

# การออกแบบอุปกรณ์ให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำสำหรับเครื่องรีดผิวลึก

## Designing induction heating equipment for surface deep rolling

นายเอกธราช ทังพรม

อาจารย์ ดร.ปริญญา จ้อยเจิม

ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2549-3429, 0-2549-3420 โทรสาร 0-2549-3422 E-mail: [fengntk@ku.ac.th](mailto:fengntk@ku.ac.th)

### บทคัดย่อ

การเพิ่มความต้านทานการล้าของโลหะด้วยวิธีการรีดผิวลึก (Deep rolling) นั้นเป็นกรรมวิธีในการเพิ่มความแข็งที่ผิวของโลหะที่มีชั้นตอนและวิธีการทำที่ไม่ยุ่งยากมากนักแต่ได้ประสิทธิภาพค่อนข้างดี เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการรีดผิวลึกที่สูงขึ้น จำเป็นต้องทำที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นเพื่อให้ความต้านทานการล้าของโลหะเพิ่มขึ้น จึงต้องมีอุปกรณ์ให้ความร้อนสำหรับเครื่องรีดผิวลึก โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

คำสำคัญ : การรีดผิวลึก

### Abstract

The increased resistance to fatigue of the metal by means of a rolling surface, Deep rolling is a method of increasing the hardness of the surface of the metal steps and how to do that without much fuss, but the performance is so good. performance of rolled up skin deep. Needs to be done at higher temperatures to achieve a surface hardness of the metal increased. It is equipped with a hot iron on the surface of the deep. Using energy as heat.

Keyword : Deep rolling

### 1. บทนำ

ในปัจจุบันเราสามารถเพิ่มความต้านทานการล้าด้วยกระบวนการปรับปรุงพื้นผิวโดยใช้แรงทางกล (mechanical surface treatment) ดังนี้

- กรรมวิธียิงด้วยลูกเหล็ก (shot peening)
- กระบวนการรีดผิวเรียบ (deep rolling)

ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการเพิ่มความเค้นกดตกค้าง ที่บริเวณผิวของชิ้นงาน ดังนั้นวัสดุจึงมีความต้านทานการเกิดความล้าเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่ม

ความต้านทานการล้าของโลหะด้วยวิธีการรีดผิวลึก นั้นเป็นกรรมวิธีในการเพิ่มความต้านทานการล้าของโลหะ ที่มีชั้นตอนและวิธีการที่ไม่ยุ่งยากมากนักแต่ได้ประสิทธิภาพค่อนข้างดีเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการรีดผิวลึกที่สูงขึ้น จำเป็นต้องทำที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นเพื่อให้ได้ความต้านทานการล้าของโลหะเพิ่มขึ้น จึงต้องมีอุปกรณ์ให้ความร้อนสำหรับเครื่องรีดผิวลึก โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

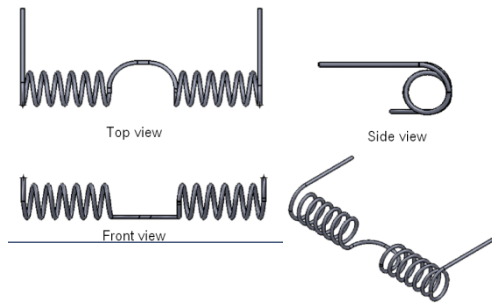
ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนนั้น มีวิธีการทำอยู่หลายวิธี ซึ่งหนึ่งวิธีที่เราคุ้นเคยกันดีคือ การให้ความร้อนแบบขดลวดความร้อน โดยความร้อนที่ได้นั้นมาจากกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ (50 เฮิร์ตซ์) ที่ไหลอยู่ในขดลวดทำให้เกิดขดลวดร้อน ซึ่งวิธีนี้มีประสิทธิภาพต่ำเนื่องจากการสูญเสียพลังงานค่อนข้างมากในขดลวด ต่อมา จึงได้มีการพัฒนาเป็นการให้ความร้อนแบบขดลวดเหนี่ยวนำซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่า หลักการของเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำคือ ทำให้กระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำเป็นกระแสไฟฟ้าความถี่สูงไหลผ่านขดลวดก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กความถี่สูงตัดผ่านชิ้นงาน และเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ชิ้นงานนั้นซึ่งการถ่ายเทพลังงานจากขดลวดมายังชิ้นงานจะเกิดขึ้นกับชิ้นงานที่เป็นตัวนำไฟฟ้าเท่านั้น โดยที่ขดลวดและชิ้นงานไม่ต้องสัมผัสกัน ทำให้ปลอดภัยในการใช้งาน เครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำนี้สามารถให้ความร้อนได้สูง ประยุกต์ใช้งานได้หลายอย่างหลายรูปแบบ และสามารถควบคุมความร้อนที่เกิดขึ้นได้ จึงเป็นเครื่องให้ความร้อนที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ทำเป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนสำหรับเครื่องรีดผิวลึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรีดผิวลึกให้มากขึ้น

