รหัสบทความ SEITS 84

การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์รีดลวดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตสปริงเบาะรถยนต์

Design and development of straightening dies to efficiency increase of automotive seat spring production process

วุฒิศักดิ์ สาสีดา[1*] , จิระยุทธ เปี่ยมคุ้ม[1] ,ชานนท์ มูลวรรณ[2] ,วีรญา กรทิพย์[2] , สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ[3]

[1] บริษัท อาร์ เอส คาร์ไบด์ โปรดักท์ rscb.wuttisuk@gmail.com

[2] อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเบาะรถยนต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต พบว่าแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ผลิตจากวัสดุเดิม เมื่อใช้งานรีดลวดเป็นระยะทาง 46,770 เมตร แม่พิมพ์รีดลวดมีลักษณะการสึกหรอเป็นร่องลึกขนาด 3 มิลลิเมตร ส่งผลให้ลวดสปริงเกิดความเสียหายและสูญเสียเวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์รีดลวดสปริง ซึ่งมีการออกแบบและพัฒนาโดยนำทังสเตนคาร์ไบด์ที่มีส่วนผสมของ ทังสเตน (WC) 89.1% โคบอลต์ (Co) 10.3% และอื่นๆ (Other) 0.6% มีค่าความแข็ง 91.7 HRA มีความหนาแน่น 14.4 g/cm^2 มาสร้างเป็นแม่พิมพ์รีดลวดแทนวัสดุเดิม ผลปรากฏว่าแม่พิมพ์รีดลวดที่พัฒนาขึ้นการใช้วัสดุเป็นทังสเตนคาร์ไบด์ มีประสิทธิภาพในการรีดลวดได้ระยะทางเพิ่มขึ้นเป็น 317,101 เมตร หรือเพิ่มขึ้นจากเดิม 6.78 เท่า และเพิ่มจำนวนชิ้นงานสปริงเบาะรถยนต์จำนวน 518 ชิ้น จากการพัฒนาแม่พิมพ์สามารถเพิ่มผลผลิตสปริงเบาะรถยนต์ให้กับลูกค้าได้

คำสำคัญ : แม่พิมพ์รีดลวด, ทังสเตนคาร์ไบด์, ลวดสปริง, การเพิ่มผลผลิต

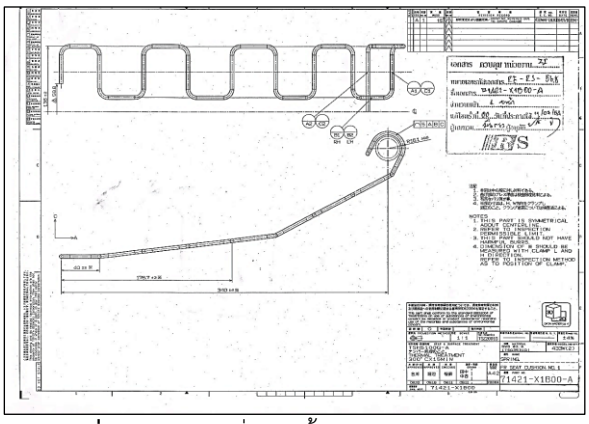
Abstract

This article design and development to efficiency increase straightening dies of automotive seat spring wire. When used original material extrusion wire spring to through straightening dies at 46,770 m. Found issue is wear of depth 3 mm. resulting in damage to the spring wire and loss time on replacement new straightening dies. The new design and development straightening dies by tungsten carbide material is composition tungsten (W) 89.1% , cobalt (Co) 10.3% and other 0.6% has a hardness 91.7 HRA , density 14.4 g/cm2 to replace of original material. The conclusion is tungsten carbide of straightening dies have efficiency increase to 317,101 m. or 6.78 same as and increase seat spring product to 518 pieces and then customers receive increase product too.

Keyword : Straightening Dies , Tungsten Carbide , Spring Wire , Productivity

1. บทนำ (Introduction)

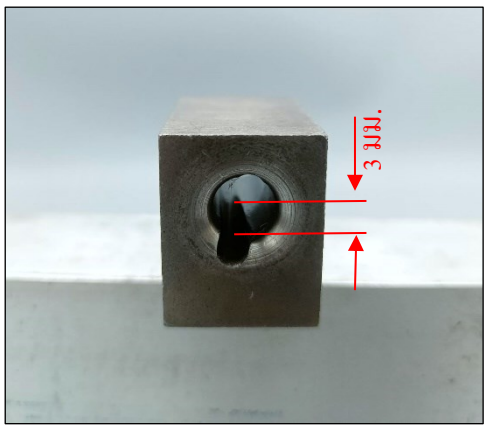
กระบวนการผลิตสปริงเบาะรถยนต์ ชื่อชิ้นงาน SPG FR SEAT CUSHION No.1 เป็นงานที่มีจำนวนการผลิตเฉลี่ย 22,000 ชิ้นต่อเดือน จากข้อมูลการสั่งผลิตเมื่อปี พ.ศ.2564 โดยมีกำลังการผลิตในปี พ.ศ.2563 จำนวน 299,809 ชิ้น และมีกำลังการผลิตในปี พ.ศ.2564 จำนวน 310,555 ชิ้น จากข้อมูลการผลิต พ.ศ.2563 และ พ.ศ.2564 พบว่ามีจำนวนการสั่งผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.46 และมีแนวโน้มการสั่งผลิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยการนำลวดเหล็กกล้าคาร์บอนเอส-ดับเบิลยูบี (Carbon Steel Wire SW-B)เกรดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (Japaness Industrial Standards : JIS) G3521 มาดัดเป็นรูปทรงตามแบบสั่งผลิต



ภาพที่ 1 แสดงแบบสั่งผลิตชิ้นงานสปริงเบาะรถยนต์

จากภาพที่ 1 แสดงแบบสั่งผลิตสปริงเบาะรถยนต์โดยชิ้นงาน SPG FR SEAT CUSHION No.1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.8 มิลลิเมตร X ความยาวด้านละ 356.1 มิลลิเมตร X ความกว้าง 272 มิลลิเมตร

แม่พิมพ์รีดลวดสปริง (Straightening Dies) ที่ใช้ในกระบวนการดัดสปริงเบาะรถยนต์ โดยแม่พิมพ์ผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (SCM440) ซึ่งมีความหนาแน่น 7.85 g/cm³ และคุณสมบัติเชิงกล โดยมีค่าความแข็งที่ 32 (Hardness Rockwell Scale C :HRC) ทนแรงดึงสูงสุด 1,020 เมกะปาสคาล ความต้านทานแรงดึงก่อนยืด 655 เมกะปาสคาล และโมดูลัสเฉือน 80 จิกกะปาสคาล มีความแข็งที่หลังการอบชุบแข็งที่ 55-60 HRC เมื่อใช้งานแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเป็นระยะทางเฉลี่ย 46,770 เมตร พบว่าแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเกิดการสึกหรอ และไม่สามารถรีดลวดสปริงได้ เนื่องจากการใช้งานในลักษณะการเสียดสี จึงทำให้มีการหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนแม่พิมพ์รีดลวดสปริง ซึ่ง 1 ชุดรีดลวดสปริงจะติดตั้งแม่พิมพ์รีดลวดสปริงทั้งหมด 5 ชิ้น ซึ่งใช้เวลาในการเปลี่ยนชิ้นส่วนแม่พิมพ์รีดลวดสปริง เฉลี่ย 20 นาทีต่อครั้ง ซึ่งชิ้นงาน 1 ชิ้นใช้เวลาผลิต 16.1 วินาที เมื่อเครื่องจักรหยุดจะส่งผลให้อัตราการผลิตชิ้นงานลดลงเป็นจำนวน 74 ชิ้นต่อการเปลี่ยนชิ้นส่วนแม่พิมพ์ 1 ครั้ง ทำให้ได้จำนวนชิ้นงานลดลงและสิ้นเปลืองชิ้นส่วนแม่พิมพ์รีดลวดสปริง ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น



ภาพที่ 2 แสดงแม่พิมพ์ที่เกิดการสึกหรอ

จากภาพที่ 2 แสดงแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางที่เกิดการสึกหรอเป็นร่องลึก 3 มิลลิเมตรและไม่สามารถใช้งานได้

ทังสเตนคาร์ไบด์นิยมใช้กับงานที่ต้องการ การทนความร้อนสูง ทนต่อแรงกระแทก ทนต่อการสึกหรอสูง ทนต่อการกัดกร่อน มีความแข็งสูง นำความร้อนได้ดี มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานต่ำ ใช้ในกระบวนการแปรรูปลวดที่มีความแข็งโมดูลทังสเตนคาร์ไบด์สามารถทนต่ออุณหภูมิสูง 2,800 องษา[1] แม่พิมพ์คาร์ไบด์ถูกออกแบบเพื่อลดการสึกหรอและเพิ่มผลผลิต ข้อได้เปรียบของทังสเตนคาร์ไบด์คือความแข็งแรง แม่พิมพ์ทังสเตนคาร์ไบด์มีคุณสมบัติด้านทนต่อความแข็ง (Strength) ได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเหล็กและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าทำให้ลดต้นทุนการบำรุงรักษาและสามารถลดเวลาในการทำงานเครื่องจักรได้อีกด้วย[2]

โครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อนำทังสเตนคาร์ไบด์ที่มีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอมาสร้างแม่พิมพ์สำหรับรีดลวดสปริงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.8 มิลลิเมตร สามารถรีดลวดได้ระยะทางมากกว่าแม่พิมพ์รีดลวดปริงที่ผลิตจากวัสดุเดิม และลดเวลาในการเปลี่ยนชิ้นส่วนแม่พิมพ์รีดลวด

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

วิธีดำเนินโครงการวิจัยการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตสปริงเบาะรถยนต์ เพื่อให้โครงการวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์ ได้มีวิธีการดำเนินโครงการวิจัย ดังนี้

2.1 ศึกษาส่วนผสมทางเคมีและสมบัติเชิงกล เพื่อหาสาเหตุ

นำแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ผลิตจากวัสดุเดิมมาศึกษาเพื่อกำหนดของการสึกหรอ พบว่าสาเหตุของการสึกหรอเกิดจากการเสียดสีระหว่างลวดสปริงและผิวของแม่พิมพ์ และศึกษาส่วนผสมทางเคมี สมบัติเชิงกลของแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเดิม จะแสดงส่วนผสมทางเคมีของแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเดิมดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงส่วนผสมทางเคมีของแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเดิม

ส่วนผสมทางเคมี	คิดเป็น (ร้อยละ)
เหล็ก (Iron : Fe)	97.5
คาร์บอน (Carbon : C)	0.43
โครเมียม (Chromium : Cr)	0.8
แมงกานีส (Manganese : Mn)	0.25
โมลิบดินัม (Molybdenum : Mo)	0.15
ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P)	<=0.035
ซิลิคอน (Silicon : Si)	0.15
กำมะถัน (Sulfur : S)	<=0.04

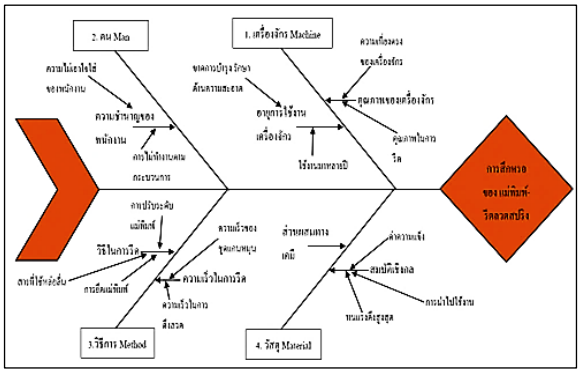
จากตารางที่ 1แสดงส่วนผสมทางเคมีของแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเดิมที่ผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง SCM440 เพื่อนำมาวิเคราะห์สาเหตุของการสึกหรอของแม่พิมพ์ จะแสดงสมบัติเชิงกลของแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเดิม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงสมบัติเชิงกลของแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเดิม

สมบัติเชิงกล	หน่วย
ความหนาแน่น (Density)	7.85 g/cm^2
ทนแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength)	1,020 MPa
ต้านทานแรงดึงก่อนยืด (Tensile Strength)	655 MPa
โมดูลัสเฉือน (Shear Modulus)	80 GPa
ความแข็ง (Hardness)	32 HRC
ความแข็งหลังอบชุบ (Hardness)	55-60 HRC

จากตารางที่ 2 แสดงสมบัติเชิงกลของแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเดิมที่ผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง SCM440 เพื่อวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของวัสดุ[3]

ใช้ผังก้างปลา (Cause & Effect Diagram) ช่วยในการวิเคราะห์เพื่อจำแนกสาเหตุของสึกหรอ



ภาพที่ 3 ใช้ผังก้างปลาวิเคราะห์เพื่อจำแนกสาเหตุ

จากภาพที่ 3 วิเคราะห์เพื่อจำแนกสาเหตุโดยการใช้ผังก้างปลาเพื่อพิจารณาในแต่ส่วนของเกิดการสึกหรอของแม่พิมพ์รีดลวดสปริง อธิบายรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์สาเหตุด้านเครื่องจักร

1.1 คุณภาพของเครื่องจักร ความเที่ยงตรงของเครื่องจักรและคุณภาพในการรีดลวดสปริง

1.2 อายุการใช้งานของเครื่องจักร เนื่องจากเครื่องจักรใช้งานมาหลายปีและขาดการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

2. การวิเคราะห์สาเหตุด้านบุคลากร

2.1 ความชำนาญของบุคลากร การไม่เอาใจใส่ในการทำงานและไม่ทำงานตามกระบวนการ

3. การวิเคราะห์สาเหตุด้านวิธีการ

3.1 วิธีการรีดลวดสปริงการปรับระนาบแม่พิมพ์ การจับยึดแม่พิมพ์และการใช้สารหล่อลื่นในการรีดลวดสปริง

3.2 ความเร็วที่ใช้ในการรีดลวดสปริง เช่น ความเร็วรอบของชุดแกนหมุนและความเร็วในการดึงลวด

4. การวิเคราะห์สาเหตุด้านวัสดุ

4.1 สมบัติเชิงกลโดยวิเคราะห์ค่าความแข็ง การทนแรงดึงและการนำวัสดุไปใช้งาน

4.2 ศึกษาส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง

ศึกษาวัสดุที่มีความแข็งแรงและทนต่อการสึกหรอดีกว่าวัสดุเดิม ผลการศึกษาพบว่า ทังสเตนคาร์ไบด์เกรด GU20

หรือ เท่ากับเกรด K20 เมื่อเทียบกับ ISO Grade สามารถทนการเสียดสีได้ดี เมื่อเปรียบเทียบจากส่วนผสมทางเคมีและสมบัติเชิงกล

ตารางที่ 3 แสดงส่วนผสมทางเคมีของทังสเตนคาร์ไบด์เกรด GU20

ส่วนผสมทางเคมี	คิดเป็น (ร้อยละ)
ทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide : WC)	89.1
โคบอลต์ (Cobalt : Co)	10.3
อื่นๆ (Other)	0.6

จากตารางที่ 3 ศึกษาส่วนผสมทางเคมีของทังสเตนคาร์ไบด์เกรด GU20 หรือเทียบเท่าเกรด K20 เพื่อนำส่วนผสมทางเคมีของวัสดุมาศึกษาการใช้งานที่เหมาะสมกับเกรดของวัสดุ

ตารางที่ 4 แสดงสมบัติเชิงกลของทังสเตนคาร์ไบด์เกรดGU20

สมบัติเชิงกล	หน่วย
ความหนาแน่น (Density)	14.40 g/cm^2
ทนแรงดึง (Tensile Strength)	3500 MPa
ค่าความแข็ง (Hardness)	91.7 HRA
ขนาดเกรน (Grain Size)	0.8 µm

จากตารางที่ 4 แสดงสมบัติเชิงกลของทังสเตนคาร์ไบด์เพื่อวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของ เพื่อใช้เป็นวัสดุที่จะใช้ในการผลิตแม่พิมพ์รีดลวดสปริงแทนวัสดุเดิม[4]

วิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของลวดเหล็กกล้าคาร์บอนเอส-ดับเบิลยูบี

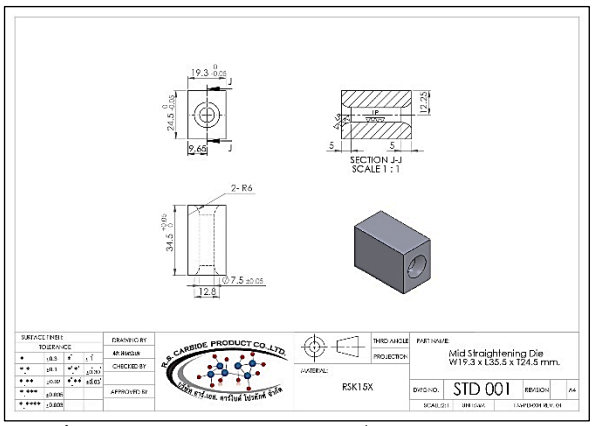
ตารางที่ 5 แสดงส่วนผสมทางเคมีของลวดเหล็กกล้าคาร์บอนเอสดับเบิลยูบี

ส่วนผสมทางเคมี	คิดเป็น (ร้อยละ)
เหล็ก (Iron : Fe)	97.88
คาร์บอน (Carbide : C)	0.81
ซิลิคอน (Silicon : Si)	0.35
แมงกานีส (Manganese : Mn)	0.9
ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P)	0.03 Max
กำมะถัน (Sulfur : S)	0.03 Max

จากตารางที่ 5 ศึกษาส่วนผสมทางเคมีของลวดเหล็กกล้าคาร์บอนเอสดับเบิลยูบี ที่นำมาผลิตสปริงเบาะรถยนต์ เพื่อหาสาเหตุการสึกหรอของแม่พิมพ์รีดลวดสปริง[5]

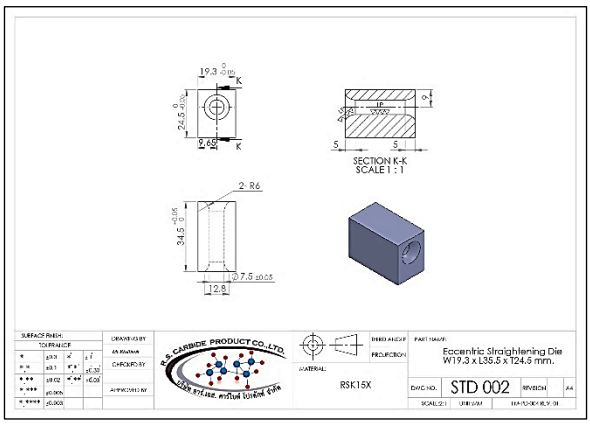
2.2 ศึกษาเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์

นำแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเดิมที่เกิดการสึกหรอมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำผสมกับผงซักฟอกและใช้แปลงขนลวดขัดเพื่อขจัดคราบน้ำมันที่ติดพื้นผิวของแม่พิมพ์รีดลวดสปริง และเช็ดให้แห้งแล้วนำชิ้นงานมาวัดขนาดเพื่อทำการออกแบบและปรับเปลี่ยนวัสดุที่นำมาสร้างแม่พิมพ์รีดลวดสปริง โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ Solid Work2016 ช่วยในการวาดและทำแบบสั่งผลิตทางวิศวกรรม จะแสดงแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ได้ทำการออกแบบใหม่ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ได้ออกแบบใหม่แบบมีรูรีดลวดตรงจุดกึ่งกลาง

จากภาพที่ 4 แสดงแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ได้ออกแบบใหม่โดยการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์ โดยใช้ทังสเตนคาร์ไบด์แทนวัสดุเดิม แม่พิมพ์รีดลวดสปริงมีขนาดกว้าง 19.3 มิลลิเมตร ยาว34.5 มิลลิเมตร สูง24.5 มิลลิเมตร และมีรูสำหรับรีดลวดตรงจุดกึ่งกลางของแม่พิมพ์



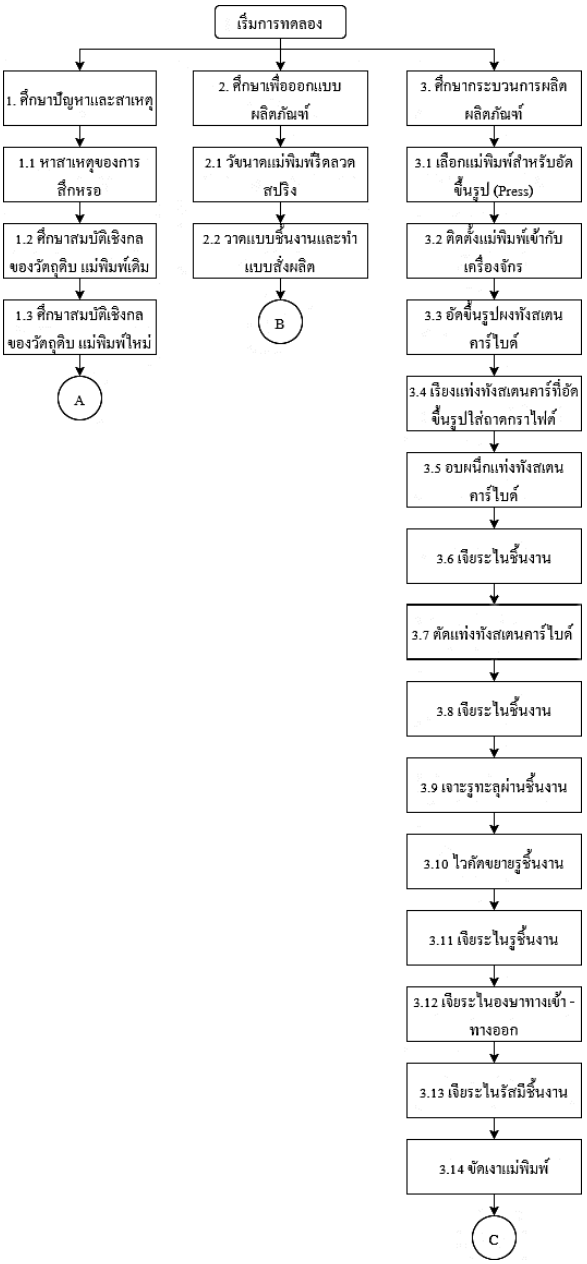
ภาพที่ 5 แสดงแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ได้ออกแบบใหม่แบบมีรูรีดลวดเยื้องจุดกึ่งกลาง

จากภาพที่ 5 แสดงแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ได้ออกแบบใหม่โดยการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์ โดยใช้ทังสเตนคาร์ไบด์แทนวัสดุเดิม แม่พิมพ์รีดลวดสปริงมีขนาด

กว้าง 19.3 มิลลิเมตร ยาว34.5 มิลลิเมตร สูง24.5 มิลลิเมตร และมีรูสำหรับรีดลวดเยื้องจุดกึ่งกลางของแม่พิมพ์

2.3 ศึกษากระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์

โดยนำแบบสั่งมาวิเคราะห์เพื่อออกแบบกระบวนการผลิต โดยแบ่งเป็นงานย่อย ๆ ได้ดังนี้



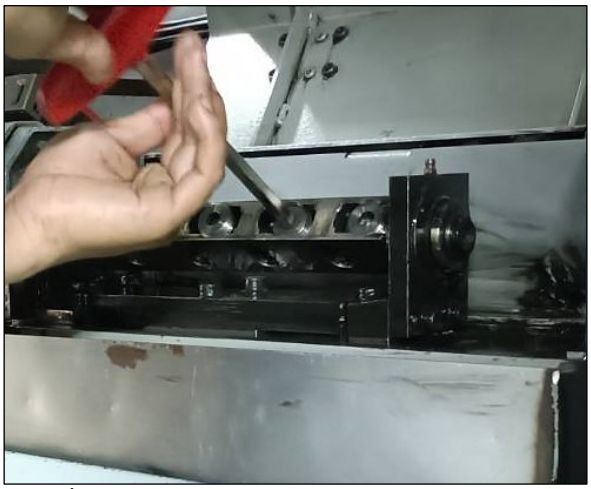
ภาพที่ 6 แสดงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์รีดลวดสปริง

จากภาพที่ 6 แสดงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์รีดลวดสปริงสามารถแบ่งได้ 14 งานย่อย

1. เลือกแม่พิมพ์สำหรับอัดขึ้นรูปผงทังสเตนคาร์ไบด์
2. ติดตั้งแม่พิมพ์สำหรับอัดขึ้นรูปประกอบกับเครื่องจักรอัดขึ้นรูปไฮดรอลิก ขนาด 100 ตัน
3. อัดขึ้นรูปผงทังสเตนคาร์ไบด์โดยใช้แรงดันในการอัด 70 บาร์ วัดขนาดชิ้นงานด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล
4. เรียงแท่งทังสเตนคาร์ไบด์ใส่ถาดกราไฟต์ที่ทำน้ำยาทูโลอีนผสมกับผงกราไฟต์เพื่อไม่ให้ชิ้นงานติดถาดในกระบวนถัดไป
5. เรียงถาดชิ้นงานใส่เตาอบผนึกโดยวางแท่งกราไฟต์คั่นระหว่างถาดเพื่อไม่ให้ถาดทับชิ้นงานและอบผนึกชิ้นงานตั้งแต่อุณหภูมิห้องจนถึงอุณหภูมิ 1410 องศาเซลเซียสเพื่อให้ชิ้นงานมีความแข็งแรง
6. เจียระไนราบผิวชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานได้ขนาดตามแบ่งสั่งผลิต
7. ตัดแท่งทังสเตนคาร์ไบด์เพื่อให้ความยาวที่ 35 มิลลิเมตร
8. เจียระไนราบผิวชิ้นงานเพื่อคุมขนาดความยาว
9. เจาะรูทะลุผ่านชิ้นงานด้วยกระบวนการซูเปอร์ดิล
10. ไวคัตขยายรูชิ้นงานที่ขนาด 7 มิลลิเมตร
11. เจียระไนรูชิ้นงานเพื่อให้ขนาดที่ 7.5 มิลลิเมตร
12. เจียระไนองศาทางเข้า ทางออก สำหรับรีดลวดสปริง
13. เจียระไนรัศมีทางเข้า ทางออกเพื่อลบคมแม่พิมพ์
14. ขัดเงารูชิ้นงานเพื่อทางเข้า ทางออก

2.4 ออกแบบวิธีการทดลอง

นำแม่พิมพ์รีดลวดสปริงใหม่ทั้ง 2 แบบที่ได้ทำการผลิตประกอบเข้ากับชุดแกนหมุน (Spindle) ที่ใช้ในการรีดลวดสปริงของเครื่องดัดอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบคอมเตอร์ WAFIOS TYPE BT3.2 โดยการถอดชุดแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเดิมออกและประกอบแม่พิมพ์รีดลวดสปริงใหม่เข้าไปแทนเพื่อทำการทดลองประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ จะแสดงการประกอบแม่พิมพ์รีดลวดสปริงใหม่ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การประกอบแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเข้ากับชุดแกนหมุน

