

**UNIVERSITATEA „1 DECEMBRIE 1918” DIN ALBA IULIA
FACULTATEA DE INFORMATICĂ ȘI INGINERIE
DEPARTMENTUL DE CADASTRU, INGINERIE CIVILĂ ȘI
INGINERIA MEDIULUI**

REZUMAT

TEZA DE ABILITARE

**Contribuții la prevenirea coroziunii și remedierea
deșeurilor folosind compuși și materiale durabile cu
impact redus asupra mediului**

Conf. Dr. Simona Camelia VARVARA

2024

Teza de abilitare cu titlul „*Contribuții la prevenirea coroziunii și remedierea deșeurilor folosind compuși și materiale durabile cu impact redus asupra mediului*” prezintă sintetic principale realizări profesionale, științifice și academice obținute de candidată în perioada ulterioară susținerii tezei de doctorat (2003).

În teză sunt abordate două direcții majore de cercetare. Prima vizează reducerea impactului coroziunii materialelor metalice asupra mediului, prin utilizarea unor metode de protecție anticorozivă sustenabile, bazate pe inhibitori netoxici și acoperiri cu proprietăți îmbunătățite. Cea de-a doua direcție abordează aspecte legate de tratarea unor deșeuri, prin studierea posibilităților de îndepărtare a unor metale din drenajul minier acid, cu ajutorul unor materiale (inclusiv deșeuri) ieftine, accesibile și ecologice, respectiv prin investigarea cineticii și mecanismelor proceselor de dizolvare, în medii de leșiere selectate, a metalelor de bază prezente uzual în deșeurile de plăci de circuite imprimate. Cercetările efectuate se încadrează în domeniul ingineria mediului.

Primul capitol al tezei de abilitare descrie sintetic activitate profesională, academică și principalele rezultate științifice originale ale candidatei. Cercetările efectuate după obținerea diplomei de doctor au fost valorificate prin publicarea unui număr de 54 lucrări în reviste de specialitate indexate ISI, și au fost prezentate în cadrul a 38 comunicări la manifestări științifice internaționale și naționale. Candidata a coordonat 6 proiecte de cercetare, câștigate prin competiție (în calitate de director sau responsabil științific de proiect) și a făcut parte din echipa a 4 granturi de cercetare naționale și a unui proiect internațional.

Coroziunea materialelor metalice este un fenomen natural, cu multiple implicații tehnologice și economice, care afectează aproape fiecare aspect al societății moderne: mediul înconjurător, siguranța și sănătatea populației, integritatea patrimoniului cultural, conservarea resurselor metalice etc.

Creșterea alarmantă a poluării mediului înregistrată în ultimele decenii la nivel global contribuie semnificativ la accelerarea acest fenomen, iar impactul coroziunii asupra mediului se extinde dincolo de deteriorarea infrastructurilor, cuprinzând contaminarea solului și a apei, poluarea aerului, distrugerea habitatelor, a florei naturale, unice și degradarea calității apelor marine.

Pierderile economice globale datorate coroziunii au fost estimate la 2,5 trilioane de dolari, ceea ce reprezintă cca 3,5% din PIB-ul mondial. Prin aplicarea tehnicilor disponibile de control a coroziunii, costurile totale pot fi reduse substanțial (cu 15% până la 35%).

Utilizarea inhibitorilor de coroziune și a acoperirilor protectoare sunt printre cele mai eficiente și economice strategii de prevenție și control a coroziunii. Însă, mulți dintre compuși anorganici sau organici utilizați pe scară largă pentru protecția anticorozivă a materialelor metalice prezintă toxicitate dovedită și au impact negativ asupra mediului.

În ultimele decenii, din considerente legate de necesitatea protejării mediului, odată cu apariția restricțiilor impuse de reglementările europene privind înregistrarea, evaluarea, autorizarea și restricționarea chimicalelor (regulamentul REACH, CE1907/2006), paradigma care ghidează selecția și aplicarea inhibitorilor și acoperirilor anticorozive s-a modificat, prin aducerea în prim plan a aspectelor ecologice legate de utilizarea acestora.

În acest context, o parte substanțială a cercetărilor efectuate și prezentate în capitolul 1 al tezei de abilitare au fost orientate spre investigarea mai multor categorii de compuși/produse netoxice – **produse naturale de origine apicolă și vegetală** (*propolis și extract de castane sălbatice*), **aminoacizi** (*alanină, cisteină, arginină, acid glutamic, triptofan, metionină*), **medicamente** (*antibiotice, dopexin, Tantum Rosa*), **compuși organici de sinteză fără impact raportat asupra mediului** (*derivați de tiadiazol, fenotiazină și oxadiazol*) – pentru prevenirea și controlul coroziunii cuprului, bronzului și oțelului carbon. Teste electrochimice și analize de suprafață au fost realizate în mai multe medii corozive, respectiv soluție salină (3.5% NaCl) în cazul cuprului, soluții care simulează ploii acide/urbane în cazul bronzurilor, respectiv soluție de HCl 1M, în cazul oțelului carbon. Rezultatele obținute au indicat că proprietățile inhibitoare ale compușilor studiați depind de structura lor moleculară și concentrația în mediul coroziv, de tipul și pH-ul electrolitului, natura materialului investigat, timpul de imersie și temperatura mediului coroziv.

Deși toți compușii propuși au manifestat efecte anticorozive asupra materialelor metalice testate, unii dintre aceștia (*propolis, extract de castane, cisteină, Tantum Rosa, compușii organici de sinteză*) au demonstrat eficiențe superioare (90-99%) în controlul coroziunii, prin capacitatea de adsorbție rapidă pe suprafața metalului și formarea unor filme rezistente și stabile în timp.

O atenție specială a fost acordată și studierii efectelor ploilor acide asupra coroziunii bronzurilor, inclusiv a celor acoperite cu patina artificială. A fost propusă o metodologie de urmat în investigațiile care vizează dezvoltarea unor noi tratamente destinate conservării bronzurilor de patrimoniu. Unii dintre derivații de tiadiazol testați au permis stabilizarea patinei și protejarea substratului de bronz, expus în soluții care simulează ploii acide urbane. Au fost propuse noi acoperiri pe bază de lac de nitroceluloză cu derivați de tiadiazol încorporați, care și-au dovedit eficiența în condiții de expunere intermitentă la ploii urbane simulate și care respectă deontologia conservării-restaurării obiectelor de patrimoniu.

Nu în ultimul rând, în aceeași direcție de cercetare care vizează reducerea impactului coroziunii asupra mediului, au fost elaborate și caracterizate o serie de acoperiri protectoare, obținute pe substraturi din oțel și oțel galvanizat, prin codepunerea electrochimică a metalelor cu particule nanometrice ($Zn-TiO_2$, $Cu-SiO_2$ și $Cu-Al_2O_3$), respectiv prin metoda sol-gel (dip-coating). Filmele metalice compozite și straturile subțiri de dioxid de siliciu depuse au îmbunătățit semnificativ rezistența la coroziune a materialelor din oțel expuse în soluții acide (pH=3) și slab acide (pH=5), contribuind astfel la diminuarea efectelor coroziunii asupra mediului.

În capitolul 2 au fost abordate două aspecte legate de problematica tratării unor deșeuri.

Este cunoscut că minele abandonate sunt depozitarele unor cantități mari de deșeuri cu conținut ridicat de metale care, prin drenaj, sub influența apelor de precipitații sunt preluate și introduse în circuitul acvatic, cu efecte nedorite, uneori catastrofale, asupra ecosistemelor.

Prin cercetările efectuate s-a urmărit studierea, la scară de laborator, a posibilităților de valorificare a unor materiale naturale (deșeuri de solzi de pește - crap din familia *Cyprinidae* și zeolit provenit de la Rupea, Brașov) și sintetice (hidroxiapatită) în scopul îndepărtării ionilor de fier, zinc și mangan din drenaje acide miniere, generate la minele abandonate din Munții Apuseni. Experimentele realizate în tehnica batch au permis studierea efectelor dozelor și granulația

materialului, a timpului de contact sau a pH-ului asupra eficienței de îndepărtare a ionilor metalici. Rezultatele au indicat că materialele propuse facilitează epurarea drenajului acid minier, dintr-o perspectivă durabilă, deoarece sunt accesibile, ieftine și ecologice.

În același capitol sunt descrise rezultatele cercetărilor efectuate pentru studierea comportamentului electrochimic al metalelor de bază (Cu, Zn, Sn, Pb, Fe) prezente în deșeurile de plăci de circuite imprimate și expuse la medii de leșiere selectate. Rezultatele obținute au permis determinarea parametrilor cinetici și mecanismului coroziunii metalelor, precum și identificarea mediului de leșiere care asigură o viteză de dizolvare maximă, în condițiile investigate. Această cercetare a fost realizată în cadrul proiectului „Tehnologii inovatoare pentru recuperarea avansată a materialelor din deșeurile de echipamente informatice și de telecomunicații” (84PCCDI/2018).

În partea a doua a tezei de abilitare este prezentat pe scurt planul de dezvoltare al carierei academice.

Referințele bibliografice sunt incluse în partea a treia a tezei de abilitare.