โครงการนี้ทำการทดสอบเครื่องให้ความร้อนแบบขดลวดเหนี่ยวนำที่สามารถนำไปใช้ให้ความร้อนกับกระบวนการรีดผิวลึก เพื่อให้ทำการรีดผิวลึกที่อุณหภูมิสูงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

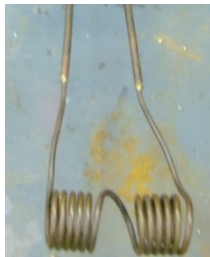
### 2. ขั้นตอนการทดลอง

วัดขนาดของชิ้นงานเหล็กกล้าไร้สนิมและออกแบบขดลวดเหนี่ยวนำให้มีรูปทรงเป็นขดลวดโซลินอยด์ (รูปที่ 1) เพื่อสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดความ

ร้อนบนชิ้นงานได้อย่างสม่ำเสมอ และทำขดลวดเหนี่ยวนำตามแบบจากท่อทองแดง(รูปที่ 2)



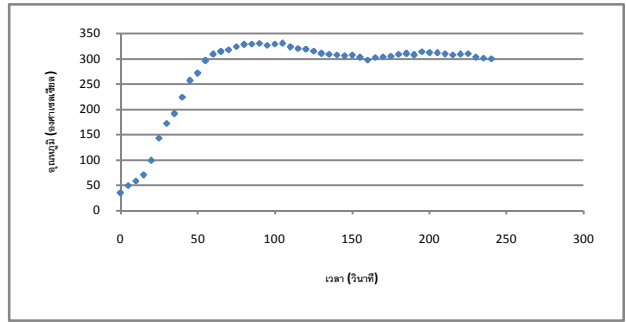
รูปที่ 1 ภาพเขียนแบบขดลวดเหนี่ยวนำ



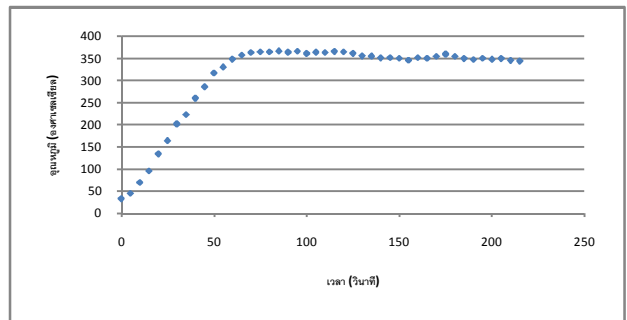
รูปที่ 2 ขดลวดเหนี่ยวนำจากท่อทองแดง

นำขดลวดเหนี่ยวนำต่อเข้ากับเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำรุ่น XJH-15A 220 โวลต์ ให้กำลังไฟฟ้า 15 กิโลวัตต์ ให้ความถี่ 30-80 กิโลเฮิร์ต และต่อเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำเข้ากับเครื่องหล่อเย็นน้ำ ซึ่งงานเหล็กกล้าไร้สนิมใส่ไว้ตรงกลางขดลวดเหนี่ยวนำปรับตั้งกระแส Heat Power และ Retain Power ปรับตั้งเวลาในช่วง Heat และ Retain บันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิด้วยเครื่อง Data logger ทดลองที่อุณหภูมิ 300,350,400,450,500,550,600,650 และ 700 องศาเซลเซียส ทุกอุณหภูมิ ทำการทดลอง 6 ครั้ง สร้างกราฟและวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละอุณหภูมิ

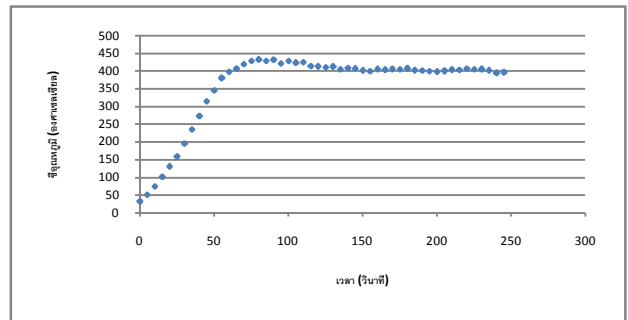
### 3. ผลการทดลอง



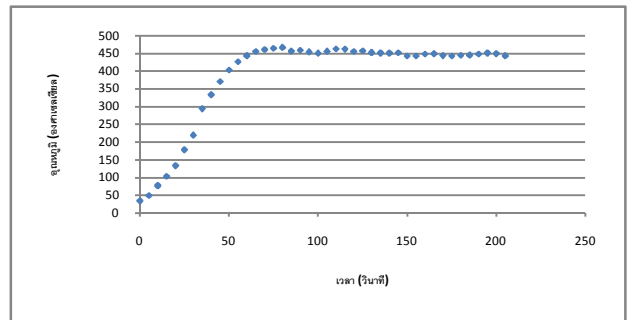
รูปที่ 3 ผลการทดลองเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส



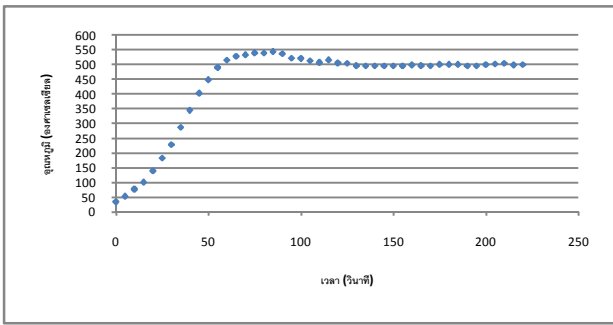
รูปที่ 4 ผลการทดลองเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส



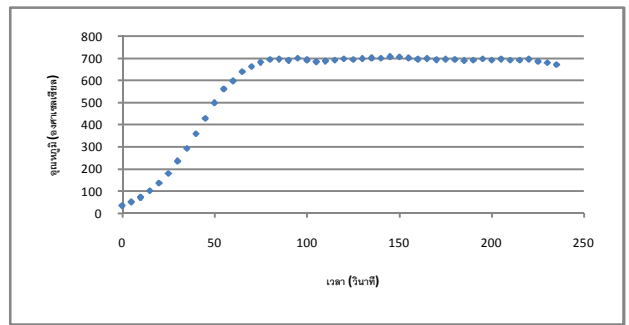
รูปที่ 5 ผลการทดลองเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส



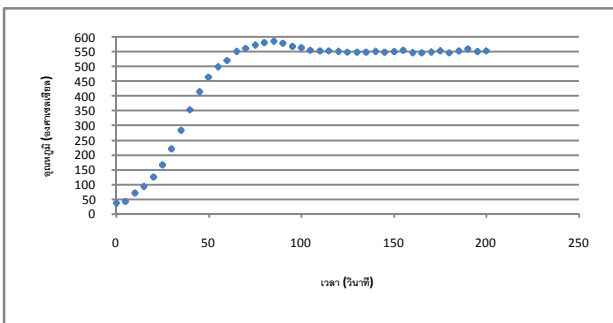
รูปที่ 6 ผลการทดลองเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส



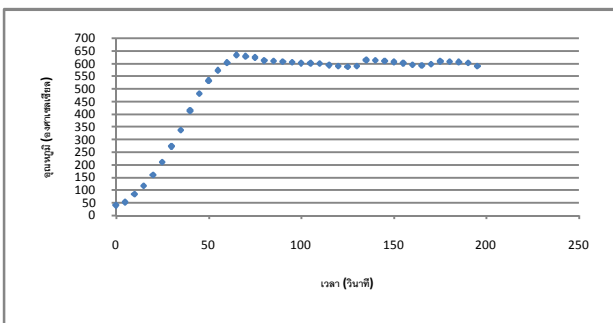
รูปที่ 7 ผลการทดลองเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส



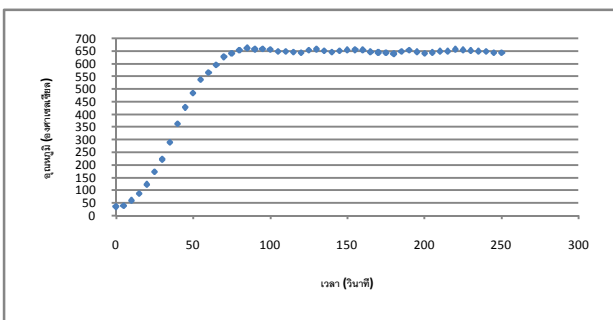
รูปที่ 11 ผลการทดลองเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส



รูปที่ 8 ผลการทดลองเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส



รูปที่ 9 ผลการทดลองเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส



รูปที่ 10 ผลการทดลองเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส

#### 4.สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าคลวดเหนียวหน้าที่ออกแบบและทำจากท่อทองแดงเพื่อนำมาใช้กับเครื่องให้ความร้อนแบบเหนียวหน้าสามารถเหนียวหน้าทำให้โลหะชิ้นงานเกิดความร้อนในช่วงอุณหภูมิที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่สนใจต้องปรับตั้งค่าเครื่องให้ความร้อนแบบเหนียวหน้าโดยให้กระแส Heat Power 400 แอมแปร์ และ Retain Power 200 แอมแปร์ โดย

1.อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียสจะต้องปรับตั้งเวลา Heat Power 10 วินาที และ Retain Power 10 วินาที เมื่ออุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 295-290 องศาเซลเซียส จึงให้ Heat power 400 แอมแปร์เป็นเวลา 3 วินาทีเพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 300 องศาเซลเซียส

2.อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียสจะต้องปรับตั้งเวลา Heat Power 10 วินาที และ Retain Power 15 วินาที เมื่ออุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 345-340 องศาเซลเซียส จึงให้ Heat power 400 แอมแปร์เป็นเวลา 3 วินาทีเพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 350 องศาเซลเซียส

3.อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสจะต้องปรับตั้งเวลา Heat Power 10 วินาที และ Retain Power 20 วินาที เมื่ออุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 395-390 องศาเซลเซียส จึงให้ Heat power 400 แอมแปร์เป็นเวลา 3 วินาทีเพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 400 องศาเซลเซียส

4.อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียสจะต้องปรับตั้งเวลา Heat Power 15 วินาที และ Retain Power 10 วินาที เมื่ออุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 445-440 องศาเซลเซียส จึงให้ Heat power 400 แอมแปร์เป็นเวลา 3 วินาทีเพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 450 องศาเซลเซียส

5.อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสจะต้องปรับตั้งเวลา Heat Power 20 วินาที และ Retain Power 10 วินาที เมื่ออุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 495-490 องศาเซลเซียสจึงให้ Heat power 400 แอมแปร์เป็นเวลา 3 วินาที เพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 500 องศาเซลเซียส

6.อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสจะต้องปรับตั้งเวลา Heat Power 20 วินาที และ Retain Power 15 วินาที เมื่ออุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 545-540 องศาเซลเซียสจึงให้ Heat power 400 แอมแปร์เป็นเวลา 4 วินาที เพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 550 องศาเซลเซียส

7. อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสจะต้องปรับตั้งเวลา Heat Power 20 วินาที และ Retain Power 20 วินาที เมื่ออุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 595-590 องศาเซลเซียสจึงให้ Heat power 400 แอมแปร์เป็นเวลา 5 วินาที เพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 600 องศาเซลเซียส

8. อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียสจะต้องปรับตั้งเวลา Heat Power 25 วินาที และ Retain Power 20 วินาที เมื่ออุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 645-640 องศาเซลเซียสจึงให้ Heat power 400 แอมแปร์เป็นเวลา 5 วินาที เพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 650 องศาเซลเซียส

9. อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียสจะต้องปรับตั้งเวลา Heat Power 30 วินาที และ Retain Power 15 วินาที เมื่ออุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 695-690 องศาเซลเซียสจึงให้ Heat power 400 แอมแปร์เป็นเวลา 6 วินาที เพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 700 องศาเซลเซียส

## 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้จัดขึ้นตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมวัสดุ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ งานวิจัยนี้สามารถดำเนินการสำเร็จลงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากการได้รับความสนับสนุนทั้งด้านข้อมูล แนวทางในการดำเนินการวิจัย เงินทุนสนับสนุนในการทำงานวิจัย ตลอดจนคำแนะนำและความเอาใจใส่ตลอดการทำงานจากอ.ดร.ปฏิภาณ จุ้ยเจิม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำงานวิจัยนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานอย่างแท้จริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

## 6. เอกสารอ้างอิง

1. ยืน ภู่วรรณ, “ทฤษฎี และ การใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 3”, กรุงเทพมหานคร, บริษัทซีเอ็ดดูเลชั่น จำกัด (มหาชน), 2521
2. Zinn, S. and Semiatin, S. L. Elements of Induction Heating Ohio : Metal Park, c1988.
3. Davies, J and Simpson, P. Induction heating handbook. London : McGraw-Hill, c1979.
4. IRFP460. 20A, 500V, 0.270 Ohm, N-Channel Power MOSFET, Available from: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/67546/INTERSIL/IRFP460.html>
5. AN9012. Induction Heating System Topology Review, Available from: <http://www.fairchildsemi.com/an/AN/AN-9012.pdf>