

การปรับปรุงแม่พิมพ์ชิ้นงานชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์เพื่อเพิ่มผลผลิต

Productivity Improvements on Die for Manufacturing Hood Inner Parts of Automobile

ธีรวัฒน์ ประสิทธิ์แพทย์¹⁾ อัครวรรณ คงปริพันธ์¹⁾ เอกชัย ปานทองแก้ว¹⁾ เกษม เลิศรัตน์*²⁾ จุลศิริ ศรีงามผ่อง²⁾

- 1) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- 2) *ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรและเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 91 ถ.ประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140 โทรศัพท์ 02-4709213 โทรสาร. 02-872-9080 E-mail chulsiri.sri @ kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ในการทำโครงการปรับปรุงแม่พิมพ์ชิ้นงานชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์เพื่อเพิ่มผลผลิต ซึ่งเป็นแนวความคิดที่คณะผู้จัดทำโครงการได้ไปฝึกงานภาคฤดูร้อน ปี 2545 ที่ บริษัท ซี เอช โอโตพาร์ท จำกัด ได้พบเห็นปัญหาในการผลิตชิ้นส่วนชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ มีปัญหาในการเจาะรูด้านซ้ายและขวาของชิ้นส่วนชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ไม่อยู่ในแนวศูนย์กลางเดียวกัน โดยมีของเสียเกิดขึ้น 70 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ออกแบบและผลิตแม่พิมพ์ขึ้นมาใหม่ โดยใช้แม่พิมพ์เดี่ยว ซึ่งสามารถใช้ในการเจาะรูชิ้นงานทั้งชิ้นส่วนซ้ายและขวาได้พร้อมกันโดยแม่พิมพ์ชุดเดียวกัน โดยจะกำหนดตำแหน่งจากรูที่อยู่ที่แผ่นรองรับตายและผิวหน้าของตาย ซึ่งชิ้นส่วนทั้งซ้ายและขวาได้ทำการตัดแยกออกจากกันแล้วนำมาวางลงบนผิวหน้าของตาย จากนั้นจะทำการเจาะรูตามแบบที่กำหนดไว้ ผลจากการเจาะรูชิ้นส่วนชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ทั้งซ้ายและขวาปรากฏว่า ชิ้นงานได้ขนาดตามที่กำหนด สามารถผลิตชิ้นงานได้โดยไม่มีของเสียเลย ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์ เป็นจำนวนเงิน 63,900 บาท และมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ปริมาณการผลิต 4,260 คู่ เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตวิธีเก่า สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลดลงได้เดือนละ 401,220 บาท

คำหลัก การเพิ่มผลผลิต การปรับปรุง แม่พิมพ์เดี่ยว ชิ้นงานชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์

Abstract

This project aims to improve the productivity on die for manufacturing of Reinforcement Hood Inner Parts for Automobile Therefore; the author had an experiment in summer semester the academy year of 2003 at C.H. Auto parts Company Limited. From experiment, the author found more problems in case of production. The problem in case to drill left and right automobile's hood found its hasn't leveling and balance. It's had waste around 70 percentages. Thereby, the author created a newly design of the automobile's hood usage single die with can drill both left and right hood in time. And fixed the position to drill at front surface and inner surface of die. After that, splitting all parts were drilled found that. This method can work as purposed. Also, could produce all parts without waste at all.

The cost in used about 63,900 baht and covered a cost of it at 4,260 pair of sets. In addition, when compared cost between the old method and method and the new one found the new method could saving for 401,220 baht for a month.

Keyword Productivity, Improvement, Single die, Reinforcement Hood Inner Part of Automobile

1. บทนำ

สืบเนื่องจากการที่นักศึกษาได้ไปฝึกงานภาคฤดูร้อนปีการศึกษา 2545 ที่บริษัท ซีเอช โอโตพาร์ท จำกัด ได้พบเห็นปัญหาในการผลิตชิ้นส่วนชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์มีปัญหาในการเจาะรูด้านข้างซ้ายและขวาของชิ้นส่วนชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ไม่อยู่ในแนวศูนย์กลางเดียวกัน ทั้งนี้แม่พิมพ์ที่ใช้ในการผลิตได้ใช้งานมานานเป็นเวลา 3 ปี แล้ว จึงผลิตชิ้นงานไม่ได้คุณภาพทำให้เกิดของเสียในกรรมวิธีการผลิต 70 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ไม่สามารถนำชิ้นส่วนที่ผลิตได้ไปประกอบเข้ากับชิ้นส่วนชิ้นอื่นของรถยนต์ได้เนื่องจากแม่พิมพ์ที่ใช้ในการเจาะรูด้านข้างเป็นแม่พิมพ์ที่อาศัยหลักการของการส่งแรงมาจากชิ้นส่วนที่ส่งกำลัง (ram) ของเครื่องปั๊มโลหะมายังชิ้นส่วนด้านข้าง (side cam) ของแม่พิมพ์ซึ่งจะทำให้มีการถ่ายเทกำลังต่อในแนวนอนนั้น มีการสึกหรออย่างมาก ทางบริษัทมีความต้องการปรับปรุงแม่พิมพ์ขึ้นมาใหม่ โดยใช้แม่พิมพ์สามารถเจาะรูด้านข้างของชุดตามฝากระโปรงรถยนต์ชิ้นส่วนด้านซ้ายและชิ้นส่วนด้านขวาให้ได้แนวศูนย์กลางเดียวกัน โดยใช้แม่พิมพ์เพียงชุดเดียวชิ้นส่วนชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ มีต้นทุนการผลิต 15 บาทต่อคู่ ส่วนราคาขายเท่ากับ 30 บาทต่อคู่ ปริมาณการผลิตต่อเดือนเท่ากับ 9,500 คู่ ซึ่งจะมีผลทำให้บริษัทต้องเสียรายได้ไปเป็นจำนวนเงิน 199,500 บาท

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อสร้างแม่พิมพ์ชุดใหม่ใช้แทนแม่พิมพ์ชุดเดิม

2.2 เพื่อลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต

2.3 เพื่อลดต้นทุนในการผลิต

3. แนวทางการแก้ปัญหา

ในการออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่นได้มีผู้ดำเนินการมาแล้วโดย รัชชัย แซ่ไคว้ และคณะ [1] แม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแบบต่อเนื่อง พงษ์เทพ บุญทด และคณะ [2] การศึกษาเวลาและคุณภาพตัดขึ้นรูปบนแม่พิมพ์แบบรวม พงษ์สุข นาคเจริญ และคณะ [3] แม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแบบรวม ครรชิต หว่านเงินและคณะ [4] การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์เจาะรูด้านข้างจากผู้ที่เคยทำวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาตรี ในแต่ละเรื่องสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงแม่พิมพ์ผลิตชิ้นงานชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ได้ด้วย ส่วนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแม่พิมพ์ชิ้นงานชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ยังไม่มีคนขอ เนื่องจากเป็นชิ้นงานที่สามารถผลิตได้โดยทั่วไปสำหรับแนวทางการแก้ไขปัญหาทางบริษัทจะดำเนินการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์มาให้และทำการตัดออกมาเป็นชิ้นส่วนซีกซ้ายและชิ้นส่วนซีกขวา ซึ่งชิ้นส่วนนั้นจะถูกนำมาเจาะรูเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 15 มิลลิเมตร จำนวน 2 รู โดยมีระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของรูทั้งสอง 32 มิลลิเมตร ซึ่งในการออกแบบแม่พิมพ์ จะใช้แม่พิมพ์เดี่ยว (Single Die) แม่พิมพ์ชนิดนี้จะต้องออกแบบให้มีรูปร่างเพื่อสามารถรองรับชิ้นส่วนชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์เพื่อให้ตำแหน่งพื้นที่ที่จะเจาะรูอยู่ในแนวระดับ และสามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้ทั้งชิ้นส่วนซีกซ้ายและชิ้นส่วนซีกขวาดังรูปที่แสดงตัวอย่างชิ้นงานรูปที่ 1 เมื่อดำเนินการสร้างแม่พิมพ์แล้ว จะมีการทดสอบการใช้งานของแม่พิมพ์เพื่อ

ตรวจสอบคุณภาพว่าได้ตามที่ต้องการหรือไม่ กรณีที่ชิ้นงานยังไม่ได้คุณภาพจะนำแม่พิมพ์มาปรับแต่ง จากนั้นจะปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานเพื่อศึกษาเวลาที่ใช้ผลิตชิ้นงานต่อชิ้นและขนาดของคุณภาพชิ้นงานว่าเป็นไปตามแบบที่กำหนดหรือไม่ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ นอกจากนั้นยังศึกษารอยตำหนิที่เกิดขึ้นและคำนวณหาต้นทุนในการผลิตและจุดคุ้มทุนของแม่พิมพ์ที่ใช้ในการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานชนิดนี้



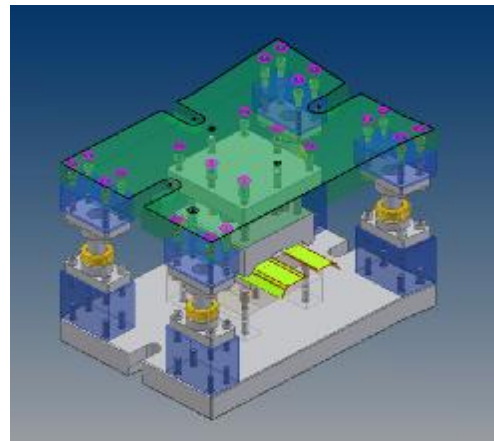
รูปที่ 1 รูปแบบชิ้นงานที่มีปัญหา

4. ขอบเขตการดำเนินงาน

- 4.1 การออกแบบและการผลิตแม่พิมพ์เดี่ยวจำนวน 1 ชุด โดยใช้ทั้งชิ้นส่วนชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ทั้งซีกซ้ายและซีกขวา
- 4.2 ทดลองปั๊มขึ้นรูปและปรับปรุงแม่พิมพ์
- 4.3 ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานเพื่อศึกษาเวลาที่ใช้ในการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานต่อชิ้นและศึกษาคุณภาพขนาดของชิ้นงานที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และศึกษารอยตำหนิที่เกิดขึ้นบนชิ้นงาน
- 4.4 วิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจากกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงาน
- 4.5 คำนวณหาต้นทุนการผลิตแม่พิมพ์ และจุดคุ้มทุนของแม่พิมพ์ที่สร้างขึ้น
- 4.6 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตระหว่างวิธีเก่ากับวิธีที่ปรับปรุง

5. การออกแบบแม่พิมพ์ การทดลองปั๊มขึ้นรูป การปรับปรุงแม่พิมพ์และการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานจริง

ในการออกแบบแม่พิมพ์จะใช้แม่พิมพ์เดี่ยวที่สามารถใช้ในการเจาะรูชิ้นงานทั้งซีกด้านซ้ายและด้านขวาได้บนแม่พิมพ์ชุดเดียวกัน โดยจะกำหนดตำแหน่งจากรูที่อยู่แผ่นรองรับตายและผิวหน้าของตาย รูปแบบของแม่พิมพ์ที่ออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แม่พิมพ์ที่ออกแบบ

5.2 การผลิตแม่พิมพ์

ในการผลิตแม่พิมพ์ จะใช้ชิ้นส่วนที่มาตรฐานจำนวน 9 ชิ้น และที่ผลิตขึ้นเอง จำนวน 8 ชิ้น สำหรับชุดตัวตายด้านล่างและแผ่นกดชิ้นงานชุดบนจะกัดผิวโดยใช้เครื่อง CNC หลังจากที่ได้ชิ้นส่วนทุกชิ้นก็นำมาประกอบเข้าด้วยกัน จะได้แม่พิมพ์ดังแสดงในรูปที่

3



รูปที่ 3 แม่พิมพ์ที่ผลิตขึ้น

5.3 การทดลองบ่มขึ้นรูปและปรับปรุงแม่พิมพ์ใน

การทดลองบ่มขึ้นรูปจะเห็นว่าระยะเยื้องศูนย์กลางระหว่างรูของชิ้นงานไม่ได้ขนาดตามที่กำหนดทั้งสองซีก จากนั้นก็ทำการปรับปรุงแม่พิมพ์ที่ตำแหน่งรูทั้งสอง จนกระทั่งได้แนวศูนย์กลางอยู่ในพิกัดที่กำหนด

5.4 การบ่มขึ้นรูปชิ้นงานจริง

ในการบ่มขึ้นรูปชิ้นงานจริง ได้ดำเนินการติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องบ่มโลหะ จากนั้นก็ทำการปรับระยะซีกของเครื่องบ่มโลหะให้ได้ความสูงในระดับของแม่พิมพ์ในตำแหน่งเปิดและปิด และเคลื่อนที่แม่พิมพ์ลงมาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการใช้งาน เมื่อปรับแม่พิมพ์ใช้งานได้ก็ดำเนินการบ่มขึ้นรูปชิ้นงานจริง

6. การศึกษาเวลาที่ใช้ในการบ่มขึ้นรูปชิ้นงานและศึกษาคุณภาพของชิ้นงาน และผลที่ได้จากการศึกษาคุณภาพ

6.1 เวลาที่ใช้ในการบ่มขึ้นรูปชิ้นงาน

ในการบ่มขึ้นรูปชิ้นงานจะใช้เวลา 10 วินาทีต่อคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

6.2 การศึกษาคุณภาพของชิ้นงาน

6.2.1 การศึกษาระนาบผิวของชิ้นงาน ที่เปลี่ยนรูปไปตามรูปแบบของแม่พิมพ์ขนาดยอมให้ผิดพลาด ± 1 มิลลิเมตร

6.2.2 ขนาดของรูที่เจาะทั้งสี่รู ขนาดที่ยอมให้ผิดพลาด 15.0 ± 0.3 มิลลิเมตร

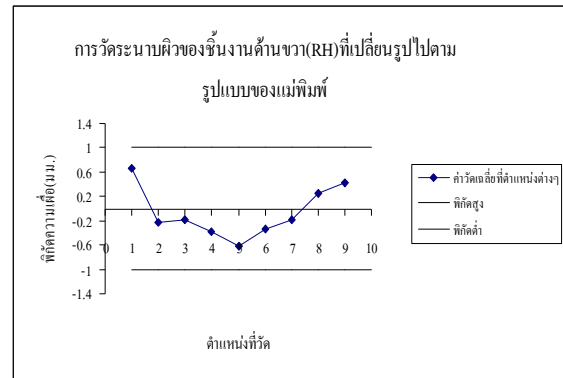
6.2.3 ระยะเยื้องศูนย์กลางระหว่างรู ขนาดที่ยอมให้ผิดพลาด ± 0.7 มิลลิเมตร

6.2.4 คุณภาพรอยตัดเฉือนขอบตัดของชิ้นงาน ซึ่งควรเท่ากับระยะกินลึกตามทฤษฎี

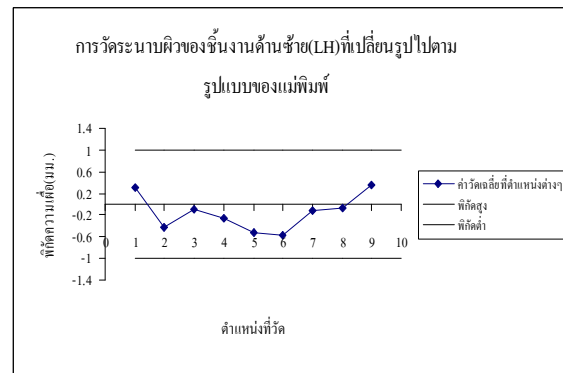
6.3 ผลที่ได้จากการศึกษาคุณภาพของชิ้นงาน

6.3.1 การศึกษาระนาบผิวของชิ้นงานที่เปลี่ยนรูป ไปตามรูปแบบของแม่พิมพ์

รูปที่ 4 รูปงานแสดงตำแหน่ง

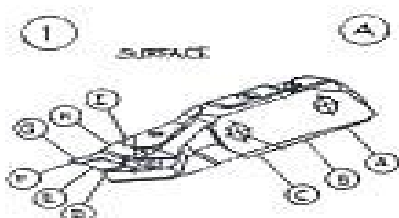


รูปที่ 5 กราฟแสดงผลการทดสอบการวัดผิวของชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ



รูปที่ 6 กราฟแสดงผลการทดสอบการวัดผิวของชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ

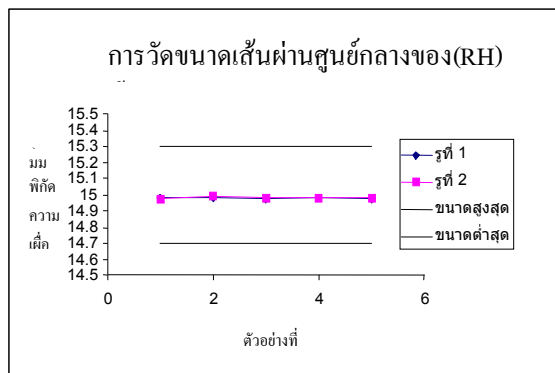
ผลจากการวัดจะเห็นว่าระนาบผิวของชิ้นงานด้านขวาและด้านซ้ายที่ตำแหน่งต่าง ๆ อยู่ในช่วงพิกัดที่สามารถยอมรับได้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ตามที่ลูกค้ากำหนด ดังนั้นจากกราฟแสดงให้เห็นว่าในการบ่มขึ้นรูปชิ้นงานชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ไม่มีของเสียเกิดขึ้นเลย ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6



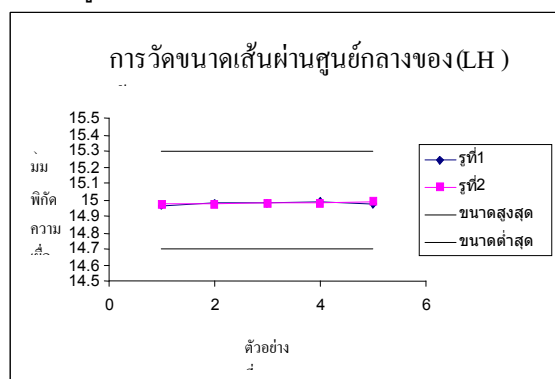
6.3.2 ขนาดของรูที่เจาะทั้งสี่รู ขนาดที่ยอมให้ ผิดพลาด 15.0 ± 0.3 มิลลิเมตร



รูปที่ 7 รูปงานแสดงตำแหน่งการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรู



รูปที่ 8 กราฟแสดงผลการทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน



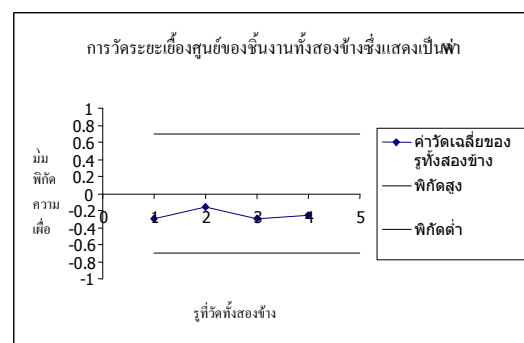
รูปที่ 9 กราฟแสดงผลการทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน

ผลจากการวัดจะเห็นว่าขนาดของรูที่เจาะทั้ง 4 รู ของชิ้นงานทั้งด้านขวาและด้านซ้ายอยู่ในช่วงพิคัดที่สามารถยอมรับได้คือ 15.0 ± 0.3 มิลลิเมตร ตามที่ลูกค้ากำหนดที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังแสดงในรูปที่ 8 และ 9

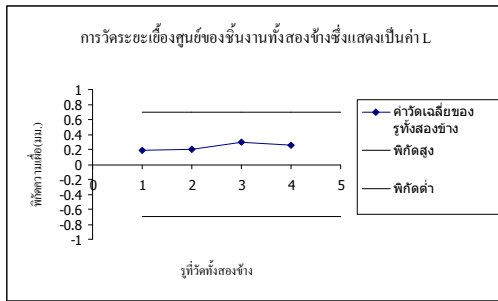
6.3.3 การวัดระยะเยื้องระหว่างรูขนาดที่ ยอมรับให้ผิดพลาด ± 0.7 มิลลิเมตร



รูปที่ 10 ตำแหน่งที่วัดชิ้นงาน



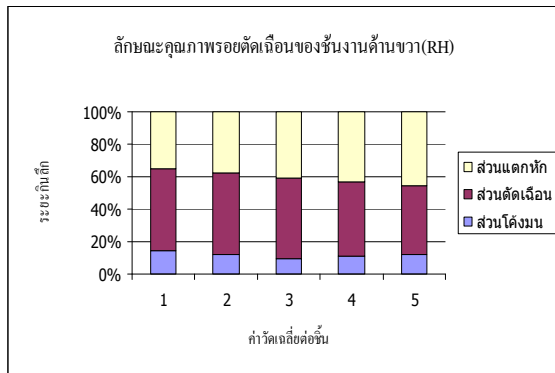
รูปที่ 11 กราฟแสดงผลการทดสอบระยะเยื้องศูนย์กลางซึ่งแสดงเป็นค่า W ตามรูปแบบรถยนต์



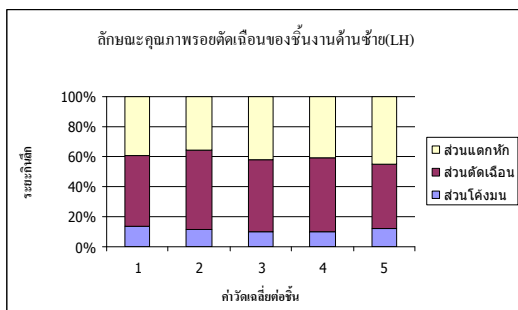
รูปที่ 12 กราฟแสดงผลการทดสอบระยะเยื้องศูนย์ ซึ่งแสดงเป็นค่า L ตามรูปแบบของรถยนต์

ผลจากการวัดจะเห็นวาระยะเยื้องศูนย์ระหว่างรูของชิ้นงานทั้งด้านขวาและด้านซ้ายอยู่ในช่วงพิสัยที่สามารถยอมรับได้ คือ ± 0.7 มิลลิเมตร ตามที่ลูกค้ากำหนดที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในรูปที่ 11 และ 12

6.3.4 คุณภาพรอยตัดเฉือนขอบตัดของชิ้นงาน ซึ่งควรเท่ากับระยะกึ่งกลางตามทฤษฎี



รูปที่ 13 กราฟแสดงลักษณะคุณภาพรอยตัดของชิ้นงานด้านขวา (RH)



รูปที่ 14 กราฟแสดงลักษณะคุณภาพรอยตัดของชิ้นงานด้านซ้าย (LH)

ผลจากการวัดจะเห็นได้ว่าระยะส่วนโค้งมน

และระยะตัดเฉือนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของชิ้นงานจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าตามทฤษฎี จึงเห็นได้ว่าขอบตัดของชิ้นงานมีคุณภาพดีตามที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 13 และ 14

