

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการกำจัดโลหะหนัก 2 ชนิดได้แก่ ตะกั่ว และ แคดเมียม โดยใช้ถ่านกระดุก โดยทำการทดลองแบบแบตช์และคอลัมน์ รวมทั้งศึกษาลักษณะทางกายภาพของถ่านกระดุกก่อนและหลังการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองดังนี้

1) สำหรับสภาวะในการเตรียมถ่านกระดุกที่เหมาะสมในการกำจัดโลหะหนัก ซึ่งทำการทดลองที่ 400 500 และ 600 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เฝ้ามีผลกับประสิทธิภาพในการกำจัดน้อยมากที่อุณหภูมิเผาตัว (400-600 องศาเซลเซียส) โดยเฉพาะอุณหภูมิการเตรียมที่ 400 และ 500 องศาเซลเซียสมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันมาก และประสิทธิภาพดีกว่าอุณหภูมิการเตรียมที่ 600 องศาเซลเซียสอย่างเห็นได้ชัด

2) ค่าพีเอชมีผลกับการกำจัดตะกั่วและแคดเมียม โดยถ่านกระดุกจะมีความสามารถในการดูดซับตะกั่วในช่วง พีเอช 5-6 และความสามารถในการดูดซับแคดเมียมในช่วงพีเอช 5-7 ถ้าพีเอชมากกว่านี้จะได้ประสิทธิภาพในการกำจัดดีแต่จะมีการตกตะกอนเนื่องจากพีเอชมากขึ้น และถ้าพีเอชน้อยกว่า 5 ประสิทธิภาพการกำจัดจะลดลงอย่างมากเนื่องจากโลหะหนักชอบที่จะมีแนวโน้มที่จะละลายน้ำและมีไฮโดรเจนไอออนมาแข่งขันในการเกิดปฏิกิริยา

3) ความเข้มข้นของน้ำเสียเริ่มต้นมีผลกับค่าความสามารถในการกำจัดตะกั่วและแคดเมียมต่อปริมาณถ่านกระดุก โดยสามารถกำจัดตะกั่วได้ 98.35 และ 89.19 เปอร์เซ็นต์ ที่น้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 10 และ 50 มก./ล. ตามลำดับ และสามารถกำจัดแคดเมียมได้ 92.88 และ 81.99 เปอร์เซ็นต์ ที่น้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 10 และ 40 มก./ล. ตามลำดับ

4) ไอโซเทอมการกำจัดตะกั่วและแคดเมียมสอดคล้องกับสมการทั้งแลงมัวร์ และฟรุนดลิช เป็นอย่างดี โดยพบว่ามีค่าการดูดซับตะกั่วสูงสุดเท่ากับ 617.5 มก./ก. ถ่านกระดุก และมีค่าการดูดซับแคดเมียมสูงสุดเท่ากับ 68 มก./ก. ถ่านกระดุก

5) อุณหภูมิที่เตรียมถ่านกระดุกที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ความเป็นผลึก(Crystallinity) มีมากขึ้น โดยดูจากผลวิเคราะห์ IR ที่มีอัตราส่วน $PO_4^{3-}:CO_3^{2-}$ มากขึ้นและความชื้นที่มากขึ้น และผล

วิเคราะห์ของ XRD ที่ให้พีคของไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่สูงขึ้น ความเป็นผลึกมีมากขึ้นทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดลดลงเนื่องจากความเป็นผลึกที่มากขึ้นทำให้ความพรุนของถ่านกระดูกลดลง และการละลายของถ่านกระดูกก็ลดลงด้วยเช่นกันซึ่งทำให้ปฏิกิริยาดูดติดผิวที่ตัวกลางและการตกตะกอนกลับของตัวกลางเกิดขึ้นได้น้อยลง

6) ปฏิกิริยาในการกำจัดตะกั่วเกิดจากการตกตะกอนเคมี ในรูปผลึกอะพาไทต์ $Pb_{10}(PO_4)_6OH_2$ และการแลกเปลี่ยนไอออนของตะกั่วกับแคลเซียมในโครงสร้างอะพาไทต์

ข้อเสนอแนะ

- 1) ศึกษาการใช้ถ่านกระดูกในการกำจัดโลหะหนักชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะ Cu^{2+} ซึ่งถ่านกระดูกสามารถกำจัดได้สูงเช่นกัน
- 2) ศึกษาการเตรียมกระดูกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเผาในสภาวะไร้อากาศ การใช้น้ำฉีดตัวกลางเพื่อลดอุณหภูมิหลังจากการเผาเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว รวมทั้งการทำถ่านกระดูกให้เป็นผง (Powder) ซึ่งน่าจะเหมาะกับการใช้งานอย่างมากเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการกำจัดสูงขึ้น
- 3) ศึกษาการรีเจนเนอเรตในกษัตริย์แบบคอลัมน์ และปรับเปลี่ยนวิธีการดำเนินระบบไม่ว่าจะเป็นล้างย้อนตัวกลางและป้อนน้ำเสียให้ไหลขึ้น หาพีเอชที่ได้ประสิทธิภาพสูงที่สุดในการดำเนินระบบแบบคอลัมน์
- 4) ศึกษาตัวกลางชนิดอื่นที่มีฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบที่สำคัญไม่ว่าจะเป็นดินที่ปนเปื้อนฟอสเฟต หรือ ไฮดรอกซีอะพาไทต์ คาร์บอนอะพาไทต์สังเคราะห์