บทที่ 9

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

9.1 สรุปผลการวิจัย

สารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์ซีโอไลท์ โดยวิธีไฮโดรเทอร์มอล คือ เถ้าลอยถ่านหินลิกไนต์ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยส่วนใหญ่เป็นซิลิกาและอะลูมินา ส่วนใหญ่อยู่ในสถานะที่ไม่เป็นผลึก มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่อยู่ในสถานะเป็นผลึก เช่น มุลไลต์ ควอทซ์ ทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย เถ้าลอยจึงมีความเหมาะสมเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ซีโอไลท์ เพราะองค์ประกอบหลักของซีโอไลท์ คือ ซิลิกาและอะลูมินา ในการสังเคราะห์ซีโอไลท์จึงเหมาะสมที่จะใช้แหล่งของซิลิกาและอะลูมินาจากเถ้าลอย

9.1.1 ผลการสังเคราะห์ซีโอไลท์

ตัวแปรที่ใช้ในการสังเคราะห์ซีโอไลท์ คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1-3 โมลต่อลิตร อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา คือ 100°c โดยใช้เวลา 96 ชั่วโมง ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติของซีโอไลท์สังเคราะห์ คือ ชนิดและความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกของซีโอไลท์สังเคราะห์

จากการวิเคราะห์ซีโอไลท์ที่สังเคราะห์จากเถ้าลอยด้วย X-Ray Diffraction พบว่า เกิดชนิดของซีโอไลท์ที่แตกต่างกัน คือ ที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลต่อลิตร เกิดซีโอไลท์ P และ analcime ที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 โมลต่อลิตร เกิดซีโอไลท์ P และ A และที่สภาวะความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 โมลต่อลิตร เกิดซีโอไลท์ A สำหรับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เกิดซีโอไลท์ชนิดเดียว คือ chabazite ที่ความเข้มข้น 2 โมลต่อลิตร สรุปดังตารางที่ 6.2

9.1.2 ผลการดูดซับโลหะหนักในน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้เถ้าลอยและซีโอไลท์สังเคราะห์

จากการวิเคราะห์น้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม จากบริษัทเจนโก จำกัด พบว่ามีโลหะหนักเจือปนหลายชนิด คือ Cr, Ni, Zn, Mn ซึ่งมีค่าสูงเกินมาตรฐานของประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) วันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและ

นิคมอุตสาหกรรม จึงใช้เถ้าลอยและซีโอไลท์สังเคราะห์เพื่อดูดซับโลหะหนัก โดยเลือกซีโอไลท์มาทดลอง 3 กลุ่ม คือ ซีโอไลท์ analcime, P ที่สภาวะสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 โมลต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 100°c ระยะเวลา 96 ชั่วโมง และซีโอไลท์ A, P ที่สภาวะสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 100°c ระยะเวลา 96 ชั่วโมง และซีโอไลท์ chabazite ที่สภาวะสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 100°c ระยะเวลา 96 ชั่วโมง จากผลการทดลองเปรียบเทียบการดูดซับโลหะหนักของซีโอไลท์สังเคราะห์แต่ละชนิดเทียบกับเถ้าลอย พบว่าทั้งซีโอไลท์สังเคราะห์และเถ้าลอยสามารถดูดซับโลหะหนักได้ทั้ง 4 ชนิด คือ Cr, Mn, Ni และ Zn โดยที่สามารถดูดซับ Zn ได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ Mn, Ni และ Cr ตามลำดับ หากเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับโลหะหนักได้ทั้ง 4 ชนิดของตัวดูดซับแต่ละชนิด พบว่าซีโอไลท์ chabazite ดูดซับได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ซีโอไลท์ P & analcime, เถ้าลอย และซีโอไลท์ A&P ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า กรณี Zn,Ni และ Cr ตัวดูดซับทุกชนิดดูดซับได้ใกล้เคียงกัน คือ ไม่มี Selectivity ขณะที่กรณี Mn ดูดซับได้แตกต่างกันชัดเจน นั่นคือมี Selectivity

9.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการเพิ่มอุณหภูมิมากกว่า 100 องศาเซลเซียส และความดันมากกว่า 1 บรรยากาศ ในการสังเคราะห์ซีโอไลท์

2. ควรมีการศึกษาการสังเคราะห์ซีโอไลท์จากเถ้าลอยที่ระบุถึงชนิดของซีโอไลท์ที่ต้องการสังเคราะห์ และปริมาณของซีโอไลท์ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

3. ควรมีการศึกษาความเป็นไปได้ของการสังเคราะห์ซีโอไลท์ในระดับ Pilot Plant เพื่อพัฒนาเป็นระดับอุตสาหกรรมต่อไป และเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ภายในประเทศ

4. ควรมีการศึกษาถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมของการใช้ซีโอไลท์ในท้องตลาด

5. เปรียบเทียบราคาซีโอไลท์ในท้องตลาดกับซีโอไลท์สังเคราะห์

6. ควรมีการศึกษาความสามารถในการดูดซับโลหะหนักในน้ำทิ้งของเถ้าลอยอย่างจริงจัง โดยควบคุมสภาวะการดูดซับที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าหรือใช้ประโยชน์จากเถ้าลอยอย่างคุ้มค่าที่สุด

9.3 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

1. อุปกรณ์การสังเคราะห์ซีโอไลท์ ถ้าใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส มีปัญหาสารละลายเบสระเหย ทำให้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น

2. อุปกรณ์การสังเคราะห์ซีโอไลท์ ไม่สามารถปรับความดันได้ ไม่มี autoclave รวมทั้งเรื่องอุณหภูมิ ทำให้เกิดซีโอไลท์ได้น้อย

3. การใช้เวลาหลายวันในการสังเคราะห์ซีโอไลท์ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานสูง และต้องระมัดระวังเรื่องความปลอดภัยมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย