cea mai bună eficiență antifungică, acestea au prezentat cea mai mare valoare a diametrului zonei de inhibiție.

Testarea și evaluarea proprietăților fizico-mecanice ale modelelor demonstrative de compozite cimentoide s-a realizat urmărind influența nanopulberilor antibacteriene și antifungice asupra caracteristicilor fizice (durata de lucrabilitate, densitatea aparentă a mortarului întărit) și proprietățile mecanice (rezistențe mecanice la compresiune la termenul de 7, 28 zile și 56 zile). Durata de lucrabilitate a fost mai mare în cazul mortarului compozit cu adaos de nanopulberi față de cea a probei de mortar etalon, nanopulberile acționând ca un fluidifiant asupra mortarului. Densitatea aparentă a mortarului compozit pentru tencuială a fost ușor mai mare decât cea a etalonului, prezența nanopulberilor determinând o ușoară densificare a mortarului. Valorile densităților aparente au crescut în seria ZnO <math>\varnothing</math> ZnO dopat cu Ag <math>\varnothing</math> ZnO dopat cu Mn, în timp ce pentru durata de lucrabilitate seria de creștere a fost ZnO dopat cu Ag <math>\varnothing</math> ZnO dopat cu Mn <math>\varnothing</math> ZnO. Prezența nanopulberilor în compoziția de mortar a dus la o scădere a valorilor rezistențelor mecanice la compresiune în seria ZnO dopat cu Ag <math>\varnothing</math> ZnO dopat cu Mn <math>\varnothing</math> ZnO. Toate mortarele cu nanopulberi au fost încadrate, conform SR EN 998-1, în aceeași clasă de rezistență cu mortarul etalon (CS IV). Repetabilitatea și reproductibilitatea rezultatelor a condus la validarea în condiții de laborator a modelului demonstrativ și a permis elaborarea documentației tehnice pentru modelul demonstrativ de compozit cimentoid antibacterian și antifungic cu aplicații în construcții

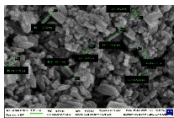
#### Diseminarea Rezultatelor:

- 1 articol publicat în revista cotate ISI (JOAM): T. Mălăeru, C. Morari, N.-O. Nicula, B.-G. Sbârcea, V. Marinescu, A. Cucuș, A. Moanță, G. Georgescu, C. A. Banciu, “*Synthesis, characterization, antibacterial and antifungal properties of ZnO and Ag doped ZnO nanoparticles*”, JOAM vol.26, no. 1-2, (2024), pp. 64-73.
- 1 Cerere Brevet de Invenție înregistrată la OSIM cu nr. A100108/15.03.2024 cu titlul: Procedeu de obținere a compozitului cimentoid antibacterian și antifungic, autori: Mălăeru Teodora, Moanță Adriana, Nicula Oana Nicoleta, Pătroi Delia, Morari Cristian, Georgescu Gabriela

- Masa rotundă cu tema “Compozite cimentoide antibacteriene și antifungice și perspective de implementare în producție”

\*  
\*   \*   \*

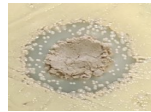
În cadrul proiectului de cercetare au fost obținute modele experimentale optimizate de nanoparticule de ZnO pur și ZnO dopat cu ioni metalici ( $Mn^{2+}$ ,  $Ag^+$ ) printr-o metodă sol-gel modificată în prezență de surfactant anionic (dioctilsulfosuccinat de sodiu) și agent de gelifiere (Xyllitol), la temperatură joasă. Acestea au prezentat proprietăți antibacteriene și antifungice, ceea ce a permis utilizarea lor ca agenți antibacterieni și antifungici în compozitele cimentoide.



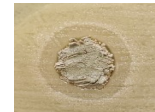
Imaginea SEM a  $NP_s$  de ZnO



$NP_s$  ZnO dopat cu ( $Mn^{2+}$ ,  $Ag^+$ )



Efectul antibacterian la *S.aureus*

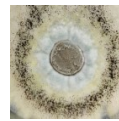


Efectul antibacterian la *E.coli*

Compozitele cimentoide cu conținut de agenți antibacterieni și antifungici testate din punct de vedere al influenței conținutului de nanoparticule de ZnO asupra proprietăților fizico-mecanice și corelate cu proprietățile antibacteriene și antifungice au permis validarea modelului demonstrativ (mortar de tencuială) pentru aplicații în construcții.



Epruvetă compozit cimentoid (mortar de tencuială întărit) pentru testări fizico-mecanice



Efectul antifungic