

แบบตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น **รหัสวิชา** 20102-2201

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 **ครูผู้สอน นางสาววรรณา มากุล**

<u>การตรวจสอบ</u>

อ้างอิงมาตรฐาน	☐	มี	☑	ไม่มี
ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา	☑	มี	☐	ไม่มี
จุดประสงค์การเรียนรู้	☑	มี	☐	ไม่มี
มาตรฐานรายวิชา	☑	มี	☐	ไม่มี
คำอธิบายรายวิชา	☑	มี	☐	ไม่มี
สมรรถนะรายวิชา	☑	มี	☐	ไม่มี
ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ตามจุดประสงค์รายวิชาและสมรรถนะรายวิชา	☑	มี	☐	ไม่มี
เวลาเรียน 18 สัปดาห์	☑	มี	☐	ไม่มี
การประเมินสรุปผลการเรียนรู้ (18 สัปดาห์)	☑	มี	☐	ไม่มี
สาระสำคัญ	☑	มี	☐	ไม่มี
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	☑	มี	☐	ไม่มี
สมรรถนะรายหน่วย	☑	มี	☐	ไม่มี
กิจกรรมการเรียนรู้	☑	มี	☐	ไม่มี
สื่อการเรียนรู้	☑	มี	☐	ไม่มี
การวัดผลประเมินผล	☑	มี	☐	ไม่มี
บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง	☐	มี	☑	ไม่มี
บูรณาการ 3D	☐	มี	☑	ไม่มี
แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	☑	มี	☐	ไม่มี
ใบงานหรือแบบฝึกหัด	☑	มี	☐	ไม่มี

<u>สิ่งที่ควรแก้ไข</u>

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายมงคล แก่กล้า)

หัวหน้าแผนกเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง

การอนุมัติแผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น **รหัสวิชา** 20102-2201

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 **ครูผู้สอน นางสาววรรณา มากุล**

ความเห็นหัวหน้าแผนก.....

เหมาะสมต่อการใช้ในการเรียนการสอน

ลงชื่อ.....

(นายมงคล แก่กล้า)

2 / กพ / 2569

ความเห็นหัวหน้างานหลักสูตรการเรียนการสอน

เห็นสมควรพิจารณาอนุมัติ

ลงชื่อ.....

(นางเกศนีย์ แก่กล้า)

2 / กพ / 69

ความเห็นรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

เห็นควรอนุมัติ

ลงชื่อ.....

(นางสาวกัลยา หาญชิน)

...../...../.....

ความเห็นรองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย

อนุมัติ

.....

(นายยุทธพันธ์ โคตรพันธ์)

...../...../.....

แผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

สาขาวิชาช่างซ่อมบำรุง

กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมการผลิต

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

รหัสวิชา 20102-2201 วิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น

วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการเรียนรู้รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น รหัสวิชา 20102-2201 มีเนื้อหาตรงตามจุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเป็นวิชาชีพเฉพาะวิชาหนึ่งในหมวดวิชาชีพที่ผู้เรียนประเภทวิชาอุตสาหกรรม

แผนการเรียนรู้รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น การจัดทำได้มีการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 หน่วย การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และคุณธรรมจริยธรรม ไว้ในหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหา มีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พร้อมเฉลย มีใบงาน กิจกรรมปฏิบัติ และสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิผลแก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

ครูผู้สอนพยายามอย่างยิ่งที่จะให้แผนการสอนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้นเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ เอื้ออำนวยประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

.....

(นางสาววรรณา มากุล)

ครูพิเศษสอน

แผนกวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
หลักสูตรรายวิชา	1
มาตรฐานอาชีพ	2
ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้	3
ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้	8
หน่วยการเรียนรู้	9
หน่วยที่ 1 เรื่อง/งานแม่พิมพ์โลหะ	
แผนการจัดการเรียนรู้	14
ใบความรู้	17
ใบงาน	34
ใบกิจกรรม	36
ใบมอบหมายงาน	38
หน่วยที่ 2 เรื่อง/งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ	
แผนการจัดการเรียนรู้	40
ใบความรู้	44
ใบงาน	60
ใบกิจกรรม	62
ใบมอบหมายงาน	64
หน่วยที่ 3 เรื่อง/งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ	
แผนการจัดการเรียนรู้	65
ใบความรู้	68
ใบงาน	82
ใบกิจกรรม	84
ใบมอบหมายงาน	86

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

หน่วยที่ 4 เรื่อง/งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ 88
ใบความรู้ 92
ใบงาน 112
ใบกิจกรรม 114
ใบมอบหมายงาน 116
หน่วยที่ 5 เรื่อง/งานขึ้นรูปโลหะ
แผนการจัดการเรียนรู้ 118
ใบความรู้ 122
ใบงาน 142
ใบกิจกรรม 144
ใบมอบหมายงาน 146
หน่วยที่ 6 เรื่อง/งานเครื่องปั๊ม
แผนการจัดการเรียนรู้ 148
ใบความรู้ 151
ใบงาน 163
ใบกิจกรรม 165
ใบมอบหมายงาน 167
บรรณานุกรม 169
ภาคผนวก 170

หลักสูตรรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมการผลิต สาขาวิชา ช่างซ่อมบำรุง

รหัสวิชา 20102-2201 วิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ - ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

-

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

-

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการทำงานของแม่พิมพ์โลหะ
2. อธิบายหลักการทำงานของแม่พิมพ์โลหะ
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดี รับผิดชอบ ตรงต่อเวลา

สมรรถนะรายวิชา

แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์โลหะ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน หลักการขึ้นรูปโลหะ ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม (Press Machine) และอุปกรณ์ช่วย ในงานแม่พิมพ์โลหะ

มาตรฐานอาชีพ

หน่วยงานรับรองมาตรฐานอาชีพ -

มาตรฐานอาชีพ -

-

หน่วยสมรรถนะ		สมรรถนะย่อย		เกณฑ์การปฏิบัติงาน	วิธีประเมิน
รหัส	คำอธิบาย	รหัส	คำอธิบาย		
-	-	-	-	-	-

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

หน่วยงานรับรองมาตรฐานอาชีพ -

มาตรฐานอาชีพ -

-

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา(Job) แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์โลหะ				
งานหลัก **(Duty)**	**งานย่อย** **(Task)**	**สมรรถนะย่อย** **(มาตรฐานอาชีพ)**	**ความรู้** **ในการปฏิบัติงาน**	**ทักษะ** **ในการปฏิบัติงาน**
งานหลัก 1 งานแม่พิมพ์โลหะ	1.1 งานเลือกแม่พิมพ์โลหะ		1. ชนิดแม่พิมพ์โลหะ 2. ประเภทแม่พิมพ์โลหะ 3. หลักการทำงานแม่พิมพ์โลหะ 4. ความรอบคอบ สะอาด ปลอดภัยในงานแม่พิมพ์โลหะ	1. เลือกแม่พิมพ์โลหะ 2. อธิบายงานแม่พิมพ์โลหะ 3. รอบคอบ สะอาด ปลอดภัยในงานแม่พิมพ์โลหะ
	1.2 งานเลือกวัสดุงานแม่พิมพ์โลหะ		1. ชนิดวัสดุงานแม่พิมพ์โลหะ 2. ประเภทวัสดุงานแม่พิมพ์โลหะ 3. ความรอบคอบ สะอาด ปลอดภัยในงานแม่พิมพ์โลหะ	1. เลือกวัสดุงานแม่พิมพ์โลหะ 2. อธิบายประเภทวัสดุงานงานแม่พิมพ์โลหะ 3. รอบคอบ สะอาด ปลอดภัยในงานแม่พิมพ์โลหะ
งานหลัก 2 งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ	2.1 งานชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ		1. ชิ้นส่วนที่มีผู้ผลิตขาย 2. ความเข้าใจในความต้องการของผู้ทำแม่พิมพ์โลหะ 3. การออกแบบและพัฒนาจัดทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะให้เป็นมาตรฐาน	1. เลือกชิ้นส่วนมาตรฐานในงานแม่พิมพ์โลหะ 2. อธิบายชิ้นส่วนมาตรฐานในงานแม่พิมพ์โลหะ 3. อธิบายการออกแบบและพัฒนาจัดทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะให้เป็นมาตรฐาน
	2.2 งานประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ		1. ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ 2. ดายเซ็ท (Die Sets) 3. พั้นช์เจาะรู 4. ไพล้อตพั้นช์ (Pilot Punch) 5. บัทท่อนดาย (Button Die)	1. อธิบายหน้าที่การใช้งานชิ้นส่วนมาตรฐานในงานแม่พิมพ์โลหะ

			6. ชุดยึดพั้นซ์และดาย (Retainer for Punch and Button die) 7. คอยล์สปริง (Coil Spring) 8. สปริงยูเรเทน (Urethane Suring) 9. สกรูหกเหลี่ยมหัวจม (Socket Head Cap Screw) 10. สลักเดือย (Dowel Pin) 11. สตริปเปอร์โบลท์ (Stripper Bolt) 12. ตัวยกและนำแผ่นชิ้นงาน (Guide Lifter Set) 13. สโตรกเอ็นท์บล็อก (Stroke end Block) 14. แผ่นสำเร็จ (Finished Pilate)	
งานหลัก 3 งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ	3.1 งานเครื่องมืองานช่าง		1. เครื่องมือปรับผิว 2. เครื่องมือจับยึด 3. เครื่องมือสำหรับขัน 4. เครื่องมือสำหรับไข 5. เครื่องมือสำหรับตอก 6. เครื่องมือสำหรับตัด 7. เครื่องมือสำหรับยึด	1. อธิบายหน้าที่และการใช้งานเครื่องมือช่างในงานแม่พิมพ์โลหะ 2. ปรับผิว จับยึด ขัน ไข ตอก ตัด ยึด งานเครื่องมือช่างในงานแม่พิมพ์โลหะ 3. ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบ สะอาด ปลอดภัย เพื่อการปฏิบัติงาน
	3.2 งานเครื่องมือวัดชิ้นงาน		1. บรรทัดเหล็ก 2. เวอร์เนียร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers) 3. ไมโครมิเตอร์ 4. นาฬิกาวัด (Dial Gauge) 5. คอมพาเรเตอร์ (COMPARATOR) 6. เครื่องวัดขนาดชิ้นงานแบบ 3 มิติ 7. วงเวียนถ่ายขนาด (Caliper and Divider) 8. ฉาก	1. อธิบายหน้าที่และการใช้งานเครื่องมือวัดชิ้นงานในงานแม่พิมพ์โลหะ 2. วัดชิ้นงานในงานแม่พิมพ์โลหะ ด้วยเครื่องมือวัดชิ้นงาน 3. ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบ สะอาด ปลอดภัย เพื่อการปฏิบัติงาน

			9. ฉากผสม 10. ระดับน้ำ (Precision Leveler) 11. ใบวัดมุม (Bevel Protractor) 12. บรรทัดวัดมุมสากล (Universal bevel protractor) 13. เกจ (Gauge) 14. เครื่องวัดความแข็ง (Hardness Tester)	
งานหลัก 4 งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน	4.1 งานวัสดุโลหะ		1. วัสดุโลหะ (Metals) 2. ประเภทวัสดุโลหะ 3. สมบัติของโลหะในงานอุตสาหกรรม 4. วัสดุในงานอุตสาหกรรม	1. อธิบายวัสดุโลหะ (Metals) 2. บอกประเภทวัสดุโลหะ 3. อธิบายสมบัติของโลหะในงานอุตสาหกรรม 4. เลือกวัสดุในงานอุตสาหกรรม
	4.2 งานรูปร่างของชิ้นงาน		1. การวางแผ่นชิ้นงาน (Lay out scrap strip) 2. ลักษณะของ Blank แบบต่างๆ 3. การวางตำแหน่งของ Blank 4. การกำหนดขนาดของชิ้นงานกับส่วนที่เหลือ (Scrap strip allowance)	1. วางแผ่นชิ้นงาน (Lay out scrap strip) 2. บอกลักษณะของ Blank แบบต่างๆ 3. วางตำแหน่งของ Blank 4. กำหนดขนาดของชิ้นงานกับส่วนที่เหลือ (Scrap strip allowance)
	4.3 งานวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ		1.วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ 2. สมบัติสำหรับเหล็กสร้างแม่พิมพ์โลหะ 3. วัสดุที่ใช้ทำคมตัดแม่พิมพ์โลหะ	1. อธิบายวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ 2. บอกสมบัติสำหรับเหล็กสร้างแม่พิมพ์โลหะ 3. เลือกวัสดุที่ใช้ทำคมตัดแม่พิมพ์โลหะ
งานหลัก 5 งานขึ้นรูปโลหะ	5.1 งานเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น		1. เครื่องตัดพลาสม่า (Plasma) 2. เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser) 3. เครื่องตัดแรงดันน้ำ (waterjet)	1. ตัดโลหะแผ่นด้วยเครื่องตัดพลาสม่า (Plasma) 2. ตัดโลหะแผ่นด้วยเครื่องตัดเลเซอร์ (Laser) 3.ตัดโลหะแผ่นด้วยเครื่องตัดแรงดันน้ำ (waterjet)

			4. เครื่องเจาะระบบหัวตอก (Punching) 5. เครื่องวายคัทหรือเครื่องตัดด้วยลวด (wire cut machine)	4.ตัดโลหะแผ่นด้วยเครื่องเจาะระบบหัวตอก (Punching) 5.ตัดโลหะแผ่นด้วยเครื่องวายคัทหรือเครื่องตัดด้วยลวด (wire cut machine) 6.ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบ สะอาด ปลอดภัย เพื่อการปฏิบัติงาน
	5.2 งานตัด		1. คมตัดตัวผู้ (พั้นช์) 2. คมตัดตัวเมีย (ดาย)	1. สร้างคมตัดตัวผู้ (พั้นช์) 2. สร้างคมตัดตัวเมีย (ดาย) 3. ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบ สะอาด ปลอดภัย เพื่อการปฏิบัติงาน
	5.3 งานดัด		1.การงอ (เบนดิ้ง เทคโนโลยี - Bending Theory) 2. เส้นแกนกลาง (Neutral Axis) 3. การไหลตัวของโลหะในการขึ้นรูป เมททอล โฟล (Metal Flow) 4. การเคลื่อนไหวของโลหะระหว่างการขึ้นรูป (เม็ท ทอล มูฟเมน-Metal Movement) 5. การกดกระแทกชิ้นงานตรงบริเวณที่งอให้เป็นรอย 6. การยืดชิ้นงานก่อนงอ	1.อธิบายการงอ (เบนดิ้ง เทคโนโลยี - Bending Theory) 2.อธิบายเส้นแกนกลาง (Neutral Axis) 3.อธิบายการไหลตัวของโลหะในการขึ้นรูป เมททอล โฟล (Metal Flow) 4.อธิบายการเคลื่อนไหวของโลหะระหว่างการขึ้นรูป (เม็ท ทอล มูฟเมน-Metal Movement) 5.อธิบายการกดกระแทกชิ้นงานตรงบริเวณที่งอให้เป็นรอย 6.อธิบายการยืดชิ้นงานก่อนงอ
	5.4 งานลากขึ้นรูป		1.งานขึ้นรูป (ดรออิ้ง - Drawing) 2.เทคนิคการขึ้นรูป (เท็คนิค ออฟ ดรออิ้ง - Technique of Drawing) 3. พลาสติก แร้งก์ (Plastic Range) 4. รีดักชั่น ลิมิท (Reduction Limits) 5. Draw Radii รัศมีดาย (Die)	1.อธิบายเทคนิคการขึ้นรูป (เท็คนิค ออฟ ดรออิ้ง - Technique of Drawing) 2.อธิบายพลาสติก แร้งก์ (Plastic Range) 3.อธิบายรีดักชั่น ลิมิท (Reduction Limits) 4.อธิบาย Draw Radii รัศมีดาย (Die) 5.อธิบายพั้นช์ โนส เรดดิค - Punch – Nose Radii

			6. พั้นช์ โนส เรดดิค - Punch – Nose Radii 7 เคลียร์เรนท์ (Clearance) ระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) 8. แรงกดของ (แบลงค์ โฮลเดอร์ - Blank Holder) 9. การหล่อลื่น (Lubrication) 10. ความเร็วในการขึ้นรูป (ดรออิ้ง สปีด - Drawing Speed) 11.ข้อบกพร่องในระหว่างการขึ้นรูป	6.อธิบายเคลียร์เรนท์ (Clearance) ระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) 7.อธิบายแรงกดของ (แบลงค์ โฮลเดอร์ - Blank Holder) 8.อธิบายการหล่อลื่น (Lubrication) 9.อธิบายความเร็วในการขึ้นรูป (ดรออิ้ง สปีด - Drawing Speed) 10.อธิบายข้อบกพร่องในระหว่างการขึ้นรูป
งานหลัก 6 งานเครื่องปั๊ม	6.1งานของเครื่องปั๊ม		1.เครื่องปั๊ม (Press Machine) 2.กลไกของเครื่องกดและงานปั๊ม (Press Machines) 3.กรรมวิธีงานปั๊ม (Stamping Process)	1.ปั๊มโลหะ (Press Machine) 2.ปรับตั้งกลไกของเครื่องกดและงานปั๊ม (Press Machines) 3.ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบ สะอาด ปลอดภัย เพื่อการปฏิบัติงาน
	6.2งานประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ		1.ประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ 2.แก้ปัญหาและสาเหตุของชิ้นงาน 3.ข้อบกพร่องเกี่ยวกับขนาด	1.ประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ 2.แก้ปัญหาและสาเหตุของชิ้นงาน 3.ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบ สะอาด ปลอดภัย เพื่อการปฏิบัติงาน

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

รหัสวิชา 20102-2201 วิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ - ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวนชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย	จิตพิสัย	ประยุกต์ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การ					
1.งานแม่พิมพ์โลหะ	3	3	2				1	1		10	4/0
2.งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ	3	3	2				1	1		10	4/0
3.งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ	3	3	2				1	1		10	4/0
4.งานขนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน	4	4	4				3	3	2	20	8/0
5.งานขึ้นรูปโลหะ	4	4	4				3	3	2	20	12/0
6.งานเครื่องปั๊ม	3	3	2				1	1		10	4/0
รวม										80	36/0
ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์โลหะ)										20	36
รวมทั้งรายวิชา										100	36

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา 20102-2201 วิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ - ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	**งานแม่พิมพ์โลหะ** **1.1 งานเลือกแม่พิมพ์โลหะ** 1. ชนิดแม่พิมพ์โลหะ 2. ประเภทแม่พิมพ์โลหะ 3. หลักการทำงานแม่พิมพ์โลหะ 4. ความรอบคอบ สะอาด ปลอดภัยในงานแม่พิมพ์โลหะ **1.2 งานเลือกวัสดุงานแม่พิมพ์โลหะ** 1. ชนิดวัสดุงานแม่พิมพ์โลหะ 2. ประเภทวัสดุงานแม่พิมพ์โลหะ 3. ความรอบคอบ สะอาด ปลอดภัยในงานแม่พิมพ์โลหะ	4	0	4
2	**งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ** **2.1 งานชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ** 1. ชิ้นส่วนที่มีผู้ผลิตขาย 2. ความเข้าใจในความต้องการของผู้ทำแม่พิมพ์โลหะ 3. การออกแบบและพัฒนาจัดทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะให้เป็นมาตรฐาน **2.2 งานประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ** 1. ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ 2. ดายเซ็ท (Die Sets) 3. พั้นช์เจาะรู 4. ไพล็อตพั้นช์ (Pilot Punch) 5. บัทท่อนดาย (Button Die) 6. ชุดยึดพั้นช์และดาย (Retainer for Punch and Button die) 7. คอยล์สปริง (Coil Spring)	4	0	4

	8. สปริงยูเรเทน (Urethane Suring) 9. สกรูหกเหลี่ยมหัวจม (Socket Head Cap Screw) 10. สลักเดือย (Dowel Pin) 11. สตริปเปอร์โบลท์ (Stripper Bolt) 12. ตัวยกและนำแผ่นชิ้นงาน (Guide Lifter Set) 13. สโตรกเอ็นท์บล็อก (Stroke end Block) 14. แผ่นสำเร็จ (Finished Pilate)			
3	**งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ** **3.1 งานเครื่องมืองานช่าง** 1. เครื่องมือปรับผิว 2. เครื่องมือจับยึด 3. เครื่องมือสำหรับขัน 4. เครื่องมือสำหรับไข 5. เครื่องมือสำหรับตอก 6. เครื่องมือสำหรับตัด 7. เครื่องมือสำหรับยึด **3.2 งานเครื่องมือวัดชิ้นงาน** 1. บรรทัดเหล็ก 2. เวอร์เนียร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers) 3. ไมโครมิเตอร์ 4. นาฬิกาวัด (Dial Gauge) 5. คอมพาเรเตอร์ (COMPARATOR) 6. เครื่องวัดขนาดชิ้นงานแบบ 3 มิติ 7. วงเวียนถ่ายขนาด (Caliper and Divider) 8. ฉาก 9. ฉากผสม 10. ระดับน้ำ (Precision Leveler) 11. ไบวัดมุม (Bevel Protractor) 12. บรรทัดวัดมุมสากล (Universal bevel protractor) 13. เกจ (Gauge) 14. เครื่องวัดความแข็ง (Hardness Tester)	4	0	4

4	**งานขนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน** **4.1 งานวัสดุโลหะ** 1. วัสดุโลหะ (Metals) 2. ประเภทวัสดุโลหะ 3. สมบัติของโลหะในงานอุตสาหกรรม 4. วัสดุในงานอุตสาหกรรม **4.2 งานรูปร่างของชิ้นงาน** 1. การวางแผ่นชิ้นงาน (Lay out scrap strip) 2. ลักษณะของ Blank แบบต่างๆ 3. การวางตำแหน่งของ Blank 4. การกำหนดขนาดของชิ้นงานกับส่วนที่เหลือ (Scrap strip allowance) **4.3 งานวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ** 1.วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ 2. สมบัติสำหรับเหล็กสร้างแม่พิมพ์โลหะ 3. วัสดุที่ใช้ทำคมตัดแม่พิมพ์โลหะ	8	0	8
5	งานขึ้นรูปโลหะ **5.1 งานเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น** 1. เครื่องตัดพลาสม่า (Plasma) 2. เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser) 3. เครื่องตัดแรงดันน้ำ (waterjet) 4. เครื่องเจาะระบบหัวตอก (Punching) 5. เครื่องวายคัทหรือเครื่องตัดด้วยลวด (wire cut machine) **5.2 งานตัด** 1. คมตัดตัวผู้ (พั้นช์) 2. คมตัดตัวเมีย (ดาย) **5.3 งานดัด** 1.การงอ (เบนดิ้ง เทคโนโลยี - Bending Theory) 2. เส้นแกนกลาง (Neutral Axis) 3. การไหลตัวของโลหะในการขึ้นรูป เมททอล โฟล (Metal Flow) 4. การเคลื่อนไหวของโลหะระหว่างการขึ้นรูป (เม็ททอล มูฟเมน-Metal Movement) 5. การกดกระแทกชิ้นงานตรงบริเวณที่งอให้เป็นรอย 6. การยืดชิ้นงานก่อนงอ	12	0	12

	5.4 งานลากขึ้นรูป 1.งานขึ้นรูป (ดรออิ้ง - Drawing) 2.เทคนิคการขึ้นรูป (เท็คนิค ออฟ ดรออิ้ง - Technique of Drawing) 3. พลาสติก แร้งก์ (Plastic Range) 4. รีดักชั่น ลิมิท (Reduction Limits) 5. Draw Radii วัคมีดาย (Die) 6. พั้นช์ โนส เรดดิค - Punch – Nose Radii 7. เครียร์เรนท์ (Clearance) ระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) 8. แรงกดของ (แบลงค์ โฮลเดอร์ - Blank Holder) 9. การหล่อลื่น 10. ความเร็วในการขึ้นรูป (ดรออิ้ง สปีด - Drawing Speed) 11.ข้อบกพร่องในระหว่างการขึ้นรูป			
6	**งานเครื่องปั๊ม** **6.1งานของเครื่องปั๊ม** 1.เครื่องปั๊ม (Press Machine) 2.กลไกของเครื่องกดและงานปั๊ม (Press Machines) 3.กรรมวิธีงานปั้ม (Stamping Process) **6.2งานประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ** 1.ประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ 2.แก้ปัญหาและสาเหตุของชิ้นงาน 3.ข้อบกพร่องเกี่ยวกับขนาด	4	0	4
	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์โลหะ			
	รวม	36	0	36

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ถาม-ตอบ
2. ใบงาน
3. แบบประเมินหลังการสอน

รายละเอียดการวัดผล

การระหว่างหน่วยการเรียน	20	คะแนน
การสอบกลางภาค	10	คะแนน
การสอบปลายภาค	20	คะแนน
บูรณาการคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	20	คะแนน
งานมอบหมาย/ รายงาน/กิจกรรม	30	คะแนน
อื่น ๆ		คะแนน
รวม	100	คะแนน

ระดับคะแนน

คะแนน 80 - 100	ระดับผลการเรียนระดับ	4
คะแนน 75 – 79	ระดับผลการเรียนระดับ	3
คะแนน 65 - 69	ระดับผลการเรียนระดับ	2.5
คะแนน 60 – 64	ระดับผลการเรียนระดับ	2
คะแนน 55 – 59	ระดับผลการเรียนระดับ	1.5
คะแนน 50 – 54	ระดับผลการเรียนระดับ	1
คะแนน 0 – 49	ระดับผลการเรียนระดับ	0

สื่อการเรียนการสอน/หนังสือเรียน/หนังสือประกอบ

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die
2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

1. การสืบหาข้อมูล และการสอนรายวิชาทางสื่อ INTERNET วิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อธิบายเกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะและเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้ แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมอธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

3.4 แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 เลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.3 แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมได้

4.4 อธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้

4.5 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.6 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. สาระการเรียนรู้

1.1 แม่พิมพ์โลหะ

1. ชนิดแม่พิมพ์โลหะ
2. ประเภทแม่พิมพ์โลหะ
3. หลักการทำงานแม่พิมพ์โลหะ

1.2 วัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ

1. ชนิดวัสดุงานแม่พิมพ์โลหะ
2. ประเภทวัสดุงานแม่พิมพ์โลหะ

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (Project-Based Learning)

6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน ตลอดภาคเรียน

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2 3 คน/กลุ่ม

6.2.3 ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง แม่พิมพ์โลหะ

6.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องแม่พิมพ์โลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

6.4.3 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 1

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง แม่พิมพ์โลหะ

7.2 ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ

7.3 ใบงานที่ 1.1 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ จากสื่อออนไลน์

7.4 สื่อ Power Point เรื่อง แม่พิมพ์โลหะ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบประเมินใบงาน ตามใบงานที่ 1.1

8.1.2 แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1

8.1.3 คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 1 แม่พิมพ์โลหะ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม ตามใบงานที่ 1.1

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ จากสื่อออนไลน์

9.1.2 การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก หน่วยที่ 1 แม่พิมพ์โลหะ

- แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1

9.2.2. สาธิตการปฏิบัติงาน

- การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 1 แม่พิมพ์โลหะ

9.3.2. สังเกตการอภิปรายหน้าชั้นเรียนแบบกลุ่ม

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อธิบายเกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะและเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้ แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมอธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

3.4 แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 เลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.3 แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมได้

4.4 อธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้

4.5 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.6 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เนื้อหาสาระ

1. แม่พิมพ์โลหะ

แม่พิมพ์โลหะคือเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการผลิตชิ้นงานเป็นจำนวนมากในปัจจุบัน แม่พิมพ์โลหะจะนำมาใช้ในการปั๊มขึ้นรูป ด้วยเทคนิคในปัจจุบันที่สามารถสร้างแม่พิมพ์โลหะที่มีความแม่นยำสูง แม่พิมพ์เหล่านี้ถูกสร้างขึ้นด้วยวัสดุที่มีคุณภาพดี จึงเป็นส่วนช่วยให้ชิ้นงานที่ผลิตออกมาในจำนวนมากมีรูปร่างและคุณภาพที่เท่าเทียมกันได้ ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท แม่พิมพ์โลหะเป็นเครื่องมือสำหรับการขึ้นรูป แม่พิมพ์โลหะจะใช้ในการขึ้นรูปแผ่นโลหะและโลหะแบบอื่นๆ การใช้งานทั่วไปคือการผลิตชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ เครื่องจักรกล

ข้อดีจากการกระบวนการปั๊ม การปั๊มจะเป็นกระบวนการที่ดีที่สุด มีข้อได้เปรียบที่เหนือกว่า ไม่ว่าจะเป็นการหล่อ (casting) การทุบขึ้นรูป (forging) และการกัดแต่ง (machining) สามารถแบ่งข้อได้เปรียบดังนี้

1. ช่วยให้การขึ้นรูปชิ้นงานที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นกว่าวิธีอื่นๆ
2. หลังปั๊มแล้วไม่จำเป็นต้องทำการตกแต่งผิวชิ้นงานแต่อย่างใด
3. ชิ้นงานที่ผ่านการปั๊มจะเท่ากันทุกชิ้น
4. มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น รวมถึงคุณสมบัติทางกลอื่นๆ
5. ตัวชิ้นงานมีน้ำหนักเบามาก
6. อัตราการผลิตสามารถทำได้ในปริมาณสูง

ประเภทของแม่พิมพ์โลหะ การทำงานปั๊มเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ จะต้องผ่านกระบวนการขึ้นรูปโลหะโดยการใช้เครื่องปั๊มชิ้นงาน ซึ่งได้แบ่งงานปั๊มออกเป็น 5 ประเภท ประกอบด้วย ดังนี้

1. ประเภทงานตัด (Shearing)
2. ประเภทงานพับและงานปั๊มเข้ารูป (Bending and Forming)
3. ประเภทงานขึ้นรูป (Drawing)
4. ประเภทงาน Extrusion Coining
5. ประเภทอื่นๆ

2 วัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ

การเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์ สำหรับการสร้างแม่พิมพ์แต่ละตัวจะประกอบขึ้นด้วยชิ้นส่วนจำนวนมาก ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะตัวของแม่พิมพ์ที่ต้องสัมผัสกับชิ้นงานขณะขึ้นรูป เช่น แม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น ตัวที่ใช้ขึ้นรูปและสัมผัสกับชิ้นงาน คือ ตัวพั้นซ์กับดาย ถ้าเป็นแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกก็จะเป็นโพรงช่องว่างที่มีรูปทรงตามชิ้นงานที่ต้องการฉีดพลาสติกลงไป (Mold) ซึ่งแม่พิมพ์ทั้งสองประเภทดังกล่าว จะต้องเลือกเหล็กหรือวัสดุที่จะนำมาใช้ทำตัวของแม่พิมพ์ให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของแม่พิมพ์นั้นๆ

ชิ้นส่วนมาตรฐานในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะในปัจจุบันการสร้างแม่พิมพ์โลหะมักนิยมใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานมาสร้างแม่พิมพ์โลหะเกือบทั้งหมด นอกจากนี้ ยังมีผู้ประกอบการหลายรายผลิตชิ้นส่วนมาตรฐานในการสร้างแม่พิมพ์ ทั้งแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และแม่พิมพ์โลหะ ทำให้ผู้ผลิตแม่พิมพ์สามารถสั่งซื้อมาสร้างแม่พิมพ์ได้ง่าย การนำเอาชิ้นส่วนมาตรฐานมาสร้างแม่พิมพ์ มีข้อดีหลายประการ ดังนี้

1. ทำให้ชิ้นส่วนมีราคาถูกลง เนื่องจากการผลิตทำได้เป็นจำนวนมากราคาต่อชิ้นจึงถูกลง
2. ทำให้ชิ้นส่วนที่ผลิตมามีคุณภาพดี เนื่องจากการผลิตชิ้นงานที่มีขนาด รูปร่าง และทำจากเหล็กชนิดเดียวกันจำนวนมาก ๆ ทำให้การขึ้นรูปง่ายและมีความเที่ยงตรงสูง สำหรับการปรับปรุงคุณสมบัติทางกล กระทำโดยการอบชุบด้วยความร้อน สามารถใช้เตาอบที่เหมาะสมกับชิ้นงาน นอกจากนี้ การเลือกใช้

อุณหภูมิ เวลาอบแช่ที่อุณหภูมิชุบแข็ง ตลอดจนการจุ่มชุบ กระทำให้ถูกต้องเหมาะสม ทำให้ได้คุณภาพชิ้นงานที่ดี

3. เวลาในการสร้างแม่พิมพ์ลดลง โดยผู้ผลิตแม่พิมพ์ไม่ต้องออกแบบและสั่งทำส่วนประกอบต่างๆ ของแม่พิมพ์ แต่สามารถสั่งซื้อชิ้นส่วนมาตรฐานที่เหมาะสมกับแม่พิมพ์ที่สร้างอยู่มาใช้งานได้เลย

4. ไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องจักร ผู้ผลิตแม่พิมพ์ไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อเครื่องจักรกลเพื่อมาผลิตส่วนประกอบของแม่พิมพ์ จึงสามารถลดต้นทุนได้มาก

การเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์ แม่พิมพ์จะต้องขึ้นรูปชิ้นงานหลายลักษณะ เช่น ขึ้นรูปร้อน ขึ้นรูปเย็น รวมทั้งต้องขึ้นรูปชิ้นงานในสภาพของโลหะหลอมเหลวด้วย ดังนั้น คุณสมบัติของเหล็กที่ใช้ทำแม่พิมพ์โดยทั่วไปประกอบด้วย ดังนี้

1. มีความต้านทานการสึกหรอ แม่พิมพ์โดยเฉพาะแม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น จะต้องมีความแข็งสูง เนื่องจากจะต้องปั๊มขึ้นรูปเย็นโลหะแผ่น หมายความว่า โลหะหรือเหล็กนั้นจะอยู่ในสภาพที่มีความแข็งสูง

2. มีความเหนียวทนแรงกระแทกได้ดี แม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อนเป็นตัวอย่างของแม่พิมพ์ที่จะต้องทนแรงกระแทกได้สูง เนื่องจากการขึ้นรูปชิ้นงานจะต้องตีชิ้นงานขณะร้อนแดง ด้วยแรงกระแทกที่สูงมาก

3. มีความต้านทานแรงกดสูง เช่น ตัวดายเจาะรูที่จะต้องรับความเค้นแรงกดในขณะใช้งานสูงอยู่ตลอดเวลา

4. ทนความร้อน แม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อน แม่พิมพ์ฉีดโลหะ แม่พิมพ์ทั้งสองชนิดนี้จะต้องมีคุณสมบัติด้านทนทานต่อความร้อนขณะใช้งานได้ดี

5. มีขีดความสามารถในการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลต่างๆ ได้ดี แม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กกล้าผสมสูงมักจะขึ้นรูปยาก เนื่องจากมีส่วนผสมสูง และมีคาร์ไบด์ที่แข็งมากฝังตัวอยู่ในเนื้อเหล็กมาก ดังนั้น แม่พิมพ์เหล่านี้ผู้ผลิตจะทำการอบอ่อนคาร์ไบด์กลมมาให้ การอบวิธีนี้จะทำให้การขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลง่ายขึ้น

6. มีขีดความสามารถในการชุบแข็ง เนื่องจากแม่พิมพ์กลุ่มนี้จะต้องใช้ขึ้นรูปโลหะรวมทั้งเหล็ก ดังนั้น แม่พิมพ์เหล่านี้ส่วนใหญ่จึงต้องมีความแข็งแรงสูง และสามารถชุบแข็งได้ความแข็งลึกด้วย

2.1 การเลือกใช้วัดสุทำแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ สามารถแบ่งตามประเภทของแม่พิมพ์ได้ ดังนี้

วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น (Sheet Metal Die) แม่พิมพ์ประเภทนี้จะต้องขึ้นรูปเย็นชิ้นงาน ดังนั้น จึงต้องใช้วัสดุที่มีความทนทานต่อการสึกหรอจากการเสียดสีสูง แม่พิมพ์ประเภทที่ใช้ในการตัดและการเจาะ ถ้ามี ขนาดและรูปร่างตรงตามชิ้นส่วนมาตรฐาน เช่น ต้องการสร้างแม่พิมพ์เจาะรูชิ้นงาน ถ้าขนาดของรูที่เจาะตรงตามชิ้นส่วนมาตรฐาน สามารถจัดซื้อพันช์และดายมาใช้ได้เลย เพียงแต่จะต้องพิจารณาว่าควรจะเลือกซื้อพันช์และดายที่ทำจากวัสดุประเภทใด ให้เหมาะสมกับแม่พิมพ์ที่สร้างขึ้น เช่น เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็น เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง หรืออาจใช้ซีเมนต์คาร์ไบด์ เป็นต้น

สำหรับแม่พิมพ์ที่ต้องใช้พั้นช์และดายที่มีขนาดและรูปร่างจำเพาะ ไม่สามารถจะเลือกใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานได้ จำเป็นจะต้องซื้อเหล็กมาขึ้นรูปพั้นช์และดายเอง สามารถเลือกใช้วัสดุ ดังนี้

1. แม่พิมพ์ปั๊มโลหะที่มีจำนวนการผลิตมากนัก แม่พิมพ์สามารถใช้เหล็กกล้าคาร์บอนเครื่องมือเกรด SK 3 และ SK 5 แม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กกลุ่มนี้ ไม่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ เนื่องจากจะทำให้ความแข็งของแม่พิมพ์ลดลงอย่างรวดเร็ว และจะทำให้แม่พิมพ์สึกหรออย่างรวดเร็วด้วย

2. แม่พิมพ์โลหะทีมีจำนวนการผลิตปานกลางถึงค่อนข้างสูง แม่พิมพ์ทีต้องการคุณสมบัติในการใช้งานลักษณะนี้ สามารถใช้เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็นเกรด SKS 3 ได้ โดยเหล็กเกรดนี้จะสามารถผลิตชิ้นงานได้มากกว่าแม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนเครื่องมือ เนื่องจากมีธาตุผสมที่สามารถรวมตัวกับคาร์บอนได้คาร์ไบด์ ทีทนต่อการเสียดสีเติมลงไปในเหล็กด้วยเล็กน้อย

3. แม่พิมพ์ปั๊มโลหะที่มีจำนวนการผลิตสูง สามารถใช้เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็น เกรด SKD 1, SKD 2, SKD 11 และ SKD 12 สำหรับเหล็กกลุ่มนี้เกรด SKD 11 จะนิยมนำมาใช้งานมากที่สุดทั้งในประเทศและต่างประเทศ เนืองจากชุบแข็งได้ความแข็งลึกและมีการเสียรูปน้อย เมือเปรียบเทียบกับเกรดอืนๆ ในกลุ่ม นอกจากนี้ เหล็กกลุ่มนี้สามารถเพิ่มความแข็งผิว เพื่อให้มีความทนทานสูงขึ้น ด้วยการชุบผิวแข็งด้วยวิธีเสริมไนโตรเจนที่ผิวได้ดี

4. แม่พิมพ์ปั๊มโลหะที่มีจำนวนการผลิตสูงมาก สามารถใช้เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง เกรด SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55 นอกจากนี้ ยังสามารถสั่งซื้อซีเมนต์คาร์ไบด์ ซึ่งมีจำหน่ายอยู่ในกลุ่มของชิ้นส่วนมาตรฐานในการสร้างแม่พิมพ์ โดยนำมาฝังลงในพันช์และดาย ตรงบริเวณที่ใช้งานเท่านั้น

วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อน (Forging Die) แม่พิมพ์ประเภทนี้จะใช้เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานร้อนเกรด SKD 5, SKD 61 และ SKD 62 สำหรับเหล็กกลุ่มนี้เกรด SKD 61 จะนิยมนำมาใช้งานมากที่สุดทั้งในประเทศและต่างประเทศ เนืองจากชุบแข็งได้ความแข็งลึกและมีความเหนียวดีมากกว่าเกรดอื่นๆ ในกลุ่ม นอกจากนี้เหล็กกลุ่มนี้ สามารถเพิ่มความแข็งผิวเพื่อให้มีความทนทานต่อการสึกหรอสูงขึ้น ด้วยการชุบผิวแข็งด้วยวิธีเสริมไนโตรเจนที่ผิวได้ดี

วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์อัดขึ้นรูป (Extrusion Die) แม่พิมพ์ประเภทนี้จะใช้เหล็กในกลุ่มเดียวกับแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อน เกรด SKD 61 จะนิยมนำมาใช้งานสูงสุดเช่นกัน และควรจะนำแม่พิมพ์ไปชุบผิวแข็งด้วยวิธีเสริมไนโตรเจนที่ผิว เนืองจากจะได้ผิวแข็งและลื่นทำให้การอัดขึ้นรูปชิ้นงานทำได้ดีขึ้น

วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ Die Casting แม่พิมพ์ประเภทนี้จะใช้เหล็กในกลุ่มเดียวกับแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อน เกรด SKD 61 จะนิยมน้ามาใช้งานสูงสุด

2.2 การเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์พลาสติก แม่พิมพ์พลาสติกมีอยู่ด้วยกันหลายประเภทตามลักษณะการใช้งาน นอกจากนี้ พลาสติกที่ฉีด อัด หรือเป่า เข้าไปในแม่พิมพ์ก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกใช้วัสดุ

หรือเหล็ก ให้มีคุณสมบัติถูกต้องเหมาะสมกับพลาสติกที่ใช้กับแม่พิมพ์ และลักษณะการใช้งานของแม่พิมพ์ในแต่ละประเภท จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง คุณสมบัติของวัสดุ หรือ เหล็ก ที่นำมาใช้ทำแม่พิมพ์โดยทั่วไปจะประกอบด้วย ดังนี้

1. มีขีดความสามารถในการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลต่างๆ ได้ดี
2. มีการเปลี่ยนรูปร่างและขนาดน้อยภายหลังการชุบแข็ง
3. มีขีดความสามารถในการขัดตกแต่งให้เป็นเงาได้ดี
4. มีขีดความทนทานต่อการสึกหรอได้ดี
5. มีขีดความทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี
6. มีขีดความสามารถในการระบายความร้อนได้ดี

ลักษณะการใช้งานและประเภทของพลาสติกที่ผนังของแม่พิมพ์ต้องสัมผัส โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. แม่พิมพ์พลาสติกที่มีจำนวนการผลิตไม่สูงนัก แม่พิมพ์ฉีด แม่พิมพ์อัด และแม่พิมพ์เป่าชิ้นงานพลาสติกที่มีจำนวนไม่มากนัก ใช้เหล็กเกรด S 45 C หรือ S 50 C แม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กเกรดนี้จะมีราคาถูก นอกจากนี้ ถ้าต้องการเพิ่มความทนทานและเพิ่มความมันเงาของผิว สามารถนำไปชุบเคลือบผิวแข็งฮาร์ทโครมได้ พร้อมทั้งยังสามารถใช้อลูมิเนียมผสมทำแม่พิมพ์ชนิดนี้ได้

2. แม่พิมพ์พลาสติกทีมีจำนวนการผลิตค่อนข้างสูง ใช้เหล็กที่ผ่านการชุบแข็งมาแล้ว เกรด AISI P 20, P20+S, P21 (ไม่สามารถเทียบเกรดได้ตาม JIS) กรณีที่ต้องการใช้งานที่มีจำนวนการผลิตสูงขึ้น อาจจะเลือกใช้เหล็กในกลุ่มนี้ที่มีความแข็งในสภาพจำหน่ายประมาณ 40 HRC แต่ความแข็งทีเพิ่มขึ้น จะทำให้การขึ้นรูปแม่พิมพ์ค่อนข้างยาก นอกจากนี้ ยังสามารถเลือกใช้เหล็กชุบผิวแข็งมาใช้ก็ได้แต่จะต้องระวังเรื่องการเสียรูปร่างและขนาด ของแม่พิมพ์ภายหลักการชุบผิวแข็งด้วย

3. แม่พิมพ์พลาสติกที่มีจำนวนการผลิตสูง ที่นิยมนำมาใช้ทำแม่พิมพ์ที่ต้องการจำนวนผลิตสูงมีอยู่ด้วยกันหลายเกรด ดังนี้

3.1 เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานร้อน เกรด SKD 61 ในแม่พิมพ์ฉีด แม่พิมพ์อัด และแม่พิมพ์เป่า จะชุบแข็งและอบคืนตัวให้มีความแข็งใช้งานระหว่าง 46-50 HRC นอกจากนี้ ยังสามารถเพิ่มความทนทานต่อการสึกหรอและการกัดกร่อนได้ด้วยการนำไปเสริมไนโตรเจนที่ผิว

3.2 เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็นเกรด SKD 11 SKS 3 และ SKD 12 เหล็กทั้ง 3 เกรดนี้ จะมีคาร์บอนผสมอยู่สูงทำให้เมื่อชุบแข็งแล้วจะมีความแข็งสูงทนต่อการเสียดสีได้ดี ทำให้แม่พิมพ์มีความทนทานสูง สามารถใช้ผลิตชิ้นงานพลาสติกได้จำนวนมาก การใช้งานไม่นิยมทำแม่พิมพ์จากเหล็กกลุ่มนี้ทั้งชิ้น แต่จะนิยมนำมาใช้ทำแม่พิมพ์แบบฝัง (Insert) ข้อเสีย ของเหล็กในกลุ่มนี้ที่จะนำมาทำแม่พิมพ์พลาสติก คือ

จะมีความเปราะ และการขัดเงาเหล็กในกลุ่มนี้จะค่อนข้างยาก เนื่องจากมีคาร์ไบด์ที่แข็งมากฝังตัวอยู่ในเนื้อเหล็ก

3.3 แม่พิมพ์พลาสติกที่ต้องทนต่อการกัดกร่อนของพลาสติกบางประเภท สำหรับแม่พิมพ์ที่ต้องการให้ทนทานต่อการเกิดสนิม หรือให้ทนทานต่อการกัดกร่อนของพลาสติกบางประเภท เช่น PVC และ PET พลาสติกประเภทนี้ จะใช้แม่พิมพ์ที่ทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิม กลุ่มที่สามารถชุบแข็งได้ในเกรด SUS 420 J2 และ SUS 431 สำหรับแม่พิมพ์ที่ต้องการความทนทานสูงจะใช้เหล็กกล้าไร้สนิมเกรด SUS 440 C เนื่องจากมีคาร์บอนสูงกว่าใน 2 เกรดแรก นอกจากนี้ ยังสามารถใช้อลูมิเนียมผสมในกลุ่มที่ใช้ทำแม่พิมพ์ได้ แต่มีความทนทานจะต่ำกว่าเหล็กกล้าไร้สนิม

3. ชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

ชนิดแม่พิมพ์ในงานอุตสาหกรรม สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. แม่พิมพ์พลาสติก (plastic mold)
2. แม่พิมพ์โลหะ (metal mold)
3. แม่พิมพ์แก้ว (Glass mold)
4. แม่พิมพ์เซรามิกส์ (Molded ceramics)
5. แม่พิมพ์ยาง (rubber mold)

ชนิดแม่พิมพ์โลหะ(metal molds) แม่พิมพ์โลหะ คือ แม่พิมพ์ที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วน หรือผลิตภัณฑ์โลหะ แม่พิมพ์โลหะสามารถแยกออกได้ ดังนี้

1. แม่พิมพ์ปั๊ม (Stamping molds)
2. แม่พิมพ์ขึ้นรูป (Forming molds)
3. แม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลึก (Deep draw die molds)
4. แม่พิมพ์ตีขึ้นรูป (Forging molds molds)
5. แม่พิมพ์ฉีดหล่อ (Die casting molds)

กรรมวิธีการทำชิ้นงาน โดยการใช้วิธีงานปั๊มขึ้นรูป ในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานมีหลายกรรมวิธีด้วยกัน สามารถแบ่งออกได้ 3 กรรมวิธี ตามหลักการพื้นฐานทั่วไป ดังนี้

1. การตัดเฉือน (shearing) สามารถแบ่งออกเป็นการปั๊มเจาะ (blaking) และการตัดเจาะรู (piercing)

2. การพับ (bending) หรือการปั๊มขึ้นรูป (forming)

3. การลากขึ้นรูป (drawing)

นอกจากกรรมวิธีขั้นพื้นฐานเหล่านี้ ยังมีการนำเอากรรมวิธีอื่นๆ มาใช้ในกระบวนการขึ้นรูปโลหะ ได้แก่ การปั๊มจม (coining) การปั๊มนูน (embossing) การบีบอัด (swaging) การฝานขอบ (shaving) และการตัดขอบ (trimming) ซึ่งการผลิตชิ้นโลหะแผ่นจำเป็นต้องเลือกเอาวิธีดังกล่าวมาใช้ โดยจะมีการเลือกกรรมวิธีทำงาน ดังนี้

1. Blanking คือ ขั้นตอนที่ถูกนำมาใช้ในการผลิต ซึ่งจะทำการตัดแผ่นโลหะด้วยพั้นซ์และดาย เพื่อให้ได้รูปร่างชิ้นงานตามที่ต้องการ แผ่นโลหะที่ได้จะถูกนำไปผ่านกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อๆ ไป

2. Piercing คือ ขั้นตอนที่ต่อเนื่องมาจาก Blanking โดยการตัดโลหะให้เป็นรูตามจุดที่ต้องการ ซึ่งกระบวนทั้งข้อ 1 และ 2 บางครั้งก็สามารถนำมาทำพร้อมกันได้ในขั้นตอนเดียว แต่ความแตกต่างของทั้งสอง คือ blanking จะนำเอาแผ่นโลหะที่ตัดออกมาด้วยพั้นซ์และดายไปใช้งาน แต่ Piercing จะใช้โลหะที่ถูกตัดเป็นรูนำมาใช้เป็นชิ้นงาน

3. Bending คือ การดัดพื้นผิวในแนวระนาบของโลหะ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการทำมุมกันตั้งแต่ 1 มุม ขึ้นไป โดยที่ระดับความหนาของแผ่นโลหะจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ ส่วนรัศมีการดัดจะมากน้อยก็ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นโลหะ

4. Drawing คือ การขึ้นรูปโดยวิธีลากด้วยการนำเอาพั้นซ์เข้าไปภายในโพรงของดาย แต่จะไม่มีการยืดแผ่นโลหะเกิดขึ้น ช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างพั้นซ์กับดายจึงเท่ากันกับความหนาของแผ่นโลหะ

5. Embossing คือ การขึ้นรูปแผ่นโลหะโดยการทำให้เป็นหลุมหรือปุ่มตื้นๆ โดยที่ความหนาไม่มีการเปลี่ยนแปลง นิยมใช้สำหรับการทำแผ่นป้ายที่เป็นตัวอักษรนูนๆ

6. Coining คือ การขึ้นรูปแผ่นโลหะด้วยการบีบอัดตัวแผ่นโลหะภายในแม่พิมพ์ปิด ทำให้เกิดเป็นลวดลายขึ้นมาทั้งสองด้าน โดยแต่ละด้านอาจจะมีลายไม่เหมือนกันก็ได้ เช่น การทำเหรียญ เป็นต้น

7. Swaging คือ การขึ้นรูปโลหะด้วยการบีบอัดในแม่พิมพ์แบบเปิด ซึ่งตัวโลหะจะไหลผ่านแม่พิมพ์ออกมาได้อย่างอิสระ

8. Shaving คือ กระบวนการตัดแต่งขอบแผ่นโลหะที่ผ่านการ blanking หรือ piercing มาแล้วให้มีผิวเรียบ

9. Trimming คือ กระบวนการทำงานใกล้เคียงกันกับ blanking ซึ่งจะมีการตัดเอาโลหะส่วนเกินทิ้งไป เป็นขั้นตอนหลังสุดภายหลังผ่านกระบวนการอื่นๆ มาแล้ว

2. การนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ

การแบ่งประเภทของแม่พิมพ์ โดยการแบ่งตามลักษณะการนำมาใช้งาน ซึ่งจะแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. **แม่พิมพ์แบบธรรมดา** (simple die) คือ แม่พิมพ์ที่ทำงานในการกดเพียง 1 ครั้ง ซึ่งเป็นกรรมวิธีเดียว เช่น blanking เป็นต้น

2. **แม่พิมพ์แบบผสม** (compound die) คือ แม่พิมพ์ที่จะทำหน้าที่ในงานตัด (shearing) สองกรรมวิธีขึ้นไป เพียงแค่กดครั้งเดียวเท่านั้น เช่น การทำ blanking พร้อมกับ piercing ได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้ได้ชิ้นงานหลุดออกมาจากแถบโลหะ

3. **แม่พิมพ์แบบรวม** (combination die) คือ แม่พิมพ์ที่ทำหน้าที่เหมือนแม่พิมพ์แบบผสม ไม่เพียงทำหน้าที่ในงานตัดเท่านั้น แต่ยังทำงานในส่วนของ bending, drawing และอื่นๆ อีกด้วย

4. แม่พิมพ์แบบลำดับ (progressive die) คือ แม่พิมพ์ที่ช่วยให้การทำงานพร้อมกันได้ตั้งแต่ 2 กรรมวิธีขึ้นไป ต่างจากแม่พิมพ์ผสมตรงที่กรรมวิธีผ่านแม่พิมพ์จะมีการแยกสถานีการทำงานออกจากกัน จึงง่ายกว่าแบบแม่พิมพ์ผสม

5. แม่พิมพ์แบบชิ้นงานเคลื่อน (transfer die) คือ ระบบที่มีความแตกต่างไปจากแม่พิมพ์แบบลำดับในส่วนของชิ้นงานจะหลุดออกจากแถบโลหะ จากนั้นถูกส่งเข้าไปยังสถานีผ่านก้านโยก (lever) ที่เป็นกลไกเฉพาะ หรือส่วนของลูกเบี้ยว (cam) ที่สร้างขึ้นและติดตั้งเอาไว้บนเครื่องปั๊ม

การแบ่งประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่นหรือแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ โดยการแบ่งตามโครงสร้างของแม่พิมพ์ ซึ่งประเภทของแม่พิมพ์ที่แบ่งตามโครงสร้างมี 4 ประเภท ดังนี้

1. แม่พิมพ์เดี่ยว (Single Die) หมายถึง ชุดแม่พิมพ์ที่มี 1 สถานีการทำงาน และทำงานรูปแบบเดียว เช่น แม่พิมพ์ตัดเฉือน แม่พิมพ์เจาะรู แม่พิมพ์พับ เป็นต้น ถ้าเป็นลักษณะงานที่ต้องการทำงานหลายขั้นตอน ก็จะประกอบด้วยแม่พิมพ์เดี่ยวหลายชุด แต่ละชุดทำงานเพียง 1 ขั้นตอน

2. แม่พิมพ์ผสม (Compound Die) หมายถึง ชุดแม่พิมพ์ที่มี 1 สถานีการทำงาน แต่มีการทำงาน 2 รูปแบบขึ้นไป เช่น ตัดขอบและเจาะรู หรือตัดขอบและขึ้นรูป เป็นต้น มักจะออกแบบบนแท่นแกนกลางร่วมกัน การทำงานทั้งหมดจะเสร็จสิ้นในการกดปั๊มเพียงครั้งเดียว

3. แม่พิมพ์ต่อเนื่อง (Progressive Die) หมายถึง ชุดแม่พิมพ์ที่มีมากกว่า 1 สถานี ชิ้นงานจะถูกป้อน (Feed) ผ่านครั้งละสถานีจนกว่าจะได้รูปร่างชิ้นงานที่ต้องการ การป้อนชิ้นงานครั้งละสถานี จะทำโดยใช้ส่วน Strip เอง การตัดเฉือนเพื่อแยกชิ้นงานออกจากแผ่น Strip จะทำในขั้นตอนสุดท้าย

4. แม่พิมพ์ส่งผ่าน (Transfer Die) หมายถึง ชุดแม่พิมพ์ที่มีมากกว่า 1 สถานีการทำงาน การตัดเฉือนส่วนของชิ้นงานจากแผ่น Strip มักจะทำในสถานีแรก การส่งผ่านชิ้นงานจะใช้กลไกภายนอกทำการเคลื่อนย้ายแผ่นงานในขณะที่แม่พิมพ์เปิดของแต่ละจังหวะ

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบ

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย (x) ทับตัวเลือกหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ
   ก. แม่พิมพ์ที่ใช้ในการผลิตภาชนะกลวง
   ข. ผลิตชิ้นงานต้นแบบ ผลิตชิ้นงานเป็นจำนวนน้อย ใช้เวลาในการผลิตนาน
   ค. ผลิตชิ้นงานรูปพรรณต่างๆ ทั้งกลวงและตันยาวต่อเนื่องไม่รู้จบ
   ง. การขึ้นรูปโลหะโดยการใช้เครื่องปั๊มกดวัสดุชิ้นงานผ่านแม่พิมพ์โลหะ
2. ข้อใด ไม่ใช่ ข้อดีของการปั๊มขึ้นรูป
   ก. อัตราการผลิตสามารถทำได้ในปริมาณสูง
   ข. ชิ้นงานที่ผ่านการปั๊มจะมีขนาดไม่เท่ากันทุกชิ้น
   ค. หลังปั๊มแล้วไม่จำเป็นต้องทำการตกแต่งผิวชิ้นงานแต่อย่างใด

ง. มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น รวมถึงสมบัติทางกลอื่น ๆ

3. งานปั๊มมีกี่ประเภท

ก. 2 ประเภท

ข. 3 ประเภท

ค. 4 ประเภท

ง. 5 ประเภท

4. ข้อใด ไม่ใช่ ประเภทงานตัด

ก. Bending

ข. Blanking

ค. Piercing

ง. Trimming

5. ข้อใด ไม่ใช่ ประเภทงานพับและงานปั๊มเข้ารูป

ก. Forming

ข. Flanging

ค. Perforating

ง. Burring

6. ข้อใด ไม่ใช่ ประเภทงานลากขึ้นรูป

ก. Reverse Redrawing

ข. Redrawing

ค. Ironing

ง. Necking

7. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับ Bevel Shearing

ก. งานตัดริมขอบของชิ้นงาน โดยที่มีคมตัดด้านบนเอียงทำมุมกับแนวดิ่ง

ข. งานตัดโลหะด้านข้างริมขอบของชิ้นงานออก

ค. การตัดเจาะรูโลหะเพื่อที่จะนำรูเจาะไปใช้งาน

ง. การตัดแยกชิ้นงานที่สมมาตรกัน

8. Slitting คืองานประเภทใด

ก. งานเป่าขึ้นรูป

ข. งานตัด

ค. งานอัดขึ้นรูป

ง. งานลากขึ้นรูป

9. Embossing คืองานประเภทใด

ก. งานพับและงานปั๊มเข้ารูป

ข. งานฉีด

ค. งานลากขึ้นรูป

ง. งานตัด

10. Reverse Redrawing คืองานประเภทใด

ก. งานพับและงานปั๊มเข้ารูป

ข. งานฉีด

ค. งานลากขึ้นรูป

ง. งานอัดขึ้นรูป

11. การนำเอาชิ้นส่วนมาตรฐานมาสร้างแม่พิมพ์ มีข้อดีหลายประการ ข้อใดกล่าวผิด

ก. ทำให้ชิ้นส่วนมีราคาถูกลง

ข. ทำให้ชิ้นส่วนที่ผลิตมามีคุณภาพดี

ค. เวลาในการสร้างแม่พิมพ์ลดลง

ง. มีความเหนียวทนแรงกระแทกได้ดี

12. ข้อใด ไม่ใช่ สมบัติของเหล็กที่ใช้ทำแม่พิมพ์โดยทั่วไป

ก. มีความต้านทานการสึกหรอ

ข. มีความเหนียวทนแรงกระแทกได้ดี

ค. มีขีดความสามารถในการชุบแข็ง

ง. มีความแปรระยาง

13. แม่พิมพ์ปั๊มโลหะที่มีจำนวนการผลิตสูงมาก ควรเลือกใช้เหล็กกล้าเกรดใด

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

ค. S 45 C หรือ S 50 C

ง. เกรด AISI P 20, P20+S, P21

14. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อน ควรเลือกใช้เหล็กกล้าผสมเกรดใด

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

ค. S 45 C หรือ S 50 C

ง. เกรด AISI P 20, P20+S, P21

15. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์อัดขึ้นรูป ควรเลือกใช้เหล็กกล้าเกรดใด

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. S 45 C หรือ S 50 C

ค. SKD 61

ง. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

16. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ Die Casting ควรเลือกใช้เหล็กกล้าเกรดใด

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. S 45 C หรือ S 50 C

ค. SKD 61

ง. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

17. สิ่งที่สำคัญในการเลือกใช้วัสดุให้มีสมบัติถูกต้องเหมาะสมกับพลาสติกที่ใช้กับแม่พิมพ์ คืออะไร

ก. คุณภาพ

ข. สมบัติของวัสดุหรือเหล็ก

ค. อายุการใช้งาน

ง. ราคา

18. ข้อใด ไม่ใช่ สมบัติของวัสดุหรือเหล็กที่นำมาใช้ทำแม่พิมพ์

ก. มีขีดความทนทานต่อการสึกหรอได้ดี

ข. มีขีดความสามารถในการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกล

ค. ขนาดตรงตามชิ้นส่วนมาตรฐาน

ง. มีขีดความทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี

19. แม่พิมพ์พลาสติกที่มีจำนวนการผลิตไม่สูงนัก ควรเลือกใช้เหล็กกล้าเกรดใด

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

ค. S 45 C หรือ S 50 C

ง. เกรด AISI P 20, P20+S, P21

20. แม่พิมพ์พลาสติกทีมีจำนวนการผลิตค่อนข้างสูง

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

ค. S 45 C หรือ S 50 C

ง. เกรด AISI P 20, P20+S, P21

แบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 คำสั่งให้เขียนตอบบรรยายหรืออธิบายตามหัวข้อต่อไปนี้

1. แม่พิมพ์โลหะ

.....

.....

.....

2. ประเภทของแม่พิมพ์โลหะมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....

.....

.....

3. จงบอกการเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์

.....

.....

.....

4. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น ควรมีสมบัติอย่างไร

.....

.....

.....

7. เอกสารอ้างอิง

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบ

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย (x) ทับตัวเลือกหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ
   ก. แม่พิมพ์ที่ใช้ในการผลิตภาชนะกลวง
   ข. ผลิตชิ้นงานต้นแบบ ผลิตชิ้นงานเป็นจำนวนน้อย ใช้เวลาในการผลิตนาน
   ค. ผลิตชิ้นงานรูปพรรณต่างๆ ทั้งกลวงและตันยาวต่อเนื่องไม่รู้จบ
   ง. การขึ้นรูปโลหะโดยการใช้เครื่องปั๊มกดวัสดุชิ้นงานผ่านแม่พิมพ์โลหะ
2. ข้อใด **ไม่ใช่** ข้อดีของการปั๊มขึ้นรูป
   ก. อัตราการผลิตสามารถทำได้ในปริมาณสูง
   ข. ชิ้นงานที่ผ่านการปั๊มจะมีขนาดไม่เท่ากันทุกชิ้น
   ค. หลังปั๊มแล้วไม่จำเป็นต้องทำการตกแต่งผิวชิ้นงานแต่อย่างใด
   ง. มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น รวมถึงสมบัติทางกลอื่น ๆ
3. งานปั๊มมีกี่ประเภท
   ก. 2 ประเภท
   ข. 3 ประเภท
   ค. 4 ประเภท
   ง. 5 ประเภท
4. ข้อใด **ไม่ใช่** ประเภทงานตัด
   ก. Bending
   ข. Blanking
   ค. Piercing
   ง. Trimming
5. ข้อใด **ไม่ใช่** ประเภทงานพับและงานปั๊มเข้ารูป
   ก. Forming
   ข. Flanging
   ค. Perforating
   ง. Burring
6. ข้อใด **ไม่ใช่** ประเภทงานลากขึ้นรูป
   ก. Reverse Redrawing
   ข. Redrawing
   ค. Ironing
   ง. Necking

7. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับ Bevel Shearing

ก. งานตัดริมขอบของชิ้นงาน โดยที่มีคมตัดด้านบนเอียงทำมุมกับแนวดิ่ง

ข. งานตัดโลหะด้านข้างริมขอบของชิ้นงานออก

ค. การตัดเจาะรูโลหะเพื่อที่จะนำรูเจาะไปใช้งาน

ง. การตัดแยกชิ้นงานที่สมมาตรกัน

8. Slitting คืองานประเภทใด

ก. งานเป่าขึ้นรูป

ข. งานตัด

ค. งานอัดขึ้นรูป

ง. งานลากขึ้นรูป

9. Embossing คืองานประเภทใด

ก. งานพับและงานปั๊มเข้ารูป

ข. งานฉีด

ค. งานลากขึ้นรูป

ง. งานตัด

10. Reverse Redrawing คืองานประเภทใด

ก. งานพับและงานปั๊มเข้ารูป

ข. งานฉีด

ค. งานลากขึ้นรูป

ง. งานอัดขึ้นรูป

11. การนำเอาชิ้นส่วนมาตรฐานมาสร้างแม่พิมพ์ มีข้อดีหลายประการ ข้อใดกล่าวผิด

ก. ทำให้ชิ้นส่วนมีราคาถูกลง

ข. ทำให้ชิ้นส่วนที่ผลิตมามีคุณภาพดี

ค. เวลาในการสร้างแม่พิมพ์ลดลง

ง. มีความเหนียวทนแรงกระแทกได้ดี

12. ข้อใด **ไม่ใช่** สมบัติของเหล็กที่ใช้ทำแม่พิมพ์โดยทั่วไป

ก. มีความต้านทานการสึกหรอ

ข. มีความเหนียวทนแรงกระแทกได้ดี

ค. มีขีดความสามารถในการชุบแข็ง

ง. มีความเปราะบาง

13. แม่พิมพ์ปั๊มโลหะที่มีจำนวนการผลิตสูงมาก ควรเลือกใช้เหล็กกล้าเกรดใด

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

ค. S 45 C หรือ S 50 C

ง. เกรด AISI P 20, P20+S, P21

14. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อน ควรเลือกใช้เหล็กกล้าผสมเกรดใด

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

ค. S 45 C หรือ S 50 C

ง. เกรด AISI P 20, P20+S, P21

15. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์อัดขึ้นรูป ควรเลือกใช้เหล็กกล้าเกรดใด

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. S 45 C หรือ S 50 C

ค. SKD 61

ง. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

16. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ Die Casting ควรเลือกใช้เหล็กกล้าเกรดใด

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. S 45 C หรือ S 50 C

ค. SKD 61

ง. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

17. สิ่งที่สำคัญในการเลือกใช้วัสดุให้มีสมบัติถูกต้องเหมาะสมกับพลาสติกที่ใช้กับแม่พิมพ์ คืออะไร

ก. คุณภาพ

ข. สมบัติของวัสดุหรือเหล็ก

ค. อายุการใช้งาน

ง. ราคา

18. ข้อใด **ไม่ใช่** สมบัติของวัสดุหรือเหล็กที่นำมาใช้ทำแม่พิมพ์

ก. มีขีดความทนทานต่อการสึกหรอได้ดี

ข. มีขีดความสามารถในการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกล

ค. ขนาดตรงตามชิ้นส่วนมาตรฐาน

ง. มีขีดความทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี

19. แม่พิมพ์พลาสติกที่มีจำนวนการผลิตไม่สูงนัก ควรเลือกใช้เหล็กกล้าเกรดใด

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

ค. S 45 C หรือ S 50 C

ง. เกรด AISI P 20, P20+S, P21

20. แม่พิมพ์พลาสติกทีมีจำนวนการผลิตค่อนข้างสูง

ก. SKD 5, SKD 61 และ SKD 62

ข. SKH 51, SKH 52, และ เกรด SKH 55

ค. S 45 C หรือ S 50 C

ง. เกรด AISI P 20, P20+S, P21

แบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 คำสั่งให้เขียนตอบบรรยายหรืออธิบายตามหัวข้อต่อไปนี้

1. แม่พิมพ์โลหะ หมายถึง แม่แบบที่นำไปใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการตัด การเฉือน การกด การอัด หรือการขึ้นรูปโลหะ ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ในการขึ้นรูปโลหะโดยการใช้เครื่องปั๊ม กดวัสดุชิ้นงานผ่านแม่พิมพ์โลหะ

2. ประเภทของแม่พิมพ์โลหะมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

ประเภทของแม่พิมพ์โลหะมี 5 ประเภท ดังนี้

1. ประเภทงานตัด
2. งานพับและงานปั๊มเข้ารูป
3. งานลากขึ้นรูป
4. งานประเภท Extrusion, Coining
5. งานปั๊มประเภทอื่นๆ

3. จงบอกการเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์

1. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น (Sheet Metal Die) แม่พิมพ์ประเภทนี้จะต้องขึ้นรูปเย็นชิ้นงาน ดังนั้น จึงต้องใช้วัสดุที่มีความทนทานต่อการสึกหรอจากการเสียดสีสูง แม่พิมพ์ประเภทที่ใช้ในการตัด และ การเจาะ ถ้ามีขนาดและรูปร่างตรงตามชิ้นส่วนมาตรฐาน เช่น ต้องการสร้างแม่พิมพ์เจาะรูชิ้นงาน ถ้าขนาดของรู ที่เจาะตรงตามชิ้นส่วนมาตรฐาน สามารถจัดซื้อพันช์และดายมาใช้ได้เลย เพียงแต่จะต้องพิจารณาว่าควรจะเลือก ซื้อพันช์และดายที่ทำจากวัสดุประเภทใดให้เหมาะสมกับแม่พิมพ์ที่สร้างขึ้น เช่น เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็น เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง หรืออาจใช้ซีเมนต์คาร์ไบด์ เป็นต้น

2. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อน (Forging Die) แม่พิมพ์ประเภทนี้จะใช้เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานร้อนเกรด SKD 5, SKD 61 และ SKD 62 สำหรับเหล็กกลุ่มนี้เกรด SKD 61 จะนิยมนำมาใช้งานมากที่สุดทั้งในประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากชุบแข็งได้ความแข็งลึกและมีความเหนียวดีมากกว่า

เกรดอื่น ๆ ในกลุ่ม นอกจากนี้เหล็กกลุ่มนี้ สามารถเพิ่มความแข็งผิวเพื่อให้มีความทนทานต่อการสึกหรอสูง ขึ้น ด้วยการชุบผิวแข็งด้วยวิธีเสริมไนโตรเจนที่ผิวได้ดี

3. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์อัดขึ้นรูป (Extrusion Die) แม่พิมพ์ประเภทนี้จะใช้เหล็กในกลุ่มเดียว กับแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อน เกรด SKD 61 จะนิยมนำมาใช้งานสูงสุดเช่นกัน และควรจะนำแม่พิมพ์ไปชุบผิวแข็งด้วยวิธีเสริมไนโตรเจนที่ผิว เนื่องจากจะได้ผิวแข็งและลื่นทำให้การอัดขึ้นรูปชิ้นงานทำได้ดีขึ้น

4. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ฉีดหล่อขึ้นรูป (Die Casting) แม่พิมพ์ประเภทนี้ จะใช้เหล็กในกลุ่มเดียวกับแม่พิมพ์ ตีขึ้นรูปร้อน เกรด SKD 61 จะนิยมนำมาใช้งานสูงสุด

4. วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น ควรมีสมบัติอย่างไร

1. มีความต้านทานการสึกหรอ แม่พิมพ์โดยเฉพาะแม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น จะต้องมีความแข็งสูง เนื่องจากจะต้องปั๊มขึ้นรูปเย็นโลหะแผ่น หมายความว่าโลหะหรือเหล็กนั้นจะอยู่ในสภาพที่มีความแข็งสูง

2. มีความเหนียวทนแรงกระแทกได้ดี แม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อนเป็นตัวอย่างของแม่พิมพ์ที่จะต้องทน แรงกระแทกได้สูง เนื่องจากการขึ้นรูปชิ้นงานจะต้องตีชิ้นงานขณะร้อนแดง ด้วยแรงกระแทกที่สูงมาก

3. มีความต้านทานแรงกดสูง เช่น ตัวดายเจาะรูที่จะต้องรับความเค้นแรงกดในขณะใช้งานสูงอยู่ตลอดเวลา

4. ทนความร้อน แม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อน แม่พิมพ์ฉีดโลหะ แม่พิมพ์ทั้งสองชนิดนี้จะต้องมีคุณสมบัติด้านทนทานต่อความร้อนขณะใช้งานได้ดี

5. มีขีดความสามารถในการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลต่าง ๆ ได้ดี แม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กกล้าผสมสูงมักจะขึ้นรูปยาก เนื่องจากมีส่วนผสมสูง และมีคาร์ไบด์ที่แข็งมากฝังตัวอยู่ในเนื้อเหล็กมาก ดังนั้น แม่พิมพ์เหล่านี้ผู้ผลิตจะทำการอบอ่อนคาร์ไบด์กลมมาให้การอบวิธีนี้จะทำให้การขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลง่ายขึ้น

6. มีขีดความสามารถในการชุบแข็ง เนื่องจากแม่พิมพ์กลุ่มนี้จะต้องใช้ขึ้นรูปโลหะรวมทั้งเหล็ก ดังนั้น แม่พิมพ์เหล่านี้ส่วนใหญ่จึงต้องมีความแข็งแรงสูง และสามารถชุบแข็งได้ความแข็งลึกด้วย

	ใบงานที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อธิบายเกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะและเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้ แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมอธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

3.4 แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 เลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.3 แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมได้

4.4 อธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้

4.5 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.6 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ควรระมัดระวังการใช้อุปกรณ์และรักษาความสะอาด

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน เช่น กระดาษปรู๊ฟ ปากกาหลากสี ดินสอ ยางลบ ไม้บรรทัด

7.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

ให้นักเรียนนักศึกษาศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และทำสรุปเป็น mind mapping ลงในกระดาษปรู๊ฟและตกแต่งให้สวยงาม

7.3 ปฏิบัติตามใบงานที่ 1

7.4 หลังจากปฏิบัติใบงานเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ

7.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

7.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เกี่ยวกับความหมาย ประเภท หลักการทำงาน ส่วนประกอบ วัสดุที่ใช้ และขั้นตอนการออกแบบแม่พิมพ์โลหะได้อย่างเป็นระบบ ผ่านการถ่ายทอดความคิดในรูปแบบแผนผังความคิดที่มีลำดับและความสัมพันธ์ชัดเจน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเชิงโครงสร้างมากขึ้น ลดการท่องจำ และสามารถอธิบายแนวคิดได้ด้วยภาษาของตนเอง

9. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบกิจกรรมที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อธิบายเกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะและเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้ แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมอธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

3.4 แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 เลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.3 แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมได้

4.4 อธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้

4.5 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.6 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรม

6.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

- ให้ผู้เรียนนำเสนอใบงานที่ 1 หน้าชั้นเรียน รายกลุ่ม

6.3 ปฏิบัติกิจกรรมที่ 1

6.4 หลังจากปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บใบงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

6.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

6.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้พร้อมสำหรับปฏิบัติใบงานต่อไป

7. สรุปและอภิปราย

กิจกรรมนำเสนอหน้าชั้นเรียนเรื่องแม่พิมพ์โลหะ จัดขึ้นเพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและความสำคัญของแม่พิมพ์โลหะในงานอุตสาหกรรม นักเรียนส่วนใหญ่สามารถศึกษาค้นคว้าและนำเสนอข้อมูลได้ตรงตามเนื้อหา มีการใช้สื่อประกอบช่วยให้เข้าใจง่ายขึ้น นักเรียนมีความรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการใช้งานจริงได้ อย่างไรก็ตาม นักเรียนบางส่วนยังขาดความมั่นใจและการเรียบเรียงเนื้อหา ครูผู้สอนเห็นว่ากิจกรรมนี้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และทักษะการสื่อสารของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

8. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบมอบหมายงานที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อธิบายเกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะและเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้ แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมอธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

3.4 แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 เลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.3 แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมได้

4.4 อธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้

4.5 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.6 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. รายละเอียดของงาน

ให้นักเรียนนักศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวแบบงานแม่พิมพ์โลหะและหาแบบงานแม่พิมพ์โลหะกลุ่มละ 1 ชิ้น

6. กำหนดเวลาส่งงาน สัปดาห์ที่ 3

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

นักเรียนนักศึกษาค้นคว้าหาแบบงานแม่พิมพ์โลหะที่ตนเองสนใจในอินเตอร์เน็ตและมานำเสนอหน้าชั้นเรียนในสัปดาห์ต่อไป

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- ห้องสมุดวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย

- แหล่งข้อมูลในอินเตอร์เน็ตช่องทางต่าง ๆ

9. การประเมินผล

- แบบชิ้นงานแม่พิมพ์โลหะ
- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 3-4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

เลือกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะและแยกประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 เข้าใจประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.3 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. สาระการเรียนรู้

ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

1.1 งานชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

1. ชิ้นส่วนที่มีผู้ผลิตขาย
2. ความเข้าใจในความต้องการของผู้ทำแม่พิมพ์โลหะ
3. การออกแบบและพัฒนาจัดทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะให้เป็นมาตรฐาน

1.2 งานประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

1. ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ
2. ดายเซ็ท
3. พั้นซ์เจาะรู
4. ไพล้อตพั้นซ์ (Pilot Punch)
5. บัททอ่นดาย (Button Die)
6. ชุดยึดพั้นซ์และดาย (Retainer for Punch and Button die)
7. คอยล์สปริง
8. สปริงยูเรเทน (Urethane Suring)
9. สกรูหกเหลี่ยมหัวจม (Socket Head Cap Screw)

10. สลักเดือย (Dowel Pin)

11. สตริปเปอร์โบลท์ (Stripper Bolt)

12. ตัวยกและนำแผ่นชิ้นงาน (Guide Lifter Set)

13. สโตรกเอ็นท์บล็อก (Stroke end Block)

14. แผ่นสำเร็จ (Finished Pilate)

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (Project-Based Learning)

6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำการทบทวนเนื้อหาที่เรียนในสัปดาห์ที่ 2

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม

6.2.3 ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง ชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ

6.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องแม่พิมพ์โลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

6.4.3 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 2

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 ใบความรู้ที่ 2.1 เรื่อง ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

7.2 ใบความรู้ที่ 2.2 เรื่อง ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

7.3 ใบงานที่ 2.1 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะจากสื่อออนไลน์

7.4 สื่อ Power Point เรื่อง ชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบประเมินใบงาน ตามใบงานที่ 2

8.1.2 แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2

8.1.3 คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 2 งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม ตามใบงานที่ 2

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ จากสื่อออนไลน์

9.1.2 การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก หน่วยที่ 2 งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2

9.2.2. สาธิตการปฏิบัติงาน

- การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 2 งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ

9.3.2. สังเกตการอภิปรายหน้าชั้นเรียนแบบกลุ่ม

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 3-4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

เลือกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะและแยกประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 เข้าใจประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.3 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เนื้อหาสาระ

1. ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ หมายถึง ชิ้นส่วนที่มีผู้ผลิตขายโดยที่ผู้ผลิตต่างก็เป็นผู้ที่มีความรู้ มีทักษะ มีประสบการณ์ ทางด้านแม่พิมพ์โลหะ ทำให้มีความเข้าใจในความต้องการของผู้ทำแม่พิมพ์โลหะ และได้ทำการออกแบบและพัฒนาจัดทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะให้เป็นมาตรฐาน

ปัจจุบันนี้ แนวโน้มของการทำแม่พิมพ์โลหะ ผู้ทำแม่พิมพ์โลหะเพียงเน้นจุดที่สำคัญๆ ของแม่พิมพ์โลหะ สำหรับชิ้นส่วนอื่นๆ ก็แทบจะเป็นชิ้นส่วนมาตรฐานแทบทั้งสิ้น ดังนั้น การเข้าใจและเลือกซื้อชิ้นส่วนมาตรฐานให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานตามที่ต้องการ จึงจำเป็นและมีความสำคัญ เพราะการเลือกใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่ไม่เหมาะสม อาจจะทำให้แม่พิมพ์โลหะมีคุณภาพที่ไม่ตรงตามความต้องการ ไม่คุ้มค่า เกิดการสูญเปล่า เกินความจำเป็น ดังนั้น จึงจำเป็นในการอธิบายถึงชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะเพียงบางส่วน เพื่อให้เห็นถึงหน้าที่การใช้งานและการเลือกใช้ ให้เกิดความเข้าใจและนำไปใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาหน้าที่การใช้งาน และการเลือกใช้ ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะอื่นๆ ได้ต่อไป

2. ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

1. **ดายเซ็ท** (Die Sets) ดายเซ็ท เปรียบเสมือนหน่วยเพรสย่อย (Sub Press) โดยมีวัตถุประสงค์หลักของดายเซ็ท คือ ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดของแม่พิมพ์ เข้าที่อัพเปอร์ชู และโลเวอร์ชู เป็นชุดแม่พิมพ์โลหะ ซึ่งชุดแม่พิมพ์โลหะที่มีดายเซ็ทจะมีข้อดี ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงในการติดตั้งแม่พิมพ์โลหะ แม่พิมพ์โลหะสามารถติดตั้งเข้ากับเครื่องปั๊มได้ทั้งชุด มีความแม่นยำตรงศูนย์กันแม้ว่าจะมีพั้นช์และดายหลายชุดก็ตาม

2. ทำให้คุณภาพของชิ้นงานดีขึ้น (Improved Quality of Piece Part) คุณภาพของชิ้นงานดีขึ้นด้วยความเที่ยงตรง แม่นยำ ของแม่พิมพ์และการติดตั้ง

3. เพิ่มอายุการใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ เนื่องจากแม่พิมพ์มีความแม่นยำตรงศูนย์กัน โอกาสที่จะเกิดการชนกันของพั้นช์และดายจึงมีน้อย

4. ลดเวลาการติดตั้ง เนื่องจากแม่พิมพ์โลหะที่ใช้นำเข้ามาติดตั้งเป็นชุด

5. การซ่อมบำรุงง่าย ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์โลหะสามารถถอดออกโดยไม่ทำให้สูญเสียความสัมพันธ์กันในการทำงานของแม่พิมพ์โลหะในส่วนที่เป็นคมตัด สามารถเจียระไนคมตัดใหม่ โดยที่ไม่ต้องถอดออกจากชุดดายเซ๊ท

6. ประคองศูนย์ของพั้นช์และดาย ดายเซ็ทสามารถที่จะรักษาความได้ศูนย์ของพั้นช์และดายตลอดกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์โลหะ อย่างไรก็ตามดายเซ็ทก็ไม่สามารถรักษาความได้ศูนย์นี้ไว้ได้หากเครื่องปั๊มอยู่ในสภาพที่ไม่ดีพอ

7. สะดวกต่อการจัดเก็บ เมื่อเสร็จสิ้นการผลิตแม่พิมพ์โลหะสามารถจัดเก็บเป็นชุดๆ และสามารถนำกลับมาใช้ทำการผลิตได้ใหม่ทันที

ส่วนประกอบของดายเซ็ท

1. โลเวอร์ชู (Lower Shoe) คือ ส่วนฐานของดายเซ็ท ซึ่งปกติแล้วจะติดตั้งดายไว้ที่ผิวหน้าของโลเวอร์ชู บางครั้งจึงเรียกว่า ดายชู หรือ ดายโฮเดอร์ (Die Holder) และดายเซ็ทมาตรฐาน ปกติจะมีไกด์โพสติดตั้งอยู่ที่โลเวอร์ชูด้วย

2. อัพเปอร์ชู (Upper Shoe) คือ ชิ้นส่วนตัวบนของดายเซ็ท ซึ่งปกติจะติดตั้งพั้นช์ไว้ที่ผิวด้านล่างของอัพเปอร์ชู บางครั้งจึงเรียกว่า พั้นช์ชู หรือพั้นช์โฮเดอร์ (Punch Holder) ดายเซ็ทมาตรฐาน ปกติจะติดตั้งไกด์บุชไว้ที่อัพเปอร์ชู

3. ด้าม (Shanks) คือ ส่วนเป็นด้ามเพื่อใช้ยึดกับรูของแรมของเครื่องปั๊ม และด้ามของดายเซ็ท จะเป็นตัวกำหนดศูนย์กลางของแรงปั๊มของแม่พิมพ์โลหะ

4. ไกด์โพส (Guidepost) บางครั้งเรียกว่า ไกด์พิน (Guide Pin) คือ แกนสลักทรงกระบอก ทำหน้าที่ประคองศูนย์ของชุดดายเซ็ท ทำงานร่วมกับไกด์บุช

5. ไกด์บุช (Guide Bush) คือ บุชทำหน้าที่ประคองศูนย์ของชุดดายเซ็ท จะถูกติดตั้งอยู่กับแผ่นดายเซ็ทฟังตรงกันข้ามกับไกด์โพสและสวมนำเลื่อนอยู่กับไกด์โพส ทำงานร่วมกันเพื่อให้แผ่นดายเซ็ทได้ศูนย์

ชนิดของดายเซ็ท โดยทั่วไปแบ่งออกได้ 4 ชนิด ดังนี้

1. แบคโพส (Back Post) คือ ไกด์โพสทั้ง 2 จะถูกติดตั้งไว้ที่ด้านใน หรือค่อนไปทางด้านหลังของดายเซ็ท

2. เซ็ทเตอร์โพส (Center Post) คือ ไกด์โพสทั้ง 2 จะถูกติดตั้งอยู่ที่ด้านซ้ายและด้านขวาของดายเซ็ท ตรงตำแหน่งกึ่งกลางตามแนวลึกของดายเซ็ท และขนาดของไกด์โพสทั้ง 2 ควรมีขนาดที่ไม่เท่ากันเพื่อป้องกันการประกอบผิดหรือกลับด้าน

3. ไดโกนอล โพส (Diagonal Post) คือ ไกด์โพสทั้ง 2 จะถูกติดตั้งในลักษณะทะแยงมุม โดยตัวด้านซ้ายจะติดตั้งค่อนในทางด้านหลัง และตัวด้านขวาจะติดตั้งค่อนมาทางด้านหน้า และขนาดของไกด์โพสทั้ง 2 ควรมีขนาดที่ไม่เท่ากันเพื่อป้องกันการประกอบผิดหรือกลับด้าน

4. แบบสี่หลัก (Four Post) คือ ไกด์โพสทั้ง 4 จะถูกติดตั้งอยู่ที่มุมทั้ง 4 ของดายเซ็ท และตำแหน่งของไกด์โพส ตัวหนึ่งควรมีตำแหน่งที่แตกต่างจากตัวอื่นเพื่อป้องกันการประกอบผิดหรือกลับด้าน

2. พั้นซ์เจาะรู หมายถึง พั้นซ์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 25 มิลลิเมตร แต่หากรูปร่างรูเจาะไม่ใช่วงกลม ให้พิจารณาเส้นรอบรูปของรูเจาะโดยเทียบเท่ากับเส้นรอบรูปของวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลิเมตร โดยปกติพั้นซ์เจาะรูจะติดตั้งอยู่กับพั้นซ์เพลท (Punch Plate) และไม่ว่ารูปร่างรูเจาะจะกลม หรือเป็นรูปร่างอื่น ตัวด้ามของพั้นซ์ก็ยังเป็นทรงกระบอก โดยที่พั้นซ์เจาะรูที่เป็นรูปร่างอื่นจะต้องมีสิ่งบ่งชี้สำหรับติดตั้งกับไว้ที่หัวของพั้นซ์และพั้นซ์เพลทด้วยรูปร่างลักษณะและส่วนต่างๆ ของพั้นซ์เจาะรูโดยทั่วไปที่นิยมใช้กันมาก คือ พั้นซ์กลมหัวตรงปลายลด (Step Head)

3. ไพล้อตพั้นซ์ (Pilot Punch) คือ ตัวที่มีหน้าที่กำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน หรือแผ่นสตริป (Stock Strip) อย่างแม่นยำเพื่อการทำงานของแม่พิมพ์ การทำงานของไพล้อตสำหรับการป้อนแผ่นสตริปด้วยมือ โดยแผ่นสตริปจะต้องป้อนให้เลยตำแหน่งเล็กน้อยแล้วจึงดึงกลับสู่ตำแหน่งที่ต้องการด้วยไพล้อต แต่สำหรับการป้อนด้วยกลไกอัตโนมัติจะต้องป้อนให้น้อยกว่าหรือยังไม่ถึงตำแหน่ง แล้วจึงดึงไพล้อตสู่ตำแหน่งที่ต้องการ

วัสดุที่ใช้ทำไพล้อต ผู้ผลิตชิ้นส่วนมาตรฐานได้ทำไพล้อตพั้นซ์ที่มีปลายจมูกแบบต่างๆ ให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม จะมีทั้งไพล้อตกลมและรูปร่างต่างๆ และโดยเฉพาะตรงปลายจมูกไพล้อตซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการทำงานของไพล้อต คุณภาพผิวสำเร็จและความได้สัดส่วนของรูปร่างมีความสำคัญมาก จะส่งผลถึงคุณภาพของชิ้นงานและคุณภาพของแม่พิมพ์ ดังนั้น ผู้ทำแม่พิมพ์จะออกแบบและเลือกใช้ไพล้อตพั้นซ์มาตรฐานแทนการทำขึ้นใช้เอง

4. บัททอนดาย (Button Die) คือ ดายนั่นเอง โดยที่มีการออกแบบให้ใช้ได้คู่กันกับพั้นซ์เจาะ มีทั้งแบบมีบ่าและแบบตรง

วัสดุที่ใช้ทำบัททอนดาย จะใช้แบบเดียวกันกับพั้นซ์เจาะและไพล้อตพั้นซ์ ดังนั้น จึงเป็นการช่วยให้สะดวกและรวดเร็วในการทำแม่พิมพ์ เมื่อเลือกใช้บัททอนดายมาตรฐาน

5. ชุดยึดพั้นซ์และดาย (Retainer for Punch and Button die) ชุดยึดพันธ์และดายหรือรีเทนเนอร์ คือ ชิ้นส่วนมาตรฐานที่จัดเป็นชุด ประกอบด้วยตัวรีเทนเนอร์ สกรูหกเหลี่ยมหัวจม และ สลักเดือยหรือโดเวลพิน ชุดยึดพั้นซ์และดายออกแบบมาเพื่อยึดพั้นซ์เจาะมาตรฐานและบัททอนดาย ทำหน้าที่เหมือนพั้นซ์เพลทหรือดายเพลท ใช้ในงานเจาะแผ่นชิ้นงานที่กว้างใหญ่มีรูเจาะอยู่ห่างกัน จะทำให้ประหยัดเวลาและวัสดุในการทำแม่พิมพ์

วัสดุที่ใช้ทำรีเทนเนอร์ โดยทั่วไปส่วนมากจะใช้เหล็กคาร์บอนสูงและมีการทำผิวรมดำ เพื่อป้องกันการกัดกร่อน

6. คอยล์สปริง (Coil Spring) คือ ชิ้นส่วนสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของแม่พิมพ์ขาดสปริงเพียงตัวเดียวอาจจะทำให้แม่พิมพ์ไม่สามารถทำงานได้ดีหรือไม่สามารถทำงานได้เลย สปริงเป็นแหล่งพลังงานเพื่อสร้างแรงกดให้กับชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ เช่น สตริปเปอร์เพลท (Stripper plate) แพด (pad) และน็อกเอ้าท์เพลท (Knock out plate) ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการยุบตัวที่ระยะต่างๆ ของสปริงกัน

สปริงสำหรับแม่พิมพ์โลหะที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. จำแนกตามหน้าตัดลวดที่นำมาทำสปริง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. สปริงที่ทำจากลวดที่มีหน้าตัดกลม คือ สปริงที่ให้แรงน้อยแต่สามารถยุบตัวได้มาก
2. สปริงทีทำจากลวดทีมีหน้าตัวสีเหลียม คือ สปริงที่ให้แรงปานกลาง ถึงมาก แต่สามารถยุบตัวได้น้อย

2. จำแนกตามขนาดของแรงสปริง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. สปริงที่ให้แรงเบามาก (Minimal Load) ใช้สัญลักษณ์ สีม่วงหรือสีเหลือง
2. สปริงที่ให้แรงเบา (Light load) ใช้สัญลักษณ์ สีน้ำเงิน
3. สปริงที่ให้แรงปานกลาง (Medium Load) ใช้สัญลักษณ์ สีแดง
4. สปริงที่ให้แรงหนัก (Heavy Load) ใช้สัญลักษณ์ สีเขียว
5. สปริงที่ให้แรงหนักพิเศษ (Extra Heavy Load) ใช้สัญลักษณ์ สีน้ำตาล

7. สปริงยูเรเทน (Urethane Suring) คือ สปริงที่ทำจากสารเคมีสังเคราะห์ยูโรเทน ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น ทนต่อการกัดกร่อน และทนน้ำมันได้ดี ราคาไม่สูง และยังแปรรูปได้ง่าย สามารถให้แรงได้เหมือนสปริง จึงเป็นที่นิยมนำมาใช้แทนสปริงในแม่พิมพ์โลหะ การบำรุงรักษาง่าย โครงสร้างแม่พิมพ์โลหะก็ง่าย ทำให้ราคาแม่พิมพ์โลหะถูกลง สปริงยูเรเทนที่มีจำหน่ายมีหลายแบบ ดังนี้

1. แบบสำเร็จรูปเพื่อใช้งานร่วมกับพั้นซ์เจาะมาตรฐาน จะมีรูปร่างทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน มีรูที่แกนกลาง ขนาดต่างๆ ซึ่งเหมาะสมกับด้ามพั้นซ์เจาะ และมีรูตรงปลายขนาดต่างๆ เพื่อให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมกับขนาดปลายพั้นซ์

2. แบบกึ่งสำเร็จรูป เพื่อใช้งานแทนสปริงหรือใช้งานกับพั้นซ์เจาะมาตรฐาน ซึ่งมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน และมีรูตรงกลางโดยตลอด ขนาดความยาวตั้งแต่ 10 มิลิเมตร ถึง 200 มิลลิเมตร ผู้ใช้สามารถตัดใช้ได้เองตามต้องการ หรืออาจจะอยู่ในรูปแท่งหน้าตัดสี่เหลี่ยมขนาดต่างกัน ความยาวตั้งแต่ 25 มิลลิเมตร ถึง 1000 มิลลิเมตร

3. แบบแผ่นดิบ เพื่อใช้งานในรูปที่ร่างพิเศษตามความต้องการซึ่งเป็นแผ่นขนาดกว้างยาว ตั้งแต่ 20 มม. ถึง 500 มม. และความหนาต่างๆ

การเลือกใช้ จะต้องดูกราฟของแรงของสปริงยูเรเทนแต่ละแบบประกอบ โดยพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ด้านการยุบตัว และค่าแรงที่ได้

8. สกรูหกเหลี่ยมหัวจม (Socket Head Cap Screw) สกรูที่ใช้ในแม่พิมพ์โลหะเกือบทั้งหมดจะเป็นสกูรหกเหลี่ยมหัวฝัง เพื่อทำหน้าที่ยึดชิ้นส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์โลหะเข้าด้วยกัน ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันเป็นสกรูระบบเกลียวเมตริกหรือเกลียวมิลลิเมตร อ้างอิงตามมาตรฐาน JIS B 1176(1974)

9. สลักเดือย (Dowel Pin) สลักเดือยจะทำหน้าที่บังคับตำแหน่งของชิ้นส่วน 2 ชิ้น หรือมากกว่า เมื่อถอดแยกออกจากกันแล้วนำมาประกอบใหม่จะยังคงอยู่ในตำแหน่งเดิม ในแม่พิมพ์โลหะจะต้องมีการกำหนดตำแหน่งของดายเพลทและพั้นช์เพลท โดยการเจาะรูและรีม (Ream) ร่วมกันระหว่างพั้นช์เพลทกับอัพเปอร์ชู และดายเพลทกับโลเวอร์ชู หลังจากปรับแต่งตำแหน่งของพั้นช์ที่ยึดอยู่กับพั้นช์เพลท และดายที่ดายเพลท และทดลองจนแม่พิมพ์โลหะใช้ได้แล้ว โดยปกติจะต้องใส่สลักเดือยที่ชุดบน 2 ตัว และที่ชุดล่าง 2 ตัว เมื่อมีการถอดประกอบสามารถประกอบได้ตรงตำแหน่งเดิม

สลักเดือยที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป วัสดุจะเป็น High Chromium Bearing Steel ค่าความแข็งที่ 45-60 HRC มีผิวเรียบมันและมีขนาดที่แน่นอนตามคำพิกัด

สลักเดือย สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. สลักเดือยเรียว (Taper Dowel Pin) คือ สลักที่มีความเรียวตลอดความยาว ส่วนมากมีอัตราเรียว 1:50 เป็นสลักเดือยที่เหมาะกับการใช้กำหนดตำแหน่งแม่พิมพ์โลหะ อายุการใช้งานยาวๆ มีความแม่นยำสูง ค่าพิกัดความเผื่อ ±0.002 มิลลิเมตร ถอดใส่ได้หลายครั้งโดยยังคงมีความแม่นยำ

2. สลักเดือยแบบตรง (Straight Dowel Pin) คือ สลักที่มีความตรงตลอดความยาว ใช้กับแม่พิมพ์โลหะที่มีอายุการใช้งานไม่มาก เป็นแม่พิมพ์โลหะทั่วๆ ไป เมื่อถอดประกอบบ่อยๆ จะทำให้หลวม ต้องเปลี่ยนขนาดให้โตขึ้นเพราะเป็นการสวมอัด สลักเดือยตรงแบบตรงนี้มี 2 ชนิด ดังนี้

2.1 แบบแท่งตัน เหมาะกับรูกำหนดตำแหน่งที่เจาะทะลุ

2.2 แบบแท่งตันมีรูเกลียวตรงกลาง เหมาะกับรูกำหนดตำแหน่งที่ไม่เจาะทะลุเป็นรูบอด (Blind Hole) รูเกลียวในสลักมีไว้ใส่เกลียวเพื่อดึงสลักเดือยออก นอกจากนี้ ด้านข้างของสลักเดือยจะถูกเฉือนด้านข้างตลอดแนวเพื่อเป็นช่องระบายอากาศในการถอดประกอบ

10. สตริปเปอร์โบลท์ (Stripper Bolt) คือ โบลท์ที่ใช้ยึดแผ่นสตริปเปอร์หรือแผ่นปลดชิ้นงานติดเป็นชุดเดียวกันกับอัพเปอร์ชู (Upper Shoe) หรือโลเวอร์ชู (Lower Shoe) สามารถให้แผ่นสตริปเบอร์นั้นเคลื่อนที่ได้เพื่อยุบตัวและปลดชิ้นงานออก ปกติจะมีรูปร่างเป็นโบลท์ที่ลำตัวโตกว่าส่วนเกลียว ตั้งแต่ 1.5 มิลิเมตร ถึง 4 มิลิเมตร ส่วนหัวเป็นหัวแบบสกรูหกเหลี่ยมหัวฝังแต่ความหนาของหัวจะน้อยกว่า ลำตัวของสตริปเปอร์โบลท์จะเป็นผิวเจียระไนโดยใช้พิกัดงานสวม ส่วนหัวขึ้นรูปตัด การเรียกขนาดจะเรียกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของลำตัวของสตริปเปอร์โบลท์ สำหรับสตริปเปอร์โบลท์ สามารถแบ่งออกได้ 3 แบบ ดังนี้

10.1 สตริปเปอร์โบลท์แบบเกลียวตัวผู้ (Stripper Bolt – Male Screw type)

10.2 สตริปเปอร์โบลท์ แบบเกลียวตัวเมีย (Stripper Bolt – Female Screw type)

10.3 สตริปเปอร์โบลท์แบบปลอก (Stripper Bolt – Bushing Type)

11. ตัวยกและนำแผ่นชิ้นงาน (Guide Lifter Set) คือ ชิ้นส่วนมาตรฐานที่ใช้งานกันมากในแม่พิมพ์โลหะต่อเนื่อง (Progressive Die) จะทำหน้าที่เป็นตัวยกและนำทางแผ่นชิ้นงาน (Stock Strip) ในจังหวะป้อนแผ่นชิ้นงาน เพื่อไม่ให้แผ่นชิ้นงานขูดกับผิวหน้าดาย ซึ่งอาจทำความเสียหายให้กับผิวหน้าดายและคมตัดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานปั๊มต่อเนื่องที่มีการขึ้นรูปหรือพับ ผู้ผลิตชิ้นส่วนมาตรฐานมีการออกแบบและผลิตตัวยกและนำแผ่นชิ้นงานไว้หลากหลายรูปแบบ

ตัวยกและนำแผ่นชิ้นงาน สปริงรวดกลม และสกรูปลั๊ก จะทำมาจากเหล็กคาร์บอน เกรด SK-4 มาตรฐาน JIS และชุบแข็งทั้งตัวที่ความแข็งประมาณ 35-53 HRC ซึ่งจะทำการอบอ่อนที่หัวหรือบ่าให้ความแข็งลดลงคงเหลือไม่เกิน 45 HRC เพื่อไม่ให้เปราะจนเกินไป ขนาดลำตัวของตัวยกและนำแผ่นชิ้นงานจะมีขนาดที่ต่างกัน ที่สอดคล้องกับขนาดของรีมเมอร์และใช้พิกัดงานสวม g6 คือ งานสวมนำเลื่อนที่มีความเที่ยงตรง ผิวสำเร็จระดับเจียระไน ยกเว้น รองนำจะมีคุณภาพผิวสำเร็จระดับการขึ้นรูปละเอียด

12. สโตรกเอ็นท์บล็อก (Stroke end Block) คือ ตัวกำหนดตำแหน่งการขบกันของพั้นซ์และดาย หรือกำหนดตำแหน่งความลึกของการขึ้นรูป สโตรกเอ็นท์บล็อกมีรูปร่างเป็นแท่งเหล็กทรงกระบอก ปกติทำมาจากเหล็กเครื่องมือผสม (Alloy Tool Steel) ชุบแข็งมีค่าระหว่าง 54-58 HRC

สโตรกเอ็นท์บล็อก จะทำให้ง่ายและรวดเร็วในการติดตั้งแม่พิมพ์โลหะ โดยการตรวจสอบการสัมผัสกันของสโตรกเอ็นท์บล็อกเพียงเล็กน้อย ถือว่าการปรับตั้งตำแหน่งของแม่พิมพ์โลหะถูกต้องสามารถใช้งานได้เป็นไปตามเงื่อนไขของการสร้างแม่พิมพ์โลหะ แต่สำหรับแบบที่มีแผ่นรองเพื่อเก็บแม่พิมพ์โลหะนั้น จะต้องระมัดระวังการลืมถอดแผ่นรองออก แนะนำโดยการทำให้ทำสีของแผ่นรองให้ต่างจากสโตรกเอ็นท์บล็อกเพื่อเป็นการสังเกตได้ง่าย

13. แผ่นสำเร็จ (Finished Pilate) คือ เหล็กแผ่นที่ใช้สำหรับทำแม่พิมพ์โลหะ มีหลายชนิดของเหล็กขึ้นอยู่กับว่าจะใช้ทำชิ้นส่วนใดของแม่พิมพ์โลหะ มีตั้งแต่เหล็กเหนียว เหล็กคาร์บอน เหล็กเครื่องมือ มีหลายขนาดให้เลือกได้ตามความต้องการ

แผ่นสำเร็จจะผ่านการขึ้นรูปมาอย่างเที่ยงตรง ทั้งความขนานของผิวหน้า ความฉากของมุม คุณภาพผิวสำเร็จของผิวหน้ามีทั้งเจียระไน ผิวกัดเรียบ มีมุมฉากอ้างอิงเพื่อใช้ในการอ้างอิงของเครื่องจักรซีเอ็นซีชัดเจน สำหรับขนาดผู้ผลิตชิ้นส่วนมาตรฐาน จะกำหนดขนาดมาตรฐานขึ้นมาโดยให้มีความสอดคล้องกับการนำไปใช้ร่วมกับชิ้นส่วนมาตรฐานอื่นๆ ได้แก่ การกำหนดขนาดกว้างยาวของแผ่นสำเร็จ ก็จะกำหนดให้สอดคล้องกับพื้นที่ใช้งานของดายเซ็ทรุ่นต่างๆ ส่วนการกำหนดความหนาก็จะให้สอดคล้องกับบัทท่อนดายและพั้นช์เจาะ ดังนั้น การนำไปใช้งานจึงทำให้มีความสอดคล้องลงตัว เกิดความสะดวกรวดเร็วในการทำแม่พิมพ์โลหะ ทำให้ได้แม่พิมพ์โลหะที่มีความเที่ยงตรงสูง

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบ

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวเลือกหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. Standard Part หมายถึง
   ก. กลุ่มชุดแม่พิมพ์โลหะ
   ข. กลุ่มวัสดุที่ใช้ทำไพล็อต
   ค. กลุ่มเหล็กแผ่นสำเร็จ
   ง. กลุ่มชิ้นส่วนมาตรฐาน
2. Produced Part หมายถึง
   ก. กลุ่มชิ้นส่วนที่ทำขึ้น
   ข. กลุ่มวัสดุที่ใช้ทำไพล็อต
   ค. กลุ่มชุดแม่พิมพ์โลหะ
   ง. กลุ่มเหล็กแผ่นสำเร็จ
3. ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ สามารถแบ่งออกได้กี่ประเภท
   ก. 6 ประเภท
   ข. 11 ประเภท
   ค. 13 ประเภท
   ง. 15 ประเภท
4. ข้อใดคือวัตถุประสงค์หลักของดายเซ็ท
   ก. ความแที่ยงตรงในการติดตั้งแม่พิมพ์โลหะ
   ข. ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดของแม่พิมพ์
   ค. ทำให้คุณภาพของชิ้นงานดีขึ้น
   ง. เพิ่มอายุการใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ
5. ข้อใด ไม่ใช่ ข้อดีของดายเซ็ท
   ก. การซ่อมบำรุงง่าย
   ข. สะดวกต่อการจัดเก็บ
   ค. ประคองศูนย์ของพั้นช์และดาย
   ง. กำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน
6. ข้อใด ไม่ใช่ ส่วนประกอบของดายเซ็ท
   ก. โลเวอร์ชู (Lower Shoe)
   ข. อัพเปอร์ชู (Upper Shoe)
   ค. แบคโพส (Back Post)
   ง. ไกด์โพส (Guide Post)

7. ชนิดของดายเซ็ทแบ่งออกได้กี่ชนิด

ก. 4 ชนิด

ข. 5 ชนิด

ค. 7 ชนิด

ง. 9 ชนิด

8. ไดโกนอล โพส (Diagonal Post) คือ

ก. ไกด์โพสทั้ง 2 จะถูกติดตั้งไว้ที่ด้านใน

ข. ไกด์โพสทั้ง 2 จะถูกติดตั้งในลักษณะทะแยงมุม

ค. ไกด์โพสทั้ง 4 จะถูกติดตั้งอยู่ที่มุมทั้ง 4 ของดายเซ็ท

ง. ไกด์โพสทั้ง 2 จะถูกติดตั้งอยู่ที่ด้านซ้ายและด้านขวาของดายเซ็ท

9. พั้นซ์เจาะรู หมายถึง

ก. พั้นซ์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 15 มิลลิเมตร

ข. พั้นซ์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 30 มิลลิเมตร

ค. พั้นซ์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 55 มิลลิเมตร

ง. พั้นซ์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 25 มิลลิเมตร

10. ไพล้อตพั้นช์ (Pilot Punch) ทำหน้าที่อะไร

ก. ตัวยกและนำทางแผ่นชิ้นงาน

ข. บังคับตำแหน่งของชิ้นส่วน 2 ชิ้น หรือมากกว่า

ค. กำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน

ง. กำหนดตำแหน่งที่ไม่เจาะทะลุเป็นรูบอด

11. สปริงสำหรับแม่พิมพ์โลหะที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป สามารถแบ่งออกได้กี่ประเภท

ก. 2 ประเภท

ข. 4 ประเภท

ค. 6 ประเภท

ง. 8 ประเภท

12. ข้อใด ไม่ใช่ สมบัติของสปริงยูเรเทน

ก. วัสดุที่มีความยืดหยุ่น

ข. ทนต่อการกัดกร่อน

ค. ทนต่อความร้อนได้ดี

ง. ทนน้ำมันได้ดี

13. ข้อใด ไม่ใช่ ข้อควรระวังในการใช้งานของสปริงยูเรเทน

ก. อุณหภูมิห้ามเกิน 85 องศาเซลเซียส

ข. ใช้งานแทนสปริงหรือใช้งานกับพั้นซ์เจาะมาตรฐาน

ค. Stripping Force ควรใช้ค่าประมาณ 5–20% ของแรงตัด Blanking Force

ง. การสั่งใช้งานต้องเปิดจากตารางจำนวนครั้งที่จะใช้งาน

14. สลักเดือย (Dowel Pin) ทำหน้าที่อะไร

ก. ตัวยกและนำทางแผ่นชิ้นงาน

ข. ยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแม่พิมพ์โลหะเข้าด้วยกัน

ค. กำหนดตำแหน่งความลึกของการขึ้นรูป

ง. บังคับตำแหน่งของชิ้นส่วน 2 ชิ้น หรือมากกว่า

15. สลักเดือยสามารถแบ่งออกได้กี่ประเภท

ก. 1 ประเภท

ข. 2 ประเภท

ค. 3 ประเภท

ง. 4 ประเภท

16. สลักเดือยแบบตรงมีกี่ชนิด

ก. 1 ชนิด

ข. 2 ชนิด

ค. 3 ชนิด

ง. 4 ชนิด

17. สโตรกเอ็นท์บล็อก (Stroke end Block) ทำหน้าที่อะไร

ก. ยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแม่พิมพ์โลหะเข้าด้วยกัน

ข. ยึดแผ่นสตริปเปอร์หรือแผ่นปลดชิ้นงานติดเป็นชุดเดียวกับกับเลิพเปอร์ชู

ค. ตัวกำหนดตำแหน่งการขบกันของพั้นซ์และดาย

ง. ตัวยกและนำทางแผ่นชิ้นงาน (Stock Strip)

18. สตริปเปอร์โบลท์ แบ่งออกได้เป็นกี่แบบ

ก. 1 แบบ

ข. 2 แบบ

ค. 3 แบบ

ง. 4 แบบ

19. แผ่นสำเร็จ (Finished Pilate) หมายถึง

ก. เหล็กแผ่นที่ใช้สำหรับทำแม่พิมพ์โลหะ

ข. เหล็กแผ่นที่ทนต่อการกัดกร่อน

ค. เหล็กแผ่นที่ทนน้ำมันได้ดี

ง. เหล็กแผ่นที่ทนต่อความร้อนได้ดี

20. การเลือกใช้สลักเกลียวโดยทั่วไป ควรเลือกแบบใด

ก. ความยาวประมาณ 2 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

ข. ความยาวประมาณ 4 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

ค. ความยาวประมาณ 6 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

ง. ความยาวประมาณ 8 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

แบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 คำสั่งให้เขียนตอบบรรยายหรืออธิบายตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ หมายถึง

.....

.....

.....

2. ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

3. จำแนกตามขนาดของแรงสปริง สามารถแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....

.....

.....

4. สลักเดือย สามารถแบ่งออกได้กี่ประเภท มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

5. แผ่นสำเร็จ คือ

.....

.....

.....

.....

7. เอกสารอ้างอิง

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

แบบทดสอบ

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวเลือกหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. Standard Part หมายถึง

ก. กลุ่มชุดแม่พิมพ์โลหะ

ข. กลุ่มวัสดุที่ใช้ทำไพล้อต

ค. กลุ่มเหล็กแผ่นสำเร็จ

ง. กลุ่มชิ้นส่วนมาตรฐาน

2. Produced Part หมายถึง

ก. กลุ่มชิ้นส่วนที่ทำขึ้น

ข. กลุ่มวัสดุที่ใช้ทำไพล้อต

ค. กลุ่มชุดแม่พิมพ์โลหะ

ง. กลุ่มเหล็กแผ่นสำเร็จ

3. ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ สามารถแบ่งออกได้กี่ประเภท

ก. 6 ประเภท

ข. 11 ประเภท

ค. 13 ประเภท

ง. 15 ประเภท

4. ข้อใดคือวัตถุประสงค์หลักของดายเซ็ท
   ก. ความเที่ยงตรงในการติดตั้งแม่พิมพ์โลหะ
   ข. ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดของแม่พิมพ์
   ค. ทำให้คุณภาพของชิ้นงานดีขึ้น
   ง. เพิ่มอายุการใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ
5. ข้อใด **ไม่ใช่** ข้อดีของดายเซ็ท
   ก. การซ่อมบำรุงง่าย
   ข. สะดวกต่อการจัดเก็บ
   ค. ประคองศูนย์ของพั้นซ์และดาย
   ง. กำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน
6. ข้อใด **ไม่ใช่** ส่วนประกอบของดายเซ็ท
   ก. โลเวอร์ชู (Lower Shoe)
   ข. อัพเปอร์ชู (Upper Shoe)
   ค. แบคโพส (Back Post)
   ง. ไกด์โพส (Guide Post)
7. ชนิดของดายเซ็ทแบ่งออกได้กี่ชนิด
   ก. 4 ชนิด
   ข. 5 ชนิด
   ค. 7 ชนิด
   ง. 9 ชนิด
8. ไดโกนอล โพส (Diagonal Post) คือ
   ก. ไกด์โพสทั้ง 2 จะถูกติดตั้งไว้ที่ด้านใน
   ข. ไกด์โพสทั้ง 2 จะถูกติดตั้งในลักษณะทะแยงมุม
   ค. ไกด์โพสทั้ง 4 จะถูกติดตั้งอยู่ที่มุมทั้ง 4 ของดายเซ็ท
   ง. ไกด์โพสทั้ง 2 จะถูกติดตั้งอยู่ที่ด้านซ้ายและด้านขวาของดายเซ็ท
9. พั้นซ์เจาะรู หมายถึง
   ก. พั้นซ์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 15 มิลลิเมตร
   ข. พั้นซ์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 30 มิลลิเมตร
   ค. พั้นซ์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 55 มิลลิเมตร
   ง. พั้นซ์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 25 มิลลิเมตร

10. ไพล้อตพั้นช์ (Pilot Punch) ทำหน้าที่อะไร

ก. ตัวยกและนำทางแผ่นชิ้นงาน

ข. บังคับตำแหน่งของชิ้นส่วน 2 ชิ้น หรือมากกว่า

ค. กำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน

ง. กำหนดตำแหน่งที่ไม่เจาะทะลุเป็นรูบอด

11. สปริงสำหรับแม่พิมพ์โลหะที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป สามารถแบ่งออกได้กี่ประเภท

ก. 2 ประเภท

ข. 4 ประเภท

ค. 6 ประเภท

ง. 8 ประเภท

12. ข้อใด **ไม่ใช่** สมบัติของสปริงยูเรเทน

ก. วัสดุที่มีความยืดหยุ่น

ข. ทนต่อการกัดกร่อน

ค. ทนต่อความร้อนได้ดี

ง. ทนน้ำมันได้ดี

13. ข้อใด **ไม่ใช่** ข้อควรระวังในการใช้งานของสปริงยูเรเทน

ก. อุณหภูมิห้ามเกิน 85 องศาเซลเซียส

ข. ใช้งานแทนสปริงหรือใช้งานกับพั้นช์เจาะมาตรฐาน

ค. Stripping Force ควรใช้ค่าประมาณ 5–20% ของแรงตัด Blanking Force

ง. การสั่งใช้งานต้องเปิดจากตารางจำนวนครั้งที่จะใช้งาน

14. สลักเดือย (Dowel Pin) ทำหน้าที่อะไร

ก. ตัวยกและนำทางแผ่นชิ้นงาน

ข. ยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแม่พิมพ์โลหะเข้าด้วยกัน

ค. กำหนดตำแหน่งความลึกของการขึ้นรูป

ง. บังคับตำแหน่งของชิ้นส่วน 2 ชิ้น หรือมากกว่า

15. สลักเดือยสามารถแบ่งออกได้กี่ประเภท

ก. 1 ประเภท

ข. 2 ประเภท

ค. 3 ประเภท

ง. 4 ประเภท

16. สลักเดือยแบบตรงมีกี่ชนิด

ก. 1 ชนิด

ข. 2 ชนิด

ค. 3 ชนิด

ง. 4 ชนิด

17. สโตรกเอ็นท์บล็อก (Stroke end Block) ทำหน้าที่อะไร

ก. ยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแม่พิมพ์โลหะเข้าด้วยกัน

ข. ยึดแผ่นสตริปเปอร์หรือแผ่นปลดชิ้นงานติดเป็นชุดเดียวกันกับอัพเปอร์ชู

ค. ตัวกำหนดตำแหน่งการขบกันของพั้นช์และดาย

ง. ตัวยกและนำทางแผ่นชิ้นงาน (Stock Strip)

18. สตริปเปอร์โบลท์ แบ่งออกได้เป็นกี่แบบ

ก. 1 แบบ

ข. 2 แบบ

ค. 3 แบบ

ง. 4 แบบ

19. แผ่นสำเร็จ (Finished Pilate) หมายถึง

ก. เหล็กแผ่นที่ใช้สำหรับทำแม่พิมพ์โลหะ

ข. เหล็กแผ่นที่ทนต่อการกัดกร่อน

ค. เหล็กแผ่นที่ทนน้ำมันได้ดี

ง. เหล็กแผ่นที่ทนต่อความร้อนได้ดี

20. การเลือกใช้สลักเดือยโดยทั่วไป ควรเลือกแบบใด

ก. ความยาวประมาณ 2 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

ข. ความยาวประมาณ 4 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

ค. ความยาวประมาณ 6 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

ง. ความยาวประมาณ 8 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

แบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 คำสั่งให้เขียนตอบบรรยายหรืออธิบายตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ หมายถึง

ชิ้นส่วนที่มีผู้ผลิตขายโดยที่ผู้ผลิตต่างก็เป็นผู้ที่มีความรู้ มีทักษะ มีประสบการณ์ ทางด้านแม่พิมพ์โลหะ ทำให้มีความเข้าใจในความต้องการของผู้ทำแม่พิมพ์โลหะ และได้ทำการออกแบบและพัฒนาจัดทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะให้เป็นมาตรฐาน

2. ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ อะไรบ้าง

ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ มีด้วยกันหลายชิ้นส่วน ซึ่งแต่ละชิ้นส่วนก็มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปตามรูปร่างลักษณะและการนำไปใช้งาน สามารถแยกออกเป็นประเภทได้ ดังนี้

1. ดายเซ็ท (Die Sets) 2. พั้นซ์เจาะรู
3. ไพล้อตพั้นช์ 4. บัททอ่นดาย
5. ชุดยึดพั้นซ์และดาย 6. คอยล์สปริง

3. จำแนกตามขนาดของแรงสปริง สามารถแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

จำแนกตามขนาดของแรงสปริง สามารถแบ่งออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้

(1) สปริงที่ให้แรงเบามาก (Minimal Load) ใช้สัญลักษณ์ สีม่วงหรือสีเหลือง

(2) สปริงที่ให้แรงเบา (Light load) ใช้สัญลักษณ์ สีน้ำเงิน

(3) สปริงที่ให้แรงปานกลาง (Medium Load) ใช้สัญลักษณ์ สีแดง

(4) สปริงที่ให้แรงหนัก (Heavy Load) ใช้สัญลักษณ์ สีเขียว

(5) สปริงที่ให้แรงหนักพิเศษ (Extra Heavy Load) ใช้สัญลักษณ์ สีน้ำตาล

(7) สปริงยูเรเทน (Urethane Suring) คือ สปริงที่ทำจากสารเคมีสังเคราะห์ยูเรเทน ซึ่ง เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น ทนต่อการกัดกร่อน และทนน้ำมันได้ดี

4. สลักเดือย สามารถแบ่งออกได้กี่ประเภท มีอะไรบ้าง

สลักเดือย สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. สลักเดือยเรียว (Taper Dowel Pin) คือ สลักที่มีความเรียวตลอดความยาว ส่วนมากมี อัตราเรียว 1:50 เป็นสลักเดือยที่เหมาะกับการใช้กำหนดตำแหน่งแม่พิมพ์โลหะ อายุการใช้งานยาว ๆ มี ความแม่นยำสูง ค่าพิกัดความเผื่อ ±0.002 มิลลิเมตร ถอดใส่ได้หลายครั้งโดยยังคงมีความแม่นยำ

2. สลักเดือยแบบตรง (Straight Dowel Pin) คือ สลักที่มีความตรงตลอดความยาว ใช้กับ แม่พิมพ์โลหะที่มีอายุการใช้งานไม่มาก เป็นแม่พิมพ์โลหะทั่ว ๆ ไป เมื่อถอดประกอบบ่อย ๆ จะทำให้หลวม ต้องเปลี่ยนขนาดให้โตขึ้นเพราะเป็นการสวมอัด สลักเดือยตรงแบบตรงนี้มี 2 ชนิด ดังนี้

(1) แบบแท่งตัน เหมาะกับรูกำหนดตำแหน่งที่เจาะทะลุ

(2) แบบแท่งตันมีรูเกลียวตรงกลาง เหมาะกับรูกำหนดตำแหน่งที่ไม่เจาะทะลุเป็นรูบอด (Blind Hole) รูเกลียวในสลักมีไว้ใส่เกลียวเพื่อดึงสลักเดือยออก

5. แผ่นสำเร็จ คือ

แผ่นสำเร็จ (Finished Pilate) คือ เหล็กแผ่นที่ใช้สำหรับทำแม่พิมพ์โลหะ มีหลายชนิดของเหล็ก ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้ทำชิ้นส่วนใดของแม่พิมพ์โลหะ มีตั้งแต่เหล็กเหนียว เหล็กคาร์บอน เหล็กเครื่องมือ มีหลายขนาดให้เลือกได้ตามความต้องการ

	ใบงานที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 3-4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

เลือกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะและแยกประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 เข้าใจประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.3 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ควรระมัดระวังการใช้อุปกรณ์และรักษาความสะอาด

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน เช่น กระดาษปรู๊ฟ ปากกาหลากสี ดินสอ ยางลบ ไม้บรรทัด

7.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

ให้นักเรียนนักศึกษาศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และทำสรุปเป็น mind mapping ลงในกระดาษปรู๊ฟและตกแต่งให้สวยงาม

7.3 ปฏิบัติตามใบงานที่ 2

7.4 หลังจากปฏิบัติใบงานเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ

7.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

7.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เกี่ยวกับความหมาย ประเภท หลักการทำงาน ส่วนประกอบ วัสดุที่ใช้ และขั้นตอนการออกแบบแม่พิมพ์โลหะได้อย่างเป็นระบบ ผ่านการถ่ายทอดความคิดในรูปแบบแผนผังความคิดที่มีลำดับและความสัมพันธ์ชัดเจน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเชิงโครงสร้างมากขึ้น ลดการท่องจำ และสามารถอธิบายแนวคิดได้ด้วยภาษาของตนเอง

9. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบกิจกรรมที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

เลือกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะและแยกประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 เข้าใจประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.3 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาเคมีสีต่าง

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรม

6.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

- ให้ผู้เรียนนำเสนอใบงานที่ 2 หน้าชั้นเรียน รายกลุ่ม

6.3 ปฏิบัติกิจกรรมที่ 2

6.4 หลังจากปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บใบงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

6.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

6.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้พร้อมสำหรับปฏิบัติใบงานต่อไป

7. สรุปและอภิปราย

ภาพสามมิติเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มความสมจริงและการมองเห็นในงานออกแบบและสร้างสรรค์ด้วยการแสดงทั้งความกว้าง ความยาว และความลึก ทำให้มีบทบาทสำคัญในหลายอุตสาหกรรม ตั้งแต่วิศวกรรมไปจนถึงความบันเทิง การเรียนรู้และพัฒนาทักษะการสร้างภาพสามมิติสามารถต่อยอดสู่การใช้งานในระดับมืออาชีพได้อย่างหลากหลาย

8. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบมอบหมายงานที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 2-4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

เลือกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะและแยกประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 เข้าใจประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.3 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. รายละเอียดของงาน

ให้นักเรียนนักศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวแบบงานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะ กลุ่มละ 1 ชิ้น

6. กำหนดเวลาส่งงาน สัปดาห์ที่ 5

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

นักเรียนนักศึกษาค้นคว้าหาแบบงานชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์โลหะที่ตนเองสนใจในอินเตอร์เน็ต และนำนำเสนอหน้าชั้นเรียนในสัปดาห์ต่อไป

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- ห้องสมุดวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย
- แหล่งข้อมูลในอินเตอร์เน็ตช่องทางต่าง ๆ

9. การประเมินผล

- แบบชิ้นงานแม่พิมพ์โลหะ
- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อธิบายอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ เพราะว่าเครื่องมือจะช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในงานช่างต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานบำรุงรักษา งานติดตั้ง งานแม่พิมพ์โลหะ งานซ่อมแซม/ดัดแปลง ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือวัด ตัด เจาะ ไส จับยึด ถอดประกอบ การเชื่อม ได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เครื่องมือวัดงานช่าง

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวเข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเครื่องมือวัดงานช่างได้อย่างถูกต้อง

4.2 เข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 เลือกใช้เครื่องมืองานช่างและเลือกใช้เครื่องมือวัดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.5 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. สาระการเรียนรู้

งานเขียนแบบภาพฉาย

1.1 เครื่องมือวัดงานช่าง

1.2 เครื่องมือวัดชิ้นงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (Project-Based Learning)

6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำการทบทวนเนื้อหาที่เรียนในสัปดาห์ที่ 2

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม

6.2.3 ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง อุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ

6.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องงานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

6.4.3 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 3

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ

7.2 ใบงานที่ 2.1 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง อุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ จากสื่อออนไลน์

7.3 สื่อ Power Point เรื่อง อุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบประเมินใบงาน ตามใบงานที่ 3

8.1.2 แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3

8.1.3 คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 3 งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม ตามใบงานที่ 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ จากสื่อออนไลน์

9.1.2 การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1 ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก หน่วยที่ 3 งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ

- แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3

9.2.2. สาธิตการปฏิบัติงาน

- การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 3 งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ

9.3.2. สังเกตการอภิปรายหน้าชั้นเรียนแบบกลุ่ม

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

	ใบความรู้ที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อธิบายอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ เพราะว่าเครื่องมือจะช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในงานช่างต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานบำรุงรักษา งานติดตั้ง งานแม่พิมพ์โลหะ งานซ่อมแซม/ดัดแปลง ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือวัด ตัด เจาะ ไส จับยึด ถอดประกอบ การเชื่อม ได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เครื่องมือวัดงานช่าง

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวเข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเครื่องมือวัดงานช่างได้อย่างถูกต้อง

4.2 เข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 เลือกใช้เครื่องมืองานช่างและเลือกใช้เครื่องมือวัดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.5 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เนื้อหาสาระ

1. เครื่องมืองานช่าง

ช่าง หมายถึง ผู้ที่ชำนาญในการฝึกฝน หรือศิลปะอย่างใดอย่างหนึ่ง

งานช่าง หมายถึง การทำงานหรือสิ่งที่เกิดจากการทำงานของช่าง มีหลายประเภทหลายสาขา เช่น ช่างไฟฟ้า ช่างประปา ช่างไม้ ช่างโลหะ ช่างกลโรงงาน ช่างยนต์ ช่างแม่พิมพ์โลหะ เป็นต้น

งานช่างพื้นฐาน หมายถึง งานช่างเบื้องต้นที่ทุกคนสามารถทำได้ งานช่างพื้นฐานส่วนใหญ่จึงเป็นงานที่เกี่ยวกับงานซ่อมแซมแก้ไขสิ่งของเครื่องใช้ในบ้านที่ชำรุดเสียหายเล็กๆ น้อยๆ หรือสร้างสิ่งของเครื่องใช้ง่ายๆ ไม่ยุ่งยากสลับซับซ้อน เช่น การเปลี่ยนก๊อกน้ำ การต่อท่อประปา การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า เป็นต้น

เครื่องมืองานช่าง หมายถึง สิ่งที่นำมาใช้ในการซ่อม สร้าง และดัดแปลงเกี่ยวกับงานช่าง เช่น งานดัด งานตอก งานวัด งานเจาะ งานไส งานติดตั้ง งานถอดเปลี่ยน งานจับยึด เป็นต้น เครื่องมือที่จำเป็นในงานช่างพื้นฐานที่ทุกคนควรรู้ และสามารถนำไปใช้ในการประกอบการปฏิบัติงานซ่อมแซม งานประกอบ งานติดตั้ง งานจับยึด สำหรับเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่นำมาใช้งานกันทั่วไป

1.1 เครื่องมือปรับผิว

ตะไบ ใช้สำหรับการปรับผิวชิ้นงานให้เรียบหรือตกแต่งชิ้นงานให้มีขนาดตามต้องการ รูปร่างของตะไบนอกจากถูกกำหนดโดยลายตัดขวาง ความถี่ และความลึกของร่องตัด ยังมีผลต่อขนาดของฟันอีกด้วย คือ ตะไบหยาบจะมีฟันลึกและห่างใช้สำหรับงานปาด ส่วนตะไบละเอียดจะมีฟันตัดตื้นและถี่ เหมาะสำหรับงานตกแต่งขั้นสุดท้าย ตะไบมีหลายชนิด คือ ตะไบแบน ตะไบท้องปลิง ตะไบสามเหลี่ยม ตะไปกลม ส่วนตะไบที่ใช้ในงานไม้ เรียกว่า บุ้ง สำหรับงานตกแต่งแม่พิมพ์โลหะจะนิยมนำตะไบชุดมาใช้งานเนื่องจากมีหลายขนาดและหลายรูปทรง

1.2 เครื่องมือจับยึด

คีม ใช้จับยึดชิ้นงานให้ติดกันหรือดึงชิ้นงาน นอกจากนั้นยังใช้จับ บีบ ดัด ตัด คีมจะมีด้ามโลหะติดกับปากคีม ถ้าใช้ในงานไฟฟ้าจะมีฉนวนหุ้มด้ามคีมทั้งสองข้าง การนำคีมมาใช้งานที่เหมาะสม ดังนี้

2.1 คีมถ่างแหวน (ปลายตรง) ใช้สำหรับถ่างแหวนสปริงในการถอดประกอบ

2.2 คีมปากเรียว ใช้สำหรับจับชิ้นงานชิ้นเล็กๆ หรือตะปูสั้น

2.3 คีมปากแบน ใช้สำหรับจับโลหะแบนหรือสายไฟ

2.4 คีมตัดพลาสติก ใช้สำหรับงานตัดพลาสติก

2.5 คีมปากเป็ด ใช้สำหรับ จับ ตัด ม้วน โลหะ

2.6 คีมปากเลื่อน ใช้สำหรับจับนัตโดยสามารถเลื่อนความกว้างของปากคีมได้

2.7 คีมปากนกแก้ว ใช้สำหรับถอนตะปู ตัดหัวตะปู ตัดลวด และโลหะเนื็อแข็ง

2.8 คีมล็อก ใช้สำหรับจับนัตหรือชิ้นงานเพื่อป้องกันการหมุนหรือเลื่อนโดยปากปรับขยายให้กว้างขึ้นได้และล็อกให้แน่น

2.9 คีมปากฉนวน ใช้สำหรับงานไฟฟ้า โดยเฉพาะการปอกสายไฟฟ้า

1.3 เครื่องมือสำหรับขัน

ประแจ ใช้สำหรับการขันหัวสกรูหรือนัต ประแจมีหลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ ดังนี้

3.1 ประแจปากตาย ใช้สำหรับขัน คลาย ในที่โล่งๆ กว้างๆ ข้อจำกัดจะจับนัตลื่นได้ง่าย

3.2 ประแจคอม้า ใช้สำหรับงานขันท่อโลหะหรือข้อต่อที่มีผิวกลม ไม่เหมาะสำหรับใช้ขันนัต เพราะจะทำให้หัวนัตเสียหาย

3.3 ประแจแหวน ใช้สำหรับขัน หรือคลายเข้าในที่เป็นซอกหรือหลุม แต่ลึกไม่มาก

3.4 ประแจบล็อก ใช้สำหรับขัน หรือคลาย หรือจับนัต

3.5 ประแจเลื่อน ใช้สำหรับขันเกลียว นัต หรือยึดอุปกรณ์ต่างๆ มีลักษณะเป็นด้ามยาวส่วนหัวมีรูปทรงพอดีกับอุปกรณ์ เพื่อใช้สำหรับขัน ปากจับสามารถปรับขนาดได้

3.6 ประแจแอล ใช้สำหรับขันสกูรหัวฝังรูปหกเหลี่ยม

1.4 เครื่องมือสำหรับไข

ไขควง ใช้สำหรับการขันหรือคายตระปูเกลียว ไขควงแต่ละชนิดมีลักษณะคล้ายๆ กัน คือ มีส่วนที่เป็นด้ามจับทำด้วยไม้หรือพลาสติก ส่วนที่เป็นไขควงจะเป็นเหล็กกลมหรือสี่เหลี่ยม ไขควงแบ่งออก ดังนี้

4.1 ไขควงแบน ใช้สำหรับขันสกรูที่มีช่องผ่าตลอด

4.2 ไขควงแฉก มีลักษณะเหมือนไขควงแบน ต่างกันที่ปลายไขควงจะเป็นสี่แฉกใช้ขันสกรูที่มีช่องผ่าสี่แฉก

4.3 ไขควงบล็อก มีลักษณะเหมือนไขควงแบน ต่างกันตรงปลายไขควงจะเป็นหัวเหลี่ยมใช้สำหรับนัตหัวเหลี่ยม

1.5 เครื่องมือสำหรับตอก

ค้อน ใช้สำหรับตอก มีหลายชนิด เช่น ค้อนหัวกลม ค้อนหัวยาง ค้อนพลาสติก ค้อนทองเหลือง ค้อนอะลูมิเนียม ค้อนหัวหงอน ค้อนไม้ เป็นต้น

1.6 เครื่องมือสำหรับตัด

เลื่อย มีชื่อเรียกตามลักษณะการใช้งานและลักษณะรูปร่าง ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นใบเลื่อยซึ่งทำด้วยเหล็กบาง มีฟันเรียงกันตลอดความยาว และส่วนที่เป็นด้ามจับ ดังนี้

6.1 เลื่อยมือ โครงเลื่อยเหล็กมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกัน ขึ้นกับบริษัทผู้ผลิต แต่ช่วงที่ใส่ใบเลื่อยจะมีระยะห่างเท่ากัน มีรูและสลักสำหรับยึดให้ใบเลื่อยตึงและปรับระยะได้ตามขนาดความยาวของใบเลื่อย

6.2 เครื่องเลื่อยกล (Power Hack Saw) คือเครื่องจักรกลอีกชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นในการใช้งานสำหรับช่างกลโรงงาน ใช้สำหรับการเลื่อยตัดเหล็ก มีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับดัน และมีช่วงชักแน่นอนสม่ำเสมอ

1.7 เครื่องมือสำหรับยึด

แคลมป์ (Clamp) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ยึดของสองชิ้นเข้าด้วยกัน ด้วยแรงบีบเข้าหรือดันออกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหว เพิ่มความสะดวกรวดเร็ว ปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งต่างจากปากกาจับชิ้นงาน (Vise/Vice) ที่ใช้ในการยึดจับชิ้นงานไว้กับโต๊ะ แคลมป์มีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับรูป แบบการใช้งาน และประสิทธิภาพ ใช้งานยาก-ง่าย แบ่งออกได้ ดังนี้

7.1 สปริงแคลมป์ ลักษณะคล้ายไม้หนีบที่มีสปริงตัวใหญ่อยู่ภายใน ข้อเสียที่ไม่สามารถกำหนดแรงหนีบจับชิ้นงานได้ ขึ้นอยู่กับความแข็งของสปริงและระยะการหนีบ

7.2 ซีแคลมป์ (C-Clamp) ลักษณะที่มีโครงเป็นรูปตัวซี ใช้ระบบมือหมุนเกลียวในการสร้างแรงบีบ ควรตรวจสอบผิวหน้าที่สัมผัสชิ้นงานว่าผลิตมาเรียบ ไม่มีรอยครีบหรือรอยต่อแม่พิมพ์ ซึ่งอาจทำให้ชิ้นงานเป็นรอยเกิดการเสียหายได้

7.3 ควิกซีแคลมป์/บาร์แคลมป์ (Quick C-Clamp/Bar Clamp) ซีแคลมป์ที่เพิ่มปุ่มกดเพื่อเลื่อนปรับขนาดได้ง่ายและเร็วขึ้นโดยไม่ต้องค่อยๆ หมุนเกลียว แต่จะทำให้เกิดการลดความแข็งแรง

7.4 เอฟแคลมป์ (F-Clamp) มีลักษณะรูปร่างเหมือนตัวเอฟ โดยแขนข้างหนึ่งสามารถ เลื่อนเข้า-ออกได้ ขณะที่อีกข้างยึดติดอยู่กับที่สามารถเลื่อนปรับ ขนาดได้อย่างรวดเร็วใช้ได้กับวัตถุขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่

7.5 สปีดแคลมป์/ควิกแคลมป์ (Speed Clamp/Quick Clamp) มีลักษณะแขนคล้ายเอฟแคลมป์ แต่เพิ่มความเร็วในการใช้งานจากระบบหมุนเกลียว เป็นการบีบไกเพื่อเพิ่มแรงบีบเรื่อยๆ และมีปุ่มหรือไกสำหรับคลายออก

7.6 แคนท์ทวิสท์แคลมป์ (Kant-Twist clamp) นำมาใช้ในงานเหล็กและงานอุตสาหกรรมออกแบบมาเพื่อให้แรงบีบมากกว่าซีแคลมป์ ส่วนที่สัมผัสชิ้นงานทำจากทอง แดง แต่ใช้งานได้ค่อนข้างช้าเพราะเป็นระบบเกลียวมือหมุน

7.7 แคลมป์ท่อ (Pipe Clamp) ใช้ในการจับชิ้นงานได้หลากหลายขนาดที่สุด เพราะสามารถเลือกความยาวของแคลมป์ด้วยการเลือกความยาวของท่อ แต่มีข้อเสียตรงส่วนพื้นที่สัมผัสชิ้นงานน้อย

7.8 แคลมป์ขนาน (Parallel Clamp) สามารถปรับขนาดระหว่างแขนได้ง่าย มีพื้นที่สัมผัสชิ้นงานมากและทำมุม 90° กับแกน นำมาใช้ในงานประกอบชิ้นงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงได้ดี แต่ไม่เหมาะกับการใช้ยึดจับชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก

7.9 แคลมป์เข้ามุม (Mitre Clamp) นำมาใช้ในการประกอบงานเข้ามุมโดยเฉพาะ ทำให้การเข้ามุมเป็นเรื่องง่าย แต่สามารถทำได้เฉพาะมุม 90° เท่านั้น

7.10 แคลมป์นก (Toggle Clamp) นำมาใช้สำหรับการยึดชิ้นงานให้ติดกับโต๊ะหรือจิ๊ก ด้วยสกรูนิยมใช้ในขั้นตอนการขึ้นรูปงาน

2. เครื่องมือวัดชิ้นงาน

2.1 บรรทัดเหล็ก คือ เครื่องมือวัดขั้นพื้นฐานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถใช้วัดขนาดของงานได้อย่างรวดเร็วและยังใช้เป็นบรรทัดสำหรับขีดระยะงาน ปกติบรรทัดเหล็กสร้างจากแผ่นเหล็กแหนบที่อาบผิว หรือเหล็กไร้สนิม มีความหนาไม่เกิน 1 มิลลิเมตร และไม่บางกว่า 0.3 มิลิเมตร ความกว้างและความยาวของบรรทัดเหล็กนั้นมีหลายขนาด เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2.2 เวอร์เนียร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers) การวัดขนาดชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมต้องใช้ต้องใช้เครื่องมือวัดที่คล่องตัว สามารถวัดขนาดงานได้หลายลักษณะ เช่น งานวัดขนาดภายนอก วัดขนาดภายใน วัดลึก เป็นต้น รวมอยู่ในเครื่องมือเดียวกันและมีค่าความละเอียดพอสมควร เครื่องมือชนิดนี้เรียกว่าเวอร์เนียร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers)

2.3 ไมโครมิเตอร์ คือ เครื่องมือวัดละเอียดอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในงานแม่พิมพ์โลหะ ได้มีการพัฒนาปรับปรุงให้สามารถใช้งานได้สะดวกและละเอียดมากขึ้น ไมโครมิเตอร์แบ่งออก 3 ประเภท ดังนี้

3.1 ไมโครมิเตอร์วัดนอก ใช้สำหรับงานวัดความโตด้านนอกของชิ้นงาน

3.2 ไมโครมิเตอร์วัดใน โดยทั่วไปของไมโครมิเตอร์วัดในใช้สำหรับงานวัดความโตรูในของชิ้นงาน

3.3 ไมโครมิเตอร์วัดลึก มีลักษณะเป็นการรวมกันระหว่างเวอร์เนียร์วัดลึกกับไมโครมิเตอร์ คือส่วนล่างจะเป็นตัวสะพานยันกดแนบกับผิวงานขณะวัด ผิวประกบงานของสะพานยันจะทำให้ลำตัวของไมโครมิเตอร์วัดลึกตั้งฉากกับผิวงาน ส่วนบนเป็นลักษณะสร้างของไมโครมิเตอร์มีปลอกหมุนกระทบเลื่อนปลอกหมุนวัด ก้านสเกลและแหวนเกลียวล็อค ใช้สำหรับวัดขนาดความยาวของรูเจาะของชิ้นงาน

2.4 นาฬิกาวัด (Dial Gauge) นาฬิกาวัดเป็นเครื่องมือวัดที่อ่านค่าระยะทางการเคลื่อนที่ของแกนวัดด้วยเข็มซึ่งติดอยู่กับหน้าปัทม์โดยอ่านค่าความแตกต่างที่ได้จากการอ้างอิงค่ามาตรฐานใดๆ ใช้วัดระดับความเป็นระนาบ ความขนาน ระยะเยื้องศูนย์ นาฬิกาวัดที่มีอยู่ในปัจจุบัน พอที่จะจำแนกตามหลักการทำงานได้ 2 ชนิด คือ

4.1. นาฬิกาวัดชนิดมาตรฐาน

4.2. นาฬิกาวัดชนิดกาน

2.5 คอมพาเรเตอร์ (COMPARATOR) คือ ชุดจับยึดนาฬิกาวัดที่มีฐานขนาดใหญ่ ซึ่งทำด้วยเหล็กหล่อหรือหินแกรนิต และเสาลักษณะเป็นเพลาทรงกระบอก สามารถปรับเลื่อนขึ้นลงได้ในแนวดิ่ง ในการวัดขนาดงานจะใช้ร่วมกับนาฬิกาวัด ลักษณะการใช้งานใช้สำหรับตรวจสอบเปรียบเทียบขนาดชิ้นงานที่ต้องการวัดจำนวนมากๆ ให้ได้ขนาดที่ถูกต้องและรวดเร็ว

2.6 เครื่องวัดขนาดชิ้นงานแบบ 3 มิติ หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า CMM (Coordinate Measuring Machine) คือ เครื่องมือที่สามารถวัดงานได้ทั้ง X axis, Y axis และ Z axis ทั้ง 3 แกน โดยเครื่องวัดขนาดชิ้นงานประเภทนี้ สามารถวัดขนาดชิ้นงานได้อย่างละเอียดและครอบคลุมการวัดชิ้นงานได้มากกว่า เครื่องวัดขนาดชิ้นงานประเภท Profile projector และ Video measuring เสียอีก เรียกได้ว่า CMM เครื่องนี้สามารถวัดค่าและแสดงผลภาพเป็นแบบ 3D มีทั้งแบบ Manual แบบ CNC (อัตโนมัติ) และแบบเคลื่อนที่ CMM มีความละเอียดของเครื่องอยู่ที่ 0.001 หรือ 0.0001mm มีความแม่นยำสูง โดยใช้ระบบสัมผัส Touch probe สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องสแกน เพื่อทำงานร่วมกันได้อีกด้วย

2.7. วงเวียนถ่ายขนาด (Caliper and Divider) นำมาใช้กับลักษณะงาน การวัดเปรียบเทียบขนาดงาน งานตรวจสอบขนาดงานว่าเล็กหรือใหญ่กว่าขนาดกำหนด และงานวัดขนาดที่มีลักษณะตกร่องภายนอก เมื่อต้องการความสะดวกรวดเร็วและไม่ต้องการค่าวัดที่ละเอียดมากนัก

ลักษณะของคาลิปเปอร์ มีลักษณะคล้ายกับวงเวียน สามารถถ่ายขนาดเพื่อวัดขนาดชิ้นงานได้ทั้งภายนอกและภายในด้วยขาของคาลิปเปอร์ คาลิปเปอร์สามารถแยกตามประเภทของงานได้ 2 ประเภท ดังนี้

7.1 คาลิปเปอร์วัดนอก (Outside Caliper) เรียกกันทั่วไปว่า “เขาควาย” ใช้วัดหรือตรวจสอบขนาดภายนอกของชิ้นงาน ขาของเขาควายมีลักษณะโค้งเข้าเพื่อหลบผิวชิ้นงาน ลักษณะสร้างของคาลิปเปอร์ที่ใช้วัดขนาดภายนอก สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1 คาลิปเปอร์แบบปรับขนาดด้วยความฝืด คือ คาลิปเปอร์ที่แขนวงเวียนมีลักษณะบางแข็งแรง และไม่บิดงอง่าย สร้างด้วยเหล็กสปริง แขนวงเวียนทั้งสองยึดติดกันด้วยหมุดย้ำ การกางออกหรือหุบเข้าด้วยวิธีการเคาะที่แขนวงเวียน

2 คาลิปเปอร์ปรับขนาดด้วยแป้นเกลียว คือ คาลิปเปอร์ที่มีลักษณะแขนวงเวียนค่อนข้างใหญ่ เพราะทำจากเหล็กอ่อนขาของวงเวียนจะหุบเข้าหากันตลอดเวลาด้วยแรงสปริง ระยะห่างของเกลียวสัมผัสปรับด้วยการหมุนแป้นเกลียวเข้า/ออกตามต้องการ

7.2 คาลิปเปอร์วัดใน (Inside Caliper or Divider) เรียกกันทั่วไปว่า "ตีนผี" ใช้วัดหรือตรวจสอบขนาดภายในชิ้นงาน เช่น รูเจาะหรือรูคว้านโตๆ เป็นต้น ขาของวงเวียนทำให้มีลักษณะโค้งออกเพื่อให้เขี้ยวสัมผัสกับผิวชิ้นงานด้านใน ลักษณะของวงเวียนแบบนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1 แบบปรับขนาดด้วยความฝืด

2 แบบปรับขนาดด้วยแป้นเกลียว แบบปรับขนาดด้วยแป้นเกลียวขาของวงเวียนจะกางออกตลอดเวลาด้วยแรงสปริง ระยะห่างของเขี้ยวสัมผัสปรับด้วยการหมุนแป้นเกลียวเข้าออกตามต้องการ

2.8 ฉาก คือ เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบมุมของชิ้นงานว่าได้ฉากหรือไม่ (ทำมุม 90 องศา) จะเรียกชื่อตามลักษณะ

2.9 ฉากผสม คือ เครื่องมือที่มีประโยชน์ใช้งานได้หลายอย่าง เช่น ใช้ในงานร่างแบบ วัดมุมฉาก วัดมุม หาศูนย์กลางชิ้นงาน งานตรวจสอบระดับความเอียงผิว

2.10 ระดับน้ำ (Precision Leveler) คือ เครื่องมือวัดแบบมีขีดสเกล มีทั้งแบบสเกลเมตริกและสเกลอังกฤษ ระดับน้ำจะถูกใช้ในการวัดระดับเพื่อทำการติดตั้งเครื่องมือเครื่องจักรในโรงงาน ให้อยู่ในแนวระดับที่ต้องการ โดยอาศัยกฎการเคลื่อนที่ของของเหลว เรียกว่า ระดับน้ำ สามารถทำการวัดได้ทั้งแนวดิ่งและแนวนอน

2.11 ใบวัดมุม (Bevel Protractor) การผลิตชิ้นงานให้ได้ขนาดตามแบบกำหนด บางครั้งจะต้องทำชิ้นงานให้เป็นมุม วิธีทำชิ้นงานให้มีลักษณะเป็นมุมอาจจะมีจุดมุ่งหมายเพื่อลบคมให้สวยงาม และเพื่อการประกอบกับชิ้นงานอื่น การวัดหรือการตรวจสอบมุมของชิ้นงานอย่างไม่ละเอียดนัก เช่น ± 1 องศา จะใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า "ใบวัดมุม"

2.12 บรรทัดวัดมุมสากล (Universal bevel protractor) ชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะหรือชิ้นงานบางชิ้นจะมีลักษณะเป็นมุม เช่น ร่องทางเหยี่ยว ร่องนำเลื่อน มุมต่างๆ ของเฟืองกัด และมุมของเฟืองดอกจอก เป็นต้น เครื่องมือวัดมุมที่ใช้วัดหรือตรวจสอบเรียกว่า "บรรทัดวัดมุมสากล"

2.13 เกจ (Gauge)

13.1 เกจบล็อค (Gauge Block, Slip Gauge) คือ แท่งทดสอบขนาดมาตรฐาน ใช้ในการทดสอบขนาดเครื่องมือวัดใน การวัดขนาดงาน และใช้วัดเปรียบเทียบ ดังนั้น เกจบล็อคสร้างขึ้นมาให้มีขนาดแน่นอน ผิวของเกจบล็อคจะมีความเรียบเป็นมันเงา มีขนาดให้เลือกหลายขนาดตามต้องการ ลักษณะรูปร่างของเกจบล็อค แบ่งออกได้ 3 แบบ คือ 1) แบบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2) แบบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 3) แบบรูปทรงกระบอก

13.2 เกจก้ามปู คือ เกจที่ใช้ตรวจสอบขนาดของชิ้นงานโดยเฉพาะขนาดใดขนาดหนึ่งเท่านั้น ส่วนมากจะใช้ในงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล โดยในเกจตัวเดียวกันนั้นจะมีปากวัดค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดในตัวเดียวกัน และขนาดของปากวัดที่แตกต่างกันนี้ไม่ได้แตกต่างกันมาก แต่จะแตกต่างกันในพิกัดความเผื่อเล็กน้อยเท่านั้น ลักษณะของเกจก้ามปูแบ่งได้ ดังนี้

1 เกจก้ามปูที่ใช้ตรวจสอบชิ้นงานขนาดเล็ก

2 เกจก้ามปูที่ใช้ตรวจสอบชิ้นงานขนาดใหญ่ เพื่อไม่ให้ลำตัวของเกจก้ามปูยาวเกินไป ซึ่งยากต่อการเก็บและบำรุงรักษา จึงรวมปากวัดทั้งคู่ไว้ด้านเดียวกัน

13.3 เกจทรงกระบอก (Plug gauge) ใช้สำหรับตรวจสอบขนาดของรูต่างๆ

13.4 เกจวัดความโตรูคว้าน (TELESCOPING GAUGE SETS) คือ เครื่องมือวัดประเภทถ่ายทอดขนาด ลักษณะการใช้งานเพื่อใช้วัดเส้นผ่าศูนย์กลางรูขนาดโตที่ไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดแบบมีสเกลเข้าไปวัดได้ จึงนำเกจวัดขนาดรูที่วัดได้มาเปรียบเทียบ หรือวัดขนาดจากเวอร์เนียคาลิปเปอร์ หรือไมโครมิเตอร์ เพื่อให้ทราบค่าและขนาดที่วัดได้ เกจวัดความโตรูคว้าน 1 ชุด ประกอบด้วยเกจวัดขนาดต่างๆ กันจำนวน 6 ตัว เพื่อสามารถเลือกใช้ได้เหมาะสมกับขนาดของรูชิ้นงาน ขนาดของเกจวัดในระบบเมตริกรูใหญ่กว่า 8 มม. ขึ้นไป และไม่เกิน 150 มม. ในระบบอังกฤษรูขนาด $\frac{5}{16}$ นิ้วขึ้นไป และไม่เกิน 6 นิ้ว

13.5 หวีวัดฟันเกลียว (Thread Pitch Gauge) การผลิตเกลียวขึ้นมาใหม่ หรือการกำหนดขนาดเพื่อจัดซื้อ จำเป็นต้องทราบค่าระยะพิตช์ (Pitch) ของเกลียวตัวเดิมเสียก่อน การวัดระยะพิตช์และการตรวจสอบความถูกต้องของรูปฟันเกลียวได้สะดวกและรวดเร็ว จึงใช้เครื่องมือตรวจสอบที่มีชื่อว่า “หวีวัดฟันเกลียว”

12.4 เครื่องวัดความแข็ง (Hardness Tester) คือ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความแข็งของวัสดุ โดยคำนิยามของความแข็ง คือ ความทนของวัสดุต่อการเสียรูป มีวิธีการทดสอบความแข็งมากกว่า 12 วิธี ที่ได้รับการยอมรับ แต่วิธีการที่ได้รับความความนิยมมากที่สุดคือแบบ Rockwell จะให้ผลลัพธ์เป็น Rockwell hardness scale ซึ่งถูกใช้ในการวัดความแข็งของโลหะ การทดสอบความแข็งแบบ Rockwell มีวิธีการที่ถูกกำหนดขึ้นอย่างเคร่งครัดและถูกสร้างขึ้นเพื่อการทดสอบความแข็งแบบนี้เท่านั้น

ความแข็งของโลหะจะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบและสถานะของโลหะ เช่น เหล็กเป็นโลหะผสมมีส่วนประกอบของธาตุต่างๆ มากมาย ระดับของธาตุที่ผสมอยู่ในเหล็กจะส่งผลต่อความแข็งของเหล็ก วิธีการวัดความแข็งอื่นๆ เช่น Brinell hardness, Vickers, Knoop hardness และ Shore เป็นต้น

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบหน่วยที่ 3

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวเลือกหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใด หมายถึง ผู้ที่ชำนาญในการฝีมือ หรือศิลปะอย่างใดอย่างหนึ่ง
   ก. ช่าง
   ข. งานช่าง
   ค. ช่างพื้นฐาน
   ง. ช่างวิศวกรรม
2. ข้อใดคือเครื่องมือที่ใช้ในการปรับชิ้นงานให้ได้ขนาดและมีผิวเรียบ
   ก. เลือย
   ข. ไขควง
   ค. ตะไบ
   ง. ประแจ
3. ข้อใดคือเครื่องมือที่ขันหัวนัตได้หลายขนาด
   ก. ประแจปากตาย
   ข. ประแจบล็อก
   ค. ประแจแหวน
   ง. ประแจเลื่อน
4. ข้อใดคือเครื่องมือที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ
   ก. ค้อนหัวยาง
   ข. ค้อนหัวหงอน
   ค. ค้อนหัวกลม
   ง. ค้อนพลาสติก
5. ข้อใดหมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้ยึดของสองชิ้นเข้าด้วยกันด้วยแรงบีบเข้าหรือดันออกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหว
   ก. แคลมป์
   ข. รีบล็อก
   ค. เวอร์เนียร์
   ง. ไมโครมิเตอร์
6. ข้อใด คือ เครื่องมือวัดขนาดชิ้นงานที่มีค่าวัดความละเอียดน้อยที่สุด
   ก. นาฬิกาวัด ข. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
   ค. ไม้บรรทัด ง. ไมโครมิเตอร์
7. ข้อใดคือเครื่องมือวัดขนาดชิ้นงานที่ไม่สามารถอ่านค่าวัดออกมาเป็นตัวเลขได้

ก. นาฬิกาวัด

ข. ฉากผสม

ค. ไม้บรรทัด

ง. คาลิปเปอร์วัดใน

8. ข้อใด เป็นเครื่องมือวัดที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบระดับความเอียงของผิวชิ้นงาน

ก. นาฬิกาวัด

ข. ฉากผสม

ค. ไม้บรรทัด

ง. คาลิปเปอร์วัดนอก

9. ข้อใดคือแท่งทดสอบขนาดมาตรฐาน ใช้ในการทดสอบขนาดเครื่องมือวัดในการวัดขนาดงาน และใช้วัดเปรียบเทียบ

ก. เกจบล็อค

ข. ฉากผสม

ค. นาฬิกาวัด

ง. ไมโครมิเตอร์

10. ข้อใดคือเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความแข็งของวัสดุที่ได้รับความความนิยมมากที่สุด

ก. Brinell Hardness

ข. Vickers Hardness

ค. Knoop Hardness

ง. Rockwell Hardness

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3

ตอนที่ 1 คำสั่งให้เขียนตอบบรรยายหรืออธิบายตามหัวข้อต่อไปนี้

1. สิ่งที่นำมาใช้ในการซ่อม สร้าง และดัดแปลงเกี่ยวกับงานช่าง เช่นงานดัด งานตอก งานวัด งานเจาะ งานไส งานติดตั้ง งานถอดเปลี่ยน งานจับยึด หมายถึง

.....

.....

.....

2. ตะไบ ใช้สำหรับ

.....

.....

.....

3. คีมล็อก ใช้สำหรับ

.....

.....

.....

4. ประแจแหวน ใช้สำหรับ

.....

.....

.....

5. แคลมป์ (Clamp) หมายถึง

.....

.....

.....

6. เวอร์เนียร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers) หมายถึง

.....

.....

.....

7. ไมโครมิเตอร์แบ่งออก 3 ประเภท คือ

.....

.....

.....

8. เครื่องวัดขนาดชิ้นงานแบบ 3 มิติ หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า

.....

.....

.....

.....

9. เครื่องมือที่มีประโยชน์ใช้งานได้หลายอย่าง เช่น ใช้ในงานร่างแบบ วัดมุมฉาก วัดมุม หาศูนย์กลางชิ้นงาน งานตรวจสอบระดับความเอียงผิว คือ

.....

.....

.....

.....

10. แท่งทดสอบขนาดมาตรฐาน ใช้ในการทดสอบขนาดเครื่องมือวัดใน การวัดขนาดงาน และใช้วัดเปรียบเทียบ คือ

.....

.....

.....

.....

7. เอกสารอ้างอิง

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die
2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกทักษะ เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

แบบทดสอบหน่วยที่ 3

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวเลือกหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใด หมายถึง ผู้ที่ชำนาญในการฝีมือ หรือศิลปะอย่างใดอย่างหนึ่ง

ก. ช่าง

ข. งานช่าง

ค. ช่างพื้นฐาน

ง. ช่างวิศวกรรม

2. ข้อใดคือเครื่องมือที่ใช้ในการปรับชิ้นงานให้ได้ขนาดและมีผิวเรียบ

ก. เลื่อย

ข. ไขควง

ค. ตะไบ

ง. ประแจ

3. ข้อใดคือเครื่องมือที่ขันหัวนัตได้หลายขนาด

ก. ประแจปากตาย

ข. ประแจบล็อก

ค. ประแจแหวน

ง. ประแจเลื่อน

4. ข้อใดคือเครื่องมือที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

ก. ค้อนหัวยาง

ข. ค้อนหัวหงอน

ค. ค้อนหัวกลม

ง. ค้อนพลาสติก

5. ข้อใดหมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้ยึดของสองชิ้นเข้าด้วยกันด้วยแรงบีบเข้าหรือดันออกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหว

ก. แคลมป์

ข. วีบล็อก

ค. เวอร์เนียร์

ง. ไมโครมิเตอร์

6. ข้อใด คือ เครื่องมือวัดขนาดชิ้นงานที่มีค่าวัดความละเอียดน้อยที่สุด

ก. นาฬิกาวัด

ข. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

ค. ไม้บรรทัด

ง. ไมโครมิเตอร์

7. ข้อใดคือเครื่องมือวัดขนาดชิ้นงานที่ไม่สามารถอ่านค่าวัดออกมาเป็นตัวเลขได้

ก. นาฬิกาวัด

ข. ฉากผสม

ค. ไม้บรรทัด

ง. คาลิปเปอร์วัดใน

8. ข้อใด เป็นเครื่องมือวัดที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบระดับความเอียงของผิวชิ้นงาน

ก. นาฬิกาวัด

ข. ฉากผสม

ค. ไม้บรรทัด

ง. คาลิปเปอร์วัดนอก

9. ข้อใดคือแท่งทดสอบขนาดมาตรฐาน ใช้ในการทดสอบขนาดเครื่องมือวัดในการวัดขนาดงาน และใช้วัดเปรียบเทียบ

ก. เกจบล็อค

ข. ฉากผสม

ค. นาฬิกาวัด

ง. ไมโครมิเตอร์

10. ข้อใดคือเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความแข็งของวัสดุที่ได้รับความความนิยมมากที่สุด

ก. Brinell Hardness

ข. Vickers Hardness

ค. Knoop Hardness

ง. Rockwell Hardness

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3

ตอนที่ 1 คำสั่งให้เขียนตอบบรรยายหรืออธิบายตามหัวข้อต่อไปนี้

1. สิ่งที่นำมาใช้ในการซ่อม สร้าง และดัดแปลงเกี่ยวกับงานช่าง เช่นงานดัด งานตอก งานวัด งานเจาะ งานไส งานติดตั้ง งานถอดเปลี่ยน งานจับยึด หมายถึง

เครื่องมืองานช่าง

2. ตะไบ ใช้สำหรับ

การปรับผิวชิ้นงานให้เรียบหรือตกแต่งชิ้นงานให้มีขนาดตามต้องการ

3. คีมล็อก ใช้สำหรับ

จับนัตหรือชิ้นงานเพื่อป้องกันการหมุนหรือเลื่อนโดยปากปรับขยาย ให้กว้างขึ้นได้และล็อกให้แน่น

4. ประแจแหวน ใช้สำหรับ

ขัน หรือคลายเข้าในที่เป็นซอกหรือหลุม แต่ลึกไม่มาก

5. แคลมป์ (Clamp) หมายถึง

อุปกรณ์ที่ใช้ยึดของสองชิ้นเข้าด้วยกัน ด้วยแรงบีบเข้าหรือ ดันออกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหว เพิ่มความสะดวกรวดเร็ว ปลอดภัยในการทำงาน

6. เวอร์เนียร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers) หมายถึง

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดขนาดชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นเครื่องมือวัดที่คล่องตัว สามารถวัดขนาดงานได้หลายลักษณะ เช่น งานวัด ขนาด ภายนอก วัดขนาดภายใน วัดลึก เป็นต้น รวมอยู่ในเครื่องมือเดียวกันและมีค่าความละเอียดพอสมควร

7. ไมโครมิเตอร์แบ่งออก 3 ประเภท คือ

1. ไมโครมิเตอร์วัดนอก ใช้สำหรับงานวัดความโตด้านนอกของชิ้นงาน

2. ไมโครมิเตอร์วัดใน โดยทั่วไปของไมโครมิเตอร์วัดในใช้สำหรับงานวัดความโตรูในของชิ้นงาน

3. ไมโครมิเตอร์วัดลึก มีลักษณะเป็นการรวมกันระหว่างเวอร์เนียร์วัดลึกกับไมโครมิเตอร์

8. เครื่องวัดขนาดชิ้นงานแบบ 3 มิติ หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า

CMM (Coordinate Measuring Machine) คือ เครื่องมือที่สามารถวัดงานได้ทั้ง X axis, Y axis และ Z axis ทั้ง 3 แกน

9. เครื่องมือที่มีประโยชน์ใช้งานได้หลายอย่าง เช่น ใช้ในงานร่างแบบ วัดมุมฉาก วัดมุม หาศูนย์กลางชิ้นงาน งานตรวจสอบระดับความเอียงผิว คือ

ฉากผสม

10. แท่งทดสอบขนาดมาตรฐาน ใช้ในการทดสอบขนาดเครื่องมือวัดใน การวัดขนาดงาน และใช้วัดเปรียบเทียบ คือ

เกจบล็อค (Gauge Block, Slip Gauge)

	ใบงานที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อธิบายอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ เพราะว่าเครื่องมือจะช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในงานช่างต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานบำรุงรักษา งานติดตั้ง งานแม่พิมพ์โลหะ งานซ่อมแซม/ดัดแปลง ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือวัด ตัด เจาะ ไส จับยึด ถอดประกอบ การเชื่อม ได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เครื่องมือวัดงานช่าง

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวเข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเครื่องมือวัดงานช่างได้อย่างถูกต้อง

4.2 เข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 เลือกใช้เครื่องมืองานช่างและเลือกใช้เครื่องมือวัดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.5 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ควรระมัดระวังการใช้อุปกรณ์และรักษาความสะอาด

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน เช่น กระดาษปรู๊ฟ ปากกาหลากสี ดินสอ ยางลบ ไม้บรรทัด

7.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

ให้นักเรียนนักศึกษาศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และทำสรุปเป็น mind mapping ลงในกระดาษปรู๊ฟและตกแต่งให้สวยงาม

7.3 ปฏิบัติตามใบงานที่ 1

7.4 หลังจากปฏิบัติใบงานเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ

7.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

7.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ผู้เรียนเห็นภาพรวมของเนื้อหาอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนสามารถจำแนกประเภทอุปกรณ์และเข้าใจหน้าที่การใช้งานในกระบวนการผลิตได้ชัดเจนขึ้นเกิดการระดมความคิดและเชื่อมโยงความรู้เชิงเทคนิคกับการใช้งานจริง ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การทำงานกลุ่ม และการสื่อสารหน้าชั้นเรียน โดยรวมช่วยเพิ่มความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานภาคปฏิบัติได้ดีขึ้น

9. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบกิจกรรมที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อธิบายอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ เพราะว่าเครื่องมือจะช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในงานช่างต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานบำรุงรักษา งานติดตั้ง งานแม่พิมพ์โลหะ งานซ่อมแซม/ดัดแปลง ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือวัด ตัด เจาะ ไส จับยึด ถอดประกอบ การเชื่อม ได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เครื่องมือวัดงานช่าง

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวเข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเครื่องมือวัดงานช่างได้อย่างถูกต้อง

4.2 เข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 เลือกใช้เครื่องมืองานช่างและเลือกใช้เครื่องมือวัดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.5 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรม

6.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

- ให้ผู้เรียนนำเสนอใบงานที่ 3 หน้าชั้นเรียน รายกลุ่ม

6.3 ปฏิบัติกิจกรรมที่ 3

6.4 หลังจากปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บใบงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

6.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

6.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้พร้อมสำหรับปฏิบัติใบงานต่อไป

7. สรุปและอภิปราย

กิจกรรมการนำเสนอหน้าชั้นเรียนในหัวข้องานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ ช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า และจัดระบบความรู้เกี่ยวกับประเภท หน้าที่ และการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในงานแม่พิมพ์อย่างเป็นขั้นตอน ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานและยกตัวอย่างการใช้งานจริงได้ชัดเจนมากขึ้น ระหว่างการนำเสนอมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและซักถาม ทำให้เกิดความเข้าใจเชิงลึกและแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ทันที นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสาร การเรียบเรียงเนื้อหา และความมั่นใจในการแสดงออก โดยรวมส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจทั้งภาคทฤษฎีและเชื่อมโยงสู่ภาคปฏิบัติได้ดีขึ้น

8. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบมอบหมายงานที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ	ทฤษฎี 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อธิบายอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ เพราะว่าเครื่องมือจะช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในงานช่างต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานบำรุงรักษา งานติดตั้ง งานแม่พิมพ์โลหะ งานซ่อมแซม/ดัดแปลง ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือวัด ตัด เจาะ ไส จับยึด ถอดประกอบ การเชื่อม ได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เครื่องมือวัดงานช่าง

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวเข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเครื่องมือวัดงานช่างได้อย่างถูกต้อง

4.2 เข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 เลือกใช้เครื่องมืองานช่างและเลือกใช้เครื่องมือวัดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.5 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. รายละเอียดของงาน

ให้นักเรียนนักศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะกลุ่มละ 1 ชิ้น

6. กำหนดเวลาส่งงาน สัปดาห์ที่ 8

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

นักเรียนนักศึกษาค้นคว้าหาอุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะที่ตนเองสนใจในอินเตอร์เน็ตและมานำเสนอหน้าชั้นเรียนในสัปดาห์ต่อไป

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- ห้องสมุดวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย
- แหล่งข้อมูลในอินเตอร์เน็ตช่องทางต่าง ๆ

9. การประเมินผล

- แบบชิ้นงานแม่พิมพ์โลหะ
- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 7-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน	ทฤษฎี 8 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มุ่งให้ผู้เรียนมีความเข้าใจทั้งหลักการและกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานโลหะผ่านระบบแม่พิมพ์ โดยผู้เรียนสามารถอธิบายกลไกการทำงานของส่วนประกอบสำคัญ เช่น พั้นซ์และดาย รวมถึงลำดับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่การป้อนวัสดุจนเกิดเป็นชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ผู้เรียนยังสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวัสดุสำหรับทำแม่พิมพ์ โดยพิจารณาจากชนิดงาน ปริมาณการผลิต และวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับวัสดุโลหะ

3.2 แสดงเข้าใจรูปร่างของชิ้นงาน

3.3 แสดงความรู้วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แยกวัสดุโลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายรูปร่างของชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 เลือกวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.4 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. สาระการเรียนรู้

งานเขียนแบบภาพตัด

1.1 งานวัสดุโลหะ

1. วัสดุโลหะ (Metals)
2. ประเภทวัสดุโลหะ
3. สมบัติของโลหะในงานอุตสาหกรรม
4. วัสดุในงานอุตสาหกรรม

1.2 งานรูปร่างของชิ้นงาน

1. การวางแผ่นชิ้นงาน (Lay out scrap strip)
2. ลักษณะของ Blank แบบต่างๆ

3. การวางตำแหน่งของ Blank

4. การกำหนดขนาดของชิ้นงานกับส่วนที่เหลือ (Scrap strip allowance)

1.3 งานวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

1. วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

2. สมบัติสำหรับเหล็กสร้างแม่พิมพ์โลหะ

3. วัสดุที่ใช้ทำคมตัดแม่พิมพ์โลหะ

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (Project-Based Learning)

6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทบทวนเนื้อหาของสัปดาห์ที่ 6

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม

6.2.3 ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน

6.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงานไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

6.4.3 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 4

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน

7.2 ใบงานที่ 4 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงานจากสื่อออนไลน์

7.3 สื่อ Power Point เรื่อง ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบประเมินใบงาน ตามใบงานที่ 4

8.1.2 แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4

8.1.3 คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 4 งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม ตามใบงานที่ 4

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน จากสื่อออนไลน์

9.1.2 การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก หน่วยที่ 4 งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน

- แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4

9.2.2. สังเกตการปฏิบัติงาน

- การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 4 งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน

9.3.2. สังเกตการอภิปรายหน้าชั้นเรียนแบบกลุ่ม

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

	ใบความรู้ที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 7-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน	ทฤษฎี 8 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มุ่งให้ผู้เรียนมีความเข้าใจทั้งหลักการและกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานโลหะผ่านระบบแม่พิมพ์ โดยผู้เรียนสามารถอธิบายกลไกการทำงานของส่วนประกอบสำคัญ เช่น พั้นช์และดาย รวมถึงลำดับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่การป้อนวัสดุจนเกิดเป็นชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ผู้เรียนยังสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวัสดุสำหรับทำแม่พิมพ์ โดยพิจารณาจากชนิดงาน ปริมาณการผลิต และวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับวัสดุโลหะ

3.2 แสดงเข้าใจรูปร่างของชิ้นงาน

3.3 แสดงความรู้วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แยกวัสดุโลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายรูปร่างของชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 เลือกวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.4 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เนื้อหาสาระ

1. วัสดุโลหะ

วัสดุโลหะ (Metals) หมายถึง วัสดุที่ได้จากการถลุงสินแร่ต่างๆ ได้แก่ เหล็ก ทองแดง อลูมิเนียม นิเกิล ดีบุก สังกะสี ทองคำ ตะกั่ว เป็นต้น โลหะเมื่อถลุงได้จากสินแร่ในตอนแรกนั้นส่วนใหญ่จะเป็นโลหะที่มีเนื้อค่อนข้างบริสุทธิ์ โลหะเหล่านี้มักจะมีเนื้ออ่อนไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมโดยตรง ส่วนมากจะนำไปปรับปรุงคุณสมบัติก่อนที่จะนำไปใช้งาน

งานปั๊มโลหะแผ่น หมายถึง การผลิตชิ้นงานจากแผ่นโลหะด้วยการใช้แม่พิมพ์ปั๊มให้ได้รูปร่างชิ้นส่วนที่ต้องการ ชิ้นงานที่จะต้องผลิตด้วยแม่พิมพ์ คือ ชิ้นงานที่ต้องการผลิตเป็นจำนวนมาก หรือชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนต้องการความแม่นยำสูงไม่สามารถผลิตด้วยวิธีการอื่นได้ เพราะแม่พิมพ์มีต้นทุนในการผลิตสูง และต้องอาศัยทักษะในการออกแบบและผลิต

แผ่นโลหะ หมายถึง โลหะชนิดต่างๆ ได้แก่ เหล็ก สแตนเลส อลูมิเนียม ทองเหลือง ที่ผ่านกระบวนการรีดให้บาง โดยทั่วไปจะใช้เรียกกันอยู่ที่ความหนาไม่เกิน 6 มิลลิเมตร โดยแผ่นโลหะที่ใช้กันอยู่ในท้องตลาดจะมีความหนาตั้งแต่ 0.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป ซึ่งโลหะแต่ละชนิดจะมีการแบ่งออกเป็นหลายเกรด ขึ้นอยู่กับชิ้นงานที่ผู้ออกแบบต้องการว่าใช้กับงานประเภทใด

แม่พิมพ์ปั๊มโลหะ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการกดขึ้นรูปโลหะแผ่นให้มีรูปร่างชิ้นงานตามที่ผู้ออกแบบต้องการ โดยแม่พิมพ์ที่นำมาใช้ในการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน จะผลิตมาจากวัสดุที่มีความแข็งแรงกว่าโลหะที่ใช้ผลิตชิ้นงาน เพื่อให้แม่พิมพ์มีความทนทานต่อการสึกหรอ โดยผู้ออกแบบจะต้องเลือกวัสดุของแม่พิมพ์ให้เหมาะสมกับประเภทวัสดุของชิ้นงาน

ประเภทวัสดุโลหะ วัสดุโลหะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. วัสดุโลหะประเภทเหล็ก (Ferous Metals) หมายถึง โลหะที่มีพื้นฐานเป็นเหล็กประกอบอยู่ ได้แก่ เหล็กเหนียว เหล็กหล่อ เหล็กกล้า เป็นต้น ซึ่งเป็นวัสดุโลหะที่นำมาใช้งานกันมากที่สุดในวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง สามารถปรับปรุงคุณภาพและเปลี่ยนแปลงรูปทรงได้หลายวิธี เช่น การหล่อ การกลึง การอัด การรีดขึ้นรูป เป็นต้น

2. วัสดุโลหะประเภทไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferous Metals) หมายถึง โลหะที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเหล็ก ในขณะที่เป็นโลหะบริสุทธิ์ ได้แก่ ดีบุก อลูมิเนียม สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง ทองคำ เงิน ทองคำขาว แมกนีเซียม พลวง เป็นต้น วัสดุโลหะประเภทที่ไม่ใช่เหล็กนี้ บางชนิดมีราคาที่สูงกว่าเหล็กมาก จึงต้องกำหนดใช้กับงานทางอุตสาหกรรมบางประเภทที่เหมาะสมเท่านั้น เช่น ทองแดงใช้กับงานไฟฟ้า ดีบุกใช้กับงานที่ต้องการทนต่อการกัดกร่อนเป็นสนิม อลูมิเนียมใช้กับงานที่ต้องการน้ำหนักเบา เป็นต้น

สมบัติของโลหะในงานอุตสาหกรรม เมื่อต้องการนำโลหะมาใช้ประโยชน์ในด้านงานอุตสาหกรรมเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ จะต้องมีคุณสมบัติอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถนำความร้อนได้ดี เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี มีความคงทน สามารถทนทานต่อสภาพการใช้งาน ไม่เสื่อมอายุได้ง่าย มีอุณหภูมิปกติยกเว้นโลหะประเภทปรอท มีความเหนียวและความแข็งสูงยกเว้นโลหะปรอท มีผิวมันขาวซึ่งก็เป็นสีของโลหะทั่วไป สามารถขยายตัวที่อุณหภูมิสูง

ความเหนียวและความเปราะของโลหะ ซึ่งมีความแตกต่างและตรงข้ามกันอย่างสิ้นเชิง สังเกตได้จากการที่วัตถุนั้นๆ สามารถยืดออกจากกันได้มากน้อยแค่ไหน หากวัสดุสามารถยืดออกจากกันได้มากแสดงว่ามีความเหนียว แต่หากวัสดุยืดออกจากกันได้น้อยแล้วขาดออกจากกัน แสดงว่าวัตถุนั้นมีความเปราะมากกว่า สำหรับโลหะได้ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อให้มีความเหนียวแน่น เพื่อคุณสมบัติในการใช้งานที่คงทนและสามารถทนทานต่อการกระแทกได้ดี ทั้งยังสามารถซึมซับพลังงานก่อนจะเกิดความเสียหายได้มากกว่าวัสดุที่เปราะ จึงสรุปได้ว่าโลหะส่วนใหญ่จะมีความเหนียวมากกว่าความเปราะนั่นเอง

แร่โลหะ หมายถึง แร่ที่มีธาตุโลหะเป็นส่วนประกอบสำคัญ สามารถนำไปถลุงหรือแยกเอาโลหะมาใช้ประโยชน์ ซึ่งอาจจำแนกเป็นแร่โลหะพื้นฐาน แร่โลหะหนัก แร่โลหะหายาก แร่โลหะมีค่า แร่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็ก โลหะเป็นแร่ธาตุที่นิยมนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย ทั้งมีคุณสมบัติที่โดดเด่นในหลายๆ

ด้าน จึงถูกนำมาใช้ในด้านอุตสาหกรรมมากที่สุด โดยเฉพาะคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าและความเหนียวแน่น ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากโลหะนั้นมีความคงทนและสามารถใช้งานได้อย่างคุ้มค่า โดยแร่โลหะแบ่งออกได้เป็นหลายชนิด ดังนี้

1. แร่เหล็ก คือ แร่ที่มีความแข็งแกร่งที่สุด สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย โดยเฉพาะในด้านงานการผลิตที่ต้องการความแข็งแรงเป็นหลัก

2. แร่เงิน คือ แร่มีลักษณะเป็นเส้นฝอย เหมาะกับการนำมาใช้ทำเป็นเครื่องประดับเงิน ส่วนใหญ่จะพบอยู่ในสายแร่ที่ปนอยู่กับแร่ทองแดง

3. แร่กาลีนา คือ แร่ที่มีสีน้ำเงิน เมื่อนำมาเผาจะได้กลิ่นกำมะถัน และเมื่อนำมาถลุงจะได้ตะกั่ว

4. แร่ทองแดง คือ แร่ที่นิยมนำมาผสมกับทองเพื่อให้ได้นาก และนิยมนำมาผสมกับสังกะสีเพื่อให้ได้ทองเหลือง ส่วนมากจะพบปนอยู่กับแร่เงิน

