

## Rezumat

Teza de abilitare prezintă un rezumat al activităților didactice și de cercetare, realizate în ultimii ani în domeniul ingineriei mediului (obținere și caracterizare a nanomaterialelor, teste și cercetări experimentale privind proprietățile acestora ca suport pentru tratarea apelor uzate). Aceste rezultate au avut ca punct de plecare activitățile de cercetare inițiate prin teza de doctorat (*"Cercetări privind fabricarea și utilizarea unor materiale avansate la epurarea apelor industriale"*, 2012) și continuate până la finalizarea acestei prezente lucrări.

Cercetările au avut la bază activitățile dezvoltate în cadrul Departamentului de Procesarea Materialelor și Eco-Metalurgie (Facultatea de Știința și Ingineria Materialelor), combinate cu cercetările realizate în cadrul Centrului de Cercetări și Expertize Eco-metalurgice (UPB-CCEEM), unde domeniul materialelor și al protecției mediului sunt principalele domenii de cercetare și inovare. Astfel, în cadrul acestei teze de abilitare sunt prezentate contribuțiile în aceste domenii și propuneri de continuare a acestor cercetări.

Teza de abilitare este structurată în jurul unei teme actuale de cercetare în domeniul ingineriei mediului referitoare la prevenirea poluării cu ajutorul nanotehnologiilor. În acest context, nanomaterialele pot substitui materii prime și prin aplicarea principiului chimiei verzi pot reduce generarea unei mari cantități de deșeuri, fiind de asemenea obținute prin sinteze chimice mai puțin periculoase.

În capitolul întâi este prezentată activitatea didactică și de cercetare ce a stat la baza ce a stat la baza elaborării actualei teze de abilitare.

În capitolul al doilea este prezentată o sinteză a principalelor tehnici convenționale și emergente de epurare a apelor uzate studiate prin activitatea mea profesională, tehnici care au fost aplicate și la care au fost aduse contribuții în vederea eficientizării acestora.

Al treilea capitol al tezei de abilitare prezintă rezultatele obținute la sinteza, caracterizarea și testarea unor nanomateriale cu proprietăți magnetice și fotocatalitice, cu un potențial ridicat pentru a fi utilizate în procesele de decontaminare. O parte dintre aceste materiale au fost testate la scara de laborator, rezultatele obținute fiind valorificate prin depunerea a două aplicații de brevet internaționale în SUA, dintre care una fiind deja publicată.

În capitolul al patrulea este prezentată o metodă de transformare a unor deșeuri feroase în nanomateriale magnetice ce pot avea aplicații în tratarea apelor uzate.

Toate rezultatele prezentate au fost obținute pe baza unor proiecte de cercetare la care am fost responsabil sau membru. De asemenea, în perioada aprilie 2014 - decembrie 2015, am efectuat studii postdoctorale în domeniul nanomaterialelor, cu tema: *"Nanomateriale cu proprietăți magnetice și fotocatalitice utilizate în procese de epurare avansată a apelor"*, în cadrul Programului Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 – 2013, Axa prioritară „Educația și formarea profesională în sprijinul creșterii economice și dezvoltării societății bazate pe

cunoaștere”, Domeniul major de intervenție „Programe doctorale și postdoctorale în sprijinul cercetării”, Titlul proiectului „Burse doctorale și postdoctorale în sprijinul inovării și competitivității în cercetare (InnoRESEARCH)”, Contract nr. POSDRU/159/1.5/S/132395

De asemenea, rezultatele experimentale parțiale prezentate în această teză de abilitare au făcut obiectul unei alte burse postdoctorale desfășurată în perioada octombrie 2013 – mai 2014, cu tema “New magnetic module for waste water treatment (MAGNTREAT)” acordată de Fundația Româno-Americană (RAF), RAF Grant number: 048, în urma căreia am depus o cerere de brevet internațional, în SUA, pentru care am obținut un patent de invenție cu titlul: “Magnetic Nanostructures and Device Implementing Same”, USA Applied Patent, Pub. App. No. 14308711 (June 19, 2014), Autori: C. Predescu, E. Matei, **A. Predescu**, A. Berbecaru, R. Vidu [1].

Activitățile de predare s-au bazat și pe o serie de rezultate din activitatea desfășurată în domeniul protecției mediului prin utilizarea de nanomateriale, informații introduse în cadrul unor cursuri: Tehnici avansate de caracterizare a poluanților, Elemente de calitate a mediului, Schimbări majore climatice, Tehnologii de tratare și neutralizare a deșeurilor, etc.

