บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการชุบแข็ง

จากการดำเนินการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการชุบแข็งเหล็กกล้าผสม AISI 4140 ด้วยความร้อนในงานวิจัยนี้จะใช้อุณหภูมิในการชุบแข็งที่ 3 ระดับคือ 800°C 850°C และ 900°C และชุบแข็งในสารชุบ 2 ประเภทคือ น้ำและน้ำมัน ซึ่งทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ซ้ำ โดยวิธีการออกแบบการทดลองโดยใช้โปรแกรม Minitab R.13 แล้วทำการวัดค่าความแข็งและตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาคของแต่ละสภาวะการทดลอง

จากการทดลองพบว่าสภาวะที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการชุบแข็งเหล็กกล้าผสม AISI 4140 ด้วยความร้อนคือ การชุบแข็งที่ระดับอุณหภูมิ 850°C และชุบแข็งด้วยน้ำมัน เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการแตกร้าวของชิ้นทดสอบเนื่องจากการเย็นตัวเร็วเกินไป หลังจากนั้นนำเหล็กที่ผ่านการชุบแข็งไปทำการอบคืนตัวเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติความเหนียว เนื่องจากเหล็กที่ผ่านการชุบแข็งจะมีค่าความแข็งสูงแต่มีค่าความเหนียวต่ำ

5.1.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการอบคืนตัว

จากการดำเนินการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบคืนตัวของเหล็กกล้าผสม AISI 4140 ด้วยความร้อน โดยทำการศึกษาอิทธิพลของเวลาและอุณหภูมิที่มีผลต่อค่าความแข็งและค่าความเหนียว (วัดได้โดยค่าพลังงานกระแทก) โดยระดับอุณหภูมิในการอบคืนตัวมี 5 ระดับ คือ 250°C, 350°C, 450°C, 550°C และ 650°C และเวลาในการอบคืนตัว 3 ระดับ คือ 30 นาที 60 นาที และ 90 นาที ซึ่งทำการทดลองซ้ำภายใต้เงื่อนไขเดียวกันเท่ากับ 3 ซ้ำ โดยการวิเคราะห์หาขนาดตัวอย่างในการทดลอง แล้วดำเนินการออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab R.13 ซึ่งก่อนดำเนินการทดลองในการอบคืนตัวจะต้องทำการชุบแข็งที่สภาวะที่เหมาะสมก่อนนั่นก็คือที่ระดับอุณหภูมิที่ 850°C ชุบแข็งในน้ำมัน แล้วดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองในการอบคืนตัว แล้วทำการวัดค่าความแข็ง และค่าพลังงานกระแทก

ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ผลการทดลองจากการอบคืนตัว ต้องมีการตรวจสอบคุณสมบัติของการวัดก่อนว่าการวัดมีค่าเหมาะสมหรือไม่ โดยในที่นี้จะทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของการวัดความแข็งและพลังงานกระแทก จากการวิเคราะห์ปรากฏว่าการความแม่นยำของ

ระบบการวัดของเครื่องทดสอบแรงกระแทก และเครื่องทดสอบความแข็ง มีความเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้งานในระบบการวัดได้ดี

5.1.2.1 การอบคืนตัวของการทดสอบแรงกระแทก

จากการวัดค่าพลังงานกระแทกของเหล็กกล้าผสม AISI 4140 หลังจากการอบคืนตัวที่ช่วงอุณหภูมิ 250°C - 650°C โดยใช้เวลาในการอบคืนตัว 30 นาที 60 นาที และ 90 นาที จากการทดลองจะได้ว่า อุณหภูมิและเวลาในการอบคืนตัวมีผลต่อความพลังงานกระแทก โดยเมื่อระดับอุณหภูมิในการอบคืนตัวเพิ่มขึ้นค่าพลังงานกระแทกจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเวลาในการอบคืนตัวลดลงค่าพลังงานกระแทกจะมีค่าลดลงเช่นกัน ซึ่งพอจะสรุปแต่ละสภาวะได้ดังนี้

1) ที่เวลาในการอบคืนตัว 30 นาทีระดับอุณหภูมิ 250°C ค่าพลังงานกระแทกจะมีค่าลดลง และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอุณหภูมิสูงขึ้น

2) ที่เวลาในการอบคืนตัว 60 นาทีช่วงอุณหภูมิ 250°C - 350°C ค่าพลังงานกระแทกจะมีค่าลดลง และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอุณหภูมิสูงขึ้น

3) ที่เวลาในการอบคืนตัว 90 นาทีระดับอุณหภูมิ 350°C ค่าพลังงานกระแทกจะมีค่าลดลง และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอุณหภูมิสูงขึ้น

5.1.2.2 การอบคืนตัวของการทดสอบความแข็ง

จากการวัดค่าความแข็งของเหล็กกล้าผสม AISI 4140 หลังจากการอบคืนตัวที่ช่วงอุณหภูมิ 250°C - 650°C โดยใช้เวลาในการอบคืนตัว 30 นาที 60 นาที และ 90 นาที จากการทดลองจะได้ว่า อุณหภูมิมีผลต่อค่าความแข็ง แต่เวลาในการอบคืนตัวไม่มีผลต่อค่าความแข็ง ซึ่งเมื่อระดับอุณหภูมิในการอบคืนตัวเพิ่มขึ้นค่าความแข็งจะมีค่าลดลง และเมื่อเวลาในการอบคืนตัวลดลงค่าความแข็งที่ได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน

หลังจากศึกษาค่าพลังงานกระแทกและค่าความแข็งแยกของแต่ละสภาวะแล้ว ดังนั้นจำเป็นจะต้องมีการศึกษาทั้งสองค่าพร้อม ๆกัน เนื่องจากในการใช้งานนั้นจำเป็นต้องการเหล็กที่มีค่าความแข็งและทนต่อแรงกระแทกด้วย ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ช่วงอุณหภูมิที่ 250°C - 450°C เหล็กจะมีความเหนียวน้อยค่าความแข็งสูง ดังนั้นเราจะไม่ใช้ในช่วงอุณหภูมิดังกล่าว และระดับอุณหภูมิ 650°C เหล็กจะมีค่าความเหนียวสูงแต่ความแข็งต่ำ ดังนั้นไม่ควรใช้อุณหภูมิดังกล่าว เพราะฉะนั้นระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการอบคืนตัวคือ 550°C ที่เวลาการอบคืนตัว 60 นาที เนื่องจากการอบคืนตัวที่อุณหภูมิ 30 นาที ค่าพลังงานกระแทกมีค่าน้อยเกินไปสำหรับเหล็กประเภทนี้เพราะการนำไปใช้งานเกี่ยวกับชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ส่วนการอบคืนตัวที่อุณหภูมิ 90 นาที ค่าพลังงานกระแทกใกล้เคียงกับ 60 นาทีดังนั้นการอบที่อุณหภูมินี้จะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานเกินความจำเป็น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการออกแบบการทดลองของอุณหภูมิให้มีระดับปัจจัยมากกว่าเดิม เพื่อจะได้เห็นการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตอบสนองได้ละเอียดขึ้น

5.2.2 ควรมีขนาดสิ่งตัวอย่างของการทดลองภายใต้สภาวะเดียวกันให้มากกว่าเดิม เพราะจะเห็นความผันแปรของข้อมูลมากขึ้น

5.2.3 ควรมีการศึกษาการออกแบบการทดลองแบบพื้นผิวตอบสนองในอนาคตต่อไป

5.2.4 ควรควบคุมปัจจัยต่าง ๆที่สามารถควบคุมได้ให้มากที่สุดในการออกแบบการทดลอง