



246743



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: การดูดซับของโลหะหนักจากน้ำเสียโดยไดอะทอมไมต์ที่ปรับปรุงแล้ว

โดย: ดร. ภูสิต ปุกมณี

ธันวาคม 2553

๖๐๐๒๕๑๕๖๒

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



246743

สัญญาเลขท MRG50800002

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: การดูดซับของโลหะหนักจากน้ำเสียโดยไดอะทอมไมต์ที่ปรับปรุงแล้ว

ดร. ภูสิต ปุกมณี

มหาวิทยาลัยแม่โจ้



สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้โครงการ “การดูดซับของโลหะหนักจากน้ำเสียโดยไดอะทอมไมต์ที่ปรับปรุงแล้ว” โดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่เล็งเห็นความสำคัญของการวิจัยเพื่อนำไปเป็นธนาคารข้อมูลสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องได้นำไปใช้จริง คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่จัดสรรงบประมาณ ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะจนกระทั่งโครงการวิจัยนี้สำเร็จตามความมุ่งหมาย คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุคนธ์ พานิชพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษา และติดตามให้การทำวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้

ขอขอบคุณนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คือ นายพงศ์เทพ จันทรสันเทียะและนางสาวพิไลพร ทิพย์ประพันธ์ ที่ช่วยดำเนินงานวิจัยชิ้นนี้จนสำเร็จ คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง จะได้นำข้อมูลไปเป็นแนวทางในการพัฒนาการดูดซับโลหะหนักจากน้ำเสีย โดยไดอะทอมไมต์

ดร.ภูสิต ปุภมณี

บทคัดย่อ

246743

รหัสโครงการ: MRG50800002
ชื่อโครงการ: การดูดซับของโลหะหนักจากน้ำเสียโดยไดอะทอมไมต์ที่ปรับปรุงแล้ว
ชื่อนักวิจัย: ดร.ภูสิต ปุกมณี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
E-mail Address: pusit@mju.ac.th
ระยะเวลาโครงการ: ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2549 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2551

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาศึกษาการดูดซับสารละลายมาตรฐานโลหะหนักของไดอะทอมไมต์ก่อนและหลังการปรับปรุง และไดอะทอมไมต์ชนิด เอ โดยทำการปรับปรุงไดอะทอมไมต์ ด้วยกรดไฮโดรคลอริก โดยวิธีไฮโดรเทอร์มอล และทำการติดตามลักษณะเฉพาะที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับของไดอะทอมไมต์ทั้ง 3 ชนิด โดยการหาค่าประจวบทางเคมี ด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโทรสโกปี พบว่า องค์ประกอบหลักของไดอะทอมไมต์ทั้ง 3 ชนิด คือซิลิกอนไดออกไซด์ โดยมีค่า เท่ากับ 63.31, 56.79 และ 82.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการหาค่าประจวบของธาตุ ด้วยเทคนิคการวัดการกระจายพลังงานทางสเปกโทรสโกปี พบว่า ซิลิกอน และ ออกซิเจน มีค่าระดับพลังงาน เท่ากับ 1.739 และ 0.532 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ตามลำดับ ทำการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอนุภาคไดอะทอมไมต์ ด้วยเทคนิคจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่า รูปร่างของอนุภาคไดอะทอมไมต์ก่อนและหลังการปรับปรุงมีลักษณะเป็นทรงกระบอกมีรูพรุน ส่วนไดอะทอมไมต์ชนิด เอ มีลักษณะเป็นจานกลมแบนมีรูพรุน และมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย เท่ากับ 11.83, 15.82 และ 18.42 ไมโครเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับขนาดอนุภาคเฉลี่ยซึ่งศึกษา ด้วยเทคนิคการวัดขนาดอนุภาค และการหาพื้นที่ผิวของไดอะทอมไมต์ทั้ง 3 ชนิด ด้วยเทคนิคการวัดพื้นที่ผิว มีค่าเท่ากับ 54.26, 55.67 และ 16.40 ตารางเมตร/กรัม ตามลำดับ ส่วนการศึกษาศึกษาการดูดซับสารละลายมาตรฐานโลหะหนัก ด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโทรเมทรี พบว่า ความจุของการดูดซับสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ของไดอะทอมไมต์หลังการปรับปรุงมีมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.527, 0.856, 3.226 และ 6.097 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ

คำหลัก: ไดอะทอมไมต์, การดูดซับ, โลหะหนัก, กรดไฮโดรคลอริก, ไฮโดรเทอร์มอล

Abstract**246743**

Project Code: MRG50800002
Project Title: Adsorption of heavy metals from wastewater by the modified diatomite
Investigator: Dr. Pusit Pookmanee Maejo University
E-mail Address: pusit@mju.ac.th
Project Period: Final report during December 1, 2006 to November 30, 2008

In this research, the adsorption of heavy metal standard solutions of natural diatomite, modified diatomite and diatomite A, were studied. Natural diatomite was modified with hydrochloric acid by hydrothermal method and the specific characteristics related to the effective adsorption of three diatomites were monitored by determining their chemical composition through X-ray fluorescence spectroscopy (XRF). Results showed that silicon dioxide (SiO_2) were the main component of three diatomites and was equivalent to 63.31, 56.79 and 82.28 %, respectively. These corresponded with the element composition data through energy dispersive spectrometry (EDS) which showed that the characteristic energy level of silicon (Si) and oxygen (O) were 1.739 and 0.532 keV, respectively. The morphological investigation of diatomites was done by using the scanning electron microscopy (SEM). Results indicated that natural and modified diatomites were generally cylindrical in shape whereas diatomite A was generally round-shaped with average particle size of 11.83, 15.82 and 18.42 μm , respectively, which were in confirmation with the average particle size distribution. Surface area was determined by specific surface area analysis (BET) with values of 54.26, 55.67 and 16.40 m^2/g , respectively. The study on the adsorption of heavy metal standard solutions was determined by atomic absorption spectroscopy (AAS) and results showed that adsorption capacities of cadmium (Cd^{2+}), lead (Pb^{2+}), copper (Cu^{2+}) and zinc (Zn^{2+}) ions of modified diatomite were the highest at 2.527, 0.856, 3.226 and 6.097 mg/g, respectively.

Keywords: Diatomite, Adsorption, Heavy metal, Hydrochloric acid, Hydrothermal

1. Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.

ผลงานตีพิมพ์ Proceeding ระดับนานาชาติและระดับชาติ จำนวนทั้งสิ้น 6 เรื่อง

1. **P. Pookmanee**, P. Jansanthea and S. Phanichphant "Characterization and adsorption of heavy metals on natural diatomite" Proceeding of the 5th Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (5th EMSES), (2007) 213-215.
2. P. Jansanthea, **P. Pookmanee** and S. Phanichphant "Adsorption of heavy metals onto natural and modified diatomite" KMITL Science Journal, 8(2), (2008) 1-8.
3. **P. Pookmanee**, P. Jansanthea and S. Phanichphant "Adsorption of some heavy metals on modified diatomite" Proceeding of Pure and Applied Chemistry International Conference (PACCON2008), (2008) 93-96.
4. **P. Pookmanee**, P. Thippraphan, S. Phanichphant "Manganese chloride modification of natural diatomite by using hydrothermal method" Journal of the Microscopy Society of Thailand, 24(2), (2010) 99-102.
5. P. Thippraphan, S. Phanichphant, **P. Pookmanee** "Adsorption of copper ion (II) by manganese chloride modified diatomite via hydrothermal method" Proceeding of the 36th Congress on Science and Technology of Thailand, (2010) 1-6.
6. **P. Pookmanee**, P. Thippraphan, S. Phanichphant "Adsorption of copper ions onto natural and modified diatomite from aqueous solution" Proceeding of the NanoThailand 2010, (2010) 153-157.

การเสนอผลงานทางวิชาการระดับนานาชาติ (นำเสนอแบบปากเปล่า Oral presentation)

จำนวนทั้งสิ้น 1 เรื่อง

1. **P. Pookmanee**, P. Thippraphan, S. Phanichphant "Adsorption of some heavy metals on natural and modified diatomite" The 1st International Solvothermal and Hydrothermal Association Conference 2008 (ISHA2008), The University of Nottingham, Nottingham, UK (2008).

การเสนอผลงานทางวิชาการระดับนานาชาติ (นำเสนอแบบโปสเตอร์ Poster presentation)

จำนวนทั้งสิ้น 2 เรื่อง

1. **P. Pookmanee**, P. Thippraphan, S. Phanichphant “Characterization and adsorption of heavy metals on natural diatomite” The 5th Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (5th EMSES), Chonburi, Thailand (2007).
2. **P. Pookmanee**, P. Thippraphan, S. Phanichphant “Adsorption of copper ions onto natural and modified diatomite from aqueous solution” NanoThailand 2010, Bangkok, Thailand (2010).