În viitor, activitatea de cercetare se va concentra pe noi direcții de cercetare, cuprinzând următoarele subiecte:

- *Metode de tratare / epurare a apelor*: prin sinteza și aplicarea de noi materiale nanostructurate cu potențial ridicat pentru îndepărtarea poluanților, materiale utilizate sub formă de produse magnetice sau membrane;
- *Reutilizarea deșeurilor* prin identificarea, caracterizarea și prelucrarea unor subproduse cu componente utile din care se pot obține materiale cu proprietăți avansate (de adsorbție, schimb ionic sau cu proprietăți de oxidare);
- *Remedierea solurilor*: prin sinteza și testarea de noi materiale avansate cu suprafețe active necesare îndepărtării poluanților organici;
- *Toxicologia nanomaterialelor* utilizate ca materiale în procesul de tratare sau existente în mod natural în mediul înconjurător.

Subiectele prezentate reprezintă noi provocări la nivel internațional și oferă informații pentru dezvoltarea unor noi strategii în ceea ce privește protecția mediului.

## Abstract

The habilitation thesis presents a summary of teaching and research activities, carried out in the last 9 years in the field of environmental engineering (synthesis and characterization of nanomaterials, testing of their performances and experimental research on their properties as a support for wastewater treatment). These results had as a starting point the research activities initiated by the doctoral thesis ("Researches regarding the synthesis and use of advanced materials for industrial water treatment", 2012) and continued until the completion of this habilitation thesis.

The research was based on the activities developed within the Department of Materials Processing and Eco-Metallurgy (Faculty of Materials Science and Engineering), combined with the research conducted within the Center for Eco-Metallurgical Research and Expertise (UPB-ECOMET), where the field of materials and environmental protection are the main areas of research and innovation. Thus, in this habilitation thesis are presented the contributions in these fields and proposals for further research.

The habilitation thesis is structured around a current research topic in the field of environmental engineering related to the prevention of pollution with the help of nanotechnologies. In this context, nanomaterials can replace raw materials and by applying the principle of green chemistry can reduce the generation of a large amount of waste, being also obtained by less hazardous chemical syntheses.

In the first chapter are presented the didactic and research activities that represents the basis for the elaboration of the current habilitation thesis.

In the second chapter is presented a synthesis of the main conventional and emerging wastewater treatment techniques studied throughout my professional activity, techniques that have been applied and to which contributions have been made in order to make them more efficient.

The third chapter of the habilitation thesis presents the results obtained with regard to synthesis, characterization and testing of nanomaterials with magnetic and photocatalytic properties, with a high potential to be used in the water decontamination processes. Some of these materials have been tested on a laboratory scale, the results being validated by filing two international patent applications in the US, of which one has already been published.

The fourth chapter presents a method of converting ferrous waste into magnetic nanomaterials with potential applications in wastewater treatment.

All the presented results were obtained based on the research projects for which I was responsible or member. Also, between April 2014 and December 2015, the partial experimental results served as subject for the postdoctoral studies in the field of nanomaterials: "Nanomaterials with magnetic and photocatalytic properties used in advanced water treatment processes", within

the Sectoral Operational Program Human Resources Development 2007 - 2013 , Priority Axis "Education and training in support of economic growth and development of the knowledge-based society", Major field of intervention "Doctoral and postdoctoral programs in support of research", Project title "Doctoral and postdoctoral fellowships in support of innovation and competitiveness in research" (InnoRESEARCH ) ", Contract no. POSDRU / 159 / 1.5 / S / 132395

Also, the partial experimental results presented in this habilitation thesis were the subject of another postdoctoral fellowship held between October 2013 - May 2014, with the theme "New magnetic module for wastewater treatment (MAGNTREAT)" awarded by the Romanian-American Foundation (RAF ), RAF Grant number: 048, for which I filled an international patent application, in the USA, patent that already had been issued, with the title: "Magnetic Nanostructures and Device Implementing Same", USA Applied Patent, No. US9469555-B2 (2016), Authors: C. Predescu, E. Matei, A. Predescu, A. Berbecaru, R. Vidu [1].

The teaching activities were also based on a series of results from the activity carried out in the field of environmental protection through the use of nanomaterials, information introduced in some courses: Advanced pollutant characterization techniques, Environmental quality elements, Major climate change, Environmental technologies for waste treatment and neutralization, etc.

In the future, the research activities will focus on new research directions, covering the following topics:

- **Water treatment / purification methods:** by synthesis and application of new nanostructured materials with high potential for the removal of pollutants, materials used in the form of magnetic products or membranes;
- **Reuse of wastes** by identifying, characterizing and processing by-products with useful components from which materials with advanced properties (adsorption, ion exchange or oxidation properties) can be obtained;
- **Soil remediation:** by synthesizing and testing new advanced materials with active surfaces necessary for the removal of organic pollutants;
- **Toxicology of nanomaterials** used as materials in the treatment process or naturally existing in the environment.

The presented topics represent new challenges at the international level and provide information for the development of new strategies in terms of environmental protection.