บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการทำเสถียรกากตะกรันจากโรงหลอมแบตเตอรี่เก่า ด้วยการทำให้เป็นก้อนแข็งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อหาชนิดและสัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุประสานในการทำให้กากตะกรันเป็นก้อนแข็ง และมีสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งพิจารณาจาก กำลังรับแรงอัด ความหนาแน่น ปริมาณตะกั่วในน้ำสกัด และค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากตะกรันนี้ โดยกากตะกรันที่ใช้ในการศึกษานี้ได้มาจาก กากตะกรันที่เกิดจากการหลอมตะกั่วออกจากแบตเตอรี่เก่า วัสดุประสานที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง ปูนซีเมนต์ผสมปูนขาว ปูนซีเมนต์ผสมโซเดียมซัลไฟต์ และปูนซีเมนต์ผสมปูนขาวผสมโซเดียมซัลไฟต์ ที่อัตราส่วนต่างๆกัน โดยมีขั้นตอนในการศึกษา 4 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. การศึกษาคุณสมบัติของกากตะกรันจากโรงหลอมแบตเตอรี่เก่า ซึ่งแบ่งเป็นการศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพ และคุณสมบัติทางด้านเคมีของกากตะกรัน โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของธาตุที่สำคัญ ซึ่งได้แก่ปริมาณโลหะหนักที่เป็นโลหะอันตรายในกากตะกรัน โดยทำการวิเคราะห์สมบัติทางด้านเคมีของกากตะกรันด้วยการใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope(SEM) และเครื่อง Energy Dispersive X-ray Spectrometer รวมทั้งการใช้วิธีการย่อยด้วยกรดไนตริกเข้มข้น ตามวิธีมาตรฐานของ U.S.EPA. และการใช้วิธีการสกัดสารตามวิธีในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่6 (พ.ศ. 2540)

2. การศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัสดุประสานเบื้องต้น ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อหาอัตราส่วนวัสดุประสานเบื้องต้น ที่สามารถทำให้กากตะกรันจากโรงหลอมแบตเตอรี่เก่าเป็นก้อนแข็ง มีสมบัติทางด้านกายภาพดีขึ้น และสารมลพิษถูกทำให้เสถียรและถูกดักจับไว้ ภายในโมเลกุลของก้อนมวลแข็ง โดยวัสดุประสานที่ใช้ก็คือ ปูนซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ผสมปูนขาว(1:1) ปูนซีเมนต์ผสมโซเดียมซัลไฟต์10% ปูนซีเมนต์ผสมโซเดียมซัลไฟต์20% ปูนซีเมนต์ผสมปูนขาวผสมโซเดียมซัลไฟต์10% และปูนซีเมนต์ผสมปูนขาวผสมโซเดียมซัลไฟต์20%

3. การศึกษาหาชนิดและอัตราส่วนผสมวัสดุประสานที่เหมาะสมที่สุด เป็นการศึกษาเพื่อหาชนิด และอัตราส่วนผสมวัสดุประสานที่เหมาะสมที่สุด คือ ใช้วัสดุประสานชนิดที่เหมาะสม และใช้วัสดุประสานในปริมาณที่ไม่มากไม่น้อยจนเกินไป เพื่อทำให้กากตะกรันจากโรงหลอมแบตเตอรี่เก่าเป็นก้อน มีสมบัติเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยทำการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนผสมให้ละเอียดขึ้นเพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งพิจารณาจาก กำลังรับแรงอัด ความหนาแน่น ปริมาณตะกั่วในน้ำ-สกัด และค่าใช้จ่ายในการทำกากตะกรันนี้ให้เป็นก้อน

4. การศึกษาผลของอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน โดยการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนน้ำ เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน(ปูนซีเมนต์)โดยพิจารณาจากกำลังรับแรงอัด ความหนาแน่น และปริมาณตะกั่วในน้ำสกัด

ซึ่งผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้คือ

1. กากตะกรันจากโรงหลอมแบตเตอรี่เก่า จัดเป็นของเสียอันตรายตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่6 (พ.ศ. 2540) เพราะจากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำสกัดโดยวิธีการสกัดสารตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่6 (พ.ศ. 2540) พบว่า มีปริมาณตะกั่วในน้ำสกัดในปริมาณที่สูงโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 32.8 มก. /ล. ซึ่งเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 5 มก. /ล.

2. การใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่งเป็นวัสดุประสาน ด้วยอัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ต่อกากตะกรันร้อยละ 25 เทียบกับน้ำหนักกากตะกรัน และใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ0.5 มีความเหมาะสมที่สุด ในการทำให้กากตะกรันจากโรงหลอมแบตเตอรี่เก่าเป็นก้อนแข็ง โดยมีค่ากำลังรับแรงอัด ความหนาแน่น และปริมาณโลหะหนักในน้ำสกัดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดไว้ นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายในการทำกากตะกรันให้เป็นก้อนแข็งถูกกว่าเมื่อเทียบกับการใช้วัสดุประสานชนิดอื่น

3. ก้อนตัวอย่างที่มีการเติมโซเดียมซัลไฟต์ลงไปด้วย จะมีปริมาณตะกั่วในน้ำสกัดน้อยกว่าก้อนตัวอย่างที่ไม่ได้เติม เนื่องจากโซเดียมซัลไฟต์เมื่อละลายในน้ำจะแตกตัวให้ S^{-2} ซึ่งจะจับกับตะกั่วที่ละลายออกมากับน้ำในขั้นตอนการผสมวัสดุประสานกับกากตะกรัน และทำให้ตะกั่วสามารถจับตัวอยู่กับก้อนวัสดุประสานได้มากขึ้น

4. การแปรเปลี่ยนอัตราส่วนผสมวัสดุประสานมีผลต่อ กำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่าง และปริมาณตะกั่วในน้ำสกัดจากก้อนตัวอย่าง กล่าวคือ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมของวัสดุประสานชนิดต่างๆ จะทำให้ก้อนตัวอย่างมีกำลังรับแรงอัดเพิ่มมากขึ้น และทำให้ปริมาณตะกั่วในน้ำสกัดจากก้อนตัวอย่างลดลง

5. ระยะเวลาการบ่มตัวที่นานขึ้น คือจาก 7 วัน เป็น 28 วัน มีผลทำให้ก้อนตัวอย่างมีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น ความหนาแน่น พีเอช และปริมาณตะกั่วในน้ำสกัดลดลง

6. การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานมีผลต่อกำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นของก้อนตัวอย่าง คือเมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานตั้งแต่ 0.3 ถึง 0.5 ก้อนตัวอย่างจะมีค่ากำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเป็น 0.6 และ 0.7 ก้อนตัวอย่างจะมีค่ากำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นลดลง ส่วนการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพีเอชของน้ำสกัด และปริมาณตะกั่วในน้ำสกัดของก้อนตัวอย่าง นอกจากนี้ยังพบว่า ที่อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ0.5 ก้อนตัวอย่างจะมีกำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นสูงที่สุดอีกด้วย

7. ค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากตะกรันจากโรงหลอมแบตเตอรี่เก่า ซึ่งรวมถึงค่าใช้จ่ายในการทำกากตะกรันให้เป็นก้อนแข็ง ค่าใช้จ่ายในการขนส่งกากตะกรันที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งแล้วจากโรงงานฯไปยังหลุมฝังกลบ และค่าใช้จ่ายในการฝังกลบที่ศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรม จังหวัดราชบุรี มีค่าเท่ากับ 2,181.50 บาทต่อน้ำหนักตันของกากตะกรัน หรือเท่ากับ 1,855 บาทต่อการผลิตตะกั่วแท่ง 1 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ15.4 ของราคาตะกั่วแท่ง