

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ญ
รายการสัญลักษณ์	ท
ประมวลศัพท์และคำย่อ	ฒ
<b>บทที่</b>	
<b>1. บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
<b>2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>3</b>
2.1 โลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	3
2.2 การเปลี่ยนเฟสของโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์ ภายใต้การเย็นตัวจากอุณหภูมิต่างๆ	5
2.3 กระบวนการผลิตโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	10
2.3.1 กระบวนการชุบขึ้นรูปร้อนโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	10
2.3.2 การปรับปรุงสมบัติของโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์ด้วยกรรมวิธีทางความร้อน	11
2.4 พฤติกรรมการกัดกร่อนของโลหะผสมทองแดง	11
2.5 อิทธิพลของธาตุเจือปนต่างๆ ในโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	15

2.6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
2.6.1	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิการขึ้นรูป โครงสร้างจุลภาค และสมบัติทางกลของวัสดุ	16
2.6.2	อิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ในกระบวนการชุบขึ้นรูปร้อนของ โลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	20
<b>3.</b>	<b>การดำเนินงานวิจัย</b>	<b>26</b>
3.1	ขั้นตอนการดำเนินงาน	26
3.2	วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย	28
3.3	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	33
3.3.1	กล้องจุลทรรศน์แบบแสง	33
3.3.2	กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด	33
3.3.3	เครื่องทดสอบความแข็งแบบบริเนล	35
3.3.4	เครื่องทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์	36
3.3.5	เครื่องไคลาโตมิเตอร์	36
3.4	การทดสอบโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์ที่อุณหภูมิสูง	37
3.4.1	การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิการอบทางความร้อนที่มีต่อ โลหะผสม นิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	38
3.4.2	การศึกษาการกัดขึ้นรูปที่อุณหภูมิสูงของ โลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	39
3.5	การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค	40
3.6	การทดสอบความแข็ง	42
3.6.1	การทดสอบความแข็งแบบบริเนล	42
3.6.2	การทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์	42
<b>4.</b>	<b>ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง</b>	<b>43</b>
4.1	ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของอุณหภูมิในกระบวนการอบทางความร้อน	43
4.1.1	อุณหภูมิการเปลี่ยนเฟส	43
4.1.2	โครงสร้างจุลภาค	45
4.1.3	ความแข็งและเปอร์เซ็นต์ปริมาณเฟส	50

	หน้า
4.2 ผลการทดสอบการกดขึ้นรูปที่อุณหภูมิสูง	51
4.2.1 กราฟความเค้นจริง-ความเครียดจริง	51
4.2.2 โครงสร้างจุลภาค	53
4.2.3 ความแข็งและเปอร์เซ็นต์ปริมาณเฟส	59
4.2.4 ความเค้นในการขึ้นรูปรีออนโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	62
<b>5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</b>	<b>64</b>
5.1 อิทธิพลของอุณหภูมิการอบทางความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคของโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	64
5.2 อิทธิพลของอุณหภูมิกดขึ้นรูปรีออนและอัตราการเย็นตัวหลังการขึ้นรูปที่มีต่อโครงสร้างจุลภาคและความแข็งของโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	65
5.3 ข้อเสนอแนะ	66
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>67</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>71</b>
ก การคำนวณอัตราการเย็นตัวของ การทดสอบโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์ด้วยเครื่องไดลามิเตอร์	71
ข โครงสร้างจุลภาคของโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	75
ค การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ปริมาณเฟส	83
ง การทดสอบความแข็ง	87
จ กราฟความเค้นจริงและความเครียดจริงของโลหะผสมนิกเกิลอะลูมิเนียมบรอนซ์	89
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>91</b>