2.5 ดำเนินการทดลองและปรับปรุงข้อผิดพลาด

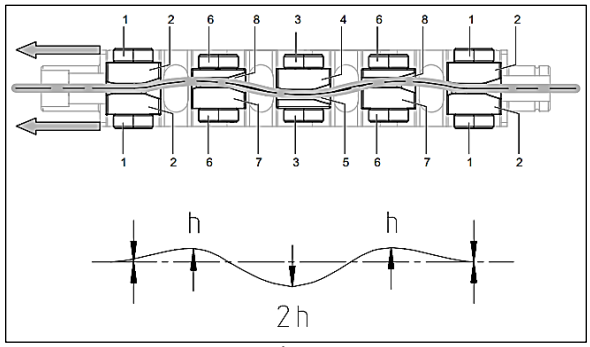
ทำการทดลองประสิทธิภาพของแม่พิมพ์รีดลวดที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยใช้งานเครื่องดัดอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบคอมเตอร์ WAFIOS TYPE BT3.2 พบว่าแม่พิมพ์สามารถรีดลวดให้เป็นเส้นตรงได้

ภาพที่ 8 กระบวนการรีดลวดสปริงเพื่อให้เป็นเส้นตรง

จากภาพที่ 8 แสดงกระบวนการรีดลวดสปริงให้เป็นเส้นตรงก่อนที่ลวดจะผ่านเข้าสู่กระบวนการดัดสปริง ตามแบบสั่งผลิต SPG FR SEAT CUSHION No.1

3. ผลการวิจัย (Results)

ผลการทดลองพบว่า เมื่อนำแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ผลิตจากวัสดุเดิมมาทำการรีดลวดสปริงเปรียบเทียบกับแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ได้ปรับเปลี่ยนวัสดุเป็นทังสเตนคาร์ไบด์ ทำการทดลองโดย วัดจากระยะทางที่แม่พิมพ์รีดลวดสปริงสามารถรีดลวดได้ก่อนเกิดการสึกหรอ ซึ่งใน 1 ชุดรีด มีแม่พิมพ์รีดลวดทั้งหมด 5 ชิ้น[7] แสดงดังภาพที่9

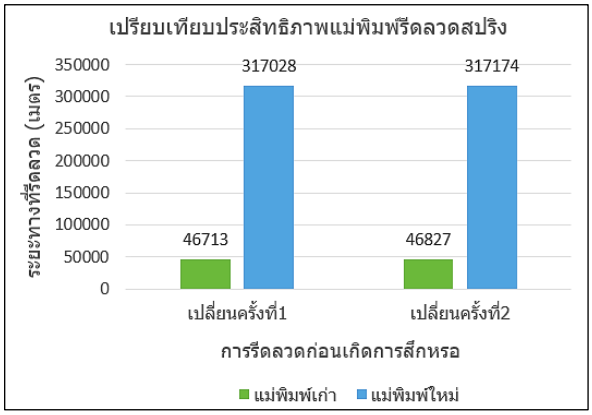


ภาพที่ 9 ตำแหน่งการติดตั้งแม่พิมพ์เข้ากับชุดแกนหมุน

จากภาพที่ 9 แสดงตำแหน่งการติดตั้งแม่พิมพ์รีดลวดสปริงเข้ากับชุดแกนหมุนของเครื่องดัดอัตโนมัติควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์และลักษณะการทำงานของแม่พิมพ์รีดลวดสปริง

การทดลองครั้งที่ 1 แม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ผลิตจากวัสดุเดิม ชุดที่1 สามารถรีดลวดสปริงเป็นระยะทางที่ 46,713 เมตร ก่อนเกิดการสึกหรอ ส่วนแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ได้พัฒนาขึ้นมา ชุดที่1 สามารถรีดลวดสปริงเป็นระยะทางที่ 317,028 เมตรก่อนเกิดการสึกหรอ

การทดลองครั้งที่ 2 แม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ผลิตจากวัสดุเดิม ชุดที่ 2 สามารถรีดลวดสปริงเป็นระยะทางที่ 46,827 เมตร ก่อนเกิดการสึกหรอ ส่วนแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ได้พัฒนาขึ้นมา ชุดที่ 2 สามารถรีดลวดสปริงเป็นระยะทางที่ 317,174 เมตรก่อนเกิดการสึกหรอ แสดงกราฟเปรียบเทียบดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแม่พิมพ์รีดลวดสปริง

จากภาพที่ 10 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรีดลวดของแม่พิมพ์รีดลวดสปริง โดยกราฟสีเขียวแสดงระยะทางที่แม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ผลิตจากวัสดุเดิมสามารถรีดลวดได้ แต่กราฟสีฟ้าแสดงระยะทางที่แม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่พัฒนา ขึ้นมาใหม่สามารถรีดลวดได้

แม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ผลิตจากวัสดุเดิม สามารถรีดลวดสปริงเป็นระยะทางเฉลี่ย 46,770 เมตร ก่อนเกิดสึกหรอ ส่วนแม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ สามารถรีดลวดสปริงเป็นระยะทางเฉลี่ย 317,101 เมตร ก่อนเกิดการสึกหรอ

4. การอภิปราย (Discussion)

ในการดำเนินโครงการวิจัยนี้ ได้มีการนำคุณสมบัติเชิงกลของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางมาเปรียบเทียบกับทังสเตนคาร์ไบด์ ผลปรากฏว่าเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางทนแรงดึงสูงสุดที่ 1,020 MPa แต่ทังสเตนคาร์ไบด์ทนแรงดึงสูงสุดที่ 3,500 MPa จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าความแข็ง โดย

เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางมีค่าความแข็งที่ 60 HRC (ความแข็งหลังการอบชุบ) ส่วนทังสเตนคาร์ไบด์มีค่าความแข็งที่ 91.7 HRA และได้ทำการเปรียบเทียบความหนาแน่นของวัสดุ พบว่า เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางมีความหนาแน่น 7.85 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนทังสเตนคาร์ไบด์มีความหนาแน่น 14.4 กรัมต่อตารางเซนติเมตร จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่าทังสเตนคาร์ไบด์มีสมบัติเชิงกลที่เหนือกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางในทุกๆด้าน จึงได้นำทังสเตนคาร์ไบด์มาสร้างแม่พิมพ์รีดลวดแทนวัสดุเดิม

ผลการทดลองพบว่าแม่พิมพ์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาสามารถรีดลวดเป็นระยะทางมากกว่าแม่พิมพ์ที่ผลิตจากวัสดุเดิมถึง 6.78 เท่า กล่าวคือแม่พิมพ์รีดลวดที่ผลิตจากวัสดุเดิมได้ทำการเปลี่ยนแม่พิมพ์มากถึง 7 ครั้ง แต่แม่พิมพ์ทังสเตนคาร์ไบด์เพิ่งเกิดการสึกหรอ เมื่อเปรียบเทียบการรีดลวดที่ระยะทาง 317,101 เมตร

ทังสเตนคาร์ไบด์เป็นโลหะผสมที่มีความทนทานซึ่งเมื่อผสมกับโลหะอื่นๆจะสามารถผลิตวัสดุที่มีความแข็ง เหนียว ทนทาน และทนต่อการขีดข่วนได้ นักวิทยาศาสตร์กำลังพยายามพัฒนาจากวัสดุ WC-based ที่มีความทนทานต่อการกัดกร่อน ออกซิเดชันหรือการเสื่อมสภาพ [6]

5. สรุปผล (Conclusion)

แม่พิมพ์รีดลวดสปริงที่ได้พัฒนาขึ้นมาโดยการเปลี่ยนวัสดุจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (SCM440) เป็นทังสเตนคาร์ไบด์เกรด GU20 หรือเทียบเท่าเกรด K20 เมื่อเทียบกับ ISO Grade มีประสิทธิภาพในการรีดลวดได้ระยะทางเฉลี่ย 317,101 เมตรหรือเท่ากับ 6.78 เท่า และสามารถเพิ่มจำนวนชิ้นงานสปริงเบาะรถยนต์ได้ เท่ากับ 518 ชิ้น จากการพัฒนาแม่พิมพ์รีดลวดสปริงพบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตสปริงเบาะรถยนต์ให้กับลูกค้าได้

6. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรม - ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต คณาจารย์ที่ถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ ที่มีความสำคัญยิ่งต่อการทำโครงงาน รวมทั้งให้การสนับสนุนในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสถานที่ออกแบบพัฒนาแม่พิมพ์ต้นแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตสปริงเบาะรถยนต์ และขอบคุณคณะทำงานที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดการทำโครงการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] บทความ Tungsten Carbide Wire Drawing Dies. บริษัท SOMEBETTER

[2] บทความ Carbide Dies. บริษัท ENDURANCE CARBIDE OUTLAST - OUTPERFORM

[3] ส่วนผสมทางและเคมีและสมบัติเชิงกลเหล็กกล้าคาร์บอนSCM440 MatWeb MATERIAL PROPERTY DATA , AISI 4140 Steel ,normalized at 870 °C (1,600 °F) ,air cooled , 25 mm.(1 in) round

[4] ส่วนผสมทางเคมีและสมบัติเชิงกล READY TO PRESS POWDER , Xiamen Golden Egret Special Alloy Co.,Ltd (GESAC) หน้าที่ 5

[5] Confirmation on raw material's chemical compo- sition , Thai Special Wire Company Limited

[6] Srikanth Raghunathan , Robert Caron , John Friederich , Peter Sandell , April 1996 .Tungsten Carbide Technologies

[7] คู่มือ Operating instruction WAFIOS , CNC Multiple-Head Bending Machine , Type BT 3.2 type no.7541 version 01