

Rezumat al tezei de abilitare
PROGRESE ÎN ACOPERIRI ANTI-COROZIVE ECOLOGICE
(ADVANCES IN ECO-FRIENDLY ANTI-CORROSION COATINGS)

Conf. Dr. Szabó Gabriella Stefánia

Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca

Facultatea de Chimie și Inginerie Chimică

Această teză de abilitare prezintă progresele în domeniul acoperirilor ecologice anti-corozive, oferind o sinteză a contribuțiilor autorului la dezvoltarea unor soluții sustenabile pentru protecția suprafețelor metalice. Necesitatea urgentă de a înlocui acoperirile tradiționale pe bază de crom hexavalent, extrem de toxice și carcinogene, a motivat această cercetare axată pe sisteme inovatoare cu impact ambiental redus.

Scopul principal a fost dezvoltarea, caracterizarea și optimizarea unor acoperiri nano-structurate avansate derivate din sisteme sol-gel de silice și titanie, compozite pe bază de rășini epoxidice și formulări pe bază de biopolimeri, toate având în comun sustenabilitatea și performanța superioară.

Obiectivele specifice au cuprins sinteza și modificarea acoperirilor sol-gel, studiul influenței temperaturii de condiționare și a mesoporozității, încorporarea inhibitorilor de coroziune și a nanoparticulelor, precum și dezvoltarea de acoperiri hibride epoxidice și biopolimerice.

Abordarea metodologică a fost una complexă și multidisciplinară, bazându-se pe tehnici sol-gel pentru sinteza acoperirilor anorganice și depunere prin tehnica dip-coating.

Materialele rezultate au fost caracterizate exhaustiv prin tehnici morfologice și structurale, iar performanța anti-corozivă a fost evaluată prin metode electrochimice avansate, cum ar fi spectroscopia de impedanță electrochimică și polarizarea potențiodinamică, completate cu teste de aderență.

Lucrarea este structurată în patru capitole principale, începând cu o introducere care stabilește contextul științific al coroziunii și al dezvoltării de tehnologii alternative, urmată de o prezentare generală a organizării tezei. Capitolul 2 este dedicat acoperirilor sol-gel, subdivizat în acoperiri de silice și titania. Pentru silice, sunt investigate aspecte precum prepararea, influența tratamentului termic, dezvoltarea de structuri mezoporoase, încorporarea inhibitorilor de coroziune, adăugarea de nanoparticule. În cazul titaniei, sunt explorate acoperiri mezoporoase și modificări ale acestora pe substraturi de titan, cu aplicații biomedicale. Capitolul 3 se axează pe acoperiri pe bază de rășini epoxidice, examinând atât doparea cu nanoparticule de silice modificate, cât și cu oxid de grafen

funcționalizat, cu accent pe îmbunătățirea proprietăților de barieră și mecanice. Capitolul 4 introduce acoperiri pe bază de biopolimeri, precum chitosanul modificat chimic și un sistem compus din chitosan și rășină epoxy pentru acoperiri temporare, evaluându-se biodegradabilitatea, aderența și capacitățile de protecție. Teza se încheie cu un capitol dedicat planurilor viitoare de cercetare și cu referințele bibliografice.

Cercetările au condus la rezultate semnificative, demonstrând că proprietățile acoperirilor pot fi modulate strategic pentru a îndeplini cerințe specifice. Pentru acoperirile sol-gel de silice, s-a stabilit că tratamentul termic și parametrii de depunere influențează critic compactitatea și grosimea, iar încorporarea inhibitorilor, precum acidul fitic, oferă protecție activă prin mecanisme de tip mixt. În cazul acoperirilor de titanie, modificarea cu eugenol a condus la o rezistență electrochimică remarcabilă, iar includerea argintului a conferit proprietăți antibacteriene puternice, cu o eficiență mai durabilă pentru sistemele impregnate decât pentru cele dopate.

Investigarea acoperirilor hibride epoxidice a relevat că nanoparticulele funcționalitate îmbunătățesc substanțial performanța. Introducerea oxidului de grafen modificat cu APTES a oferit cea mai bună aderență datorită formării de legături covalente Si-O-metal, combinând excelent rezistență la coroziune cu activitate fotocatalitică. Comparativ, sistemul cu oxid de grafen modificat cu PAMAM a oferit o rezistență inițială superioară, dar cu o stabilitate mai scăzută la expunere. De asemenea, acoperirile pe bază de biopolimeri, în special sistemul bicomponent chitosan-epoxy, s-au dovedit a fi soluții eficiente și biodegradabile. Acest sistem a crescut impedanța substratului de zinc cu trei ordine de mărime, a îmbunătățit aderența și a oferit protecție temporară, putând fi îndepărtat controlat cu ajutorul unui acid blând fără a deteriora substratul.

Discuția rezultatelor subliniază că succesul acestor sisteme rezidă în structura și funcționalizarea chimică, care asigură o bună dispersie a nanoparticulelor și îmbunătățește proprietățile mecanice a acoperirilor. Corelațiile între datele electrochimice, morfologice și de aderență validează atât metodele de testare, cât și abordările de design al materialelor.

În concluzie, teza demonstrează că protecția ecologică eficientă este fezabilă prin sisteme multifuncționale care pot înlocui tehnologiile convenționale toxice. Aportul principal constă atât în înțelegerea fundamentală a relațiilor obținere-structură-proprietate, cât și în dezvoltarea unor protocoale și rețete practice pentru acoperiri de înaltă performanță, relevante atât pentru aplicații industriale, cât și biomedicale.

Pe baza acestor realizări, direcțiile viitoare de cercetare sunt orientate către dezvoltarea în continuare de acoperiri avansate, inteligente și sustenabile. Acestea includ acoperiri cu autocurățire (self-cleaning) capabile să repare autonom defectele (self-healing), acoperiri care să detecteze și să raporteze (self-reporting) în timp real inițierea coroziunii și acoperiri temporare cu degradare controlată. De asemenea, un obiectiv important este adaptarea acestor tehnologii pentru protecția componentelor electronice,

prin crearea de acoperiri din chitosan modificat, hidrofobe și durabile, care să extindă durata de viață a dispozitivelor electronice în medii agresive. Cercetările viitoare vor exploata și conceptul de nanocontainere pentru eliberare controlată a inhibitorilor sau a indicatorilor de pH.

Aceste eforturi vor fi susținute și prin colaborarea în continuare cu Centrul de Chimie Coloidală de la Universitatea Tehnică din Budapesta, consolidând astfel dezvoltarea de soluții inovatoare și durabile în domeniul protecției suprafețelor.

