

Rezumat

Lucrarea prezintă activitatea științifică și profesională desfășurată în domeniul ingineriei mediului, al catalizei, proceselor petrochimice, materialelor adsorbante și materialelor durabile. Tematica centrală urmărește dezvoltarea unor tehnologii și materiale capabile să contribuie la reducerea impactului activităților industriale asupra mediului prin procese de depoluare, tratarea apelor și gazelor contaminate, reducerea emisiilor poluante și valorificarea deșeurilor în materiale cu valoare adăugată.

Lucrarea este structurată în mai multe capitole care ilustrează evoluția cercetărilor autorului, de la procese catalitice pentru depoluare până la dezvoltarea unor materiale sustenabile și ambalaje biodegradabile.

Primul capitol prezintă parcursul profesional și academic al autorului, începând cu activitatea de cercetare desfășurată la ICECHIM și continuând cu activitatea universitară la Universitatea Petrol-Gaze din Ploiești. Sunt evidențiate principalele direcții de cercetare: biocombustibili, cataliză, procese petrochimice, hidrotratare, hidrocracare, tehnologii ecologice și transfer tehnologic. De asemenea, sunt prezentate rezultatele obținute sub forma articolelor publicate în reviste internaționale și a proiectelor de cercetare realizate.

Capitolul demonstrează consistența activității științifice și relevanța temelor abordate pentru domeniul ingineriei mediului. Diversitatea publicațiilor și orientarea către aplicații industriale reprezintă un punct forte al activității de cercetare.

Cel de-al doilea capitol este dedicat utilizării catalizatorilor pentru eliminarea poluanților din apă și aer.

Primul studiu prezentat urmărește eliminarea nitraților și nitriților din apele subterane contaminate provenite din activități agricole și zootehnice. Au fost investigate două sisteme catalitice: Pd/C și Ru-Sn/ γ -Al₂O₃.

Rezultatele au demonstrat că:

- conversia nitraților crește odată cu temperatura;
- conversia scade odată cu creșterea vitezei spațiale a apei;
- catalizatorii studiați prezintă proprietăți texturale și catalitice favorabile procesului de denitrificare.

Lucrarea oferă o soluție tehnologică aplicabilă pentru zonele vulnerabile la poluarea cu nitrați. Contribuția principală constă în optimizarea condițiilor de funcționare și în corelarea proprietăților catalizatorilor cu performanțele procesului.

A doua parte a capitolului tratează oxidarea catalitică a compușilor organici volatili (COV) utilizați sau generați în procese industriale. Au fost investigați catalizatori pe bază de oxizi micști Cu-Mn și Co-Cr depuși pe alumina.

Rezultatele au evidențiat:

- eficiență ridicată în oxidarea CO, benzenului, toluenului și acetatului de etil;
- influența favorabilă a fazelor spinelice asupra activității catalitice;
- stabilitate și rezistență superioară față de catalizatorii convenționali.

Capitolul demonstrează posibilitatea înlocuirii metalelor nobile costisitoare cu sisteme catalitice mai ieftine și mai stabile, având un impact economic și ecologic semnificativ.

Al treilea capitol este orientat către dezvoltarea materialelor adsorbante pentru purificarea gazelor și pentru valorificarea biomasei reziduale.

Sunt prezentați adsorbanti pe bază de cărbune activ modificați cu oxizi de Cu, Fe și Zn pentru eliminarea compușilor sulfurici din fluxuri gazoase. Caracterizările SEM, FTIR, XRD și

TGA au arătat dezvoltarea unei structuri mezoporoase favorabile adsorbției, iar testele experimentale au confirmat capacitatea ridicată de reținere a mercaptanilor.

Acest studiu oferă o alternativă eficientă pentru controlul mirosurilor și reducerea emisiilor sulfuroase, cu aplicații directe în industria petrolieră și petrochimică.

Într-un alt studiu a fost dezvoltată o metodă inovatoare de obținere a biocărbunelui din semințe de struguri prin delignificare parțială și activare chimică.

Materialele obținute au fost caracterizate prin:

- analiză termogravimetrică;
- FTIR;
- difracție de raze X;
- proprietăți adsorbitive față de toluen.

Rezultatele au arătat că tratamentul cu acid fosforic față de cel cu clorură de zinc, conduce la performanțe adsorbitive superioare în adsorbția toluenului.

Întreg capitolul ilustrează foarte bine conceptul economiei circulare, transformând deșeurile agricole în materiale cu valoare adăugată pentru protecția mediului.

În capitolul al patrulea al lucrării se analizează metode de reducere a impactului ecologic al combustibililor și al produselor petroliere.

Sunt prezentați adsorbanți pe bază de Fe/Bentonită pentru reducerea conținutului de sulf din carburanți, iar rezultatele au indicat posibilitatea utilizării procesului de adsorbție ca etapă complementară hidrodesulfurării clasice.

Studiul are relevanță industrială ridicată deoarece oferă o metodă simplă și economică de reducere a emisiilor de SO₂.

În partea a doua a capitolului sunt prezentate cercetări privind eliminarea compușilor organici cu sulf prin hidrodesulfurizare pe catalizatori metalici.

Aceste cercetări contribuie la dezvoltarea combustibililor mai curați și la reducerea toxicității produselor petroliere.

De asemenea, sunt prezentate cercetări privind eliminarea compușilor organici cu sulf prin hidrodesulfurizare pe catalizatori metalici.

Acest proces aduce avantaje semnificative din perspectiva mediului, în special prin prisma reducerii toxicității și a creării unor alternative mai verzi pentru diverse industrii, naftalina fiind un poluant organic persistent și un potențial carcinogen pentru oameni.

În ultima parte a capitolului patru sunt prezentate cercetări privind biodegradarea acizilor naftenici în prezența *Spirulinei platensis*, evaluând variația mai multor parametri, inclusiv pH-ul, conductivitatea, viabilitatea celulară și necesarul de oxigen.

Din perspectiva mediului, biodegradarea acizilor naftenici nu este doar un simplu proces chimic, ci o necesitate ecologică critică.

Capitolul cinci extinde cercetările către materiale avansate pentru aplicații în cosmetică și la ambalajele alimentare.

S-a studiat influența PEG asupra proprietăților structurale și termice ale sticlelor bioactive utilizate în aplicații cosmetice și medicale și au fost analizate formulări moderne capabile să îmbunătățească stabilitatea și eficiența retinolului utilizat în produse cosmetice.

Studiile evidențiază orientarea cercetării către domenii interdisciplinare și către materiale cu valoare adăugată ridicată, contribuind la dezvoltarea sustenabilă și la creșterea calității vieții.

De asemenea, au fost dezvoltate materiale biodegradabile pe bază de acid polilactic (PLA), îmbunătățite prin aditivi minerali, nanoparticule de cupru și biocărbune.

Rezultatele au evidențiat:

- îmbunătățirea proprietăților mecanice;
- activitate antimicrobiană;
- creșterea biodegradabilității și sustenabilității ambalajelor.

Capitolul răspunde unei probleme actuale majore: reducerea deșeurilor plastice prin dezvoltarea unor ambalaje biodegradabile performante.

Ultimul capitol, al șaselea, prezintă direcțiile viitoare de dezvoltare profesională și științifică. Sunt formulate obiective privind consolidarea activității didactice, dezvoltarea de noi cursuri și coordonarea cercetării doctorale în domeniul ingineriei mediului.

Capitolul demonstrează continuitatea și maturitatea programului de cercetare, precum și orientarea spre formarea unei noi generații de specialiști și cercetători.

Lucrarea evidențiază o contribuție consistentă la dezvoltarea tehnologiilor de protecție a mediului prin cataliză, adsorbție și valorificarea biomasei. Principalele realizări constau în dezvoltarea unor catalizatori pentru tratarea apelor și gazelor contaminate, elaborarea unor materiale adsorbante eficiente, reducerea impactului poluant al combustibililor și realizarea unor materiale biodegradabile și sustenabile pentru aplicații industriale, medicale și alimentare. Ansamblul cercetărilor demonstrează o abordare integrată a problemelor de mediu și o orientare clară către soluții aplicabile în contextul dezvoltării durabile.

SUMMARY OF HABILITATION THESIS

The habilitation thesis presents the scientific and professional activity carried out in the field of environmental engineering, catalysis, petrochemical processes, adsorbent materials, and sustainable materials. The central theme aims to develop technologies and materials capable of reducing the impact of industrial activities on the environment through depollution processes, treatment of contaminated water and gases, reduction of polluting emissions, and valorization of waste into value-added materials.

The paper is structured in several chapters that illustrate the evolution of the author's research, from catalytic processes for depollution to the development of sustainable materials and biodegradable packaging.

The first chapter presents the author's professional and academic career, starting with research activities conducted at ICECHIM and continuing with university activities at the Petrol-Gaze University of Ploiești. The main research directions are highlighted: biofuels, catalysis, petrochemical processes, hydrotreatment, hydrocracking, ecological technologies, and technology transfer. Also, results are presented in the form of articles published in international journals and research projects. The chapter demonstrates the consistency of the scientific activity and the relevance of the topics addressed for the field of environmental engineering. The diversity of publications and the orientation towards industrial applications are strong points of the research activity.

The second chapter is dedicated to the use of catalysts for removing pollutants from water and air. The first study aims to remove nitrates and nitrites from contaminated groundwater originating from agricultural and zootechnical activities. Two catalytic systems were investigated: Pd/C and Ru-Sn/ γ -Al₂O₃.

The results demonstrated that:

- nitrate conversion increases with temperature;
- conversion decreases with increasing water space velocity;
- the studied catalysts present textural and catalytic properties favorable to the denitrification process.

The work offers a technological solution applicable to areas vulnerable to nitrate pollution. The main contribution consists of optimizing operating conditions and correlating catalyst properties with process performance.

The second part of the chapter deals with the catalytic oxidation of volatile organic compounds (VOCs) used or generated in industrial processes. Catalysts based on Cu-Mn and Co-Cr mixed oxides deposited on alumina were investigated.

The results highlighted:

- high efficiency in the oxidation of CO, benzene, toluene, and ethyl acetate;
- favorable influence of spinel phases on the catalytic activity;
- superior stability and resistance compared to conventional catalysts.

The chapter demonstrates the possibility of replacing expensive noble metals with cheaper, more stable catalytic systems, with a significant economic and ecological impact.

The third chapter is oriented towards the development of adsorbent materials for gas purification and for the valorization of residual biomass.

Activated carbon-based adsorbents modified with Cu, Fe, and Zn oxides for the removal of sulfur compounds from gas streams are presented. SEM, FTIR, XRD, and TGA characterizations showed the development of a mesoporous structure favorable for adsorption, and experimental tests confirmed the high capacity to retain mercaptans.

This study offers an effective alternative for odor control and sulfur emissions reduction, with direct applications in the petroleum and petrochemical industries. In another study, an innovative method was developed to obtain biochar from grape seeds by partial delignification and chemical activation.

The obtained materials were characterized by:

- thermogravimetric analysis;
- FTIR;
- X-ray diffraction;
- adsorptive properties towards toluene.

The results showed that treatment with phosphoric acid, compared with zinc chloride, leads to superior adsorptive performance for toluene.

The entire chapter illustrates the concept of the circular economy, transforming agricultural waste into value-added materials for environmental protection.

The fourth chapter of the paper analyzes methods for reducing the ecological impact of fuels and petroleum products.

Fe/Bentonite-based adsorbents are presented for reducing sulfur content in fuels, and the results indicate the feasibility of using adsorption as a complementary step to classical hydrodesulfurization. The study has high industrial relevance because it offers a simple and economical method for reducing SO₂ emissions.

The second part of the chapter presents research on the elimination of organic sulfur compounds by hydrodesulfurization on metal catalysts. This process brings significant environmental benefits, especially by reducing toxicity and creating greener alternatives across various industries, as naphthalene is a persistent organic pollutant and a potential carcinogen for humans.

The last part of chapter four presents research on the biodegradation of naphthenic acids in the presence of *Spirulina platensis*, evaluating variations in several parameters, including pH, conductivity, cell viability, and oxygen demand. From an environmental perspective, the biodegradation of naphthenic acids is not merely a chemical process but a critical ecological necessity.

Chapter five extends the research to advanced materials for cosmetic and food packaging applications.

The influence of PEG on the structural and thermal properties of bioactive bottles used in cosmetic and medical applications was studied, and modern formulations that improve the stability and efficiency of retinol in cosmetic products were analyzed.

The studies highlight the orientation of research towards interdisciplinary fields and high-value materials, contributing to sustainable development and improving the quality of life. Also, biodegradable materials based on polylactic acid (PLA) have been developed, improved with mineral additives, copper nanoparticles, and biochar.

The results highlighted:

- improvement of mechanical properties;
- antimicrobial activity;
- increase in biodegradability and sustainability of packaging.

The chapter addresses a major current problem: reducing plastic waste by developing high-performance, biodegradable packaging.

The sixth and last chapter presents future directions for professional and scientific development. Objectives are formulated for the consolidation of teaching activities, the

development of new courses, and the coordination of doctoral research in environmental engineering.

The chapter demonstrates the continuity and maturity of the research program, as well as its orientation towards training a new generation of specialists and researchers.

The paper highlights a consistent contribution to the development of environmental protection technologies through catalysis, adsorption, and biomass valorization. The main achievements include the development of catalysts for the treatment of contaminated water and gases, efficient adsorbent materials, reduced polluting impacts of fuels, and biodegradable and sustainable materials for industrial, medical, and food applications. The research as a whole demonstrates an integrated approach to environmental problems and a clear orientation towards solutions applicable to sustainable development.