

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5680129

ชื่อโครงการวิจัย : การใช้โฟมที่ปรับเสถียรภาพด้วยอนุภาคแม่เหล็กนาโนร่วมกับการเหนี่ยวนำความร้อนทางแม่เหล็กไฟฟ้าในการเร่งการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนสารอินทรีย์ระเหยง่ายด้วยวิธีสกัดไอดิน

ผู้วิจัย: นายธนพล เพ็ญรัตน์

ตำแหน่งวิชาการ: อาจารย์ ดร.

E-mail Address : pomphenrat@gmail.com

ระยะเวลาดำเนินงาน : 2 ปี

บทคัดย่อ

อนุภาคนาโนของเหล็กประจุศูนย์ (NZVI) เป็นวัสดุสำหรับการฟื้นฟูการปนเปื้อนสารอินทรีย์ระเหยที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบในน้ำใต้ดินที่มีศักยภาพสูง อย่างไรก็ตามวัสดุชนิดนี้ไม่สามารถใช้ในการฟื้นฟูการปนเปื้อนในชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยโมเลกุลของน้ำไม่พอในการทำปฏิกิริยาการปลดปล่อยคลอรีนออก อย่างไรก็ตาม NZVI เป็นอนุภาคแม่เหล็กที่สามารถสร้างความร้อนได้ภายใต้การเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยสนามแม่เหล็กความถี่ต่ำ (LF-EMF) ซึ่งความร้อนนี้หากใช้ร่วมกับการสกัดไอดินจะสามารถเร่งการฟื้นฟูการปนเปื้อนสารอินทรีย์ระเหยที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบในดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำได้ ในงานวิจัยนี้เราศึกษาการใช้โฟมเป็นตัวส่ง NZVI เข้าไปในชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำแล้วจึงใช้ LF-EMF เพื่อเร่งการกำจัดสารอินทรีย์ระเหยที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบในดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ เราพบว่า sodium lauryl ether sulfate (SLES) (3% w/w) สามารถสร้างโฟมที่ส่ง NZVI ได้เสถียรที่สุด โดยโฟมของ NZVI ที่เสถียรด้วย SLES เรียกว่า SLES-F-NZVI มีค่าครึ่งชีวิต 173 นาที SLES-F-NZVI สามารถส่ง NZVI ในน้ำได้เข้มข้นถึง 41.31 กรัมต่อลิตร และสร้างความร้อนภายใต้ LF-EMF ได้เพิ่ม $\Delta T = 77^{\circ}\text{C}$ ใน 15 นาที หากส่งโฟมลงไปในพื้นที่ดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำที่ความเข้มข้น NZVI = 77 กรัมต่อกิโลกรัม ภายใต้สภาวะนี้การใช้ SLES-F-NZVI ร่วมกับ LF-EMF สามารถเร่งการระเหยของ TCE จากแหล่งกำเนิดประเภทสารเคมีบริสุทธิ์ที่รั่วไหลในชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำได้เพิ่มขึ้นถึง 39.51 ± 6.59 เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีการใช้ SLES-F-NZVI ร่วมกับ LF-EMF ด้วยเหตุนี้การใช้ SLES-F-NZVI ร่วมกับ LF-EMF จะเพิ่มประสิทธิภาพการฟื้นฟูด้วยการสกัดไอดินได้สูงถึง 40 เท่า

คำสำคัญ : อนุภาคแม่เหล็ก, โฟม, การฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย, ชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ, สารอินทรีย์ระเหยอันตราย

Abstract

Project Code: MRG5680129

Project Title: Using Magnetic Nanoparticle-Stabilized Foam together with Magnetic Induction Heating to Enhance In Situ Remediation of Volatile Organic Contaminants (VOC) by Soil Vapor Extraction

Investigator: Tanapon Phenrat

Academic Position: Lecturer

E-mail Address: pomphenrat@gmail.com

Project Period: 2 years

Abstract

Nanoscale zerovalent iron (NZVI) is a promising remediation agent for volatile organic compound contamination in saturated subsurface but is rarely applied for vadose zone as there are not enough water molecules in the unsaturated zone to participate in reductive dechlorination. Nevertheless, NZVI is ferromagnetic, capable of inducing heat under an applied low frequency electromagnetic field (LF-EMF), offering an opportunity to serve as a thermally enhanced remediation when combined with soil vapor extraction. In this study, we evaluated the possibility of using foam as a carrying vehicle to emplace NZVI in unsaturated porous media followed by the application of LF-EMF in laboratory batch reactors. We found that sodium lauryl ether sulfate (SLES) (3% w/w) was the best candidate for generating stable foam-based NZVI. The half-life of SLES foam-based NZVI (SLES-F-NZVI) was 173 min. The SLES-F-NZVI carried as much as 41.31 g/L of NZVI in the liquid phase of the foam, and could generate heat to raise $\Delta T = 77^\circ\text{C}$ in 15 min at the deposited SLES-F-NZVI = 77 g/kg. Under this condition, SLES-F-NZVI together with LF-EMF enhanced TCE evaporation from TCE dense non-aqueous phase liquid (DNAPL) in unsaturated sand by 39.51 ± 6.59 times in comparison to the reactors without SLF-EMF application.

Keywords : Magnetic Particles, Foam, Remediation, Vadose Zone Contamination, Volatile Organic Compound