สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค
กิตติกรรมประกาศ จ
สารบัญ ฉ
รายการตาราง ซ
รายการรูปประกอบ ฎ
รายการสัญลักษณ์ ด
ประมวลศัพท์และคำย่อ ต

บทที่

1. บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

2. ทฤษฎี/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดึงลวด 4
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโลหะผสมจำรูป 12
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสั่นสะเทือนด้วยความถี่สูง 19
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

3. การออกแบบชุดอุปกรณ์ดึงลวดโดยประยุกต์ใช้การสั่นสะเทือนตามแนวแกน 38
3.1 หลักการออกแบบชุดอุปกรณ์ดึงลวดโดยแม่พิมพ์สั่นสะเทือนตามแนวแกน 38
3.2 วิธีการคำนวณความยาวฮอร์น (Horn) 39
3.3 การตรวจสอบฮอร์นและเครื่องกำเนิดความถี่เหนือเสียง 40

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย **41**

4.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 41

4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 48

5. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ **54**

5.1 ผลการทดลองเบื้องต้น 54

5.2 ผลการทดลองดึงลวดโลหะผสมจำรูปนิกเกิล – ไทเทเนียม (TiNi) 69

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ **85**

6.1 สรุปผลงานวิจัย 85

6.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 85

6.3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย 85

เอกสารอ้างอิง **87**

ภาคผนวก

ก . สมบัติทางกายภาพและทางกลของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย 92

ข. มาตรฐานความหยาบผิวและการวัดค่าความหยาบผิว 95

ค. มาตรฐานแม่พิมพ์ดึงลวดและแบบแม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลวดที่ใช้ในงานวิจัย 101

ง. สมบัติของสารหล่อลื่นที่ใช้ในงานวิจัย 109

จ. การบันทึกผลการทดลอง 112

ประวัติผู้วิจัย **129**