

SIRUNYA SOMLA: SYNTHESIS OF ZINC OXIDE NANOPARTICLE USING ZINC
OXIDE RECYCLED FROM ELECTRIC ARC FURNACE DUST

THESIS ADVISOR: ASST. PROF, SAKHOB KHUMKOA, PhD., 182 PP.

Keyword: ZnO Nanoparticles (ZnO NPs)/Electric Arc Furnace Dust (EAFD)/
Hydrothermal Synthesis/ Antibacterial Activity/UV Absorption

This study investigates the synthesis of zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) using zinc oxide recycled from electric arc furnace dust (EAFD). The process consisted of two stages: selective acid leaching for precursor purification, followed by hydrothermal synthesis. In the leaching stage, the effects of various parameters on zinc leaching efficiency and impurity contamination were examined. For leaching process, the optimal conditions were 2 M sulfuric acid, a solid-to-liquid ratio of 150 g/L, room temperature, and a leaching time of 15 minutes, yielding a zinc recovery efficiency exceeding 90%. For the hydrothermal stage, the effects of initial solution pH, temperature, reaction time, and NaOH concentration on ZnO NPs formation were systematically investigated. The results indicated that an initial pH of 11–12 was favorable for the formation of a pure ZnO phase. The optimal conditions for the synthesis of zinc oxide nanorods were achieved at a reaction temperature of 200°C for 1 h using a sodium hydroxide solution with a concentration of 2 M, whereas the synthesis of zinc oxide nanoplates was favored under the same temperature and synthesis time but with a higher sodium hydroxide concentration of 6 M. XRD analysis confirmed a highly crystalline hexagonal wurtzite structure. By adjusting the synthesis conditions, diverse particle morphologies were achieved, including hexagonal prisms, nanorods, and nanoplates. The synthesized zinc oxide nanoparticles exhibited particle sizes ranging from approximately 27 to 550 nm, depending on the synthesis conditions employed. UV-Visible spectroscopy showed strong UV absorption at 370–380 nm. Antibacterial testing against *S. aureus* and *E. coli* demonstrated that the synthesized ZnO NPs exhibited superior antibacterial activity compared to the

ZnO recycled material. These findings confirm that the hydrothermal process can be effectively employed to synthesize ZnO NPs from EAFD-derived zinc oxide.



School of Metallurgical Engineering

Academic Year 2025

Student's Signature *Siranya Somla*

Advisor's Signature *S. Khunkoa*

สิริัญญา สมลา: การสังเคราะห์อนุภาคสังกะสีออกไซด์นาโนโดยใช้สังกะสีออกไซด์
ที่ได้จากการรีไซเคิลฝุ่นเตาอาร์กไฟฟ้า (SYNTHESIS OF ZINC OXIDE NANOPARTICLE
USING ZINC OXIDE RECYCLED FROM ELECTRIC ARC FURNACE DUST)

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สงบ คำค้อ , 182 หน้า.

คำสำคัญ : อนุภาคสังกะสีออกไซด์นาโน/ฝุ่นเตาอาร์กไฟฟ้า/กระบวนการไฮโดรเทอร์มอล/
สมบัติต้านแบคทีเรีย/สมบัติการดูดกลืนแสงยูวี

งานวิจัยนี้ศึกษาการสังเคราะห์อนุภาคสังกะสีออกไซด์นาโนโดยใช้สังกะสีออกไซด์ที่ได้จากการรีไซเคิลฝุ่นเตาอาร์กไฟฟ้า มีขั้นตอนประกอบด้วยกระบวนการชะละลายสังกะสีออกไซด์และกระบวนการสังเคราะห์อนุภาคสังกะสีออกไซด์นาโนด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล สำหรับกระบวนการชะละลายได้ทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการชะละลายสังกะสี และปริมาณของสารมลทินที่ปนเปื้อนในสารละลาย ผลจากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ กรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 2 โมลาร์ อัตราส่วนของของแข็งต่อของเหลว 150 กรัมต่อลิตร อุณหภูมิห้อง และระยะเวลาการชะละลาย 15 นาที โดยสภาวะดังกล่าวให้ประสิทธิภาพการชะละลายสังกะสีมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลได้ทำการศึกษาค่า pH ของสารละลายตั้งต้น อุณหภูมิ ระยะเวลาในการสังเคราะห์ และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อการสังเคราะห์อนุภาคสังกะสีออกไซด์นาโน ผลจากการทดลองพบว่าค่า pH ของสารละลายตั้งต้นในช่วง 11-12 เหมาะสมต่อการเกิดเฟสสังกะสีออกไซด์บริสุทธิ์ โดยสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์อนุภาคสังกะสีออกไซด์โครงสร้างรูปแบบแท่งนาโนคือการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิ 200°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 โมลาร์ ขณะที่การสังเคราะห์อนุภาคสังกะสีออกไซด์โครงสร้างรูปแบบแผ่นนาโนให้ผลเหมาะสมภายใต้สภาวะเดียวกัน แต่ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 6 โมลาร์ นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์ด้วย XRD ได้ยืนยันโครงสร้างผลึกของเฟสสังกะสีออกไซด์เป็นแบบ Hexagonal Wurtzite ที่มีความเป็นผลึกสูง การปรับสภาวะการสังเคราะห์สามารถกำหนดสัณฐานวิทยาของอนุภาคสังกะสีออกไซด์นาโนได้หลากหลายรูปแบบ (ทรงปริซึมหกเหลี่ยม แท่งนาโน และแผ่นนาโน) โดยอนุภาคสังกะสีออกไซด์นาโนที่สังเคราะห์ได้มีขนาดอยู่ในช่วงประมาณ 27-550 นาโนเมตร ขึ้นอยู่กับสภาวะการสังเคราะห์ ขณะที่การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค UV-Visible แสดงให้เห็นว่า อนุภาคสังกะสีออกไซด์นาโนที่สังเคราะห์ได้สามารถดูดกลืนแสงได้ในช่วงรังสีอัลตราไวโอเล็ต ขนาดความยาวคลื่น 370-380 นาโนเมตร เมื่อนำอนุภาคสังกะสีออกไซด์นาโนที่สังเคราะห์ได้ไปทดสอบสมบัติต้านเชื้อแบคทีเรียชนิด *S. aureus* และ *E. coli* พบว่าสามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย

ได้ดีกว่าสังกะสีออกไซด์ที่เป็นวัตถุดิบตั้งต้น ซึ่งผลการวิจัยได้สะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการไฮโดรเทอร์มอลสามารถถูกนำมาใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคสังกะสีออกไซด์นาโนจากสังกะสีออกไซด์ที่ได้จากการรีไซเคิลฝุ่นเตาอาร์กไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ



สาขาวิชา วิศวกรรมโลหการ
ปีการศึกษา 2568

ลายมือชื่อนักศึกษา *จิรัชญา อิ่มตา*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *สงบ คำต่อ*