

Etapa 2 „ Proiectarea, realizarea și optimizarea compozitului cimentoid antibacterian și antifungic pentru aplicații în construcții”

Termen 15.12.2023

REZUMAT

În scopul optimizării proprietăților structurale, morfologice, dimensionale care să le confere nanopulberilor de ZnO proprietăți antibacteriene și antifungice optime pentru proiectarea compozitului cimentoid antibacterian și antifungic au fost realizate experimentări privind modificarea următorilor parametri tehnologici: agent de gelifier, pH-ul mediului de reacție, timp de reacție, temperatura de reacție, concentrația ion dopant. Probele sintetizate în urma optimizării parametrilor de reacție au fost caracterizate din punct de vedere structural (DRX), morfologic și dimensional (SEM). Difractogramele de raze X au arătat că toate probele sunt bine cristalizate cu formarea unei faze pure hexagonale de wurtzită fără alte picuri suplimentare de impurități. Imaginile SEM au arătat formarea de particule cu morfologie asemănătoare doturilor pentru toate probele sintetizate. Probele de ZnO (PIV-1), ZnO dopat cu 3% Mn (PV-1), ZnO dopat cu 0.5% Ag (PX) și respectiv cu 0.7% Ag (PXI) au fost testate din punct de vedere antibacterian și antifungic în același mod ca în cazul A.2.1. Toate probele au prezentat eficiență antibacteriană la ambele tulpini, prezentând și o zonă de inhibiție. Comportamentul probelor a fost diferit arătând o eficiență antibacteriană mai ridicată împotriva tulpinii *S. Aureus*. Proba PV-1 a prezentat o eficiență ușor mai crescută decât proba PIV-1 împotriva ambelor tulpini bacteriene. Proba PX (ZnO dopat cu 0,5% Ag) a prezentat o eficiență ușor mai crescută împotriva ambelor tulpini bacteriene comparativ cu PXI (ZnO dopat cu 0,7% Ag). În ceea ce privește efectul antifungic nici una din probe nu a fost acoperită mai mult de 10% din suprafață după un timp de expunere de 7 – 28 zile. Proba PIV-1 și PV-1 au arătat o rezistență la acțiunea fungilor, prezentând o ușoară zonă de inhibiție, dar după expunerea de 28 zile au fost acoperite în proporție de 10% în suprafață. Probele PX și PXI au prezentat rezistență crescută la acțiunea fungilor prezentând o zonă de inhibiție de 2cm în cazul lui PX și de 1,5 cm pentru PXI. Eficiența antifungică s-a păstrat până la 28 de zile de expunere.

Au fost realizate trei loturi experimentale de pulberi (PIV-1, PV-1 și PX), câte 400 g din fiecare, care au fost transmise partenerului industrial P1 în vederea realizării de compozite cementoide cu proprietăți antibacteriene și antifungice.

Pentru realizarea compozitelor cementoide a fost utilizat un ciment tip CEM I obținut prin măcinarea componentelor (clinker și gips) în etapa anterioară. Cimentul a fost caracterizat din punct de vedere fizico-mecanic conform SR EN 196-3 (apă de consistență, timp de priză, stabilitate, rezistențe mecanice la încovoiere și compresiune la 2 și 28 zile). Din punct de vedere al rezistențelor dezvoltate cimentul se încadrează în clasa de rezistență -52,5R. La realizarea rețetelor de mortar compozit antibacterian și antifungic au fost utilizate două raporte liant : agregat (1 : 2,5 respectiv 1 : 4) pentru același raport apă : ciment = 0,5. Proporția de nanopulberi antibacteriene și antifungice a fost de 3, 5 și 7%. Rețetele de compozite cementoide antibacteriene și antifungice au fost caracterizate pentru a arăta influența nanopulberilor de ZnO asupra caracteristicilor fizice (durata de lucrabilitate, densitatea aparentă a mortarului întărit), chimice (conținut de cloruri) și mecanic (rezistențe mecanice la compresiune la termenul de 7 și 28). Analiza comparativă s-a realizat față de rezultatele obținute în cazul mortarului etalon – E (fara nanopulberi). Durata de lucrabilitate este mai mare în cazul mortarului compozit cu adaos de nanopulberi față de cele etalon nanopulberile acționează ca un fluidifiant asupra mortarului. Densitatea aparentă a mortarului compozit pentru tencuială este ușor mai mare decât a etalonului pentru ambele rapoarte liant : agregat. Prezența nanopulberilor determină o ușoară densificare a mortarului. În vederea caracterizării mortarului întărit s-a determinat rezistența mecanică la compresiune la două termene de întărire și anume: 7 zile, 28 zile. Rezistențele mecanice dezvoltate la cele două termene scad cu creșterea proporției de nanopulberi. După cum era de așteptat, cele mai bune valori ale rezistențelor mecanice s-au obținut în cazul mortarelor cu raport liant : agregat 1 : 2,5. Conform SR EN 998-1, toate mortarele realizate se încadrează în categoria CS IV. Prezența nanopulberilor în rețeta mortarelor determină o ușoară reducere a rezistențelor mecanice la toate termenele de întărire comparativ cu mortarul etalon. Creșterea proporției de nanopulbere determină scăderi ale valorilor rezistențelor. Cu toate acestea, toate mortarele cu nanopulberi s-au încadrat, conform SR EN 998-1, în aceeași clasă de rezistență cu mortarul etalon (CS IV).

Diseminarea rezultatelor:

- Transmiterea spre publicare în revista cotate ISI (JOAM) a unui articol cu titlul: “Synthesis, characterization, antibacterial and antifungal properties of ZnO and Ag doped ZnO nanoparticles”, autori T. Mălăeru, C. Morari, N.-O. Nicula, B.-G. Sbarcea, V. Marinescu, A. Cucuș, A. Moanță, G. Georgescu, C. Banciu
- Participarea și comunicarea (2 lucrări postăr) la 2 Conferințe:
 - [1] T. Mălăeru, C. Morari, N.-O. Nicula, G. Georgescu, B.-G. Sbarcea, V. E. Marinescu, *The Influence of Synthesis Parameters on the Structural, Morphological and Antibacterial Properties of ZnO and ZnO doped with Ag*, 21st International Balkan Workshop on Applied Physics and Materials Science, 11 - 15 iulie 2023, Constanța, România.
 - [2] A. Moanță, T. Mălăeru, N.-O. Nicula, I. Petre, *New Multifunctional Cementitious Composites for Protection Against Bio-Pathogens*, The International Symposium “Priorities of Chemistry for a Sustainable Development “PRIOCHEM-XIX Edition, 11-13 October 2023, ICECHIM Bucharest, România.