

Number of project:

GUKPOST/32/2025

Name of the project:

Functional Ferrites in Advanced Water Treatment: Mechanisms, Performance, and Applications

Abstract:

This project aims to develop a critical understanding of the underlying mechanisms and performance of oxidant activation-based advanced oxidation processes (SR-AOPs) for the degradation of sulfonamide antibiotics, with a primary focus on sulfamethoxazole. Spinel ferrite catalysts (CoFe_2O_4 , NiFe_2O_4 , and MnFe_2O_4) will be synthesized via a hydrothermal method and evaluated for their ability to activate peroxymonosulfate (PMS) and peroxydisulfate (PDS). The study integrates catalytic, photocatalytic, and photo-Fenton conditions to distinguish the roles of light, oxidant type, and catalyst properties in reactive oxygen species (ROS) generation. Reactive species such as sulfate radicals, hydroxyl radicals, and singlet oxygen will be identified through quenching experiments and electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy. Emphasis will be placed on correlating catalytic performance with material structure and redox behavior. To assess the practical applicability of the catalysts, experiments will be conducted with different sulfonamides sulfadiazine, sulfapyridine and sulfamethazine in real municipal wastewater from Slovakia and France enabling the evaluation of degradation efficiency under realistic environmental conditions. This research aims to provide critical insight into mechanistic understanding of PMS/PDS activation systems and support the development of efficient, selective, and robust ferrite-based systems for advanced wastewater treatment.

Abstrakt:

Tento projekt je zameraný na kritické pochopenie základných mechanizmov a výkonnosti pokročilých oxidačných procesov aktivovaných oxidantmi (SR-AOP) na degradáciu sulfonamidových antibiotík s primárnym zameraním na sulfametoxazol. Spinelové feritové katalyzátory (CoFe_2O_4 , NiFe_2O_4 a MnFe_2O_4) budú syntetizované hydrotermálnou metódou a vyhodnotené z hľadiska ich schopnosti aktivovať peroxymosulfát (PMS) a peroxydisulfát (PDS). Štúdia integruje katalytické, fotokatalytické a foto-Fentonove podmienky s cieľom rozlíšiť úlohu svetla, typu oxidantu a vlastností katalyzátora pri tvorbe reaktívnych foriem kyslíka (ROS). Reaktívne druhy, ako sú sulfátové radikály, hydroxylové radikály a singletový kyslík, sa budú identifikovať prostredníctvom zhášacích experimentov a spektroskopie elektrónovej paramagnetickej rezonancie (EPR). Dôraz sa bude klásť na koreláciu katalytického výkonu so štruktúrou materiálu a redoxným správaním. Na posúdenie praktickej použiteľnosti katalyzátorov sa uskutočnia experimenty s rôznymi sulfonamidmi sulfadiazínom, sulfapyridínom a sulfametazínom v reálnych komunálnych odpadových vodách zo Slovenska a Francúzska, ktoré umožnia vyhodnotiť účinnosť degradácie v reálnych environmentálnych podmienkach. Cieľom tohto výskumu je poskytnúť kritický pohľad na mechanistické chápanie aktivačných systémov PMS/PDS a podporiť vývoj účinných, selektívnych a robustných systémov na báze feritov pre pokročilé čistenie odpadových vôd.