7. ต้นทุนการผลิตแม่พิมพ์ จุดคุ้มทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับ

ในการผลิตแม่พิมพ์จะระบุชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ซีกด้านซ้ายและขวา มีต้นทุนการผลิตแม่พิมพ์ 63,900 บาท ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน 15 บาทต่อคู่ ราคาขายชิ้นงาน 30 บาทต่อคู่ ดังนั้นจุดคุ้มทุนอยู่ที่ปริมาณการผลิต 4,260 คู่ ผลิตได้วันละ 624 คู่ ต้องใช้เวลาในการผลิต 7 วัน ส่วนผลประโยชน์ที่ได้รับจะพบว่าการผลิตโดยใช้แม่พิมพ์ตัวเก่า จะใช้เวลาในการผลิต เดือนละ 9,500 คู่ มีของเสียเกิดขึ้น 70 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะสามารถขายได้เป็นเงิน 85,500 บาท ต่อเดือน ส่วนแม่พิมพ์ตัวใหม่ จะผลิตโดยไม่มีของเสียเลย คือผลิตได้เดือนละ 16,224 คู่ ขายได้เป็นเงิน 486,720 บาท ดังนั้นถ้าใช้แม่พิมพ์ตัวใหม่ผลิตชิ้นงานทำกำไรเพิ่มขึ้นได้เดือนละ 401,220 บาท

8. บทสรุป

ในการจัดทำโครงการนี้เป็นผลสืบเนื่องจากการที่นักศึกษาไปฝึกงานภาคฤดูร้อนที่บริษัท ซี เอช โอ โตพาร์ท จำกัด ได้พบเห็นปัญหาคือ แม่พิมพ์เจาะรูด้านข้างซ้ายและขวาของชิ้นส่วนชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ เมื่อทำการเจาะรูออกมาแล้วไม่อยู่ในแนวศูนย์กลางเดียวกันจึงผลิตชิ้นงานไม่ได้คุณภาพทำให้เกิดของเสียในกรรมวิธีการผลิตเป็นจำนวน 70 % ซึ่งไม่สามารถนำชิ้นส่วนที่ผลิตได้ไปประกอบเข้ากับชิ้นส่วนอื่นของรถยนต์ได้ ดังนั้นจึงได้หาวิธีในการแก้ปัญหาโดยการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในการเจาะรูของชิ้นงานชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ทั้งซีกด้านซ้ายและซีกด้านขวามาใหม่ซึ่งเป็นแม่พิมพ์เดี่ยว ซึ่งสามารถใช้ในการเจาะรูทั้งซีก

ด้านซ้ายและซีกด้านขวาได้พร้อมกันโดยแม่พิมพ์ชุดเดียวกัน โดยจะกำหนดตำแหน่งจากอยู่ที่แผ่นรองรับตายและผิวหน้าของตาย ซึ่งชิ้นส่วนทั้งซีกด้านซ้ายและซีกด้านขวาได้ทำการตัดแยกออกจากกันแล้ว มาทำการวางบนผิวหน้าของตายแล้วทำการเจาะรูทั้งสี่รู เมื่อออกแบบแม่พิมพ์เสร็จก็ได้ทำการสร้างแม่พิมพ์และทดสอบการใช้งานของแม่พิมพ์ ปรากฏว่าชิ้นงานชุดตามฝากระโปรงหน้าตัวในของรถยนต์ มีคุณภาพดีเป็นไปตามความต้องการ ในการขึ้นรูปชิ้นงานจะใช้เวลาในการขึ้นรูป 46 วินาที ต่อคู่ เมื่อรวมรวมทุกกระบวนการผลิตตั้งแต่กระบวนการที่ 1 ถึงกระบวนการผลิตที่ 4 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ส่วนการศึกษาคุณภาพของชิ้นงาน โดยทำการวัดขนาดของรูที่ชิ้นงานระยะเยื้องศูนย์กลางระหว่างรูระนาบผิวของชิ้นงานที่ตำแหน่งต่าง ๆ และคุณภาพรอยตัดเฉือนของขอบตัดของชิ้นงาน พบว่าขนาดของชิ้นงานที่ได้จากการเจาะรูทั้ง 4 รูได้ขนาดเป็นที่ยอมรับที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ สำหรับต้นทุนที่ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์ จะเสียค่าใช้จ่าย 63,900 บาท ต้นทุนในการผลิตชิ้นงาน 15 บาทต่อคู่ ราคาขายชิ้นงานคู่ละ 30 บาท จุดคุ้มทุนของชิ้นงานอยู่ที่ปริมาณการผลิต 4,260 คู่ สามารถผลิตชิ้นงานได้วันละ 624 คู่ ซึ่งต้องใช้เวลาในการผลิต 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับแม่พิมพ์ตัวเก่า เมื่อใช้แม่พิมพ์ตัวใหม่จะผลิตได้ไม่มีของเสียเกิดขึ้นเลยคือ สามารถผลิตได้เดือนละ 16,224 คู่ ขายได้เป็นเงิน 486,720 บาท ดังนั้นถ้าใช้แม่พิมพ์ตัวใหม่ผลิตชิ้นงานจะทำกำไรได้เพิ่มขึ้นเดือนละ 401,220 บาท

9. กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงการนี้ ผู้ทำโครงการได้รับทุนอุดหนุนจาก

- 9.1 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรมโครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546
- 9.2 บริษัท ซี เอช โอโตพาร์ท จำกัด 127 หมู่ 2 ซอยสวนส้ม ตำบลสำโรงใต้ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี 10130

10. เอกสารอ้างอิง

- 10.1 ธวัชชัย แซ่โค้ว และคณะ (2539) แม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่นแบบต่อเนื่อง ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- 10.2 พงษ์เทพ บุญทัต และคณะ (2541) การศึกษาเวลาและคุณภาพชิ้นงานตัดขึ้นรูปบนแม่พิมพ์แบบรวม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- 10.3 พงษ์สุข นาคเจริญและคณะ (2540) แม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแบบรวม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- 10.4 ครรชิต หว่านเงิน และคณะ (2544) การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์เจาะรูด้านข้าง (Side Cam Die) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- 10.5 วิจิตร ตันทุสสุทธิ และคณะ (2537) การศึกษาการทำงาน พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- 10.6 จุลศิริ ศรีงามผ่อง (2540) วิศวกรรมงานแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะเบื้องต้น สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พิมพ์ครั้งที่ 8.
- 10.7 ณรงค์เดช จันทวงษ์ และคณะ (2544) การออกแบบแม่พิมพ์แบบผสมเพื่อผลิตที่วางนามบัตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- 10.8 เอกพงศ์ คงเจริญ และคณะ (2545) การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ต่อเนื่องเพื่อผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของแผ่นควบคุมภายในเครื่องบิน ภาควิชาวิศวกรรม

เครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

10.9 ชัญชัย ทรัพย์ากร และคณะ (2528) การ
ออกแบบแม่พิมพ์ สหประชากรมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น).

10.10 ทรงเกียรติ วิสุทธิพิทักษ์กุล (2544) การใช้
สถิติเพื่อการปรับปรุงกระบวนการ กรุงเทพฯ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง
ประเทศไทย (วท.) หน้า 189-192.

10.11 บริษัทอินเตอร์ทูลเทคโนโลยี จำกัด (2540)
ชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ.

10.12 Donald F.Eary and Edward A.Reed.
Eaglewood Cliffs, 1958, Techniques of
Press working Sheet Metal, New Jersey:
Prentice-Hall.

10.13 Dallas B. Daniel, 1962, Progressive Die,
Mc Graw-Hill book company Inc, New
York.