

## REZUMAT

În teza de abilitare cu titlul “**Dezvoltarea de noi variante de sinteză a feritelor spinelice nanostructurate cu potențiale aplicații în protecția mediului**” sunt prezentate sintetic cele mai importante rezultate științifice obținute în activitatea de cercetare desfășurată de mine după susținerea tezei de doctorat (2007). Lucrarea conține rezultatele obținute în domeniul sintezei, caracterizării și aplicațiilor sistemelor oxidice nanostructurate, concretizate în 38 lucrări științifice cotate ISI (publicate după susținerea tezei de doctorat), dintre care la 22 sunt autor principal.

Domeniul de bază în care s-a desfășurat activitatea mea de cercetare este cel al sintezei prin variante originale ale unor metode deja existente, a nanopulberilor oxidice, în particular a nanopulberilor de ferite magnetice și a compozitelor acestora și caracterizarea lor prin metode adecvate acestor tipuri de nanomateriale (analiză termică, spectroscopie FT-IR, difractometrie de raze X, microscopie electronic de baleiaj (SEM), spectroscopie EDX, microscopie electronică de transmisie (TEM)).

Prin modificările inovative pe care le-am aplicat unor metode de sinteză consacrate (metoda descompunerii termice a precursorilor, metoda sol-gel modificată, metoda solvothermală, metoda coprecipitării) am deschis noi perspective în sinteza nanopulberilor oxidice, în particular a feritelor spinelice ( $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) și a compozitelor acestora cu faze amorfe ( $\text{MFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2$  și  $\text{MFe}_2\text{O}_4/\text{C}$ ). Activitățile de cercetare s-au concentrat și asupra posibilității utilizării pulberilor de ferite spinelice nanocristaline (în special cele magnetice) și a compozitelor acestora în aplicații de mediu, cum ar fi îndepărtarea poluanților organici din ape prin adsorbție sau degradare catalitică oxidativă. Fezabilitatea și originalitatea soluțiilor propuse au fost validate de comunitatea științifică internațională, prin acceptarea publicării rezultatelor obținute în reviste cotate ISI din acest domeniu.

Teza este structurată în trei părți: partea I în care sunt prezentate principale realizări profesionale, științifice și academice obținute după acordarea titlului de doctor cu detalierea rezultatelor științifice reprezentative, partea a II-a care prezintă planul de evoluție și dezvoltare a carierei profesionale, științifice și academice, obiectivele propuse și direcțiile de cercetare viitoare, respective partea a III-a care cuprinde referințele bibliografice.

În prima parte a tezei de abilitare sunt prezentate principale realizări profesionale, științifice și academice obținute după acordarea titlului de doctor, precum și o selecție a rezultatelor științifice reprezentative pentru activitatea mea în domeniul dezvoltării de noi variante de sinteză a feritelor spinelice nanostructurate cu potențiale aplicații în protecția mediului. Este binecunoscut faptul că reducerea dimensiunii particulelor de ferite la scară nanometrică imprimă acestor materiale proprietăți speciale, diferite de cele ale materialului compact (micrometric). De asemenea s-a demonstrat că proprietățile chimice și magnetice ale nanoparticulelor în general (și ale celor de ferite spinelice în special) sunt puternic influențate de compoziția, structura și morfologia particulelor, care sunt, la rândul lor, dependente de metodologia de obținere. De aici rezultă și importanța dezvoltării de noi variante de sinteză, prin modificarea metodelor de sinteză deja cunoscute, astfel încât să se asigure un control cât mai avansat în ceea ce privește forma și dimensiunea nanoparticulelor și, implicit, a proprietăților acestora. În acest context, activitățile mele de cercetare privind dezvoltarea de noi variante de sinteză au vizat patru dintre metodele de sinteză deja consacrate ca metode de obținere a feritelor

spinelice nanocristaline: metoda descompunerii termice a precursorilor, metoda solvotermală, metoda coprecipitării și metoda sol-gel.

Astfel, în cazul metodei descompunerii termice a precursorilor obținuți în reacția redox dintre azotații metalici și dioli, am extins cercetările prin utilizarea ca agenți reducători a unor polioli ca alcoolul polivinilic, cu moleculă mare. Interacția redox dintre amestecul de azotați metalici (necesari obținerii feritei spinelice) și alcoolul polivinilic, care are loc în urma unui tratament termic controlat, în condiții bine stabilite și descrise în teză, conduce la obținerea unor precursori voluminoși, cu aspect spongios, care pot fi definiți ca amestecuri de carboxilați ai ionilor metalici implicați. Descompunerea termică controlată a acestor precursori la temperaturi joase (300 - 400 °C), urmată de calcinare la temperaturi mai înalte, permite obținerea de nanopulberi de ferită cu proprietăți caracteristice sistemelor nanostructurate. Exemplele prezentate în teză se referă la sinteza feritei de nichel –  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ , de magneziu –  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ , de zinc –  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  și de mangan –  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ .

Modificarea adusă metodei solvotermale constă în utilizarea, pentru prima dată la obținerea feritelor sub formă de nanoparticule, a unor polioli (1,2 propandiol, polietilenglicoli) ca solvenți, respectiv a unor amine ca agenți precipitanți. Variantele propuse ale metodei solvotermale au fost utilizate pentru obținerea diferitelor sisteme oxidice, în teză fiind prezentate ca studiu de caz obținerea magnetitei/maghemitei, respectiv a feritei de mangan. Această metodă a fost de asemenea utilizată pentru prima dată la obținerea de nanocompozite  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ /cărbune activ, respectiv  $\text{Fe}_x\text{O}_y$ /cărbune activ.

Metoda coprecipitării a fost modificată prin utilizarea unor agenți precipitanți care nu au mai fost raportați în literatură în vederea obținerii de nanopulberi de magnetită, pornind doar de la sulfat feros, constând în precipitarea hidroxidului feros, urmată de oxidarea lentă a acestuia sub acțiunea oxigenului dizolvat în apă. În acest fel se evită necesitatea unui control riguros al raportului molar Fe(II):Fe(III), respectiv a unor condiții speciale de lucru (atmosfera inertă).

Metoda sol-gel de sinteză a compozitelor de tip nanoparticule oxidice înglobate în matrice de silice a fost modificată prin utilizarea alcoolului polivinilic ca agent reducător și modificator al matricei de silice. În timpul tratamentului termic controlat al silicagelurilor ce conțin amestecul de azotați metalici și alcool polivinilic, are loc, la temperaturi cuprinse între 100 și 150 °C, interacția redox polioli - azotați, cu formarea în porii gelurilor de silice a precursorilor de tip carboxilat, a căror descompunere termică, urmată de calcinare la temperaturi ridicate, conduce la obținerea compozitelor  $\text{MFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2$ . În teza de abilitare a fost prezentată obținerea compozitelor  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2$ ,  $\text{CuFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2$ ,  $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2$  și  $\text{MnFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2$ .

Un capitol important inclus în partea științifică a tezei de abilitare îl constituie testarea compozitelor de tip  $\text{MFe}_2\text{O}_4$ /cărbune activ ( $\text{M} = \text{Fe(II)}, \text{Mn(II)}$ ) în vederea eliminării poluanților organici (fenol, coloranți organici) din ape. Aceste compozite îmbină suprafața specifică mare a cărbunelui activ (care conferă compozitelor capacități mari de adsorbție) cu proprietățile magnetice ale nanopulberilor de ferită, care asigură o separare simplă a compozitei din suspensie.

În partea a doua a tezei de abilitare este prezentat planul de evoluție și dezvoltare a carierei profesionale, științifice și academice, obiectivele propuse și direcțiile de cercetare viitoare.

Teza de abilitare se încheie cu capitolul de bibliografie care conține 303 referințe bibliografice.