บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

6.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการบำบัดกากตะกรันซึ่งเป็นของเสียที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ ในกระบวนการผลิตตะกั่วแท่งบริสุทธิ์ วิธีการบำบัดที่ศึกษาได้แก่ การทำเสถียร(Stabilization) และการทำให้เป็นก้อน(Solidification) วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือ การศึกษาเพื่อหาวิธีและปัจจัยต่างๆที่เหมาะสม ในการบำบัดกากตะกรันที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ และสามารถนำไปเป็นประโยชน์ในการใช้งานจริงได้ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวจึงได้มีการแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ การศึกษาลักษณะสมบัติของกากตะกรันที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ การศึกษาการทำเสถียรกากตะกรันที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์โดยใช้ปูนขาว และการศึกษาการทำให้เป็นก้อนของกากตะกรันที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ ด้วยวัสดุประสานชนิดต่างๆ ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. กากตะกรันซึ่งเป็นของเสียที่เกิดขึ้น จากการถลุงแร่เซรัสไซต์ ในกระบวนการผลิตตะกั่วแท่งบริสุทธิ์ มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบร้อยละ 8 โดยประมาณ เมื่อนำกากตะกรันนี้ไปผ่านการชะละลาย โดยวิธีการสกัดของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6 พ.ศ.2540 พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำชะละลายมีค่าประมาณ 9.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตรจึงไม่สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ ดังนั้นกากตะกรันที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์จึงจัดเป็นของเสียอันตราย ซึ่งสอดคล้องกับประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6 พ.ศ. 2540 ในหมวดที่ 1 ข้อ 7.10 กำหนดไว้ว่า ของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิตตะกั่วปฐมภูมิ ได้แก่เศษ วัสดุที่อยู่ใน หรือขูดลอกได้จากการดักผิวหน้า (surface impoundment) จัดเป็นของเสียอันตราย

2. การทำเสถียรกากตะกรันซึ่งเป็นของเสียที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ โดยใช้ปูนขาว พบว่าปริมาณปูนขาวร้อยละ 10 เทียบกับน้ำหนักกากตะกรัน จะให้ก้อนตัวอย่างที่มีกำลังรับแรงอัดสูงสุดมีค่าเพียง 6.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำชะละลายมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงไม่สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ หากเพิ่มปริมาณปูนขาวเป็น 100 เปอร์เซ็นต์เทียบกับน้ำหนักกากตะกรันจะทำให้ก้อนตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดน้อยที่สุดซึ่งมีค่าประมาณ 3.4 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้

โดยทุกก้อนตัวอย่างมีความหนาแน่นผ่านเกณฑ์มาตรฐานได้ เพราะกากตะกรันเป็นวัสดุที่มีความถ่วงจำเพาะสูงมาก ตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่า ของเสียอันตรายที่ผ่านการการบำบัดแล้ว จะต้องมีกำลังรับแรงอัดไม่ต่ำกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นมีค่าไม่น้อยกว่า 1.15 ตันต่อลูกบาศก์เมตรความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดจากการชะละลายก้อนตัวอย่างต้องมีค่าต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

การใช้ระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้น คุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ กำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นของก้อนตัวอย่าง ไม่ได้มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า แคลเซียมที่อยู่ในปูนขาวไม่สามารถเกิดปฏิกิริยา กับซิลิกาในกากตะกรัน กลายเป็นแคลเซียมซิลิเกตซึ่งเป็นสารที่มีกำลังรับแรงอัดสูงได้ กลไกในการบำบัดกากตะกรันที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ น่าจะเกิดจากการเจือจางของเสีย และการสะเทินฤทธิ์น้ำสกัดเท่านั้น จากเหตุผลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การบำบัดกากตะกรันที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ไม่สามารถใช้วิธีการทำเสถียรด้วยปูนขาวได้

3. การศึกษาการทำให้เป็นก้อนแข็งของกากตะกรันซึ่งเป็นของเสียที่เกิดจากจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ ด้วยวัสดุประสาน และปริมาณของวัสดุประสานต่างๆกัน พบว่าการบำบัดกากตะกรันด้วยวิธีการทำให้เป็นก้อนแข็งสามารถทำให้ก้อนตัวอย่างที่เกิดขึ้นมีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ โดยปัจจัยที่เหมาะสมคือ การใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในสัดส่วนร้อยละ 12 เทียบกับน้ำหนักกากตะกรัน ให้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.8 โดยสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวจะเกิดขึ้นเมื่อใช้กากตะกรันที่มีขนาดอนุภาคค่อนข้างเล็ก(กากตะกรันที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีขนาดเฉลี่ย(D_{50}) 0.33 มิลลิเมตร) ถ้ามีการใช้กากตะกรันที่มีขนาดอนุภาคหยาบกว่านี้มากนัก จะทำให้ต้องใช้วัสดุประสานในปริมาณที่มากขึ้นซึ่งเป็นการไม่ประหยัด และยังทำให้ปริมาตรสุดท้ายของของเสียมีค่าสูงขึ้นอีกด้วย

4. ค่าใช้จ่ายในการบำบัดกากตะกรันซึ่งเป็นของเสียที่เกิดขึ้นจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ โดยวิธีทำให้เป็นก้อนแข็ง ประมาณ 364 บาทต่อตันของกากตะกรัน โดยค่าใช้จ่ายนี้จะคิดเฉพาะค่าวัสดุประสาน และค่าแรงงานในการบำบัดเท่านั้น เนื่องจากภายในบริเวณโรงงานมีพื้นที่ซึ่งเป็นบ่อสำหรับรองรับของเสียสุดท้ายที่จะเกิดขึ้นแล้ว ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการขนส่งจึงนับว่าไม่มี อาจมีเพียงค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการฝังกลบอีกเล็กน้อยเท่านั้น

6.2 ข้อเสนอแนะในงานวิจัยเพิ่มเติม

จากการศึกษาการบำบัดกากตะกรันซึ่งเป็นของเสียที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางในการวิจัยต่อเนื่องของงานวิจัยนี้ ดังนี้

1. ในงานวิจัยต่อไปควรมีการทดสอบการชะละลายระยะยาวทั้งแบบแบชต์ และแบบต่อเนื่องในคอลัมน์ เพื่อศึกษาสภาพที่แท้จริงที่อาจเกิดขึ้นในหลุมฝังกลบต่อไปได้

2. ถึงแม้ว่ากากตะกรันที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์ จัดเป็นของเสียอันตราย แต่จะเห็นได้ว่าเมื่อผสมปูนซีเมนต์ในปริมาณหนึ่งก็สามารถบำบัดกากตะกรันนี้ได้ ซึ่งก้อนซีเมนต์ที่ได้กลายเป็นสารที่มีกำลังรับแรงอัดสูงมาก ดังนั้นจึงน่าจะลองนำกากตะกรันที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์นี้ไปวิจัยเพื่อใช้เป็นสารผสมเพิ่มในซีเมนต์

3. กากตะกรันที่เกิดจากการถลุงแร่เซรัสไซต์นี้ น่าจะนำไปวิจัยเพื่อบำบัดร่วมกับของเสียที่เป็นกากตะกอนโลหะหนักอื่นๆได้ เพื่อให้ปริมาตรสุดท้ายของของเสียที่เกิดขึ้นและปริมาณวัสดุประสานที่ใช้น้อยที่สุด