บทคัดย่อ

การศึกษาการกำจัดโลหะหนักและสีย้อมแอซิดจากสารละลายโดยใช้ตัวอย่างเบนทอไนท์ธรรมชาติ ซึ่งเป็นแร่ดินเหนียวชนิดหนึ่ง และเบนทอไนท์ดัดแปร ซึ่งเตรียมโดยวิธีการแลกเปลี่ยนไอออนด้วยโซเดียมคลอไรด์ ออกตะเดซิลเอมีน และเซทิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบรไมด์ ตรวจสอบยืนยันการดัดแปรโดยศึกษาสัณฐานวิทยาโดยใช้กล้องอิเล็กตรอนไมโครสโคปแบบส่องกราดและหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวตัวอย่างเบนทอไนท์โดยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโก ผลการวิเคราะห์ความสามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกของตัวอย่างเบนทอไนท์ที่เตรียมได้ พบว่า ความสามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกของตัวอย่างเบนทอไนท์ N-bentonite, Na-bentonite, CTA-bentonite และ ODA-bentonite มีค่าเท่ากับ 44.3, 37.4 , 14.7 และ 9.5 meq/100g ตามลำดับ

ศึกษาความสามารถดูดซับโลหะหนัก 2 ชนิดคือ ตะกั่วและสังกะสี โดยตัวอย่างเบนทอไนท์ N-bentonite, Na-bentonite และ ODA-bentonite และสีย้อม 2 ชนิด คือ สีน้ำเงิน Black MLD และสีแดง Congo Red โดยตัวอย่างเบนทอไนท์ N-bentonite, Na-bentonite และ CTA-bentonite ทำการทดสอบของผลของระยะเวลาสัมผัส พีเอช ปริมาณตัวดูดซับ และความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายโลหะและสีแต่ละชนิดต่อการดูดซับแบบกะที่อุณหภูมิห้อง ผลการศึกษาพบว่าเบนทอไนท์ทั้งสามชนิดสามารถดูดซับโลหะสังกะสีได้ดีกว่าตะกั่ว โดยการดูดซับโลหะแต่ละชนิดเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและถึงสภาวะสมดุลภายในระยะเวลาสัมผัส 2 ชั่วโมง ที่พีเอชของสารละลายเท่ากับ 5.0 ปริมาณที่เหมาะสมของ N-bentonite Na-bentonite และ ODA-bentonite ในการดูดซับคือ 5, 4 และ 4 g/L ตามลำดับ นอกจากนี้ ความสามารถดูดซับโลหะแต่ละชนิดของเบนทอไนท์ทั้งสามชนิดมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโลหะเพิ่มขึ้นในช่วง 10-40 mg/L ตัวอย่าง N-bentonite, Na-bentonite และ ODA-bentonite มีกลไกการดูดซับเป็นไปได้ทั้งแบบแลงเมียร์และฟรุนดิชไอโซเทอร์ม โดยมีค่าความสามารถดูดซับสูงสุดสำหรับตะกั่วเท่ากับ 5.76, 8.86 mg/g และ 0.83 mg/g ตามลำดับ และสำหรับสังกะสี ความสามารถดูดซับสูงสุดคือ 9.47, 16.00 และ 5.30 mg/g ตามลำดับ

สำหรับความสามารถดูดซับสีย้อมแอซิด 2 ชนิดพบว่า ตัวอย่างเบนทอไนท์ทั้งสามมีความสามารถดูดซับสี Congo Red ได้สูงกว่าสี Black MLD โดยการดูดซับสี Congo Red เกิดขึ้นได้รวดเร็วในเวลา 1 ชั่วโมงสำหรับ Na-bentonite และ 3 ชั่วโมงสำหรับ N-bentonite และ CTA-bentonite ในช่วงพีเอช 5-8 ในขณะที่การดูดซับ Black MLD เกิดได้อย่างรวดเร็วในเวลา 1 ชั่วโมงสำหรับ Na-bentonite และ CTA-bentonite และ 2 ชั่วโมง สำหรับ N-bentonite ที่พีเอช 4 ปริมาณที่เหมาะสมของตัวดูดซับคือ 1 g/L (N-bentonite), 4 g/L (Na-bentonite) และ 2 g/L (CTA-bentonite) สำหรับสี Black MLD และ 2 g/L สำหรับสี Congo Red นอกจากนี้ ความสามารถดูดซับสีย้อมของเบนทอไนท์ทั้งสามชนิดมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารละลายสีย้อมเพิ่มขึ้นในช่วงความเข้มข้นที่แตกต่างกัน คือ 20-100 mg/L Black MLD, 30-120 mg/L Congo Red สำหรับ N-bentonite และ Na-bentonite และ 300-500 mg/L

Congo Red สำหรับ CTA-bentonite ตัวอย่าง N-bentonite และ Na-bentonite มีกลไกการดูดซับสีทั้งสองเป็นไปตามฟรุนดิชไอโซเทอร์ม ในขณะที่ CTA-bentonite มีกลไกการดูดซับสีแต่ละชนิดเป็นไปได้ทั้งแบบแลงค์เมียร์และฟรุนดิชไอโซเทอร์ม โดยค่าความสามารถดูดซับสี Black MLD สูงสุดของ Na-bentonite และCTA-bentonie เท่ากับ 23.04 และ 58.82 mg/g กรณีสี Congo Red ตัวอย่าง N-bentonite, Na-bentonite และ CTA-bentonite มีค่าความสามารถดูดซับสูงสุดคือ 104.17, 163.93 และ175.44 mg/g ตามลำดับ ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างแร่เบนทอไนท์ดัดแปรชนิด Na-bentonite และ CTA-bentonite มีสมบัติเป็นตัวดูดซับโลหะและสีย้อมแอซิดที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งน่าที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการกำจัดสารพิษเหล่านี้ที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำเสียจากอุตสาหกรรมได้

Prince of Songkla University Pattani Campus

Abstract

The removal of heavy metals and acidic dyes from aqueous solutions using a natural clay mineral and modified bentonites was investigated. The natural bentonite (N-bentonite) samples were modified by ion exchange with sodium (Na) chloride, cetyltrimethyl ammonium (CTA) bromide and octadecylamine (ODA) to obtain Na-bentonite, CTA-bentonite and ODA-bentonite, respectively. The bentonite modification was confirmed by examination of their surface morphology and functional groups using scanning electron microscope and Fourier transform infrared spectroscopy, respectively. The cation exchange capacity (CEC) of the bentonite samples was also examined. It was found that the CEC values of N-bentonite, Na-bentonite, CTA-bentonite and ODA-bentonite were 44.3, 37.4, 14.7 and 9.5 meq/100g, respectively.

The adsorption capacity of the bentonite samples for two heavy metals including lead (Pb) and zinc (Zn), and two acidic dyes including Black MLD and Congo Red was investigated using batch experiments. The effects of the contact time, solution pH, adsorbent amount and initial concentrations of each metal and dye solution on the adsorption by each bentonite sample were studied at ambient temperature (29.0±1.0°C). The results revealed that the adsorption of Zn by N-bentonite, Na-bentonite or ODA-bentonite was higher than that for Pb. The adsorption for each metal occurred rapidly and reached an equilibrium status within 2 hours of contact time at the solution pH of 5.0. The optimum concentrations of the adsorbents were observed to be 5, 4 and 4 g/L for N-bentonite, Na-bentonite and ODA-bentonite, respectively. In addition, the metal adsorption capacity of the bentonite samples increased with an increase in metal concentrations within a range of 10-40 mg/L. The equilibrium data fit well to both the Langmuir and Freundlich adsorption isotherms. The maximum adsorption capacity values of N-bentonite, Na-bentonite and CTA-bentonite for Pb were found to be 5.76, 8.86 and 0.83 mg/g, respectively, while those for Zn were 9.47, 16.00 and 5.30 mg/g, respectively.

For the two acidic dyes, the adsorption capacity of the N-bentonite, Na-bentonite and CTA-bentonite for Congo Red was found to be higher than that for Black MLD. The adsorption of Congo Red occurred readily and reached equilibrium within 1 hour (Na-bentonite) and 3 hours (N-bentonite and CTA-bentonite) at a solution pH range of 5-8. While that of Black MLD was found to be 1 hour for Na-bentonite and CTA-bentonite and 2 hours for N-bentonite at pH 4.0. The optimum concentrations of the N-bentonite, Na-bentonite and CTA-bentonite for Black MLD adsorption were 1, 4 and 2 g/L, whereas those for Congo Red were 2 g/L. The dye adsorption capacity of the bentonite samples increased with an increase in dye concentrations over a different range of 20-100 mg/L of

Prince of Songkla University Pattani Campus

Black MLD, 30-120 mg/L of Congo Red for N-bentonite and Na-bentonite and 300-500 mg/L of Congo Red for CTA-bentonite. The dye sorption data for N-bentonite and Na-bentonite followed the Freundlich isotherm while those for CTA-bentonite fit well to both the Langmuir and Freundlich adsorption isotherms. The maximum adsorption capacity values of Na-bentonite and CTA-bentonite for Black MLD were 23.04, and 58.82 mg/g, respectively, while those of N-bentonite, Na-bentonite and CTA-bentonite for Congo Red were 104.17, 163.93 and 175.44 mg/g, respectively. These research findings suggest that the modified bentonites including Na-bentonite and CTA-bentonite exhibit a high potential for adsorption of heavy metals and acidic dyes and could be utilized to remove these toxic pollutants in natural waters and industrial effluents.

Prince of Songkla University
Pattani Campus