



Universitatea
Transilvania
din Brașov

TEZĂ DE ABILITARE

REZUMAT

Titlu: Materiale polimerice funcționale obținute cu lichide ionice cu rol de auxiliari și aditivi

Domeniul: Ingineria Materialelor

Autor: Conf. Dr. Chim. Cătălin Croitoru

Universitatea Transilvania din Brașov

BRAȘOV, 2021

Rezumat

Teza de abilitare intitulată *Materiale polimerice funcționale obținute cu lichide ionice cu rol de auxiliari și aditivi* prezintă rezultatele cercetărilor proprii, realizate după obținerea titlului de doctor în ingineria materialelor în anul 2010. Aceste rezultate se referă la obținerea, prelucrarea și aditivarea diferitelor materiale polimerice sintetice și naturale cu lichide ionice. Lichidele ionice reprezintă o clasă de compuși organici cu tensiune de vapori practic nulă (însemnând volatilitate scăzută), prezentând o aplicabilitate extinsă în diferite domenii, precum ingineria materialelor, energie, electrochimie, sau sinteza de materiale.

Informația prezentată în cadrul tezei de abilitare prezintă aplicabilitatea diferitelor lichide ionice ca agenți antistatici, stabilizatori împotriva radiațiilor UV și ionizante, agenți de curățare și de restaurare, solvenți sau agenți de transport în conjuncție cu diferite tipuri de materiale polimerice. Aplicabilitatea acestor compuși poate fi extinsă și în obținerea materialelor compozite cu matrice polimerică, a materialelor cu capacitate de adsorbție și stocare pentru hidrogen, precum și în cazul obținerii gelurilor polimerice cu capacitate de adsorbție ridicată pentru ioni metale grele și pentru coloranți organici. Ceea ce definește acești compuși este versatilitatea ridicată a acestora. Prin sinteză se pot obține lichide ionice cu diferite valori ale caracterului acido-bazic (Lewis), cu diferite stabilități termice, proprietăți electrochimice sau hidrofile.

Rezultatele cercetărilor multidisciplinare sunt structurate în secțiunea B2 a acestei teze de abilitare în patru capitole: 1. *Aplicabilitatea lichidelor ionice în ingineria materialelor polimerice*; 2. *Lichidele ionice ca aditivi și auxiliari pentru materialele polimerice*; 3. *Materiale compozite cu matrice polimerică prin intermediul lichidelor ionice* și 4. *Geluri polimerice prin intermediul lichidelor ionice*. În încheierea tezei de abilitare sunt prezentate de asemenea elemente privind *Planurile de Evoluție și dezvoltare a carierei academice* (secțiunea B3).

Capitolul întâi prezintă elemente introductive referitoare la tipurile de lichide ionice, la importanța lor pentru domeniul ingineriei materialelor polimerice, precum și a avantajelor și limitărilor pe care le prezintă. De asemenea sunt trecute în revistă principalele aplicații ale lichidelor ionice în procesarea diferitelor materiale polimerice sintetice și naturale.

Capitolul al doilea prezintă rezultatele cercetărilor proprii referitor la aplicabilitatea lichidelor ionice în modificarea proprietăților materialelor polimerice. Sunt menționate exemple privitoare la capacitatea lichidelor ionice de a acționa drept stabilizatori UV și pentru radiația ionizantă a materialelor celulozice (fibre de celuloză, lemn). Materialele polimerice prezintă în general o afinitate crescută pentru acest tip de compuși. Efectul stabilizator-radioprotector al lichidelor ionice este direct proporțional cu capacitatea acestora de a se menține pe suprafața materialului polimeric (care depinde de asemenea de caracterul lor hidrofobic și de masa moleculară). Radiația ionizantă de tipul fasciculelor de electroni poate genera specii radicalice active în lichidul ionic, acestea putându-se grefa direct pe materialul polimeric. Datorită caracterului ionic, lichidele ionice pot fi utilizate ca și agenți antistatizanți pentru materialele polimerice, determinând o creștere a valorilor conductivității electrice de suprafață și o disipare eficientă a sarcinilor electrice acumulate.

Rezultatele cercetărilor proprii au indicat de asemenea că lichidele ionice pot servi drept plastifianți pentru materialele celulozice. Totuși, în contrast cu plastifianții tradiționali care determină o creștere semnificativă a alungirii la rupere pentru materialul polimeric dar și o scădere a rezistenței la rupere, lichidele ionice determină o creștere concomitentă a alungirii cât și a rezistenței la rupere a materialului. Acest lucru este posibil datorită rearanjamentelor macromoleculare pe care le promovează acești compuși în materialele polimerice.

O altă aplicație originală prezentată în acest capitol este legată de aplicabilitatea lichidelor ionice ca auxiliari, în speță solvenți pentru diferiți compuși naturali macromoleculari și mic-moleculari, precum și ca agenți de dispersie și transport pentru compuși anorganici în stare de pulbere, cu aplicabilitate în obținerea de acoperiri protectoare pe lemn și în impregnarea lemnului. Lichidele ionice acționează ca solvent/agent de transport, determinând concomitent gonflarea lemnului, ceea ce facilitează pătrunderea impregnantului în structura acestuia.

Datorită capacității lichidelor ionice de a dizolva o gamă variată de compuși, este demonstrată aplicabilitatea acestora în curățarea/restaurarea artefactelor celulozice (hârtie veche), prin simpla spălare/umectare a materialului cu soluții apoase sau în alcool etilic ale lichidelor ionice. Compușii degradați/parțial degradați sunt solubilizati de către lichidele ionice, acestea determinând concomitent și o creștere a flexibilității și rezistenței mecanice a materialului.

Capitolul al treilea exemplifică prin prisma propriilor cercetări utilizarea lichidelor ionice ca aditivi cu funcțiune multiplă pentru materialele compozite. De regulă, pentru a conferi funcționalitate și proprietăți mecanice bune unui compozit este necesară adăugarea mai multor aditivi în receptura materialului (cu rol stabilizant, de compatibilizare etc.). Un lichid ionic adăugat în receptura materialului compozit poate îndeplini simultan atât rol de compatibilizator între agentul de umplere (lemn, fibre de celuloză, pulberi de natură anorganică) și matrice, cât și rol de stabilizant UV, sau rol de agent biocid (fungicid).

Tot în acest capitol este prezentată utilizarea lichidelor ionice ca medii pentru obținerea prin ablație laser a unor nanomateriale pe bază de carbon (nanotuburi multi-perete funcționalizate), cu compatibilitate ridicată față de matrice polimerice termoplaste.

Este redată de asemenea o aplicație legată de caracterul de solvent excepțional al lichidelor ionice pentru biopolimeri, anume obținerea compozitelor bazate integral pe polimeri naturali, fără adaos de rășini termoreticulabile. O ultimă aplicație prezentată în acest capitol este reprezentată de obținerea unor structuri poroase compozite de tipul aerogelurilor de celuloză, cu paladiu depus pe particule de carbon (Pd/C) și lichide ionice cu cation de alchilimidazoliu. Prezența lichidului ionic determină o capacitate de adsorbție și de stocare remarcabilă pentru hidrogen la temperatura camerei a acestor tipuri de materiale compozite.

Capitolul patru prezintă rezultatele cercetărilor proprii legate de utilizarea lichidelor ionice cu rol de solvenți și porogeni pentru obținerea de hidrogeluri din biopolimeri prin reticulare fizică (aplicarea de cicluri alternative de îngheț-dezghet, adică prin criogelare). Gelurile obținute prezintă o bună stabilitate în apă și o capacitate de adsorbție ridicată pentru ionii metalelor grele și pentru coloranții organici. Hidrogelurile din polimeri naturali sunt în general dificil de obținut datorită condițiilor restrictive în ceea ce privește solubilitatea acestora în solvenții uzuali. De asemenea, în acest capitol este prezentat, discutat și modelat comportamentul unor hidrogeluri tipice de poli (alcool vinilic) în soluții de lichid ionic de diferite concentrații.

Planurile de dezvoltare ale carierei academice pe plan didactic și de cercetare sunt detaliate în secțiunea B3 a tezei de abilitare. Referitor la direcțiile de cercetare viitoare, acestea includ:

- sinteza unor noi lichide ionice "verzi", pornind de la compuși de origine naturală;
- evaluarea impactului de mediu și asupra sănătății a lichidelor ionice;
- extinderea aplicațiilor lichidelor ionice în obținerea de materiale polimerice cu alte tipuri de polimeri sintetici decât poliolefinele;
- aplicarea lichidelor ionice în valorificarea deșeurilor de mase plastice;
- sinteza de acoperiri și filme hibride metal/ceramice pentru aplicații de fotocataliză.

Activitatea mea de cercetare până în prezent s-a materializat prin publicarea a 38 de articole cu factor de impact (indexate de Clarivate Analytics Web of Science) și a 15 articole în proceedings ISI. Am fost director de proiect pentru trei granturi de cercetare, iar vizibilitatea cercetărilor este reflectată de către indicele Hirsch 10 conform Clarivate și Scopus. De asemenea, sunt editor permanent al Journal of Materials Science (Springer, factor de impact 3,553) și sunt expert evaluator al UEFISCDI.