

การเหนี่ยวนำแม่เหล็กถาวรด้วยแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะสำหรับวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม มาเทนซิติค JIS SUS 420

The Magnetic Permanent Inductions with Metal Forming Die for Martensitic Stainless Steel JIS SUS420

สว่าง ฉันทวิทย์¹ มนฤดี ผาบสิมมา^{2*} สุเทพ เยี่ยมชัยภูมิ³

^{1,2}สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
กรุงเทพมหานคร 10120

³สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
กรุงเทพมหานคร 10120

E-mail: yiemolly@gmail.com^{*}

Swang Chantawit¹ Monrudee Phabsimma^{2*} Suthep Yiemchaiyaphum³

^{1,2}Department of Industrial Technology, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of
Technology Krungthep, Bangkok 10120

³Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology
Krungthep, Bangkok 10120

E-mail: yiemolly@gmail.com^{*}

บทคัดย่อ

ในสภาพการแข่งขันของตลาดอุตสาหกรรมได้มีบริบทเทคนิควิธีการแก้ปัญหาและเทคโนโลยีให้มีความล้ำสมัย เพื่อลดขั้นตอนการผลิตและนำไปสู่การผลิตต้นทุนการผลิตซึ่งมีการแข่งขันที่รุนแรงมากขึ้น เช่นกระบวนการผลิตอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันในระบบหัวฉีดของเครื่องยนต์เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการลดขั้นตอนการผลิตอุปกรณ์ดังกล่าว โดยการยุบรวมกระบวนการผลิตสามกระบวนการเข้าด้วยกัน คือกระบวนการเจียรระไนท่อ กระบวนการชุบแข็งและกระบวนการเหนี่ยวนำชิ้นงานให้เกิดอำนาจแม่เหล็กถาวรด้วยระบบไฟฟ้าโดยยุบรวมเป็นกระบวนการเดียวคือกระบวนการรีดเนื้อวัสดุแบบเหนี่ยวนำโดยการรีดด้วยแม่เหล็กถาวร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาความเข้มข้นสนามแม่เหล็กถาวรที่ส่งผลต่อสภาพความเป็นแม่เหล็กถาวรของระบบท่อส่งน้ำมันโดยการอบชุบเพื่อให้ได้โครงสร้างเป็นมาเทนไซต์ที่ค่าความแข็ง 5 ระดับ คือ 27, 36, 48, 53, 56 HRC และใช้ความเข้มข้นสนามแม่เหล็กถาวร 5 ระดับ คือ 149, 166, 180, 187 และ 195 mT ตามลำดับ จากผลลัพธ์การวิจัยพบว่า ท่อส่งน้ำมันที่มีค่าความแข็งสูงสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดความเข้มข้นสนามแม่เหล็กถาวรมีค่าความเข้มข้นที่สูงกว่าท่อส่งน้ำมันที่มีค่าความแข็งต่ำ หากค่าความแข็งเริ่มต้นต่ำเกินไปจะตอบสนองต่อความเข้มข้นสนามแม่เหล็กได้ไม่ดี ในขณะที่เดียวกันความเร็วในการรีดเนื้อวัสดุที่ความเร็วสูงสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดค่าความเข้มข้นของสนามแม่เหล็กมีค่าความเข้มข้นที่สูงเช่นกัน อย่างไรก็ตามปัญหาความเร็วในการขึ้นรูปที่ความเร็วสูง จะมีข้อจำกัดด้านเครื่องมือและเครื่องมือวัด จากผลการวิจัยอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันในระบบหัวฉีดของเครื่องยนต์สามารถตอบสนองการทำงานได้ดีส่งผลทำให้สามารถลดต้นทุนและขั้นตอนการผลิตได้มากขึ้น

คำหลัก การเหนี่ยวนำแม่เหล็กถาวร กระบวนการรีดเนื้อโลหะ กระบวนการขึ้นรูปโลหะ

Abstract

In the present day, the competition of industrial marketing was tightening the solving techniques and has modern technology to reduce of the production and decrease manufacturing cost such as; the equipment of manufacturing of fuel injection system by collapse of the three processes together are; pipe girding process, heat treatment, and the magnetic permanent electric power were reduce to a single process. Therefore, this research was to study the effect of the magnetic concentration on the magnetic permanent of the fuel injection system. The work material was heat treatment to martensite with 5 levels of hardness 27, 36, 48, 53, 56 HRC and 5 levels of the concentration of magnetic field as 149, 166, 180, 187 และ 195 mT respectively. The result was found that the pipeline with high hardness can induce a permanent magnetic field more than the lower hardness. At the same time, the high speed of ironing material was show that the high magnetic concentration too. However, the speed is still limited to a very high speed as well as limitation of the tools and instruments. The results of the pipeline equipment in fuel injection system could be saving cost and reduce the production process is better.

Keywords: Magnetic permanent induction, Ironing process, Metal forming process

1. บทนำ

ในสภาพการแข่งขันของตลาดอุตสาหกรรมได้ทำให้เกิดการพัฒนาเทคนิควิธีการแก้ปัญหาและเทคโนโลยีให้มีความล้ำสมัยโดยการลดขั้นตอนการผลิตแบบกลไกการทำงานที่ไม่ซับซ้อนแต่สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพแล้วนำไปสู่กระบวนการทางความคิดเชิงสร้างสรรค์และกระบวนการทางความคิดแบบบูรณาการด้านการลดต้นทุนการผลิตให้มีการแข่งขันในภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น เช่นกระบวนการผลิตอุปกรณ์ประหยัดน้ำมันในระบบหัวฉีดของเครื่องยนต์เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการลดขั้นตอนการผลิตอุปกรณ์ดังกล่าว โดยยุบรวมกระบวนการผลิตเข้าด้วยกัน กล่าวคือ ยุบรวมกระบวนการเจียรไนท่อ กระบวนการอบชุบโลหะและกระบวนการเหนียวนำอำนาจแม่เหล็กบนชิ้นงานเพื่อให้เกิดอำนาจแม่เหล็กถาวรขึ้นด้วยกระบวนการของระบบไฟฟ้า โดยลดกระบวนการลงเป็นกระบวนการเดียวคือ กระบวนการขึ้นรูปโลหะด้วยวิธีการรีดเนื้อวัสดุโดยผ่านการเหนียวนำด้วยแม่เหล็กถาวรในขั้นตอนเดียวกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษานามแม่เหล็กที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กต่างกัน 5 ระดับ โดยที่แม่เหล็กถาวรที่มีขนาดที่แตกต่างกันนั้นก็เป็นส่วนหนึ่งของค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กถาวรที่นำมาผลิตเป็นตัวแม่พิมพ์ส่วนของตายนั่นเอง ซึ่งความเข้มของสนามแม่เหล็กถาวรที่นำมาใช้นี้ ด้วยการศึกษามาเป็นอย่างดีแล้วว่าขนาดของ

แม่เหล็กถาวรนั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของแม่เหล็กที่สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาได้ด้วยตัวของแม่เหล็กถาวร [1, 2, 3]

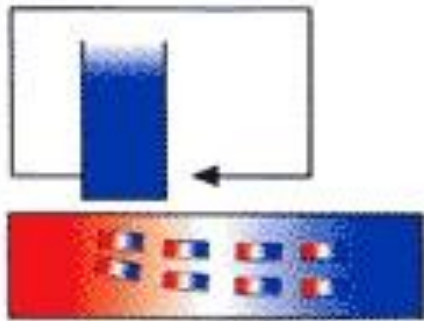
2. หลักการแนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาถึงอิทธิพลของความเข้มสนามแม่เหล็กที่มีผลต่อการเหนียวนำให้เกิดแม่เหล็กถาวรโดยวิธีการรีดเนื้อและลดขนาดความหนาของวัสดุพร้อม ๆ กันสำหรับเหล็กกล้าไร้สนิม JIS SUS 420 [1, 2] จำเป็นต้องมีสภาพที่เหมาะสมในการเหนียวนำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กถาวรขึ้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการศึกษาวิจัยสำหรับการผลิตชิ้นงานท่อฉีดน้ำมันที่ทำให้ น้ำมันเกิดการกระจายตัวเป็นละอองได้ดียิ่งขึ้นดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่สำคัญแม่เหล็ก (Magnetic)

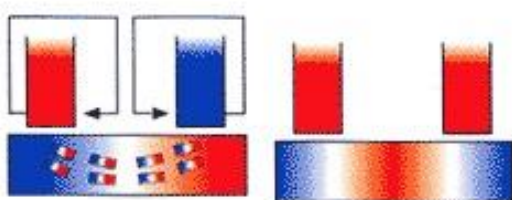
แม่เหล็กทุกชนิดมีสนามแม่เหล็กรอบ ๆ แอ่ง และมีเส้นแรงแม่เหล็ก กระทำระหว่างกันของขั้วแม่เหล็กทั้งสองด้าน เนื่องจากแรงปฏิกิริยาภายในสนามแม่เหล็ก หากวัตถุใด ๆ ที่อยู่ในพื้นที่ของเส้นแรงแม่เหล็กจะถูกเหนียวนำทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กได้ จนกลายเป็นแม่เหล็กถาวร หากวัตถุนั้นมีโครงสร้างจุลภาคเป็นมาแทนไซท์ และสภาพความเป็นแม่เหล็กถาวรจะคงทนอยู่ได้นานหลายปีย่อมขึ้นอยู่กับความเข้มของสนามแม่เหล็กบนชิ้นงานนั้นและความคงทนถาวรของโครงสร้างทางจุลภาคนิวส์ถูดชิ้นงานนั้นด้วย อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าว

จะใช้งานได้ดีจำเป็นต้องหาแหล่งกำเนิดที่มีค่าความเข้มที่มากพอซึ่งหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กมีวิธีการหลากหลายวิธีเช่นการเหนี่ยวนำแบบสัมผัสทางเดียว (Single touch) เป็นการเหนี่ยวนำแม่เหล็กโดยใช้ปลายแท่งแม่เหล็กขูดวัสดุชิ้นงานซ้ำหลายครั้งในทางเดียวกัน วัสดุจะถูกเหนี่ยวนำให้เป็นแม่เหล็กโดยสนามแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็กดังแสดงในรูปที่ 1

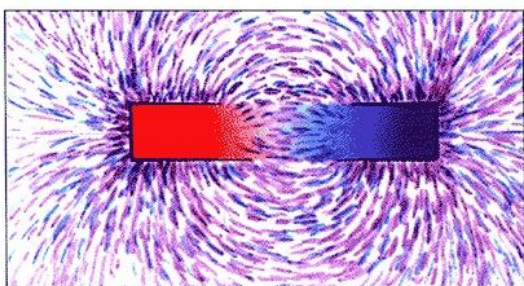


รูปที่ 1 การทำแม่เหล็กโดยการสัมผัสทางเดียว

การเหนี่ยวนำแบบการสัมผัสแบบแยกส่วน (Divided touch) เป็นการเหนี่ยวนำโดยการสัมผัสแบบแยกเป็นส่วนๆ โดยใช้ปลายแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ที่มีขั้วต่างกันขูดวัสดุหลาย ๆ ครั้ง วัสดุนั้นจะกลายเป็นแม่เหล็กจาก สนามแม่เหล็กจากสนามแม่เหล็กทั้งสอง ดังแสดงในรูปที่ 2

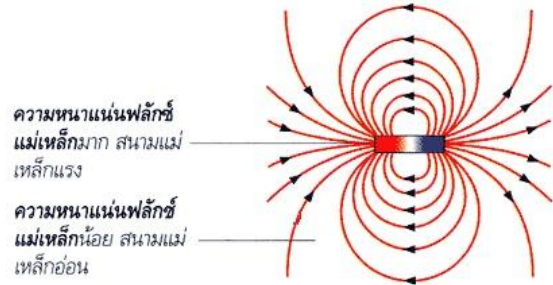


รูปที่ 2 การทำแม่เหล็กโดยการสัมผัสแบบแยกส่วน



รูปที่ 3 เส้นแรงที่เกิดขึ้นเมื่อโรยผงเหล็กไปรอบแท่งแม่เหล็ก

ขนาดความเข้มข้นของเส้นแรงแม่เหล็กและขนาดปริมาณพื้นที่การกระจายตัวของสนามแม่เหล็กเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่จะส่งผลต่อการเหนี่ยวนำของอำนาจแม่เหล็กด้วยแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 4 เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบแท่งแม่เหล็ก

ในขณะเดียวกันความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic flux density) ก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญมากกว่าปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการเกิดอำนาจแม่เหล็กของวัสดุชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยทั่วไปการวัดความเข้มของสนามแม่เหล็กที่จุด ๆ หนึ่ง แสดงได้โดย เส้นแรงแม่เหล็กที่อยู่ชิดกัน โดยปกติความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กจะวัดค่าเป็นเทอร่าและค่าความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็กจะมีค่ามากที่สุดบริเวณรอบ ๆ ขั้วของแม่เหล็กนั่นเอง

3.การทดลอง

3.1 ขั้นตอนการทดลอง

3.1.1 กำหนดเหล็กกล้าไร้สนิม JIS SUS 420 ที่ค่าความแข็ง 5 ระดับ คือ 27, 36, 48, 53, 56 HRC และใช้ความเข้มข้นสนามแม่เหล็กถาวร 5 ระดับ คือ 149, 166, 180, 187 และ 195 mT ตามลำดับ

3.1.2 ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ ในการวิจัยดังนี้

1. เครื่องปั๊มโลหะ
2. เตาอบชุบ
3. เครื่องทดสอบความแข็ง (HRC)
4. เครื่อง WIRE CUT
5. เครื่อง EDM
6. เครื่องวัดค่าความเข้มแม่เหล็ก

3.1.3 การจัดเตรียมชิ้นงานทดสอบ

1. เตรียมชิ้นทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 15 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 10 มิลลิเมตร ความยาว 22 มิลลิเมตร

2. นำชิ้นทดสอบไปอบชุบให้ได้ค่าความแข็ง 5 ระดับ คือ 27, 36, 48, 53, 56 HRC ดังรูปที่ 5 และ 6



รูปที่ 5 ชิ้นงานที่ผ่านการกลึงปอก



รูปที่ 6 เตาที่ใช้ในการอบชุบชิ้นทดสอบ

เพื่อให้ค่าความแข็งเป็นไปตามการกำหนดและสมมติฐานการวิจัยจำเป็นต้องมีการทดสอบค่าความแข็งด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแสดงดังรูปที่ 7 โดยการวัดค่าทุก ๆ ตำแหน่งรอบตัวของชิ้นทดสอบทรงกระบอกอย่างน้อยจำนวน 10 ตำแหน่ง เพื่อความน่าเชื่อถือสำหรับการวิจัย ในขณะที่เดียวกันผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนชิ้นงานทดสอบจำนวน 30 ชิ้นต่อระดับของแต่ละกรณีศึกษา และวัดความเข้มข้นสนามแม่เหล็กถาวรสำหรับเหนี่ยวนำให้ชิ้นทดสอบเกิดอำนาจแม่เหล็ก 5 ระดับ คือ 149, 166, 180, 187 และ 195 mT ตามลำดับ

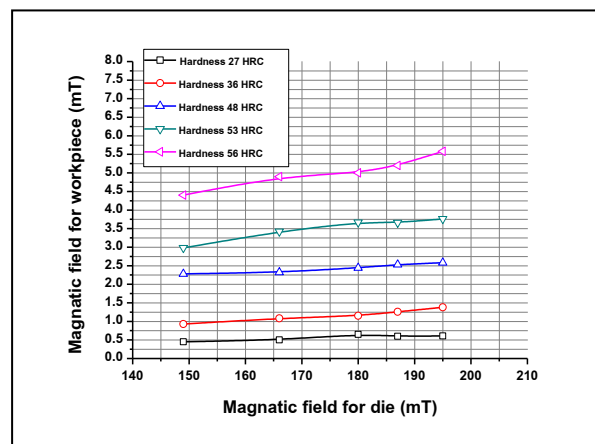
โดยใช้เครื่องมือวัดความเข้มข้นของสนามแม่เหล็กซึ่งใช้หน่วยวัดเป็นมิลลิเทอร่า



