

Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code: TRG4580019/2545

(รหัสโครงการ)

Project Title: Enhanced Removal of Heavy Metal and Organic Contaminants by

(ชื่อโครงการ) Adsorption Using Surfactant-Modified Zeolite (SMZ)

การกำจัดสารปนเปื้อนประเภทโลหะหนักและสารอินทรีย์โดยใช้การดูดซับ
ด้วยซีโอไลต์ที่ถูกเปลี่ยนสภาพโดยใช้สารลดแรงตึงผิว

Investigator: Asst. Prof. Dr. Pomthong Malakul

(ชื่อนักวิจัย) The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา

วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: pomthong.m@chula.ac.th

(รหัสโครงการ)

Project Period: 1 กรกฎาคม 2545 – 31 มีนาคม 2547

(ระยะเวลาโครงการ)

Abstract

Wastes generated from various industries usually contain a mixture of several toxic species such as heavy metals, toxic organic compounds, and radioactive materials. While there are several techniques currently available to treat particular toxic species, very few techniques have been reported to effectively treat mixed wastes containing several toxic species. In this aspect, adsorption has gained increasing attention for applications in mixed wastes treatment. This study aims to produce a new adsorbent, surfactant-modified zeolite (SMZ), from naturally occurring zeolite – Clinoptilolite – by a surface modification technique and examine its capability in the adsorption of heavy metal ions and organic pollutant separately and simultaneously. SMZ was prepared by using a simple two-step method by grafting a cationic surfactant (cetyltrimethyl ammonium bromide, CTAB) onto

the zeolite surface through ion-exchange and then anchoring metal ligand such as a long-chain carboxylic acid onto the modified surface of zeolite through hydrophobic interaction. The resulting SMZ was subject to several characterization techniques and compared to an unmodified zeolite. Batch liquid adsorption experiments were carried out to examine the adsorption characteristics of SMZ under various conditions and in both single- and mixed-solute systems. In single-solute system, SMZ has shown to selectively adsorb heavy metal ions (Cd^{2+}) from aqueous solution even at high ionic strength (100 mM) and the metal adsorption by SMZ appears to be dependent on solution pH and amount of surfactant-metal ligand loading on SMZ. The surfactant-modified surface of SMZ also provides effective sorption sites for organic contaminant such as toluene. In mixed-solute system, where Cd^{2+} and toluene were adsorbed simultaneously, the adsorption of Cd^{2+} has shown to be unaffected by the presence of toluene. In contrast, the toluene adsorption is higher in the presence of cadmium in the mixed-solute system. By using simple regeneration techniques, it has also been observed that SMZ can be regenerated and reused for several adsorption cycles which make SMZ to be a promising adsorbent for the treatment of mixed wastes containing both heavy metal and organic contaminants.

บทคัดย่อ

ของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมต่างๆมักเป็นของผสมของสารปนเปื้อนที่เป็นพิษหลายชนิด เช่น โลหะหนัก สารอินทรีย์ และสารกัมมันตภาพรังสี ในปัจจุบัน มีเทคนิคหลายแบบในการบำบัดสารพิษเหล่านี้ แต่มักใช้กับสารพิษแต่ละชนิดแยกกันไป และมีน้อยมากที่สามารถใช้บำบัดของเสียที่เป็นของผสมของสารพิษหลายชนิดพร้อมกันได้ ด้วยเหตุนี้ กระบวนการดูดซับจึงได้รับความสนใจมากขึ้นสำหรับใช้บำบัดของเสียประเภทของผสม ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือการสร้างสารดูดซับสารปนเปื้อนประเภทโลหะหนักและสารอินทรีย์จากซีโอไลต์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่ถูกนำมาเปลี่ยนสภาพโดยใช้สารลดแรงตึงผิว หรือที่เรียกว่า Surfactant-modified zeolite (SMZ) และศึกษาความสามารถในการดูดซับโลหะหนักและสารอินทรีย์ของ SMZ ที่สร้างขึ้น ทั้งในระบบสารละลายเดี่ยวและสารละลายผสม นอกจากนี้ ยังศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่างๆที่มีต่อความสามารถในการดูดซับของซีโอไลต์ที่ถูกเปลี่ยนสภาพด้วยสารลดแรงตึงผิว ได้แก่ ความเข้มข้นของสารปนเปื้อน ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเข้มข้นของเกลือ ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในการเปลี่ยนสภาพซีโอไลต์ โดย SMZ ถูกเตรียมขึ้นโดยเริ่มด้วยการดูดซับสารลดแรงตึงผิวแบบประจุบวก Cationic Surfactant (Cetyltrimethyl ammonium bromide หรือ CTAB) บนซีโอไลต์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Clinoptilolite) เพื่อเปลี่ยนพื้นผิวให้มีคุณลักษณะที่ไม่ชอบน้ำ

(Hydrophobic) ตามด้วยการดูดซับสารยี้ดเกาะโลหะ (Metal ligand) เช่น กรดที่มีห่วงโซ่ยาว SMZ ที่เตรียมได้ถูกวิเคราะห์และตรวจสอบคุณสมบัติด้วยเทคนิคต่างๆ หลังจากนั้น ได้ถูกทดสอบในระบบของเหลวแบบกะ (Batch Liquid Adsorption) เพื่อประเมินความสามารถในการดูดซับโลหะหนัก (Cd^{2+}) และสารอินทรีย์ (Toluene) ทั้งในระบบสารละลายเดี่ยวและผสม (Single- and Mixed-solute Systems) ผลการทดลองพบว่า ในระบบสารละลายเดี่ยว SMZ สามารถดูดซับโลหะหนัก (แคดเมียม) ได้อย่างเจาะจงแม้ในระบบที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง และการดูดซับขึ้นกับค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณสารยี้ดเกาะโลหะบนซีโอไลต์ พื้นผิวของ SMZ ที่ถูกเปลี่ยนแปลงด้วยสารลดแรงตึงผิวสามารถใช้ในการดูดซับสารปนเปื้อนประเภทสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในระบบสารละลายแบบผสมพบว่า การดูดซับโทลูอินเพิ่มขึ้นในขณะที่ปริมาณการดูดซับแคดเมียมเท่าเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับระบบสารละลายชนิดเดียว สำหรับการศึกษาการนำ SMZ ที่ผ่านการดูดซับสารปนเปื้อนแล้ว กลับมาใช้ใหม่ (Regeneration) โดยใช้การเทคนิคที่ไม่ซับซ้อน พบว่าสามารถนำ SMZ ที่ใช้แล้วกลับมาใช้ดูดซับได้หลายครั้งโดยที่ประสิทธิภาพในการดูดซับลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ SMZ ที่ยังไม่เคยผ่านการดูดซับมาก่อน

Keywords: heavy metal, organic, adsorption, removal, surfactant, zeolite

(คำหลัก)