5. แร่ทองคำ คือ แร่ที่มักจะพบอยู่ในแร่ชนิดอื่น เมื่อนำมาถลุงจึงจะได้แร่ทองคำที่บริสุทธิ์

6. แร่ดีบุก คือ แร่ที่มีความแข็งมากและอยู่ในรูปของก้อนหลึก จะนำเอามาถลุงและทำการตีแผ่เป็นแผ่นบางๆ มีคุณสมบัติกันความชื้น ใช้ในการห่ออาหารและห่อผลิตภัณฑ์บางอย่างที่ต้องป้องกันไม่ให้ถูกความชื้น

7. แร่อลูมิเนียม คือ แร่ที่สามารถนำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี ส่วนใหญ่จะได้จากการถลุงแร่บอกไซต์

8. แร่แมงกานีส คือ แร่ที่นิยมนำมาถลุงเหล็กเป็นโลหะผสม เพื่อให้ได้เหล็กกล้าซึ่งส่วนมากแร่แมงกานีสจะพบในสายแร่ที่อยู่ร่วมกับหินแกรนิต และหินอัคนี เป็นต้น

9. แร่แมกนีเซียม คือ แร่ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมถลุงโลหะ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีแร่แมงกานีสปนอยู่ด้วย โดยจะมีลักษณะเป็นโลหะเบาสีขาวอ่อนและมีความเหนียว

10. แร่ทองคำขาว คือ แร่ที่เป็นเม็ดสีเทาเงินวาว และมักจะไม่เกิดปฏิกิริยากับสาร

11. แร่ตะกั่ว คือ แร่ที่จะพบในรูปของสารตะกั่วและกำมะถัน สามารถนำมาทำเป็นแบตเตอรี่ กระสุนปืน และอื่นๆ ได้อีกมากมาย

วัสดุในงานอุตสาหกรรม สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. กลุ่มที่เป็นโลหะ
    1.1. โลหะประเภทเหล็ก
    1.2. โลหะประเภทไม่ใช่เหล็ก
2. กลุ่มที่เป็นอโลหะ
    2.1. สารสังเคราะห์
    2.2. สารธรรมชาติ

1. กลุ่มที่เป็นโลหะ หมายถึง กลุ่มวัสดุที่ได้จากการถลุงสินแร่ต่างๆ กลุ่มโลหะที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม ได้แก่ เหล็ก อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง ทองคำ เงิน ดีบุก สังกะสี เป็นต้น

สมบัติของโลหะ

1. เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี
2. เป็นตัวนำความร้อนได้ดี
3. มีความเหนียวและแข็งแรงสูง
4. มีอุณหภูมิปกติเป็นของแข็ง
5. มีจุดหลอมละลายสูง
6. สามารถทนต่อการทุบตี หรือการยืดขึ้นรูปได้
7. เคาะเสียงดังกังวาน
8. คงทนถาวรไม่ผุพังง่าย
9. มีความถ่วงจำเพาะสูง
10. มีผิวเป็นมันวาวภายหลังที่ทำการตกแต่ง

โลหะแบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. โลหะประเภทเหล็ก (Ferrous Metal) หมายถึง โลหะที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบอยู่ ได้แก่ เหล็กหล่อ เหล็กกล้า เหล็กประสม เหล็กเหนียว เป็นต้น

2. โลหะประเภทไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferrous Metal) หมายถึง โลหะที่ไม่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบอยู่ ได้แก่ อะลูมิเนียม ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว ดีบุก เป็นต้น โลหะที่ไม่ใช่เหล็กยังแบ่งออกเป็น พวกโลหะหนักและโลหะเบา นอกจากนี้ยังมีพวกโลหะประสมและโลหะซินเตอร์ ได้แก่ ทองเหลือง บรอนซ์ เงินเยอรมัน นาค ทองเค โลหะแข็ง เป็นต้น

2. กลุ่มที่เป็นอโลหะ กลุ่มอโลหะ หมายถึง กลุ่มวัตถุที่ได้จากธรรมชาติหรือได้จากการสังเคราะห์มา กลุ่มวัสดุที่ไม่ใช่โลหะมักจะมีคุณสมบัติตรงกันข้ามกับกลุ่มที่เป็นโลหะ ได้แก่ ยาง แก้ว พลาสติก ไม้ เป็นต้น

อโลหะแบ่งได้ 2 ประเภท

1. สารสังเคราะห์ หมายถึง สารที่เกิดจากวัสดุที่สังเคราะห์ หรือผลิตขึ้นด้วยมนุษย์ ได้แก่ ซีเมนต์ กระดาษ แก้ว กระเบื้อง พลาสติก เป็นต้น

2. สารธรรมชาติ หมายถึง สารที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ ได้แก่ หนังสัตว์ ไม้ ยาง ใยหิน เป็นต้น

สมบัติของอโลหะ

1. ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า
2. ไม่เป็นตัวนำความร้อน
3. มีจุดหลอมละลายต่ำ
4. ไม่ทนต่อสภาพการทุบตีหรือขึ้นรูป
5. มีผิวหยาบไม่มันวาว
6. เคาะไม่มีเสียงดัง

7. มีความถ่วงจำเพาะต่ำ

สมบัติของโลหะ สามารถแยกได้ทั้งหมด 6 ประเภท ดังนี้

1. สมบัติทางกล (Mechanical properties) ได้แก่ ความแข็ง (Hardness) ความแกร่ง (Strength)

2. สมบัติความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด ได้แก่ โมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of elasticity)

3. สมบัติทางเคมี (Chemical properties) ได้แก่ ความทนทานต่อการกัดกร่อน

4. สมบัติทางไฟฟ้า (Electrical properties) ได้แก่ ความต้านทานทางไฟฟ้า

5. สมบัติทางความร้อน (Thermal properties) ได้แก่ อุณหภูมิจุดหลอมเหลว

6. สมบัติอื่นๆ ได้แก่ ความสึกหรอ (Wear) และความหนาแน่น

2. รูปร่างของชิ้นงาน

การวางแผ่นชิ้นงาน (Lay out scrap strip) ขั้นแรกในการออกแบบแม่พิมพ์โลหะ คือ การเขียนรูปร่างลักษณะของแผ่น material strip ที่จะป้อนเข้าไป เมื่อผ่านขั้นตอนการทำงานทุกขั้นตอนในแม่พิมพ์โลหะแล้ว ซึ่งจะทำให้กลายเป็น scrap strip และต้องจำไว้เสมอว่าการออกแบบ scrap strip จะต้องเรียงลำดับ ขั้นตอนในการปั๊มอย่างถูกต้องโดยไม่ข้ามขั้นตอนใดตอนหนึ่งไป

ค่าใช้จ่ายประมาณ 50 – 70 % ในการปั๊มชิ้นส่วนมาจากราคาวัสดุ ดังนั้น การ lay out scrap strip จึงมีผลโดยตรงต่อผลกำไรหรือความสูญเปล่าของวัสดุในงานปั๊มทุกชนิด พื้นที่ของ blank (ส่วนที่นำไปใช้งาน) ควรเป็นพื้นที่ส่วนที่มากที่สุดบนแผ่น strip ในการผลิตด้วยการปั๊ม เพราะพื้นที่ส่วนที่เหลือก็คือเศษที่จะต้องทิ้งไป หากแผ่น strip ที่นำมาปั๊มนั้นไม่มีเศษทิ้งเลย นับได้ว่างานปั๊มนั้นได้ผลถึง 100% ดังนั้น การ lay out scrap strip จึงเป็นสิ่งแรกในการออกแบบแม่พิมพ์โลหะ โดยจะมีผลต่อรูปร่างและขนาดของส่วนประกอบต่างๆ ของแม่พิมพ์โลหะ

ลักษณะของ Blank แบบต่างๆ รูปร่างของ Blank (ชิ้นงาน) ส่วนมากจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบใดแบบหนึ่งดังรูปที่ 5.1 พร้อมทั้งแสดงให้เห็นหลักการออกแบบการ lay out material strip อย่างถูกต้อง สามารถนำมาดัดแปลงไปใช้กับชิ้นส่วนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันได้ จากรูปการ Blank ชิ้นงานแผ่นกลมจะวาง lay out เป็นแบบ 2 แถว ซึ่งจะทำให้ประหยัดวัสดุมากกว่าแบบแถวเดียว ตามปกติแม่พิมพ์ทั่วไปจะใช้วิธีนี้ นอกจากในกรณีที่ Blank มีขนาดใหญ่หรือมีปริมาณการผลิตน้อยๆ

งานแม่พิมพ์โลหะยังมีชิ้นส่วนหลายชนิดที่มีเส้นรอบรูปที่จัด lay out แล้วทำให้สิ้นเปลืองวัสดุมาก จากการศึกษาทำให้พบว่า เราอาจรวมการปั๊มชิ้นส่วน 2 ชนิดหรือมากกว่าบนแผ่น strip เดียวกันได้ คือส่วนที่เป็นเศษของชิ้นงานชนิดหนึ่งอาจมีพื้นที่พอที่จะใช้ผลิตชิ้นงานอีกชนิดหนึ่งได้

การว่างตำแหน่งของ Blank การจัดวางตำแหน่งของ Blank บนแผ่น Strip สามารถจัดให้แตกต่างกันได้ถึง 11 แบบ การเลือกวิธีการที่ถูกต้องจะต้องคำนึงถึงรูปร่างของชิ้นส่วน ปริมาณการผลิต และการพับหรือขึ้นรูป

แบบหนึ่งแถว แสดงให้เห็นถึงแบบ "single-row, two pass" (แบบแถวเดียวป้อนผ่านสองครั้ง) ในแบบแรก blank จะถูกเรียงกันในแนวตั้งเพราะว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะทำให้ได้จำนวนชิ้นมากที่สุดในแผ่น strip แต่ละชิ้น ทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนแผ่น strip บ่อยๆ

แบบสองแถว เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ประหยัดวัสดุได้ คือ การจัด layout เป็นแบบ "double – row, two pass" (แบบสองแถวผ่านสองครั้ง)

แบบสามแถว ลักษณะชิ้นงานทั้งสองชนิดที่ใช้ triple – row die ที่ทำงานแบบต่อเนื่อง (progressive type)

การกำหนดขนาดของชิ้นงานกับส่วนที่เหลือ (Scrap strip allowance) สำหรับการเผื่อส่วนที่เหลือรอบๆ ชิ้นงาน (blank) เพื่อให้มีความแข็งแรงพอที่จะสามารถตัดชิ้นงานนั้นได้ ถ้าเผื่อไว้น้อยเกินไปอาจจะทำให้ Scrap ที่เหลือนั้นไม่แข็งแรงเกิดการโก่งงอและขาดได้ ทำให้การป้อนชิ้นงานยากและเกิดการผิดพลาดได้ ถ้าเผื่อไว้มากเกินไปก็จะทำให้สิ้นเปลืองวัสดุ

กำหนดให้

B = ระยะเผื่อระหว่างชิ้นงาน (Space between part and edge of strip)

C = ระยะการปั๊มตัดชิ้นงาน (Lead of die)

H = ความสูงของรูปชิ้นงาน (Width of part)

L = ความยาวรูปชิ้นงาน (Length of part)

T = ความหนาของวัสดุ (Thickness)

W = ความกว้างของแผ่น Strip (Width of strip)

สูตร ใช้สำหรับการคำนวณหาขนาดของแผ่น Strip ที่มีความหนาเกินกว่า 0.8 มิลิเมตร

B = 1.25 T เมื่อระยะ C น้อยกว่า 63.5 มิลิเมตร

B = 1.5 T เมื่อระยะ C มากกว่า 63.5 มิลลิเมตร

กรณีแผ่น Strip ที่หนาน้อยกว่า 0.8 มม. จะใช้สูตรข้างบนไม่ได้ขนาดของค่า B จะเปลี่ยนไปตามค่าใหม่ของตารางที่ 5.1 โดยที่แผ่น Strip จะต้องไม่หนากว่า 1 มม. ซึ่งในตารางการเลือกค่าความเผื่อ B โดยใช้ความสัมพันธ์กับความกว้างของแผ่น Strip (W)

Minimum scrap strip allowance (mm.)			
One pass lay out		Double pass lay out	
Strip width W	Space B	Strip width W	Space B
0 to 76.20 mm.	0.8 mm	0 to 76.20 mm.	1.6 mm.
76.20 mm. to 152.40 mm.	1.6 mm.	76.20 to 152.40 mm.	2.3 mm.
152.40 mm. to 304.80 mm.	2.3 mm.	152.40 to 304.80 mm.	3.2 mm.
Over 304.80 mm.	3.3 mm.	Over 304.80 mm.	3.8 mm.

ตารางที่ 5.1 ระยะเผื่อระหว่างชิ้นงานที่น้อยที่สุดที่ยอมให้ได้

การหาค่า Scrap strip allowance โดยการเปรียบเทียบจากรูปชิ้นงานที่มีรูปร่างแตกต่างกันออกไป โดยที่ไม่ต้องคำนึงถึงความหนาของแผ่น Strip

สรุป การวางแบบชิ้นงาน (Lay – out scrap strip allowance) สำหรับการวางแบบชิ้นงานที่ใช้ในการออกแบบกันอย่างกว้างขวาง สามารถแบ่งได้ 3 แบบ ดังนี้

1. แบบแถวเดียว (Single row one pass) แผ่นโลหะที่ป้อนผ่านแม่พิมพ์โลหะครั้งเดียว
2. แบบแถวเดียวป้อนผ่านแม่พิมพ์โลหะ 2 ครั้ง (Single row – two passes)
3. แบบสองแถวป้อนผ่านแม่พิมพ์โลหะ 2 ครั้ง (Double row - one or two passes)

จำนวนของชิ้นงานต่อหนึ่งแผ่น Strip (Number of blank per strip) กรณีชิ้นงานใหญ่ๆ มีความจำเป็นจะต้องคำนวณหาจำนวนของ Blank ในแผ่น Strip แต่ละแผ่นเพื่อจะได้รู้พื้นที่ของ D ที่สูญเสียไป มีผลต่อการวาง Lay out เพราะถ้ามีเศษมากจะทำให้สิ้นเปลือง

สูตรสำหรับแผ่น Strip ที่ป้อนผ่านครั้งเดียว

Blank per strip A (จำนวนชิ้นงานต่อแผ่น) $= \dfrac{s-(x+y+2E)}{B}+1$

For the waste and (ส่วนที่เหลือตอนปลาย) D $= S - \{B\,(A - 1) + X + Y + 2E\}$

สูตรสำหรับแผ่น Strip ที่ป้อนผ่าน 2 ครั้ง

Blank per strip A $\dfrac{s-(x+y+2E)}{0.5B}+1$

For the waste end D $= S\,\{0.5\,B\,(A - 1) + X + Y + 2E\}$

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่ใช้งาน (Percentage of stock used) การหาเนื้อที่ของแผ่น Strip or stock ว่านำไปใช้งานกี่เปอร์เซ็นต์และทิ้งส่วนที่เหลือกี่เปอร์เซ็นต์

สูตรการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่ใช้งาน

% of stock used = $\frac{area\ of\ blank}{blank\ area} \times 100$

Area of blank = พื้นที่ของชิ้นงาน

Blank area = พื้นที่ที่เผื่อไว้สำหรับปั๊มตัดชิ้นงานได้หนึ่งชิ้นหรือสองชิ้น

3. วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะมีหลายชนิด ทั้งเหล็กกล้าชนิดต่างๆ ซีเมนต์คาร์ไบด์ รวมไปถึงโลหะนอกกลุ่มเหล็ก เช่น พลาสติก ยาง ฯลฯ คุณสมบัติของวัสดุเหล่านี้แตกต่างกัน มีปัจจัยที่สำคัญสำหรับการตัดสินใจเลือก ตามเงื่อนไขที่จำเป็นในการทำแม่พิมพ์โลหะมีอยู่ 2 ประการ ดังนี้

1. จำนวนการผลิตที่จะขึ้นรูปและวิธีการขึ้นรูป

2. ชนิดของวัสดุที่จะใช้งาน การกำหนดเวลาในการสร้างแม่พิมพ์ แม่พิมพ์ที่มีต้นทุนต่ำคุณสมบัติในการใช้งานก็จะต่ำตามไปด้วย นอกจากนั้น ผู้ออกแบบควรจะพิจารณาตัดสินใจเลือกวัสดุที่ใช้ประโยชน์ได้มาก และกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุดกับผลิตภัณฑ์นั้นๆ ดังนี้

การพิจารณาเลือกวัสดุของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ

1. จำนวนการผลิตที่ต้องการ
2. สมบัติของแผ่นโลหะ
3. ขนาดความเที่ยงตรงของชิ้นงาน
4. รูปร่างของชิ้นงาน
5. ความเสี่ยงที่จะเกิดการเสียรูปในการอบชุบแม่พิมพ์โลหะ
6. เครื่องจักรในการทำงานที่มีอยู่
7. ราคาของแม่พิมพ์โลหะ
8. อายุการใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ
9. ประเภทของแม่พิมพ์โลหะ

สมบัติสำหรับเหล็กสร้างแม่พิมพ์โลหะ

1. ต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance) งานกดอัด ผิวของ Die จะถูกแรงกดและแรงเสียดสีจากวัสดุชิ้นงาน ดังนั้น จึงเป็นจุดอ่อนของการสึกหรอ Die ที่สึกหรอจะทำให้ขนาดของชิ้นงานไม่เที่ยงตรง ถ้าจะทำให้อายุการใช้งานของ Die ยาวนาน จำเป็นต้องใช้วัสดุที่ทนต่อการสึกหรอ

2. ความเหนียว (Toughness) แม่พิมพ์กดอัดจะถูกแรงกระแทก (Shock loads) มาก จึงต้องมีความเหนียวสูง คุณสมบัตินี้จะขัดแย้งกันกับการต้านทานการสึกหรอ จึงจะต้องเลือกเอาคุณสมบัติอย่างหนึ่งอย่างใดตามความต้องการนำไปใช้งาน

3. ขีดจำกัดของความล้าตัว (Fatigue limit) Die จะได้รับโหลดซ้ำๆ กันหลายครั้ง ดังนั้น จะต้องเลือกวัสดุที่มีขอบเขตการล้าตัวได้สูง สามารถทนต่อโหลดซ้ำๆ กันได้ดี

4. ต้านทานความเค้นแรงกด (Fatigue limit) ความเค้นแรงกดสูงๆ ที่เกิดการแพร่กระจายโดยเฉพาะใน Punch ตัดเจาะรูเล็กๆ Punch กดรีดเย็น (Cold extrusion) และ Punch ตอก (Coining) และที่ตัว Die ก็ต้องมีความต้านทานเค้นแรงกดได้สูงด้วย

5. ทนความร้อน (Heat resistance) วัสดุแม่พิมพ์โลหะที่ใช้ในงานร้อนและตีขึ้นรูป จะต้องมีคุณสมบัติทางกลที่ดี ใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูง ทนต่อความร้อนได้ดี

6. แปรรูปได้ง่าย (Forming ease) การเลือกใช้วัสดุต้องพิจารณาในการขึ้นรูปด้วย โดยทั่วไปวัสดุที่มีคุณภาพสูงจะขึ้นรูปได้ยาก

7. ชุบแข็งได้ง่าย (Heat - Treatment ease) เลือกใช้วัสดุที่สามารถชุบแข็งได้ง่าย โดยทั่วไปใช้วัสดุเกรดสูง แต่วัสดุเกรดสูงการชุบแข็งจะยากและมีราคาจะแพง จึงมีผลกับราคาแม่พิมพ์โลหะทำให้ต้นทุนการผลิตมีราคาสูง

8. ต้นทุนต่ำ (Low cost) การประเมินราคาของวัสดุแม่พิมพ์โลหะ คิดจากอายุการใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ อายุต่อการเจียรนัยแม่พิมพ์โลหะ การคิดของราคาต้นทุนแม่พิมพ์โลหะ โดยการนำเอาวัสดุ การขึ้นรูปและการบำรุงรักษา ต่อแม่พิมพ์โลหะมาคิดด้วย

วัสดุที่ใช้ทำคมตัดแม่พิมพ์โลหะ สมบัติของวัสดุด้าน ความต้านทานการสึกหรอ ความเหนียว ชุบแข็งได้ดี สามารถแปรรูปด้วยเครื่องมือกล และราคา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องรู้เพื่อการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน ดังนี้

1. เหล็กกล้าคาร์บอนทำเครื่องมือ (Carbon tool steel) SK5 ใช้เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะที่มีราคาต่ำที่สุดและขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลได้ง่าย จึงใช้กันโดยทั่วไปในแม่พิมพ์โลหะธรรมดา มีความแข็ง 58 ถึง 62 HRC. แต่มีความไวต่อการบิดรูปและแตกในระหว่างการชุบแข็ง ความลึกในการชุบแข็งไม่ดี ทนการเสียดสีได้ต่ำมาก

2. เหล็กกล้าผสมทำเครื่องมือ (Alloy tool steel) SKS2, SKS3 มีส่วนคาร์บอนสูงและโครเมียมต่ำ นำมาใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับการตัดเจาะชิ้นงานที่มีความเที่ยงตรง ทนการเสียดสี ลดความเค้นจากการชุบแข็ง มีคุณสมบัติสามารถชุบแข็งได้ลึก ราคาต่ำกว่าในจำพวกเหล็กทำแม่พิมพ์โลหะ (Die steel) ด้วยกัน นำมาใช้ทำแม่พิมพ์โลหะระดับกลางในระหว่างเหล็กทำแม่พิมพ์ (Die steels) SKD1, SKD11 จะใช้กันแพร่หลายและดีกว่า SKS ในด้านความแข็ง สามารถชุบแข็งได้ลึก การบิดรูปเนื่องจากการชุบน้อย ทั้งยังทนการเสียดสีและแรงกระแทก เหมาะสำหรับการตัดเจาะวัสดุที่มีความแข็งแรงและความแข็งแรงสูง

ตัวอย่าง วัสดุ ที่ไม่ได้แต่งผิว เหล็กกล้า และแผ่นสแตนเลส สามารถใช้ได้กับแม่พิมพ์ Punching. Drawing, Compression-die และ Wire Drawing Dies				
การใช้งาน	**ชื่อชิ้นส่วน**	**ลักษณะ**	**การผลิตด้วยความเร็วสูง**	**การผลิตด้วยความเร็วขนาดกลางและต่ำ**
Cutting edge	Punch	วัสดุผ่านขบวนการแปรรูป	ซีเมนต์คาร์ไบด์ เหล็กไฮสปีด เหล็กทำแม่พิมพ์ชุบแข็ง (60 RC ขึ้นไป) วิธีเคลือบผิว (TD,TIC ฯลฯ)	เหล็กทำแม่พิมพ์, SKS3 ชุบแข็ง (58 RC ขึ้นไป)
	Die		ซีเมนต์คาร์ไบด์,เหล็กไฮสปีด ชุบแข็ง (60 RC ขึ้นไป) วิธีเคลือบผิว (TD,TIC ฯลฯ)	เหล็กทำแม่พิมพ์ SKS 3 ชุบแข็ง (58 RC ขึ้นไป)
Cutting edge Guide	Blank Holder		SKS3 , SK5 ชุบแข็ง (45 – 55 RC)	SK5 , S50C ชุบแข็ง (25 – 35)
การใช้งาน	**ชื่อชิ้นส่วน**	**ลักษณะ**	**การผลิตด้วยความเร็วสูง**	**การผลิตด้วยความเร็วขนาดกลางและต่ำ**
	Stripper		SKD1, SKD11, SKS3 Prehardened steel, (50 – 60 RC)	SK5, S50C ชุบแข็ง (25 – 30 RC)
Cutting edge Fixing	Punch plate		SKS3, Prehardened steel ชุบแข็ง (50 – 55 RC)	S50C ไม่ชุบแข็ง
	Backing plate		SKS3 ชุบแข็ง (50 – 60 RC)	SKS3, SK5 ชุบแข็ง (40 – 50 RC)
Guide	Guidepost		SKS3, เหล็กโครงสร้าง ชุบแข็ง (58 – 62 RC) Carbonitriding treatment (58 – 60 RC)	SKS3, SUJ2 ชุบแข็ง (58 – 60 RC)
Stock guide	Guide plate		SKS3, SK5, SKD1, ซีเมนต์คาร์ไบด์ ชุบแข็ง (58 – 62 RC)	SKS3, SK5, S50Cชุบแข็ง (50-60 RC) หรือไม่ชุบแข็ง
	Pilot pin		SKS3, SKD1, SKD11, ซีเมนต์	SKS3, SKD11 หรือไม่
Locating	Stop pin	ผ่านขบวนการแปรรูป	SKS3, SUJ 2, SK5 ชุบแข็ง (58 – 60 RC)	SKS3, SUJ2, SK 5 ชุบแข็ง (58 – 60 RC)
Die set	Die holder		FCD50, S50C, SS41, FC25	S50C, SS41 หรือไม่ใช้

หมายเหตุ TD, TiC Process = กรรมวิธีเคลือบผิวโดย Titanium Carbide

3. เหล็กไฮสปีด (High speed tool steel) SKH 9 มีส่วนผสมของโลหะผสมสูงได้แก่ C, Cr ,W, V ,Co และมีคุณสมบัติความแข็งดี ทนการเสียดสีสูงในอุณหภูมิสูง นิยมนำมาใช้งานแต่ราคาแพง ดังนั้น จึงใช้เฉพาะ Punch และ Die ขนาดเล็ก เหมาะกับการใช้เจาะรูขนาดเล็กบนแผ่นโลหะหนา

4. ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented carbide) คือ ผงโลหะผสมของทังสเตนคาร์ไบด์ และโคบอลต์ ทำการอัดเป็นรูปร่างตามต้องการ มีความแข็ง ต้านทานการเสียดสี ได้ดีกว่าวัสดุชนิดอื่นๆ แต่ไม่ทนต่อแรงกระแทก (Shock resistance) มีราคาแพง จึงเหมาะสำหรับแม่พิมพ์โลหะที่มีการผลิตจำนวนมาก (Mass production dies) มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าแม่พิมพ์ที่โลหะที่ทำจากเหล็กกล้าประมาณ 5 – 10 เท่า

การเลือกวัสดุใช้ทำ Die Set สมบัติของวัสดุที่ใช้ทำ Die set นับว่ามีส่วนสำคัญสามารถเลือกวัสดุที่เหมาะสมได้ ดังนี้

1. เหล็กหล่อ (Cast iron) คือ วัสดุพื้นฐานหลักในงานอุตสาหกรรม เหล็กหล่อมีสมบัติที่ดีหลายอย่าง เช่น ความแข็ง ความแข็งแรง ความสามารถในการแปรรูปด้วยเครื่องมือกล และตลอดจนความสามารถในการหล่อลื่น เหล็กหล่อมีความต้านทานต่อการปะทะกดอัดได้สูง และทำเป็นรูปร่างที่สลับซับซ้อนได้หลายแบบด้วยราคาต้นทุนที่ต่ำ มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการขึ้นรูปขนาดใหญ่และแม่พิมพ์กดรีดขึ้นรูป (Drawing die) ที่มีส่วนสัมพันธ์กับแรงกดที่ผิวหน้าต่ำ ใช้เหล็กหล่อสีเทา (Gray iron, FC25) และเหล็กทั่วไปที่คล้ายกันเมื่อต้องการความแข็งแรงสูงให้ใช้เหล็กหล่อผสม (Alloy cast iron) หรือเป็นเหล็กหล่อกราไฟต์กลม (Spherical graphite-cast iron)

2. เหล็กกล้าคาร์บอนสำหรับสร้างเครื่องจักร (S50C)

3. เหล็กกล้ารีดสำหรับโครงสร้างทั่วไป (SS41)

การเลือกวัสดุใช้ทำ Punch และ Die block อายุการใช้งานของ Punch และ Die block จะเป็นตัวที่บ่งชี้ให้รู้ถึงจำนวนชิ้นงานที่สามารถผลิตได้ เพราะเมื่อใช้งานไปคมตัดของ Punch และ Die block จะค่อยๆ สึกและหมดคม จึงจะต้องมีการลับคมตัดใหม่โดยการเจียระไนผิวหน้า เพื่อให้เกิดคมตัดและนำไปใช้งานใหม่ เมื่อหมดคมก็จะทำการลับคมตัดใหม่อีก จนกระทั่งไม่สามารถลับได้อีกเพราะหมดระยะของคมตัดที่เผื่อไว้ (Land)

เมื่อผู้สร้างแม่พิมพ์โลหะ พิจารณาดูวิธีการทำงานของ Punch และ Die block จึงจะสามารถเลือกวัสดุที่ใช้ในการสร้างได้ โดยต้องทนต่อการสึกหรอ ไม่เปลี่ยนรูป มีความเหนียว และรักษาคมตัดได้ดี สามารถแบ่งตามชนิด (Group) ได้ ดังนี้

1. Best
2. Very Good
3. Good
4. Fair

ขบวนการตัดขึ้นรูปโลหะ สามารถพิจารณาได้จากจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ โดยจะเริ่มนับตั้งแต่ Punch และ Die เริ่มทำงานไปจนกระทั่งไม่สามารถทำงานได้ ดังนั้น ผลผลิตจะผลิตได้มากหรือน้อย จึงขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์โลหะ และชนิดของแผ่นโลหะที่นำมาตัดเจาะหรือขึ้นรูป ในแม่พิมพ์โลหะหนึ่งชุดจะมี

ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะหลายชิ้นมาประกอบกัน รวมไปถึง Punch และ Die block ด้วย ซึ่ง Punch และ Die block นับเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญของแม่พิมพ์โลหะ

วัสดุที่นิยมใช้ทำแม่พิมพ์โลหะ ประกอบด้วย เหล็กหล่อสีเทา (Gray iron casting) FC, เหล็กหล่อกา ไฟต์กลม (Spheroidal graphite casting) FCD, เหล็กเหนียว (Wrought iron) SS และเหล็กกล้าทำเครื่องมือ (Tool steel) เป็นต้น

สัญลักษณ์

JIS: Japanese Industrial Standards มาตรฐานของญี่ปุ่น

AISI: American Iron & Steel Institute สถาบันผลิตภัณฑ์เหล็กของอเมริกัน

SAE: Sociery of Automobile Engineers มาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมรถยนต์

DIN: Deutsche Ingenious Normen มาตรฐานของเยอรมัน

NF: Norm Franchise มาตรฐานของฝรั่งเศส

SIS: Svenk Industre Standard มาตรฐานของอังกฤษ

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็ก

1. Carbon tool steels (เหล็กเครื่องมือ)

JIS	AISI/SAE	DIN	NF	SIS
SK1		C30W2	XC150	
SK2	W1-1.2 C	C115W2	XC120	1885
SK3	W1-1.0 C	C100W2	XC110	1880
SK4	W1-0.9 C	C100W2	XC 95	1880
SK5	W1-0.9 C	C 85W2	XC 85	1780
SK6	W1-0.8 C	C 70W2	XC 65	1780
SK7		C 70W2	XC 65	1779

2. High speed steels (เหล็กไฮสปีด)

JIS	AISI/SAE	DIN	NF	SIS
SKH2	T – 1	B18		2750
	T – 2	C18	Z80W18	
	T – 8	ECo5		
SKH 3	T – 4	E18Co5	Z85WK	2754
			18 – 05	
SKH4A	T – 5	E18Co10	Z85WK	2756
			18 – 10	
SKH4B	T – 6	E18Co5	(Z85WK)	
			18 – 16	
SKH6	T7	ABC11		
SKH8		E18Co3		2752
SKH9	M – 2	DMO5	Z85WD	2722
			06 – 06	

3. Cutting tool steels (เหล็กเครื่องมือตัด)

JIS	AISI/SAE	DIN	NF	SIS
SKS1			120WC45-02	
SKS11	F3	142WV3		
		30W19		
SKS2	07	105wcr6	100WC15-04	
SKS21				
SKS5		85NiV4		2750
SKS51				
SKS7				
SKS8	W4	125Cr1		

4. Shock resistance tool steels (เหล็กทนการกระแทก)

JIS	AISI/SAE	DIN	NF	SIS
SKS4	S3			
		45WCrV77	40WCDS35-	
SKS41	S1		12	
SKS42				
SKS43	W2	100V1		
SKS44	W2			2900

5. Abrasion resistant & Dimensionary stable tool steels (เหล็กคงตัวและทนการสึกหรอ)

JIS	AISI/SAE	DIN	NF	SIS
		105MrCr4		
SKS3	Q1		80M8	
	L5			
	L7			
	L1	100Cr6	100C6	
	L6			
SKD1	D3	210Cr46	Z200C12	
SKD11	D2	165CrMoV46		2310
SKD12	A2			2260
SKD2				2312

6. Hot die steels (เหล็กแม่พิมพ์ร้อน)

JIS	AISI/SAE	DIN	NF	SIS
SKD4		30WCrV179		
SKD5	H20	30WCrV3411	Z30WC09-03	2730
	H21			
	H12	37Cr MoW196		
		45CrMo V67	40 CD 67	
SKD61	H3	40 CrMo	Z35CDo5	2242
SKT1		V2164		
	L2	C45W3	58CV4	
		50Cr W4	50CV4	
SKT2				
SKT3				

SKT4 SKT5		(56NiCrMoV7) 55NiCrMoV6	(55 NCD7 – 05) 60 NCDV 6-02	2250

ตารางที่5.3 เปรียบเทียบส่วนผสมทางเคมีของวัสดุแม่พิมพ์

Symbol		Chemical Composition (%)									
JIS	AISI	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W	V	Co	Rest
SK	W1	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.40			-						-
	S 1	0.50			-	150		2.50			-
	S 5	0.55	2.00	0.80	-	-	0.40	-	-	-	-
SKS3	0 1	0.90	-	1.00	-	0.50	-	0.50	-	-	-
SKD12	A2	1.00	-	-	-	5.00	1.00	-	-	-	-
SKD11	D2	1.50	-	-	-	12.00	1.00	-	-	-	-
SKD1	D3	2.25	-	-	-	12.00	-	-	-	-	-
	D4	2.25	-	-	-	12.00	1.00	-	-	-	-
SKH11	T15	1.50	-	-	-	4.00	-	12.00	5.00	5.00	-
SKH51	M2	0.80	-	-	-	4.00	5.00	6.00	2.00	-	-
SKH54	M4	1.30	-	-	-	4.00	4.50	5.50	4.00	-	-
	M15	0.50	-	-	-	4.00	3.50	6.50	5.00	5.00	-

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบหน่วยที่ 4

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. วัสดุโลหะ (Metals) หมายถึง

ก. โลหะที่มีพื้นฐานเป็นเหล็กประกอบอยู่ ข. แผ่นโลหะด้วยการใช้แม่พิมพ์ปั๊มให้ได้รูปร่าง

ค. วัสดุที่ได้จากการถลุงสินแร่ต่างๆ ง. โลหะชนิดต่างๆ

2. แร่โลหะ หมายถึง

ก. แร่ที่มีธาตุโลหะเป็นส่วนประกอบสำคัญ ข. แร่ที่เป็นเม็ดสีเทาเงินวาว

ค. แร่ที่นิยมนำมาถลุงเหล็กเป็นโลหะผสม ง. แร่ที่จะพบในรูปของสารตะกั่วและกำมะถัน

3. ข้อใด ไม่ใช่ สมบัติของโลหะ

ก. เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี ข. เป็นตัวนำความร้อนได้ดี

ค. มีความเหนียวและแข็งแรงสูง ง. มีจุดหลอมละลายต่ำ

4. อโลหะแบ่งได้กี่ประเภท

ก. 1 ประเภท ข. 2 ประเภท

ค. 3 ประเภท ง. 4 ประเภท

5. ข้อใด **ไม่ใช่** สมบัติของอโลหะ

ก. ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า ข. ไม่เป็นตัวนำความร้อน

ค. มีความเหนียวและแข็งแรงสูง ง. มีจุดหลอมละลายต่ำ

6. การวางแผ่นชิ้นงาน ขั้นตอนแรกควรทำอะไร

ก. blank จะถูกเรียงกันในแนวตั้ง

ข. การเขียนรูปร่างลักษณะของแผ่น material strip

ค. blank จะถูกเรียงกันในแนวนอน

ง. การจัดวางตำแหน่งของ Blank บนแผ่น Strip

7. Lay – out scrap strip allowance สามารถแบ่งได้กี่แบบ

ก. 1 แบบ ข. 2 แบบ

ค. 3 แบบ ง. 4 แบบ

8. ข้อใดไม่ควรเลือกวัสดุของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ

ก. จำนวนการผลิตที่ต้องการ ข. สมบัติของแผ่นโลหะ

ค. ขนาดความเที่ยงตรงของชิ้นงาน ง. ขีดจำกัดของความล้าตัว

9. ข้อใด ไม่ใช่ สมบัติสำหรับเหล็กสร้างแม่พิมพ์โลหะ

ก. อายุการใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ ข. ต้านทานการสึกหรอ

ค. ต้านทานความเค้นแรงกด ง. ขีดจำกัดของความล้าตัว

10. DIN : Deutsche Ingenious Normen คือมาตรฐานใด

ก. มาตรฐานของญี่ปุ่น ข. มาตรฐานของเยอรมัน

ค. มาตรฐานของฝรั่งเศส ง. มาตรฐานของอังกฤษ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. วัสดุโลหะ (Metals) หมายถึง

.....

.....

.....

2. วัสดุในงานอุตสาหกรรม แบ่งออกได้เป็นกี่กลุ่ม มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

3. จงยกตัวอย่างสมบัติของโลหะ อย่างน้อย 5 ข้อ

.....

.....

.....

4. อโลหะแบ่งได้กีประเภท มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

5. วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

7. เอกสารอ้างอิง

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

8. ภาคผนวก

แบบทดสอบหน่วยที่ 4

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. วัสดุโลหะ (Metals) หมายถึง

ก. โลหะที่มีพื้นฐานเป็นเหล็กประกอบอยู่ ข. แผ่นโลหะด้วยการใช้แม่พิมพ์ปั๊มให้ได้รูปร่าง

ค. วัสดุที่ได้จากการถลุงสินแร่ต่างๆ ง. โลหะชนิดต่างๆ

2. แร่โลหะ หมายถึง

ก. แร่ที่มีธาตุโลหะเป็นส่วนประกอบสำคัญ ข. แร่ที่เป็นเม็ดสีเทาเงินวาว

ค. แร่ที่นิยมนำมาถลุงเหล็กเป็นโลหะผสม ง. แร่ที่จะพบในรูปของสารตะกั่วและกำมะถัน

3. ข้อใด **ไม่ใช่** สมบัติของโลหะ

ก. เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี ข. เป็นตัวนำความร้อนได้ดี

ค. มีความเหนียวและแข็งแรงสูง **ง. มีจุดหลอมละลายต่ำ**

4. อโลหะแบ่งได้กี่ประเภท

ก. 1 ประเภท **ข. 2 ประเภท**

ค. 3 ประเภท ง. 4 ประเภท

5. ข้อใด **ไม่ใช่** สมบัติของอโลหะ

ก. ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า ข. ไม่เป็นตัวนำความร้อน

ค. มีความเหนียวและแข็งแรงสูง ง. มีจุดหลอมละลายต่ำ

6. การวางแผ่นชิ้นงาน ขั้นตอนแรกควรทำอะไร

ก. blank จะถูกเรียงกันในแนวตั้ง

ข. การเขียนรูปร่างลักษณะของแผ่น material strip

ค. blank จะถูกเรียงกันในแนวนอน

ง. การจัดวางตำแหน่งของ Blank บนแผ่น Strip

7. Lay – out scrap strip allowance สามารถแบ่งได้กี่แบบ

ก. 1 แบบ ข. 2 แบบ

ค. 3 แบบ ง. 4 แบบ

8. ข้อใดไม่ควรเลือกวัสดุของชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ

ก. จำนวนการผลิตที่ต้องการ ข. สมบัติของแผ่นโลหะ

ค. ขนาดความเที่ยงตรงของชิ้นงาน **ง. ขีดจำกัดของความล้าตัว**

9. ข้อใด **ไม่ใช่** สมบัติสำหรับเหล็กสร้างแม่พิมพ์โลหะ

ก. อายุการใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ ข. ต้านทานการสึกหรอ

ค. ต้านทานความเค้นแรงกด ง. ขีดจำกัดของความล้าตัว

10. DIN : Deutsche Ingenious Normen คือมาตรฐานใด

ก. มาตรฐานของญี่ปุ่น ข. มาตรฐานของเยอรมัน

ค. มาตรฐานของฝรั่งเศส ง. มาตรฐานของอังกฤษ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. วัสดุโลหะ (Metals) หมายถึง

วัสดุที่ได้จากการถลุงสินแร่ต่าง ๆ ได้แก่ เหล็ก ทองแดง อลูมิเนียม นิเกิล ดีบุก สังกะสี ทองคำ ตะกั่ว เป็นต้น

2. วัสดุในงานอุตสาหกรรม แบ่งออกได้เป็นกี่กลุ่ม มีอะไรบ้าง

วัสดุโลหะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. วัสดุโลหะประเภทเหล็ก (Ferous Metals) หมายถึง โลหะที่มีพื้นฐานเป็นเหล็กประกอบอยู่ ได้แก่ เหล็กเหนียว เหล็กหล่อ เหล็กกล้า เป็นต้น

2. วัสดุโลหะประเภทไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferous Metals) หมายถึง โลหะที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเหล็ก ในขณะที่เป็นโลหะบริสุทธิ์ ได้แก่ ดีบุก อลูมิเนียม สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง ทองคำ เงิน ทองคำขาว แมกนีเซี ยม พลวง เป็นต้น

3. จงยกตัวอย่างสมบัติของโลหะ อย่างน้อย 5 ข้อ

(1) เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี

(2) เป็นตัวนำความร้อนได้ดี

(3) มีความเหนียวและแข็งแรงสูง

(4) มีอุณหภูมิปกติเป็นของแข็ง

(5) มีจุดหลอมละลายสูง

(6) สามารถทนต่อการทุบตี หรือการยืดขึ้นรูปได้

4. อโลหะแบ่งได้กี่ประเภท มีอะไรบ้าง

อโลหะแบ่งได้ 2 ประเภท

(1) สารสังเคราะห์ หมายถึง สารที่เกิดจากวัสดุที่สังเคราะห์ หรือผลิตขึ้นด้วยมนุษย์ ได้แก่ ซีเมนต์ กระดาษ แก้ว กระเบื้อง พลาสติก เป็นต้น

(2) สารธรรมชาติ หมายถึง สารที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ ได้แก่ หนังสัตว์ ไม้ ยาง ใย หิน เป็นต้น

5. วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ มีอะไรบ้าง

วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะมีหลายชนิด ทั้งเหล็กกล้าชนิดต่าง ๆ ซีเมนต์คาร์ไบต์ รวมไปถึงโลหะ นอกกลุ่มเหล็ก เช่น พลาสติก ยาง ฯลฯ สมบัติของวัสดุเหล่านี้แตกต่างกัน มีปัจจัยที่สำคัญสำหรับการ ตัดสินใจเลือก ตามเงื่อนไขที่จำเป็นในการทำแม่พิมพ์โลหะ

	ใบงานที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 7-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน	ทฤษฎี 8 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มุ่งให้ผู้เรียนมีความเข้าใจทั้งหลักการและกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานโลหะผ่านระบบแม่พิมพ์ โดยผู้เรียนสามารถอธิบายกลไกการทำงานของส่วนประกอบสำคัญ เช่น พั้นซ์และดาย รวมถึงลำดับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่การป้อนวัสดุจนเกิดเป็นชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ผู้เรียนยังสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวัสดุสำหรับทำแม่พิมพ์ โดยพิจารณาจากชนิดงาน ปริมาณการผลิต และวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับวัสดุโลหะ

3.2 แสดงเข้าใจรูปร่างของชิ้นงาน

3.3 แสดงความรู้วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แยกวัสดุโลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายรูปร่างของชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 เลือกวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.4 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ต้องมีข้อควรระวังการใช้อุปกรณ์และวัสดุที่ความสะอาด

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน เช่น กระดาษปรู๊ฟ ปากกาหลากสี ดินสอ ยางลบ ไม้บรรทัด

7.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

ให้นักเรียนนักศึกษาศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงานจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และทำสรุปเป็น mind mapping ส่งในกระดาษปรู๊ฟและตกแต่งให้สวยงาม

7.3 ปฏิบัติตามใบงานที่ 4

7.4 หลังจากปฏิบัติใบงานเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ

7.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

7.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ผู้เรียนมองเห็นภาพรวมของประเภทวัสดุและลักษณะรูปทรงที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้อย่างเป็นระบบ ผู้เรียนสามารถจำแนกชนิดวัสดุและเชื่อมโยงกับคุณสมบัติการใช้งานได้ถูกต้อง กระบวนการระดมความคิดร่วมกันช่วยเสริมทักษะการวิเคราะห์และจัดหมวดหมู่ข้อมูลทางเทคนิค นอกจากนี้ยังส่งเสริมการสื่อสารและการทำงานเป็นกลุ่ม โดยรวมทำให้ผู้เรียนเข้าใจการเลือกใช้วัสดุและรูปร่างชิ้นงานได้เหมาะสมกับลักษณะงานมากขึ้น

9. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

10. เอกสารอ้างอิง / เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบกิจกรรมที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน	ทฤษฎี 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มุ่งให้ผู้เรียนมีความเข้าใจทั้งหลักการและกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานโลหะผ่านระบบแม่พิมพ์ โดยผู้เรียนสามารถอธิบายกลไกการทำงานของส่วนประกอบสำคัญ เช่น พั้นซ์และดาย รวมถึงลำดับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่การป้อนวัสดุจนเกิดเป็นชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ผู้เรียนยังสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวัสดุสำหรับทำแม่พิมพ์ โดยพิจารณาจากชนิดงาน ปริมาณการผลิต และวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับวัสดุโลหะ

3.2 แสดงเข้าใจรูปร่างของชิ้นงาน

3.3 แสดงความรู้วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แยกวัสดุโลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายรูปร่างของชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 เลือกวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.4 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรม

6.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

- ให้ผู้เรียนนำเสนอใบงานที่ 4 หน้าชั้นเรียน รายกลุ่ม

6.3 ปฏิบัติกิจกรรมที่ 4

6.4 หลังจากปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บใบงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

6.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

6.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้พร้อมสำหรับปฏิบัติใบงานต่อไป

7. สรุปและอภิปราย

ผู้เรียนได้ศึกษาข้อมูลและเรียบเรียงเนื้อหาเกี่ยวกับประเภทวัสดุและลักษณะรูปทรงของชิ้นงานอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนสามารถอธิบายคุณสมบัติ จุดเด่น และความเหมาะสมในการนำไปใช้งานของวัสดุแต่ละชนิดได้ชัดเจน ระหว่างการนำเสนอมีการซักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้เกิดความเข้าใจเชิงลึกมากขึ้น กิจกรรมยังช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสาร การคิดวิเคราะห์ และความมั่นใจในการแสดงออก โดยรวมผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในการเลือกวัสดุและรูปทรงชิ้นงานได้เหมาะสมกับงานจริง

8. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบมอบหมายงานที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 7-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน	ทฤษฎี 8 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มุ่งให้ผู้เรียนมีความเข้าใจทั้งหลักการและกระบวนการอัดขึ้นรูปชิ้นงานโลหะผ่านระบบแม่พิมพ์ โดยผู้เรียนสามารถอธิบายกลไกการทำงานของส่วนประกอบสำคัญ เช่น พั้นช์และดาย รวมถึงลำดับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่การป้อนวัสดุจนเกิดเป็นชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ผู้เรียนยังสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวัสดุสำหรับทำแม่พิมพ์ โดยพิจารณาจากชนิดงาน ปริมาณการผลิต และวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับวัสดุโลหะ

3.2 แสดงเข้าใจรูปร่างของชิ้นงาน

3.3 แสดงความรู้วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แยกวัสดุโลหะได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายรูปร่างของชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 เลือกวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.4 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. รายละเอียดของงาน

ให้นักเรียนนักศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวงานชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงานกลุ่มละ 1 ชิ้น

6. กำหนดเวลาส่งงาน สัปดาห์ที่ 11

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

นักเรียนนักศึกษาค้นคว้าหาชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงานแบบงานแม่พิมพ์โลหะที่ตนเองสนใจในอินเตอร์เน็ตและมานำเสนอหน้าชั้นเรียนในสัปดาห์ต่อไป

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- ห้องสมุดวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย
- แหล่งข้อมูลในอินเตอร์เน็ตช่องทางต่าง ๆ

9. การประเมินผล

- แบบชิ้นงานแม่พิมพ์โลหะ
- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 11-16
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานขึ้นรูปโลหะ	ทฤษฎี 12 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานขึ้นรูปโลหะ		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

เข้าใจพัฒนาการและความหลากหลายของกระบวนการตัดในงานอุตสาหกรรม ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะ จุดเด่น และข้อจำกัดของวิธีการตัดแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งสามารถวิเคราะห์ความเหมาะสมของวิธีตัดให้สอดคล้องกับชนิดงาน ความหนา และความแม่นยำที่ต้องการ นอกจากนี้ยังตระหนักถึงผลต่อคุณภาพชิ้นงานและศักยภาพในการแข่งขันทางการผลิต ทำให้สามารถเลือกกระบวนการตัดได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมกับงานจริง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการตัด

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการดัด

3.4 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการลากขึ้นรูป

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เลือกเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่นได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายทฤษฎีการตัดได้อย่างถูกต้อง

4.3 อธิบายทฤษฎีการดัดได้อย่างถูกต้อง

4.4 อธิบายทฤษฎีการลากขึ้นรูปได้อย่างถูกต้อง

4.5 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.6 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. สาระการเรียนรู้

งานขึ้นรูปโลหะ

1.1 งานเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

1. เครื่องตัดพลาสม่า (Plasma)
2. เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser)
3. เครื่องตัดแรงดันน้ำ (waterjet)
4. เครื่องเจาะระบบหัวตอก (Punching)

5. เครื่องวายคัทหรือเครื่องตัดด้วยลวด (wire cut machine)

1.2 งานตัด

1. คมตัดตัวผู้ (พั้นช์)

2. คมตัดตัวเมีย (ดาย)

1.3 งานดัด

1. การงอ (เบนดิ้ง เทคโนโลยี - Bending Theory)

2. เส้นแกนกลาง (Neutral Axis)

3. การไหลตัวของโลหะในการขึ้นรูป เมททอล โฟล (Metal Flow)

4. การเคลื่อนไหวของโลหะระหว่างการขึ้นรูป (เม็ททอล มูฟเมน-Metal Movement)

5. การกดกระแทกชิ้นงานตรงบริเวณที่งอให้เป็นรอย

6. การยึดชิ้นงานก่อนงอ

1.4 งานลากขึ้นรูป

1. งานขึ้นรูป (ดรออิ้ง - Drawing)

2. เทคนิคการขึ้นรูป (เท็คนิค ออฟ ดรออิ้ง - Technique of Drawing)

3. พลาสติก แร้งก์ (Plastic Range)

4. รีดักชั่น ลิมิท (Reduction Limits)

5. Draw Radii รัศมีดาย (Die)

6. พั้นช์ โนส เรดดิค - Punch – Nose Radii

7. เครียร์เรนท์ (Clearance) ระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die)

8. แรงกดของ (แบลงค์ โฮลเดอร์ - Blank Holder)

9. การหล่อลื่น

10. ความเร็วในการขึ้นรูป (ดรออิ้ง สปีด - Drawing Speed)

11. ข้อบกพร่องในระหว่างการขึ้นรูป

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (Project-Based Learning)

6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำการทบทวนเนื้อหาที่เรียนในสัปดาห์ที่ 10

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม

6.2.3 ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง งานขึ้นรูปโลหะ

6.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องงานขึ้นรูปโลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

6.4.3 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 5

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง งานขึ้นรูปโลหะ

7.2 ใบงานที่ 2.1 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับงานขึ้นรูปโลหะจากสื่อออนไลน์

7.3 สื่อ Power Point เรื่องงานขึ้นรูปโลหะ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบประเมินใบงาน ตามใบงานที่ 5

8.1.2 แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5

8.1.3 คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 5 งานขึ้นรูปโลหะ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม ตามใบงานที่ 5

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับงานขึ้นรูปโลหะจากสื่อออนไลน์

9.1.2 การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก หน่วยที่ 5 งานขึ้นรูปโลหะ

- แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5

9.2.2. สาธิตการปฏิบัติงาน

- การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 5 งานขึ้นรูปโลหะ

9.3.2. สังเกตการอภิปรายหน้าชั้นเรียนแบบกลุ่ม

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 11-16
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานขึ้นรูปโลหะ	ทฤษฎี 12 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานขึ้นรูปโลหะ		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

เข้าใจพัฒนาการและความหลากหลายของกระบวนการตัดในงานอุตสาหกรรม ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะ จุดเด่น และข้อจำกัดของวิธีการตัดแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งสามารถวิเคราะห์ความเหมาะสมของวิธีตัดให้สอดคล้องกับชนิดงาน ความหนา และความแม่นยำที่ต้องการ นอกจากนี้ยังตระหนักถึงผลต่อคุณภาพชิ้นงานและศักยภาพในการแข่งขันทางการผลิต ทำให้สามารถเลือกกระบวนการตัดได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมกับงานจริง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการตัด

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการดัด

3.4 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการลากขึ้นรูป

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เลือกเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่นได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายทฤษฎีการตัดได้อย่างถูกต้อง

4.3 อธิบายทฤษฎีการดัดได้อย่างถูกต้อง

4.4 อธิบายทฤษฎีการลากขึ้นรูปได้อย่างถูกต้อง

4.5 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.6 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เนื้อหาสาระ

1. เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

ประเภทของเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น ปัจจุบันนี้การตัดโลหะแผ่นด้วยวิธีการเทคโนโลยี สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องตัดพลาสม่า (Plasma) พลาสม่าคือสถานะที่ 4 ของสสาร (หลังจากของแข็ง, ของเหลว, แก๊ส) เกิดจากการกระตุ้นอิเล็กตรอนให้หลุดจากอะตอมของสสาร ทำให้เกิดพลังงานสูงมากจนกลายเป็นพลังงานความร้อนที่นำมาใช้ในการตัดโลหะ

ข้อดี คือ สามารถตัดงานโลหะได้หนามาก สามารถตัดสเตนเลสได้หนาถึง 3 นิ้ว (ขึ้นอยู่กับกระแสไฟที่ใช้) สามารถตัดงานด้วยความเร็วสูงกว่าวิธีอื่นๆ จุดด้อย คือ ร่องตัดมีขนาดค่อนข้างใหญ่และเอียง ด้วยข้อด้อยทำให้การตัดด้วยพลาสม่าไม่เหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดสูง โดยทั่วไปเหมาะกับชิ้นงานที่หนา ที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อน ความคลาดเคลื่อนและความเอียงของสันชิ้นงานได้ประมาณ 1-3 มิลิเมตร (ขึ้นอยู่กับความหนาชิ้นงานและขีดความสามารถของเครื่อง)

2. เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser) เลเซอร์ คือ การตัดโดยใช้พลังงานความร้อนเหมือนกับการตัดด้วยพลาสม่า แต่กระบวนการผลิตพลังงานที่นำมาใช้ในการตัดต่างกัน ทำให้เปลวที่ใช้ในการตัดเล็กและแคบกว่าพลาสม่ามาก ส่งผลให้ร่องตัดมีขนาดเล็ก สันแนวตัดตรง

ข้อเสีย คือ มีขีดจำกัดเรื่องความหนา โดยเครื่องที่มีกำลังวัตต์สูง (4000-5000W) จะตัดสเตนเลสได้หนาประมาณ 15-19 มิลลิเมตร มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ ตั้งแต่ราคาเครื่องตัดเลเซอร์รวมไปถึง แก๊ส หัวนอซเซิล และวัสดุสิ้นเปลืองต่างๆ การตัดเลเซอร์จึงเหมาะกับการใช้งานบางที่ต้องการความละเอียดสูง มีความคลาดเคลื่อนเพียง +/-0.15 มิลิเมตร

3. เครื่องตัดแรงดันน้ำ (waterjet) การตัดด้วยแรงดันน้ำนั้น ได้ถูกนำมาใช้มาประมาณ 30-40 ปีมาแล้ว ซึ่งในอดีตไม่เป็นที่นิยมกันมากนักเนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องความคลาดเคลื่อนและเสถียรภาพของระบบ แต่ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา เทคโนโลยี waterjet ได้พัฒนาไปมากจนในปัจจุบันเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับงานตัดโลหะ ระบบ waterjet สามารถแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ ระบบที่ใช้แรงดันน้ำเพียงอย่างเดียว (Pure water jet) และระบบที่ใช้สารกัดกร่อน (abrasive) ช่วยในการตัด (Abrasive jet)

ทั้งสองระบบมีหลักการเดียวกัน คือ ใช้แรงดันน้ำที่สูงมากเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการตัด แต่ในระบบ Pure water jet จะใช้น้ำเป็นตัวตัดชิ้นงาน สำหรับระบบ Abrasive jet แรงดันน้ำจะเป็นตัวขับสารกัดกร่อนที่เติมเข้าไปในระบบ ใช้สารกัดกร่อนที่พ่นออกมาจากหัวฉีดเป็นตัวตัดชิ้นงาน ระบบ Abrasive jet จะใช้กับชิ้นงานที่มีความแข็ง

การตัดด้วยระบบ waterjet สำหรับงานโลหะ หมายถึง ระบบ Abrasive jet นั่นเอง โดยระบบ waterjet แล้ว จะแตกต่างจากการตัดพลาสม่า หรือเลเซอร์ โดยเฉพาะในแง่ที่กระบวนการทั้งหมดไม่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้อง

ข้อดี คือ สามารถตัดวัสดุได้หลายประเภท ตั้งแต่ เหล็ก สเตนเลส อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง พลาสติก ไม้ ยาง หิน เซรามิค แก้ว โดยไม่ทำให้วัสดุหลอมเหลวหรือสูญเสียคุณสมบัติทางกายภาพ สามารถตัดงานได้หนามากและมีความเอียงของร่องตัดน้อย ค่าใช้จ่ายโดยรวมจะน้อยกว่าการตัดเลเซอร์

ข้อเสีย คือ ตัดงานได้ค่อนข้างช้า ร่องตัดมีขนาดใหญ่กว่าการตัดด้วยเลเซอร์ ดังนั้น การตัดด้วย waterjet เป็นทางเลือกที่อยู่ระหว่างการตัดเลเซอร์และพลาสม่า คือ เหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดปานกลางที่ พลาสม่า ไม่สามารถทำได้หรืองานที่หนาเกินขีดจำกัดของเลเซอร์

4. เครื่องเจาะระบบหัวตอก (Punching) Punching คือ วิธีการที่ต่างจากการตัดทั้งสามวิธี โดยการตัดทั้งสามวิธีเป็นการผลิตชิ้นงานด้วยการเดินอย่างต่อเนื่องของหัวตัด ทำให้เกิดเป็นแนวตัดตามแบบ แต่

punching เป็นการใช้หัวตอกเจาะลงไปบนแผ่นโลหะ ทำให้เกิดเป็นรูหรือแนวตัดตามลักษณะรูปร่างของหัวตอก วิธีนี้ทำให้เครื่อง punching ต้องมีหัวตอกหลายประเภท หลายขนาด เพื่อให้ได้แบบงานตัดตามต้องการ

ข้อดี คือ สามารถปั๊มเจาะได้ด้วยความเร็วสูง แม่นยำ กับแบบงานที่มีหัวแม่พิมพ์โลหะรองรับ

ข้อเสีย คือ การใช้หัวตอกเจาะทะลุแผ่นโลหะด้วยแรงกด ทำให้ไม่สามารถใช้กับงานหนาๆ ได้ สำหรับสเตนเลสจะจำกัดอยู่ที่ประมาณ 3-4 มิลิเมตร แนวตัดที่เป็นเส้นโค้งจะต้องใช้หัวแม่พิมพ์ตอกต่อๆ กันทำให้ได้แนวตัดที่ไม่สวยเหมือนการตัดด้วยวิธีอื่น

นอกจากนี้ การผลิตชิ้นงานด้วยวิธี punching ยังมีเรื่องของการเสียเวลาในการจัดเตรียมหัวแม่พิมพ์โลหะ วิธีนี้จึงเหมาะกับงานบาง แบบที่มีรูเยอะ ผลิตเป็นจำนวนมาก งานลักษณะ mass production

5. เครื่องวายคัทหรือเครื่องตัดด้วยลวด (wire cut machine) เครื่อง Wire Cut คือ เครื่องมือที่ใช้ในการตัดชิ้นงาน หลักการทำงานโดยการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวหลอมละลายชิ้นงาน ชิ้นงานที่ได้มีความละเอียดสูง เราสามารถปรับค่าความเร็วในการตัดด้วยค่ากระแสไฟที่ใช้รายละเอียดต่างๆ ในการตัดชิ้นงานเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับวัสดุที่ต้องการตัด เนื่องจากเครื่องมือมีความละเอียดสูง ดังนั้น เราจำเป็นต้องมีการเรียนรู้ในการใช้งานเพื่อที่จะทำให้สามารถตัดชิ้นงานได้ตามที่ต้องการ เครื่อง Wire Cut ในการใช้จะต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อเป็นคำสั่งให้เครื่องทำงาน คำสั่งต่างๆ จะต้องมีความถูกต้องเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ตรงตามความต้องการ ชิ้นงานที่ได้จากเครื่อง Wire Cut มีความถูกต้องแม่นยำสูงมากกับกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอื่น ผิวของชิ้นงานที่ได้มีความละเอียดสูง

2. ทฤษฎีการตัด

กระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่น การตัดถือเป็นกระบวนการขั้นพื้นฐาน และมีความยุ่งยากน้อยที่สุดคมตัดที่อยู่ในแม่พิมพ์ตัด นั้น ประกอบด้วยคมตัดสองส่วน คือ คมตัดตัวผู้ (พั้นช์) และ คมตัดตัวเมีย (ดาย) ในการตัดโลหะที่จะมีแรงกระทำโลหะที่ส่งให้ (พั้นช์) และ (ดาย) เป็นแรงเฉือน (เชียรฟอส) โดยแรงจะมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม

โดยสภาพปกติของแม่พิมพ์แนวตัดของคมตัดตัวผู้และคมตัดตัวเมียจะมีช่องว่างระหว่างคมตัดเราเรียกช่องว่างระหว่างคมตัดพั้นช์และดาย ว่า เครียร์เรนท์ (Clearance) แรงของพั้นช์และดาย ที่กระทำต่อโลหะแผ่นจะก่อให้เกิดความแค้นเฉือน เชียร์ สเตรท (Shear Stress) ในแผ่นโลหะ เมื่อแรงตัดของพั้นช์และดาย ทำให้เกิดความเค้นเฉือนมากกว่าความต้านทานต่อแรงเฉือน (เชียร สเตรส) ในแผ่นโลหะของวัสดุโลหะแผ่นพอที่จะรับได้โลหะแผ่นก็จะฉีกขาดออกจากกัน

3. ทฤษฎีการดัด

ขบวนการในการขึ้นรูปโลหะทั้งหมดนั้น นับว่า ขบวนการงอขึ้นรูป เบนดิ้ง (Bending) เป็นขบวนการที่ง่ายที่สุดที่ใช้ทำงานร่วมกับเครื่องปั๊มโลหะ ซึ่งขบวนการงอขึ้นรูปนี้อาจทดลองได้โดยใช้เครื่องมือง่ายๆ ภายในบ้านทำก็ได้ ขบวนการงอขึ้นรูปนั้นเป็นขบวนการอันหนึ่งในหลายๆ ขบวนการของขบวนการขึ้นรูปโดยการตัดงอ ซึ่งขบวนการนี้จะถูกใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาถึงสภาพของการขึ้นรูปชิ้นงานที่ใช้ในบทนี้ ขบวนการขึ้นรูป

โดยการดัดงอนั้นมีกรรมวิธีที่แตกต่างไปจากขบวนการตัดขึ้นรูป คัตติ้ง (Cutting) และขบวนการลากขึ้นรูป ดรออิ้ง (Drawing) เป็นอย่างมาก

1. ทฤษฎีการงอ (เบนดิ้ง เทคโนโลยี - Bending Theory) ในการขึ้นรูปโลหะโดยการงอขึ้นรูปนั้น เราต้องให้แรงแก่ชิ้นงาน ทั้งนี้ เพื่อให้ชิ้นงานนั้นเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวร ซึ่งแรงที่ให้แก่ชิ้นงานนั้น จะต้องไม่ทำให้ความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานมากกว่าความเค้นดึงสูงสุดของชิ้นงานนั้น และจะต้องไม่น้อยกว่าจุดยืดหยุ่นจำกัดของชิ้นงาน

เมื่อเราให้แรงแก่ชิ้นงานเพื่อทำการดัดจะปรากฏว่าความเค้นของชิ้นงานที่เกิดขึ้น จะเริ่มจากบางจุดที่ต่ำกว่าความแข็งแรงสูงสุดของโลหะนั้น และความเค้นที่เกิดขึ้นนั้นจะแผ่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของชิ้นงานซึ่งขณะที่แผ่กระจายนั้น ความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานก็จะค่อยๆ ลดลงด้วยจนถึงบริเวณที่ความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานเป็นศูนย์ ซึ่งลักษณะการเกิดความเค้นบนชิ้นงานแบบนี้ จะทำให้เกิดการบิดงอของชิ้นงานมากกว่าจะเกิดการฉีกขาด สำหรับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวรของโลหะนั้น ความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงาน จะต้องผ่านจุดยืดหยุ่นจำกัด และจะล้าตัวด้วย

การแผ่กระจายของแรงเฉือนที่ใช้บนดายสำหรับขบวนการตัดขึ้นรูปนั้น จะมีขนาดของการแผ่กระจายของแรงเท่ากับขนาดของช่องว่างระหว่างคมตัดของแม่พิมพ์ที่ได้ตั้งเอาไว้ ตามปกติจะมีค่าประมาณ 10% ของความหนาของชิ้นงาน สำหรับการแผ่กระจายของแรงที่ใช้ในการงอนั้น จะมีขนาดของการแผ่กระจายบนชิ้นงานมากกว่าแรงเฉือน ซึ่งขนาดของการแผ่กระจายบนชิ้นงานมากกว่าแรงเฉือน ซึ่งขนาดของการแผ่กระจายบนชิ้นงานในการงอนั้น จะมีขนาดเท่ากับความหนาของชิ้นงานบวกกับรัศมีของพั้นซ์ และรัศมีของดาย

การงอ (เบนดิ้ง) นั้นมีลักษณะความแตกต่างของการเกิดความเค้นของโลหะเฉพาะที่เท่านั้น ความเค้นที่เกิดเฉพาะที่นี้จะเกิดขึ้นตรงรัศมีของการงอของชิ้นงานเท่านั้น ส่วนพื้นที่ของชิ้นงานส่วนที่เหลือนั้น จะไม่มีความเค้นเกิดขึ้นเลย จากรูปที่4.37 นั้น เป็นการแสดงถึงพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานที่ได้ผ่านขบวนการงอมาแล้ว ความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานนั้น เราจะสังเกตุได้ดังนี้ โลหะที่อยู่ด้านนอกของรัศมีการงอจะยืดออกแสดงให้เห็นว่ามีความเค้นดึงเกิดขึ้น ส่วนโลหะที่อยู่ด้านในของรัศมีการงอจะหดตัวเข้า แสดงให้เห็นว่ามีความเค้นอัดเกิดขึ้น ดังนั้น ถ้ามีการฉีกขาดปรากฏขึ้นระหว่างการงอมันจะเกิดขึ้นที่ส่วนนอกของการงอ แต่ถ้ามีรอยย่น วิ้งเก้ล (Wrinkle) ปรากฏขึ้น มันจะเกิดขึ้นที่ด้านในของการงอ

3. เส้นแกนกลาง (Neutral Axis) ทั้งนี้เพราะว่าที่ชิ้นงานนั้นได้เกิดความเค้นดึงขึ้นที่ด้านหนึ่ง และอีกด้านหนึ่งนั้นได้เกิดความเค้นอัดขึ้น การกลับตรงข้ามของความเค้นทั้งสองนี้ จะต้องเกิดขึ้นตรงใกล้ๆ เส้นแกนกลางของความหนาของชิ้นงาน ความเค้นดึงและความเค้นอัดจะเกิดขึ้นมากที่สุดตรงบริเวณด้านขอบนอกทั้งสองข้างของความหนาของชิ้นงาน และความเค้นที่เกิดขึ้นทั้งสองนี้จะค่อยๆ ลดลงๆ เมื่อระยะห่างเข้ามาใกล้กับเส้นแกนกลางของความหนาของชิ้นงาน ซึ่งที่เส้นแกนกลางของความหนาหรือบริเวณใกล้ๆ เส้นแกนกลางของความหนาจะมีความเค้นเป็นศูนย์ คือไม่เกิดความเค้นขึ้นเลย เส้นที่ไม่มีความเค้นเกิดขึ้นเลยเราเรียกว่า “เส้นแกนกลาง” นิวตรอน เอ๊กซิส(Neutral Axis)

ก่อนที่จะมีการงอชิ้นงานนั้น ขนาดความยาวที่แท้จริงของชิ้นงานได้ถูกกำหนดไว้แน่นอน และดังนั้น ความยาวของเส้นแกนกลางที่เกิดจากการงอชิ้นงานนั้น จะเท่ากับความยาวเดิมของชิ้นงาน ส่วนความยาวด้าน

นอกรัศมีการงอจะมีความยาวเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันความยาวด้านในรัศมีการงอ จะมีความยาวลดลงกว่าความยาวเดิม ซึ่งจะเห็นได้ว่าความยาวของเส้นแกนกลางจะได้ถูกแสดงถึงความยาวที่แท้จริงของชิ้นงาน ดังนั้นในการที่จะขึ้นรูปชิ้นงานเป็นรูปอะไรนี้ จึงมีปัญหาอยู่ที่ว่า เราจะหาขนาดที่เหมาะสมของชิ้นงานเพื่อมาทำการงอได้อย่างไร ซึ่งขนาดที่แท้จริงของชิ้นงานก่อนที่จะนำมางอนั้น ก็หาได้จากเส้นแกนกลางของชิ้นงานหลังจากงอแล้วนั่นเอง

เมื่อเราทำการตัดชิ้นงานครั้งแรกเส้นแกนกลางจะเกิดขึ้นใกล้กับเส้นแบ่งครึ่งความหนาของชิ้นงานแต่เมื่อทำการตัดต่อไปเส้นแกนกลางจะเลื่อนเข้ามาทางด้านในหรือด้านที่เกิดการอัดตัว คอมเพรสชั่น (Compression) ซึ่งมักจะเป็นเช่นนี้เสมอ ยิ่งถ้าเป็นการตัดชิ้นงานที่มีความหนามากๆ ด้วยแล้ว สำหรับการวัดระยะของเส้นแกนกลางนั้น จะวัดจากผิวด้านในของรัศมีการตัด หรือด้านที่เกิดการอัดตัวออกไปหาเส้นแกนกลาง การตัดชิ้นงานบางๆ จะมีพื้นที่ในการคัต เบน แอเรีย(Bend Area) น้อย ซึ่งถูกอัดตัวติดกับขอบรัศมีของดายจะได้ขนาดที่ถูกต้อง ดังนั้นในการออกแบบดายเราจะต้องระวังเรื่องนี้ด้วย

เมื่อทำการงอโลหะแผ่นระยะของเส้นแกนกลาง จะอยู่ห่างจากด้านที่เกิดการอัดตัวเป็นระยะประมาณ 0.25 เท่า ของความหนาของชิ้นงาน ลักษณะการเกิดของเส้นแกนกลาง มีดังต่อไปนี้

1. ถ้าความหนาของโลหะแผ่นคงที่ ขณะที่รัศมีของการงอลดลง เส้นแกนกลางจะเลื่อนตัวมาทางด้านที่เกิดการอัดตัว

2. ถ้ารัศมีของการงอคงที่ ขณะที่ความหนาของโลหะแผ่นเพิ่มขึ้น เส้นแกนกลางจะเลื่อนตัวมาทางด้านที่เกิดการอัดตัว

3. ถ้ารัศมีของการงอและความหนาของโลหะแผ่นคงที่ ขณะที่มุมของการงอได้เพิ่มขึ้น เส้นแกนกลางจะเลื่อนตัวมาทางด้านที่เกิดการอัดตัว

4. ถ้าไม่มีความเค้นเกิดขึ้นบนชิ้นงาน เส้นแกนกลางจะอยู่ตรงกลางของความหนาของชิ้นงาน

4. การไหลตัวของโลหะในการขึ้นรูป เมททอล โฟล (Metal Flow) เพราะว่าโลหะบริเวณที่เราดัดนั้น ได้มีความเค้นเกิดขึ้นซึ่งมันจะทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะ ความเค้นดึงที่ทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะจะไปทำให้ความหนาของชิ้นงานในบริเวณที่ดัดมีขนาดลดลง ส่วนความเค้นอัดที่ทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะจะไปเพิ่มขนาดความกว้างของชิ้นงานให้เพิ่มขึ้น

ลักษณะของการไหลตัวของโลหะระหว่างขึ้นรูปโดยการดัดงอ มีดังต่อไปนี้

1. ถ้าแท่งโลหะถูกนำมาดัด จะทำให้เกิดการบิดงอทางพื้นที่หน้าตัดอย่างมาก และจะมีการไหลตัวของโลหะ ทำให้ความหนาของแท่งโลหะลดลงเล็กน้อย แต่จะไปเพิ่มทางด้านความกว้างมากขึ้น

2. ถ้าโลหะแผ่นถูกนำมาดัด จะมีการบิดงอทางพื้นที่หน้าตัดเล็กน้อย แต่ความหนาจะลดลงอย่างมากและไม่มีการเพิ่มตัวขึ้นทางความกว้างเลย

เมื่อเราดึงโลหะแผ่นโอกาสที่จะเกิดการฉีกขาดมีมาก ทั้งนี้ เพราะว่าการมีอัตราความมากความต่อความหนาที่น้อย ส่วนรอยย่นจะปรากฏขึ้นเสมอเมื่อเราดัดโลหะแผ่น หรือแท่งโลหะอย่างแรง ทั้งนี้เพราะว่าอัตราความกว้างน้อยต่อความหนามาก จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเพิ่มทางด้านการดัดตัวมากขึ้น ขนาดของการไหลตัวของโลหะซึ่งมีความสัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ คือ

1. เมื่อรัศมีของการงอ ยาวขึ้น จะทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะน้อย

2. โลหะที่บางกว่าจะเกิดการไหลตัวของโลหะน้อยน้อยกว่า

3. มุมของการงอ แคบจะทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะน้อย

4. ถ้าเป็นการงอช่วงแคบจะทำให้มีการไหลตัวของโลหะ เนื่องจากแรงดึงมีน้อยแต่การไหลตัวของโลหะเนื่องจากแรงอัดมีมาก

5. ถ้าเป็นการช่วงกว้าง จะทำให้มีการไหลตัวของโลหะ เนื่องจากแรงดึงมีมาก แต่การไหลตัวของโลหะเนื่องจากแรงอัดมีน้อย

6. ถ้าเป็นโลหะที่แข็ง จะทำให้มีการไหลตัวของโลหะทางด้านการดึงตัวมาก และทางด้านนี้ก็มีโอกาสที่จะฉีกขาดได้ง่าย

7. ถ้าเป็นโลหะที่อ่อน จะทำให้มีการไหลตัวของโลหะทางด้านการอัดตัวมาก และทางด้านนี้ก็มีโอกาสที่จะเกิดรอยย่นได้ง่าย

5. การเคลื่อนไหวของโลหะระหว่างการขึ้นรูป (เม็ททอล มูฟเมน-Metal Movement) ระหว่างการทำการงอชิ้นงานนั้น พื้นที่ส่วนหนึ่งของแผ่นชิ้นงาน แบลงก์ (Blank) ได้ถูกยึดเอาไว้ด้วยแผ่นโลหะที่เราเรียกว่า "แผ่นโลหะกด" พื้นที่ส่วนที่เหลือของชิ้นงานจะเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงย่อมแล้วแต่รูปร่างตามที่เราต้องการ ชิ้นงานจะถูกบังคับให้เคลื่อนที่ขึ้นหรือลงด้วยพั้นช์ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างเข้าไปในดาย การที่ชิ้นงานเคลื่อนตัว มูฟเม้นท์ (Movement) ผ่านช่องว่างนี้เราเรียกว่า "การเหวี่ยงตัวของชิ้นงาน" สวิงกิ้ง(Swinging) และลักษณะของการเกิดอาการเช่นนี้เราจะพบเสมอในการงอชิ้นงานในดายเท่านั้น ซึ่งลักษณะการเคลื่อนไหวตัวของโลหะนั้นมันจะไม่ปรากฏในขบวนการกดขึ้นรูป เอ็มบอสซิ่ง (Embossing) ยืดขึ้นรูป เสตร็ทชิ่ง (Stretching) และลากขึ้นรูป ดรออิ้ง(Drawing)

6. การกระเด้งตัวกลับของชิ้นงาน (สปริง แบล็ก - Spring Back) เมื่อได้ทำการตัดชิ้นงานแล้ว จะมีความเค้นเกิดขึ้นในบริเวณที่ทำการตัด และความเค้นที่เกิดขึ้นนี้จะมีความแตกต่างกันคือ ไม่เหมือนกันทุกจุดซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดการกระเด้งตัวกลับของชิ้นงาน

ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดการกระเด้งตัวกลับ มีดังนี้

1. โลหะที่แข็งจะมีมุมของการกระเด้งตัวกลับ ดีกรี ออฟ สปริง (Degree of Spring) มากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากโลหะแข็งมีจุดยืดหยุ่นจำกัดสูงกว่า ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดแถบยืดหยุ่นเล็กๆ นั้น ใหญ่กว่า

2. ถ้ารัศมีของการงอเล็กกว่าจะไปลดการเกิดการกระเด้งกลับ โดยการสร้างช่วงการอยู่ตัวของโลหะให้ใหญ่กว่า แต่จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการฉีกขาดได้ง่าย เนื่องจากมีความเค้นเกิดขึ้นทางผิวหน้านอกของการงอมากกว่า

3. เมื่อโลหะได้ถูกงอด้วยมุมที่มากกว่ามุมที่ต้องการงอ จะมีผลทำให้ช่วงของการอยู่ตัวของโลหะนั้นขยายตัวใหญ่เข้า และจะเป็นการลดการกระเด้งตัวกลับของชิ้นงานให้น้อยลงไปในแต่ละมุมของการงอ แต่อย่างไรก็ตามผลรวมของการกระเด้งกลับของชิ้นงานก็ยังเพิ่มขึ้นอยู่นั่นเอง

4. โลหะที่หนากว่าจะมีการเกิดการกระเด้งตัวกลับน้อย ทั้งนี้เพราะว่าช่วงของการอยู่ตัวของโลหะมีมาก ซึ่งในการพิจารณาการเปรียบเทียบนั้นรัศมีของดายจะต้องไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะใช้โลหะหนาหรือบางทดลองก็ตาม

สำหรับมุมของการงอ = 20 องศา

องศาของการ การกระเด้งกลับต่อองศาของการงอชิ้นงาน = 4.5 = 0.205
20

สำหรับมุมของการงอ = 40 องศา

องศาของการกระเด้งกลับต่อองศาของการงอชิ้นงาน = 4.6 = 0.1150
40

สำหรับมุมของการงอ = 60 องศา

องศาของการกระเด้งกลับต่อองศาของการงอชิ้นงาน = 4.9 = 0.0817
60

สำหรับมุมของการงอ = 90 องศา

องศาของการกระเด้งกลับต่อองศาของการงอชิ้นงาน = 5.3 = 0.0589
90

จากการคำนวณนั้น จะเห็นได้ว่าองศาของการกระเด้งกลับต่อองศาของการงอจะลดลงเรื่อยๆ ทั้งนี้เพราะว่าช่วงของการอยู่ตัวของโลหะจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อมุมของการงอเพิ่มจากกราฟทุกภาพจะเห็นได้ว่าเมื่อมุมของการงอมากกว่า 30 องศา จะทำให้ผลรวมของการกระเด้งกลับของชิ้นงานจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

โลหะที่นำมาจากโรงงานแต่ละม้วนหรือแต่ละขดนี้มันจะมีความแตกต่างกัน ดังนี้ เราจึงไม่สามารถจะคาดคะเนองศาของการกระเด้งตัวกลับได้อย่างถูกต้องนัก การกระเด้งตัวกลับแต่ละพื้นที่ของโลหะภายในม้วนหรือขดเดียวกันย่อมไม่เหมือนกัน ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดก่อนที่เราจะออกแบบดาย ควรจะสร้างเครื่องมือขึ้นมาเพื่อใช้วัดองศาของการกระเด้งกลับของชิ้นงานแต่ละพวกเสียก่อน

วิธีป้องกันการเกิดการกระเด้งตัวกลับ โอเวอร์คัมมิ่ง สปริง แบล็ค (Overcoming Spring Back) มีอยู่หลายวิธีด้วยกันในการป้องกันการเกิดการกระเด้งกลับ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. การงอให้มากกว่าความต้องการ โอเวอร์ เบนดิ้ง (Over Bending)
2. การกดกระแทกชิ้นงานตรงบริเวณที่งอให้เป็นรอย (Bottoming or Setting)
3. การยืดชิ้นงานก่อนงอ สเตร็ทเบนดิ้ง (Stretch Bending)

7. การงอให้มากกว่าความต้องการ วิธีนี้เป็นการงอโลหะให้มากเกินจำนวนที่ต้องการ ซึ่งเมื่อดึงพั้นซ์กลับคืนไปจะทำให้โลหะนั้นกระเด้งกลับไปเล็กน้อย และได้มุมที่เราต้องการพอดี การทำการงอให้มากกว่าความต้องการนี้ อาจจะทำได้โดยการทำดายเป็นลักษณะลูกเบี้ยว (Cam) โดยการลดช่องว่างระหว่างพั้นซ์และดายให้น้อยลง และโดยการทำมุมที่พั้นซ์หรือดายให้น้อยลง สำหรับกรณีของวี-ดาย จะต้องทำมุมที่พั้นซ์และ

ดายให้น้อยลงนั้น เมื่อเราลดขนาดช่องว่างให้น้อยลงกว่าความหนาของชิ้นงาน จะทำให้ชิ้นงานนั้นเกิดการขัดสีกับผนังของพั้นซ์และดาย ทำให้เกิดลักษณะของการเป็นมันเงาปรากฏขึ้น วิธีการงอให้มากกว่าความต้องการได้

8. การกดกระแทกชิ้นงานตรงบริเวณที่งอให้เป็นรอย วิธีนี้เป็นการใช้พั้นซ์กดกระแทก

โลหะอย่างแรงที่บริเวณรัศมีที่งอของชิ้นงาน ซึ่ง ณ ตำแหน่งนี้โลหะจะได้รับความเค้นอย่างมาก ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดการอยู่ตัวของโลหะที่บริเวณนั้นผ่านจุดความแข็งแรงล้าตัวของโลหะนั้น วิธีการกดกระแทกชิ้นงานตรงบริเวณที่งอให้เป็นรอย การจะต้องทำรอยนูนขึ้นมาบนพั้นซ์ เพื่อใช้ในการกระแทกบริเวณพื้นที่ที่เรางอ สำหรับในวิปปิ้งด้าย์หรือ-ดายนั้น จะใช้แผ่นโลหะรองรับชิ้นงานอยู่ข้างล่าง และแผ่นโลหะนี้จะต้องติดอยู่กัน ชู (Shoe) หรือแผ่นโลหะประกบหลัง แบลงค์กิ้ง เพจ(Backing Plate) การที่เราใช้แผ่นโลหะรองรับชิ้นงานอยู่ข้างล่าง เพื่อที่จะทำให้พั้นซ์ได้กดกระแทกชิ้นงานให้งอ ซึ่งมันจะไม่เกิดประโยชน์อะไรเลย ถ้าเราใช้พั้นซ์กดกระแทกชิ้นงานตรงพื้นที่ส่วนที่แบน เพราะว่าตรงพื้นที่ส่วนนั้นจะไม่มีความเค้นเกิดขึ้น และจะไม่มีการกระเด้งตัวกลับเกิดขึ้นด้วย ดังนั้นเราจึงต้องทำรอยนูนขึ้นบนพั้นซ์เพื่อใช้กระแทกชิ้นงานตรงบริเวณพื้นที่ที่งอ ซึ่งจะเป็นการช่วยลดการเกิดการกระเด้งกลับของชิ้นงาน

9. การยึดชิ้นงานก่อนงอ

วิธีเป็นการยึดชิ้นงานให้ชิ้นงานนั้นเกิดความเค้นเลยจุดความแข็งแรงล้าตัวของชิ้นงานนั้น จากนั้นก็ใช้แรงกดชิ้นงานนั้นลงบนพั้นซ์ซึ่งได้ตั้งรับชิ้นงานไว้แล้ว วิธีการนี้จะมีการกระเด้งกลับของชิ้นงานเกิดขึ้นเล็กน้อย และเหมาะสำหรับใช้กับการขึ้นรูปงานตื้นๆ เช่น กระโปรงครอบ หน้าหม้อรถยนต์ถ้าเรา ใช้แรงในการขึ้นรูปชิ้นงานมากเกินไป จะทำให้ความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานผ่านเลยถึงจุดความแข็งแรงทางดึงสูงสุดของชิ้นงาน โอกาสที่ชิ้นงานจะฉีกขาดก็มีมาก วิธีการป้องกันการเกิดการกระเด้งตัวกลับแบบนี้นิยมใช้กันมากสำหรับงานที่มีกำลังการผลิตต่ำ (โล โพรดักชั่น - Low Production) เพราะว่าวิธีการนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ดายซึ่งเป็นการประหยัด

4. ทฤษฎีการลากขึ้นรูป

การลากขึ้นรูป (ดรออิ้ง - Drawing) ประกอบด้วย ดังนี้

1. งานขึ้นรูป (ดรออิ้ง - Drawing) จุดประสงค์ของงานขึ้นรูป คือ แปรสภาพโลหะจากแผ่นเรียบให้เป็นภาชนะรูปถ้วย (เชล - Shell) โดยที่ความหาของโลหะไม่เปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนสภาพนี้ทำได้โดยการกดโลหะแผ่นเรียบด้วย พั้นช์ (Punch) ให้เข้าไปในช่องว่างของ ดาย(Die) ซึ่งรูปถ้วยนี้อาจเป็นรูปทรงกระบอก รูปกล่อง ที่มีด้านตรง เอียง หรือมีทั้งตรง เอียง และเป็นเส้นโค้งด้วยก็ได้

ในการขึ้นรูปจะเกิดแรงเครียด (สเตรส - Stress) ขึ้นอย่างมากในระหว่างการไหลตัวของโลหะ ซึ่งการขึ้นรูปจะได้ผลดีหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ต่อไปนี้

1. คุณสมบัติของโลหะที่จะนำมาขึ้นรูป
2. ความเที่ยงตรงของเครื่องจักร
3. ขนาดของแผ่น Blank
4. การหล่อลื่น
5. แรงที่ใช้ในการขึ้นรูป

การเลือกชนิดของโลหะที่เหมาะสมและใช้เครื่องจักรที่ทันสมัย ก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้แน่ใจว่าจะได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพดีพอ ดังนั้น ในแต่ละขั้นตอนของการทำงานจะต้องมีการวางแผนงานอย่างรอบคอบ เพื่อที่จะผลิตสินค้าจำนวนมากให้ออกมามีคุณภาพเหมือนกันทุกชิ้น และลดการสูญเสียให้มีน้อยที่สุด โลหะที่ถูกขึ้นรูปจะเกิดแรงเครียดขึ้น 2 ประเภท คือ แรงดึง (เท็นซาย - Tinsile) และแรงกด (คอมเพรสซิพ - Compresssive) ซึ่งทำให้เกิดแรงเค้น (สเตรน - Strain) 3 ประเภท คือ เบนดิ้ง (Bending) สเตร็ทชิ่ง (Stretching) และ คอมเพรสชิ่ง (compressing) ซึ่งปรากฏการณ์ทั้ง 3 อย่างนี้ จะเกิดขึ้นพร้อมกันทั้งหมดหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของการขึ้นรูป ถ้าเป็นการขึ้นรูปลึก ๆ ดีพ ดรอ (Deep Draw) อาจจะเกิดแรงเค้นทั้ง 3 อย่างนี้ ขึ้นพร้อมกัน หรือถ้าเป็นการขึ้นรูปแบบตื้นๆ (Shallow Draw) ก็อาจจะเกิดเฉพาะ เบนดิ้ง - Bending เท่านั้น ก็ได้ในการขึ้นรูปลึก ๆ นั้น โลหะจะถูกขึ้นรูปหลายครั้ง และถูกกระทำจนถึงขีดจำกัดของความยืดหยุ่น ลิมิท ออฟ พลาสติกซิตี้ (Limit of Plasticity) เพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในแต่ละขั้นตอนมากที่สุด ดังนั้น จึงต้องพยายามหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความเครียดมากจนเกินไป เนื่องจากความเครียดที่เกิดจากการไหลตัวของโลหะจะเพิ่มมากขึ้นตามความลึกของการขึ้นรูป

ปัญหาที่พบสำหรับการขึ้นรูป คือ การเกิดรอยแตกและรอยย่น วิ้งเกิ้ล (Wrinkle) สำหรับปัญหาในการเกิดรอยย่นนั้นเนื่องมาจากในการเปลี่ยนสภาพของโลหะแผ่นเรียบไปเป็นภาชนะรูปถ้วย เชล (Shell) นั้นเส้นรอบรูปของโลหะจะลดลง การลดลงนี้จะเริ่มต้นทันทีที่โลหะมีการไหลตัว และหากไม่มีการควบคุมการไหลตัวของโลหะแล้ว โลหะจะมาอัดตัวกันโดยมีทิศทางเข้าหาจุดศูนย์กลางของดาย (Die) ทำให้เกิดเป็นจีบหรือรอยย่นในแนวรัศมี การป้องกันไม่ให้เกิดรอยย่นนั้นเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการขึ้นรูป การป้องกันทำได้โดยใช้ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) เข้ามาควบคุมการไหลตัวของโลหะ โดยทำให้โลหะไหลตัวในทิศทางขนานกับผิวหน้าของดาย (Die) ด้วยวิธีนี้จะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีผนัง วอล(wall) เรียบและความหนาเท่ากันตลอด

2. เทคนิคการขึ้นรูป (เท็คนิค ออฟ ดรออิ้ง - Technique of Drawing) การขึ้นรูปโดยไม่ให้เกิดรอยย่น (วิงเคิ้ล - Wrinkle หรือ Puckering) หรือฉีกขาดนั้นจะต้องระมัดระหว่างและควบคุมองค์ประกอบต่างๆ ทั้งก่อนการขึ้นรูปและในขณะที่ขึ้นรูป องค์ประกอบเหล่านั้น ได้แก่

1. รูปร่างของ แบล้ง
2. การลดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของการขึ้นรูปในแต่ละครั้ง
3. รัศมีของ พั้นช์ และ ดาย
4. ช่องห่างระหว่าง พั้นช์ และ ดาย
5. แรงกด แบล้ง โฮลเดอร์
6. ความเร็วในการขึ้นรูป
7. การหล่อลื่น

3. พลาสติก แร้งก์ (Plastic Range) แรงที่ใช้ในการทำให้โลหะเกิดการไหลตัวนั้นต้องมีค่ามากกว่าค่า เทนซายร์ เยล สเตร็ง (Tinsile Yield Strength) ของโลหะทั้งนี้เพื่อที่จะทำให้โลหะเปลี่ยนรูปไปอย่างถาวร

แต่ต้องไม่เกินค่า อัลติเมท เทนซายร์ สเตร็ง (Ultimate Tinsile Strength) ของโลหะเพราะจะทำให้โลหะฉีกขาดได้ ซึ่งช่วงที่อยู่ในระหว่างค่าทั้งสองนี้เรียกว่า "พลาสติก เร้ง" (Plastic Range)

4. รีดักชั่น ลิมิท (Reduction Limits) พื้นที่ของโลหะที่อยู่ภายใต้การกดของ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) นั้น มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ส่วนที่ถูกกดโดย พั้นช์ (Punch) เนื่องจากปริมาณของโลหะที่จะขึ้นรูปได้ในแต่ละครั้งนั้นมีปริมาณจำกัด ถ้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ แบลงค์ (Blank) กับของรูปถ้วย เชล (Shell) ต่างกันมากเท่าไร พื้นที่ของโลหะที่จะไหลตัวก็มีมากขึ้นเท่านั้นในขณะเดียวกันแรงที่จะใช้ในการขึ้นรูปก็เพิ่มมากขึ้นด้วย

ตารางที่6.1 ค่าเฉลี่ยของรีดักชั่น (Reduction) ในการขึ้นรูปครั้งแรกของ Alcan 2 S-O และ 3 S-O

Thickness Ratio t/D (1)			Approximate Reduction in diameter (per cent)
Double Action Press	Single-Action Press		
	With Blank Holder	With Blank Holder	
.0015	.0025	.02	35
.0025	.0030	.03	40
.004	.0055	.05	48

(1) t = Blank Thickness.

D = Blank Diameter

ตารางที่6.2 เปอร์เซ็นต์รีดักชั่น (Reduction) ของการขึ้นรูปซ้ำ (Alcan 2 S-O & 3 S-O)

1st Draw From Blank (per cent)	ReDraws			Total Reduction (per cent)
	2nd Draw (per cent)	3rd Draw (per cent)	4th Draw (per cent)	
35	20	15	10	62
40	23	18	13	67 ½
45	27	22	16	73 ½
48	30	25	18	77 ½

5. Draw Radii รัศมีดาย (Die) ไม่ควรต่ำกว่า 4 เท่าของความหนาโลหะและไม่ควรเกิน 15 เท่า ของความหนาโลหะ เนื่องจากถ้ารัศมีของดาย (Die) ยิ่งแหลมเท่าใด ก็จะทำให้ความต้านทานในการไหลของโลหะมีมากขึ้นเท่านั้น และมีโอกาสที่ชิ้นงานจะแตกได้ง่าย ในทำนองเดียวกันถ้ารัศมีใหญ่เกินไป โลหะก็จะถูกปล่อยตัวจากการจับของ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) เร็วเกินไป ทำให้อาจเกิดการย่นได้

6. พั้นช์ โนส เรดดิค - Punch – Nose Radii เพื่อป้องกันไม่ให้ความหนาตรงบริเวณก้น บอตตั้ม (Bottom) ของรูปถ้วยบางจนเกินไป รัศมีของจมูก พั้นช์ (Punch) ควรมีค่าระหว่าง 4 -10 เท่าของความหนา

ถ้ารัศมีของ พั้นช์ (Punch) น้อยเกินไปสำหรับการขึ้นรูปครั้งแรกแล้วจะทำให้ความหนาที่ผนังด้านข้างลดลง และจะลดลงอีกเมื่อมีการขึ้นรูปครั้งต่อไป การขัดผิวของ พั้นช์ (Punch) ควรจะขัดตามทิศทางการไหลของโลหะ เพื่อไม่ให้เกิดเป็นรอยกีดขวางการไหลตัวของโลหะและเป็นสาเหตุให้เกิดการฉีกขาดได้

7. เครียร์เรนท์ (Clearance) ระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแรงต้านทานที่ผิวของแม่พิมพ์ ดังนั้น ช่องห่างระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) จะต้องมากกว่าความหนาของโลหะ ซึ่งส่วนที่มากกว่านี้มีค่าประมาณ 7 – 20 % ของความหนาของชิ้นงานทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาและประเภทของการขึ้นรูปจากตารางที่ 4 เป็นค่าเครียร์เรนซ์(Clearance) สำหรับรูปกล่อง (Rectangular Shell) นั้น ตรงส่วนมุมทั้ง 4 ด้านจะต้องมี เครียร์เรนซ์ (Clearance) มาก ส่วนทางด้านตรงนั้น เครียร์เรนซ์ (Clearance) มีค่าน้อย ในกรณีของการขึ้นรูปทรงกระบอก ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของดาย (Die) เท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ พั้นช์ (Punch) บวกด้วย 2 เท่า ของค่าที่อ่านได้จากตาราง

จะเห็นว่าเมื่อความหนาของ แบลงค์(Blank) เพิ่มขึ้น เครียร์เรนซ์ (Clearance) จะเพิ่มขึ้นด้วย และสำหรับการขึ้นรูปครั้งต่อๆ ไป เครียร์เรนซ์ (Clearance) ก็ต้องเพิ่มขึ้นอีกเช่นช่องห่างสำหรับขึ้นรูปครั้งแรกเท่ากับ 1.1t ในการขึ้นรูปครั้งที่สองต้องเพิ่มเป็น 1.15t และ 1.2t สำหรับครั้งที่สาม และไม่เกิน 1.2t แม้จะต้องขึ้นรูปต่อไปอีกก็ตาม

8. แรงกดของ (แบลงค์ โฮลเดอร์ - Blank Holder) ขนาดของแรงกดของ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) ที่พอเพียงสำหรับป้องกันไม่ให้เกิดรอยย่นขึ้นได้นั้นหาได้จากการทดลอง เทรน แอนด์ เออเรอ (Trial and Error) ถ้าขนาดของแรงกดไม่พอ จะทำให้เกิดการย่นของโลหะขึ้นซึ่งรอยย่นเหล่านี้จะทำให้โลหะไม่สามารถที่จะไหลตัวได้ส่วนก้นบัตตอม (Bottom) ของชิ้นงานก็จะถูกพั้นช์ (Punch) ดันจนฉีกขาด ในขณะเดียวกันถ้าแรงกดของ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) มากเกินไป โลหะก็ไม่สามารถที่จะไหลอย่างสม่ำเสมอและเท่าๆ กันทุกจุดนั้น แรงที่ใช้กดก็จะเท่ากันทุกจุดด้วย แต่สำหรับการขึ้นรูปแบบทางกระบอกซึ่งโลหะจะมีการไหลอย่างสม่ำเสมอและเท่าๆ กันทุกจุดนั้น แรงที่ใช้กดก็จะเท่ากันทุกจุดด้วย แต่สำหรับการขึ้นรูปแบบกล่องสี่เหลี่ยม (rectangular) หรือรูปทรงอื่นๆ ซึ่งอัตราการไหลของโลหะแต่ละจุดไม่เท่ากัน ทำให้แรงที่ใช้ในการกดแต่ละจุดไม่เท่ากัน ทำให้แรงที่ใช้ในการกดแต่ละจุดก็จะไม่เท่ากันด้วย สำหรับบริเวณที่ต้องการแรงกดมากจะต้องใช้ bead เข้ามาช่วยเพื่อทำให้การไหลตัวของโลหะช้าลง

9. การหล่อลื่น (Lubrication) การขึ้นรูปจะประสบผลสำเร็จหรือไม่นั้น ก็ขึ้นอยู่กับการหล่อลื่นด้วย หากเลือกใช้ประเภทของน้ำมันหล่อลื่นไม่ถูกต้องแล้ว การขึ้นรูปก็จะไม่สำเร็จผลได้

หน้าที่ของน้ำมันหล่อลื่นมีอยู่ 3 อย่าง คือ

1. ป้องกันการสัมผัสกันระหว่างชิ้นงานกับแม่พิมพ์
2. ช่วยให้แผ่น แบลงค์ (Blank) เคลื่อนตัวไปได้อย่างราบเรียบระหว่างการกดตัวของ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) กับ ดาย (Die)
3. ป้องกันไม่ให้เกิดรอยขีดข่วนในขณะที่โลหะไหลตัว

วอเตอร์ โซลูเบิ้ล (Water Soluble) เป็นตัวหล่อลื่นนั้น มักจะแห้งตัวเร็วหากไม่ผสมกับน้ำมันหล่อลื่น และต้องใช้หลายครั้ง หากมีการขึ้นรูปซ้ำ วอเตอร์ โซลูเบิ้ล (Water Soluble oil) ผสมกับน้ำ จะเป็นตัวหล่อลื่นที่ดีมากสำหรับการขึ้นรูปเพียงครั้งเดียว สำหรับเทคนิคในการใช้น้ำมันหล่อลื่นอยู่ในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในงานขึ้นรูปอะลูมิเนียม

Severity of Draw	Type of Lubricant
Light	Light lubricating oil
Medium	Mixture of light oil and heavy lubricating oil Graphite in soluble oil Petrolatum Lard oil
Severe	Heavy lubricating oil Mutton tallow 50% Paraffin 5%
Very severe	Mutton tallow 30% Paraffin 70 %

10. ความเร็วในการขึ้นรูป (ดรออิ้ง สปีด - Drawing Speed) สำหรับการขึ้นรูปตื้นๆ นั้น สามารถใช้ความเร็วในการขึ้นรูปได้สูงพอๆ กับการ แบลงค์กิ้ง (Blanking) แต่สำหรับการขึ้นรูปลึกๆ และชิ้นงานมีขนาดใหญ่ด้วยแล้ว ความเร็วที่ใช้ก็จะต่ำลงไป และจะมีค่าต่ำมากสำหรับการขึ้นรูปที่มีเปอร์เซ็นต์ รีดักชั่น (Reduction) สูง

ความเร็วในการขึ้นรูปที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของเครื่องปั๊มตลอดจนลักษณะของการขึ้นรูปด้วย ในเครื่องปั๊มที่ทำงานจังหวะเดียว ซิงเกิ้ล แอคชั่น (Single Action) จะใช้ความเร็วประมาณ 160 ฟุต/นาที และในเครื่องปั๊มที่ทำงาน 2 จังหวะ ดับเบิ้ล แอคชั่น (Double Action) ความเร็วที่ใช้ประมาณ 50 – 80 ฟุต/นาที ความเร็วในการขึ้นรูปที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปอะลูมิเนียมนั้นแสดงไว้ในตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.4 วิธีการใช้น้ำมันหล่อลื่น

วิธี	รายละเอียด	หมายเหตุ
จุ่ม	จุ่มแผ่น BLANK ลงในที่เก็บน้ำมันหล่อลื่น	นิยมใช้รวมกันกับการจุ่มของการขึ้นรูปเหล็กและทองเหลือง
พ่น	แผ่น BLANK หรือ COIL จะเคลื่อนตัวผ่านเครื่องพ่นที่ติดตั้งอยู่ทั้งด้านบนและล่างของโลหะเพื่อที่จะพ่นน้ำมันหล่อลื่นเป็นฟิล์มบางๆ ไปเกาะที่ผิวทั้งสองของโลหะ	ส่วนมากใช้กับโลหะที่ม้วนเป็น COIL มากกว่าที่จะใช้กับโลหะเป็นแผ่นๆ
ลูกกลิ้ง	แผ่น BLANK จะเคลื่อนตัวผ่านลูกกลิ้งที่มีน้ำมันหล่อลื่นติดอยู่	เป็นวิธีที่เร็ว ได้ผลดีและประหยัด
แต้ม ฉาบ	ใช้กับน้ำมันหล่อลื่นที่อยู่ในสภาพของไขหรือขี้ผึ้ง	เป็นวิธีที่ช้าแต่ก็จำเป็นในกรณีที่มีแรงเสียดทานมากๆ

ตารางที่ 6.5 ความเร็วในการขึ้นรูปอะลูมิเนียม

PRESS	TYPE OF WORK	RAM VELOCITY FPM
SINGLE – ACTION 5 ~ 20 TON	SHALLOW DRAWS	160 ~ 190
SINGLE – ACTION 35 ~ 50 TON	LIGHT DRAWS	115 ~ 125
SINGLE – ACTION 60 TON	SHALLOW DRAWS	150 ~ 16
DOUBLE – ACTION 125 TON DOUBLE CRANK	LARGE SHALLOW DRAWS	25 ~ 40
DOUBLE – ACTION 160 ~ 250 TON SINGLE CRANK	MEDIUM AND HEAVY DRAWS	50 ~ 65
DOUBLE – ACTION 100 ~ 150 TON SINGLE CRANK	LIGHT DRAWS	60 ~ 80

11. ข้อบกพร่องในระหว่างการขึ้นรูป

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของข้อบกพร่องในระหว่างการขึ้นรูป

1. เกิดรอยแตกที่ผนังด้านข้าง มีสาเหตุมาจาก

1.1 เครียร์เรนซ์ (Clearance) ระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) น้อยเกินไป มากเกินไป หรือไม่สม่ำเสมอ

1.2 มีแรงกดที่ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) มากเกินไป

1.3 ดรอ เรเดียน (Draw Radius) เล็กเกินไป ทำให้โลหะไหลตัวได้ไม่สะดวก

1.4 พื้นผิวของ พั้นช์ (Punch) ดาย (Die) หรือ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) ไม่เรียบ ในการขัดผิวไม่ควรขัดผิวในแนวตั้งฉากกับการไหลตัวของโลหะ

1.5 เปอร์เซ็นต์ รีดักชั่น (Reduction) มากเกินไป

1.6 การหล่อลื่นไม่พอเพียงหรือใช้น้ำมันผิดประเภท

2. เกิดรอยย่น ริงเคิ้ล (Wrinkle) ที่ขอบของรูปถ้วย มีสาเหตุมาจาก

2.1 แรงกดของ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) น้อยเกินไป

2.2 ดรอ เรเดียน (Draw Radius) ใหญ่เกินไป

2.3 แรงกดที่ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) ไม่สม่ำเสมอ

3. ขอบของรูปถ้วยยาวไม่เท่ากัน มีสาเหตุมาจาก

3.1 เกิดจากคุณสมบัติในการยืดตัวของโลหะไม่เท่ากันทุกจุด (Directional Properties)

3.2 มีรอยแหว่ง นิค (Nick) หรือ เบลอ (Burr) ตามเส้นรอบรูปของ แบลงค์ (Blank) ก่อนการขึ้นรูป

3.3 Punch Die หรือแผ่น แบลงค์ (Blank) ไม่อยู่ในศูนย์เดียวกัน ออฟ เซ็นเตอร์ (off Center)

3.4 แรงกดที่ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) ไม่สม่ำเสมอทำให้โลหะไหลตัวเข้าไปใน ดาย (Die) ไม่เท่ากัน

4. การเกิดรอยย่นที่ขอบของถ้วยในการขึ้นรูปใหม่รีดรอ (Redraw) มีสาเหตุมาจาก

4.1 ความหนาของ แบลงค์ (Blank) ไม่ตรงตามที่กำหนด

4.2 ดรอ เรเดียน (Draw Radius) ใหญ่เกินไป

4.3 เครียร์เรนซ์ (Clearance) ระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) มากเกินไป

4.4 ความลึกของการขึ้นรูปครั้งแรกน้อยเกินไป หรือ ความลึกของการขึ้นรูปใหม่มากเกินไปหรือขอบของถ้วยจากการขึ้นรูปครั้งแรก ถูกดึงให้ไหลเข้าไปใน ดาย (Die) หรือผนังด้านข้างของถ้วยมีความหนาลดลง

5. ผนังด้านข้างมีความหนาลดลงตรงบริเวณด้านล่างของรูปถ้วย มีสาเหตุมาจาก

5.1 คุณสมบัติของโลหะไม่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปใหม่

5.2 รัศมีของ พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) น้อยเกินไป

5.3 ลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูปถ้วยมากเกินไป

5.4 การหล่อลื่นไม่พอเพียงหรือใช้น้ำมันหล่อลื่นผิดประเภท

6. เกิดการฉีกขาดที่บริเวณรัศมีด้านล่าง บัทตอม (Bottom) ของรูปถ้วยในการขึ้นรูปใหม่ มีสาเหตุมาจาก

6.1 ผิวหน้าของ แผ่นแบลงค์ (Blank) ไม่ดี แต่ไม่ทำให้เกิดปัญหาในการขึ้นรูปครั้งแรก

6.2 ผิวหน้าตรงบริเวณรัศมีของ พั้นช์ (Punch), ดาย (Die) และที่ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) ไม่เรียบพอทำให้กีดขวางต่อการไหลตัวของโลหะ

6.3 รัศมีของ พั้นช์ (Punch) และ ดาย (Die) น้อยเกินไป

6.4 ลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูปถ้วยมากเกินไป

6.5 ผนังที่บริเวณใกล้กับรัศมีด้านล่างมีความยาวมากไม่สามารถทนต่อการยืดตัวของการขึ้นรูปใหม่ได้

6.6 การหล่อลื่นไม่พอเพียงหรือใช้น้ำมันหล่อลื่นผิดประเภท

7. เกิดการฉีกขาดที่ขอบของถ้วย ในการขึ้นรูปใหม่มีสาเหตุมาจาก

7.1 ผิวหน้าของแผ่น แบลงค์ (Blank) ไม่ดี แต่ไม่ทำให้เกิดปัญหาในการขึ้นรูปครั้งแรก หรือขนาดเกรน (Grain) ของโลหะไม่เท่ากัน

7.2 เครียร์เรนซ์ (Clearance) ระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) น้อยเกินไป

8. มีโลหะเหลือ (Excess Material) ที่บริเวณด้านบนของรูปถ้วยที่ขึ้นรูปใหม่ มีสาเหตุมาจาก

8.1 ความหนาของโลหะมากเกินไป หรือ เครียร์เรนซ์ (Clearance) ระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) น้อยเกินไปหรือไม่สม่ำเสมอ ผนังของรูปถ้วยจะถูกรัดตัว ไอรอนด์ (Ironed) และโลหะส่วนนั้นจะไปรวมกันอยู่ตรงบริเวณรัศมีด้านบน หรือตรงบริเวณขอบของรูปถ้วย

8.2 รัศมีของพั้นช์ โนส (Punch nose) ใหญ่กว่า รัศมีด้านล่างของรูปถ้วย

8.3 ขนาดของรูปถ้วยยาวมากทำให้ พั้นช์ (Punch) ของแม่พิมพ์ขึ้นรูปใหม่ รีดรอพั้นช์ (Redraw Punch) ถึงจุดลึกสุดของการขึ้นรูปใหม่ก่อนที่ผนังด้านข้างจะไหลเข้าไปในดาย (Die) และถ้ารีดรอพั้นช์ (Redraw Punch) สั้นเกินไป ก็จะเกิดปรากฏการณ์เช่นกัน

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบหน่วยที่ 5

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ประเภทของเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น แบ่งออกได้เป็นกี่ประเภท

ก. 3 ประเภท ข. 5 ปรเภท

ค. 7 ประเภท ง. 9 ประเภท

2. ข้อใด ไม่ใช่ เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

ก. เครื่องตัดพลาสม่า ข. เครื่องตัดเลเซอร์

ค. เครื่องกัดซีเอ็นซี ง. เครื่องเจาะระบบหัวตอก

3. ข้อดีของเครื่องตัดพลาสม่า คือ

ก. สามารถตัดวัสดุได้หลายประเภท
ข. สามารถปั๊มเจาะได้ด้วยความเร็วสูง
ค. ตัดงานได้ค่อนข้างช้า
ง. สามารถตัดงานโลหะได้หนามาก

4. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับทฤษฎีการตัด

ก. ขบวนการงอขึ้นรูปเบนดิ้ง
ข. มีความยุ่งยากน้อยที่สุดคมตัดที่อยู่ในแม่พิมพ์ตัด
ค. การตัดด้วยระบบ waterjet
ง. ใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวหลอมละลายชิ้นงาน

5. ข้อใด ไม่ใช่ การไหลตัวของโลหะ

ก. ถ้าเป็นการช่วงกว้าง การไหลตัวของโลหะเนื่องจากแรงอัดมีน้อย
ข. เมื่อรัศมีของการงอยาวขึ้น จะทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะน้อย
ค. ถ้าเป็นโลหะที่อ่อน ก็มีโอกาสที่จะฉีกขาดได้ง่าย
ง. โลหะที่บางกว่าจะเกิดการไหลตัวของโลหะน้อยน้อยกว่า

6. ข้อใด ไม่ใช่ ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการกระเด้งตัวกลับ

ก. เมื่อโลหะได้ถูกงอด้วยมุมที่มากกว่ามุมที่ต้องการงอ
ข. ถ้ารัศมีของการงอเล็กกว่าจะไปลดการเกิดการกระเด้งกลับ
ค. โลหะที่แข็งจะมีมุมของการกระเด้งตัวกลับ
ง. เมื่อรัศมีของการงอยาวขึ้นจะเกิดการกระเด้งกลับ

7. วิธีป้องกันการเกิดการกระเด้งตัวกลับโอเวอร์คัมมิ่งสปริงแบล็ค มีกี่วิธี

ก. 1 วิธี
ข. 2 วิธี
ค. 3 วิธี
ง. 4 วิธี

8. ข้อใด ไม่เกี่ยว กับทฤษฎีการลากขึ้นรูป

ก. งานขึ้นรูป
ข. การเคลื่อนไหวของโลหะ
ค. เทคนิคการขึ้นรูป
ง. พลาสติก แร้งก์

9. เครียร์เรนท์ระหว่าง พั้นช์กับดาย คืออะไร

ก. เกิดเป็นรอยกีดขวางการไหลตัวของโลหะ
ข. ป้องกันไม่ให้ความหนาตรงบริเวณก้นบอตตั้ม
ค. การไหลของโลหะมีมากขึ้นเท่านั้น
ง. ป้องกันไม่ให้เกิดแรงต้านทานที่ผิวของแม่พิมพ์

10. ข้อใด ไม่ใช่ ข้อบกพร่องในระหว่างการขึ้นรูป

ก. ไม่มีโลหะเหลือ
ข. ขอบของรูปถ้วยยาวไม่เท่ากัน
ค. เกิดรอยแตกที่ผนังด้านข้าง
ง. เกิดรอยย่น ริงเคิ้ล

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ประเภทของเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น มีกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. จงอธิบายทฤษฎีการตัด มาพอสังเขป

.....

.....

.....

3. จงอธิบายทฤษฎีการดัด มาพอสังเขป

.....

.....

.....

4. จงยกตัวอย่างปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการกระเด้งตัวกลับ อย่างน้อย 3 ข้อ

.....

.....

.....

5. จงอธิบายทฤษฎีการลากขึ้นรูป มาพอสังเขป

.....

.....

.....

7. เอกสารอ้างอิง

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die
2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

แบบทดสอบหน่วยที่ 5

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ประเภทของเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น แบ่งออกได้เป็นกี่ประเภท

ก. 3 ประเภท
ข. 5 ปรเภท
ค. 7 ประเภท
ง. 9 ประเภท

2. ข้อใด **ไม่ใช่** เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

ก. เครื่องตัดพลาสม่า
ข. เครื่องตัดเลเซอร์
ค. เครื่องกัดซีเอ็นซี
ง. เครื่องเจาะระบบหัวตอก

3. ข้อดีของเครื่องตัดพลาสม่า คือ

ก. สามารถตัดวัสดุได้หลายประเภท
ข. สามารถปั๊มเจาะได้ด้วยความเร็วสูง
ค. ตัดงานได้ค่อนข้างช้า
ง. สามารถตัดงานโลหะได้หนามาก

4. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับทฤษฎีการตัด

ก. ขบวนการงอขึ้นรูปเบนดิ้ง
ข. มีความยุ่งยากน้อยที่สุดคมตัดที่อยู่ในแม่พิมพ์ตัด
ค. การตัดด้วยระบบ waterjet
ง. ใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวหลอมละลายชิ้นงาน

5. ข้อใด **ไม่ใช่** การไหลตัวของโลหะ

ก. ถ้าเป็นการช่วงกว้าง การไหลตัวของโลหะเนื่องจากแรงอัดมีน้อย
ข. เมื่อรัศมีของการงอยาวขึ้น จะทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะน้อย
ค. ถ้าเป็นโลหะที่อ่อน ก็มีโอกาสที่จะฉีกขาดได้ง่าย
ง. โลหะที่บางกว่าจะเกิดการไหลตัวของโลหะน้อยน้อยกว่า

6. ข้อใด **ไม่ใช่** ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการกระเด้งตัวกลับ

ก. เมื่อโลหะได้ถูกงอด้วยมุมที่มากกว่ามุมที่ต้องการงอ
ข. ถ้ารัศมีของการงอเล็กกว่าจะไปลดการเกิดการกระเด้งกลับ
ค. โลหะที่แข็งจะมีมุมของการกระเด้งตัวกลับ
ง. เมื่อรัศมีของการงอยาวขึ้นจะเกิดการกระเด้งกลับ

7. วิธีป้องกันการเกิดการกระเด้งตัวกลับโอเวอร์คัมมิ่งสปริงแบล็ค มีกี่วิธี

ก. 1 วิธี ข. 2 วิธี

ค. 3 วิธี ง. 4 วิธี

8. ข้อใด **ไม่เกี่ยว** กับทฤษฎีการลากขึ้นรูป

ก. งานขึ้นรูป ข. การเคลื่อนไหวของโลหะ

ค. เทคนิคการขึ้นรูป ง. พลาสติก แร้งก์

9. เครียร์เรนท์ระหว่าง พั้นช์กับดาย คืออะไร

ก. เกิดเป็นรอยกีดขวางการไหลตัวของโลหะ

ข. ป้องกันไม่ให้ความหนาตรงบริเวณก้นบอตตั้ม

ค. การไหลของโลหะมีมากขึ้นเท่านั้น

ง. ป้องกันไม่ให้เกิดแรงต้านทานที่ผิวของแม่พิมพ์

10. ข้อใด **ไม่ใช่** ข้อบกพร่องในระหว่างการขึ้นรูป

ก. ไม่มีโลหะเหลือ ข. ขอบของรูปถ้วยยาวไม่เท่ากัน

ค. เกิดรอยแตกที่ผนังด้านข้าง ง. เกิดรอยย่น ริงเคิ้ล

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ประเภทของเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น มีกี่ประเภท อะไรบ้าง

ประเภทของเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น ปัจจุบันนี้การตัดโลหะแผ่นด้วยวิธีการเทคโนโลยี สามารถแบ่ง ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องตัดพลาสม่า (Plasma)
2. เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser)
3. เครื่องตัดแรงดันน้ำ(waterjet)
4. เครื่องเจาะระบบหัวตอก (Punching)
5. เครื่องวายคัทหรือเครื่องตัดด้วยลวด (wire cut machine)

2. จงอธิบายทฤษฎีการตัด มาพอสังเขป

กระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่น การตัดถือเป็นกระบวนการขั้นพื้นฐานและมีความยุ่งยากน้อยที่สุดคมตัด ที่อยู่ในแม่พิมพ์ตัด นั้น ประกอบด้วยคมตัดสองส่วน คือ คมตัดตัวผู้ (พั้นช์) และ คมตัดตัวเมีย (ดาย) ในการ ตัดโลหะที่จะมีแรงกระทำโลหะที่ส่งให้ (พั้นช์) และ (ดาย) เป็นแรงเฉือน (เชียรฟอส) โดยแรงจะมีขนาดเท่า กันแต่ทิศทางตรงกันข้าม

3. จงอธิบายทฤษฎีการดัด มาพอสังเขป

ขบวนการในการขึ้นรูปโลหะทั้งหมดนั้น นับว่าขบวนการงอขึ้นรูป เบนดิ้ง (Bending) เป็นขบวนการที่ ง่ายที่สุดที่ใช้ทำงานร่วมกับเครื่องปั๊มโลหะ ซึ่งขบวนการงอขึ้นรูปนี้อาจทดลองได้โดยใช้

เครื่องมือง่าย ๆ ภายใน บ้านทำก็ได้ ขบวนการงอขึ้นรูปนั้นเป็นขบวนการอันหนึ่งในหลาย ๆ ขบวนการของขบวนการขึ้นรูปโดยการ ดัดงอ ซึ่งขบวนการนี้จะถูกใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาถึงสภาพของการขึ้นรูปชิ้นงานที่ใช้ในบทนี้ ขบวนการ ขึ้นรูปโดยการดัดงอนั้นมีกรรมวิธีที่แตกต่างไปจากขบวนการตัดขึ้นรูป คัตติ้ง (Cutting) และขบวนการลาก ขึ้นรูปดรออิ้ง (Drawing) เป็นอย่างมาก

4. จงยกตัวอย่างปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการกระเด้งตัวกลับ อย่างน้อย 3 ข้อ

1. โลหะที่แข็งจะมีมุมของการกระเด้งตัวกลับ ดีกรี ออฟ สปริง (Degree of Spring) มากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากโลหะแข็งมีจุดยืดหยุ่นจำกัดสูงกว่า ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดแถบยืดหยุ่นเล็กๆ นั้นใหญ่กว่า

2. ถ้ารัศมีของการงอเล็กกว่าจะไปลดการเกิดการกระเด้งกลับ โดยการสร้างช่วงการอยู่ตัวของโลหะให้ใหญ่กว่า แต่จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการฉีกขาดได้ง่าย เนื่องจากมีความเค้นเกิดขึ้นทาผิวหน้านอกของการงอมากกว่า

3. เมื่อโลหะได้ถูกงอด้วยมุมที่มากกว่ามุมที่ต้องการงอ จะมีผลทำให้ช่วงของการอยู่ตัวของโลหะนั้นขยายตัวใหญ่เข้า และจะเป็นการลดการกระเด้งตัวกลับของชิ้นงานให้น้อยลงไปในแต่ละมุมของการงอ แต่อย่างไรก็ตามผลรวมของการกระเด้งกลับของชิ้นงานก็ยังเพิ่มขึ้นอยู่นั่นเอง

4. โลหะที่หนากว่าจะมีการเกิดการกระเด้งตัวกลับน้อย ทั้งนี้เพราะว่าช่วงของการอยู่ตัวของ โลหะมีมาก ซึ่งในการพิจารณาการเปรียบเทียบนั้นรัศมีของดายจะต้องไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะใช้โลหะหนา หรือบางทดลองก็ตาม

5. จงอธิบายทฤษฎีการลากขึ้นรูป มาพอสังเขป

จุดประสงค์ของงานขึ้นรูป คือ แปรสภาพโลหะจากแผ่นเรียบให้เป็นภาชนะรูปถ้วย (เชล - Shell) โดยที่ความหาของโลหะไม่เปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนสภาพนี้ทำได้โดยการกดโลหะแผ่นเรียบด้วย พั้นช์ (Punch) ให้เข้าไปในช่องว่างของดาย (Die) ซึ่งรูปถ้วยนี้อาจเป็นรูปทรงกระบอก, รูปกล่อง ที่มีด้านตรง, เอียง หรือมีทั้ง ตรง, เอียงและเป็นเส้นโค้งด้วยก็ได้

	ใบงานที่ 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 11-16
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานขึ้นรูปโลหะ	ทฤษฎี 12 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานขึ้นรูปโลหะ		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

เข้าใจพัฒนาการและความหลากหลายของกระบวนการตัดในงานอุตสาหกรรม ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะ จุดเด่น และข้อจำกัดของวิธีการตัดแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งสามารถวิเคราะห์ความเหมาะสมของวิธีตัดให้สอดคล้องกับชนิดงาน ความหนา และความแม่นยำที่ต้องการ นอกจากนี้ยังตระหนักถึงผลต่อคุณภาพชิ้นงานและศักยภาพในการแข่งขันทางการผลิต ทำให้สามารถเลือกกระบวนการตัดได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมกับงานจริง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการตัด

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการดัด

3.4 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการลากขึ้นรูป

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เลือกเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่นได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายทฤษฎีการตัดได้อย่างถูกต้อง

4.3 อธิบายทฤษฎีการดัดได้อย่างถูกต้อง

4.4 อธิบายทฤษฎีการลากขึ้นรูปได้อย่างถูกต้อง

4.5 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.6 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ควรระมัดระวังการใช้อุปกรณ์และรักษาความสะอาด

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน เช่น กระดาษปรู๊ฟ ปากกาหลากสี ดินสอ ยางลบ ไม้บรรทัด

7.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

ให้นักเรียนนักศึกษาศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับขึ้นรูปโลหะจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และทำสรุปเป็น mind mapping ลงในกระดาษปรู๊ฟและตกแต่งให้สวยงาม

7.3 ปฏิบัติตามใบงานที่ 5

7.4 หลังจากปฏิบัติใบงานเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ

7.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

7.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ช่วยให้ผู้เรียนรวบรวมและจัดระบบความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการขึ้นรูปได้อย่างเป็นโครงสร้าง ผู้เรียนสามารถจำแนกประเภทวิธีการขึ้นรูปและเชื่อมโยงกับลักษณะงานได้ถูกต้อง การระดมความคิดร่วมกันช่วยพัฒนาทักษะการวิเคราะห์และการเชื่อมโยงแนวคิดทางเทคนิค กิจกรรมยังส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่มและการสื่อสารเชิงวิชาชีพ โดยรวมทำให้ผู้เรียนเข้าใจภาพรวมงานขึ้นรูปโลหะและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนภาคปฏิบัติได้เหมาะสม

9. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบกิจกรรมที่ 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานขึ้นรูปโลหะ	ทฤษฎี 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานขึ้นรูปโลหะ		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

เข้าใจพัฒนาการและความหลากหลายของกระบวนการตัดในงานอุตสาหกรรม ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะ จุดเด่น และข้อจำกัดของวิธีการตัดแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งสามารถวิเคราะห์ความเหมาะสมของวิธีตัดให้สอดคล้องกับชนิดงาน ความหนา และความแม่นยำที่ต้องการ นอกจากนี้ยังตระหนักถึงผลต่อคุณภาพชิ้นงานและศักยภาพในการแข่งขันทางการผลิต ทำให้สามารถเลือกกระบวนการตัดได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมกับงานจริง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการตัด

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการดัด

3.4 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการลากขึ้นรูป

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เลือกเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่นได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายทฤษฎีการตัดได้อย่างถูกต้อง

4.3 อธิบายทฤษฎีการดัดได้อย่างถูกต้อง

4.4 อธิบายทฤษฎีการลากขึ้นรูปได้อย่างถูกต้อง

4.5 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.6 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรม

6.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

- ให้ผู้เรียนนำเสนอใบงานที่ 5 หน้าชั้นเรียน รายกลุ่ม

6.3 ปฏิบัติกิจกรรมที่ 5

6.4 หลังจากปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บใบงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

6.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

6.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้พร้อมสำหรับปฏิบัติใบงานต่อไป

7. สรุปและอภิปราย

ผู้เรียนได้ศึกษากระบวนการและประเภทของการขึ้นรูปอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการ วิธีการ และการเลือกใช้กระบวนการขึ้นรูปให้เหมาะสมกับลักษณะชิ้นงานได้ชัดเจน ระหว่างการนำเสนอมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและซักถาม ทำให้เกิดความเข้าใจเชิงลึกมากขึ้น กิจกรรมช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสาร การวิเคราะห์ และการเรียบเรียงเนื้อหาทางเทคนิค โดยรวมผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่การใช้งานภาคปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม

8. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบมอบหมายงานที่ 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 11-16
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานขึ้นรูปโลหะ	ทฤษฎี 12 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานขึ้นรูปโลหะ		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

เข้าใจพัฒนาการและความหลากหลายของกระบวนการตัดในงานอุตสาหกรรม ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะ จุดเด่น และข้อจำกัดของวิธีการตัดแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งสามารถวิเคราะห์ความเหมาะสมของวิธีตัดให้สอดคล้องกับชนิดงาน ความหนา และความแม่นยำที่ต้องการ นอกจากนี้ยังตระหนักถึงผลต่อคุณภาพชิ้นงานและศักยภาพในการแข่งขันทางการผลิต ทำให้สามารถเลือกกระบวนการตัดได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมกับงานจริง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการตัด

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการดัด

3.4 แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการลากขึ้นรูป

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เลือกเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่นได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายทฤษฎีการตัดได้อย่างถูกต้อง

4.3 อธิบายทฤษฎีการดัดได้อย่างถูกต้อง

4.4 อธิบายทฤษฎีการลากขึ้นรูปได้อย่างถูกต้อง

4.5 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.6 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. รายละเอียดของงาน

ให้นักเรียนนักศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวแบบงานขึ้นรูปโลหะกลุ่มละ 1 ชิ้น

6. กำหนดเวลาส่งงาน สัปดาห์ที่ 17

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

นักเรียนนักศึกษาค้นคว้าหาแบบงานขึ้นรูปโลหะที่ตนเองสนใจในอินเตอร์เน็ตและมานำเสนอหน้าชั้นเรียนในสัปดาห์ต่อไป

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- ห้องสมุดวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย
- แหล่งข้อมูลในอินเตอร์เน็ตช่องทางต่าง ๆ

9. การประเมินผล

- แบบงานชิ้นรูปโลหะ
- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 17 - 18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องปั๊ม	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานเครื่องปั๊ม		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของกระบวนการขึ้นรูปในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น งานผลิตรถยนต์และงานเหล็ก ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการขึ้นรูปด้วยเครื่องปั๊ม ข้อดีของการผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อน มีความสม่ำเสมอ และลดขั้นตอนการตกแต่งผิวได้ นอกจากนี้ยังเข้าใจลักษณะคุณสมบัติของชิ้นส่วนโลหะแผ่นที่มีน้ำหนักเบาแต่แข็งแรง รวมถึงกระบวนการเปลี่ยนรูป เช่น การพับ ดัด ปั๊ม และขึ้นรูปแบบเย็น ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการใช้แม่พิมพ์และเครื่องปั๊มกับงานผลิตจริงได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้ความเข้าใจเครื่องปั๊ม

3.2 แสดงความรู้เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม

3.3 ประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเครื่องปั๊มได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องปั๊มได้อย่างถูกต้อง

4.3 ตรวจสอบการประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.5 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. สาระการเรียนรู้

งานเครื่องปั๊ม

1.1 งานของเครื่องปั๊ม

1. เครื่องปั๊ม (Press Machine)
2. กลไกของเครื่องกดและงานปั๊ม (Press Machines)
3. กรรมวิธีงานปั๊ม (Stamping Process)

1.2 งานประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ

1. ประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ
2. แก้ปัญหาและสาเหตุของชิ้นงาน

3. ข้อบกพร่องเกี่ยวกับขนาด

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (Project-Based Learning)

6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำการทบทวนเนื้อหาที่เรียนในสัปดาห์ที่ 16

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม

6.2.3 ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง งานเครื่องปั๊ม

6.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องงานเครื่องปั๊ม ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

6.4.3 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 6

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง งานเครื่องปั๊ม

7.2 ใบงานที่ 2 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง งานเครื่องปั๊มจากสื่อออนไลน์

7.3 สื่อ Power Point เรื่อง งานเครื่องปั๊ม

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบประเมินใบงาน ตามใบงานที่ 6

8.1.2 แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6

8.1.3 คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 6 งานเครื่องปั๊ม

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม ตามใบงานที่ 6

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับงานเครื่องปั๊มจากสื่อออนไลน์

9.1.2 การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก หน่วยที่ 6 งานเครื่องปั๊ม

- แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6

9.2.2. สาธิตการปฏิบัติงาน

- การอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่ 6 งานเครื่องปั๊ม

9.3.2. สังเกตการอภิปรายหน้าชั้นเรียนแบบกลุ่ม

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

	ใบความรู้ที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 17 - 18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องปั๊ม	ทฤษฎี 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานเครื่องปั๊ม		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของกระบวนการขึ้นรูปในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น งานผลิตรถยนต์และงานเหล็ก ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการขึ้นรูปด้วยเครื่องปั๊ม ข้อดีของการผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อน มีความสม่ำเสมอ และลดขั้นตอนการตกแต่งผิวได้ นอกจากนี้ยังเข้าใจลักษณะคุณสมบัติของชิ้นส่วนโลหะแผ่นที่มีน้ำหนักเบาแต่แข็งแรง รวมถึงกระบวนการเปลี่ยนรูป เช่น การพับ ดัด ปั๊ม และขึ้นรูปแบบเย็น ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการใช้แม่พิมพ์และเครื่องปั๊มกับงานผลิตจริงได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้ความเข้าใจเครื่องปั๊ม

3.2 แสดงความรู้เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม

3.3 ประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเครื่องปั๊มได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องปั๊มได้อย่างถูกต้อง

4.3 ตรวจสอบการประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.5 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เนื้อหาสาระ

1. เครื่องปั๊ม

งานปั๊มโลหะ หมายถึง งานที่ใช้แม่แบบในการสร้างผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยผ่านกระบวนการตัด การเฉือน การกด การอัด หรือการขึ้นรูปให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เช่น สิ่งของที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นภาชนะเครื่องครัว เครื่องจักรในสำนักงาน เครื่องใช้ไฟฟ้า ของเด็กเล่น โคมไฟ กุญแจ เครื่องทำความเย็น ชิ้นส่วนรถยนต์ ล้วนเป็นผลิตภัณฑ์ที่สิ้นส่วนทั้งหมดหรือบางอย่างทำจากงานแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปโลหะ

เครื่องปั๊ม (Press Machine) หมายถึง เครื่องจักรที่ใช้ในงานปั๊มโลหะ สามารถแยกตามกำลังที่ใช้ในการขับแม่พิมพ์โลหะได้ 2 แบบ ดังนี้

1. เครื่องปั๊มระบบกลไกใช้ระบบกลไกส่งกำลัง

2. เครื่องปั๊มระบบไฮดรอลิคใช้แรงดันของน้ำมันเป็นตัวส่งกำลัง

เครื่องปั๊มโลหะ สามารถแบ่งเครื่องปั๊มโลหะได้ 5 ลักษณะ ดังนี้

1. แบ่งตามกลไกขับเคลื่อนของเครื่องปั๊มโลหะ เช่น เครื่องปั๊มโลหะแบบข้อเหวี่ยง (Crank Press), Knuckle Joint Press, เครื่องปั๊มโลหะแบบข้อต่อ (Link Press), Hydraulic press, Screw Press เป็นต้น

2. แบ่งตามลักษณะโครงสร้างเครื่องปั๊มโลหะ เครื่องปั๊มโลหะที่มีโครงสร้างรูปตัวซี (C-Frame Press) และเครื่องปั๊มโลหะที่มีโครงสร้างแบบปิด หรือโครงสร้างรูปตัวโอ (O-Frame Press)

3. แบ่งตามแหล่งกำเนิดพลังงาน เครื่องปั๊มโลหะไฮดรอลิก (Hydraulic Press) และเครื่องปั๊มโลหะแบบใช้กลไกทางกล (Mechanical Press)

4. แบ่งตามจังหวะการทำงาน (Number of Action) เครื่องปั๊มโลหะแบบจังหวะเดียว (Single Action) 2 จังหวะ (Double Action) 3 จังหวะ (Triple Action) ซึ่งแต่ละจังหวะจะนับตามจำนวนแรมที่มี เครื่องปั๊มโลหะที่มี 2 แรม ก็จัดเป็นเครื่องในกลุ่มการทำงาน 2 จังหวะ

5. แบ่งตามทิศทางการเคลื่อนที่ของแม่พิมพ์โลหะ เช่น เครื่องปั๊มโลหะในแนวตั้ง (Vertical) เครื่องปั๊มโลหะในแนวนอน (Horizontal) เครื่องปั๊มโลหะชนิดปรับมุมเอียง (Oblique) โดยเครื่องปั๊มโลหะแบบ ข้อเหวี่ยง (Crank Press) มีโครงสร้างเครื่องรูปตัวซี (C-Frame Press) และเครื่องปั๊มโลหะที่มีโครงสร้างแบบปิดหรือโครงสร้างรูปตัวเอช (H-Frame Press) ซึ่งมีให้เลือกว่าจะใช้แบบ Single Crank หรือ Double Crank โดยมีโครงสร้างเครื่องปั๊มทำมาจากเหล็กหล่อทั้งตัวเครื่องแล้วนำมาแมชชีน ปัจจุบันเครื่องปั๊มโลหะได้มีการพัฒนาโดยหน้าจอเป็นแบบสัมผัส มีระบบป้องกันเครื่องจักรเสียหายด้วยระบบ Air Clutch เมื่อขณะที่เครื่องปั๊มโลหะทำงานแล้วเกิดการปั๊มที่เกินกำลังเครื่อง เครื่องปั๊มโลหะจะหยุดทำงาน เพื่อป้องกันความเสียหายทั้งจากตัวเครื่องปั๊มโลหะและตัวแม่พิมพ์โลหะ ถ้าเป็นระบบเพลาข้อเหวี่ยงธรรมดา เมื่อมีการผิดพลาดใช้แรงเกินกำลังเครื่อง เครื่องจะไม่หยุดการทำงาน จึงทำให้เกิดความเสียหายแก่ตัวเครื่องและแม่พิมพ์โลหะ ทำให้ใช้เครื่องปั๊มโลหะได้ไม่นาน ซึ่งที่สำคัญซื้อเครื่องมาใช้งานต้องใช้งานได้คุ้มค่ายาวนาน ไม่มีปัญหาให้ปวดหัวที่ต้องตามช่างมาซ่อมเครื่อง เสียเวลา เสียโอกาส

2. หลักการทำงานของเครื่องปั๊ม

การทำงาน	**เปรียบเทียบการทำงาน**	
	1.เครื่องปั๊มระบบกลไก	**2.เครื่องปั๊มระบบไฮดรอลิค**
อัตราการผลิต(การขึ้นรูป)	เร็วกว่า	ช้ากว่า
ความยาวของระยะช่วงชัก	ค่อนข้างสั้น (600-1,000 มม.)	เปรียบเทียบแล้วยาวกว่า
การปรับอัตราการใช้แรงกด	ไม่สามารถปรับได้	สามารถปรับได้
การปั๊มเกินกำลัง	สามารถเกิดขึ้นได้	ไม่สามารถเป็นได้

เปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องปั๊มระบบกลไกและเครื่องปั๊มระบบไฮดรอลิค

เครื่องปั๊มกับการทำงาน เครื่องปั๊มมีหลากหลายรูปแบบ เพื่อความเหมาะสมกับการนำมาใช้งานในงานปั๊มขึ้นรูปโลหะ ซึ่งรูปของเครื่องปั๊มชิ้นส่วนที่ใช้ทำงานร่วมกันกับแม่พิมพ์โลหะที่ได้มีการออกแบบและสร้างขึ้นจะถูกนำมายึดอยู่บนเครื่อง ดังนี้

1. Eccentric Press
2. Screw Press
3. Dise Friction Press
4. Hydraulic press

ข้อดีของการปั๊ม

การปั๊มจะเป็นกระบวนการที่มีข้อได้เปรียบจากวิธีการหล่อ (casting) การทุบขึ้นรูป (forging) และการกัดแต่ง (machining) ซึ่งแบ่งข้อได้เปรียบแยกออกเป็น ดังนี้

1. ทำให้การขึ้นรูปชิ้นงานที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นกว่าวิธีอื่นๆ
2. หลังจากการปั๊มแล้วไม่จำเป็นจะต้องทำการตกแต่งชิ้นงาน
3. ชิ้นงานที่ผ่านการปั๊มจะเท่ากันทุกชิ้น
4. ความแข็งแรงของชิ้นงานเพิ่มมากขึ้น รวมถึงคุณสมบัติทางกลอื่นๆ
5. ชิ้นงานมีน้ำหนักเบา อัตราการผลิตทำได้ในปริมาณสูง

กลไกของเครื่องกดและงานปั๊ม (Press Machines) เครื่องกดที่นำมาใช้งานสามารถจำแนกชนิดได้ด้วยหลายวิธี เช่น การจำแนกตามแหล่งต้นกำลัง จำแนกตามระบบโครงสร้างของเครื่อง จำแนกตามจุดมุ่งหมายการใช้งาน หรือตามชนิดก้านกระทุ้ง (ram) เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงชนิดของเครื่องกดที่ถูกจำแนกตามกลไกการถ่ายทอดกำลังให้กับก้านกระทุ้ง โดยสามารถแบ่งแยกกลไกต่างๆ ดังนี้

1. กลไกแบบข้อเหวี่ยง (crank) คือ กลไกที่มีระบบการขับเคลื่อนแบบธรรมดา มีการทำงานโดยใช้ข้อเหวี่ยง ความเร็วจะมีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ข้อเหวี่ยงเคลื่อนที่ลง และจะมีค่าความเร็วสูงสุดที่กึ่งกลางของช่วงชัก (stroke) โดยที่ค่าความเร็วสูงนี้สุดจะเกิดการแรงกดแม่พิมพ์โลหะ

2. กลไกแบบเยื้องศูนย์ (eccentric) คือ กลไกที่มีการทำงานเหมือนกับกลไกข้อเหวี่ยง (crank) แต่มีความแข็งแรงและมีช่วงชักที่สั้นกว่า

3. กลไกแบบลูกเบี้ยว (cam) คือ กลไกการทำงานคล้ายกับกลไกแบบเยื้องศูนย์ (eccentric) แต่มักถูกใช้กับการเคลื่อนที่ของ ram พิเศษ ตามความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน

4. กลไกแบบเฟืองรางและเกียร์ (rankandgear) คือ กลไกที่มีจังหวะการเคลื่อนที่สม่ำเสมอ สามารถควบคุมช่วงชักได้ ตัวหยุดถูกนำมาใช้สำหรับการทำงานที่ต้องการช่วงชักที่มีความยาวมาก

ข้อเสีย คือ จะช้ากว่ากลไกแบบข้อเหวี่ยง (crank) ซึ่งกลไกนี้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ quick-return สำหรับช่วย ram ในการเคลื่อนที่กลับไปยังจุดเริ่มต้นให้เร็วมากขึ้น

5. กลไกแบบไฮดรดลิก (hydraulic) คือ กลไกที่เคลื่อนที่ช้าแต่ให้แรงกดมาก ถูกนำไปใช้ในเครื่องกดและงานต่างๆ โดยเฉพาะสำหรับงาน drawing และ forming

6. กลไกแบบข้อต่อร่วม (knucklejoint) คือ กลไกที่มีค่าความได้เปรียบทางกลสูง ซึ่งได้รับความนิยมนำมาใช้งานกันมาก มีความเหมาะสมสำหรับการทำ coining และ sizing เนื่องจากสามารถให้แรงกดมากที่ระบบยืดสุด

7. กลไกแบบข้อศอก (toggle) คือ กลไกที่ใช้ถูกใช้สำหรับในขั้นตอนการยึดแผ่นโลหะ (blank holder) ของงาน drawing เป็นหลัก ซึ่งตรงกับจุดประสงค์หลักของการออกแบบคือการยึดและจัดตำแหน่งของแผ่นโลหะให้เหมาะสม

8. กลไกแบบสกรู (screw) กลไกนี้ถูกใช้แผ่นจานเสียดทาน (frictiondisk) คือ ระบบขับเคลื่อนหลักสำหรับการขับเคลื่อนล้อตุนกำลัง (flywheel) ด้วยค่าความเร็วสูง โดยล้อต้นกำลังจะสะสมพลังงานแล้วถ่ายทอดลงที่ชิ้นงานที่ระยะยืดสุด กำลังเครื่องกดที่ใช้ระบบกลไกด้วยล้อต้นกำลัง (flywheel) จะเหมาะสำหรับงาน blanking และ drawing กลไกนี้สามารถให้แรงกดได้ตั้งแต่ 20-6,000 ตัน มีค่าความเร็ว 20 - 1,500 ครั้งต่อนาที มีช่วงชักตั้งแต่ 5-500 มิลลิเมตร สำหรับเครื่องกดที่ให้กำลังด้วยระบบไฮดรอลิกนั้น เหมาะสำหรับงานที่ใช้ combination die และงาน deep drawing เนื่องจากเป็นกลไกที่สามารถให้แรงกดได้สูงตั้งแต่ 20-10,000 ตัน มีช่วงชักตั้งแต่ 10-800 มิลลิเมตร โดยที่สามารถให้กำลังเต็มที่ได้ทุกระยะของช่วงชัก

กรรมวิธีงานปั๊ม (Stamping Process) กรรมวิธีที่ใช้ในงานปั๊มขึ้นรูปโลหะแผ่น สามารถแบ่งออกได้ 3 กรรมวิธี ดังนี้

1. การตัดเฉือน (shearing) การปั๊มเจาะ (blaking) และการตัดเจาะรู (piercing)

2. การตัด (bending) หรือการขึ้นรูป (forming)

3. การลากขึ้นรูป (drawing) นอกจากนี้ยังมีกรรมวิธีดังเดิมอื่นๆ เช่น การปั๊มนูน (embossing) การปั๊มจม (coining) การบีบอัด (swaging) การตัดขอบ (shaving) และการส่วนเกิน (trimming)

3. การประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ

ขั้นตอนต่างๆ ต่อไปนี้เป็นขั้นตอนมาตรฐานสำหรับการติดตั้งดาย ที่ใช้ในงานเจาะรู และงานตัดแผ่นเหล็กที่ตัดเป็นวัตถุดิบในภาพของสตริป

1. ตรวจเช็คและขันโบลต์ทั้งหมดที่ยึดโบลสเตอร์ที่ใช้กับเครื่องเพรส (ถ้ามี)

2. ทำความสะอาดผิวหน้าของโบลสเตอร์และผิวหน้าของแร็ม (Ram) (ถ้ามีอแดปเตอร์ต้องทำความสะอาดด้วย)

3. วางดายในตำแหน่งของการทำงานจริงบนโบลสเตอร์หรือแท่นเครื่องเพรส

4. ปรับแร็มลงมาให้สวมกับแช็งก์ ขันโบลต์ยึกแช็งก์ให้แน่นพอประมาณ ปรับแร็มขึ้นอีกเล็กน้อยเพื่อถอดสต๊อกบล๊อกออก และปรับแร็มลงจนถึงสโตรกเอ็นบล็อกหรือโตรกเอ็นไพพ์

5. ทำการขันยึดส่วนของดายด้านบนและดายด้านล่าง (แช็งก์, อัปเปอร์พเลต, โลเวอร์พเลต) ให้แน่นทุกจุด (การขันควรขันสลับตรงข้ามกันเพื่อไม่ให้ส่วนใดส่วนหนึ่งเกิดการกระดกขึ้น และควรให้แรงขันเท่าๆ กัน)

6. ปรับแร็มให้ขึ้นสูงสุด เพื่อทำความสะอาดผิวหน้าของแม่พิมพ์ทั้งด้านบนและด้านล่าง ซึ่งอาจใช้ทั้งลมเป่า, แปรงปัด, หรือเศษผ้าเช็ดถู

7. ตรวจสอบด้วยสายตา พิจารณาจุดเลื่อนต่าง ว่ามีการหล่อลื่นดีหรือไม่, ถ้าไม่ดี (อาจแห้งหรือน้อยถ้าไม่ได้ใช้นานๆ) ก็ทำการทาจาระบีหรือน้ำมันหล่อลื่น

8. ทดสอบการทำงานของเครื่องประมาณ 1-2 ครั้ง (ขึ้น-ลง) เพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องว่ามีข้อบกพร่องหรือไม่

9. ทดลองเพรสชิ้นงานออกมา 1-2 ชิ้น เพื่อเปรียบเทียบชิ้นงาน และตรวจเช็คความผิดพลาดของแม่พิมพ์

การแก้ปัญหาและสาเหตุของชิ้นงาน

1. การเกิดรอยเยินและการป้องกัน สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดรอยเยินมี ดังต่อไปนี้

1.1 คมของพั้นช์และดายที่อ

1.2 คมของพั้นช์และดายบิ่น

1.3 ผงโลหะติดอยู่ที่ผนังรูดายและด้านข้างของพั้นช์

1.4 ช่องว่างตัดมากเกินไป

วิธีการแก้ไขมีดังต่อไปนี้

1. ลับคมพั้นช์และดายในเวลาที่เหมาะสม

2. ใช้ชุดยึดแม่พิมพ์ที่มีหลักนำและปลอกเพื่อรักษาช่องว่างตัดให้คงที่

3. ใช้วัสดุที่ทนต่อการขัดสี ทำพั้นช์และดายและทำการอบชุบให้ถูกต้อง

4. ใช้เครื่องอัดที่มีความเที่ยงตรงและมีกำลังพอ

5. คมตรงส่วนมุมของพั้นช์ซึ่งจะสึกอย่างรวดเร็ว จะต้องทำการมนมุมเล็กน้อย

6. ใช้น้ำมันหล่อลื่นแผ่นวัสดุเพื่อป้องกันผงโลหะจับติดกับพั้นช์และดาย

7. ในกรณีที่ติดแม่พิมพ์โดยตรงเข้ากับเครื่อง จะต้องติดให้แม่พิมพ์ส่วนบนและส่วนล่างให้ขนานกันและให้มีช่องว่างตัดที่สม่ำเสมอกันโดยรอบ

2. โค้งของงานและการป้องกัน ลักษณะชิ้นงานที่ทำการอัดตัดแผ่นเปล่าแล้วไม่เรียบ สาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานโค้ง ดังนี้

1. เกิดการอัดแน่นของแผ่นงานในรูดาย

2. ในการใช้แผ่นรูดชนิดอยู่กับที่ แผ่นวัสดุจะโก่งขณะถูกอัดตัด

3. กลับทิศทางการอัดตัดแผ่นเหล่ากับการเจาะรู

4. คมพั้นช์และดายที่อ

5. ปากรูดายผายออกเป็นภาพที่ปากระฆัง

6. ช่องว่างตัดระหว่างพั้นช์และดายมากเกินไป

7. มีเศษวัสดุหรือผงค้างติดอยู่ที่หน้าพั้นช์

8. ผงโลหะติดกับพั้นช์และดาย

9. แผ่นวัสดุไม่เรียบก่อนทำการอัดตัด

10. มุมเอียงตัดมากเกินไป

วิธีการแก้ไขมีดังต่อไปนี้

1. ทำส่วนตรงรูดายให้สั้นลง ขยายมุมเอียงทางส่วนล่างให้มากขึ้น
2. ใช้แผ่นรูดสปริง
3. ลับคมพั้นช์และดายในเวลาที่เหมาะสม
4. ทำช่องว่างตัดระหว่างพั้นช์และดายให้เหมาะสม
5. ทำความสะอาดพั้นช์และดายไม่ให้สิ่งแปลกปลอมติดอยู่
6. ใช้น้ำมันหล่อลื่นเพื่อป้องกันผงโลหะติดพั้นช์และดาย
7. เมื่อใช้แผ่นวัสดุชนิดเป็นม้วน ต้องใช้เครื่องดัด
8. เมื่อใช้มุมเอียงตัดที่คมตัด พยายามทำมุมเอียงให้น้อยลง
9. เปลี่ยนทิศทางการตัดและเจาะให้เหมือนกัน

3. ข้อบกพร่องเกี่ยวกับขนาด ขนาดของชิ้นงานที่ได้จากการอัดตัดแผ่นเปล่า จะเท่ากับขนาดของรูดายและขนาดของรูเจาะที่ได้จากการอัดเจาะ (Piercing) จะเท่ากับขนาดของพั้นช์ ฉะนั้นเมื่อเกิดข้อบกพร่องเกี่ยวกับขนาด จึงจำเป็นจะต้องหาสาเหตุและการแก้ไข

สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องเกี่ยวกับขนาดนั้นมีดังต่อไปนี้

1. ขนาดของรูดายไม่ถูกต้อง
2. ช่องว่างตัดเยื้องไม่เท่ากัน
3. แผ่นวัสดุโก่ง

วิธีการแก้ไขมีดังนี้

1. แก้ไขขนาดของรูดายให้ถูกต้อง
2. ปรับช่องว่างตัดให้ถูกต้อง
3. พยายามให้แผ่นวัสดุโก่งน้อยที่สุด

สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องเกี่ยวกับขนาด (Dimensional Defects) สำหรับการเจาะมี ดังนี้

1. ตำแหน่งของรูเจาะทุกรูเคลื่อนจากตำแหน่งที่กำหนด
2. ตำแหน่งของรูเจาะบนแผ่นงานขาดความสมดุลมากเกินไป
3. เกิดการบกพร่องในการร่างแบบ
4. ขนาดของรูเจาะบางรูผิดขนาด

วิธีการแก้ไข

1. กำหนดตำแหน่งของแผ่นกำหนดตำแหน่งหรือหมุดกำหนดตำแหน่งให้ถูกต้อง การสัมผัสของขอบแผ่นงานกับแผ่นกำหนดตำแหน่งหรือหมุดกำหนดตำแหน่งจะต้องพอดีไม่มีช่องว่าง

2. ถ้ามีรูเจาะสองรูหรือมากกว่าบนชิ้นงาน ทำการวัดตรวจสอบระยะห่างของพั้นช์ที่สัมพันธ์กัน ถ้าระยะห่างผิดพลาดไม่มากนักก็อาจจะแก้ไขได้โดยการตอกเบียด

การสึกหรอเร็วเกินไปของคมตัดแม่พิมพ์ ถ้าคมตัดแม่พิมพ์ค่อนข้างจะสึกหรือที่อเร็วในการตัดในปริมาณไม่มากนัก ซึ่งทำให้เกิดรอยเยิน ข้อบกพร่องดังกล่าวอาจเกิดจากสาเหตุ ดังนี้

1. การเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้อง วัสดุทำแม่พิมพ์ถ้าเรียงลำดับจากความต้านทานต่อการสึกหรอต่ำสุดไปหาสูงสุดจะได้ดังต่อนี้ เหล็กคาร์บอนทำเครื่องมือ (SK) เหล็กทำเครื่องมือโลหะเจือต่ำ (Low Alloy Fool Steel) (SKS 3) เหล็กทำเครื่องมือโลหะเจือสูง (High Alloy Tool Steel) (SKD11) เหล็กความเร็วตัดสูง (High Speed Steel) และคาร์ไบด์ ถ้าเลือกใช้วัสดุทำพั้นช์และดายไม่ถูกต้อง ก็เป็นการยากที่จะประมาณจำนวนการตัดต่ออายุการใช้งานของแม่พิมพ์

2. การอบชุบไม่ถูกต้อง ในการอบชุบถ้าสภาพต่าง ๆ ในการอบชุบไม่ถูกต้อง ความแข็งและความแข็งแรงของคมตัดจะไม่ได้ตามที่ต้องการ ส่วนใหญ่ของสาเหตุที่ทำให้คมตัดของแม่พิมพ์สึกหรือที่อื่เร็วนั้นเนื่องมาจากการอบชุบไม่ถูกต้อง

3. ช่องว่างตัดน้อยเกินไป ถ้าช่องว่าตัดน้อยเกินไป การต่อต้านต่อการตัดจะมาขึ้นทำให้เกิดการสึกหรอเร็วขึ้น

1. ช่องว่างตัดระหว่างพั้นช์และดายเยื้อง
2. ผนังรูดายไม่เรียบพอ
3. เครื่องอัดขาดความเที่ยงตรง

วิธีการแก้ไขการสึกหรอเร็วของคมตัดแม่พิมพ์

1. เลือกใช้วัสดุทำคมตัดแม่พิมพ์ให้เหมาะสมกับอายุการใช้งานของแม่พิมพ์
2. ควบคุมสภาพการอบชุบให้ถูกต้อง เช่น อุณหภูมิชุบ อุณหภูมิเผาคืนไฟ เป็นต้น
3. กำหนดช่องว่างตัดระหว่างพั้นช์และดายให้ถูกต้อง ควรให้ช่องว่างตัดกว้างมากกว่าจะให้แคบ
4. เลือกใช้เครื่องอัดที่มีกำลังอัดเพียงพอ และมีความเที่ยงตรง
5. การแตกและหักของพั้นช์สำหรับแม่พิมพ์อัดเจาะ

สาเหตุที่ทำให้พั้นช์แตกและหักสำหรับแม่พิมพ์อัดเจาะ มีดังนี้

1. พั้นช์ยาวเกินไป
2. แผ่นวัสดุอัดแน่นในรูดาย
3. ภาพที่ร่างขอพั้นช์ไม่ถูกต้อง เช่น รัศมีโคนพั้นช์เล็กเกินไป
4. ตำแหน่งของพั้นช์และดายเคลื่อน
5. แผ่นรูดเอียง
6. รูเจาะเล็กอยู่ใกล้กับรูเจาะใหญ่
7. เจาะส่วนเอียงของชิ้นงาน
8. อบชุบพั้นช์แข็งเกินไป
9. กำลังอัดของเครื่องอัดไม่เพียงพอ

วิธีการแก้ไข มีดังต่อไปนี้

1. ทำความยาวของพั้นช์ให้เหมาะกับการใช้งาน
2. ทำส่วนล่างของรูดายให้กว้างพอ
3. ทำรัศมีโคนพั้นช์ให้โตพอ

4. ปรับแผ่นรูดให้ขนาน

5. ใช้หลักนำช่วย

6. พั้นช์ขนาดเล็กซึ่งอยู่ใกล้กับพั้นช์ขนาดใหญ่ ควรทำให้สั้นกว่าและทำการเจาะภายหลังพั้นช์ขนาดใหญ่

7. การเจาะรูส่วนเอียงของงาน ปลายพั้นช์จะต้องตัดเอียงตามความเอียงของงาน และต้องมีการนำอย่างมั่นคงโดยแผ่นรูด

8. เครื่องอัดต้องมีความเที่ยงตรงและมีกำลังอัดพอ

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบหน่วยที่ 6

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เครื่องจักรที่ใช้ในงานปั๊มโลหะ แยกตามกำลังที่ใช้ในการขับแม่พิมพ์โลหะได้กี่แบบ

ก. 1 แบบ ข. 2 แบบ ค. 3 แบบ ง. 4 แบบ

2. เครื่องปั๊มโลหะ สามารถแบ่งได้กี่ลักษณะ

ก. 3 ลักษณะ ข. 4 ลักษณะ ค. 5 ลักษณะ ง. 6 ลักษณะ

3. ข้อใด ไม่ใช่ ข้อดีของการปั๊ม

ก. ความแข็งแรงของชิ้นงานลดลง ข. ชิ้นงานที่ผ่านการปั๊มจะเท่ากันทุกชิ้น

ค. ชิ้นงานมีน้ำหนักเบา ง. การขึ้นรูปชิ้นงานที่ซับซ้อนกว่าวิธีอื่นๆ

4. กลไกของเครื่องกดและงานปั๊ม ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. กลไกแบบข้อเหวี่ยง ข. กลไกแบบเยื้องศูนย์

ค. กลไกแบบลูกเบี้ยว ง. กลไกแบบยันศูนย์

5. ข้อใด ไม่ใช่ กรรมวิธีงานปั๊ม

ก.การตัดเฉือน ข. การตัด ค. การพับขึ้นรูป ง. การลากขึ้นรูป

6. Blanking คือ

ก. ขั้นตอนแรกที่จะต้องทำในการผลิต ข. การขึ้นรูปแผ่นโลหะให้เป็นลวดลาย

ค. การตัดพื้นผิวระนาบของโลหะ ง. การลากขึ้นรูปโลหะแผ่น

7. การออกแบบชิ้นงานปั๊มที่ดีจะต้องคำนึงถึงข้อใด

ก. คุณภาพและอายุการใช้งาน ข. ราคาและคุณภาพ

ค. รูปร่างและความหนาของชิ้นงาน ง.วัตถุดิบมาใช้ให้เกิดความคุ้มค่าและประโยชน์สูงสุด

8. ข้อใด ไม่ใช่ สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดรอยเยิน

ก. คมของพั้นช์และดายที่อ ข. ช่องว่างตัดน้อยเกินไป

ค. คมของพั้นช์และดายบิ่น ง. ผงโลหะติดอยู่ที่ผนังรูดายและด้านข้างของพั้นช์

9. ข้อใด ไม่ใช่ สาเหตุของข้อบกพร่องการสึกหรอเร็วเกินไปของคมตัดแม่พิมพ์

ก. การอบชุบไม่ถูกต้อง
ข. การเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้อง
ค. โค้งของงานและการป้องกัน
ง. ช่องว่างตัดน้อยเกินไป

10. ข้อใด ไม่ใช่ สาเหตุที่ทำให้พั้นช์แตกและหักสำหรับแม่พิมพ์อัดเจาะ

ก. พั้นช์ยาวเกินไป
ข. แผ่นวัสดุอัดแน่นในรูดาย
ค. เจาะส่วนเอียงของชิ้นงาน
ง. พั้นช์สั้นเกินไป

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. เครื่องปั๊ม (Press Machine) หมายถึง

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม มาพอสังเขป

.....

.....

.....

.....

3. จงยกตัวอย่างข้อดีของการปั๊ม อย่างน้อย 5 ข้อ

.....

.....

.....

.....

4. จงอธิบายกรรมวิธีงานปั๊ม มาพอสังเขป

.....

.....

.....

.....

5. จงอธิบายการประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ มาพอสังเขป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. เอกสารอ้างอิง

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die
2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

แบบทดสอบหน่วยที่ 6

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เครื่องจักรที่ใช้ในงานปั๊มโลหะ แยกตามกำลังที่ใช้ในการขับแม่พิมพ์โลหะได้กี่แบบ

ก. 1 แบบ **ข. 2 แบบ** ค. 3 แบบ ง. 4 แบบ

2. เครื่องปั๊มโลหะ สามารถแบ่งได้กี่ลักษณะ

ก. 3 ลักษณะ ข. 4 ลักษณะ **ค. 5 ลักษณะ** ง. 6 ลักษณะ

3. ข้อใด ไม่ใช่ ข้อดีของการปั๊ม

ก. ความแข็งแรงของชิ้นงานลดลง ข. ชิ้นงานที่ผ่านการปั๊มจะเท่ากันทุกชิ้น

ค. ชิ้นงานมีน้ำหนักเบา ง. การขึ้นรูปชิ้นงานที่ซับซ้อนกว่าวิธีอื่นๆ

4. กลไกของเครื่องกดและงานปั๊ม ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. กลไกแบบข้อเหวี่ยง ข. กลไกแบบเยื้องศูนย์

ค. กลไกแบบลูกเบี้ยว **ง. กลไกแบบยันศูนย์**

5. ข้อใด ไม่ใช่ กรรมวิธีงานปั๊ม

ก.การตัดเฉือน **ข. การตัด** ค. การพับขึ้นรูป ง. การลากขึ้นรูป

6. Blanking คือ

ก. ขั้นตอนแรกที่จะต้องทำในการผลิต ข. การขึ้นรูปแผ่นโลหะให้เป็นลวดลาย

ค. การตัดพื้นผิวระนาบของโลหะ ง. การลากขึ้นรูปโลหะแผ่น

7. การออกแบบชิ้นงานปั๊มที่ดีจะต้องคำนึงถึงข้อใด

ก. คุณภาพและอายุการใช้งาน ข. ราคาและคุณภาพ

ค. รูปร่างและความหนาของชิ้นงาน **ง.วัตถุดิบมาใช้ให้เกิดความคุ้มค่าและประโยชน์สูงสุด**

8. ข้อใด ไม่ใช่ สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดรอยเยิน

ก. คมของพั้นช์และดายที่อ **ข. ช่องว่างตัดน้อยเกินไป**

ค. คมของพั้นช์และดายบิ่น ง. ผงโลหะติดอยู่ที่ผนังรูดายและด้านข้างของพั้นช์

9. ข้อใด ไม่ใช่ สาเหตุของข้อบกพร่องการสึกหรอเร็วเกินไปของคมตัดแม่พิมพ์

ก. การอบชุบไม่ถูกต้อง ข. การเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้อง

ค. โค้งของงานและการป้องกัน ง. ช่องว่างตัดน้อยเกินไป

10. ข้อใด **ไม่ใช่** สาเหตุที่ทำให้พั้นช์แตกและหักสำหรับแม่พิมพ์อัดเจาะ

ก. พั้นช์ยาวเกินไป ข. แผ่นวัสดุอัดแน่นในรูดาย

ค. เจาะส่วนเอียงของชิ้นงาน ง. พั้นช์สั้นเกินไป

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. เครื่องปั๊ม (Press Machine) หมายถึง

เครื่องจักรที่ใช้ในงานปั๊มโลหะ สามารถแยกตามกำลังที่ใช้ใน การขับแม่พิมพ์โลหะได้ 2 แบบ ดังนี้

1. เครื่องปั๊มระบบกลไกใช้ระบบกลไกส่งกำลัง

2. เครื่องปั๊มระบบไฮดรอลิคใช้แรงดันของน้ำมันเป็นตัวส่งกำลัง

2. จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม มาพอสังเขป

การทำงาน	เปรียบเทียบการทำงาน	
	1. เครื่องปั๊มระบบกลไก	2. เครื่องปั๊มระบบไฮดรอลิค
อัตราการผลิต (การขึ้นรูป)	เร็วกว่า	ช้ากว่า
ความยาวของระยะช่วงชัก	ค่อนข้างสั้น (600–1,000 มม.)	เปรียบเทียบแล้วยาวกว่า
การปรับอัตราการใช้แรงกด	ไม่สามารถปรับได้	สามารถปรับได้
การปั๊มเกินกำลัง	สามารถเกิดขึ้นได้	ไม่สามารถเป็นได้

3. จงยกตัวอย่างข้อดีของการปั๊ม อย่างน้อย 5 ข้อ

1. ทำให้การขึ้นรูปชิ้นงานที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นกว่าวิธีอื่น ๆ

2. หลังจากการปั๊มแล้วไม่จำเป็นจะต้องทำการตกแต่งชิ้นงาน

3. ชิ้นงานที่ผ่านการปั๊มจะเท่ากันทุกชิ้น

4. ความแข็งแรงของชิ้นงานเพิ่มมากขึ้น รวมถึงคุณสมบัติทางกลอื่นๆ

5. ชิ้นงานมีน้ำหนักเบา อัตราการผลิตทำได้ในปริมาณสูง

4. จงอธิบายกรรมวิธีงานปั๊ม มาพอสังเขป

กรรมวิธีงานปั้ม (Stamping Process) กรรมวิธีที่ใช้ในงานปั๊มขึ้นรูปโลหะแผ่น สามารถแบ่งออกได้ 3 กรรมวิธี ดังนี้

1. การตัดเฉือน (Shearing) การปั๊มเจาะ (Blaking) และการตัดเจาะรู (Piercing)

2. การตัด (Bending) หรือการขึ้นรูป (Forming)

3. การลากขึ้นรูป (Drawing) นอกจากนี้ยังมีกรรมวิธีดังเดิมอื่นๆ เช่น การปั๊มนูน (Embossing) การปั๊มจม (Coining) การบีบอัด (Swaging) การตัดขอบ (Shaving) และการส่วนเกิน (Trimming)

5. จงอธิบายการประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ มาพอสังเขป

1. ตรวจเช็คและขันโบลต์ทั้งหมดที่ยึดโบลสเตอร์ที่ใช้กับเครื่องเพรส (ถ้ามี)

2. ทำความสะอาดผิวหน้าของโบลสเตอร์และผิวหน้าของแร็ม (Ram) (ถ้ามีอแดปเตอร์ต้องทำความ สะอาดด้วย)

3. วางดายในตำแหน่งของการทำงานจริงบนโบลสเตอร์หรือแท่นเครื่องเพรส

4. ปรับแร็มลงมาให้สวมกับแช็งก์; ขันโบลต์ยึกแช็งก์ให้แน่นพอประมาณ; ปรับแร็มขึ้นอีกเล็กน้อยเพื่อ ถอดสต๊อกบล๊อกออก; และปรับแร็มลงจนถึงสโตรกเอ็นบล็อกหรือโตรกเอ็นไพพ์

5. ทำการขันยึดส่วนของดายด้านบนและดายด้านล่าง (แช็งก์, อัปเปอร์พเลต, โลเวอร์พเลต) ให้แน่น ทุกจุด (การขันควรขันสลับตรงข้ามกันเพื่อไม่ให้ส่วนใดส่วนหนึ่งเกิดการกระดกขึ้น และควรให้แรงขันเท่า ๆ กัน)

6. ปรับแร็มให้ขึ้นสูงสุด เพื่อทำความสะอาดผิวหน้าของแม่พิมพ์ทั้งด้านบนและด้านล่าง ซึ่งอาจใช้ทั้ง ลมเป่า, แปรงปัด, หรือเศษผ้าเช็ดถู

7. ตรวจสอบด้วยสายตา พิจารณาจุดเลื่อนต่าง ว่ามีการหล่อลื่นดีหรือไม่, ถ้าไม่ดี (อาจแห้งหรือน้อย ถ้าไม่ได้ใช้นาน ๆ) ก็ทำการทาจาระบีหรือน้ำมันหล่อลื่น

8. ทดสอบการทำงานของเครื่องประมาณ 1–2 ครั้ง (ขึ้น–ลง) เพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องว่า มีข้อบกพร่องหรือไม

9. ทดลองเพรสชิ้นงานออกมา 1–2 ชิ้น เพื่อเปรียบเทียบชิ้นงาน และ ตรวจเช็คความผิดพลาดของแม่พิมพ์

	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 17 - 18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องปั๊ม	ทฤษฎี 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานเครื่องปั๊ม		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของกระบวนการขึ้นรูปในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น งานผลิตรถยนต์และงานเหล็ก ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการขึ้นรูปด้วยเครื่องปั๊ม ข้อดีของการผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อน มีความสม่ำเสมอ และลดขั้นตอนการตกแต่งผิวได้ นอกจากนี้ยังเข้าใจลักษณะคุณสมบัติของชิ้นส่วนโลหะแผ่นที่มีน้ำหนักเบาแต่แข็งแรง รวมถึงกระบวนการเปลี่ยนรูป เช่น การพับ ดัด ปั๊ม และขึ้นรูปแบบเย็น ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการใช้แม่พิมพ์และเครื่องปั๊มกับงานผลิตจริงได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้ความเข้าใจเครื่องปั๊ม

3.2 แสดงความรู้เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม

3.3 ประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเครื่องปั๊มได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องปั๊มได้อย่างถูกต้อง

4.3 ตรวจสอบการประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.5 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ควรระมัดระวังการใช้อุปกรณ์และรักษาความสะอาด

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน เช่น กระดาษปรู๊ฟ ปากกาหลากสี ดินสอ ยางลบ ไม้บรรทัด

7.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

ให้นักเรียนนักศึกษาศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับงานเครื่องปั๊มจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และทำสรุปเป็น mind mapping ลงในกระดาษปรู๊ฟและตกแต่งให้สวยงาม

7.3 ปฏิบัติตามใบงานที่ 6

7.4 หลังจากปฏิบัติใบงานเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ

7.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

7.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ผู้เรียนจัดระบบความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง หลักการทำงาน และประเภทของเครื่องปั๊มได้อย่างชัดเจน ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงส่วนประกอบ เครื่องมือ และกระบวนการปั๊มกับลักษณะชิ้นงานที่ผลิตได้ การทำมายแมพร่วมกันช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการจัดหมวดหมู่ข้อมูลทางเทคนิค กิจกรรมยังส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการแลกเปลี่ยนความรู้ในกลุ่ม โดยรวมทำให้ผู้เรียนเข้าใจภาพรวมงานเครื่องปั๊มและพร้อมต่อยอดสู่ภาคปฏิบัติได้ดีขึ้น

9. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบกิจกรรมที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องปั๊ม	ทฤษฎี 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานเครื่องปั๊ม		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของกระบวนการขึ้นรูปในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น งานผลิตรถยนต์และงานเหล็ก ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการขึ้นรูปด้วยเครื่องปั๊ม ข้อดีของการผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อน มีความสม่ำเสมอ และลดขั้นตอนการตกแต่งผิวได้ นอกจากนี้ยังเข้าใจลักษณะคุณสมบัติของชิ้นส่วนโลหะแผ่นที่มีน้ำหนักเบาแต่แข็งแรง รวมถึงกระบวนการเปลี่ยนรูป เช่น การพับ ดัด ปั๊ม และขึ้นรูปแบบเย็น ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการใช้แม่พิมพ์และเครื่องปั๊มกับงานผลิตจริงได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้ความเข้าใจเครื่องปั๊ม

3.2 แสดงความรู้เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม

3.3 ประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเครื่องปั๊มได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องปั๊มได้อย่างถูกต้อง

4.3 ตรวจสอบการประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.5 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษปรู๊ฟ

5.2 ปากกาหลากสี

5.3 ไม้บรรทัด

5.4 ดินสอ

5.5 ยางลบ

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.1 เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรม

6.2 ศึกษาคำสั่งงานให้เข้าใจ

- ให้ผู้เรียนนำเสนอใบงานที่ 6 หน้าชั้นเรียน รายกลุ่ม

6.3 ปฏิบัติกิจกรรมที่ 6

6.4 หลังจากปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้วทำความสะอาดและเก็บใบงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

6.5 นำใบงานส่งครูผู้สอน

6.6 ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้พร้อมสำหรับปฏิบัติใบงานต่อไป

7. สรุปและอภิปราย

ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงาน ส่วนประกอบ และประเภทของเครื่องปั๊มที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้อย่างเป็นระบบ ผู้เรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการปั๊มและความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องปั๊มกับแม่พิมพ์ได้ชัดเจน ระหว่างการนำเสนอมีการอภิปรายและซักถาม ทำให้เกิดความเข้าใจเชิงเทคนิคมากขึ้น กิจกรรมช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสาร การเรียบเรียงเนื้อหา และความมั่นใจในการนำเสนอ โดยรวมผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้กับงานภาคปฏิบัติได้เหมาะสม

8. การประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	คะแนน
1.ความครบถ้วนของเนื้อหา	5
2.การสื่อสาร	5
3.กิริยา ท่าทางการพูดนำเสนอ	5
4.ความสวยงามของใบงาน	5

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

1. สื่อการสอน Power point รายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

2. หนังสือเรียนรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น Basic Die

	ใบมอบหมายงานที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20102-2201 ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องปั๊ม	ทฤษฎี 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานเครื่องปั๊ม		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของกระบวนการขึ้นรูปในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น งานผลิตรถยนต์และงานเหล็ก ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการขึ้นรูปด้วยเครื่องปั๊ม ข้อดีของการผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อน มีความสม่ำเสมอ และลดขั้นตอนการตกแต่งผิวได้ นอกจากนี้ยังเข้าใจลักษณะคุณสมบัติของชิ้นส่วนโลหะแผ่นที่มีน้ำหนักเบาแต่แข็งแรง รวมถึงกระบวนการเปลี่ยนรูป เช่น การพับ ดัด ปั๊ม และขึ้นรูปแบบเย็น ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการใช้แม่พิมพ์และเครื่องปั๊มกับงานผลิตจริงได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้ความเข้าใจเครื่องปั๊ม

3.2 แสดงความรู้เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม

3.3 ประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเครื่องปั๊มได้อย่างถูกต้อง

4.2 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องปั๊มได้อย่างถูกต้อง

4.3 ตรวจสอบการประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะได้อย่างถูกต้อง

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขได้อย่างเป็นระบบ

4.5 แสดงออกด้านการตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ สุจริต ความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ ความมีมารยาท และความรับผิดชอบ

5. รายละเอียดของงาน

ให้นักเรียนนักศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวแบบงานแม่พิมพ์โลหะและหาแบบงานแม่พิมพ์โลหะกลุ่มละ 1 ชิ้น

6. กำหนดเวลาส่งงาน สัปดาห์ที่ 18

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

นักเรียนนักศึกษาค้นคว้าหาแบบงานแม่พิมพ์โลหะที่ตนเองสนใจในอินเตอร์เน็ตและมานำเสนอหน้าชั้นเรียนในสัปดาห์ต่อไป

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- ห้องสมุดวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย

- แหล่งข้อมูลในอินเตอร์เน็ตช่องทางต่าง ๆ

9. การประเมินผล

- แบบชิ้นงานแม่พิมพ์โลหะ
- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน

บรรณานุกรม

ผศ. ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์. (2561). **ออกแบบแม่พิมพ์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

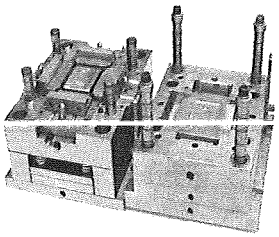
วารุณี เปรมานนท์ และ พงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์. (2556). **งานขึ้นรูปโลหะ เล่ม 1 แม่พิมพ์โลหะแผ่น**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

ภาคผนวก

1

วิชา แม่พิมพ์โลหะ

Introduction of
Tool Engineering
เครื่องมือในงานวิศวกรรม



ความหมายของเครื่องมือ

1. [illegible] และขั้นตอนของการประกอบผลิตภัณฑ์

2. [illegible] แล้วจะถูก[illegible] โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่าย

3. [illegible] เพื่อผลิตชิ้นส่วนได้หลายรูปแบบโดยไม่ต้องเปลี่ยนเครื่องจักร จะเปลี่ยนแปลงเครื่องมือเท่านั้น

ประเภทของเครื่องมือ

1. เครื่องมือตัด (Cutting tools)

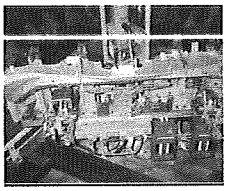
เช่น ลูกลบคว้าน ดอกคว้านเรียว (Reamer) มิลคัส (Milling cutter) มิลคลึงเกลียวใน (Tap) ลาย (Die) และแท่งกัดงาน (Broach)



ประเภทของเครื่องมือ

2. จิ๊กและฟิกเจอร์ (Jigs and fixtures)

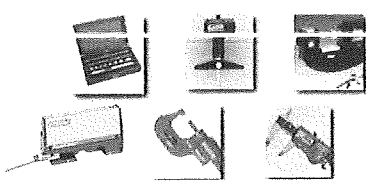
เช่น จิ๊กที่ใช้สำหรับการเจาะรูจิ๊กที่ใช้ในงานเชื่อม ฟิกเจอร์ที่ใช้จับงานบนเครื่องกัด (Milling machine) และฟิกเจอร์ที่ใช้กับการจับชิ้นงานเพื่อคว้าน รู



ประเภทของเครื่องมือ

3. เกจและเครื่องวัด (Gauges and measuring instruments)

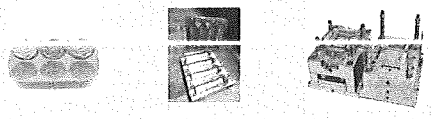
เช่น เกจวัดความโตใน (Ring gauge) เกจวัดความโตนอก (Ring gauge) แท่งเกจ (Slip gauge) ไมโครมิเตอร์ เวอร์เนียร์



แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

1. แม่พิมพ์ทั้ง 3 แบบนี้ มีความเหมือน และ ต่างกันอย่างไร จงอธิบาย

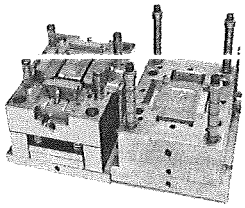


2. จงอธิบายความหมายของเครื่องมือ มาพอสังเขป

3. จงบอกเครื่องมือที่ใช้ในงานแม่พิมพ์โลหะ พร้อมอธิบายหน้าที่ของเครื่องมือ นั้นๆ อย่างน้อย 1 อย่าง

ประเภทของแม่พิมพ์

4. แม่พิมพ์ (Die and mold)



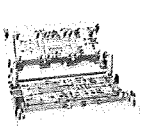
ประเภทของเครื่องมือ

4. แม่พิมพ์ (Die and mold)

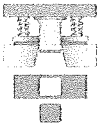
เป็นแม่พิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปโลหะ และวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ ได้แก่

4.1 แม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะ ซึ่งใช้ในการขึ้นรูปโลหะแผ่น และโลหะก้อน

4.1.1 แม่พิมพ์ตัดโลหะแผ่น (Cutting Die)

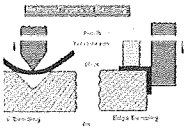


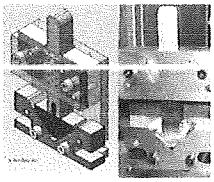




ประเภทของเครื่องมือ

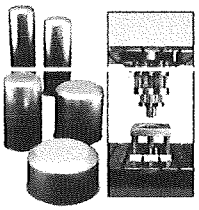
4.1.2 แม่พิมพ์พับ ดัดงอ (Bending Die)

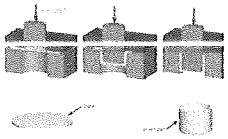




ประเภทของเครื่องมือ

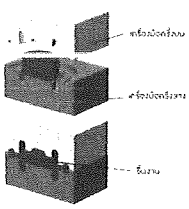
4.1.3 แม่พิมพ์อากขึ้นรูป (Drawing Die)

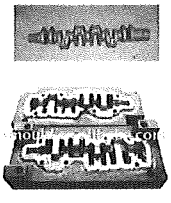


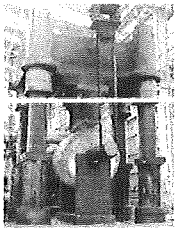


ประเภทของเครื่องมือ

4.1.4 แม่พิมพ์ทุบขึ้นรูป (Forging Die)

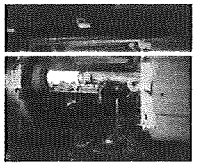


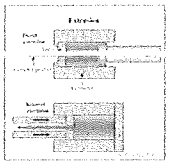


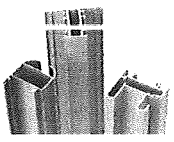


ประเภทของเครื่องมือ

4.1.5 แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป (Extrusion Die)

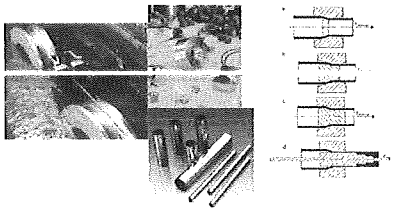






ประเภทของเครื่องมือ

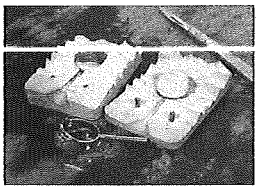
4.1.6 แม่พิมพ์ลึงขึ้นรูปลวดและท่อ (Wire and Tube Drawing Dies)



ประเภทของเครื่องมือ

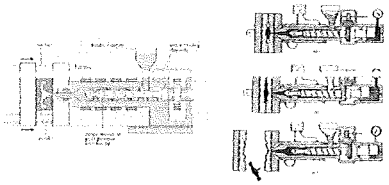
4.2 แม่พิมพ์ขึ้นรูปวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ

4.2.1 แม่พิมพ์ขึ้นรูปวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ



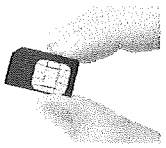
ประเภทของเครื่องมือ

4.2.2 แม่พิมพ์ขึ้นรูปพลาสติก



วัตถุประสงค์ของการออกแบบเครื่องมือ

1. [illegible]ทำงานของเครื่องมือให้เป็น[illegible]และ[illegible] โดยให้มีประสิทธิภาพสูง
2. [illegible] โดยผลิตชิ้นงานให้ต้นทุนต่ำที่สุด
3. [illegible]ให้มี[illegible] เมื่อเครื่องมือนั้นถูกนำไปใช้กับการผลิตชิ้นงานปริมาณการผลิตสูง
4. [illegible]ของเครื่องจักรที่มีอยู่แล้วให้[illegible]
5. ออกแบบเครื่องมือให้มี[illegible] เพื่อป้องกันการใช้งานที่อาจผิดพลาดได้
6. เลือก[illegible]ให้มีอายุการใช้[illegible]กับปริมาณการผลิต
7. [illegible]เพื่อให้เกิด[illegible]แก่ผู้ใช้งาน
8. ออกแบบเครื่องมือเพื่อให้ผลงานทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ[illegible]



แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

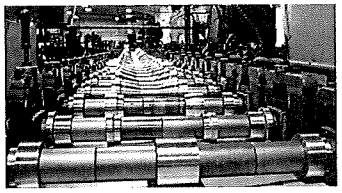
แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

1. จงอธิบายวิธีการทำงานของแม่พิมพ์ตัดเฉือนชิ้นงานให้ถูกต้อง
2. จงอธิบายความแตกต่างของแม่พิมพ์ลากขึ้นรูป และแม่พิมพ์พับขึ้นรูป
3. จงอธิบายหลักการขึ้นรูปของแม่พิมพ์พลาสติกให้ถูกต้อง
4. จงบอกวัตถุประสงค์ของการออกแบบเครื่องมือ อย่างน้อย 5 ข้อ

2

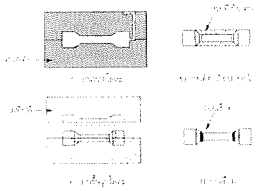
วิชา แม่พิมพ์โลหะ

Metal Forming Process
กระบวนการขึ้นรูปโลหะ



ความหมายกระบวนการขึ้นรูปโลหะ

กระบวนการขึ้นรูปโลหะ หมายถึง กระบวนการผลิตประเภทหนึ่งที่เปลี่ยนรูปร่างของวัตถุดิบให้เป็นชิ้นงานที่มีรูปร่างตามต้องการ โดยใช้แม่พิมพ์หรือเครื่องมือเฉพาะ (Die or Forming Tool) ในการขึ้นรูปชิ้นงาน ในขณะที่วัสดุดิบอยู่ในสภาวะของแข็ง โดยไม่มีการเสียเนื้อ และไม่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในของวัสดุนั้นๆ จึงเรียกว่างานขึ้นรูปโลหะ หรืองานเปลี่ยนรูปโลหะในช่วงความเปลี่ยนรูปถาวร (Metal Deformation Process)



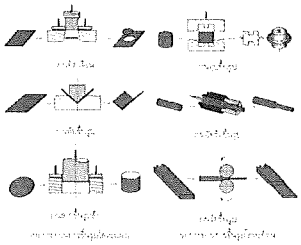
งานขึ้นรูปโลหะ

จะแบ่งเป็น 2 กลุ่มโดยพิจารณาจากวัสดุเริ่มต้น นั่นคือ

1. **วัสดุเริ่มต้นเป็นโลหะแผ่น จะเป็นกลุ่มกระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่น (Sheet Metal Forming Process)**
   - กระบวนการตัดเฉือน (Blanking Process)
   - กระบวนการพับขึ้นรูป (Bending Process)
   - กระบวนการลากขึ้นรูปลึก (Deep Drawing Process)

2. **วัสดุเริ่มต้นเป็นก้อน จะเป็นกลุ่มกระบวนการขึ้นรูปโลหะก้อน (Bulk Metal Forming Process)**
   - กระบวนการทุบขึ้นรูป (Forging Process)
   - กระบวนการอัดฉีดขึ้นรูป (Extrusion Process)
   - กระบวนการรีดขึ้นรูป (Rolling Process)

งานขึ้นรูปโลหะ



องค์ประกอบในงานขึ้นรูปโลหะแผ่น

1. ทฤษฎีการเปลี่ยนรูปถาวร

เพื่อการวางแผน และออกแบบให้มีประสิทธิภาพ สามารถทำนายตำแหน่งหรือโอกาสในการเกิดความเสียหายขณะทำการขึ้นรูป เพื่อหาแนวทางป้องกัน

2. สมบัติของวัสดุเริ่มต้น

รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมี ความแข็งแรงของวัสดุ ความสามารถในการไหลตัว ความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นขณะขึ้นรูป (Work Hardening) รวมทั้งการปรับปรุงโครงสร้างโดยใช้วิธีทางความร้อน (Heat Treatment)

3. สมบัติของวัสดุหลังการขึ้นรูป

สมบัติทางกล ลักษณะผิวสำเร็จ ความเที่ยงตรงของขนาด ในบางกรณีอาจเกิดความเครียดในเนื้อวัสดุอาจส่งผลต่อการนำไปใช้งาน อาจจำเป็นต้องปรับปรุงสมบัติด้วยความความร้อนก่อนนำไปใช้งาน

องค์ประกอบในงานขึ้นรูปโลหะแผ่น

4. บริเวณผิวสัมผัสระหว่างชิ้นงาน

เป็นบริเวณที่เกิดความเสียดทานที่ด้านการไหลตัวของเนื้อวัสดุ จึงต้องเข้าใจในเรื่องของการหล่อลื่นและการปรับสภาวะผิวของแม่พิมพ์และชิ้นงาน รวมถึงการสึกหรอที่ผิวของแม่พิมพ์ภายใต้สภาวะการปั๊มโลหะด้วย

5. แม่พิมพ์

ควรเข้าใจกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์ ตัวแปรที่มีผลต่อชิ้นงาน การใช้ขั้นตอน และการเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์ที่เหมาะสม

องค์ประกอบในงานขึ้นรูปโลหะแผ่น

6. เครื่องปั๊ม

เป็นตัวส่งผ่านแรงในการประกบชุดแม่พิมพ์เข้าหากันเพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน ควรเข้าใจในกลไกการทำงาน ขนาดของเครื่องปั๊ม ขนาดของแรงที่ต้องใช้ และการติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องปั๊ม

7. อุปกรณ์ส่วนอื่นๆ

เช่น กลไกการป้อนงาน กลไกการนำเศษออกจากเครื่องปั๊ม กลไกการฉีดสารหล่อลื่น อุปกรณ์ตรวจสอบ

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

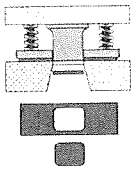
1. จงอธิบายความหมายของงานขึ้นรูปโลหะ มาพอสังเขป
2. จงบอกกระบวนการในการขึ้นรูปโลหะอย่างน้อย 3 กระบวนการ
3. วัสดุเริ่มต้นในการขึ้นรูปชิ้นงาน มีกี่ประเภท ได้แก่อะไรบ้าง
4. องค์ประกอบในงานขึ้นรูปโลหะแผ่นประกอบด้วยอะไรบ้าง

ประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น

1. ประเภทของแม่พิมพ์ที่แบ่งตามโครงสร้าง

1.1 แม่พิมพ์เดี่ยว (Single Die)

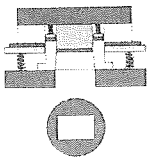
หมายถึง ชุดแม่พิมพ์ที่มี ๑ สถานีการทำงาน และทำงานเพียง รูปแบบเดียว เช่น แม่พิมพ์ตัดเฉือน แม่พิมพ์เจาะรู แม่พิมพ์พับ ถ้าเป็นงานที่ต้องการหลายขั้นตอน อาจจะประกอบด้วยแม่พิมพ์เดี่ยวหลายชุด แต่ละชุดทำงานเพียง ๑ ขั้นตอน



ประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น

1.2 แม่พิมพ์ผสม (Compound Die)

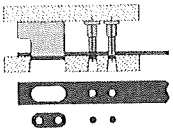
หมายถึง ชุดแม่พิมพ์ที่มี ๑ สถานีการทำงาน แต่มีการทำงาน ๒ รูปแบบขึ้นไป เช่น ตัดขอบและเจาะรู ซึ่งการทำงานทั้งหมดจะเสร็จสิ้นในสโตรกเดียวของการปั๊ม



ประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น

1.3 แม่พิมพ์ต่อเนื่อง (Progress Die)

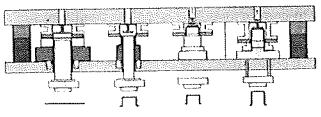
หมายถึง ชุดแม่พิมพ์ที่มีมากกว่า ๑ สถานี ชิ้นงานจะถูก ป้อน (Feed) ผ่านครั้งละสถานีจนได้รูปร่างของชิ้นงานที่ต้องการ การป้อนชิ้นงานจะทำโดยใช้ส่วนของแผ่น Strip เธว การตัดเฉือนเพื่อแยกชิ้นงานออกจากแผ่น Strip จะทำในขั้นตอนสุดท้าย



ประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น

1.4 แม่พิมพ์ส่งผ่าน (Transfer Die)

หมายถึง ชุดแม่พิมพ์ที่มีมากกว่า ๑ สถานี การตัดเฉือน ส่วนของชิ้นงานออกจากแผ่น Strip มักทำในสถานีแรก การส่งผ่านชิ้นงานจะใช้กลไกภายนอกมาทำการเคลื่อนย้ายแผ่นงานในขณะที่แม่พิมพ์เปิดของแต่ละจังหวะ



ประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น

2. ประเภทของแม่พิมพ์ที่แบ่งตามรูปแบบการทำงาน

2.1 แม่พิมพ์ตัดเฉือน (Shearing Die)

แม่พิมพ์ประเภทนี้จะใช้ในการตัดแยกส่วนของโลหะออกจากกัน การเรียกมักจะเรียกตามลักษณะงานที่ต้องการ

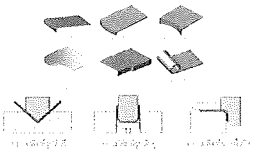


https://www.youtube.com/watch?v=fAcm-gjAHqg

ประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น

2.2 แม่พิมพ์ดัดขึ้นรูป (Bending Die)

แม่พิมพ์ในกลุ่มนี้ใช้สำหรับดัดหรือหักมุมแผ่นโลหะ ซึ่งมีหลายลักษณะ และแม่พิมพ์ก็มีหลายรูปแบบเช่นเดียวกัน



ประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น

2.3 แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก (Deep Drawing Die)

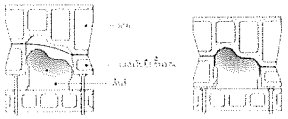
แม่พิมพ์ในกลุ่มนี้ใช้สำหรับขึ้นรูปแผ่นโลหะให้เป็นถ้วย ซึ่งอาจจะกลม เหลี่ยม หรือรูปทรงอื่นๆ ซึ่งแรงกดบนแผ่นจับยึดชิ้นงานต้องมากพอที่จะป้องกันไม่ให้เกิดรอยย่น และต้องไม่มากเกินไปจนการไหลตัวของเนื้อโลหะไม่ดี



ประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น

2.4 แม่พิมพ์ลากขึ้นรูป (Drawing Die)

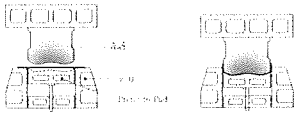
เป็นแม่พิมพ์ที่ใช้ขึ้นรูปชิ้นงานให้มีรูปร่างโค้งเว้า (Contour) ที่ค่อนข้างลึก แผ่นเพลทจับชิ้นงานจะกดลงบนแผ่นเปล่าก่อนที่พันช์จะสัมผัส และขึ้นรูปชิ้นงาน โดยมากจะเสริม Draw Bead บนแผ่นจับชิ้นงาน เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นโลหะ ไหลลงไปในปากดายในบางส่วนมาก หลังการขึ้นรูปแล้วโดยมากจะต้องตัดขอบอีกครั้ง



ประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น

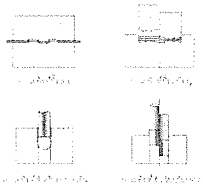
2.5 แม่พิมพ์ขึ้นรูป (Forming Die)

เป็นแม่พิมพ์ที่ใช้ขึ้นรูปชิ้นงานที่ไม่มีการจับยึดที่ขอบก่อนขึ้นรูป แต่เป็นการจับยึดชิ้นงานเริ่มต้นตรงส่วนที่ประกบอยู่กับหน้าสัมผัสของพันช์ เรียกว่า Pressure Pad ซึ่งจะส่งผ่านแรงโดยใช้สปริงดัน วิธีนี้แผ่นชิ้นงานมักปรับขนาดให้พอดีกับรูปร่างที่ต้องการ เพื่อให้ได้ชิ้นงานสมบูรณ์โดยไม่ต้องตัดขอบอีกครั้ง



ประเภทของแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น

2.6 แม่พิมพ์เฉพาะงานอื่น



แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

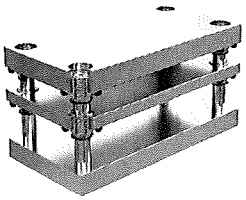
1. ประเภทของแม่พิมพ์ที่แบ่งตามโครงสร้างมีกี่ประเภท อะไรบ้าง
2. จงอธิบายหลักการทำงานของแม่พิมพ์ต่อเนื่อง (Progress Die)
3. ประเภทของแม่พิมพ์ที่ที่แบ่งตามรูปแบบการทำงานมีกี่ประเภท อะไรบ้าง
4. จงอธิบายหลักการทำงานของแม่พิมพ์ดึกขึ้นรูป (Drawing Die)

3

วิชา แม่พิมพ์โลหะ

Metal Forming Die Parts

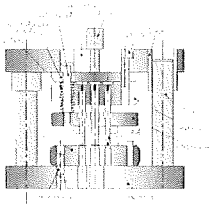
ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะ



Die Set

เป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน ประกอบด้วย

1. แผ่นเพลทบน (Upper Plate)
2. แผ่นเพลทล่าง (Lower Plate)
3. ไกด์โพสต์ (Guide Post)
4. ไกด์บุช (Guide Bush)



Die Set

หน้าที่ของ Die Set

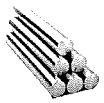
1. เพิ่มความเที่ยงตรงในการติดตั้งแม่พิมพ์
2. เพิ่มอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ (เนื่องจากช่วยลดการเยื้องศูนย์ของแม่พิมพ์)
3. ลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์
4. สามารถบำรุงรักษาแม่พิมพ์ได้สะดวก เนื่องจากการแต่งแม่พิมพ์ไม่ต้องถอดทั้งชุด
5. ช่วยรักษาตำแหน่ง (Alignment) ระหว่างพันช์กับดายระหว่างการปั๊ม
6. สามารถเก็บรักษาแม่พิมพ์ได้ง่าย โดยเก็บรักษาเป็นชุด ไม่ต้องแยกเป็นชิ้น

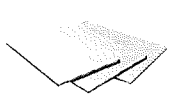
Die Set

วัสดุที่ใช้ทำ Die Set

1. เหล็กหล่อ (Cast Iron) มีราคาถูกและเปราะ กว่าเหล็กเหนียว ไม่เหมาะกับงานที่มีการกระแทกแรงๆ ความเที่ยงตรงน้อยกว่าเหล็กเหนียว แต่การงอน้อยกว่า
2. เหล็กเหนียว (Mild Steel) ใช้กับงานตัดชิ้นงานที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ แรงตัดสูง เนื่องจากเกิดการแตกได้น้อยกว่าเหล็กหล่อ
3. อลูมิเนียมผสม (Aluminum Alloys) มีการใช้น้อยที่สุดเพราะราคาแพง แต่น้ำหนักจะน้อยกว่าและสามารถกัดแต่งได้ง่ายกว่า





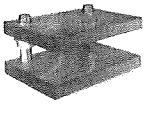


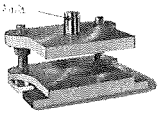
Die Set

ประเภทและรูปแบบของ Die Set

1. Die Set แบบเสาคู่ด้านหลัง (Back Post Die Set)

ใช้กับแม่พิมพ์ที่ต้องป้อนชิ้นงานด้วยมือ และแผ่นชิ้นงานเริ่มต้นที่ใช้แผ่นสตริป (Strip) ที่มีขนาดและรูปร่างแผ่นงาน เนื่องจากไกด์โพส (Guide Post) จะอยู่ด้านหลัง ทำให้มีพื้นที่ว่างบนชิ้นงานได้ถึง 3 ทิศทาง ช่วยในการป้อนชิ้นงานทำให้เกิดการผิดพลาดน้อยลง และผลิตได้

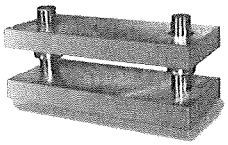




Die Set

2. Die Set แบบเสาคู่ตรงกลาง (Center Post Die Set)

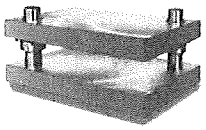
จะไม่เกิดการรอก ทำให้มีความเที่ยงตรงมากกว่า แต่การป้อนชิ้นงานจะเฉพาะด้านหน้าหรือหลัง เท่านั้น ใช้กับงานที่สมมาตรซ้าย-ขวา



Die Set

3. Die Set แบบเสาคู่ทแยงมุม (Diagonal Post Die Set)

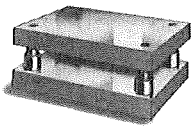
การป้อนจะมีพื้นที่มากขึ้น คือมีช่องว่างทางด้านข้างเพิ่มขึ้นจากเสาคู่ตรงกลาง และมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น



Die Set

4. Die Set แบบสี่เสา (Four Post Die Set)

มีความเที่ยงตรงสูงสุด ใช้กับแม่พิมพ์ขนาดใหญ่และใช้กับการป้อนมือ ส่วนใหญ่ใช้เครื่องอัดไฮดรอลิคป้อน โดยทั่วไปใช้กับแม่พิมพ์แบบต่อเนื่อง และ 1 ใน 4 เสา จะถูกวางให้เยื้องจากเสาอื่น เพื่อป้องกันการสวมผิดด้าน



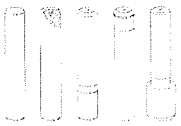
Die Set

1. ไกด์โพสต์ (Guide Post)

เสาไกด์โพสต์จะผ่านการเจียระไนผิวเพื่อให้เรียบและมีขนาดที่แม่นยำ เนื่องจากทำหน้าที่กำหนดความเที่ยงตรงของแม่พิมพ์ขณะปั๊ม

1.1 ไกด์โพสต์แบบสวมอัด (Press-Fitted Guide Post)

จะถูกสวมอัดลงในเพลทส่วน นิยมใช้กับลายเซ็คที่ไม่จำเป็นต้องมีการปรับแต่ง หรือเจาะรูจำนวนมาก



Die Set

1.2 ไกด์โพสต์แบบถอดได้ (Removable Guide Post)

นิยมใช้กับแม่พิมพ์ต้องมีการปรับแต่งหรือเจาะรูเป็นจำนวนมาก เช่น แม่พิมพ์แบบต่อเนื่อง เนื่องจากสามารถถอดเสาออกเพื่อทำการปรับแต่งเพลทส่วนล่างได้



Die Set

ความยาวของไกด์โพสต์

1. ต้องมีความยาวมากพอที่จะไม่หลุดจากไกด์บุช
2. ไกด์โพสต์ควรมีความยาวน้อยกว่าผิวบนสุดของแผ่นเพลทบนในขณะแม่พิมพ์ปิดประมาณ ¼ นิ้ว เพื่อไม่ให้ไกด์โพสต์กระแทก



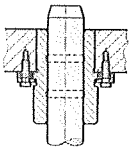
Die Set

2. ไกด์บุช (Guide Bush)

ทำหน้าที่กำหนดความเที่ยงตรงของดายเซ็ต ไกด์บุชที่ดีต้องมีความลื่น ความเที่ยงตรง ไม่เกิดการคลอน และทนการสึกหรอได้ดี

2.1 ไกด์บุชแบบธรรมดา (Plain Guide Bush)

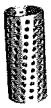
อาจทำจากเหล็กกล้ารูนแข็ง หรือเหล็กผงอัดขึ้นรูป โดยปกติจะมีช่องว่างระหว่างไกด์โพสต์ประมาณ ๑๐ ไมครอน เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้โดยไม่ติดขัด



Die Set

2.2 ไกด์บุชแบบลูกปืน (Ball Bearing Guide Bush)

จะมีความเที่ยงตรงกว่าไกด์บุชธรรมดาเนื่องจากลดช่องว่างระหว่างเสาไกด์โพสต์กับไกด์บุช โดยจะมีปลอกที่มีแบริ่งลิคอยู่ประกอบอยู่บนไกด์โพสต์



2.3 ไกด์บุชแบบโรลเลอร์ (Roller Guide Bush)

มีความลื่นไกล้เคียงแบบแบริ่ง แต่มีความแข็งแรง มากกว่า เนื่องจากมีพื้นที่สัมผัสมากกว่า จึงมีความเที่ยงตรงสูงสุด



แผ่นรองรับเพื่อกระจายความเค้น (Backing Plate)

ในกรณีที่พันช์และดายสัมผัสกับแผ่นเพลทของดายเซ็ตโดยตรง จะทำให้แผ่นเพลทเกิดการยุบตัว ส่งผลให้พันช์และดายเกิดการเอียง ความเที่ยงตรงของแม่พิมพ์จะสูญเสียไป ส่งผลให้ชิ้นงานเสียความเที่ยงตรง จึงนิยมใช้แผ่นรองรับเพื่อกระจายความเค้น เพื่อรองรับแรงในการปั๊มที่ส่งผลผ่านพันช์และดายให้กระจายทั่วแผ่น ไม่ให้เกิดการยุบตัวของแผ่นเพลท สิ่งที่ต้องระวังคือความขนานของแผ่นรองรับ

แผ่นจับยึดพันช์และดาย (Punch Holder/Punch Plate)

เนื่องจากพันช์และดายทำจากวัสดุที่มีความแข็งสูง การยึดพันช์และดายเข้ากับดายเซ็ตโดยตรงจะทำได้ยาก จึงใช้แผ่นเหล็กกล้าเป็นชุดจับยึดพันช์แทน โดยเจาะรูเพื่อร้อยสลักเกลียวและสลักทำหนดตำแหน่งเพื่อยึดแผ่นจับยึดติดกับดายเซ็ต ขนาดของแผ่นจับยึดต้องเหมาะสม และมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการวางตำแหน่งสปริง และอุปกรณ์อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ป้อนชิ้นงานในกรณีแม่พิมพ์ต่อเนื่อง

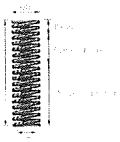
พันช์และดาย (Punch and Die)

พันช์และดายจะมีรูปร่างตามชิ้นงาน โดยปกติจะทำจากวัสดุที่มีความแข็งสูง เพื่อลดการสึกหรอและยืดอายุการใช้งาน เช่น เหล็กกล้าเครื่องมือ เหล็กกล้าอบสูง เป็นต้น ซึ่งพันช์และดายไปใช้ชิ้นส่วนยาดรูทาน ยกเว้นกรณีการตัดหรือเจาะรูรูปร่างง่ายๆ



สปริง (Spring)

สปริงเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญมาก เนื่องจากทำหน้าที่รับแรงอัดเพื่อส่งผ่านแรงไปยังชิ้นส่วนที่ต้องการ เช่น แม่พิมพ์ตัด จะอาศัยแรงสปริงส่งไปยังแผ่นปลดชิ้นงาน (Stripper plate) เพื่อปลดชิ้นงานที่โอบรัดรอบพันช์หลังการตัด



สปริง (Spring)

ขนาดและระยะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

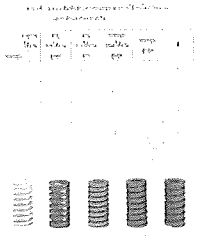
1. [illegible] คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกและในของสปริง
2. [illegible] คือ ความยาวอิสระ เป็นความยาวสปริง ขณะไม่ได้รับแรง
3. [illegible] คือ ระยะยุบตัวเริ่มต้นของสปริงขณะประกอบเข้าไปในแม่พิมพ์ เพื่อป้องกันการตื้นของแม่พิมพ์เมื่อเกิดการกระแทกขณะปั๊ม
4. [illegible] คือ ระยะยุบตัวช่วงใช้งานของสปริง เท่ากับระยะสโตรกของการปั๊มขึ้นรูป
5. [illegible] คือ ระยะที่เหลือหลังการยุบตัว

สปริง (Spring)

การเลือกใช้สปริงสำหรับงานแม่พิมพ์

ต้องพิจารณาจากระยะยุบเริ่มต้นบวกระยะยุบช่วงใช้งาน ถ้าระยะดังกล่าว

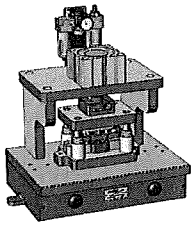
- ไปเกินค่าในช่องอายุการใช้งานสูงสุด สปริงจะมีอายุการใช้งานยาวสุด มากกว่า 1 ล้านครั้ง
- ใกล้เคียงกับช่องอายุการใช้งานยาว สปริงจะมีอายุการใช้งานประมาณ 500,000 ครั้ง
- เท่ากับค่าในช่องระยะยุบขณะใช้งานสูงสุด สปริงจะมีอายุการใช้งานประมาณ 300,000 ครั้ง



4

วิชา แม่พิมพ์โลหะ

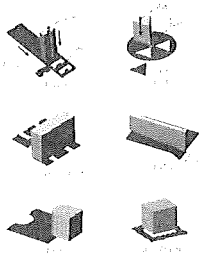
Blanking Die Design
การออกแบบแม่พิมพ์โลหะ



การตัดเฉือน (Shearing)

แบ่งได้เป็น 6 ประเภท

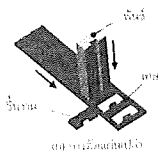
1. การตัดแผ่นเปล่า (Blanking)
2. การเจาะรู (Piercing)
3. การตัดแบ่ง (Parting)
4. การตัดเฉือน (Shearing)
5. การตัดบาก (Notching)
6. การตัดขอบ (Trimming)



การตัดเฉือน (Shearing)

1. การตัดแผ่นเปล่า (Blanking)

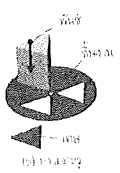
ส่วนที่ถูกตัดออกมาเป็นชิ้นงานจะถูกนำไปใช้ ส่วนที่เหลือจะเป็นเศษ ชิ้นงานที่ได้จะมีรูปร่างและขนาดเหมือนรูตาย



การตัดเฉือน (Shearing)

2. การเจาะรู (Piercing)

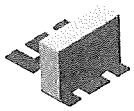
จะตรงกันข้ามกับการตัดแผ่นเปล่า นั่นคือส่วนที่เหลือนอกปากคาย จะเป็นชิ้นงานที่ผ่านการเจาะ ส่วนที่ตกผ่านรูตายจะเป็นเศษ จะได้ชิ้นงานซึ่งมีรูที่มีรูปร่างเหมือนกับพันช์



การตัดเฉือน (Shearing)

3. การตัดแบ่ง (Parting)

เป็นการแยกชิ้นงานออกจากกันโดยใช้แม่พิมพ์

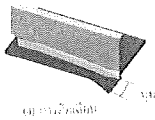


(ก) การตัดแบ่ง

การตัดเฉือน (Shearing)

4. การตัดเฉือน (Shearing)

เป็นการเฉือนชิ้นงานออกจากกัน โดยที่คมตัดทั้งผองหรือพันธ์กับลายจะทำการตัดชิ้นงานในลักษณะคล้ายการไถ

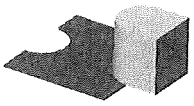


(ข) การตัดเฉือน

การตัดเฉือน (Shearing)

5. การตัดบาก (Notching)

เป็นการตัดชิ้นงานออกบางส่วน รูปร่างชิ้นงานที่ได้จะเหมือนกับส่วนหนึ่งของพันธ์

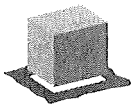


(ง) การตัดบาก

การตัดเฉือน (Shearing)

6. การตัดขอบ (Trimming)

เป็นการตัดขอบส่วนที่ไม่ต้องการของชิ้นงานออก

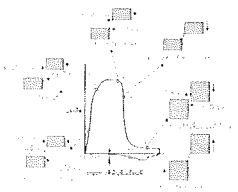


(จ) การตัดขอบ

หลักการของ กระบวนการตัดเฉือน

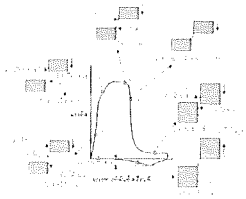
กลไกการตัดเฉือน

1. ช่วงแรกแรงตัดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากคมตัดของพันธ์และลายกดลงไปในชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานเปลี่ยนรูปอย่างถาวรในลักษณะโก่งงอ
2. เป็นช่วงที่คมตัดของพันธ์และลายตัดเฉือนชิ้นงาน ทำให้ได้ส่วนเรียบตรง
3. แรงตัดเพิ่มขึ้นจุดสูงสุด ซึ่งเป็นค่าแรงที่ต้องใช้ในการออกแบบแม่พิมพ์จะมีรอยแตกเล็กๆ เกิดขึ้นในชิ้นงานใกล้คมตัดพันธ์



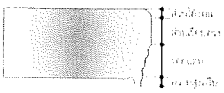
หลักการของ กระบวนการตัดเฉือน

4. รอยแตกเกิดการขยายตัวมาบรรจบกัน ทำให้ขอบตัดในช่วงนี้มีลักษณะขรุขระ เนื่องจากการฉีกขาดของเนื้อวัสดุ
5. พันธ์ดันชิ้นงานลงไปในรู จะใช้แรงน้อยมาก เนื่องจากเพียงแค่แรงเสียดทานระหว่างขอบชิ้นงานกับผิวในของรูลาย
6. ช่วงที่พันธ์เคลื่อนกลับ แรงที่กระทำต่อพันธ์จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงขณะกดตัดชิ้นงาน ขนาดของแรงนี้คือแรงในการปลดแผ่นชิ้นงานให้หลุดจากพันธ์



ขอบตัดของชิ้นงาน

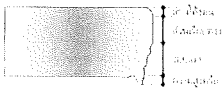
1. **ส่วนโค้งมน (Die Roll หรือ Rollover)** เป็นการเปลี่ยนรูปร่างจากคมตัด เนื่องจากเนื้อชิ้นงานถูกดึงในช่วงแรกของการตัด ซึ่งจะทำให้ความหนาของชิ้นงานบริเวณขอบตัดลดลงเมื่อเทียบกับความหนาของแม่พิมพ์ชิ้นงานเริ่มต้น กรณีการเจาะรูเพื่อเรียยอุปกรณ์มีคมจะทำให้เสียพื้นที่ในการยึดจับ ทำให้ความแข็งแรงในการยึดลด
2. **ส่วนเรียบตรง (Smooth Sheared Surface)** เป็นส่วนที่ตัดจะสัมผัสกับคมตัดจะลากเฉือนชิ้นงาน จนได้ระนาบ เป็นส่วนที่ดีจากการให้ผิวมากที่สุด งานตัดละเอียดจะต้องการขอบตัดที่มีส่วนเรียบตรงใกล้เคียงที่สุดโดยที่ไม่มีรอยแตก



ส่วนต่าง ๆ ของขอบตัดของชิ้นงาน

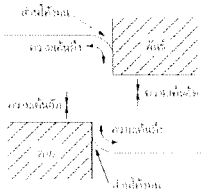
ขอบตัดของชิ้นงาน

3. **ส่วนรอยแตก (Fractured Surface)** เนื่องจากการตัดขาดของวัสดุเกิดความเค้นดึงมีค่าสูงเกินขีดจำกัดที่วัสดุรับได้ทำให้เกิดการแตกของเนื้อวัสดุก่อนที่จะถูกคมตัดของพันช์และดายเฉือน รอยแตกจะมีความขรุขระ และไม่ได้ฉาก
4. **ครีบ (Burr)** เกิดขึ้นที่ขอบตัดจากรอยแตกขึ้นอยู่กับเนื่อนไขในการตัด คือ ช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ (Clearance) และสมบัติของวัสดุครีบที่เกิดจะแข็งและคมมาก จึงจำเป็นต้องทำจัดครีบก่อนนำไปใช้งาน



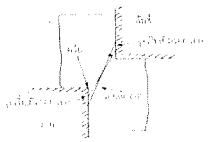
ส่วนต่าง ๆ ของขอบตัดของชิ้นงาน

ขอบตัดของชิ้นงาน



จากรูป เมื่อพันช์เริ่มสัมผัสชิ้นงานแรงในดาย เนื่องบริเวณใต้พันช์และเหนือดายจะมีความเค้นอัดที่มีค่าสูงมากกระทำ และเนื้อด้านข้างพันช์และดายจะมีความเค้นดึงเกิดขึ้น และดึงให้ไหลตามการเคลื่อนที่ของพันช์

ขอบตัดของชิ้นงาน



หลักการเกิดครีบ

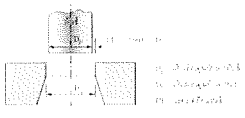
จากรูป การเริ่มสัมผัสระหว่างคมตัดในเนื้อวัสดุจะไม่เกิดระยะคมตัดเต็มที่ แต่จะเกิดเหนือคมตัดเล็กน้อย เนื่องจากเกิดความเค้นดึงสูงสุดบนชิ้นงานขรุขระด้านล่าง เนื่องระยะแตกในเนื้อวัสดุจากด้านพันช์และดายมาบรรจบกัน ก็จะทำให้วัสดุแยกออกจากกัน ส่วนเนื้อวัสดุบริเวณด้านข้างของคมตัดจะยังเหลืออยู่ที่ขอบตัด ส่วนนี้คือครีบที่เกิดขึ้น

เมื่อช่องว่างระหว่างพันช์และดายมากขึ้น หรือเมื่อคมตัดของพันช์และดายเกิดการสึกหรอ ตำแหน่งที่เริ่มเกิดรอยแตกจะห่างจากคมตัดมากขึ้น ทำให้เนื้อวัสดุที่เหลือแรงดัดหรือครีบมีขนาดใหญ่มากขึ้นตามไปด้วย

ช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ (Clearance)

หมายถึง ระยะช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างคมตัดของพันช์และดาย เพื่อหลีกเลี่ยงการรอยเกินของคมตัดที่จะก่อให้เกิดความเสียหายให้ค่าที่กำหนดจะต้องน้อยกว่าความหนาชิ้นงาน เพราะต้องการให้ตัดชิ้นงานแล้วไม่ถูกลากชิ้นงานแล้วไปในดาย

การออกแบบแม่พิมพ์ตัดที่ดีจะต้องพิจารณาช่องว่างให้เหมาะสม เพราะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในงานตัด ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของขอบตัดของชิ้นงาน แรงในการตัด และความเที่ยงตรงของชิ้นงาน

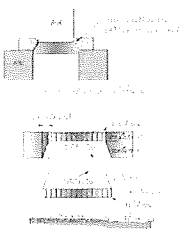


ระยะเคลียแนนชิ้นงานวิกฤตชิ้นงานตาม

ช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ (Clearance)

1. กรณีระยะเคลียแนนที่เหมาะสม (Optimum Clearance)

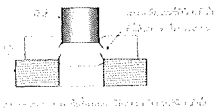
เนื่องจากการตัดจะเกิดการแตกของเนื้อวัสดุทั้งจากคมตัดของพันช์และคมตัดของดาย ถ้ากำหนดระยะได้เหมาะสม รอยแตกทางด้านพันช์และดายจะอยู่ในแนวที่บรรจบกันพอดี เมื่อพิจารณาจากขอบตัดจะเกิดส่วนโค้งมนตรงช่วงแรกของขอบตัด จากนั้นพันช์กดลงมาจะทำให้ขอบตัดเป็นแนวเรียบตรง และเกิดรอยฉีกขาดหรือรอยแตกเนื่องจากความเค้น



ช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ (Clearance)

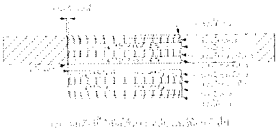
2. ระยะเคลียแรนซ์น้อยเกินไป (Insufficient Clearance)

เมื่อระยะน้อยเกินไปจะส่งผลให้ระยะหรือตำแหน่งในการเริ่มเกิดรอยแตกเปลี่ยนไป ระยะที่เล็กจะส่งผลให้ส่วนโค้งบนมีขนาดเล็กลง ส่วนเรียบตรงมีความยาวมากขึ้น เนื่องจากรอยแตกจะเกิดช้าลง ในกรณีที่ระยะน้อยมากๆ รอยแตกที่เกิดขึ้นจากพันช์และดายจะขยายยาวออกไป แต่ไม่บรรจบกันทำให้เกิดเป็นรอยฉีกขาดสลับส่วนเรียบตรง



ช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ (Clearance)

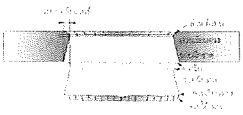
ชอบสัดที่ได้จากระยะเคลียแรนซ์น้อยเกินไป อาจจะมีแนวเรียบตรงมากกว่า 2 แห่ง เรียกว่าส่วนเรียบตรงที่ 2 เมื่อเคลียแรนซ์แคบจะมีเนื้อวัสดุที่พันช์ต้องเคลื่อนที่ผ่านระยะมากกว่าระยะเคลียแรนซ์ปกติ ดังนั้นจึงต้องใช้แรงในการตัดมากกว่า อย่างไรก็ตาม ระยะเคลียแรนซ์น้อยจะส่งผลให้ดับที่ใช้มีขนาดเล็กลง



ช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ (Clearance)

3. ระยะเคลียแรนซ์มากเกินไป (Excessive Clearance)

เมื่อระยะมากเกินไป การขาดออกจากกันของวัสดุจะมีลักษณะคล้ายๆ กับการถูกดึงมากกว่าถูกตัด ส่วนเรียบตรงจะน้อยมาก แต่ส่วนโค้งบนและรอยฉีกขาดจะมีขนาดใหญ่ขึ้น และครีบจะมีความสูงและมีความหนามากขึ้น ทำให้กำจัดยาก

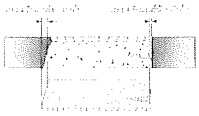


ระยะห่างที่ไม่เหมาะสมของพันช์และดาย

ช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ (Clearance)

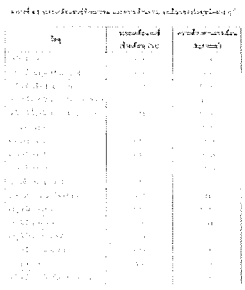
4. กรณีที่ตำแหน่งของพันช์และดายเยื้องศูนย์กัน (Misalignment)

การตัดเจาะรูรอบอัดที่ได้จากการปั๊ม จะสามารถประหยัดวัสดุได้มากกว่าการตัดเป็นแผ่นแล้วจึงนำไปเจาะรู ดังนั้นการกำหนดเคลียแรนซ์ที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญมาก เพื่อการปรับแต่งให้ได้ความเที่ยงตรง หากมีการผลิตงานในสภาพที่มีการเยื้องศูนย์ จะทำให้การสึกหรอของพันช์และดายไม่สม่ำเสมอกัน ก่อให้เกิดความเสียหายได้



ระยะห่างที่ไม่เหมาะสมของพันช์และดายเยื้องศูนย์กัน

ช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ (Clearance)



ช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ (Clearance)

แบบฝึกหัด

1. ต้องการตัดเหล็กกล้าไร้สนิมหนา 2 mm. ให้ได้เป็นแผ่นชิ้นงานกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm. ถ้าเลือกใช้ระยะเคลียแลนซ์เท่ากับ 10%t ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพันช์จะเท่ากับเท่าใด

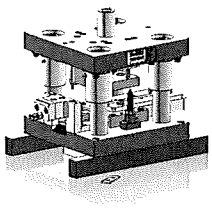
2. ต้องการเจาะรูขนาด 20 mm. บนแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมหนา 2 mm. ถ้าเลือกใช้ระยะเคลียแลนซ์เท่ากับ10%t ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดายจะเท่ากับเท่าใด

5

วิชา แม่พิมพ์โลหะ

Sheet Metal Die Design 2

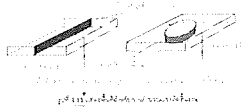
การออกแบบแม่พิมพ์โลหะ 2



แรงในการตัด

1. แรงตัด (Shearing Force)

การคำนวณแรงตัดสามารถประมาณได้ใกล้เคียงมาก เพราะกลไกการเปลี่ยนรูปของชิ้นงานบริเวณขอบตัดไม่ซับซ้อน การหาแรงตัดสูงสุด หรือค่า P_m สามารถหาได้จากสูตรดัง



$$P_m = K_s l t$$

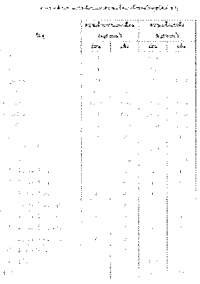
แรงในการตัด

กรณีที่การตัดวัสดุที่ไม่รู้ค่าความต้านทานแรงเฉือน ก็สามารถประเมินค่าได้ โดยให้ความต้านทานแรงเฉือนเท่ากับ 0.8 เท่าของค่าความแข็งแรงดึงของวัสดุ

เช่น ต้องการตัดเหล็กกล้าผสมคาร์บอน 0.3% ที่ความหนา 3 mm. ให้เป็นแผ่นชิ้นงานกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 mm. จงคำนวณหาแรงตัดจากแรงเฉือนของเหล็กกล้าผสมคาร์บอน 0.3% ที่ความหนาต่างๆ

- ค่าความต้านทานแรงเฉือน (K_s) เท่ากับ 36 kg/mm^2
- ความยาวเส้นรอบรูป l = π d = 3.14 (30) = 94.2 mm.

ดังนั้น P_m = 36 x 94.2 x 3 = 10,173.6 kg. หรือ 10.17 ตัน



แรงในการตัด

2. การลดแรงตัด

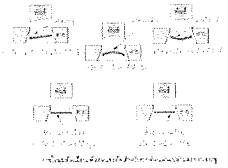
กระบวนการตัดจะใช้แรงตัดค่อนข้างมาก เนื่องจากต้องทำให้วัสดุขาดออกจากกัน ซึ่งแรงในการตัดมาก จะทำให้เกิดเสียงดังและสั่นสะเทือนของเครื่องจักรมาก ทำให้ประกอบผู้ทำงานและแม่พิมพ์เสียหาย และยังต้องใช้เครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ การลดแรงตัดจึงสามารถทำได้โดยหลักเลี่ยงการตัดชิ้นงานพร้อมๆ กันตลอดความยาวรอบรูป โดยทำการไสมุมเอียงให้กับคมตัดของพันช์หรือดาย หรือเรียกว่ามุมเฉือน (Shear angle)



แรงในการตัด

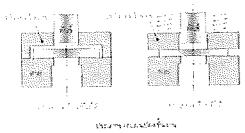
การลดแรงตัดโดยใช้มุมเอียงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะ S ซึ่งระยะดังกล่าวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับมุมเอียงของคมตัด หากกำหนดระยะ S ให้มากจะทำให้ลดแรงตัดลงได้มากกว่าครั้งหนึ่งของแรงตัดปกติ แต่หากมากเกินไปจะส่งผลให้เกิดการสึกหรอของคมตัดขึ้นที่เร็วหัดค่อนอย่างรวดเร็ว หรืออาจเกิดการโลดของวัสดุ ทำให้ชิ้นงานเบี้ยว ไม่ราบออกจากกัน

การไสมุมเอียงอาจจะไสด้านเดียว หรือเอียงสองด้านก็ได้ เพื่อช่วยเบาแรงไม่ให้ชิ้นงานเกิดการโลด แต่การไสเอียงสองด้านมีข้อเสีย คือทำให้ยากต่อการเอียงระยะในแม่พิมพ์ตัด



แผ่นปลดชิ้นงาน และแรงปลดชิ้นงาน

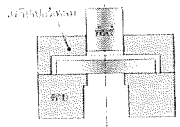
การตัดชิ้นงานทั้งกรณีตัดแผ่นเปล่าและเจาะรู โดยปกติจะใช้แผ่นปลดชิ้นงาน (Stripper Plate) เพื่อไม่ให้ชิ้นงานฝังหรือติดตัวชิ้นในขณะเจาะ และทำหน้าที่ปลดแผ่นชิ้นงานที่โอบรัดรอบพันช์หลังการตัดออก และมีประโยชน์ประกอบเพิ่มในขณะทำการตัดอีกด้วย แผ่นปลดชิ้นงานแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้



แผ่นปลดชิ้นงาน และแรงปลดชิ้นงาน

1. แผ่นปลดแบบคงสี่นที่ไม่ได้

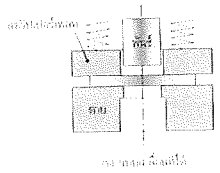
จะมีโครงสร้างที่ง่ายกว่า กรณีตัดแผ่นชิ้นงานม้วนแผ่นปลด แบบนี้จะช่วยเป็นไกด์ของแผ่นชิ้นงานที่ป้อนเข้ามาด้วย แต่จะไม่มีแรงกดมีดชิ้นงาน



แผ่นปลดชิ้นงาน และแรงปลดชิ้นงาน

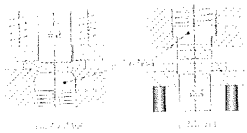
2. แผ่นปลดแบบคงสี่นที่ได้

จะอาศัยแรงจากภายนอกส่งผ่านแผ่นปลดชิ้นงาน เพื่อยึดชิ้นงานขณะทำการตัด ช่วยป้องกันไม่ให้ชิ้นงานเสียตัวขึ้นไปติดกับแม่พิมพ์ด้านบนบน และช่วยลดการสึกหรอของพันช์เนื่องจากการเสียดสีกับขอบตัดชิ้นงาน แรงปลดชิ้นงานขึ้นอยู่กับขนาดของวัสดุชิ้นงาน ระยะเคลียแนชกการตัดเส้น ความเรียบของผิวพันช์และดาย โดยทั่วไปแรงปลดมักใช้จากอปริ และโดยทั่วไปตัวแรงปลดที่เหมาะสมช่วยทำให้ขอบตัดมีความเที่ยงตรง และสามารถปลดแผ่นชิ้นงานออกได้สำเร็จจะอยู่ในช่วง 5-20% ของแรงตัดสูงสุดที่คำนวณได้จากสมการ



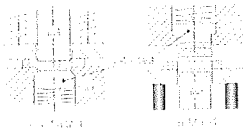
เคาท์เตอร์พันช์ (Counter Punch)

เคาท์เตอร์พันช์ใช้ในกรณีการตัดแผ่นเปลาที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง มีหน้าที่กดมีดชิ้นงานส่วนที่จะถูกได้พันช์ในขณะตัด โดยอาศัยแรงจากภายนอก เช่น สปริง เพื่อดันชิ้นงานให้ลงแม่พิมพ์ ทำให้การเฉือนตัดของชิ้นงานลดน้อยลง ขอบตัดของชิ้นงานได้ฉากมากขึ้น โดยทั่วไปมักใช้แรงดันประมาณ 10% ของแรงตัดสูงสุด



เคาท์เตอร์พันช์ (Counter Punch)

เคาท์เตอร์พันช์มีข้อจำกัด คือ ชิ้นงานหลังถูกตัดแล้วจะไม่สามารถตกลงไปในรูดาย แต่จะถูกดันออกมาเหนือปากดายหลังการตัด จึงต้องมีกลไกนำชิ้นงานออกด้วย และกรณีที่ยางตั้งมีข้อจำกัดในการออกแบบแม่พิมพ์ที่ให้พันช์อยู่ด้านล่าง กรณีนี้ต้องมีกลไกการดึงชิ้นงานออก ซึ่งใช้กลไกเดียวกันกับเคาเตอร์พันช์ที่ได้ เรียกกลไกนี้ว่า Ejector

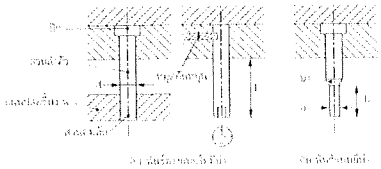


รูปร่างของพันช์

โดยทั่วไปพันช์จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนปลายที่เป็นคมตัดส่วนลำตัว และส่วนหัวสำหรับจับยึด โดยจะแบ่งเป็นพันช์แบบมีปาและไม่มีปา กรณีของการตัดที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงที่ต้องมีการใช้แผ่นปลดชิ้นงานเป็นตัวประคองพันช์ มักจะนิยมใช้พันช์แบบไม่มีปา แต่เพื่อป้องกันพันช์หลุดออกจากแผ่นยึด ส่วนหัวของพันช์จึงมีปีกสำหรับการจับยึด

กรณีของพันช์แบบมีปา นิยมใช้ตัดหรือเจาะรูขนาดเล็ก ทำให้พันช์มีลักษณะผอมยาว เสี่ยงต่อการหัก จึงต้องมีปาเพื่อเพิ่มความแข็งแรงลดการแตกหักของพันช์ในขณะทำงาน

รูปร่างของพันช์



พันช์สำหรับงานตัด

รูปร่างของดาย

จะมีอยู่ 4 แบบ

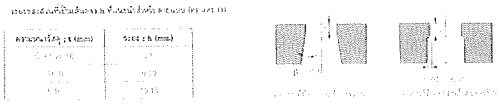
1. แบบตรง ไม่มีมุมหลบเศษชิ้นงานจะคิดสะสมในรูดาย แต่นิยมใช้ในงานตัดความเที่ยงตรงสูง และการตัดแบบพิเศษ เช่น การกลวิดและดันเกลับเพื่อให้ได้ชิ้นงานไม่มีครีบ

2. แบบที่มีมุมหลบ จะป้องกันการอุดตันของรูดาย เนื่องจากการเกิดเศษชิ้นงานสะสม และป้องกันเศษชิ้นงานหลุดลิดผิวหน้าพันช์ แต่ข้อเสียคือขนาดเดียแมนซ์จะใหญ่ขึ้นทุกครั้งที่ทำการเจียระไนแล่งกมคัด ปกติกำหนดมุมไว้ที่ 0.25 - 1 องศา



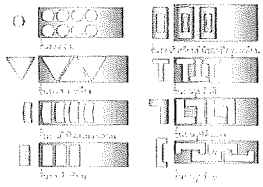
รูปร่างของดาย

3. แบบที่มีขายแอนด์และมุมหลบ และ **4. แบบที่มีขายแอนด์และช่วงเปิด** เป็นแบบที่นิยมมากที่สุด เพราะมีส่วนที่เป็นด้านตรงอยู่ ดังนั้นขนาดรูดายจะไม่เปลี่ยนแปลง ถึงแม้มีการเจียระไนแล่งคมคัด แต่ถ้ากำหนดระยะ h มากไป อาจจะเกิดการอุดตันของรูดายในขณะทำการตัด โดยทั่วไปการกำหนดระยะ h จะขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน ดังตาราง



การวางผังชิ้นงาน บนแผ่นสตริป

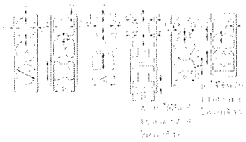
ในการขึ้นรูปโดยทั่วไป ต้นทุนวัสดุชิ้นงานจะประมาณ 50-70% ของต้นทุนทั้งหมด การวางผังชิ้นงานบนแผ่นสตริปจะทำให้ต้นทุนต่อชิ้นงานต่ำ อาจจะต้องการวางชิ้นงานในลักษณะไขว้กัน เพื่อให้เหลือเศษชิ้นงานน้อยที่สุด นอกจากนี้นอกจากประหยัดแล้วยังได้องค์ประกอบที่ดีอีกหลายประการในการวางชิ้นงานตามแนวโน้มของแผ่นสตริป โดยเฉพาะที่ด้านป้อนเข้าไปทำการขึ้นรูปต่อ เช่น นำไปดัด เนื่องจาก spring back ขึ้นกับทิศทางการรีด



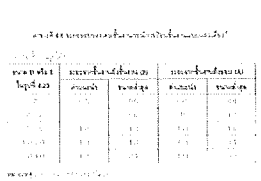
รูปที่ 4.33 การวางผังชิ้นงานแบบต่างๆ บนแผ่นสตริป

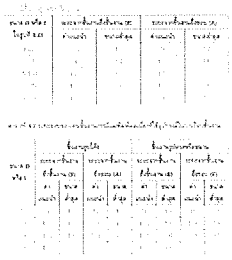
การวางผังชิ้นงาน บนแผ่นสตริป

ระยะความกว้างน้อยสุดของระบบเศษชิ้นงานที่ละทำนึงถึงระยะของระบบเศษ (Scrap Width) หมายถึงระยะจากขอบชิ้นงานถึงขอบแผ่นสตริป รวมทั้งระยะระหว่างชิ้นงานหนึ่งถึงชิ้นงานอันถัดไป ถ้าระยะดังกล่าวมากเกินจะทำให้สิ้นเปลืองเนื้อวัสดุ แต่ถ้าน้อยเกินไปจะทำให้ขอบชิ้นงานเสียรูปในขณะทำการตัด เนื่องจากความแข็งแรงของขอบเหลือน้อยเกินไป เพราะเหยื่อเนื้อวัสดุที่ระบบน้อย



การวางผังชิ้นงาน บนแผ่นสตริป

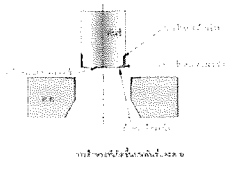




การสึกหรอของแม่พิมพ์ตัด

1. การสึกหรอด้านข้าง (Flank Wear หรือ Side Wear) จะเกิดที่ผิวด้านข้างตามแนวยาว หรือขนานกับระยะพันช์และดาย การสึกหรอด้านนี้จะมีผลต่อขนาดชิ้นงานสำเร็จ เพราะจะทำให้ขนาดของพันช์และดาย บริเวณคมตัดเปลี่ยนไป ถึงพันช์มีขนาดเล็กลง และดายมีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้ค่าเคลียแรนซ์ระหว่างแม่พิมพ์เปลี่ยนไป

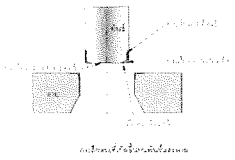
2. การสึกหรอตรงคมตัด (Edge Wear) จะเกิดตรงมุมของคมตัด และเกิดก่อนการสึกหรอด้านข้าง การสึกหรอบริเวณนี้จะมีผลต่อการเกิดครีบ (Burr) บนชิ้นงาน เพราะถ้าคมตัดเกิดการสึกหรอ การตัดจะไม่คมทู่ขอบ และทำให้ขนาดรองครีบสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อมีการสึกหรอเพิ่มขึ้น หรือเมื่อทำการลับชิ้นงานไปในปริมาณมากๆ นั่นเอง



การสึกหรอของแม่พิมพ์ตัด

3. การสึกหรอด้านหน้า (Face Wear) เกิดจากการที่มีวัสดุด้านหน้าของทินช์และเคลื่อนเข้าหาตัวเองเกิดการกระแทกซ้ำๆ กันขึ้นมาจน ทำให้เกิดการสึกของผิวด้านล่างขึ้น

4. การสึกหรอแบบเครเตอร์ (Crater Wear) เกิดจากการกระแทกซ้ำๆ ระหว่างผิวหน้าของทินช์กับผิวชิ้นงาน คล้ายกับการสึกหรอด้านหน้า แต่จะเกิดขึ้นห่างจากขอบคมตัด และบริเวณใกล้ศูนย์ทินช์ เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนรูปแบบโค้งขึ้นของชิ้นงาน ขณะทำการตัดเฉือนจนเกิดการสึกหรอลึกได้ที่ด้านหน้าทินช์

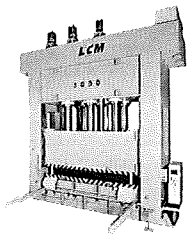


6

วิชา แม่พิมพ์โลหะ

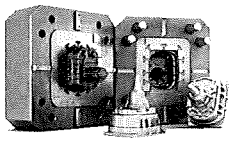
Press

เครื่องปั๊มโลหะ



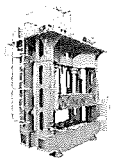
เครื่องปั๊มโลหะ (Press)

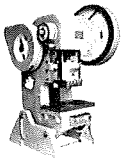
ความหมายของเครื่องปั๊มโลหะ (Press) ที่ใช้ในงานขึ้นรูปโลหะทั่วไป ทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่แม่พิมพ์ 2 ส่วนคือ แม่พิมพ์ส่วนบนและส่วนล่างเข้าหากัน โดยส่งผ่านแรงและพลังงานการเคลื่อนที่ลงของแรม (Ram) หรือสไลด์ (Slide) ขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่เป็นตัวบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ (Guide) โดยโครงสร้าง (Frame) ของเครื่องด้วย เพื่อให้แม่พิมพ์ 2 ตัวประกบกัน



ประเภทของเครื่องปั๊มโลหะ

1. แบ่งตามกลไกการทำเคลื่อน เช่น เครื่องปั๊มโลหะแบบข้อเหวี่ยง (Crank Press), Hydraulic Press, Screw Press เป็นต้น

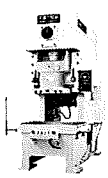


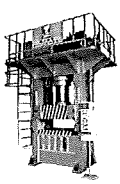




ประเภทของเครื่องปั๊มโลหะ

2. แบ่งตามลักษณะโครงสร้างของเครื่อง เช่น เครื่องปั๊มที่มีโครงสร้างรูปตัวซี (C-Frame Press) หรือเครื่องปั๊มที่มีโครงสร้างแบบปิดหรือโครงสร้างรูปตัวโอ (O-Frame Press)



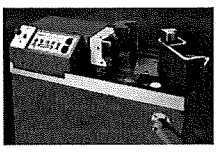


ประเภทของเครื่องปั๊มโลหะ

3. แบ่งตามแหล่งกำเนิดพลังงาน เช่น เครื่องปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic Press) และเครื่องปั๊มแบบใช้กลไกทางกล (Mechanical Press)

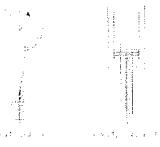
4. แบ่งตามจังหวะการทำงาน เช่น เครื่องปั๊มแบบจังหวะเดียว (Single Action) 2 จังหวะ (Double Action) และ 3 จังหวะ (Triple Action)

5. แบ่งตามทิศทางการเคลื่อนที่ของแม่พิมพ์ เช่น เครื่องปั๊มในแนวตั้ง (Vertical) เครื่องปั๊มในแนวนอน (Horizontal) เครื่องปั๊มชนิดปรับมุมเอียงได้ (Oblique)

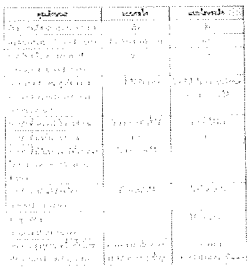


ประเภทของเครื่องปั๊มโลหะ

เนื่องจากแหล่งกำเนิดพลังงานที่แตกต่างกันจะมีผลให้ความแตกต่างในการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเร็ว โดยทั่วไปเครื่องปั๊มแบบกลไกจะมีจอบในการทำงานที่เร็วกว่าแบบไฮดรอลิก ส่งผลให้นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการปั๊มโลหะแผ่น



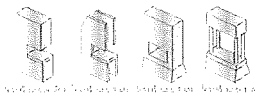
ประเภทของเครื่องปั๊มโลหะ



องค์ประกอบหลัก ของเครื่องปั๊มโลหะ

1. โครงสร้างของเครื่องปั๊ม (Press Frame)

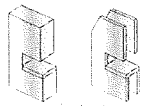
ต้องมีความมั่นคง แข็งแรง เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับความเที่ยงตรงของชิ้นงาน ถ้าโครงสร้างไม่มั่นคงจะก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนขณะทำงาน อาจก่อให้เกิดการแย่นตัวขณะเกิดแรงกระทำ และเกิดการเสียศูนย์ขณะแม่พิมพ์ประกบกัน ซึ่งโครงสร้างของเครื่องปั๊มมี 2 แบบคือ C-Frame และ O-Frame



องค์ประกอบหลัก ของเครื่องปั๊มโลหะ

1.1 โครงสร้างแบบรูปตัว C

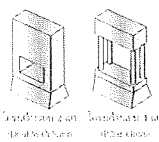
ใช้งานง่าย สะดวกในการป้อนแผ่นโลหะ เนื่องจากเข้าได้ 3 ทิศทาง ทำให้แผ่นโลหะขนาดใหญ่ก็สามารถป้อนได้ แต่โครงสร้างแบบนี้มีแนวโน้มแย่นตัวได้สูง ส่งผลให้เกิดความไม่ร่วมศูนย์ได้ง่าย โดยทั่วไปมักให้แรงของเครื่องไม่มากนัก



องค์ประกอบหลัก ของเครื่องปั๊มโลหะ

1.2 โครงสร้างแบบรูปตัว O

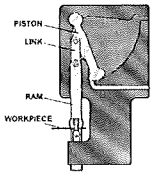
การป้อนแผ่นโลหะจะทำได้จากทางด้านหน้าเครื่องเท่านั้น แต่ปัญหาเรื่องการแย่นตัวของโครงสร้างเครื่องจะน้อยกว่ามาก



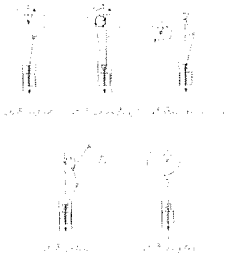
องค์ประกอบหลัก ของเครื่องปั๊มโลหะ

2. กลไกการเคลื่อนที่ของแรม (Driving Mechanism)

แรม (Ram) หรือสไลด์ (Slide) เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ขึ้นลงเพื่อพาชุดแม่พิมพ์เข้าประกบกัน



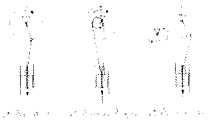
องค์ประกอบหลัก ของเครื่องปั๊มโลหะ



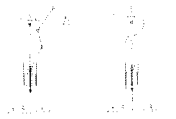
กลไกควบคุมการเคลื่อนที่ของแรมมี 2 แบบคือ

1. แบบควบคุมการเคลื่อนที่ของแรมด้วยระบบไฮดรอลิก หรือที่เรียกว่าเครื่องปั๊มไฮดรอลิก แรมจะติดอยู่กับกระบอกไฮดรอลิกที่ถูกขับเคลื่อนด้วยปั๊ม เพื่อสร้างแรงดันให้กับน้ำมัน ไฮดรอลิก ผ่านวาล์วปรับอัตราการไหลของของเหลว โดย**สามารถให้แรงสูงสุดได้ทุกตำแหน่งการเคลื่อนที่**

องค์ประกอบหลัก ของเครื่องปั๊มโลหะ



2. แบบควบคุมการเคลื่อนที่ของแรมด้วยกลไกทางกล เช่น เครื่องเพรสแบบข้อเหวี่ยง จะใช้ข้อเหวี่ยงในการขับเคลื่อนแรม (Crank Press) แต่เครื่องปั๊มแบบเพลาเยื้องศูนย์ (Eccentric Press) เครื่องปั๊มแบบ Knuckle Joint และอื่นๆ โดยจะเลือกใช้ตามแต่ลักษณะการใช้งาน



ความเที่ยงตรง ของเครื่องปั๊มโลหะ

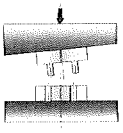
การเคลื่อนที่ประกบกันของแม่พิมพ์ชุดบนและชุดล่างอย่างเที่ยงตรงจะมีความสำคัญกับชิ้นงานมาก การเคลื่อนที่ไม่ได้ศูนย์จะทำให้ความเที่ยงตรงของชิ้นงานต่ำ อายุของแม่พิมพ์สั้นกว่าที่ควรจะเป็น

1. ความเที่ยงตรงแบบสถิต (Static Accuracy)

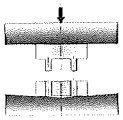
หมายถึง ความเที่ยงตรงของเครื่องปั๊มในสภาวะไม่มีแรงกระทำ สำหรับเครื่องปั๊มแบบกลไกจะมีระดับความเที่ยงตรงของเครื่องปั๊ม 3 ระดับ สำหรับเครื่องปั๊มไฮดรอลิก จะมีระดับความเที่ยงตรง 4 ระดับ ลักษณะความไม่เที่ยงตรงโดยทั่วไปมีดังนี้

ความเที่ยงตรง ของเครื่องปั๊มโลหะ

1. ความไม่เที่ยงตรงด้านความขนาน (Parallelism) ระหว่างผิวด้านบนของโบล์สเตอร์ (Press Table) และผิวด้านล่างของแรม

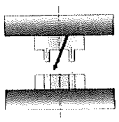


2. ความไม่เที่ยงตรงด้านความราบหรือระนาบ (Flatness) ของผิวด้านบนของโบลสเตอร์และผิวด้านล่างของแรม

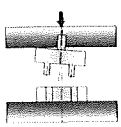


ความเที่ยงตรง ของเครื่องปั๊มโลหะ

3. ความไม่เที่ยงตรงด้านความตั้งฉาก (Perpendicular) การเคลื่อนที่ลงของแรมไม่ตั้งฉากกับผิวหน้าของโบลสเตอร์

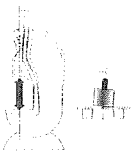


4. ความไม่เที่ยงของรู Shank บนแรม ซึ่งใช้ในการจับยึดแม่พิมพ์ส่วนบน ไม่ได้ฉากกับผิวหน้าแรม



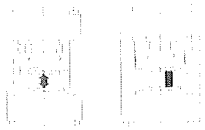
ความเที่ยงตรง ของเครื่องปั๊มโลหะ

การรักษาความเที่ยงตรงของเครื่องปั๊มภายใต้สภาวะการทำงานเมื่อมีแรงกระทำบนเครื่องปั๊ม โครงสร้างต่างๆ ของเครื่องจะเกิดการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่น ทำให้ความเที่ยงตรงเปลี่ยนแปลงไป ความไม่เที่ยงตรงจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของเครื่องปั๊ม กรณีเครื่องปั๊มโครงสร้างตัวซี ตำแหน่งที่เกิดแรงกระทำจะไม่ได้อยู่ศูนย์กลางของเครื่อง ทำให้เกิดการบิดตัวส่วนหน้าหนักจับแรง



ความเที่ยงตรง ของเครื่องปั๊มโลหะ

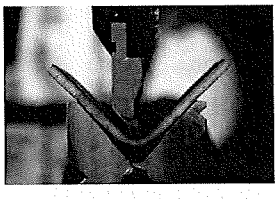
กรณีเครื่องปั๊มโครงสร้างแบบปิด จะเกิดการแอ่นตัวของรอมและโบลสเตอร์ แตกต่างกันกรณีที่เครื่องไม่โครงสร้างแบบปิด จะทำให้ก้านรอมแบบเยื้องศูนย์ ทำให้เกิดการบิดตัวของโครงสร้างเครื่องกรณีเครื่องปั๊มโครงสร้างแบบปิด จะเกิดการแอ่นตัวของแรม และโบลสเตอร์ นอกจากนั้นกรณีที่แรงไม่ได้อยู่ศูนย์กลางของเครื่อง จะทำให้ก้านรอมแบบเยื้องศูนย์ ทำให้เกิดการบิดตัวของโครงสร้างเครื่อง



7

วิชา แม่พิมพ์โลหะ

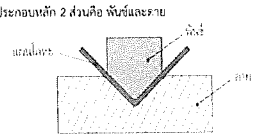
Bending Die Design
แม่พิมพ์พับโลหะ



ประเภทของแม่พิมพ์พับโลหะ

1. แม่พิมพ์รูปตัววี (V-Die)

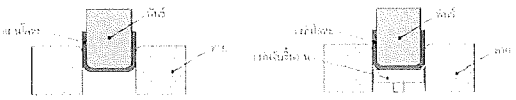
การพับแผ่นโลหะด้วยแม่พิมพ์รูปตัววีมีการใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากรูปแบบและการทำงานของแม่พิมพ์ที่ง่าย ไม่ซับซ้อน ถึงแม้ว่าความเที่ยงตรงของงานจะต่อเนื่องจากการคืดตัวกลับของแผ่นโลหะ แม่พิมพ์รูปตัววีประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนคือ พันช์และดาย



ประเภทของแม่พิมพ์พับโลหะ

2. แม่พิมพ์รูปตัวยู (U-Die)

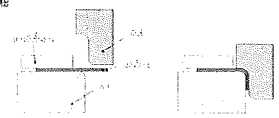
การพับแผ่นโลหะด้วยแม่พิมพ์รูปตัวยูด้วยพันช์และดาย จะใช้แผ่นจับชิ้นงาน (Pressure pad) หรือไม่ก็ได้โดยจะใช้แรงจากสปริงในการกดแผ่นจับชิ้นงาน



ประเภทของแม่พิมพ์พับโลหะ

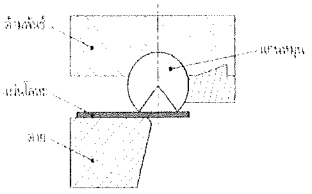
3. แม่พิมพ์แบบไวปิง (Wiping Die)

แม่พิมพ์แบบไวปิง มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนคือ พันช์ ดาย และแผ่นจับชิ้นงาน แผ่นจับชิ้นงานจะกดแผ่นโลหะไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ขณะพับ โดยอาศัยแรงสปริงในการกดก่อนที่พันช์จะเคลื่อนตัวลงมาเพื่อพับโลหะ



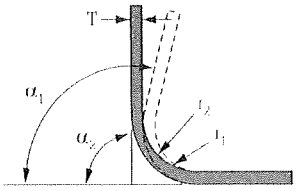
ประเภทของแม่พิมพ์พับโลหะ

4. แม่พิมพ์แบบหมุน (Rotary Die)



แม่พิมพ์แบบหมุน มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนคือ ส่วนด้ามพันช์ ส่วนที่เป็นแกนหมุน และดาย ซึ่งจะส่งผ่านแรงในแนวแกนผ่านด้ามพันช์ **มีข้อดีคือสามารถพับมุมได้เกิน 90 องศา เพื่อช่วยชดเชยการคืดตัวกลับได้** และไม่จำเป็นต้องมีแผ่นจับชิ้นงาน จึงทำให้แรงในการพับน้อย

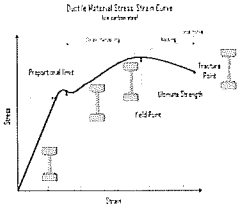
การดีดตัวกลับ (Spring back)



หลังการพับแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของมุม และรัศมีเล็กน้อยหลังการพับ เรียกว่า การดีดตัวกลับ ของวัตถุโดยเกิดจากการคืนตัวในช่วงการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่นของวัตถุ

การดีดตัวกลับ (Spring back)

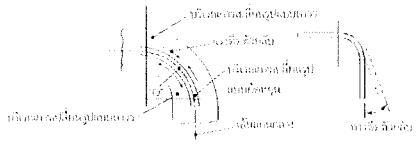




รูปแบบการเค้นที่เกิดขึ้นนั้น ความเค้นดึงจะเกิดสูงสุดที่ขอบด้านนอกของวัตถุที่การพับ และลดลงตามแนวความหนาจนเป็นศูนย์ที่เส้นกลางของแผ่นโลหะ เช่นเดียวกับความเค้นอัดสูงสุดจะเกิดที่ด้านในของวัตถุที่การพับ และลดลงจนเป็นศูนย์ที่เส้นแกนกลาง

https://www.youtube.com/watch?v=zz6_pdcUJd&t=20s

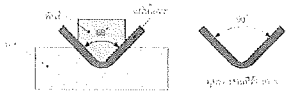
การดีดตัวกลับ (Spring back)



เมื่อแม่พิมพ์เปิดออก ส่วนที่เป็นแอ่นการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่นจะพยายามที่จะคืนตัว แต่ไม่สามารถทำได้ทั้งหมด เนื่องจากถูกยึดไว้ด้วยส่วนที่เปลี่ยนรูปการล้านออกไปด้านนอก ดังนั้นรัศมีและมุมจึงเล็กน้อย ส่วนที่เปลี่ยนรูปการพาดส่วนที่เป็นรูปแอ่นยืดหยุ่น **เรียกว่ากลไกการดีดตัวกลับ**

การแก้ปัญหาการดีดตัวกลับ

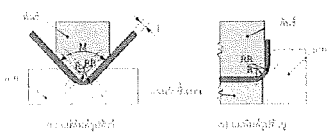
1. การพับให้มากกว่ามุมที่ต้องการเล็กน้อย (Overbending)



กำหนดมุมพับในแม่พิมพ์ให้มากกว่ามุมที่ต้องการเล็กน้อย เพื่อให้หลังจากการดีดตัวกลับแล้วจะได้มุมพอดีตามที่ต้องการ วิธีนี้ควบคุมได้ยาก เนื่องจากมีปัจจัยอื่นๆ เยอะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความหนาแผ่นโลหะที่จะมีค่ากำหนดพิกัดความคลาดเคลื่อนจากการผลิตอยู่แล้ว ทำให้งานแต่ละชิ้นดีดตัวกลับไม่เท่ากัน วิธีการนี้ทำได้ง่าย กับแม่พิมพ์รูปตัววี โดยเปลี่ยนมุมพับนั้นลดลงให้เล็กลง

การแก้ปัญหาการดีดตัวกลับ

2. การกดที่ส่วนล่างสุดของมุมที่พับ (Bottoming)



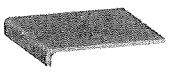
ใช้วิธี การกดอัดที่บริเวณรัศมีการพับ เพื่อให้เกิดความเค้นอัดสูงสุดในช่วงการเปลี่ยนรูปการในบริเวณที่ถูกพับ

ปรับตั้งรัศมีความโค้งที่ลายให้เกิดการลดความหนาของแผ่นโลหะบริเวณที่พับไม่เกิน 5% ของความหนาแผ่นโลหะ

รูปแบบการพับ

1. การพับแบบแนวพับเป็นเส้นตรง (Straight Bending)

ลักษณะการพับแบบนี้ ปัจจัยสำคัญอยู่ที่ค่ารัศมีการพับ ที่น้อยที่สุด ซึ่งเป็นอัตราส่วนถึงความหนาของแผ่นโลหะ



2. การพับแบบแนวพับเป็นเส้นโค้ง (Flange Bending)

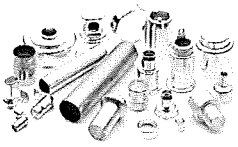
กระบวนการพับนี้เป็นได้เช่น เมื่อชิ้นงานแผ่นโลหะบริเวณที่จะขึ้นรูปประกอบด้วยรัศมีโค้งและมีโอกาสเกิดความเสียหายในลักษณะการฉีกขาด นอกจากนี้ในแผ่นโลหะส่วนที่ถูกพับจะยาวลงเนื่องจากผลของความเค้นและรัศมีความสูงของส่วนที่พับ รัศมีของแนวพับ และรัศมีงาน เป็นปัจจัยหลักในการพับแบบนี้



8

วิชา แม่พิมพ์โลหะ

Deep Drawing Die Designกระบวนการลากขึ้นรูปลึก



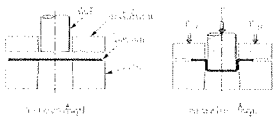
การลากขึ้นรูปลึก (Deep Drawing)

กระบวนการลากขึ้นรูปลึก จะใช้แผ่นโลหะเริ่มต้นจากแผ่นเหล็กรีดเย็นหรือรีดร้อนมาทำการตัดให้ได้ตามต้องการและขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก โลหะแผ่นที่นำมาทำการขึ้นรูปลึกมักเป็นกลุ่มของวัสดุเหนียว ที่มีความสามารถในการยืดตัวได้ดี และกระบวนการทำงานส่วนใหญ่ทำที่อุณหภูมิห้อง



พฤติกรรมการไหลตัวของโลหะแผ่น

องค์ประกอบหลักของแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึกนั้น ส่วนที่สัมผัสโดยตรงกับแผ่นโลหะ (Blank) มีอยู่ 3 ชิ้นส่วน คือ พันช์ (Punch) ลาย (Die) และแผ่นจับยึดชิ้นงาน (Blank Holder Plate) ส่วนการส่งแรงนั้น แรงจากเครื่องแพรส (F) จะถูกส่งผ่านพันช์ (Punch) เพื่อให้โลหะแผ่นไหลตัวเข้าช่องลาย ขณะเดียวกันก็มีแรงกดอยู่บนแผ่นจับชิ้นงาน (F_{BH}) เพื่อควบคุมการไหลตัวของโลหะแผ่น



องค์ประกอบหลักของแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก

พฤติกรรมการไหลตัวของโลหะแผ่น

บริเวณที่ 1; ส่วนของก้นถ้วยแทบไม่มีการเปลี่ยนรูปเกิดขึ้น เพียงจะพาเนื้อโลหะส่วนนี้เคลื่อนที่ลงเข้าไปในช่องรางลาย และเกิดความเปลี่ยนแปลงความหนาของแผ่นโลหะบริเวณนี้น้อยมาก

บริเวณที่ 2; ส่วนของแผ่นโลหะที่ถูกดัดให้โค้งรอบรัศมีพันช์ และผ่านเข้าในแนวตั้งนี้ ทำการเปลี่ยนรูปเป็นรูปเกือกม้า แต่เนื่องจากเป็นส่วนที่ถ่ายทอดแรงจากก้นถ้วย ทำให้เกิดความเค้นดึงในแนวแกน ส่งผลให้มีโอกาสเกิดการฉีกขาดได้ และเกิดการบางลงของแผ่นโลหะจนอาจเกิดการขาดขึ้นที่บริเวณนี้ได้

บริเวณที่ 3; เกิดการเปลี่ยนรูปอย่างไม่สม่ำเสมอที่ถูกดัดให้โค้งตามรัศมีลาย

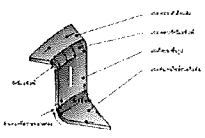
บริเวณที่ 4; ส่วนของปีกถ้วย เป็นบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนรูปอย่างมากที่สุด เนื้อโลหะบริเวณนี้จะเกิดความเค้นอัดในแนวเส้นรอบวง ซึ่งเกิดจากปริมาตรของเนื้อโลหะที่มีมากขึ้นจากด้านนอกของแผ่นเปล่าพยายามเบียด เพื่อไหลเข้าไปในช่องว่างตามแรงดึงจากพันช์ และเกิดความเค้นดึงในแนวรัศมีที่เกิดจากการดึงของพันช์

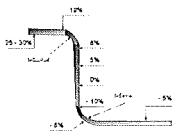


พฤติกรรมการไหลตัวของโลหะแผ่น

การขยายตัวของวัสดุ เนื่องจากการเปียดหรือการอัดตัวในแนวเส้นรอบวงจะทำให้เกิดการขยายตัวในแนวรัศมีและเกิดแรงด้านการไหลตัว (แรงเสียดทาน) มักจะพบว่าบริเวณนี้มีความหนาเพิ่มขึ้น หรือเกิดการย่น (Wrinkle) เนื่องจากการอัดตัวในแนวเส้นรอบวงทำให้เกิดการขยายออกใน 2 แนวทาง คือขยายออกตามแนวรัศมีและขยายออกตามแนวความหนาของแผ่นโลหะ







แรงกดบนแผ่นจับชิ้นงาน

ขณะทำการลากขึ้นรูปจะเกิดความเค้นอัดในแนวเส้นรอบวงที่บริเวณปีกของถ้วย การใช้แผ่นจับชิ้นงานกดบริเวณนี้จะช่วยลดปัญหาการเกิดรอยย่น ซึ่งขนาดของแรงกดที่ใช้ต้องเหมาะสม ถ้าแรงกดน้อยไปจะส่งผลให้เกิดรอยย่นบนปีก ถ้าใช้แรงกดมากเกินไป จะทำให้เกิดการฉีกขาดบริเวณผนังถ้วยเหนือรัศมีพันช์ขึ้นมาเล็กน้อย



ความสัมพันธ์ที่เกิดจากการใช้ระยะแผ่นเปล่าขนาดต่างๆ

แรงกดบนแผ่นจับชิ้นงาน

ขนาดของแรงดันในการกดแผ่นชิ้นงาน

หาได้จาก $$P_{BH} = 10^{-3}C[(\beta - 1)^3 + \frac{0.005d_0}{T}]\sigma_u$$

P_{BH} = แรงดันในการกดแผ่นจับยึดชิ้นงาน (N/mm²)

β = อัตราส่วนการลากขึ้นรูป

d_0 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นโลหะเปล่า (mm)

T = ความหนาของแผ่นโลหะ

σ_u = ค่าความเค้นแรงสูงสุด (Ultimate tensile strength (N/mm²))

C = ค่าคงที่ระหว่าง 2-3

แรงกดบนแผ่นจับชิ้นงาน

ดังนั้น แรงกดบนแผ่นจับยึดชิ้นงานคำนวณจาก

$$F_{BH} = P_{BH} \times A_{BH}$$

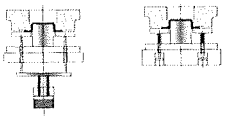
F_{BH} = แรงกดบนแผ่นจับยึดชิ้นงาน (N)

P_{BH} = แรงดันในการกดแผ่นจับยึดชิ้นงาน (N/mm²)

A_{BH} = พื้นที่บริเวณปิกที่แผ่นจับชิ้นงานรองอยู่ (mm²)

แรงกดบนแผ่นจับชิ้นงาน

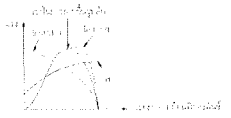
แรงดันในการกดแผ่นจับยึดชิ้นงานโดยทั่วไปใช้แรงส่งมาจากลูกสูบที่อยู่ในเครื่องอัด ซึ่งเป็นได้ทั้งระบบลม หรือน้ำมัน การทำงานของลูกสูบนี้จะสามารถควบคุมแรงดันได้คงที่ (P_{BH} คงที่) และสามารถปรับตั้งได้ นอกจากนั้นยังใช้สปริงในการสร้างแรงจับยึดชิ้นงาน ซึ่งระยะยุบของสปริงมาก แรงในการกดก็จะเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่พื้นที่บริเวณปิกถ้วยเหลือน้อยลง จึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานลักษณะที่มีความสูงมากๆ



แรงกดบนแผ่นจับชิ้นงาน

ความสัมพันธ์แรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปลึก และระยะการเคลื่อนที่ของพันช์

แรงในการลากขึ้นรูปลึก (F) จะถูกส่งผ่านแรงกดของเครื่องปั๊มผ่านพันช์กดที่ล้อมกันด้วย และมีการยอมระและระยะเวลาในการลากขึ้นรูปลึก ดังรูป



แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและระยะในการลากขึ้นรูปลึก



เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของปิก (d_m)

แรงกดบนแผ่นจับชิ้นงาน

$$F_l = \pi d_m T \sigma_l \ln\left[\frac{d}{d_m}\right]$$

F_l = แรงที่ใช้ลากขึ้นรูปที่ตำแหน่งใดๆ

d_m = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของถ้วย

T = ความหนาของแผ่นโลหะ

σ_l = ค่า Mean Flow Stress ของวัสดุ

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของถ้วยที่ตำแหน่งใดๆ

แรงกดบนแผ่นจับชิ้นงาน



แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและระยะในการลากขึ้นรูปลึก

จากกราฟ เส้น σ_l แสดงส่วนของแรงที่ใช้ในการเปลี่ยนรูป หมายถึง แรงที่ต้องใช้ในการ เอาชนะความแข็งแรงของวัสดุ (σ_l) แรงส่วนนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อพันช์เริ่มสัมผัสกับแผ่นโลหะเปล่า จนกระทั่งได้ความลึกของถ้วยตามต้องการ ส่วนเส้น $\ln(d/d_m)$ จะมีค่าลดลงระหว่างการขึ้นรูป เนื่องจากขนาดของปิกถ้วยจะลดลงเรื่อยๆ จนเป็นศูนย์เมื่อแผ่นวัสดุไหลเข้าไปเป็นส่วนของผนังทั้งหมดและไม่มีปิกถ้วยเหลืออยู่ ดังนั้นเมื่อรวมแรงส่วนทั้งสองเข้าด้วยกัน แรงที่ใช้ในการลากขึ้นรูปจะเพิ่มขึ้นในช่วงแรกจนถึงค่าแรงสูงสุด และลดลง

แรงกดบนแผ่นจับชิ้นงาน

ส่วนเส้นประ หมายถึง กรณีการออกแบบให้มีค่าเคลียแลนซ์น้อย เมื่อส่วนของรอบถ้วยด้านบนที่หนาขึ้น จากกระบวนการขึ้นรูปผ่านระยะช่องว่างที่ต่ำ จะทำให้เกิดการรีดลดความหนาผนัง(Ironing) จึงทำให้แรงเพิ่มมากขึ้น



แสดงภาพแรงและระยะในการลากขึ้นรูปเสร็จ

แรงกดบนแผ่นจับชิ้นงาน

สมการแรงสูงสุดในการขึ้นรูปของ Siebel และ Beissweriger

$$F_{max} = \pi d_m T[1.1\frac{1.3\sigma_u}{\eta_{def}}(\ln\frac{d_o}{d_1}-0.25)]$$

F_{max} = แรงสูงสุดในการลากขึ้นรูป (N)

D_m = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของถ้วย (mm)

T = ความหนาของแผ่นโลหะ (mm)

σ_u = ค่าความแข็งแรงสูงสุดของวัสดุ (N/mm^2)

d_0 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นโลหะเปล่า (mm)

แรงที่ทำให้เกิดการแตกหัก (Cracking Force)

การลากขึ้นรูปที่อัตราส่วนการขึ้นรูปสูง มีโอกาสที่ชิ้นงานจะเกิดการแตกได้ การลากขึ้นรูปจะต้องไม่เกินค่าวิกฤติจำกัดนี้ แรงที่ทำให้ชิ้นงานแตกหาได้จากสมการ

$$F_{cr} = \pi d_m T \sigma_u a_{cr}$$

F_{cr} = แรงที่ทำให้เกิดการแตก (N)

a_{cr} = ค่าคงที่การแตกของวัสดุชนิดต่าง ๆ

แรงที่ทำให้เกิดการแตกหัก (Cracking Force)

ถ้าผลจากการคำนวณแรงที่ทำให้เกิดการแตกมีค่าต่ำกว่าแรงสูงสุดในการลากขึ้นรูป แสดงว่าสามารถขึ้นรูปไม่สำเร็จ และเกิดการแตกเนื่องจากอัตราส่วนการลากขึ้นรูปมากเกินไป

ค่า a_{cr} ของวัสดุชนิดต่าง ๆ

วัสดุ	ค่า a_{cr}
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

อัตราส่วนการลากขึ้นรูป (Drawing Ratio)

หมายถึงความยากง่ายในการลากขึ้นรูป ครั้งแรก

$$\beta = \frac{d_0}{d_1}$$

β = Drawing ratio

d_0 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นโลหะเปล่า (mm)

d_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพันช์ (mm)

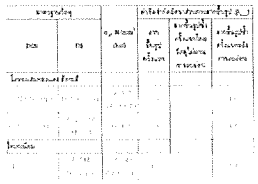
อัตราส่วนการลากขึ้นรูป (Drawing Ratio)

อัตราส่วนการขึ้นรูปสูง หมายถึง การขึ้นรูปที่รุนแรง มีโอกาสเกิดการฉีกขาดหรือเกิดรอยบางสูง การทำงานที่ค่าอัตราส่วนการขึ้นรูปสูงเกินความสามารถของวัสดุไปสามารถทำได้ และวัสดุแต่ละชนิดมีความสามารถในการลากขึ้นรูปได้ไม่เท่ากัน เรียกว่า ค่าวิกฤติการลากขึ้นรูปได้ (Limiting Drawing Ratio) หรือ LDR หรือ β_{max}

ค่าวิกฤติการลากขึ้นรูป (β_{max})

ความหนา(มิล)		σ_u N/mm^2 (ksi)	ค่าวิกฤติการลากขึ้นรูป (β_{max})		
DIN	US		การขึ้นรูปครั้งแรกโดยใช้แผ่นรองรูปด้านหลังแผ่น	การขึ้นรูปครั้งต่อๆไปโดยไม่ใช้แผ่นรองรูปด้านหลังแผ่น	การขึ้นรูปครั้งต่อๆไปโดยใช้แผ่นรองรูปด้านหลังแผ่น
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ					
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
เหล็กกล้าไร้สนิม					
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

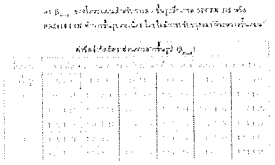
อัตราส่วนการลากขึ้นรูป (Drawing Ratio)





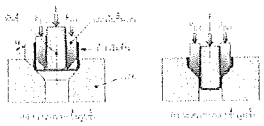
อัตราส่วนการลากขึ้นรูป (Drawing Ratio)

อย่างไรก็ตามค่าขีดจำกัดอัตราส่วนการลากขึ้นรูปยังไม่ได้ขึ้นกับรูปร่างของวัสดุเพียงอย่างเดียว ความหนาที่เปลี่ยนไปก็ทำให้ค่าขีดจำกัดเปลี่ยนไปด้วย ยิ่งวัสดุมีความหนามาก โอกาสในการลากขึ้นรูปสำเร็จก็เพิ่มขึ้น เนื่องจากโลหะแผ่นหนาทนต่อการฉีกขาด และแตกกายน้อยกว่าโลหะบาง นอกจากนี้ค่าความหยาบของผิวหลาย ผิวของแผ่นจับขึ้นงาน และการหล่อลื่นในกระบวนการก็มีผลเช่นกัน



แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปซ้ำ (Redrawing Tool)

การลากขึ้นรูปซ้ำจะทำเพื่อลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และเพิ่มความสูงของถ้วยที่ผ่านการลากขึ้นรูปครั้งแรกมาแล้ว เนื่องจากขีดจำกัดอัตราส่วนการลากขึ้นรูปมีสูงเกินไป ทำให้จำเป็นต้องลากขึ้นรูปซ้ำอีก 1 ครั้ง



แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปซ้ำ

แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปซ้ำ (Redrawing Tool)

แผ่นจับยึดชิ้นงานควรจะออกแบบให้มีรูปเรียบ เพื่อช่วยเรื่องการไหลตัวของแผ่นโลหะเข้าปากลาย นอกจากนี้หากมีการเปลี่ยนแปลงขนาดลงไปมาก อาจจะไม่ต้องใช้แผ่นจับชิ้นงานก็ได้ ข้อแนะนำในการควรตอบว่าต้องใช้แผ่นจับชิ้นงานหรือไม่ ด้วยสมการ

$$T > 0.011 d_{P\,n} \beta_n$$

T = ความหนาของแผ่นโลหะ

$d_{P,n}$ = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพันช์ในขั้นตอนที่ n

β_n = อัตราส่วนการลากขึ้นรูปในขั้นตอนที่ n

แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปซ้ำ (Redrawing Tool)

ถ้าหากสมการเป็นจริง ก็ไม่จำเป็นต้องใช้แผ่นจับชิ้นงาน แต่ถ้าต้องใช้โดยทั่วไปจะใช้ประมาณ 0.6 - 1.2 N/mm² ก็เพียงพอในการจับยึด แต่ถ้าแผ่นโลหะบางมาก อาจต้องใช้แรงดันในการจับยึดมากกว่านี้

การกำหนดอัตราส่วนการขึ้นรูปซ้ำในแต่ละครั้ง ต้องคำนึงถึงถ้วยเริ่มต้น (ที่ผ่านการลากขึ้นรูปลึกมาแล้ว) ว่าผ่านการอบอ่อน (Anneal) มาหรือไม่ ถ้าไม่ได้อบอ่อน ควรเลือกใช้อัตราส่วน

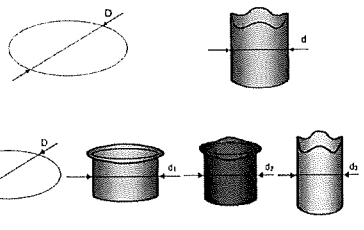
$$\beta_{total} = \beta_1 \times \beta_2 \times \ldots\ldots \times \beta_n$$

มเคร

$$\beta_{total} = \frac{\text{Blank Diameter } (d_0)}{\text{Final Punch Diameter } (d_n)}$$

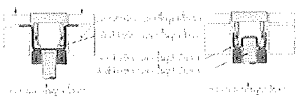
อบอ่อนมาแล้ว สามารถใช้อัตราส่วนการลากขึ้นรูปที่มากขึ้น แต่ไม่ควรเท่าครั้งแรก เนื่องจากถ้วย

แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปซ้ำ (Redrawing Tool)



แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปกลับทาง (Reverse Drawing Tool)

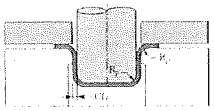
การลากขึ้นรูปกลับทางนั้น ถ้วยเริ่มต้นจะถูกดัดบนรัดมีคายด้านนอก และถูกสอดบนรัดมีคายด้านในในทิศทางเดียวกัน ซึ่งเกิดการแข็งเนื่องจากความเครียดต่ำ ใช้แรงน้อย และการยางของผนังต่ำ รัศมีประสงค์เพียงสะสมเนื้อวัสดุสำหรับขึ้นงานที่ขึ้นรูปยาก



แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปกลับทาง

ช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ (Clearance)

หมายถึง ช่องว่างระหว่างพันช์และคาย โดยทั่วไปจะกว้างกว่าความหนาเริ่มต้นของโลหะแผ่นเล็กน้อย ถ้ากว้างเกินไปจะทำให้ชิ้นงานของถ้วยบริเวณมากสิ้นสุดด้านบนขยายออก หลังการขึ้นรูป ไม่เป็นทรงกระบอก และถ้าแคบเกินไป จะส่งผลให้เกิดการฉีดขาดความหนาแน่นที่ด้านบนและต้องเพิ่มแรงในการขึ้นรูป อาจจะพิจารณาได้ ค่าที่เหมาะสมของช่องว่างแนบพันช์ (CL) ที่เหมาะสมขึ้นกับวัสดุขึ้นงาน ดังนี้



$CL = T+0.07\sqrt{10T}$ สำหรับแผ่นเหล็ก
$CL = T+0.02\sqrt{10T}$ สำหรับแผ่นอลูมิเนียม
$CL = T+0.04\sqrt{10T}$ สำหรับโลหะนอกกลุ่มเหล็ก
$CL = T+0.20\sqrt{10T}$ สำหรับโลหะผสมอุณหภูมิสูง

รัศมีพันช์และรัศมีคาย (Punch and Die Radius)

การกำหนดรัศมีคาย ขึ้นอยู่กับขนาดของถ้วยและความหนาของแผ่นโลหะ รัศมีคายที่ใหญ่จะช่วยให้แผ่นโลหะไหลผ่านได้ง่ายขึ้น แต่ก็ทำให้พื้นที่ในการจับยึดแผ่นโลหะ และเพิ่มโอกาสการเกิดรอยย่นบนปีกถ้วย ดังนั้น Oehler และ Kaiser แนะนำวิธีหาค่ารัศมีที่เหมาะสม ดังนี้

$$R_D = 0.035[50 + (d_o - d_1)]\sqrt{T}$$

ของที่ Sachs แนะนำหารัศมีคายด้วยสมการ

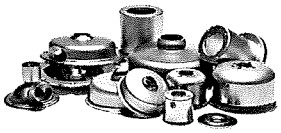
$$R_D = (5 - 10)T$$

ส่วนรัศมีพันช์ควรจะใหญ่กว่ารัศมีคายประมาณ 3-5 เท่า และต้องไม่เล็กกว่ารัศมีคาย เนื่องจากอาจทำให้เกิดรอยกดลึกเนื้อโลหะไว้บนจากนั้นเหมือนกับแม่พิมพ์ตัดเฉือนได้

9

วิชา แม่พิมพ์โลหะ

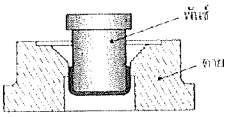
Deep Drawing Die Design 2กระบวนการลากขึ้นรูปลึก 2



ประเภทของแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก

1. แม่พิมพ์เดี่ยวแบบจังหวะเดียว (Single Action Single Die)

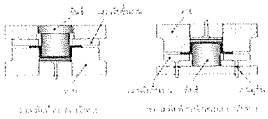
เป็นแม่พิมพ์ที่มีโครงสร้างง่ายที่สุด ประกอบด้วยพันช์และคายไว้จำเป็นต้องยึดผนังชิ้นงาน นิยมลากขึ้นรูปถ้วยที่มีความแม่นยำและรูปร่างแบบตื้น เนื่องจากอาจเกิดรอยย่น หรือฉีดขาดหรือได้ง่าย



ประเภทของแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก

2. แม่พิมพ์เดี่ยวแบบสองจังหวะ (Double Action Single Die)

ประกอบด้วยพันช์คาย และแผ่นจับชิ้นงาน ใช้จำเป็นต้องยึดแผ่นจับชิ้นงาน นิยมลากขึ้นรูปถ้วยทั่วไป หรือถ้วยแบบมีปีก แม่พิมพ์จะถูกออกแบบมาสำหรับใช้กับเครื่องอัดแบบสองจังหวะ

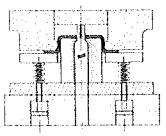


แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปถ้วยแบบสองจังหวะ

ประเภทของแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก

3. แม่พิมพ์แบบผสม (Double Compound Die)

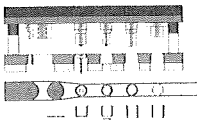
นิยมออกแบบแม่พิมพ์ที่มีการผสมกันระหว่างแม่พิมพ์ตัดแผ่นโลหะเปล่า และกระบวนการลากขึ้นรูป ข้อดีคือได้ความเที่ยงตรงทางด้านความร่วมศูนย์ที่ดีกว่า และได้อัตราการผลิตที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้แม่พิมพ์เดี่ยว



ประเภทของแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก

4. แม่พิมพ์แบบต่อเนื่อง (Progressive Die)

นิยมใช้กับการผลิตด้วยที่มีความต้องการในการผลิตสูงและมีขนาดเล็ก เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านขนาดชิ้นงานและเครื่องปั๊ม ข้อควรระวังในการออกแบบคือส่วนที่เป็นชิ้นงานต้องไม่หลุดจากโครงของแผ่นงานนอกจากจะถึงสถานีสุดท้ายในแม่พิมพ์ ซึ่งรูประหว่างที่ยึดจะส่งผลให้ปุ่มยางในการปลดชิ้นงานออกไม่ทำงาน และสำหรับในการปลดชิ้นงาน



ประเภทของแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก

6. แม่พิมพ์แบบส่งผ่าน (Transfer Die)

มักจะใช้แม่พิมพ์แบบต่อเนื่องในกรณีที่ผลิตงานที่ต้องการปริมาณการผลิตสูงและมีขนาดใหญ่ ชิ้นงานจะถูกเคลื่อนย้ายในแต่ละจังหวะด้วยอุปกรณ์หยิบจับชิ้นงาน โดยตั้งแผ่นโลหะเปล่าจะถูกตัดตั้งแต่สถานีการทำงานแรก หรืออาจทำการตัดก่อนที่จะเข้าแม่พิมพ์แบบส่งผ่านก็ได้ ทำให้มีข้อจำกัดด้านขนาดและรูปร่างน้อยกว่า แม่พิมพ์ต่อเนื่อง



แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปแบบส่งผ่าน

ข้อบกพร่องในงานลากขึ้นรูปลึก

1. เกิดการฉีกขาดที่ก้นถ้วย

เนื่องจากส่วนผนังบริเวณผนังรองทำหน้าที่ในการส่งผ่านแรงจากพันช์ไปยังไหล่ชิ้นงาน บริเวณนี้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนรูปและไหลเข้าในช่องว่างลายๆ อาจเกิดความเค้นสูงจนฉีกขาดได้



ข้อบกพร่องในงานลากขึ้นรูปลึก

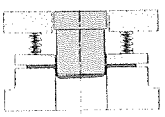
1.1 เกิดการฉีกขาดที่ก้นถ้วย สาเหตุและวิธีการแก้ไขมีดังนี้

- ใช้แรงกดแผ่นจับชิ้นงานสูงเกินไป แก้ไขโดยลดแรงกด
- ความเสียดทานระหว่างผิวชิ้นงานบริเวณปีกถ้วยและผิวหน้าตาย และระหว่างผิวชิ้นงานกับผิวหน้าแผ่นจับชิ้นงานสูงเกินไป แก้ไขโดยปรับผิวตายให้เรียบและใช้สารหล่อลื่น
- ค่าอัตราส่วนการลากขึ้นรูป (b) สูงเกินไป แก้โดยการลดขนาดแผ่นโลหะเปล่า หรือออกแบบขั้นตอนการทำงานใหม่

ข้อบกพร่องในงานลากขึ้นรูปลึก

1.2 เกิดการตัดขาดรอบพันช์

เนื่องจากพันช์ไม่ได้ทำหน้าที่ในการพาชิ้นงานให้ไหลลงไปในปากตาย แต่กลับทำหน้าที่ในการตัดเฉือนแทน สาเหตุและวิธีการแก้ไขมีดังนี้



- รัศมีพันช์และตายเล็กเกินไป แก้ไขโดยเพิ่มรัศมีพันช์และตาย
- ใช้แรงกดแผ่นจับชิ้นงานสูงเกินไป แก้ไขโดยการลดแรงกด
- ความเร็วในการทำงานสูงเกินไป แก้ไขโดยปรับตั้งความเร็วให้เหมาะสม

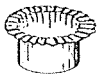
ข้อบกพร่องในงานดึกขึ้นรูปลึก

1.3 เกิดรอยย่นที่ปีกและผนังถ้วย

รอยย่นเกิดจากความเค้นแรงอัดที่เกิดในแนวเส้นรอบวงที่ปีกถ้วย ในขณะที่เนื้อโลหะบริเวณนั้นถูกลากให้ไหลตัวลงในปากดาย และรอยย่นนี้จะไม่สามารถรีดให้หมดไปได้เมื่อพันธ์เคลื่อนที่ลง จึงพาเอาโลหะที่ย่นนี้ไหลลงไปเป็นส่วนหนึ่งของผนังถ้วย

- ค่าอัตราส่วนการลากขึ้นรูป (b) สูงเกินไป แก้ไขโดยลดขนาดแผ่นโลหะเปล่า หรือออกแบบขั้นตอนใหม่
- แรงกดบนแผ่นกดขึ้นงานไม่เพียงพอ แก้ไขโดยเพิ่มแรงกด

ผิวหน้าตายหรือแผ่นกดไม่ได้ระนาบ แก้ไขโดยปรับระนาบใหม่



(a) การย่นที่ปีกถ้วย



(b) การย่นที่ผนังถ้วย

ข้อบกพร่องในงานดึกขึ้นรูปลึก

1.4 เอียริ่ง (Earing)

จะเกิดความไม่สม่ำเสมอของขอบถ้วยเป็นหูขึ้นมา 4 หู ทำให้ต้องเพิ่มขั้นตอนในการตัดออก เกิดจากสมบัติทางด้านทิศทางของวัสดุ ความสูงของเอียริ่งจะเพิ่มขึ้นเมื่อโลหะแผ่นมีค่า Planar Anisotropy (Δr) สูง



ข้อบกพร่องในงานดึกขึ้นรูปลึก

โลหะที่ผ่านการรีดจะมีสมบัติเฉพาะทางด้านทิศทาง คือ ความสามารถในการรับแรงและการยืดตัวจะไม่เท่ากันในแต่ละทิศทาง ซึ่งค่าความสามารถในการยืดตัวหรือหดตัวจนแต่ละทิศทางแสดงได้ด้วยค่า Plastic Strain Ratio (r)

$$r = \frac{\varepsilon_w}{\varepsilon_t} = \frac{Width\ Strain}{Thickness\ Strain}$$

r = ค่า Plastic Strain Ratio ของวัสดุ

ε_w = ความเครียดในทิศทางความกว้างของชิ้นงานหลังดึง $= \ln\left[\frac{w_1}{w_0}\right]$

w_1 = ความกว้างของชิ้นงานหลังดึง

w_0 = ความกว้างของชิ้นงานก่อนดึง

ε_t = ความเครียดในทิศทางความหนาของชิ้นงานหลังดึง $= \ln\left[\frac{t_1}{t_0}\right]$

t_1 = ความหนาของชิ้นงานหลังดึง

t_0 = ความหนาของชิ้นงานก่อนดึง

ข้อบกพร่องในงานดึกขึ้นรูปลึก

การหาค่า Plastic Strain Ratio (r) นั้น หลายสถาบันการศึกษาจะหาค่าในทิศทางขนานแนวรีด (0 องศา) ความแนวรีด (90 องศา) และตั้งฉากกับแนวรีด (45 องศา) จากนั้นนำไปประเมินด้วยวิธีการดึง (Tensile test) โดยจะวัดความกว้างและความหนาที่เปลี่ยนไปเพื่อให้ได้ค่า r_0, r_{45} และ r_{90} แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่า Planar Anisotropy (Dr)



$$\Delta r = \frac{r_0 - 2r_{45} + r_{90}}{2}$$

ข้อบกพร่องในงานดึกขึ้นรูปลึก

กรณี Dr = 0 ถ้วยที่ได้จะไม่เกิดเอียริง ได้ขอบถ้วยที่เสมอเท่ากัน

กรณี Dr > 0 เป็นค่าบวก หมายถึงด้านที่ต่ำทั้ง 4 ด้าน เป็นแนว 45 องศากับแนวรีด

กรณี Dr < 0 เป็นค่าลบ หมายถึงด้านที่ต่ำทั้ง 4 ด้าน เป็นแนวขนานและตั้งฉากกับแนวรีด

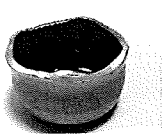


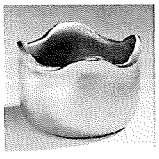
(a) $\Delta r > 0$ (b) $\Delta r < 0$

ความสัมพันธ์ระหว่าง Δr กับทิศทางการรีดของโลหะแผ่น

ข้อบกพร่องในงานดึกขึ้นรูปลึก

การเกิดเอียริ่งเป็นปัญหาทางด้านสมบัติของวัสดุ การแก้ปัญหาจึงต้องทำที่ตัววัสดุ ไม่สามารถแก้ไขโดยการปรับพารามิเตอร์ในการออกแบบแม่พิมพ์ได้ อาจจะต้องเผื่อขอบไว้





ข้อบกพร่องในงานตากขึ้นรูปดึก

1.5 รอยรูดขีดกบนผิวชิ้นงาน (Scratching หรือ Galling)

รอยรูดบนผนังอาจเกิดจากการหล่อลื่นที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการดันผิวกันโดยตรงของผิวชิ้นงานและแม่พิมพ์ เนื่องจากแรงดันที่สูงขึ้น รวมถึงความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างแผ่นโลหะเคลื่อนที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพของสารหล่อลื่นลดลง เมื่อเกิดการสัมผัสกันโดยตรงภายใต้แรงดันสูงจะเกิดการเชื่อมติด และอนุภาคบางส่วนของแผ่นโลหะชิ้นงานจะหลุดติดบนแม่พิมพ์ ซึ่งมีผลให้ผู้หลงทะลุผ่านชิ้นงานสารหล่อลื่น และรูดผิวของแผ่นชิ้นงานชิ้นต่อๆ ไป ทำให้เกิดรอยตามกล่าว



ข้อบกพร่องในงานตากขึ้นรูปดึก

วิธีการป้องกัน

- เลือกใช้วัสดุทำพิมพ์ไปเหมาะสม เป็นวัสดุที่เกิดการเชื่อมติดได้ดีกับวัสดุชิ้นงาน แก้ไขโดยการเลือกชนิดวัสดุให้เหมาะสม
- สารหล่อลื่นทำงานไม่สมบูรณ์ แก้ไขโดยเลือกสารหล่อลื่นที่มีคุณภาพ หรือหากเกิดความร้อนสูงก็ต้องมีของเหลวประกอบน้ำเพื่อช่วยระบายความร้อน แต่ต้องระวังในเรื่องการกัดกร่อนวัสดุชิ้นงานด้วย

การตากขึ้นรูปดึก ชิ้นงานที่ไม่สมมาตร

ชิ้นงานที่มีลักษณะการไหลตัวของวัสดุไม่สมมาตร เช่น รูปทรงถ้วยตื้นเตี้ยม หรือวงรี ความเสียหายที่พบคือเกิดรอยย่นที่ปีกถ้วย เกิดรอยฉีกขาดที่มุมรัศมีพันช์ หรือรอยฉีกขาดที่เกิดจากการไหลตัวไม่เท่ากันที่บริเวณต่างๆ รอบชิ้นงาน



ความเสียหายที่เกิดบนชิ้นงานที่มีรูปร่างไม่สมมาตร

การตากขึ้นรูปดึก ชิ้นงานที่ไม่สมมาตร

ที่ส่วนปีกของชิ้นงานย่อง ๆ เหยี่ยม โดยเฉพาะปีกบริเวณรัศมีโค้งจะมีแนวเกิดการโก่งตัว (Buckle) และเกิดรอยย่นได้มากที่สุด เพราะเกิดความเค้นอัดในแนวเส้นรอบวงมาก ทำให้เกิดการไหลตัวเข้าช้ากว่าบริเวณเส้นตรงของถ้วย เนื่องวัสดุจึงเกิดการอัดตัวขึ้นบริเวณรัศมีมุมโค้ง ทำให้เกิดการโก่งตัวหรือรอยย่น ดังนั้นการตากชิ้นรูปโค้งต้องใช้แรงที่สูงขึ้น เพื่อเอาชนะแรงเสียดทานที่เพิ่มขึ้น จนอาจทำให้เกิดการฉีกขาดบริเวณรัศมีมุมโค้งที่ก้นถ้วย และรัศมีที่ปากของถ้วยตื้นเหยี่ยม และความหนาของชิ้นงานจะลดลง จึงทำให้มีการตาล่าย



ความเสียหายที่เกิดบนชิ้นงานที่มีรูปร่างไม่สมมาตร

การตากขึ้นรูปดึก ชิ้นงานที่ไม่สมมาตร

การแก้ปัญหาการโก่งตัวหรือเกิดรอยย่น สามารถทำได้โดยการใช้วัสดุมุมโค้งของพันช์ และลากให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้วัสดุไหลตัวง่ายขึ้น หรือการเลือกใช้สารหล่อลื่นที่ดี เพื่อลดแรงเสียดทาน และสามารถแก้ปัญหาการเกิดรอยย่นด้วยการทำเส้นรอยนูน (Drawbead) เข้ามาช่วยในการกักการไหลตัวของวัสดุบริเวณขอบปีกในแนวเส้นตรงให้ไหลตัวได้ช้าลง เพื่อทำให้การไหลตัวของวัสดุไหลเท่ากันตลอดชิ้นงาน



วัสดุทำแม่พิมพ์

การเลือกชนิดของวัสดุทำแม่พิมพ์ที่เหมาะสมนั้นกับชนิดของวัสดุชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงาน ความรุนแรงในการตากขึ้นรูป ปริมาณการผลิต ค่าที่เกิดความคลาดเคลื่อนของชิ้นงาน และความเรียบผิวที่ต้องการ

1. เหล็กกล้าเครื่องมือ (Tool Steel) เป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนและธาตุผสมอื่นๆ ในปริมาณที่สูงเพื่อให้มีความสามารถในการชุบแข็ง และเพื่อสร้างคาร์ไบด์ที่ใช้ปรับปรุงคุณสมบัติด้านการสึกหรอ คุณสมบัติที่สำคัญของเหล็กกล้าเครื่องมือคือ มีความเหนียว มีความสามารถในการชุบแข็ง ทนการเสียดสี เหล็กกล้าเครื่องมือเบอร์ เกรด JIS-SKD๑๑ นิยมใช้กันมากที่สุด

2. ทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide) ใช้สำหรับการผลิตปริมาณมาก เนื่องจากมีราคาแพง และขึ้นรูปยาก จึงนิยมทำอินเสิร์ตลาย

วัสดุทำแม่พิมพ์

3. เหล็กหล่อ (Cast Iron) นิยมใช้กับแม่พิมพ์ขนาดใหญ่ เนื่องจากต้นทุนในการผลิตต่ำ แต่บางกรณีแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปที่มีขนาดเล็กก็เลือกใช้เหล็กหล่อ เนื่องจากโครงสร้างเหล็กหล่อจะมีกราไฟต์ผสมอยู่ ซึ่งโครงสร้างจะเป็นชั้นๆ ซึ่งเป็นกลไกการหล่อลื่นที่ดี หรืออาจกล่าวได้ว่าแม่พิมพ์เหล็กหล่อจะมีสารหล่อลื่นอยู่ในตัวที่ช่วยลดความเสียดทานที่ด้านการไหลตัวของแผ่นโลหะ

4. อลูมิเนียมบรอนซ์ (Aluminum-Bronze) เป็นโลหะนอกกลุ่มเหล็ก มีสมบัติที่ดีคือ เกิดการเชื่อมติดกับโลหะบางชนิดได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเหล็กกล้าไร้สนิม จึงนิยมนำมาทำในการลากขึ้นรูปลึก

วัสดุทำแม่พิมพ์

5. สังกะสีเจือ (Zinc Alloy)

เนื่องจากเป็นวัสดุที่หลอมได้ง่าย นำกลับมาใช้ใหม่ได้ ความแข็งจะให้เป็นรูปทรงต่างๆ ได้ง่าย จึงนิยมใช้ในการทำงานต้นวัสดุประเภทดังต่อไปนี้

- ใช้ทำแม่พิมพ์ต้นแบบ (Prototype) สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานที่มีรูปทรงต่างๆ เพื่อยืนยันความถูกต้องในการออกแบบก่อนลงมือผลิตจริง
- ใช้ในงานที่มีความต้องการในการผลิตต่ำ (Low Volume Production)
- ใช้เป็นแม่พิมพ์ชั่วคราว เพราะสามารถสร้างได้รวดเร็ว และใช้ทำงานทดแทนได้ในกรณีที่แม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตเกิดความเสียหายไม่สามารถใช้งานได้

วัสดุทำแม่พิมพ์

ปัจจัยหลักในการเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์คือ การสึกหรอ ซึ่งที่ทำให้เกิดจากกระบวนการผลิตแม่พิมพ์จากขึ้นรูปมีปรากฏการเกิดกอลลิ่ง (Galling) บนผิวชิ้นงาน ซึ่งเกิดจากการที่วัสดุชิ้นงาน และวัสดุแม่พิมพ์เกิดการดูดติดกันภายใต้แรงกระทำ หรือเกิดการเชื่อมเย็นขึ้นในบางบริเวณ เนื่องเกิดการเคลื่อนที่ของอันพักธ์จากการไหลตัวของโลหะผสม ก็จะเกิดการฉีกขาดของเนื้อโลหะ บางส่วนติดอยู่บนแม่พิมพ์ ซึ่งเรียกว่าการสึกหรอแบบยึดติด (Adhesion Wear)



กลไกการเกิดการสึกหรอแบบยึดติด

วัสดุทำแม่พิมพ์

ปริมาณการยึดติดจะมากหรือน้อยขึ้นกับ

1. องค์ประกอบของวัสดุชิ้นงานและแม่พิมพ์ การเข้าคู่ของวัสดุที่มีองค์ประกอบทางเคมีคล้ายกันจะทำให้มีแนวโน้มในการยึดติดสูง

2. แรงดันสัมผัส ยิ่งแรงดันสูงทำให้โอกาสเกิดการยึดติดสูง การขึ้นรูปโลหะแผ่นที่มีความหนามาก ความแข็งแรงสูง และค่าอัตราส่วนการขึ้นรูปสูงจะส่งผลให้เกิดแรงดันสัมผัสที่สูง

3. ระยะทางการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ด้านการเคลื่อนที่มาก จะเกิดการยึดติดได้มาก

4. การหล่อลื่นที่สิ้นจะป้องกันไม่ให้เกิดการสัมผัสกันระหว่างชิ้นงานและแม่พิมพ์