

นัชชา วงศ์นารี : การกู้คืนโลหะมีค่าจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเสื่อมสภาพที่ผ่านการเผา
ด้วยกระบวนการโลหวิทยาสารละลาย (RECOVERY OF VALUABLE METALS FROM
CALCINED END-OF-LIFE LITHIUM-ION BATTERIES THROUGH HYDROMETALLURGICAL
PROCESS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สงบ คำค้อ, 213 หน้า

คำสำคัญ : การรีไซเคิล/โลหะมีค่า/แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน/โลหวิทยาสารละลาย/จลนศาสตร์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกู้คืนโลหะมีค่าจากผงอิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจากการเผา
แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเสื่อมสภาพและศึกษาจลศาสตร์การชะละลาย โดยได้ศึกษาอิทธิพลของความ
เข้มข้นกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อัตราส่วนของของแข็งต่อของเหลว
เวลาการชะละลาย และอุณหภูมิในการชะละลาย ต่อความสามารถในการชะละลายของโลหะ
จากการทดลองพบว่าสภาวะการชะละลายที่เหมาะสมคือ การชะละลายด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้น
1 โมลาร์ ร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 1% โดยปริมาตร อัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว
50 กรัมต่อลิตร ระยะเวลา 60 นาที และอุณหภูมิ 60°C โดยให้ประสิทธิภาพการชะละลายลิเทียม
นิกเกิล และแมงกานีส 100% และโคบอลต์ 97.17% การศึกษาจลศาสตร์การชะละลายโลหะมีค่า
พบว่ามีความเป็นไปตามแบบจำลองของ Avrami ซึ่งได้อธิบายกลไกการชะละลายโลหะด้วยการ
แพร่และปฏิกิริยาเคมีที่พื้นผิว ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานกระตุ้นของลิเทียมมีค่า 7.83 กิโลจูล/โมล
ของนิกเกิลมีค่า 5.65 กิโลจูล/โมล และของโคบอลต์มีค่า 5.08 กิโลจูล/โมล สารละลายที่ได้จากการ
ชะละลายถูกนำมาทำให้บริสุทธิ์สูงขึ้นและจากนั้นนำมาตกตะกอนให้เป็นสารประกอบด้วยสภาวะที่
เหมาะสมดังนี้ ขั้นตอนแรกทำการกำจัดอะลูมิเนียมด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30% ที่ pH 7
ทำให้สามารถกำจัดอะลูมิเนียมได้ 98.18% จากนั้นนำสารละลายมาตกตะกอนด้วยกรดออกซาลิก
โดยกำหนดอัตราส่วนโมลของกรดออกซาลิกต่อนิกเกิลไอออนที่ 1.5:1 อุณหภูมิ 60°C เวลา 60 นาที
ทำให้เกิดสารประกอบนิกเกิล-โคบอลต์-แมงกานีสออกซาเลตไดไฮเดรตที่มีความบริสุทธิ์หลังล้างน้ำ
99.70% จากนั้นนำสารละลายมาตกตะกอนด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30% ที่ค่า pH 11
ทำให้เกิดสารประกอบแมงกานีสออกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์หลังล้างน้ำ 96.32% ในขั้นตอนสุดท้าย
นำสารประกอบมาตกตะกอนด้วยไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต โดยใช้อัตราส่วนโมลไดโซเดียม
ไฮโดรเจนฟอสเฟตต่อไอออนลิเทียม 6:1 อุณหภูมิ 90°C เวลา 60 นาทีทำให้เกิดสารประกอบ
สารประกอบลิเทียมฟอสเฟตที่มีความบริสุทธิ์ 99.35%

สาขาวิชา วิศวกรรมโลหการ

ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อ..... นัชชา วงศ์นารี
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ทบ คำค้อ

NATCHA WONGNAREE : RECOVERY OF VALUABLE METALS FROM CALCINED
END-OF-LIFE LITHIUM-ION BATTERIES THROUGH HYDROMETALLURGICAL
PROCESS. THESIS ADVISOR: ASSOCIATE PROFESSOR Dr. SAKHOB KHUMKOA,
Ph.D., 213 PP.

Keywords : Recycling/Valuable Metals/Lithium-Ion Batteries/ Hydrometallurgy/Kinetics

This research aims to investigate the recovery of valuable metals from electrode powder derived from incinerated spent lithium-ion batteries and to study the kinetics of leaching. The experiment investigated the influence of sulfuric acid concentration, hydrogen peroxide concentration, solid-to-liquid ratio, leaching time, and temperature on the metal leaching efficiency. Experimental results revealed that optimal leaching conditions were achieved using 1 M sulfuric acid with 1% v/v hydrogen peroxide, a solid-to-liquid ratio of 50 g/L, a leaching duration of 60 minutes, and a temperature of 60°C. These conditions yielded 100% leaching efficiency for lithium, nickel, and manganese, and 97.17% for cobalt. The kinetics study of valuable metal leaching demonstrated conformity to the Avrami model, which explains the metal leaching mechanism through diffusion and surface chemical reactions. The activation energies were determined to be 7.83 kJ/mol for lithium, 5.65 kJ/mol for nickel, and 5.08 kJ/mol for cobalt. The leachate underwent purification and subsequent precipitation under optimized conditions. The first step involved removing aluminum using a 30% sodium hydroxide solution at a pH of 7, resulting in a 98.18% elimination of aluminum. The solution was then precipitated with oxalic acid at a molar ratio of 1.5:1 (oxalic acid to nickel ions), at 60°C for 60 minutes, producing nickel-cobalt-manganese oxalate dihydrate with a purity of 99.70% after washing with water. Subsequently, precipitation with a 30% sodium hydroxide solution at pH 11 yielded manganese oxide with a purity of 96.32% after washing. In the final step, precipitation with disodium hydrogen phosphate at a molar ratio of 6:1 (disodium hydrogen phosphate to lithium ions) at 90°C for 60 minutes yields a lithium phosphate compound with 99.35% purity.

School of Metallurgical Engineering
Academic Year 2024

Student's Signature นัทชา วงนารี
Advisor's Signature S. Khumkoa