บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยผลของกระบวนการโฮโมจีไนซ์ต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของอะลูมิเนียมแท่ง 6063 สรุปได้ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์อัตราส่วนของเหล็กต่อซิลิกอนในการทดลองนี้พบว่ากระบวนการโฮโมจีไนซ์ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอินเตอร์เมทัลลิกเฟสจาก β-AlFeSi เป็น α-AlFeSi ในโครงสร้างอะลูมิเนียมแท่ง 6063
2. อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการโฮโมจีไนซ์มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมแท่ง6063 เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการโฮโมจีไนซ์สูงขึ้นลักษณะอินเตอร์เมทัลลิกเฟสที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งขอบเกรน จะมีการแตกออกจากโครงข่ายร่างแหเป็นปล้องเล็กๆ และมีลักษณะกลมมนคล้ายกระบวนการสเฟียรอยไดซ์ในเหล็ก (spheroidization)
3. ผลการวิจัยของตัวอย่างจากห้องฏิบัติการ พบว่า เมื่อใช้เทคนิค SEM/EDS ทำนายอินเตอร์เมททัลลิกเฟสของตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์นาน 2 และ 4 ชั่วโมง ผ่านกระบวนการเย็นตัวด้วยพัดลม อินเตอร์เมทัลลิกดังกล่าวน่าจะเป็นเฟสของ α-AlFeSi ในรูปสารประกอบ $Al_{15}Fe_3Si_2$ ในขณะที่อินเตอร์เมททัลลิกเฟสของแท่งอะลูมิเนียม 6063 ที่ผ่านกระบวนโฮโมจีไนซ์ นาน 2 และ 4 ชั่วโมง ผ่านกระบวนการเย็นตัวด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง และ น้ำผสมน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 °C ส่วนใหญ่น่าจะเป็นเฟสของ α-AlFeSi ในรูปสารประกอบ $Al_{15}Fe_3Si_2$ Al_8Fe_2Si และ $Al_{12}Fe_3Si$ ผสมกัน
4. ผลการวิจัยตัวอย่างจากภาคอุตสาหกรรม พบว่า ลักษณะอินเตอร์เมทัลลิกที่พบในในโครงสร้างของอะลูมิเนียม 6063 ที่ไม่ผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์จะมีลักษณะเฟสที่เป็นแท่งแหลม เมื่อเทียบกับตัวที่ผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์ จะปรากฏเฟสที่มีลักษณะกลมมนกว่า และ เมื่อใช้เทคนิค SEM/EDS วิเคราะห์และใช้อัตราส่วน Fe:Si ทำนายเฟสดังกล่าว พบว่าอินเตอร์เมททัลลิกเฟสของตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์น่าจะเป็นเฟสของ α-AlFeSi ในรูปสารประกอบ $Al_{15}Fe_3Si_2$ ในขณะที่อินเตอร์เมททัลลิกเฟสของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างที่ไม่ผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์ น่าจะเป็นเฟสของ β-AlFeSi ในรูปสารประกอบ Al_5FeSi

5. ผลการวิจัยค่าความแข็งของตัวอย่างจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าตัวอย่างอะลูมิเนียมแท่ง 6063 ที่ผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์ที่อุณหภูมิต่าง และ อัตราการเย็นตัวต่างกัน มีค่าความแข็งที่มีแนวโน้มไม่ไปทิศทางเดียวกัน ดังนั้นค่าความแข็งเพียงอย่างเดียวไม่น่าจะเป็นปัจจัยที่จะเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการโฮโมจีไนซ์เพื่อให้มีความสามารถในการอัดรีดขึ้นรูปมีประสิทธิภาพ และ ได้ผลิตภัณฑ์อัดรีดขึ้นรูปที่มีคุณภาพดี
6. ผลการวิจัยค่าความแข็งของตัวอย่างจากภาคอุตสหกรรมพบว่า อะลูมิเนียมแท่งที่ไม่ผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์จะมีค่าความแข็งโดยเฉลี่ยประมาณ 21+-1 นูปฮาร์ดเนสนัมเบอร์ ซึ่งสูงกว่าอะลูมิเนียมที่ผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์เนื่องจากที่มีค่าความแข็งโดยเฉลี่ยประมาณ 18+-1 นูปฮาร์ดเนสนัมเบอร์ เนื่องจากเฟสที่มีลักษณะเป็นแท่งแหลม ไปกั้นการเกิดดิสโลเคชั่นทำให้โลหะอะลูมิเนียมดังกล่าวเกิดการแปรรูปได้ยาก ส่งผลให้ค่าความแข็งที่สูงกว่า

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคนั้น ควรจะมีการศึกษาโครงสร้างจุลภาคด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope, TEM) เพิ่มเติม เพื่อยืนยันว่าอินเตอร์เมทัลลิกเฟสที่พบมีโครงสร้างแบบใด มีการจัดเรียงตัวของระนาบอะตอมแบบไหน ซึ่งคาดว่าจะทำให้เกิดความเข้าใจในรายละเอียดที่ลึกลงไปได้มากยิ่งขึ้น
2. ในการวิเคราะห์สมบัติเชิงกลของอะลูมิเนียมควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับค่าความแข็งแรงต่อการบีบอัด (Compressive Strength) รวมทั้งการนำชิ้นตัวอย่างอะลูมิเนียมที่ผ่านกระบวนการตามเงื่อนไขต่าง ๆ ไปทดสอบการอัดรีดขึ้นรูปจริง ซึ่งผลที่ได้น่าจะชัดเจนมากกว่าการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดความแข็งเพียงลำพัง รวมทั้งคาดว่าจะทำให้ทราบถึงปัจจัยที่เหมาะสมอย่างแท้จริงสำหรับกระบวนการโฮโมจิไนเซชันเพื่อปรับคุณสมบัติอะลูมิเนียม 6063 ไปสู่กระบวนการอัดรีดขึ้นรูปที่มีคุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved