บทที่ 7

บทสรุป

7.1 บทสรุปงานวิจัย

7.1.1 การจัดวางชิ้นงานอย่างเป็นระเบียบ

การจัดวางชิ้นงานอย่างเป็นระเบียบในระหว่างกระบวนการอบชุบ เป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณชิ้นงานที่บิดเบี้ยว สืบเนื่องมาจากผลการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่ากรณีการจัดวางชิ้นงานอย่างเป็นระเบียบ พบว่าความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละชั้นมีความแตกต่างกันไม่มากเมื่อเทียบกับการจัดวางชิ้นงานแบบปกติ โดยวิเคราะห์ผลจากแบบการสร้างแบบจำลองในแต่ละชั้น เพราะถ้าหากอุณหภูมิในแต่ชั้นหรือแต่ละตำแหน่งมีความแตกต่างกัน จะสามารถสมมติได้ว่าอุณหภูมิในแต่ละจุดของชิ้นงานไม่เท่ากัน เพราะในระหว่างที่ชิ้นงานมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะมีการเปลี่ยนเฟสภายในโครงสร้างของเหล็กกล้า ซึ่งจากทฤษฎีพบว่าในระหว่างการเปลี่ยนเฟสจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของโครงสร้าง ซึ่งหากอุณหภูมิของชิ้นงานไม่เท่ากันจะมีการขยายตัวไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งของชิ้นงานทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดเบี้ยวได้

7.1.2 เวลาที่ใช้การจุ่มชิ้นงานลงในของเหลว

จากการคำนวณหาอุณหภูมิภายหลังจุ่มชิ้นงานลงในของเหลว โดยเปรียบเทียบที่การจุ่มนาน 5 นาที และที่ 3 นาที พบว่าอุณหภูมิของชิ้นงานที่ 5 นาทีลดลงต่ำกว่าที่ 3 นาที โดยอุณหภูมิของการจุ่มชิ้นงานที่นาน 5 นาทีเท่ากับ 81.4 $^{\circ}$C และอุณหภูมิของการจุ่มชิ้นงานที่นานเท่ากับ 3 นาทีเท่ากับ 97.3 $^{\circ}$C จากทฤษฎีพบว่าการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจากออสเตไนท์(อุณหภูมิออสเตไนท์ 840°C) ไปเป็นโครงสร้างมาร์เทนไซต์โดยการลดอุณหภูมิของชิ้นงานลงอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้โครงสร้างมาร์เทนไซต์โดยอุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนโครงสร้างจากออสเตไนท์ไปเป็นมาร์เทนไซต์จะเริ่มตั้งแต่ที่อุณหภูมิ 200°C ไปจนถึงที่อุณหภูมิ 29 $^{\circ}$C จะเห็นได้ว่าที่การจุ่มชิ้นงานลงไปนานถึง 5 นาทีทำให้ได้โครงสร้างที่เป็นมาร์เทนไซต์มากขึ้น และ

เมื่อได้โครงสร้างที่เป็นมาร์เทนไซด์มากขึ้นก็จะทำให้การบิดเบี้ยวของชิ้นงานน้อยลง เนื่องจากโครงสร้างของมาร์เทนไซด์มีปริมาตรที่แตกต่างจากโครงสร้างของออสเตไนท์ดังนั้น แสดงว่าในชิ้นงานชิ้นเดียวกันมีโครงสร้างของทั้งมาร์เทนไซด์และออสเตไนท์ และเมื่อโครงสร้างของมาร์เทนไซด์มากขึ้นนั่นแสดงว่าในตัวชิ้นงานเดียวกันมีความแตกต่างของปริมาตรลดลง ทำให้ปริมาณของเสียที่เกิดจากการบิดเบี้ยวของชิ้นงานน้อยลง

และจากการนำสมการสมดุลพลังงานมาสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณหาอุณหภูมิของชิ้นงานในระหว่างการจุ่มชิ้นงานลงในน้ำมัน เราสามารถนำแบบจำลองดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ได้กับชิ้นงานต่างขนาดและปริมาณ รวมทั้งการเปลี่ยนชนิดของวัสดุ เพื่อนำมาทำนายสภาวะการชุบชิ้นงานได้

7.1.3 การกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเตา

การกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเตาในขณะทำการให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน เป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการบิดเบี้ยวของชิ้นงาน ดังจะเห็นได้จากผลการทดลอง พบว่าในแต่ละตำแหน่งของชิ้นงานมีปริมาณของชิ้นงานที่บิดเบี้ยวไม่เท่ากัน เนื่องมาจากการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเตาในแต่ละตำแหน่งของชิ้นงานไม่เท่ากันดังแสดงผลการวัดอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งภายในเตา ดังรูปที่ 5.2-5.6

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยเพิ่มเติม

7.2.1 กรณีที่มีการจุ่มชิ้นงานลงในของเหลวเพื่อลดอุณหภูมิของชิ้นงาน ในทางทฤษฎีเราตั้งเงื่อนไขของการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน จากที่ผิวของชิ้นงานซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังของเหลว และคำนวณโดยใช้หลักการสมดุลพลังงาน เพื่อหาอุณหภูมิของชิ้นงานเมื่อเวลาผ่านไป และอุณหภูมิที่หาได้เกิดจากการตั้งสมมติฐานว่าอุณหภูมิของของเหลวคงที่ แต่ในความเป็นจริงอุณหภูมิของของเหลวไม่คงที่ ดังนั้นเพื่อให้สามารถคำนวณหาอุณหภูมิของชิ้นงานภายหลังการชุบลงในของเหลวที่เวลาต่างๆ กันได้อย่างแม่นยำจึงควรมีการปรับปรุงให้มีการถ่ายเทความร้อนออกจากถังชุบเพื่อให้อุณหภูมิของของเหลวคงที่

7.2.2 กรณีทำการศึกษาเพิ่มเติม โปรแกรมที่เขียนบน MATLAB สามารถนำประยุกต์ใช้ได้อีกและเป็นเพียงโปรแกรมสาธิต ยังมาสามารถเชื่อมต่อกับกระบวนการจริงได้ ยังมาสามารถเชื่อมต่อกับกระบวนการจริงได้ จึงควรมีการปรับปรุงให้ระบบควบคุมสามารถเชื่อมต่อกับกระบวนการจริง เพื่อทดสอบกับการควบคุมแบบออนไลน์

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย