บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย โดยแบ่งเป็น 3 เรื่องหลักๆ ได้แก่ ขั้นตอนการออกแบบเพื่อผลิตชุดแม่พิมพ์แบบต่อเนื่อง การถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยีการออกแบบชุดแม่พิมพ์แบบต่อเนื่องและการประเมินผลการถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยีการออกแบบชุดแม่พิมพ์แบบต่อเนื่อง ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูล
2. ออกแบบคำนวณและสร้างแม่พิมพ์
3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการออกแบบคำนวณและสร้างแม่พิมพ์
4. ประเมินผลการเรียนรู้
5. สรุปผลการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

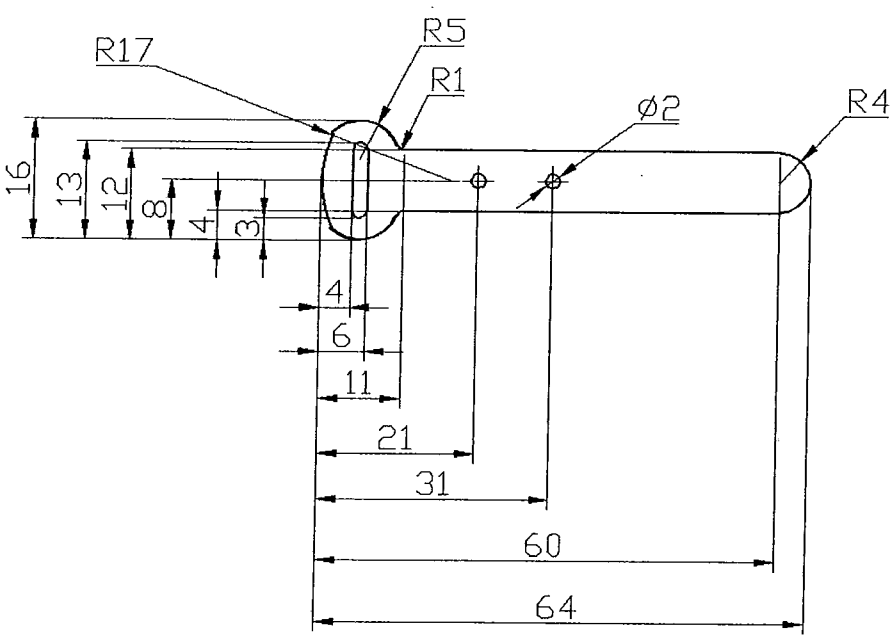
จากการศึกษาภาคอุตสาหกรรมการผลิตรวมถึงอุตสาหกรรมแปรรูปการเกษตร พบว่าชุดแม่พิมพ์เป็นเครื่องมือที่สนับสนุนและมีความสำคัญยิ่ง เพราะแม่พิมพ์ได้ถูกนำไปใช้เป็นแม่แบบในการผลิตชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์เพื่อบรรจุให้กับอุตสาหกรรมต่างๆ ดังนั้นคุณภาพของแม่พิมพ์จึงเป็นตัวกำหนดคุณภาพของชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิต และเพิ่มมูลค่าให้กับสิ้นค้าได้โดยเฉพาะการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

แต่สภาพความเป็นจริงแม้ว่าอุตสาหกรรมแม่พิมพ์จะมีความก้าวหน้าตามลำดับ แต่ก็ยังคงมีความต้องการพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศอีกเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มความต้องการนำเข้าแม่พิมพ์จากต่างประเทศมากขึ้น ดังนั้นหน่วยงานของภาครัฐซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบการผลิตบุคลากรที่มีความรู้ความสามรถด้านการผลิตแม่พิมพ์ เกิดความตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นในการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้แม่พิมพ์ในประเทศ โดยได้เน้นการแก้ปัญหาหลักการขาดแรงงานและช่างฝีมือด้านการผลิตแม่พิมพ์ โดยการสร้างองค์ความรู้พื้นฐานด้านการผลิตชุดแม่พิมพ์ แต่การที่จะสร้างแม่พิมพ์นั้นมีรายละเอียดขั้นตอนที่ต้องศึกษาและใช้ความรู้มากมาย ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของวัสดุศาสตร์ การคำนวณ การเลือกใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานรวมถึงการอ่านและการเขียนแบบด้วย ดังนั้นการที่จะถ่ายทอดความรู้ในการสร้างชุดแม่พิมพ์นั้นจะต้องมีขั้นตอนที่ละเอียดและมีการทำตัวอย่างเพื่อจะง่ายต่อการเรียนรู้ ในงานวิจัยนี้จึงเลือกที่จะนำเสนอขั้นตอนการออกแบบและผลิตชุดแม่พิมพ์ต่อเนื่อง (Progressive Die) ซึ่งเป็น

แม่พิมพ์ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เพื่อจะได้นำไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ เพื่อพัฒนาชุมชนหรืออุตสาหกรรมขนาดย่อม การทำงานของแม่พิมพ์มีหลายชนิดซึ่งมีอยู่บ่อยๆ ที่เราอาจแยกไม่ออกว่าการทำงานอย่างนี้จะเรียกว่าอะไร ตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นชิ้นงานตัวรัดสายไฟ โดยเริ่มตั้งแต่แบบชิ้นงานจนถึงการออกแบบและสร้างชุดแม่พิมพ์ตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาจะทำให้มีความเข้าใจดีขึ้น

3.2 ขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์ต่อเนื่อง (Progressive Die)

3.2.1 การออกแบบชิ้นงาน ขั้นตอนการวางแผนการออกแบบแม่พิมพ์ต่อเนื่อง ขั้นตอนแรกต้องมีแบบของชิ้นงานที่ต้องการนำไปใช้งาน พร้อมทั้งระบุถึงวัสดุและความหนาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นในการคำนวณหาขนาดของชิ้นส่วนอื่นๆ ของชุดแม่พิมพ์ ดังแสดงตัวอย่างชิ้นงานตัวรัดสายไฟในรูปที่ 3.1



WORK PIECE

MAT: aluminums alloy Thickness: 0.4 mm

รูปที่ 3.1 แสดงแบบชิ้นงานที่ต้องการพร้อมรายละเอียด

3.2.2 การคำนวณหาค่าต่างๆ จากแบบงาน ขั้นตอนไปทำการคำนวณหาแรงต่างๆได้ดังนี้

1. สมการคำนวณการหาค่า Clearance เพื่อกำหนดขนาดของ Punch และ Die เนื่องจาก Clearance คือช่องห่างระหว่าง Punch และ Die ซึ่งจะบอกเป็นค่าผลต่างของรัศมีของ Punch และ Die ซึ่งการเลือกใช้ค่า Clearance จะแตกต่างไปตามชนิดของโลหะ ความหนา และรูปร่างชิ้นงาน ถ้าต้องการใช้รูก็กำหนดขนาดที่ Punch ให้เท่ากับขนาดของรูแล้วเพิ่มขนาดของ Die ตาม Clearance ที่หาได้ ถ้าต้องการใช้ Blank ให้ลดขนาดของ Punch ลงตาม Clearance

จากสูตร $C = T \times u/t$ .....(2.4)

เมื่อ

$C = 5\% = 0.05$ mm

$T = 0.4$ mm

แทนค่า $C = 0.05 \times 0.4$

$\therefore$ ช่องว่างระหว่าง Punch และ Die $= 0.02$ mm

การหาขนาดของ Piercing Punch ซึ่งจะใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน กรณีต้องการรูไปใช้งานนิยมกำหนดขนาดที่พันช์ (Punch) จึงมีขนาดเท่ากับ 2 มม ดังรูปที่ 3.2 และเพิ่มขนาดที่ดาย (Die) ตามสูตรการคำนวณ

รูปที่ 3.2 แสดงขนาด Piercing Punch ที่นำมาใช้

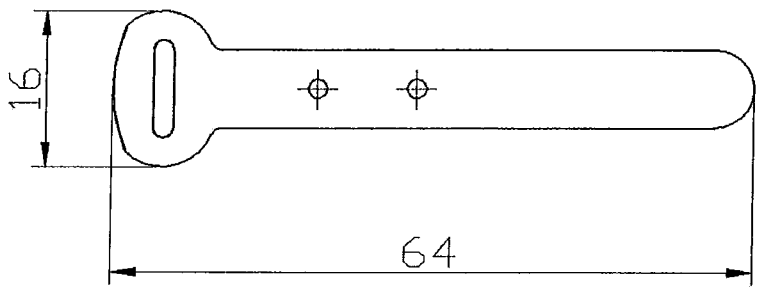
ขนาดของรูดาย (บนตำแหน่งของ Die Block) จะมีขนาดที่โตกว่า 2 มม. โดยมีขนาดเท่ากับ

$Die = D + 2C$ .....(2.5)

$= 2 + 0.04$

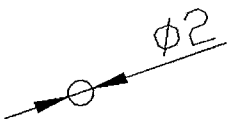
$\therefore$ ขนาดของ Die $= 2.04$ mm

2. สมการคำนวณหาเส้นรอบรูปชิ้นงานรวม (L) จากรูปที่ 3.3 เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาแรงที่ใช้การตัดชิ้นงานที่เหมาะสม



รูปที่ 3.3 แสดงพื้นที่เส้นรอบรูปทั้งหมด

การคำนวณจะแยกส่วนต่างดังนี้
พื้นที่ตัดส่วนที่ 1



รูปที่ 3.4 แสดงพื้นที่ตัดส่วนที่ 1

จากสูตร $l_1 = \pi \times D$ ....(2.8)

เมื่อ

D = 2 mm

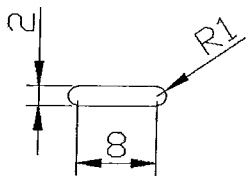
แทนค่า $l_1 = 3.1416 \times 2$

l_1 = 6.283 mm

l_1 = 6.283 mm x 2 รู

∴ พื้นที่ตัดส่วนที่ 1 l_1 = 12.566 mm

พื้นที่ตัดส่วนที่ 2



รูปที่ 3.5 แสดงพื้นที่ตัดส่วนที่ 2

จากสูตร $l_2 = (\pi \text{ x D}) + \text{L}$

เมื่อ

D = 2 mm

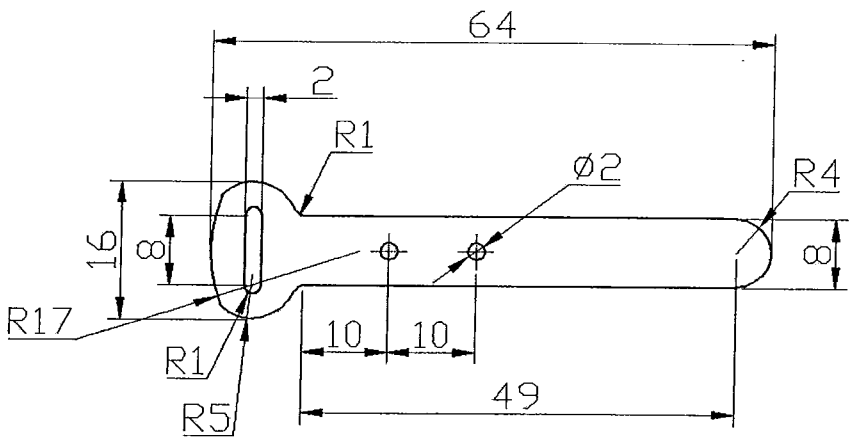
L = 8 x 2 = 16 mm

แทนค่า $l_2 = (3.1416 \text{ x } 2) + 16$

$l_2 = 6.283 + 16$ mm

∴ พื้นที่ตัดส่วนที่ 2 $l_2 = 22.283$ mm

พื้นที่ตัดส่วนที่ 3



รูปที่ 3.6 แสดงพื้นที่ตัดส่วนที่ 3

จากสูตร $l_3 = (\pi \text{ x } D) + L$

แทนค่า l_3 = $(\pi \text{ x } 5)+(\pi \text{ x } 4)+49+(\pi \text{ x } 8)+49+$

$[(\pi \text{ x } 1^2 \text{ x } 2)+(\pi \text{ x } 1^2 \text{ x } 2)+8+8]$

∴ พื้นที่ตัดส่วนที่ 3 l_3 = 179.95 mm

เส้นรอบรูปชิ้นงานรวม $L = l_1 + l_2 + l_3$ ....(2.9)

แทนค่า L = 12.566+22.283+179.95

∴ เส้นรอบรูปชิ้นงานรวม L = 214.79 mm

สมการคำนวณหาแรงตัดชิ้นงาน

จากสูตร $CF = LT\sigma S \frac{1}{1000}$ ....(2.1)

เมื่อ

L = 214.79 mm.

T = 0.04 mm.

σS = 25 kg/ cm^2

แทนค่า $CF = \frac{214.79 \times 0.4 \times 25 \times 1}{1000}$

∴ แรงตัดชิ้นงานที่เหมาะสม (CF) = 2.14 หรือ ประมาณ 3 ตัน

3. สมการคำนวณหากำลังเครื่อง เพื่อการเลือกใช้เครื่องปั๊มให้เหมาะสมกับการตัดงาน และค่าที่คำนวณได้

จากสูตร $MF = 1.3 \times CF$ .....(2.10)

เมื่อ

CF = 3 Ton

แทนค่า MF = 1.3×3

∴ กำลังเครื่อง MF = 3.9 หรือ ประมาณ 4 ตัน

4.สมการคำนวณหาแรงสปริง เพื่อใช้ในการจับยึดและเป็นแรงกดแผ่น Strip ในขณะแม่พิมพ์ทำงาน

จากสูตร $$SF = \frac{2.5LT1}{1000} \quad \text{....(2.11)}$$

เมื่อ

L = 214.79 mm.

T = 0.4 mm.

แทนค่า $$SF = \frac{2.5\times214.79\times0.4\times1}{1000}$$

∴ แรงสปริงที่ใช้ (SF) = 0.214 TON

5. สมการคำนวณหาค่าระยะเผื่อการ Lay – Out Strip เพื่อใช้ในการออกแบบในการวางชิ้นงานบนแผ่น Strip มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ใช้พื้นที่แล้วได้จำนวนชิ้นงานมากที่สุด จากแผ่นเหล็กมาตรฐาน

จากสูตร $$a = 1.5 \times t \quad \text{.....(2.12)}$$

เมื่อ

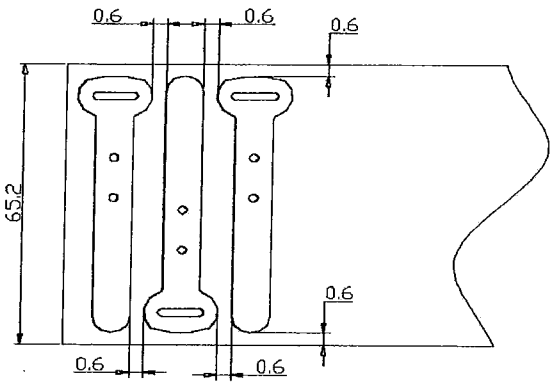
t = 0.4 mm

แทนค่า a = 1.5×0.4

∴ ระยะเผื่อการ Lay – Out Strip a = 0.6 mm

จากงานตัวอย่างการออกแบบการวางชิ้นงานบนแผ่นงาน (Lay – Out Strip) นั้นสามารถจะทำการวางได้ 2 ลักษณะคือ แนวนอนและแนวตั้งดังแสดงในรูปที่ 3.6 และ 3.7 ตามลำดับ และการกำหนดขนาดแผ่นงาน (Strip) สามารถกำหนดแนวตัดได้ตามความกว้างและความยาวของแผ่นเหล็กมาตรฐาน ขนาด 2440 $\times$ 1200 mm หรือขนาด 4 $\times$ 8 ฟุต หนา 0.4 mm เพื่อนำมาพิจารณาหาว่าการวางแบบใดและตัดแผ่นเหล็กให้ปริมาณชิ้นงานมากที่สุด

วิธีที่ 1 วางชิ้นงานตามแนวตั้งและตัดแผ่นเหล็กตามความกว้าง 1220 มม.



รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะการวางชิ้นงานตามแนวตั้ง

เมื่อกำหนดให้

ความกว้างของชิ้นงาน	=	16 mm.
ความยาวของชิ้นงาน	=	64 mm.
ความหนาของชิ้นงาน	=	0.4 mm.
ระยะเผื่อแต่ละด้าน	=	0.6 mm.
ดังนั้นความกว้างของแผ่นงาน (Strip)	=	64+0.6+0.6
	=	65.2 mm
ระยะป้อนต่อชิ้น	=	16 + 0.6
	=	16.6 mm.

วิธีการที่ 1 ต้องทำการตัดแผ่นงาน (Strip) ที่มีขนาดความกว้าง 65.2 มม. และมีความยาว 2440 มม. จะตัดได้จำนวนทั้งหมด 1220/65.2 = 18.71 แผ่น นำไปใช้งานได้ 18 แผ่น

จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นงาน (Strip) หาได้จาก ชิ้นต่อแถว = ความยาว / ระยะป้อน

= 2440 / 16.6 = 146.987 ชิ้น

ได้ชิ้นงานสำเร็จ = 146 ชิ้น

∴ วิธีการที่1 จะได้จำนวนชิ้นงานทั้งหมด 18 × 146 = 2628 ชิ้น

วิธีที่ 2 วางชิ้นงานตามแนวตั้งและตัดแผ่นเหล็กตามความยาว 2440 มม.

วิธีการที่ 2 ต้องทำการตัดแผ่นงาน (Strip) ที่มีขนาดความกว้าง 65.2 มม. และมีความยาว 1220 มม. จะตัดได้จำนวนทั้งหมด 2440/65.2 = 37.42 แผ่น นำไปใช้งานได้ 37 แผ่น

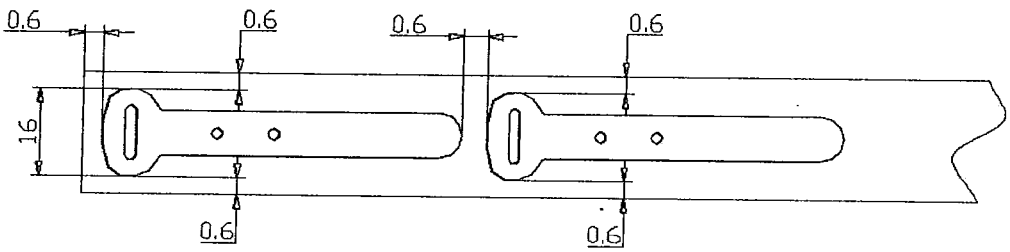
จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นงาน (Strip) หาได้จาก ชิ้นต่อแถว = ความยาว / ระยะป้อน

= 1220 / 16.6 = 73.493 ชิ้น

ได้ชิ้นงานสำเร็จ = 73 ชิ้น

∴ วิธีการที่2 จะได้จำนวนชิ้นงานทั้งหมด 37 × 73 = 2701 ชิ้น

วิธีที่ 3 วางชิ้นงานตามแนวนอน และ ตัดแผ่นเหล็กตามความกว้าง 1220 มม.



รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะการวางชิ้นงานตามแนวนอน

เมื่อกำหนดให้

ความกว้างของชิ้นงาน = 16 mm.

ความยาวของชิ้นงาน = 64 mm.

ความหนาของชิ้นงาน = 0.4 mm.

ระยะเผื่อแต่ละด้าน = 0.6 mm.

ดังนั้นความกว้างของแผ่นงาน (Strip) = 16+0.6+0.6

= 17.2 mm

ระยะป้อนต่อชิ้น = 64 + 0.6

= 64.6 mm.

วิธีการที่ 3 ต้องทำการตัดแผ่นงาน (Strip) ที่มีขนาดความกว้าง 17.2 มม. และมีความยาว 2440 มม. จะตัดได้จำนวนทั้งหมด 1220/17.2 = 70.91 แผ่น นำไปใช้งานได้ 70 แผ่น

จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นงาน (Strip) หาได้จาก ชิ้นต่อแถว = ความยาว / ระยะป้อน

= 2440 / 64.6 = 37.77 ชิ้น

ได้ชิ้นงานสำเร็จ = 37 ชิ้น

∴ วิธีการที่3 จะได้จำนวนชิ้นงานทั้งหมด 70×37 = 2590 ชิ้น

วิธีที่ 4 วางชิ้นงานตามแนวนอน และตัดแผ่นเหล็กตามความยาว 2440 มม.

วิธีการที่ 4 ต้องทำการตัดแผ่นงาน (Strip) ที่มีขนาดความกว้าง 17.2 มม. และมีความยาว 1220 มม. จะตัดได้จำนวนทั้งหมด 2440/17.2 = 130.2 แผ่น นำไปใช้งานได้ 130 แผ่น

จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นงาน (Strip) หาได้จาก ชิ้นต่อแถว = ความยาว / ระยะป้อน

= 1220 / 64.6 = 18.885 ชิ้น

ได้ชิ้นงานสำเร็จ = 18 ชิ้น

∴ วิธีการที่4 จะได้จำนวนชิ้นงานทั้งหมด 130×18 = 2340 ชิ้น

สรุป จากการคำนวณในการออกแบบ เลือกใช้วิธีที่ 2 วางชิ้นงานตามแนวตั้งและ ตัดแผ่นเหล็กตามความยาว 2440 มม. ได้ชิ้นงานทั้งหมด 2701 ชิ้น จึงจะได้ชิ้นงานมากที่สุด

6.การคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้พื้นที่งานในการหาประสิทธิภาพนั้นจำเป็นจะต้องให้ค่าที่ออกมานั้นได้มากที่สุดและจะต้องได้เกินกว่า 50% จึงถือว่าการวางแบบชิ้นงาน (Lay – Out Strip) ในครั้งนั้นเหมาะสมแล้ว

จากสูตร $$\eta = \frac{a \times N \times 100\%}{A} \quad \text{....(2.13)}$$

เมื่อ

a = 998.575 mm^2 (พื้นที่ชิ้นงาน)

N = 2701 ชิ้น

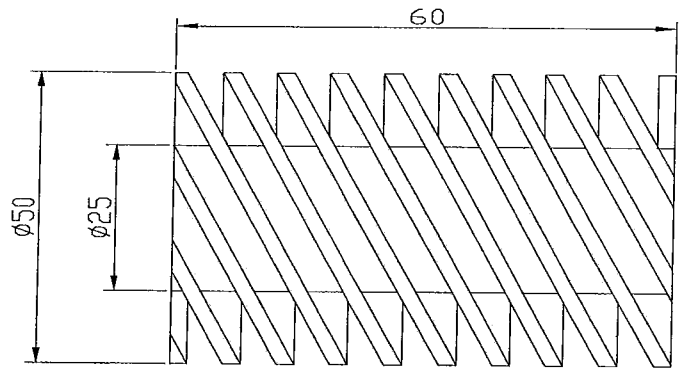
A = 2976800 mm^2 (พื้นที่ของแผ่นโลหะ = 2440 X 1220)

แทนค่า $$\eta = \frac{998.575 \times 2793 \times 100\%}{2976800}$$

∴ ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่งาน (η) = 90.60 %

7. การคำนวณหาขนาดสปริง เพื่อใช้ในการยุบตัวของแม่พิมพ์ขณะทำงาน ซึ่งจะนำค่าของแรงตัดที่คำนวณได้ (3000 กิโลกรัม) ใช้มาคำนวณหาขนาดสปริง เพื่อจะรับแรงดังกล่าวได้ ซึ่งในกรณีนี้จะใช้สปริงทั้งหมด 4 ตัว ดังนั้นขนาดสปริงแต่ละจะได้เท่ากับ 3000/4 = 750 kg นอกจากการคำนวณแล้วการเลือกขนาดสปริงต้องอ้างอิงจากตารางมาตรฐานด้วย จากตารางจะได้ $750 \times 4 = 3000$ kg เราจะใช้สปริงที่มีน้ำหนัก 3000 kg ในที่จะใช้สปริงขนาด

DM 50 X 60 DO = 50 DI = 25 ระยะยุบตัว 17.30 mm คิดจากการทำงาน 5 แสนครั้ง แสดงรูปสปริง

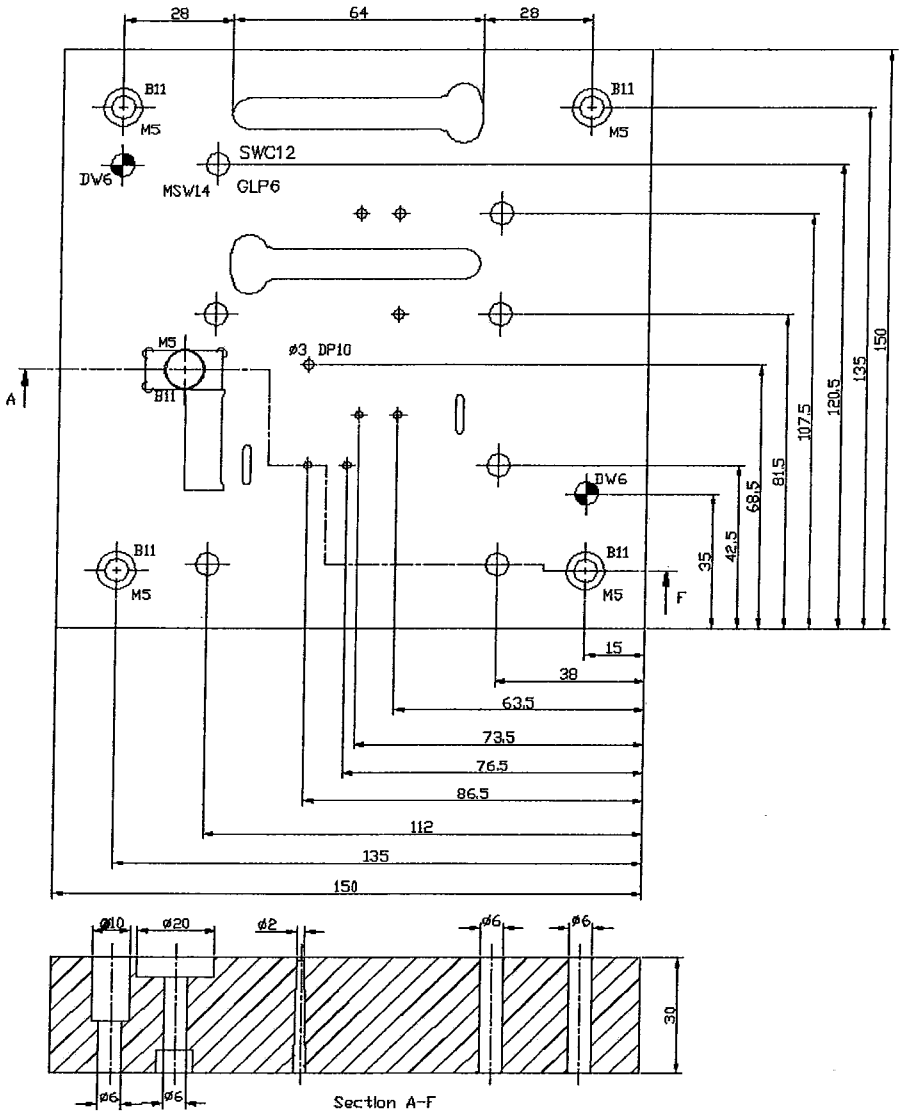


รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะของสปริงที่เลือกใช้

3.2.3 การออกแบบ Die Block วิธีการออกแบบ Die Block จะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นงานเป็นหลัก และสามารถหาขนาด Die Block ได้ดังนี้

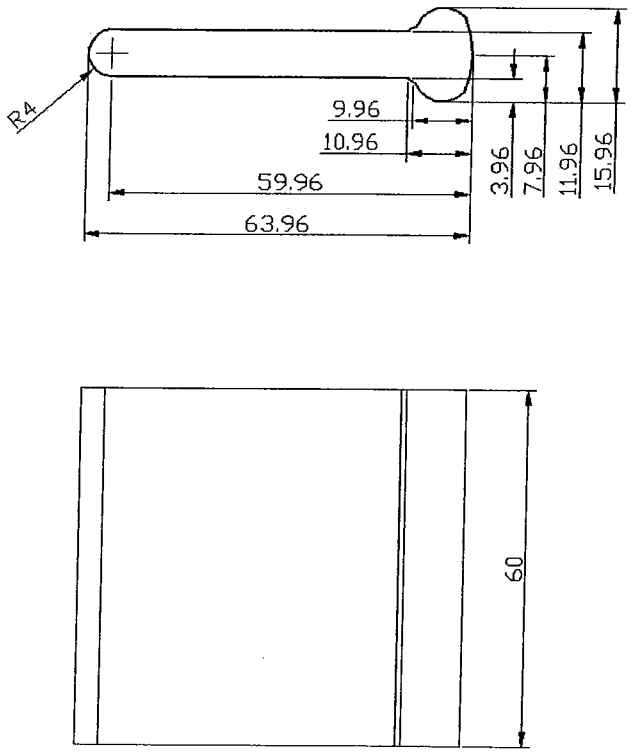
ความยาวของชิ้นงาน 64 มม. + ระยะสกรูด้านละ 25 มม. + ระยะขอบด้านละ 15 มม. (64+25+25+15+15 = 144 มม.)

จะเห็นได้ว่าขนาด 144 มม. ในการปฏิบัติงานจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูง ควรปรับให้เป็นขนาดมาตรฐานของแผ่นเหล็กสำเร็จรูปที่มีขายทั่วไปคือ 150 มม. โดยอาจจะเพิ่มระยะสกรูเป็นด้านละ 28 มม. (64+28+28+15+15 = 150 มม.) ซึ่งความหนาจะเลือกใช้ ขนาด 30 มม. เนื่องจากชิ้นงานหนาแค่ 0.04 มม. [2] ดังนั้นจะได้เลือกใช้ขนาด Die Block เท่ากับ 150 X 150 X 30 มม. ดังแสดงในรูปที่ 3.10 ชนิดเหล็กที่ใช้ผลิต Die Block ควรเป็นเหล็กเครื่องมือ เช่น SKD11 และมีการชุบแข็งเนื่องจากเป็นคมตัดด้านล่าง



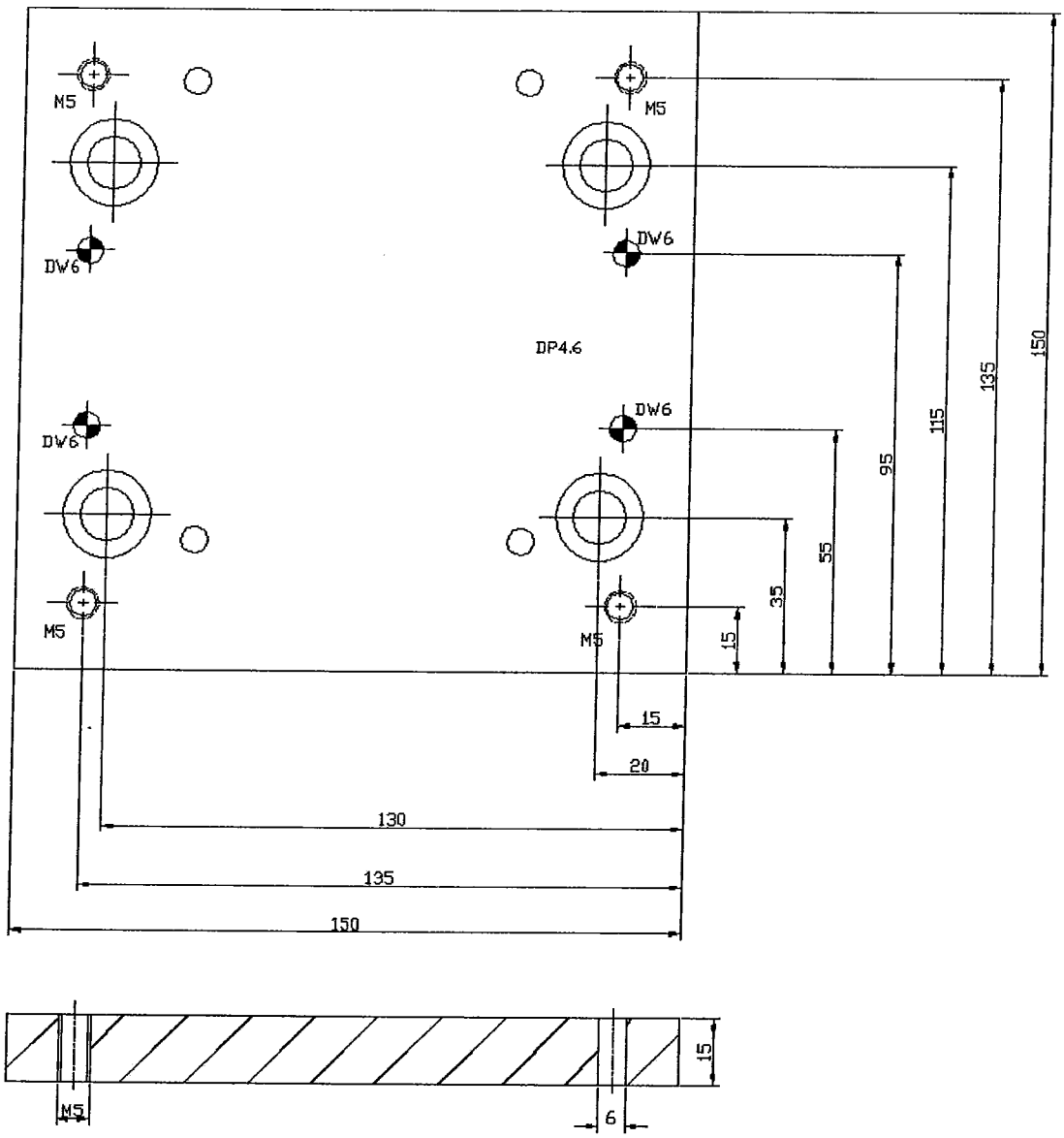
รูปที่ 3.10 แสดงการออกแบบ Die Block

3.2.4 การหาขนาดของ Blanking Punch การคำนวณหาขนาดของ Blanking Punch ซึ่งจะมีรูปร่างเหมือนชิ้นงานสำเร็จ กรณีต้องการรู้ไปใช้งานนิยมกำหนดขนาดที่พันช์ (Punch) จึงมีขนาดที่เล็กลงเท่ากับค่า Clearance ดังแสดงในรูปที่ 3.11 และเพิ่มขนาดที่ดาย (Die) ขนาดความสูงของ Blanking Punch สามารถเลือกใช้ได้ตั้งแต่ 40-70 มม. ซึ่งในที่นี้จะเลือกใช้ขนาด Blanking Punch เป็น 2 เท่าของความหนา Die Block (30 x 2 = 60 มม.) ใช้ความหนาที่ 60 มม. ชนิดเหล็กที่ใช้ผลิต Blanking Punch ควรเป็นเหล็กเครื่องมือ เช่น SKD11 และมีการชุบแข็ง เนื่องจากเป็นคมตัดด้านบน



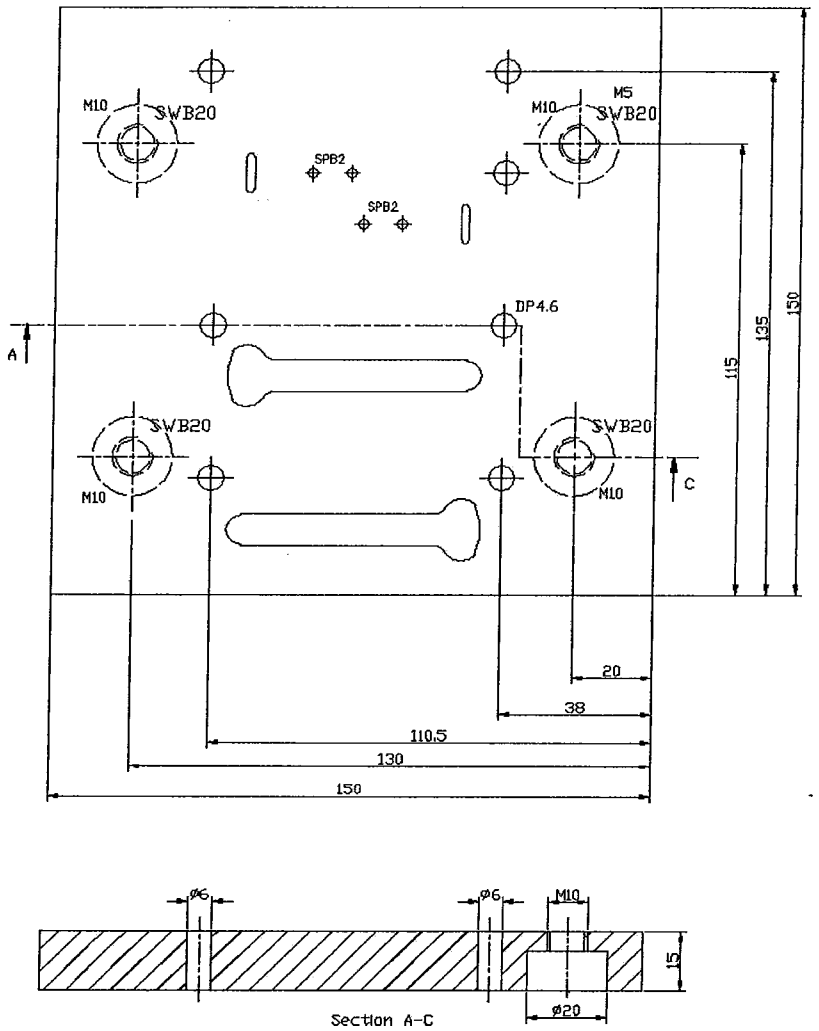
รูปที่ 3.11 แสดงการออกแบบ Blanking Punch

3.2.5 การหาขนาดของ Punch Plate การออกแบบ Punch Plate เราสามารถเลือกใช้ขนาดที่เท่ากับ Die Block ก็ได้หรือแตกต่างกันก็ได้ ในกรณีนี้เลือกใช้ขนาดที่เท่ากับ Die Block ความยาวที่ 150 มม. และความกว้างที่ 150 มม. ความหนาที่ 15 มม. เนื่องจาก Punch Plate จะมีความหนา ½ ของ Die Block จึงจะสามารถที่จะรับแรงกระแทกได้อย่างเหมาะสม ชนิดเหล็กที่ใช้ผลิต Punch Plate ควรเป็นเหล็กเหนียว เช่น SS41



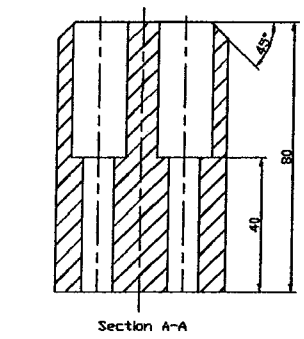
รูปที่ 3.12 แสดงการออกแบบ Punch Plate

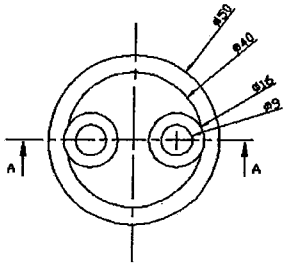
3.2.6 การหาขนาดของ Stripper Plate การออกแบบ Stripper plate จะกำหนดให้มีขนาดความกว้างยาวเท่ากับ Die Block เนื่องจากมีความสะดวกในการทำงานและเป็นแผ่นกดแผ่นงาน (Strip) แต่จะเลือกความหนาที่ใกล้เคียงกับ Punch Plate คือ 15 มม. เพื่อการประหยัดและมีน้ำหนักน้อยขนาดของ Stripper Plate เท่ากับ 150 X 150 X 15 มม. ชนิดเหล็กที่ใช้ผลิต Punch Plate ควรเป็นเหล็กเหนียว เช่น SS41



รูปที่ 3.13 แสดงการออกแบบ Stripper plate

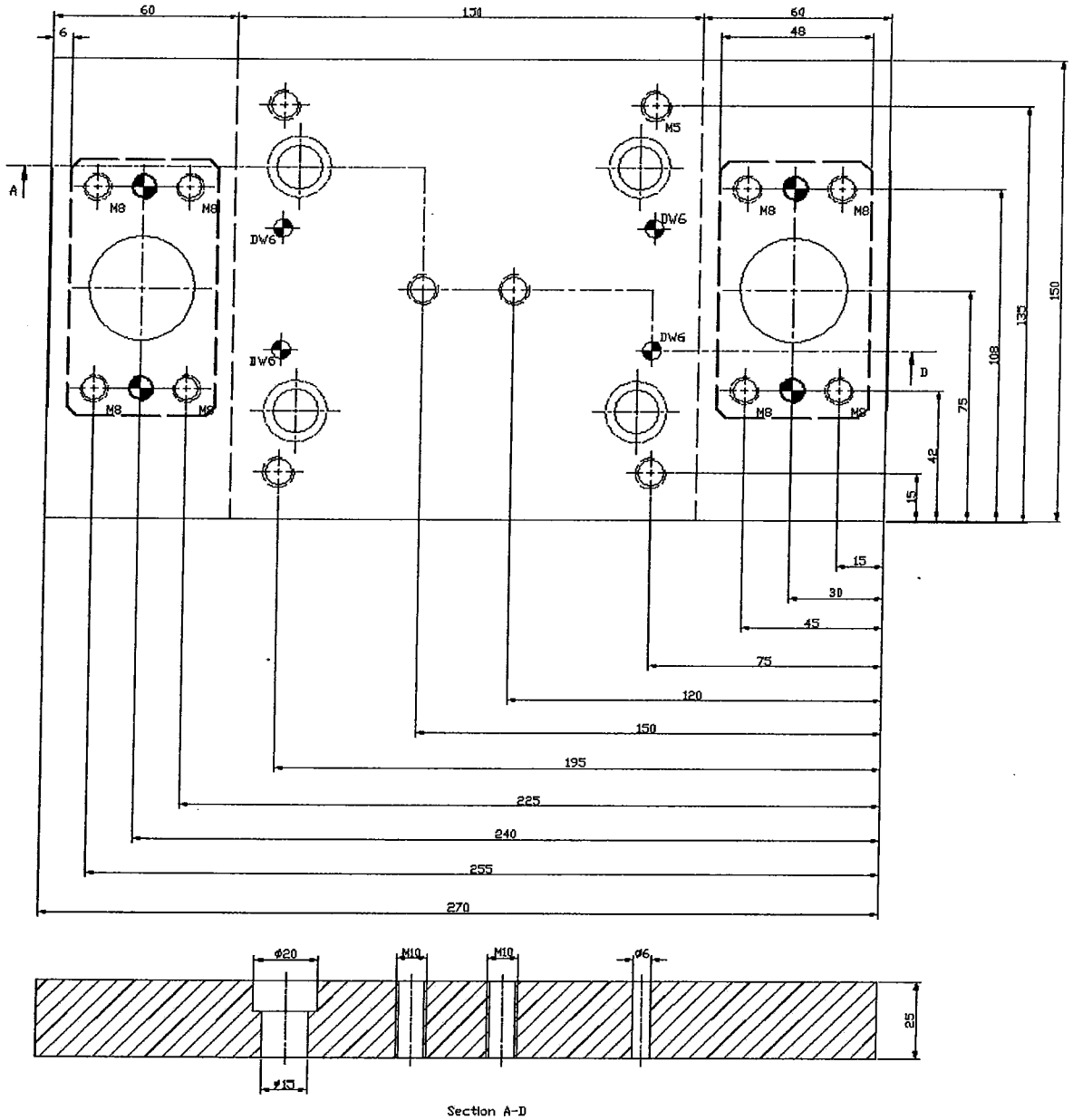
3.2.7 การหา Shank การออกแบบ Shank จะเลือกตามขนาดของเครื่องที่จะนำไปใช้ ในกรณีนี้จะใช้กับเครื่องปั๊มขนาด 100 ตัน และต้องใช้ Shank มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เท่ากับ 50 มม. และมีความยาว เท่ากับ 80 มม. ใช้สกรูยึด 2 ตัว ยึดติดกับ Punch Holder จะเห็นได้ดังรูป