การเสนอผลงานทางวิชาการระดับชาติ (นำเสนอแบบโปสเตอร์ Poster presentation)

จำนวนทั้งสิ้น 4 เรื่อง

1. **P. Pookmanee**, P. Jansanthea and S. Phanichphant “Adsorption of heavy metals onto modified diatomite” The 25th Annual Conference of the Microscopy Society of Thailand, Phitsanulok, Thailand (2008).
2. P. Jansanthea, **P. Pookmanee**, S. Phanichphant. “Adsorption of cadmium ion onto natural and modified diatomite” The 34th Congress on Science and Technology of Thailand (STT 34), Bangkok, Thailand (2008).
3. P. Thippraphan, **P. Pookmanee**, S. Sateinperakul, R. Puntharod, J. Kitikul, S. Phanichphant “Characterization of natural and manganese chloride modification diatomite via hydrothermal method” The 27th Annual Conference of the Microscopy Society of Thailand, Suratthani, Thailand (2010).
4. **P. Pookmanee**, S. Phanichphant, P. Thippraphan “Removal of heavy metals from aqueous solution by natural and modified diatomite” The 28th Annual Conference of the Microscopy Society of Thailand, Chiangrai, Thailand (2011).

2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- เชิงพาณิชย์

โครงการวิจัยนี้ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ในการหาวิธีการที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพไดอะทอมไมต์เพื่อใช้ในการดูดซับโลหะหนักจากน้ำเสีย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ สามารถลดปริมาณการนำเข้าไดอะทอมไมต์จากต่างประเทศ โดยเป็นการนำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศ มาพัฒนาให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เป็นองค์ความรู้พื้นฐานของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของจัดการสิ่งแวดล้อมของโรงงาน

- เชิงนโยบาย

ผลงานที่ได้จากโครงการวิจัยนี้ใช้เป็นตัวกำหนดทิศทางการวิจัยที่จะทำต่อในอนาคต และใช้เป็นส่วนช่วยในการกำหนดหัวข้อวิจัยในมุมมองอื่นๆ สำหรับนักศึกษา และผู้ร่วมวิจัยในสาขาอื่นๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ให้เกิดความหลากหลายมากขึ้น

-เชิงสาธารณะ

โครงการวิจัยนี้ได้เกิดเครือข่ายงานวิจัยกับหลากหลายภาคส่วนด้วยกันทั้งในองค์กรภายในมหาวิทยาลัยและองค์กรนอกมหาวิทยาลัย เช่น รองศาสตราจารย์ ดร.สุคนธ์ พานิชพันธ์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ สำหรับการใช้อุปกรณ์และชุดไฮโดรเทอร์มอล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิเชษฐ์ บุญสูง และคุณมยุรี พรหมพุกชา ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ สำหรับการใช้เครื่องเอกซเรย์ ฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโทรมิเตอร์ รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ เสวก หัวซึ่งเจริญ และคุณนงคราญ ไชยวงศ์ ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ สำหรับการใช้เครื่องวัดขนาดอนุภาค และเครื่องวัดพื้นที่ผิว รองศาสตราจารย์ ดนุวัตี เฟื่องอัน และคุณศุภัญญา อรุณรุ่งโรจน์ สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ สำหรับการใช้อัลตร้าซาวด์ทรานส์มิเตอร์แบบส่องกราดและเครื่องวัดการกระจายพลังงาน

การปรับปรุงคุณภาพไดอะทอมไมต์เพื่อดูดซับโลหะหนักจากน้ำเสีย เป็นประโยชน์ในเชิงสาธารณะมากมาย ยกตัวอย่างเช่น ประชาชนมีคุณภาพชีวิตและสุขภาพที่ดีขึ้น ไม่เป็นโรคที่เกิดจากการได้รับสารพิษจากโลหะหนัก ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาสุขภาพและการรักษาพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรมได้รับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไม่ปล่อยน้ำเสียที่มีโลหะหนักปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

- เชิงวิชาการ

ผลงานวิจัยที่เกิดขึ้นบางส่วนนำไปประยุกต์ใช้สอนในกระบวนวิชาเทคโนโลยี การวิเคราะห์เชิงสเปกโทรสโคปี ในระดับบัณฑิตศึกษา นอกจากนี้ ประสพการณ์ที่ได้จากงานวิจัยยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้อบรมเจ้าหน้าที่ และผู้ช่วยวิจัย ให้มีทักษะ และความชำนาญมากยิ่งขึ้น ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ในองค์กร ผลงานวิจัยสามารถตีพิมพ์วารสารระดับชาติ รวมไปถึงการเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังเกิดนักวิจัยรุ่นใหม่ขึ้น

Executive Summary

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การพัฒนาเทคโนโลยี การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม ทำให้มีการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมเกินขีดจำกัด ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่มีความรุนแรงและยากต่อการแก้ไข หนึ่งในผลกระทบนั้นคือการรั่วไหลปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำ ตัวอย่างโลหะหนักที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำ เช่น ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง ซึ่งมีความเป็นพิษสูงมาก โลหะเหล่านี้มีความคงตัวสูงจึงสะสมในห่วงโซ่อาหารและก่อให้เกิดผลกระทบแบบสะสมในมนุษย์ และก่อให้เกิดอันตรายต่อทั้งระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับไดอะทอมไมต์ที่ผ่านมา พบว่ามีการศึกษาในด้านวิธีการเตรียมและกวนปรับปรุงไดอะทอมไมต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับโลหะหนักในน้ำเสีย โดยวิธีไฮโดรเทอร์มอล เพียงเล็กน้อย ในการวิจัยนี้ จึงได้นำไดอะทอมไมต์ (diatomite) มาปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับโลหะหนักในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งไดอะทอมไมต์มีคุณสมบัติเป็นสารช่วยกรอง (Filter-aids) ที่ดี คือมีความบริสุทธิ์ทางเคมีสูง เป็นของแข็งโครงสร้างมีรูพรุน มีพื้นที่ผิวมาก พร้อมทั้งมีราคาถูกมาก จึงนับได้ว่าเป็นการช่วยรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม และเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากรอีกทางหนึ่ง

การเพิ่มประสิทธิภาพไดอะทอมไมต์เริ่มต้นจากการหาสภาวะที่ดีที่สุดในการปรับปรุงไดอะทอมไมต์โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอล ภายใต้เงื่อนไข คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และเวลา สำหรับการวิเคราะห์หาคุณสมบัติเฉพาะของไดอะทอมไมต์ ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง และไดอะทอมไมต์ทางการค้า โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยใช้เครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรมิเตอร์ (XRF) ตรวจสอบรูปร่างของอนุภาค โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) หาดองค์ประกอบของธาตุ โดยใช้เครื่องวัดการกระจายพลังงาน (EDS) และวัดขนาดอนุภาคและพื้นที่ผิวโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ผิว (BET Particle size) การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก โดยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ปชัน สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AAS) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับซึ่งพิจารณาจากค่าความจุสูงสุดของการดูดซับ โดยไดอะทอมไมต์ก่อนการปรับปรุงหลังการปรับปรุง และไดอะทอมไมต์ทางการค้า และนำผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมา สรุปผลและนำเสนอผลงานในวารสารวิชาการระดับชาติและนานาชาติ

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
Output จากโครงการ	ง
สารบัญ	ฅ
ผลงานตีพิมพ์ Proceeding ระดับนานาชาติและระดับชาติ	
- Characterization and adsorption of heavy metals on natural diatomite	2
- Adsorption of heavy metals onto natural and modified diatomite	5
- Adsorption of some heavy metals on modified diatomite	14
- Manganese chloride modification of natural diatomite by using hydrothermal method	18
- Adsorption of copper ion (II) by manganese chloride modified diatomite via hydrothermal method	22
- Adsorption of copper ions onto natural and modified diatomite from aqueous solutions	28
การเสนอผลงานทางวิชาการระดับนานาชาติ	
นำเสนอแบบปากเปล่า Oral presentation	
- Adsorption of some heavy metals on natural and modified diatomite	34
นำเสนอแบบโปสเตอร์ Poster presentation	
- Characterization and adsorption of heavy metals on natural diatomite	37
- Adsorption of copper ions onto natural and modified diatomite from aqueous solutions	40
การเสนอผลงานทางวิชาการระดับชาติ	
นำเสนอแบบโปสเตอร์ Poster presentation	
- Adsorption of heavy metals onto modified diatomite	42

ญ

หน้า

- Adsorption of cadmium ion onto natural and modified diatomite 44

- Characterization natural and manganese chloride modified diatomite via hydrothermal method 46

- Removal of heavy metals from aqueous solution by natural and modified diatomite 48