รูปที่ 7 แสดงการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานทดสอบบนเครื่องทดสอบความแข็ง

4. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลลัพธ์การทดลองพบว่าอิทธิพลของความเข้มข้นสนามแม่เหล็กถาวรมีผลต่อการสร้างอำนาจให้กับวัสดุชิ้นทดสอบ กล่าวคือ ความเข้มข้นสนามแม่เหล็กน้อยไม่สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กถาวรบนวัสดุชิ้นงานได้ดีเท่ากับความเข้มข้นของสนามแม่เหล็กที่มากแสดงดังรูปที่ 8 และจากรูปดังกล่าวสามารถบอกได้ว่ากระบวนการขึ้นรูปโดยวิธีการรีดเนื้อสามารถให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจและตอบสนองความต้องการได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าสนามแม่เหล็กของตัวตายกับชิ้นที่อบชุบ 5 อุณหภูมิ

ในขณะที่เดียวกันเมื่อมองในแง่ของอิทธิพลด้านความแข็งของวัสดุชิ้นงานทำให้ทราบว่าค่าความแข็งมากสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดแม่เหล็กถาวรได้ดีกว่าวัสดุชิ้นงานที่มีค่าความแข็งต่ำเนื่องจากวัสดุที่มีความแข็งมากจะมีปริมาณของเป็นมาเทนไซต์ที่มากเช่นกัน ซึ่งปริมาณของเป็นมาเทนไซต์จะส่งผลให้มีความเป็นสนามแม่เหล็กเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ความเร็วในการรีดยังส่งผลให้ค่าความเข้มข้นสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงด้วย ความเร็วในการรีดขึ้นรูปยิ่งมีค่ามากยิ่งขึ้นทำให้ค่าความเข้มข้นสนามแม่เหล็กมีค่ามากขึ้นตามในลักษณะเชิงเส้นและจากผลลัพธ์การทดลองยังทำให้ทราบได้ว่ามีความสอดคล้องกับหลักทฤษฎีกล่าวคือวัสดุที่แข็งจะมีเปอร์เซ็นต์ของโครงสร้างมาเทนไซต์ที่มากกว่าวัสดุที่อ่อนกว่าสำหรับในวัสดุชนิดเดียวกัน [1, 2, 3, 4]

5. สรุป

ในกระบวนการรีดขึ้นรูปโลหะโดยการทำตายด้วยแม่เหล็กถาวรจะช่วยทำให้วัสดุชิ้นงานหลังจากผ่านกระบวนการรีดขึ้นรูปแล้วตายที่ทำด้วยแม่เหล็กถาวรจะสามารถเหนี่ยวนำให้วัสดุชิ้นงานเกิดอำนาจแม่เหล็กถาวรไปด้วยส่วนอำนาจแม่เหล็กถาวรจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณโครงสร้างของมาเทนไซต์บนเนื้อของวัสดุชิ้นงานและความเร็วในการรีดขึ้นรูปอย่างไรก็ตามหากกระบวนการรีดมีประสิทธิภาพที่ไม่ดีพออาจทำให้การเหนี่ยวนำแม่เหล็กถาวรไม่สามารถกระทำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] บุญส่ง ฤทธิ์ดา. การศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพผิวด้วยเหล็กกล้าไร้สนิมด้วยกรรมวิธีลดความหนาผนังชิ้นงาน. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2546.
- [2] จีระชัย สุภาสุทธากุล. การศึกษาการลดขนาดเอียงริงในกรรมวิธีลากขึ้นรูปลึกและกรรมวิธีลดความหนาผนัง. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545
- [3] อภินันท์ ภูแก้วล้วน. อิทธิพลของอัตราส่วนการรีดความหนาที่มีผลต่อสมบัติความเป็นแอคชูเอเตอร์ของโลหะผสมจำรูปนิกเกิล-ไทเทเนียมแบบแผ่น. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2546.

นิพนธ์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2550.

[4]Blazynski, T.Z., Deep Drawing and Stretch Forming, Metal Forming Tool Profiles and Flow, Unwin Brothers Ltd., London, pp. 229-251.