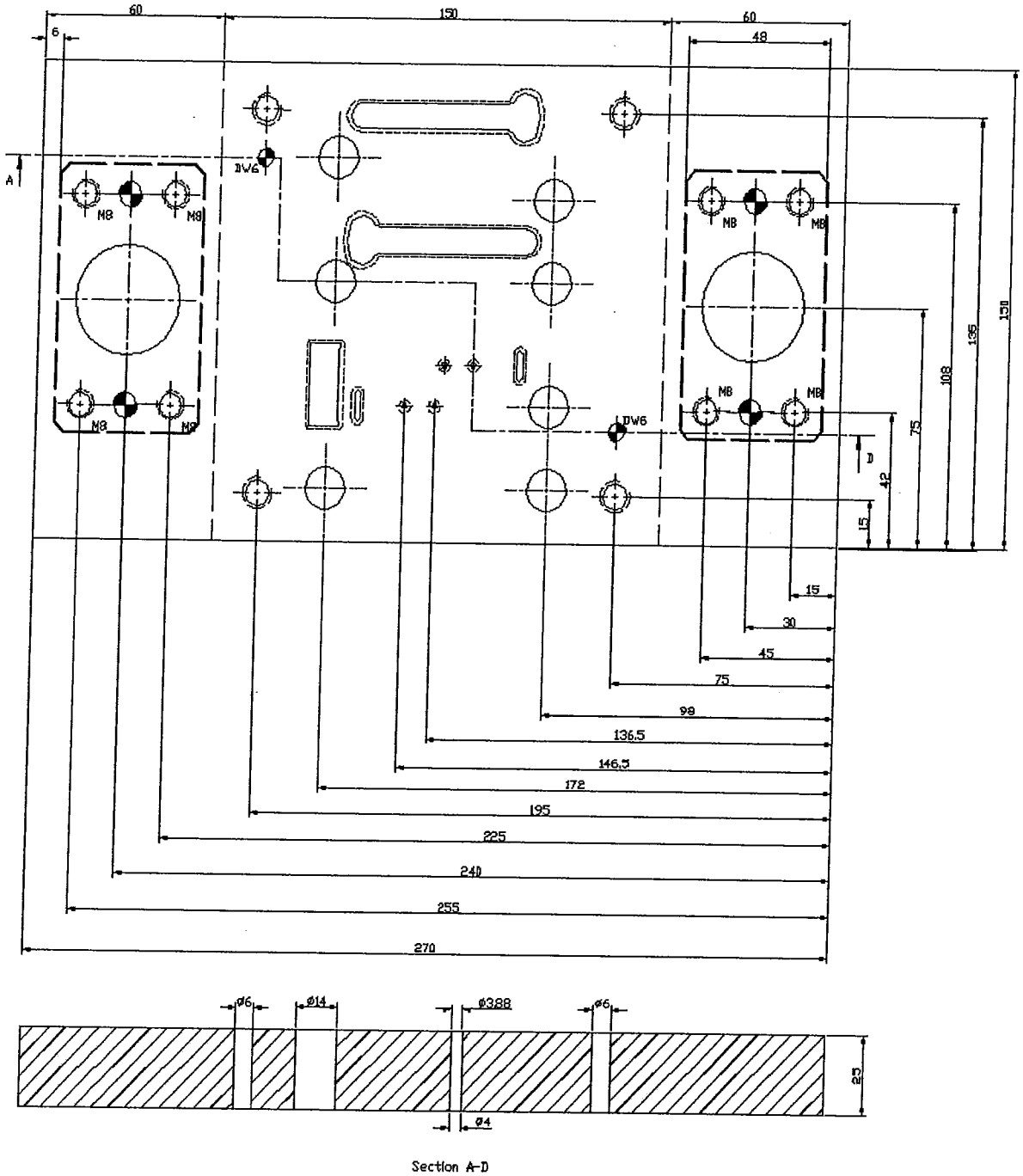


รูปที่ 3.14 แสดงการออกแบบ Shank

3.2.8 การหาขนาด Die Set การออกแบบ Die Set จะมีด้วยกัน 2 ส่วน คือ Punch Holder ดังรูปที่ 3.19 และ Die Holder ดังรูปที่ 3.20 และต้องมีขนาดที่เท่ากันด้วย การออกแบบ Punch Holder และ Die Holder หรือรวมเรียกว่า Die Set จะต้องเผื่อระยะความยาวไว้ใส่ชุดเสา (Guide Posts and Bush) ด้านละ 60 มม. ซึ่งในกรณีนี้ความยาวของ Die Set จะมีขนาด (150+60+60 = 270 มม.) อาจจะปรับขนาดให้ตรงกับแผ่นเหล็กมาตรฐาน 300 มม. ก็ได้ การออกแบบและเขียนแบบก็จะกำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเสา (Posts) และปลอก (Bush) ตามมาตรฐานที่กำหนดคู่กับ Die Set โดยต้องเลือกรูปแบบของ Posts และปลอก (Bush) ตามลักษณะการใช้งานลักษณะ Guide Posts And Bush การออกแบบ Die Set จะต้องมีที่สำหรับใช้สกรูล็อคให้แน่เวลาทำงาน

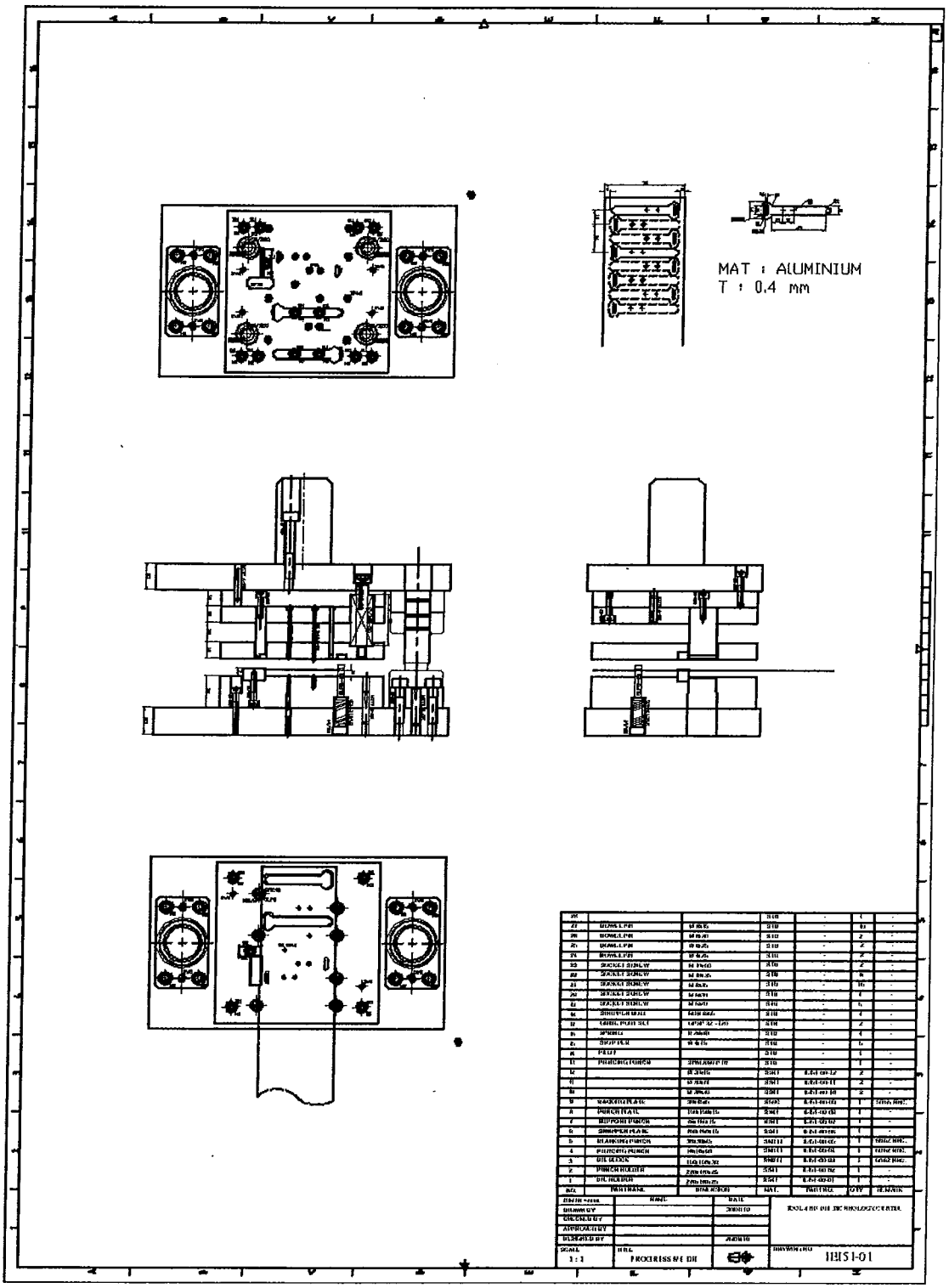


รูปที่ 3.15 แสดงการออกแบบ Punch Holder



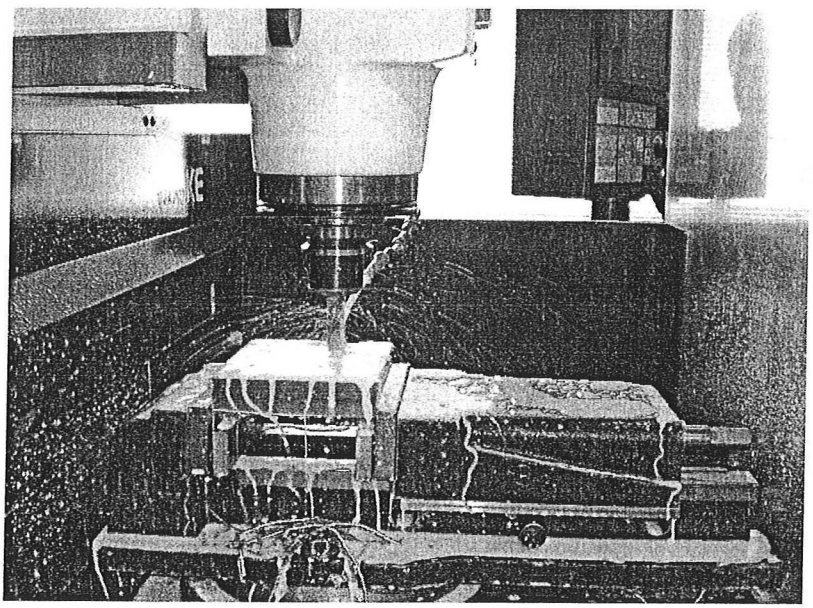
รูปที่ 3.16 แสดงการออกแบบ Die Holder

3.2.9 เขียนแบบแม่พิมพ์ เมื่อได้ออกแบบแม่พิมพ์เรียบร้อยแล้ว ทำการเขียนแบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วนในการเขียนแบบ เพื่อจะได้ส่งไปยังฝ่ายผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์เพื่อทำการผลิต โดยการเขียนแบบจะมีต้องมีขนาดและรายละเอียดต่างๆ อย่างชัดเจนสมบูรณ์เพื่อที่ฝ่ายผลิตจะได้สามารถผลิตได้อย่างคล่องตัวโดยที่ไม่มีปัญหาจะต้องมาสอบถามจากผู้ออกแบบอีก

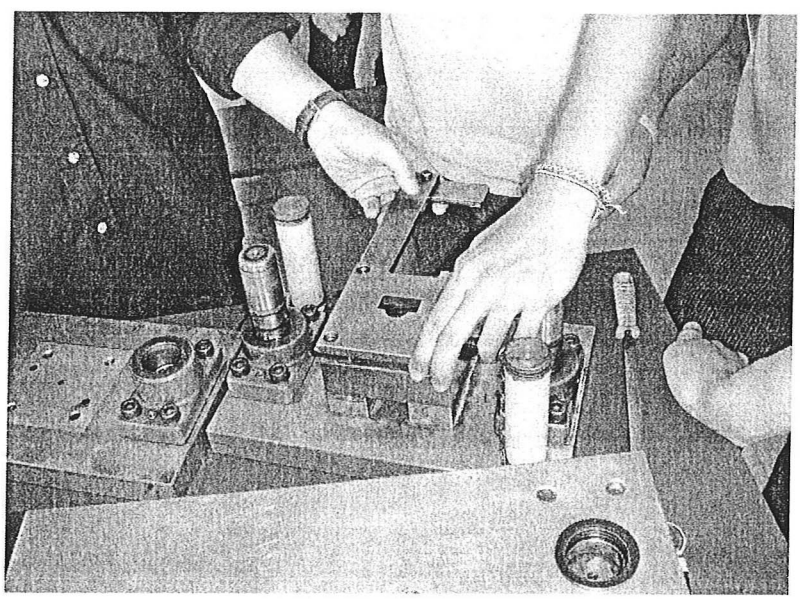


รูปที่ 3.17 แสดงแบบแม่พิมพ์ต่อเนื่อง (Progressive Die)

2.3.10 การผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ การผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์จะใช้เครื่องจักรอัตโนมัติและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตเพื่อให้ได้ชิ้นส่วนที่มีความละเอียด และความถูกต้อง เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในขณะทำการประกอบ



รูปที่ 3.18 แสดงการตัดเฉือน Die Block



รูปที่ 3.19 แสดงการประกอบแม่พิมพ์

3.3 ถ่ายทอดเทคโนโลยีการออกแบบคำนวณและสร้างแม่พิมพ์

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์จะทำการถ่ายทอดให้กับผู้สนใจ จำนวน 30 คน โดยทำการฝึกอบรมภาคทฤษฎีจำนวน 16 ชั่วโมง และภาคปฏิบัติจำนวน 32 ชั่วโมง รวมตลอดหลักสูตร 40 ชั่วโมง ซึ่งในความเป็นจริงอาจจะเป็นเรื่องที่ทำได้ยากสำหรับผู้ไม่มีพื้นฐานความรู้ด้านแม่พิมพ์ ดังนั้นคุณสมบัติเบื้องต้นผู้เข้าฝึกอบรมต้องมีความรู้พื้นฐานด้านแม่พิมพ์บ้างและมาเพิ่มเติมองค์ความรู้เพื่อพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และการถ่ายทอดจะเน้นไปที่การออกแบบการคำนวณชิ้นส่วน และการประกอบ (Set Up) แม่พิมพ์

3.4 ประเมินผลการเรียนรู้

จะประเมินโดยการใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าฝึกอบรม จำนวน 30 ท่าน โดยต้องมีผู้ส่งตอบแบบสอบถามกลับ 28 คน จึงจะถือได้ว่าเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสามารถอธิบายประชากรได้ [10] โดยแบบสอบถามจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 3.1

ส่วนที่ 1 การประเมินด้านหลักสูตร ประกอบด้วยคำถาม 8 ข้อ

ส่วนที่ 2 การประเมินด้านวิทยากร ประกอบด้วยคำถาม 6 ข้อ

ระดับคะแนนการประเมิน 5 ระดับ

5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์การเปรียบเทียบหาระดับคุณภาพ [8]

ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง ดีมาก

ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง ดี

ระดับคะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง

ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง พอใช้

ระดับคะแนนเฉลี่ย 0.00-1.50 หมายถึง ปรับปรุง

ตารางที่ 3.1 แสดงใบประเมินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการออกแบบแม่พิมพ์ต่อเนื่อง

1. ประเมินหลักสูตร / สื่อการสอน	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**หมายเหตุ**
1. เนื้อหาการฝึกอบรมเหมาะสมตรงกับหัวข้อ						
2. ระยะเวลาการฝึกอบรม 5 วัน						
3. ความรู้และทักษะที่ได้รับเพิ่มมากขึ้น						
4. แบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน						
5. วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร เหมาะสมกับการฝึกอบรม						
6. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเหมาะสมและง่ายต่อการทำความเข้าใจ						
7. สื่อการสอนเพียงพอและช่วยให้การเรียนรู้ง่ายขึ้น						
8. โดยภาพรวมเนื้อหาวิชาที่ฝึกอบรมตรงกับความคาดหวังของท่าน						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตร/สื่อการสอน

.....

.....

.....

2. ประเมินวิทยากร	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**หมายเหตุ**
1. การเตรียมตัวของวิทยากร						
2. เทคนิคการสอนน่าสนใจ						
3. ความชัดเจนในการอธิบาย การลำดับเนื้อหา และยกตัวอย่างประกอบ						
4. ความชัดเจนในการตอบปัญหา						
5. ความตั้งใจ มุ่งมั่น ที่จะถ่ายทอดความรู้และทักษะ						
6. การควบคุมเวลาในการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิทยากร

.....

.....

.....

.....

หมายเหตุ

5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง