แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ

ชื่อวิชา..... 20102-2201 ..... แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

ทฤษฎี...2...ปฏิบัติ..0...หน่วยกิต...2.....

☑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ☐ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภทวิชา.....อุตสาหกรรม.....สาขาวิชา.....ช่างกลโรงงาน.....

สาขางาน.....เครื่องมือกล.....

จัดทำโดย

นายพิสิษฐ์ พิมพาเลีย

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ

วิทยาลัยเทคนิคสว่างแดนดิน

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

20102-2201 แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

(Basic Die)

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการทำงานของแม่พิมพ์โลหะ
2. อธิบายหลักการทำงานของแม่พิมพ์โลหะ
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดี รับผิดชอบ ตรงต่อเวลา

สมรรถนะรายวิชา

แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์โลหะ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน หลักการขึ้นรูปโลหะ ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม (Press Machine) และอุปกรณ์ช่วยในงานแม่พิมพ์โลหะ

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้และบันทึกหลังการสอนรายวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น ๒๐๑๐๒-๒๒๐๑ ฉบับนี้ ผู้เรียบเรียงได้รวบรวมเนื้อหาตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช ๒๕๖๒ ของสำนักงานคณะกรรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เหมาะสาหรับใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในหลักสูตรปัจจุบันหรือผู้ที่สนใจในด้านนี้

แผนการสอนฉบับนี้ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ คำอธิบายรายวิชา โครงการสอน ตารางวิเคราะห์รายวิชา เกณฑ์การวัดผลประเมินผล หน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย ซึ่งได้น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับใช้เพื่อเป็นการปลูกฝังจิตสำนึกให้กับผู้เรียนสามารถปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

ผู้เรียบเรียงขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนข้าพเจ้าจนมีความรู้สามารถนำความรู้มาจัดทำแผนจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพและบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นอย่างสูง

คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน

20102-2201 แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

(Basic Die)

หนังสือเรียนวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น รหัสวิชา 20102–2201 เล่มนี้ เรียบเรียงขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เนื้อหาของหนังสือมีด้วยกันทั้งหมด 7 หน่วยการเรียน ประกอบด้วย (1) ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ (2) ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ (3) ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ (4) อุปกรณ์ช่วยในงานแม่พิมพ์โลหะ (5) ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน (6) หลักการขึ้นรูปโลหะ และ (7) ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม พร้อมทั้งแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้มีทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานตามสาขาอาชีพต่าง ๆ

ผู้เรียบเรียงและฝ่ายวิชาการ ศูนย์หนังสือ เมืองไทย หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น เล่มนี้ สามารถใช้ศึกษาให้เกิดความรู้และเกิดประโยชน์แก่ผู้เรียน ผู้สอน ตลอดจน ผู้สนใจศึกษาทั่วไปได้เป็นอย่างดี หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เรียบเรียงและฝ่ายวิชาการ ศูนย์หนังสือ เมืองไทย ขอน้อมรับคำติชม เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป

การวัดผลประเมินผลตลอดภาคเรียน มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน ใช้การวัดผลแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1. คะแนนคุณธรรม จริยธรรม 20 คะแนน เพื่อวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านจิตพิสัย และต้องได้คะแนนร้อยละ 60 หรือ 12 คะแนน จึงจะผ่านเกณฑ์ ถ้าไม่ผ่านต้องซ่อมกิจกรรม

2. คะแนนทดสอบวัดความรู้ด้านทฤษฎี 10 คะแนน เป็นคะแนนทฤษฎีในการเรียน เพื่อวัดความรู้ด้านในระหว่างการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียน และการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมของแต่ละหน่วยการเรียน และต้องได้คะแนนร้อยละ 60 หรือ 6 คะแนน ถ้าคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ครูต้องสอนซ่อมเสริมและประเมินผล

3. คะแนนภาระงาน/มอบหมายงานพิเศษ 30 คะแนน วัดความรู้ด้านทฤษฎี การสรุป ความคิดรวบยอด และการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมของแต่ละหน่วย จะต้องได้คะแนนร้อยละ 60 หรือ 18 คะแนน ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ต้องซ่อมเสริมงาน

4. คะแนนสอบกลางภาคเรียน สอบวัดความรู้ด้านทฤษฎี 20 คะแนน

5. คะแนนสอบปลายภาคเรียน สอบวัดความรู้ด้านทฤษฎี 20 คะแนน

การประเมินผลจะใช้คะแนนทั้ง 5 ด้าน มารวมกันหากส่วนใดไม่ผ่านต้องซ่อมจุดประสงค์นั้นๆ ก่อน จึงจะประเมินผลการเรียน จากนั้นนำคะแนนไปประเมินผลการเรียนแบบอิงเกณฑ์

แผนการสอน

20102-2201 แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

(Basic Die)

สัปดาห์ที่	หน่วยการเรียน	จำนวนชั่วโมง
1–2	**หน่วยที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ** 1.1 แม่พิมพ์โลหะ 1.2 วัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ แบบฝึกหัดหน่วยที่1 แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่1	4
3–4	**หน่วยที่ 2 ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ** 2.1 ชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม 2.2 การนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ 2.3 ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ 2.4 ชุดดาย เซ็ท แบบฝึกหัดหน่วยที่2 แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2	4
5–6	**หน่วยที่ 3 ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ** 3.1 ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ 3.2 ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ แบบฝึกหัดหน่วยที่3 แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่3	4
7–8	**หน่วยที่ 4 อุปกรณ์ช่วยในงานแม่พิมพ์โลหะ** 4.1 เครื่องมืองานช่างแม่พิมพ์โลหะ 4.2 เครื่องมือวัดงานแม่พิมพ์โลหะ แบบฝึกหัดหน่วยที่4 แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่4	4
9–11	**หน่วยที่ 5 ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน** 5.1 วัสดุโลหะ 5.2 รูปร่างของชิ้นงาน 5.3 วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5	6

	แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 5	
12–14	**หน่วยที่ 6 หลักการขึ้นรูปโลหะ** 6.1 เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น 6.2 ทฤษฎีการตัด 6.3 ทฤษฎีการดัด 6.4 ทฤษฎีการลากขึ้นรูป แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6	6
15–17	**หน่วยที่ 7 ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม** 7.1 เครื่องปั๊ม 7.2 หลักการทำงานของเครื่องปั๊ม 7.3 การประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ แบบฝึกหัดหน่วยที่ 7 แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 7	6
18	วัดผลและประเมินผลปลายภาคเรียน	2
	รวม	**36**

สารบัญ

	หน้า
คำอธิบายรายวิชา	ก
คำนำ	ข
คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน	ค
แผนการสอน	ง
สารบัญ	จ

หน่วยที่1 ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ

1.1 แม่พิมพ์โลหะ

1.2 วัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1

หน่วยที่2 ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ

2.1 ชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

2.2 การนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ

2.3 ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ

2.4 ชุดดาย เซ็ท

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2

หน่วยที่ 3 ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

3.1 ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

3.2 ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 3

หน่วยที่ 4 อุปกรณ์ช่วยในงานแม่พิมพ์โลหะ

4.1 เครื่องมืองานช่างแม่พิมพ์โลหะ

4.2 เครื่องมือวัดงานแม่พิมพ์โลหะ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4

หน่วยที่ 5 ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน

5.1 วัสดุโลหะ

5.2 รูปร่างของชิ้นงาน

5.3 วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 5

หน่วยที่ 6 หลักการขึ้นรูปโลหะ

6.1 เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

6.2 ทฤษฎีการตัด

6.3 ทฤษฎีการดัด

6.4 ทฤษฎีการลากขึ้นรูป

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6

หน่วยที่ 7 ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม

7.1 เครื่องปั๊ม

7.2 หลักการทำงานของเครื่องปั๊ม

7.3 การประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 7

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 7

บรรณานุกรม

ข้อสอบปลายภาคเรียน

เฉลยข้อสอบปลายภาคเรียน

บรรณานุกรม

เกษม เลิศรัตน์ และ มัทสึโอะ มิยากาวา. **การทำแม่พิมพ์อัดโลหะ.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2527.

ชานนท์ สุขตาอยู่และคณะ. **แม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น.** สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย. พิมพ์ครั้งที่1, 2547.

ชาญ ถนัดงาน และคณะ. **คู่มือการออกแบบละสร้างแม่พิมพ์ขนาดเล็ก.** กรุงเทพ : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2538.

ชาญ ถนัดงาน และคณะ. **คู่มือการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ราคาถูกสำหรับงานเพรส**. กรุงเทพ : บริษัทสามัคคีสาร (ดอกหญ้า), 2539.

ชาญชัย ทรัพยากร และคณะ. **การออกแบบแม่พิมพ์**. กรุงเทพ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย- ญี่ปุ่น), 2532.

ธนพล สินบริสุทธ์. **ศัพท์แม่พิมพ์ไทย.** สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย กรุงเทพ : 2541.

บริษัท อินเตอร์ทูลเทคโนโลยี จำกัด. **ชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ.** สมุทรปราการ: สำนักพิมพ์อินเตอร์ทูลเทคโนโลยีจำกัด, 2546.

มณฑา ผุดฉวี. **การออกแบบแม่พิมพ์งานโลหะ.** กรุงเทพ สถาบันเทคโนโลยีพระนครเหนือ, 2521.

สถาบันไทย-เยอรมัน. **เอกสารประกอบการฝึกอบรมงานสร้างแม่พิมพ์ตัด**. ชลบุรี : สถาบันไทย-เยอรมัน, 2546.

อำนาจ แก้วสามัคคี. **เทคนิคการซ่อมบำรุง ออกแบบแก้ไข และการตัดเฉือนแม่พิมพ์.** สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย - ญี่ปุ่น), 2545.

Misumi Corp. **Standard Components for Press Dies** , Japan : Misumi Corporation, 2002/2004.

http://engineerknowledge.blogspot.com/2010/11/blog-post_20.html

http://plastic.freevar.com

https://www.chi.co.th/article/article

https://sites.google.com

https://www.idda.co.th

https://www.lohachaivivat.com

http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/TEN437/main/e-learning/lessen/10/main.htm

http://www.veco.co.th

https://www.chi.co.th/article/article

https://sites.google.com

http://arif4374.blogspot.com/2014/05/1_6545.html

https://www.tpqtools.co.th

https://sites.google.com/site/machinary99/wire-cut-machine/process-operator-wire-cut-machine

แผนการสอน

20102-2201 แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

(Basic Die)

หน่วยที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่1	**หน่วยที่1**
	ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	เวลาเรียนรวม 36 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วย ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ	สอนครั้งที่ 1-2
ชื่อเรื่อง ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ		จำนวน 4 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้

1. แม่พิมพ์โลหะ
2. วัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้รู้แม่พิมพ์โลหะ
2. เพื่อให้เข้าใจวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายแม่พิมพ์โลหะได้
2. เลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะได้

สาระสำคัญ/แนวคิด

แม่พิมพ์โลหะ คือ เครื่องมือที่สำคัญสำหรับการผลิตเป็นจำนวนมากในปัจจุบัน แม่พิมพ์โลหะจะใช้ในการปั๊มขึ้นรูป ปัจจุบันที่สามารถสร้างแม่พิมพ์โลหะที่มีความแม่นยำได้ถึงระดับไมครอนแล้ว แม่พิมพ์เหล่านี้จึงเป็นส่วนช่วยให้ชิ้นงานที่ผลิตออกมาในจำนวนมากมีรูปร่างและคุณภาพที่เท่าเทียมกันได้ ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท แม่พิมพ์โลหะจะใช้ในการขึ้นรูปแผ่นโลหะ และโลหะแบบอื่นๆ การใช้งานทั่วไปคือการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ เครื่องจักรกล เป็นต้น

ด้านคุณธรรม จริยธรรม บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้าน การตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความซื่อสัตย์สุจริต ความมีน้ำใจเอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย ความมีกริยามารยาท และปฏิบัติตนตามกฎระเบียบสถานศึกษา

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 ตัวพั้นช์กับดาย ถ้าเป็นแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกก็จะเป็นโพรงช่องว่างที่มีรูปทรงตามชิ้นงานที่ต้องการฉีดพลาสติกลงไป (Mold) ซึ่งแม่พิมพ์ทั้งสองประเภทดังกล่าว จะต้องเลือกเหล็กหรือวัสดุ ที่จะนำมาใช้ทำตัวของแม่พิมพ์ให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของแม่พิมพ์นั้นๆ

ชิ้นส่วนมาตรฐานในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะในปัจจุบันการสร้างแม่พิมพ์โลหะมักนิยมใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานมาสร้างแม่พิมพ์โลหะเกือบทั้งหมด นอกจากนี้ ยังมีผู้ประกอบการหลายรายผลิตชิ้นส่วนมาตรฐานในการสร้างแม่พิมพ์ ทั้งแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และแม่พิมพ์โลหะ ทำให้ผู้ผลิตแม่พิมพ์สามารถสั่งซื้อมาสร้างแม่พิมพ์ได้ง่าย การนำเอาชิ้นส่วนมาตรฐานมาสร้างแม่พิมพ์ มีข้อดีหลายประการ ดังนี้

1. ทำให้ชิ้นส่วนมีราคาถูกลง เนื่องจากการผลิตทำได้เป็นจำนวนมากราคาต่อชิ้นจึงถูกลง

2. ทำให้ชิ้นส่วนที่ผลิตมามีคุณภาพดี เนื่องจากการผลิตชิ้นงานที่มีขนาด รูปร่าง และทำจากเหล็กชนิดเดียวกันจำนวนมากๆ ทำให้การขึ้นรูปง่ายและมีความเที่ยงตรงสูง สำหรับการปรับปรุงคุณสมบัติทางกล กระทำโดยการอบชุบด้วยความร้อน สามารถใช้เตาอบที่เหมาะสมกับชิ้นงาน นอกจากนี้ การเลือกใช้อุณหภูมิ เวลาอบแช่ที่อุณหภูมิชุบแข็ง ตลอดจนการจุ่มชุบ กระทำให้ถูกต้องเหมาะสม ทำให้ได้คุณภาพชิ้นงานที่ดี

3. เวลาในการสร้างแม่พิมพ์ลดลง โดยผู้ผลิตแม่พิมพ์ไม่ต้องออกแบบและสั่งทำส่วนประกอบต่างๆ ของแม่พิมพ์ แต่สามารถสั่งซื้อชิ้นส่วนมาตรฐานที่เหมาะสมกับแม่พิมพ์ที่สร้างอยู่มาใช้งานได้เลย

4. ไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องจักร ผู้ผลิตแม่พิมพ์ไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อเครื่องจักรกลเพื่อมาผลิตส่วนประกอบของแม่พิมพ์ จึงสามารถลดต้นทุนได้มาก

การเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์ แม่พิมพ์จะต้องขึ้นรูปชิ้นงานหลายลักษณะ เช่น ขึ้นรูปร้อน ขึ้นรูปเย็น รวมทั้งต้องขึ้นรูปชิ้นงานในสภาพของโลหะหลอมเหลวด้วย ดังนั้น คุณสมบัติของเหล็กที่ใช้ทำแม่พิมพ์โดยทั่วไป ประกอบด้วย 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 การเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ สามารถแบ่งตามประเภทของแม่พิมพ์ได้ ดังนี้

วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น (Sheet Metal Die) แม่พิมพ์ประเภทนี้จะต้องขึ้นรูปเย็นชิ้นงาน ดังนั้น จึงต้องใช้วัสดุที่มีความทนทานต่อการสึกหรอจากการเสียดสีสูง แม่พิมพ์ประเภทที่ใช้ในการตัด และการเจาะ 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. แม่พิมพ์โลหะที่มีจำนวนการผลิตปานกลางถึงค่อนข้างสูง แม่พิมพ์ที่ต้องการคุณสมบัติในการใช้งานลักษณะนี้ สามารถใช้เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็นเกรด SKS 3 ได้ โดยเหล็กเกรดนี้จะสามารถผลิตชิ้นงานได้มากกว่าแม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนเครื่องมือ เนื่องจากมีธาตุผสมที่สามารถรวมตัวกับคาร์บอนได้คาร์ไบด์ ที่ทนต่อการเสียดสีเติมลงไปในเหล็กด้วยเล็กน้อย

3. แม่พิมพ์ปั๊มโลหะที่มีจำนวนการผลิตสูง สามารถใช้เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็น เกรด SKD 1, SKD 2, SKD 11 และ SKD 12 สำหรับเหล็กกลุ่มนี้เกรด SKD 11 จะนิยมนำมาใช้งานมากที่สุดทั้งในประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากชุบแข็งได้ความแข็งลึกและมีการเสียรูปน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเกรดอื่นๆ 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 เนื่องจากชุบแข็งได้ความแข็งลึกและมีความเหนียวดีมากกว่าเกรดอื่นๆ ในกลุ่ม นอกจากนี้เหล็กกลุ่มนี้ สามารถเพิ่มความแข็งผิวเพื่อให้มีความทนทานต่อการสึกหรอสูงขึ้น ด้วยการชุบผิวแข็งด้วยวิธีเสริมไนโตรเจนที่ผิวได้ดี

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

วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ Die Casting แม่พิมพ์ประเภทนี้จะใช้เหล็กในกลุ่มเดียวกับแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อน เกรด SKD 61 จะนิยมนำมาใช้งานสูงสุด

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 โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

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 แต่ความแข็งที่เพิ่มขึ้น 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

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด
2. Power Point ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ
3. สื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

4. สื่อแผ่นภาพ

5. เว็บไซต์ออนไลน์

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 1)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเรียนในรายวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) การเก็บคะแนน การทดสอบกลางภาค การทดสอบปลายภาค หลังจากนั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	10
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง แม่พิมพ์โลหะ - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	40
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่อง แม่พิมพ์โลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	20
6. ครูมอบหมายงาน ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง แม่พิมพ์โลหะ	10
รวม	120

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 2)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน	10
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง วัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	30
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหน่วยที่1	20
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	20
- ครูให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่1 (Post-test) พร้อมเฉลยแบบทดสอบและให้คะแนน	10
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. งานที่มอบหมาย ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง วัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ	10
รวม	120

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่1	ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
2. แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดหน่วยที่1	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่1	เกณฑ์ผ่าน 60%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 50%

งานที่มอบหมาย

ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ จากสื่อออนไลน์ เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการนำเสนองานกลุ่ม
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่1
3. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่1 ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์โลหะ

เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด

2. เว็บไซต์ออนไลน์ และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มนักเรียน/ตัวแทนนักเรียน

แบบฝึกหัดหน่วยที่1

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 แม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อนเป็นตัวอย่างของแม่พิมพ์ที่จะต้องทนแรงกระแทกได้สูง 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

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่1

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

แผนการสอน

20102-2201 แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

(Basic Die)

หน่วยที่ 2 ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่2	หน่วยที่2
	ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	เวลาเรียนรวม 36 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วย ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ	สอนครั้งที่ 3-4
ชื่อเรื่อง ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ		จำนวน 4 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้

1. ชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม
2. การนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ
3. ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ
4. ชุดดาย เซ็ท

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้รู้ชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม
2. เพื่อให้เข้าใจการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ
3. เพื่อให้รู้ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ
4. เพื่อให้รู้ชุดดาย เซ็ท

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. แยกชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรมได้
2. อธิบายการนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะได้
3. แยกส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะได้
4. อธิบายชุดดาย เซ็ท ได้

สาระสำคัญ/แนวคิด

แม่พิมพ์อุตสาหกรรม (Industrial mold) เป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการผลิตสินค้าที่ต้องการขนาด รูปร่าง คุณภาพ และความเที่ยงตรง หัวใจของกระบวนการผลิต คือ เครื่องมือที่เรียกว่า “แม่พิมพ์” ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลากหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัสดุที่ต้องการผลิตเป็นสินค้า

ด้านคุณธรรม จริยธรรม บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้าน การตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความซื่อสัตย์สุจริต ความมีน้ำใจเอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย ความมีกริยามารยาท และปฏิบัติตนตามกฎระเบียบสถานศึกษา

เนื้อหาสาระ

1. 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 ซึ่งจะทำการตัดแผ่นโลหะด้วยพั๊นช์และดาย เพื่อให้ได้รูปร่างชิ้นงานตามที่ต้องการ แผ่นโลหะที่ได้จะถูกนำไปผ่านกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อๆ ไป

2. Piercing คือ ขั้นตอนที่ต่อเนื่องมาจาก Blanking โดยการตัดโลหะให้เป็นรูตามจุดที่ต้องการ ซึ่งกระบวนทั้งข้อ 1 และ 2 บางครั้งก็สามารถนำมาทำพร้อมกันได้ในขั้นตอนเดียว แต่ความแตกต่าง

ของทั้งสอง คือ blanking จะนำเอาแผ่นโลหะที่ตัดออกมาด้วยพั๊นซ์และดายไปใช้งาน แต่ Piercing จะใช้โลหะที่ถูกตัดเป็นรูนำมาใช้เป็นชิ้นงาน

3. Bending คือ การดัดพื้นผิวในแนวระนาบของโลหะ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการทำมุมกันตั้งแต่ 1 มุม ขึ้นไป โดยที่ระดับความหนาของแผ่นโลหะจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ ส่วนรัศมีการดัดจะมากน้อยก็ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นโลหะ

4. Drawing คือ การขึ้นรูปโดยวิธีลากด้วยการนำเอาพั๊นซ์เข้าไปภายในโพรงของดาย แต่จะไม่มีการยืดแผ่นโลหะเกิดขึ้น ช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างพั๊นซ์กับดายจึงเท่ากันกับความหนาของแผ่นโลหะ

5. Embossing คือ การขึ้นรูปแผ่นโลหะโดยการทำให้เป็นหลุมหรือปุ่มตื้นๆ โดยที่ความหนาไม่มีการเปลี่ยนแลง 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 มักจะออกแบบบนเส้นแกนกลางร่วมกัน 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

3. ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ

1. แผ่นยึดจับชุดพั้นซ์ (Punch holder of die set) เป็นแผ่นยึดจับชุดพั้นซ์ ซึ่งเป็นแผ่นบนของดายเซ็ท (Die set) ทำหน้าที่ในการยึดจับพั้นซ์และชิ้นส่วนอื่นๆ ที่อยู่บนส่วนของแม่พิมพ์ด้านบน โดยบนแผ่นยึดจับพั้นซ์จะมีสลักเพลา (Shank) ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ยึดจับกับชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ขึ้นลง (Ram) ของเครื่องปั้มโลหะและมีรูอยู่สองข้างของแผ่นยึดจับชุดพั้นซ์ เพื่อยึดปลอกสวมซึ่งเมื่อประกอบแผ่นยึดจับชุดพั้นซ์เข้ากับแผ่นยึดจับดายแล้ว ปลอกนี้จะลงสวมในเพลาที่อยู่ทั้งสองข้างของแผ่นยึดจับดาย

2. พั้นซ์ตัดรู (Pierving punch) คือ พั้นซ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก มีไว้เพื่อตัดรูของชิ้นงาน

3. แป้นเกลียวยึดไพล็อต (Pilot nut) คือ แป้นเกลียวที่ใช้ในการยึดไพล็อตให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

4. สลักเกลียว (Square head set screw) คือ สลักเกลียวทำหน้าที่ในการกระทุ้งอุปกรณ์หยุดตำแหน่งอัตโนมัติ (Automatic stop) สลักเกลียวนี้จะมีแป้นเกลียวหกเหลี่ยม (Jam nut) เพื่อเอาไว้ใช้ปรับระดับความสูงต่ำของสลักเกลียว

5. พั้นซ์ตัดแผ่นชิ้นงาน (Blanking punch) คือ พั้นซ์ที่มีรูปร่างเหมือนแผ่นชิ้นงาน เอาไว้เพื่อ

ตัดแผ่นชิ้นงาน พั้นซ์ชนิดนี้จะมีหัวขนาดใหญ่ เพื่อใช้ในการตัดแผ่นชิ้นงาน เพื่อเอาไว้เจาะรูใส่สลัก และสลักเกลียวยึดติดกับแผ่นยึดจับชุดพั้นซ์

6. แผ่นยึดพั้นซ์ (Punch plate) คือ แผ่นที่ทำหน้าที่สำหรับยึดจับพั้นซ์ตัดรู ซึ่งมีหัวขนาดเล็ก โดยจะใส่ลำตัวของพั้นซ์เข้าไปในแผ่นยึดพั้นซ์ จากนั้นจะนำแผ่นยึดพั้นซ์ไปยึดติดกับแผ่นยึดจับชุดพั้นซ์อีกทีหนึ่ง

7. ไพล็อต (Pilot) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งของรูที่ได้ตัดมาแล้ว ก่อนที่พันช์ตัดแผ่นชิ้นงานเคลื่อนที่ลงตัดแผ่นป้อนตัดชิ้นงาน

8. แผ่นปลดชิ้นงาน (Stripper Plate) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการปลดแผ่นป้อนตัดชิ้นงาน ซึ่งถูกตัดเป็นรูแล้ว เมื่อชุดพั้นซ์ยกตัวขึ้นแผ่นปลดชิ้นงานก็จะทำหน้าที่ปลดแผ่นป้อนตัดชิ้นงานให้หลุดออกจากลำตัวของพั้นซ์

9. ตัวหยุดตำแหน่งอัตโนมัติ (Automatic stop) คือ อุปกรณ์ที่ใช้หยุดตำแหน่งชิ้นงานเมื่อตัดชิ้นงานหลุดออกไปแล้ว โดยจะหยุดตำแหน่งชิ้นงานอย่างอัตโนมัติ ทำให้ระยะการตัดชิ้นงานมีขนาดห่างเท่าๆกัน

10. ตัวหยุดตำแหน่งเริ่มแรกการตัด (Finger stop) คือ อุปกรณ์ที่ใช้หยุดตำแหน่งชิ้นงานที่สถานีแรกของการตัด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการตัดรูแผ่นชิ้นงาน

11. แผ่นประคองชิ้นงานด้านหลัง (Back gage) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการประคองแผ่นป้อนตัดชิ้นงาน เพื่อให้การป้อนชิ้นงานอยู่ในแนวที่กำหนดตลอดระยะเวลาที่มีการตัดแผ่นชิ้นงาน

12. แผ่นรองรับแผ่นปลดชิ้นงานหรือแผ่นประคองชิ้นงานด้านหน้า (Front gage) คือ อุปกรณ์ที่ใช้รองรับแผ่นปลดชิ้นงาน เพื่อให้มีระยะห่างระหว่างผิวหน้าด้านล่างของแผ่นปลดชิ้นงานกับผิวหน้าดายมีระยะห่างที่แผ่นป้อนตัดชิ้นงานจะยกตัวได้ นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นแผ่นประคองแผ่นป้อนตัดชิ้นงานให้เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

13. ดาย (Die block) คือ อุปกรณ์ที่เป็นคมตัดชิ้นงานด้านล่าง เพื่อทำให้ชิ้นงานหลุดออกมาจากการตัด

14. แผ่นยึดจับดาย (Die block of die set) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการยึดจับดาย (Die) และอุปกรณ์อื่น

4. ชุดดาย เซ็ท

1. ชุดยึดแม่พิมพ์ ดาย เซ็ท (Die Set) ชุดยึดแม่พิมพ์โลหะประกอบด้วย ดังนี้

1. แผ่นยึดพั้น (พั้นซ์ โฮลเดอร์)
2. แผ่นยึดดาย (ดาย โฮลเดอร์)
3. เสานำ (ไกด์โพส)
4. ปลอกประคอง (ไกด์บูช)

ชุดยึดแม่พิมพ์ คือ ชุดทำหน้าที่รักษาความเที่ยงตรงระหว่างพั้นซ์และดายที่ยึด โดยทำให้ช่องว่างของแม่พิมพ์ **เคลียร์แรนท์** (Clearance) เมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วมีค่าคงที่สม่ำเสมอ โดยแบ่งออกตามชนิดของวัสดุ และรูปร่างของไกด์โพส ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไปแบ่งออกได้ 3 ชนิด ดังนี้

1. **ดาย เซ็ท (Die Set) ชนิดธรรมดา**
2. **ดายเซ็ท ชนิดลูกปืน**
3. **ดายเซ็ทชนิดสปริง**

วัสดุที่ใช้ทำดายเซ็ท การเลือกใช้วัสดุทำดายเซ็ท จะต้องพิจารณาจากความแข็งแรงของวัสดุเป็นสำคัญ สามารถเลือกใช้ได้หลายอย่างด้วยกัน ดังนี้

1. สารกึ่งโลหะ
2. โลหะ
3. ใช้ทั้งสารกึ่งโลหะและโลหะผสม การสร้างดายเซ็ท โดยที่แผ่นยึดพั้นซ์อาจจะทำด้วยสารกึ่งโลหะ และแผ่นยึดดายทำด้วยพวกโลหะ

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด
2. Power Point ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ
3. สื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
4. สื่อแผ่นภาพ
5. เว็บไซต์ออนไลน์

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่3)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน หลังจากนั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	10
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง ชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม การนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	50
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม การนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. ครูมอบหมายงาน ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง ชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม การนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ	10
รวม	120

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 4)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน	5
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ ชุดดาย เซ็ท - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	40
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหน่วยที่2	20
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่อง ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ ชุดดาย เซ็ท ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
- ครูให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่2 (Post-test) พร้อมเฉลยแบบทดสอบและให้คะแนน	10
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. งานที่มอบหมาย ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ ชุดดาย เซ็ท	5
รวม	120

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่2	ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
2. แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดหน่วยที่2	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่2	เกณฑ์ผ่าน 60%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 50%

งานที่มอบหมาย

ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ จากสื่อออนไลน์ เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการนำเสนองานกลุ่ม
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่2
3. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่2 ชนิดของแม่พิมพ์โลหะ

เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด

2. เว็บไซต์ออนไลน์ และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มนักเรียน/ตัวแทนนักเรียน

แบบฝึกหัดหน่วยที่2

ตอนที่ 1 คำสั่งให้เขียนตอบบรรยายหรืออธิบายตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ชนิดแม่พิมพ์ในงานอุตสาหกรรม สามารถแบ่งออกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง

ชนิดแม่พิมพ์ในงานอุตสาหกรรม สามารถแบ่งออกได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. แม่พิมพ์พลาสติก (Plastic Mold)

2. แม่พิมพ์โลหะ (Metal Mold)

3. แม่พิมพ์แก้ว (Glass Mold)

4. แม่พิมพ์เซรามิกส์ (Molded Ceramics)

5. แม่พิมพ์ยาง (Rubber Mold)

2. แม่พิมพ์โลหะสามารถแบ่งออกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง

แม่พิมพ์โลหะสามารถแบ่งออกได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. แม่พิมพ์ปั๊ม (Stamping Molds)

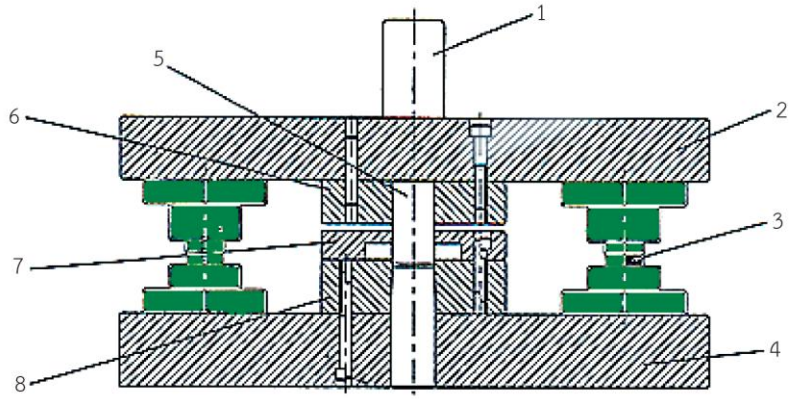
2. แม่พิมพ์ขึ้นรูป (Forming Molds)

3. แม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลึก (Deep Draw Die Molds)

4. แม่พิมพ์ตีขึ้นรูป (Forging Molds)

5. แม่พิมพ์ฉีดหล่อ (Die Casting Molds)

3. จงบอกชื่อชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของแม่พิมพ์



ชื่อชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแม่พิมพ์

1. ด้าม (Shank) **2. ตัวยึดพั้นช์ (Punch Holder Or Upper Shoe)**

3. ไกด์โพสต์ (Guide Post Set)　　4. ตัวยึดดาย (Die Holder Or Lower Shoe)

5. พั้นช์ (Punch)　　6. แผ่นพั้นช์ (Punch Plate)

7. สตริปเปอร์ดายตัว (Fix Stripper)　　8. ดาย (Die)

4. วัสดุที่ใช้ทำดายเซ็ท มีอะไรบ้าง

วัสดุที่ใช้ทำดายเซ็ท

1. สารกึ่งโลหะ

2. โลหะ

3. ใช้ทั้งสารกึ่งโลหะและโลหะผสม

5. องค์ประกอบที่ใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ชุดดายเซ็ท มีอะไรบ้าง

สำหรับองค์ประกอบที่ใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ชุดดายเซ็ท ดังนี้

1. บริษัทผู้ผลิต มีความน่าเชื่อถือ อยู่ใกล้ มีขายตามท้องตลาดทั่วไป

2. ชนิดของดายเซ็ท ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

3. ขนาดของดายเซ็ท ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

4. วัสดุ แข็งแรง ทนทาน ขึ้นรูปง่าย มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ราคาถูก

5. ความหนาของแผ่นยึดดาย ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

6. ความหนาของแผ่นยึดพั้นช์ ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

7. ชนิดและความยาวของไกด์บุช ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

8. ขนาดความยาวของเสาไกด์โพส ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

9. ขนาดของด้ามจับ ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

10. ความเที่ยงตรงของดายเซ็ท ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย (x) ทับตัวเลือกหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. Industrial Mold หมายถึง
   ก. แม่พิมพ์พลาสติก
   ข. แม่พิมพ์โลหะ
   ค. แม่พิมพ์อุตสาหกรรม
   ง. แม่พิมพ์ยาง
2. ข้อใด **ไม่ใช่** ความหมายของแม่พิมพ์อุตสาหกรรม
   ก. อัตราการผลิตสามารถทำได้ในปริมาณสูง
   ข. สิ่งสำคัญยิ่งในการผลิตสินค้าที่ต้องการคุณภาพ
   ค. สิ่งสำคัญยิ่งในการผลิตสินค้าที่ต้องการความเที่ยงตรง
   ง. สิ่งสำคัญยิ่งในการผลิตสินค้าที่ต้องการขนาด
3. หัวใจของกระบวนการผลิต คืออะไร
   ก. เครื่องมือที่เรียกว่า “เครื่องจักร”
   ข. เครื่องมือที่เรียกว่า “แม่พิมพ์”
   ค. อัตราการผลิตสามารถทำได้ในปริมาณสูง
   ง. สิ่งสำคัญยิ่งในการผลิตสินค้าที่ต้องการคุณภาพ
4. ข้อใด **ไม่ใช่** ชนิดแม่พิมพ์ในงานอุตสาหกรรม
   ก. Plastic Mold
   ข. Metal Mold
   ค. Glass Mold
   ง. Simple Die
5. Metal Molds หมายถึง
   ก. แม่พิมพ์ขึ้นรูป ข. แม่พิมพ์ฉีดหล่อ

ค. แม่พิมพ์โลหะ ง. แม่พิมพ์ปั๊ม

6. ข้อใดหมายถึงแม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลึก

ก. Deep Draw Die Molds ข. Die Casting Molds

ค. Stamping Molds ง. Forging Molds

7. กรรมวิธีการทำชิ้นงานโดยการใช้วิธีงานปั๊มขึ้นรูป มีกี่กรรมวิธี

ก. 1 กรรมวิธี

ข. 2 กรรมวิธี

ค. 3 กรรมวิธี

ง. 4 กรรมวิธี

8. ข้อใด **ไม่ใช่** กรรมวิธีการทำชิ้นงานโดยการใช้วิธีงานปั๊มขึ้นรูป

ก. การตัดเฉือน (Shearing)

ข. งานตัด

ค. การพับ (Bending)

ง. การลากขึ้นรูป (Drawing)

9. การแบ่งประเภทของแม่พิมพ์ แบ่งได้กี่ประเภท

ก. 1 ประเภท ข. 4 ประเภท

ค. 5 ประเภท ง. 9 ประเภท

10. ข้อใด **ไม่ใช่** ประเภทของแม่พิมพ์

ก. แม่พิมพ์แบบธรรมดา

ข. แม่พิมพ์แบบผสม

ค. แม่พิมพ์แบบชิ้นงานเคลื่อน

ง. แม่พิมพ์เดี่ยว

11. ข้อใด **ไม่ใช่** ข้อดีของการใช้แม่พิมพ์ตัดแบบเดี่ยว

ก. ต้นทุนในการสร้างแม่พิมพ์ราคาถูก

ข. ใช้เวลาในการสร้างแม่พิมพ์ไม่มาก

ค. ใช้เวลาในการออกแบบแม่พิมพ์ไม่มาก

ง. จะต้องมีการควบคุมขนาด สัดส่วน มาตรฐานต่าง ๆ ระหว่างขั้นตอนในการทำงาน

12. ข้อใด **ไม่ใช่** ข้อเสียของการใช้แม่พิมพ์ตัดแบบเดี่ยว

ก. สร้างแม่พิมพ์ได้ง่าย

ข. ต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บแม่พิมพ์เพิ่มขึ้น

ค. ต้องใช้แม่พิมพ์จำนวนมากเนื่องจากมีข้อจำกัดในการขึ้นรูป

ง. มีการกำหนดขั้นตอนของชิ้นงานในการทำงานของแม่พิมพ์มาก

13. ข้อใด **ไม่ใช่** ส่วนประกอบของแม่พิมพ์

ก. สลักเกลียว ข. ไพล็อต

ค. ลูกเบี้ยว ง. แป้นเกลียวยึดไพล็อต

14. ชุดทำหน้าที่รักษาความเที่ยงตรงระหว่างพั้นซ์และดายที่ยึด คือข้อใด

ก. ชุดดายเซ็ท

ข. แผ่นยึดจับชุดพั้นซ์

ค. แผ่นยึดพั้นซ์

ง. ชุดยึดแม่พิมพ์

15. ข้อใด **ไม่ใช่** ส่วนประกอบของชุดยึดแม่พิมพ์ดายเซ็ท

ก. แผ่นยึดพั้น

ข. ไพล็อต

ค. เสานำ

ง. ปลอกประคอง

16. วัสดุที่ใช้ทำดายเซ็ทควรพิจารณาเรื่องใดเป็นสำคัญ

ก. คุณภาพ

ข. เกรดเหล็ก

ค. ราคา

ง. ความแข็งแรงของวัสดุ

17. ข้อใด **ไม่ใช่** องค์ประกอบที่ใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ชุดดายเซ็ท

ก. ชนิดของดายเซ็ท ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

ข. วัสดุ แข็งแรง ทนทาน ขึ้นรูปง่าย มีขายตามท้องตลาดทั่วไปราคาถูก

ค. ชนิดและความยาวของไกด์บุช ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

ง. สารกึ่งโลหะและโลหะผสมการสร้างดายเซ็ท

18. ข้อใดคืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งของรูที่ได้ตัดมาแล้ว

ก. Pilot ข. Pilot nut

ค. Blanking punch ง. Punch plate

19. ข้อใดคืออุปกรณ์ที่ใช้หยุดตำแหน่งชิ้นงานที่สถานีแรกของการตัด

ก. Blanking punch ข. Punch plate

ค. Finger stop ง. Pilot

20. ชุดดายเซ็ท (Die Set) มีกี่ชนิด

ก. 3 ชนิด ข. 5 ชนิด

ค. 7 ชนิด ง. 9 ชนิด

แผนการสอน

20102-2201 แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

(Basic Die)

หน่วยที่ 3 ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่3	หน่วยที่3
	ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	เวลาเรียนรวม 36 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วย ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ	สอนครั้งที่ 5-6
ชื่อเรื่อง ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ		จำนวน 4 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้

1. ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ
2. ประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้รู้ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ
2. เพื่อให้เข้าใจประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. เลือกชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้
2. แยกประเภทชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะได้

สาระสำคัญ/แนวคิด

ชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาประกอบกันเข้าเป็นแม่พิมพ์โลหะนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มชิ้นส่วนมาตรฐาน (Standard Part) และกลุ่มชิ้นส่วนที่ทำขึ้น (Produced Part) โดยที่ชิ้นส่วนมาตรฐาน คือ ชิ้นส่วนที่มีผู้ผลิตออกมาจำหน่าย ผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก มีรูปร่างและขนาดเท่ากัน นอกจากนี้ ยังมีให้เลือกใช้หลายรุ่น หลายรูปแบบ หลายขนาด ตามวัตถุประสงค์ของการนำมาใช้งานตามที่ต้องการ

ด้านคุณธรรม จริยธรรม บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้าน การตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความซื่อสัตย์สุจริต ความมีน้ำใจเอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย ความมีกริยามารยาท และปฏิบัติตนตามกฎระเบียบสถานศึกษา

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 โอกาสที่จะเกิดการขบกันของพั้นช์และดายจึงมีน้อย

4. ลดเวลาการติดตั้ง เนื่องจากแม่พิมพ์โลหะที่ใช้นำเข้ามาติดตั้งเป็นชุด

5. การซ่อมบำรุงง่าย ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์โลหะสามารถถอดออกโดยไม่ทำให้สูญเสียความสัมพันธ์กันในการทำงานของแม่พิมพ์โลหะในส่วนที่เป็นคมตัด สามารถเจียระไนคมตัดใหม่ โดยที่ไม่ต้องถอดออกจากชุดดายเซ็ท

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 (Guide Post) บางครั้งเรียกว่า ไกด์พิน (Guide Pin) คือ แกนสลักทรงกระบอก ทำหน้าที่ประคองศูนย์ของชุดดายเซ็ท ทำงานร่วมกับไกด์บุช

5. ไกด์บุช (Guide Bush) คือ บุชทำหน้าที่ประคองศูนย์ของชุกดายเซ็ท จะถูกติดตั้งอยู่กับแผ่นดายเซ็ทฝั่งตรงกันข้ามกับไกด์โพสและสวมนำเลื่อนอยู่กับไกด์โพส 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. พั้นช์เจาะรู หมายถึง พั้นช์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 25 มิลลิเมตร แต่หากรูปร่างรูเจาะไม่ใช่วงกลม ให้พิจารณาเส้นรอบรูปของรูเจาะโดยเทียบเท่ากับเส้นรอบรูปของวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลิเมตร โดยปกติพั้นช์เจาะรูจะติดตั้งอยู่กับพั้นช์เพลท (Punch Plate) และไม่ว่ารูปร่างรูเจาะจะกลม หรือเป็นรูปร่างอื่น ตัวด้ามของพั้นช์ก็ยังเป็นทรงกระบอก โดยที่พั้นช์เจาะรูที่เป็นรูปร่างอื่น

จะต้องมีลิ่มกันหมุนติดตั้งกันไว้ที่หัวของพั้นซ์และพั้นช์เพลทด้วยรูปร่างลักษณะและส่วนต่างๆ ของพั้นช์เจาะรู โดยทั่วไปที่นิยมใช้กันมาก คือ พั้นช์กลมหัวตรงปลายลด (Step Head)

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

วัสดุที่ใช้ทำไพล้อต ผู้ผลิตชิ้นส่วนมาตรฐานได้ทำไพล้อตพั้นช์ที่มีปลายจมูกแบบต่างๆ ให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม จะมีทั้งไพล้อตกลมและรูปร่างต่างๆ และโดยเฉพาะตรงปลายจมูกไพล้อตซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการทำงานของไพล้อต คุณภาพผิวสำเร็จและความได้สัดส่วนของรูปร่างมีความสำคัญมาก จะส่งผลถึงคุณภาพของชิ้นงานและคุณภาพของแม่พิมพ์ ดังนั้น ผู้ทำแม่พิมพ์จะออกแบบและเลือกใช้ไพล้อตพั้นช์มาตรฐานแทนการทำขึ้นใช้เอง

4. บัททท่อนดาย (Button Die) คือ ดายนั่นเอง โดยที่มีการออกแบบให้ใช้ได้คู่กันกับพั้นช์เจาะ มีทั้งแบบมีบ่าและแบบตรง

วัสดุที่ใช้ทำบัททท่อนดาย จะใช้แบบเดียวกันกับพั้นช์เจาะและไพล้อตพั้นช์ ดังนั้น จึงเป็นการช่วยให้สะดวกและรวดเร็วในการทำแม่พิมพ์ เมื่อเลือกใช้บัททท่อนดายมาตรฐาน

5. ชุดยึดพั้นช์และดาย (Retainer for Punch and Button die) ชุดยึดพั้นช์และดายหรือรีเทนเนอร์ คือ ชิ้นส่วนมาตรฐานที่จัดเป็นชุด ประกอบด้วยตัวรีเทนเนอร์ สกรูหกเหลี่ยมหัวจม และ สลักเดือยหรือโดเวลพิน ชุดยึดพั้นช์และดายออกแบบมาเพื่อยึดพั้นช์เจาะมาตรฐานและบัททท่อนดาย ทำหน้าที่เหมือนพั้นช์เพลทหรือดายเพลท ใช้ในงานเจาะแผ่นชิ้นงานที่กว้างใหญ่มีรูเจาะอยู่ห่างกัน จะทำให้ประหยัดเวลาและวัสดุในการทำแม่พิมพ์

วัสดุที่ใช้ทำรีเทนเนอร์ โดยทั่วไปส่วนมากจะใช้เหล็กคาร์บอนสูงและมีการทำผิวรมดำ เพื่อป้องกันการกัดกร่อน

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

สปริงสำหรับแม่พิมพ์โลหะที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. จำแนกตามหน้าตัดลวดที่นำมาทำสปริง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. สปริงที่ทำจากลวดที่มีหน้าตัดกลม คือ สปริงที่ให้แรงน้อยแต่สามารถยุบตัวได้มาก

2. สปริงที่ทำจากลวดที่มีหน้าตัวสี่เหลี่ยม 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 สปริงที่ทำจากสารเคมีสังเคราะห์ยูเรเทน ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น ทนต่อการกัดกร่อน และทนน้ำมันได้ดี ราคาไม่สูง และยังแปรรูปได้ง่าย สามารถให้แรงได้เหมือนสปริง จึงเป็นที่นิยมนำมาใช้แทนสปริงในแม่พิมพ์โลหะ การบำรุงรักษาง่าย โครงสร้างแม่พิมพ์โลหะก็ง่าย ทำให้ราคาแม่พิมพ์โลหะถูกลง สปริงยูเรเทนที่มีจำหน่ายมีหลายแบบ ดังนี้

1. แบบสำเร็จรูปเพื่อใช้งานร่วมกับพั้นช์เจาะมาตรฐาน จะมีรูปร่างทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน มีรูที่แกนกลาง ขนาดต่างๆ ซึ่งเหมาะสมกับด้ามพั้นช์เจาะ และมีรูตรงปลายขนาดต่างๆ เพื่อให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมกับขนาดปลายพั้นช์

2. แบบกึ่งสำเร็จรูป เพื่อใช้งานแทนสปริงหรือใช้งานกับพั้นช์เจาะมาตรฐาน 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 e9 หัวชุบรมดำ 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 สปริงลวดกลม และสกรูปลั๊ก จะทำมาจากเหล็กคาร์บอน เกรด SK-4 มาตรฐาน JIS และชุบแข็งทั้งตัวที่ความแข็งประมาณ 35-53 HRC ซึ่งจะทำการอบอ่อนที่หัวหรือบ่าให้

ความแข็งลดลงคงเหลือไม่เกิน 45 HRC เพื่อไม่ให้เปราะจนเกินไป ขนาดลำตัวของตัวยกและนำแผ่นชิ้นงานจะมีขนาดที่ต่างกัน ที่สอดคล้องกับขนาดของรีมเมอร์และใช้พิกัดงานสวม g6 คือ งานสวมนำเลื่อนที่มีความเที่ยงตรง ผิวสำเร็จระดับเจียระไน ยกเว้น รองนำจะมีคุณภาพผิวสำเร็จระดับการขึ้นรูปละเอียด

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

สโตรกเอ็นท์บล็อก จะทำให้ง่ายและรวดเร็วในการติดตั้งแม่พิมพ์โลหะ โดยการตรวจสอบการสัมผัสกันของสโตรกเอ็นท์บล๊อกเพียงเล็กน้อย ถือว่าการปรับตั้งตำแหน่งของแม่พิมพ์โลหะถูกต้องสามารถใช้งานได้เป็นไปตามเงื่อนไขของการสร้างแม่พิมพ์โลหะ แต่สำหรับแบบที่มีแผ่นรองเพื่อเก็บแม่พิมพ์โลหะนั้น จะต้องระมัดระวังการลืมถอดแผ่นรองออก แนะนำโดยการทำให้ทำสีของแผ่นรองให้ต่างจากสโตรกเอ็นท์บล๊อกเพื่อเป็นการสังเกตได้ง่าย

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

แผ่นสำเร็จจะผ่านการขึ้นรูปมาอย่างเที่ยงตรง ทั้งความขนานของผิวหน้า ความฉากของมุม คุณภาพผิวสำเร็จของผิวหน้ามีทั้งเจียระไน ผิวกัดเรียบ มีมุมฉากอ้างอิงเพื่อใช้ในการอ้างอิงของเครื่องจักรซีเอ็นซี ชัดเจนสำหรับขนาดผู้ผลิตชิ้นส่วนมาตรฐาน จะกำหนดขนาดมาตรฐานขึ้นมาโดยให้มีความสอดคล้องกับการนำไปใช้ร่วมกับชิ้นส่วนมาตรฐานอื่นๆ ได้แก่ การกำหนดขนาดกว้างยาวของแผ่นสำเร็จ ก็จะกำหนดให้สอดคล้องกับพื้นที่ใช้งานของดายเซ็ทรุ่นต่างๆ ส่วนการกำหนดความหนาก็จะให้สอดคล้องกับบัททท่อนดายและพั้นช์เจาะ ดังนั้น การนำไปใช้งานจึงทำให้มีความสอดคล้องลงตัว เกิดความสะดวกรวดเร็วในการทำแม่พิมพ์โลหะ ทำให้ได้แม่พิมพ์โลหะที่มีความเที่ยงตรงสูง

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด
2. Power Point ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ
3. สื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
4. สื่อแผ่นภาพ
5. เว็บไซต์ออนไลน์

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่5)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน หลังจากนั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	5
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง ชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม การนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	50
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม การนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	15
6. ครูมอบหมายงาน ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง ชนิดแม่พิมพ์อุตสาหกรรม การนำมาใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ	10
รวม	120

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 6)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน	5
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ ชุดดาย เซ็ท - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	40
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหน่วยที่3	20
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ ชุดดาย เซ็ท ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
- ครูให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่3 (Post-test) พร้อมเฉลยแบบทดสอบและให้คะแนน	10
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. งานที่มอบหมาย ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง ส่วนประกอบของแม่พิมพ์โลหะ ชุดดาย เซ็ท	5
รวม	120

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่3	ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
2. แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดหน่วยที่3	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่3	เกณฑ์ผ่าน 60%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 50%

งานที่มอบหมาย

ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ จากสื่อออนไลน์ เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการนำเสนองานกลุ่ม
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่3
3. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่3 ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์โลหะ

เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด
2. เว็บไซต์ออนไลน์ และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มนักเรียน/ตัวแทนนักเรียน

แบบฝึกหัดหน่วยที่3

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. บัททท่อนดาย**

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 ใช้กับแม่พิมพ์โลหะที่มีอายุการใช้งานไม่มาก 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 มีหลายชนิดของ เหล็กขึ้นอยู่กับว่าจะใช้ทำชิ้นส่วนใดของแม่พิมพ์โลหะ มีตั้งแต่เหล็กเหนียว เหล็กคาร์บอน เหล็กเครื่องมือ มีหลายขนาดให้เลือกได้ตามความต้องการ

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่3

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. 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. พั้นช์เจาะรู หมายถึง

ก. พั้นช์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 15 มิลลิเมตร

ข. พั้นช์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 30 มิลลิเมตร

ค. พั้นช์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 55 มิลลิเมตร

ง. พั้นช์ที่ใช้เจาะรูกลมขนาดความโตไม่เกิน 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. 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. การเลือกใช้สลักเดือยโดยทั่วไป ควรเลือกแบบใด

ก. ความยาวประมาณ 2 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

ข. ความยาวประมาณ 4 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

ค. ความยาวประมาณ 6 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

ง. ความยาวประมาณ 8 เท่าของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง

แผนการสอน

20102-2201 แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

(Basic Die)

หน่วยที่ 4 อุปกรณ์ช่วยในงานแม่พิมพ์โลหะ

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่4	**หน่วยที่4**
	ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	เวลาเรียนรวม 36 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ	สอนครั้งที่ 7-8
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ		จำนวน 4 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้

1. เครื่องมืองานช่าง
2. เครื่องมือวัดชิ้นงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้รู้เครื่องมือวัดงานช่าง
2. เพื่อให้เข้าใจเครื่องมือวัดชิ้นงาน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. เลือกใช้เครื่องมืองานช่างได้
2. เลือกใช้เครื่องมือวัดชิ้นงานได้

สาระสำคัญ/แนวคิด

การทำงานช่างสิ่งที่สำคัญ คือ เครื่องมือ เพราะว่าเครื่องมือจะช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในงานช่างต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานบำรุงรักษา งานติดตั้ง งานแม่พิมพ์โลหะ งานซ่อมแซม/ดัดแปลง ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือวัด ตัด เจาะ ไส จับยึด ถอดประกอบ การเชื่อม เป็นต้น

ด้านคุณธรรม จริยธรรม บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้าน การตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความซื่อสัตย์สุจริต ความมีน้ำใจเอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย ความมีกริยามารยาท และปฏิบัติตนตามกฎระเบียบสถานศึกษา

เนื้อหาสาระ

1. เครื่องมืองานช่าง

ช่าง หมายถึง ผู้ที่ชำนาญในการฝมือ หรือศิลปะอยางใดอยางหนึ่ง

งานช่าง หมายถึง การทำงานหรือสิ่งที่เกิดจากการทำงานของช่าง มีหลายประเภทหลายสาขา เช่น ช่างไฟฟา ชางประปา ชางไม ชางโลหะ ช่างกลโรงงาน ชางยนต์ ชางแม่พิมพ์โลหะ เปนตน

งานช่างพื้นฐาน หมายถึง งานช่างเบื้องต้นที่ทุกคนสามารถทำได้ งานช่างพื้นฐานส่วนใหญ่จึงเป็นงานที่เกี่ยวกับงานซอมแซมแกไขสิ่งของเครื่องใชในบ้านที่ชำรุดเสียหายเล็กๆ น้อยๆ หรือสร่างสิ่งของเครื่องใช้ง่ายๆ ไมยุ่งยากสลับซับซ่อน เชน การเปลี่ยนกอกน้ำ 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. เครื่องมือปรับผิว

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

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 และโลหะเนื้อแข็ง

2.8 คีมล็อก ใช้สำหรับจับนัตหรือชิ้นงานเพื่อป้องกันการหมุนหรือเลื่อนโดยปากปรับขยายให้กว้างขึ้นได้และล็อกให้แน่น

2.9 คีมปากฉนวน ใช้สำหรับงานไฟฟ้า โดยเฉพาะการปอกสายไฟฟ้า

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

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

5. เครื่องมือสำหรับตอก

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

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

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) นำมาใช้ในงานเหล็กและงานอุตสาหกรรม ออกแบบมาเพื่อให้แรงบีบมากกว่าซีแคลมป์ 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

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

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

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

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

4.1. นาฬิกาวัดชนิดมาตรฐาน

4.2. นาฬิกาวัดชนิดคาน

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

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

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

ลักษณะของคาลิปเปอร์ มีลักษณะคล้ายกับวงเวียน สามารถถ่ายขนาดเพื่อวัดขนาดชิ้นงานได้ทั้งภายนอกและภายในด้วยขาของคาลิปเปอร์ คาลิปเปอร์สามารถแยกตามประเภทของงานได้ 2 ประเภท ดังนี้

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

1.1 คาลิปเปอร์แบบปรับขนาดด้วยความฝืด คือ คาลิปเปอร์ที่แขนวงเวียนมีลักษณะบางแข็งแรง และไม่บิดงอง่าย สร้างด้วยเหล็กสปริง แขนวงเวียนทั้งสองยึดติดกันด้วยหมุดย้ำ การกางออกหรือหุบเข้าด้วยวิธีการเคาะที่แขนวงเวียน

1.2 คาลิปเปอร์ปรับขนาดด้วยแป้นเกลียว คือ คาลิปเปอร์ที่มีลักษณะแขนวงเวียนค่อนข้างใหญ่ เพราะทำจากเหล็กอ่อนขาของวงเวียนจะหุบเข้าหากันตลอดเวลาด้วยแรงสปริง ระยะห่างของเกลียวสัมผัสปรับด้วยการหมุนแป้นเกลียวเข้า / ออกตามต้องการ

2. คาลิปเปอร์วัดใน (Inside Caliper or Divider) เรียกกันทั่วไปว่า “ตีนผี” ใช้วัดหรือตรวจสอบขนาดภายในชิ้นงาน เช่น รูเจาะหรือรูคว้านโตๆ เป็นต้น ขาของวงเวียนทำให้มีลักษณะโค้งออกเพื่อให้เขี้ยวสัมผัสกับผิวชิ้นงานด้านใน ลักษณะของวงเวียนแบบนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 แบบปรับขนาดด้วยความฝืด

2.2 แบบปรับขนาดด้วยแป้นเกลียว แบบปรับขนาดด้วยแป้นเกลียวขาของวงเวียนจะกางออกตลอดเวลาด้วยแรงสปริง ระยะห่างของเขี้ยวสัมผัสปรับด้วยการหมุนแป้นเกลียวเข้าออกตามต้องการ

8. ฉาก คือ เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบมุมของชิ้นงานว่าได้ฉากหรือไม่ (ทำมุม 90 องศา) จะเรียกชื่อตามลักษณะ

9. ฉากผสม คือ เครื่องมือที่มีประโยชน์ใช้งานได้หลายอย่าง เช่น ใช้ในงานร่างแบบ วัดมุมฉาก วัดมุม หาศูนย์กลางชิ้นงาน งานตรวจสอบระดับความเอียงผิว

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

11. ใบวัดมุม (Bevel Protractor) การผลิตชิ้นงานให้ได้ขนาดตามแบบกำหนด บางครั้งจะต้องทำชิ้นงานให้เป็นมุม วิธีทำชิ้นงานให้มีลักษณะเป็นมุมอาจจะมีจุดมุ่งหมายเพื่อลบคมให้สวยงาม และเพื่อการประกอบกับชิ้นงานอื่น การวัดหรือการตรวจสอบมุมของชิ้นงานอย่างไม่ละเอียดนัก เช่น ± 1 องศา จะใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า “ใบวัดมุม”

12. บรรทัดวัดมุมสากล (Universal bevel protractor) ชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะหรือชิ้นงานบางชิ้นจะมีลักษณะเป็นมุม เช่น ร่องหางเหยี่ยว ร่องนำเลื่อน มุมต่างๆ ของเฟืองกัด และมุมของเฟืองดอกจอก เป็นต้น เครื่องมือวัดมุมที่ใช้วัดหรือตรวจสอบเรียกว่า “บรรทัดวัดมุมสากล”

13. เกจ (Gauge)

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

2. เกจก้ามปู คือ เกจที่ใช้ตรวจสอบขนาดของชิ้นงานโดยเฉพาะขนาดใดขนาดหนึ่งเท่านั้น ส่วนมากจะใช้ในงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล โดยในเกจตัวเดียวกันนั้นจะมีปากวัดค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดในตัวเดียวกัน และขนาดของปากวัดที่แตกต่างกันนี้ไม่ได้แตกต่างกันมาก แต่จะแตกต่างกันในพิกัดความเผื่อเล็กน้อยเท่านั้น ลักษณะของเกจก้ามปูแบ่งได้ ดังนี้

1. เกจก้ามปูที่ใช้ตรวจสอบชิ้นงานขนาดเล็ก
2. เกจก้ามปูที่ใช้ตรวจสอบชิ้นงานขนาดใหญ่ เพื่อไม่ให้ลำตัวของเกจก้ามปูยาวเกินไป ซึ่งยากต่อการเก็บและบำรุงรักษา จึงรวมปากวัดทั้งคู่ไว้ด้านเดียวกัน

3. เกจทรงกระบอก (Plug gauge) ใช้สำหรับตรวจสอบขนาดของรูต่างๆ

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

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

14. 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

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด
2. Power Point อุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ
3. สื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
4. สื่อแผ่นภาพ
5. เว็บไซต์ออนไลน์

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่7)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน หลังจากนั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	10
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง เครื่องมืองานช่าง - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	50
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องเครื่องมืองานช่าง ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. ครูมอบหมายงาน ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง เครื่องมืองานช่าง	10
รวม	120

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 8)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน	5
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง เครื่องมือวัดชิ้นงาน - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	40
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหน่วยที่4	20
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องเครื่องมือวัดชิ้นงาน ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
- ครูให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่4 (Post-test) พร้อมเฉลยแบบทดสอบและให้คะแนน	10
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. งานที่มอบหมาย ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง เครื่องมือวัดชิ้นงาน	5
รวม	120

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่4	ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
2. แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดหน่วยที่4	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่4	เกณฑ์ผ่าน 60%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 50%

งานที่มอบหมาย

ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง อุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ จากสื่อออนไลน์ เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการนำเสนองานกลุ่ม
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่4
3. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่4 อุปกรณ์ช่วยงานแม่พิมพ์โลหะ

เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด

2. เว็บไซต์ออนไลน์ และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มนักเรียน/ตัวแทนนักเรียน

แบบฝึกหัดหน่วยที่4

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)

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่4

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

แผนการสอน

20102-2201 แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

(Basic Die)

หน่วยที่ 5 ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่5	หน่วยที่5
	ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	เวลาเรียนรวม 36 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วย ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 9-10-11
ชื่อเรื่อง ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน		จำนวน 6 ชั่วโมง

สาระสำคัญ/แนวคิด

การทำงานของแม่พิมพ์โลหะนี้จะใช้แผ่นโลหะหรือวัสดุที่จะนำมาอัดขึ้นรูป สอดเข้าไประหว่างแม่พิมพ์ทั้งสองส่วน เมื่อแม่พิมพ์ทั้งสองส่วนเคลื่อนที่เข้าหากัน ตัวพั้นช์จะเคลื่อนที่เข้าไปในดาย เมื่ออัดด้วยแรงที่กำหนดไว้ทำให้เกิดชิ้นงานตามต้องการ ปัจจัยสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงในการเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะ ต้องพิจารณาถึงชนิดและปริมาณชิ้นงานที่จะผลิต แม่พิมพ์ที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกันและกรรมวิธีแตกต่างกันควรใช้ในการผลิตชิ้นงานต่างชนิดกันด้วย การเลือกวัสดุเพื่อใช้ทำแม่พิมพ์จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยคำนึงถึงความประหยัดในการทำแม่พิมพ์โลหะ ในขณะเดียวกันก็จะต้องคำนึงถึงความแม่ยำของชิ้นงานที่ผลิตตามต้องการด้วย หากเลือกวัสดุโดยคำนึงถึงด้านราคาอย่างเดียวแล้วอาจได้วัสดุที่ไม่ดีพอหรือคุณภาพไม่คงที่ ทำให้เกิดปัญหาติดตามซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นภายหลัง

ด้านคุณธรรม จริยธรรม บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้าน การตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความซื่อสัตย์สุจริต ความมีน้ำใจเอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย ความมีกริยามารยาท และปฏิบัติตนตามกฎระเบียบสถานศึกษา

สาระการเรียนรู้

1. วัสดุโลหะ
2. รูปร่างของชิ้นงาน
3. วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้รู้วัสดุโลหะ
2. เพื่อให้เข้าใจรูปร่างของชิ้นงาน
3. เพื่อให้รู้วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. แยกวัสดุโลหะได้
2. อธิบายรูปร่างของชิ้นงานได้

3. เลือกวัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะได้

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 ซึ่งโลหะแต่ละชนิดจะมีการแบ่งออกเป็นหลายเกรดขึ้นอยู่กับชิ้นงานที่ผู้ออกแบบต้องการว่าใช้กับงานประเภทใด

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 โดยเฉพาะคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าและความเหนียวแน่นที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากโลหะนั้นมีความคงทนและสามารถใช้งานได้อย่างคุ้มค่า 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 แร่ที่มีความแข็งมากและอยู่ในรูปของก้อนผลึก จะนำเอามาถลุงและทำการตีแผ่เป็นแผ่นบางๆ มีคุณสมบัติกันความชื้น ใช้ในการห่ออาหารและห่อผลิตภัณฑ์บางอย่างที่ต้องป้องกันไม่ให้ถูกความชื้น
7. **แร่อลูมิเนียม** คือ แร่ที่สามารถนำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี ส่วนใหญ่จะได้จากการถลุงแร่บอกไซต์

8. แร่แมงกานีส คือ แร่ที่นิยมนำมาถลุงเหล็กเป็นโลหะผสม เพื่อให้ได้เหล็กกล้าซึ่งส่วนมาก แร่แมงกานีสจะพบในสายแร่ที่อยู่ร่วมกับหินแกรนิต 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 ที่จะปรากฏ เมื่อผ่านขั้นตอนการทำงานทุกขั้นตอนในแม่พิมพ์โลหะแล้ว ซึ่งจะทำให้กลายเป็น scrap strip และต้องจำไว้เสมอว่าการออกแบบ scrap strip จะต้องเรียงลำดับขั้นตอนในการปั๊มอย่างถูกต้องโดยไม่ข้ามขั้นตอนใดตอนหนึ่งไป

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) ส่วนมากจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบใดแบบหนึ่งดังรูปที่5.1 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 คือ ส่วนที่เป็นเศษของชิ้นงานชนิดหนึ่งอาจมีพื้นที่พอที่จะใช้ผลิตชิ้นงานอีกชนิดหนึ่งได้

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 จะเปลี่ยนไปตามค่าใหม่ของตารางที่5.1 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.

ตารางที่5.1 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 ที่สูญเสียไปมีผลต่อการวาง Lay out เพราะถ้ามีเศษมากจะทำให้สิ้นเปลือง

สูตรสำหรับแผ่น Strip ที่ป้อนผ่านครั้งเดียว

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

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

สูตรสำหรับแผ่น Strip ที่ป้อนผ่าน 2 ครั้ง

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

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 = $\frac{area}{blank}\frac{of}{area}\frac{blank}{area}\times 100$

Area of blank = พื้นที่ของชิ้นงาน

Blank area = พื้นที่ที่เผื่อไว้สำหรับปั๊มตัดชิ้นงานได้หนึ่งชิ้นหรือสองชิ้น

3. วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ

วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะมีหลายชนิด ทั้งเหล็กกล้าชนิดต่างๆ ซีเมนต์คาร์ไบต์ 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. ความสัมพันธ์กับการเสียรูปในการอบชุบแม่พิมพ์โลหะ
6. เครื่องจักรในการทำงานที่มีอยู่
7. ราคาของแม่พิมพ์โลหะ
8. อายุการใช้งานของแม่พิมพ์โลหะ
9. ประเภทของแม่พิมพ์โลหะ

สมบัติสำหรับเหล็กสร้างแม่พิมพ์โลหะ

1. ต้านทานการสึกหรอ (Wear resistance**)** งานกดอัด ผิวของ Die จะถูกแรงกดและแรงเสียดสีจากวัสดุชิ้นงาน ดังนั้น จึงเป็นจุดอ่อนของการสึกหรอ Dieที่สึกหรอจะทำให้ขนาดของชิ้นงานไม่เที่ยงตรง 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 โดยการนำเอาวัสดุการขึ้นรูป และการบำรุงรักษา ต่อแม่พิมพ์โลหะมาคิดด้วย

วัสดุที่ใช้ทำคมตัดแม่พิมพ์โลหะ สมบัติของวัสดุด้าน ความต้านทานการสึกหรอ ความเหนียว ชุบแข็งได้ดี สามารถแปรรูปด้วยเครื่องมือกล และราคา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องรู้เพื่อการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน ดังนี้

1. เหล็กกล้าคาร์บอนทำเครื่องมือ (Carbon tool steel) SK5 ใช้เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์โลหะที่มีราคมต่ำที่สุดและขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลได้ง่าย 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, เหล็กไฮสปีดเหล็กทำแม่พิมพ์ชุบแข็ง (60 RC ขึ้นไป)วิธีเคลือบผิว (TD,TIC ฯลฯ)	เหล็กทำแม่พิมพ์, SKS3 ชุบแข็ง (58 RC ขึ้นไป)
	Die		ซีเมนต์คาร์ไบด์,เหล็กไฮสปีด ชุบแข็ง (60 RC ขึ้นไป) วิธีเคลือบผิว (TD,TICฯลฯ)	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	Guide post		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 แต่ไม่

ทนต่อแรงกระแทก (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 มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการขึ้นรูปขนาดใหญ่ และแม่พิมพ์กดรีดขึ้นรูป (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, เหล็กหล่อกาไฟต์กลม (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

ตารางที่5.2 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			(55 NCD7 –	
SKT4		(56NiCrMoV7)	05)	
SKT5		55NiCrMoV6	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	-

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด
2. Power Point ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน
3. สื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
4. สื่อแผ่นภาพ
5. เว็บไซต์ออนไลน์

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่9)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน หลังจากนั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	10
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง วัสดุโลหะ - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	50
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องวัสดุโลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. ครูมอบหมายงาน ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง วัสดุโลหะ	10
รวม	120

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่10)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน	5
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง รูปร่างของชิ้นงาน - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	50
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่อง รูปร่างของชิ้นงาน ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	15
6. ครูมอบหมายงาน ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง รูปร่างของชิ้นงาน	10
รวม	120

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่11)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน	5
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	40
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหน่วยที่5	20
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่อง วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
- ครูให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่5 (Post-test) พร้อมเฉลยแบบทดสอบและให้คะแนน	10
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10

6. งานที่มอบหมาย ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง วัสดุที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์โลหะ	5
รวม	120

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่5	ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
2. แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดหน่วยที่5	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่5	เกณฑ์ผ่าน 60%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 50%

งานที่มอบหมาย

ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน จากสื่อออนไลน์ เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการนำเสนองานกลุ่ม
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่5
3. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่5 ชนิดและรูปร่างของวัสดุชิ้นงาน

เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด

2. เว็บไซต์ออนไลน์ และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

(.....) (.....)

ครูผู้สอน หัวหน้ากลุ่มนักเรียน/ตัวแทนนักเรียน

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

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 5

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

แผนการสอน

20102-2201 แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

(Basic Die)

หน่วยที่ 6 หลักการขึ้นรูปโลหะ

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่6	**หน่วยที่6**
	ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	เวลาเรียนรวม 36 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วย หลักการขึ้นรูปโลหะ	สอนครั้งที่ 12-13-14
ชื่อเรื่อง หลักการขึ้นรูปโลหะ		จำนวน 6 ชั่วโมง

สาระสำคัญ/แนวคิด

เทคโนโลยีการตัดแผ่นโลหะ มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง สำหรับกระบวนการตัดมีให้เลือกอย่างหลากหลาย สามารถใช้ตัดชิ้นงานให้เกิดความแม่นยำสูง การตัดชิ้นงานได้หนาขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้ ก็ยังไม่มีกระบวนการใดที่จะให้เป็นคำตอบที่ดีที่สุดกับทุกชิ้นงานได้ การตัดวิธีต่างๆ ล้วนมีทั้งข้อดีและข้อเสียอยู่ในตัวเอง ในการเลือกวิธีตัดให้เกิดความเหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึง เพื่อให้ได้ชิ้นงานอย่างน่าพึงพอใจและช่วยเพิ่มความแข็งแกร่งในการแข่งขันทางการตลาดอีกทางหนึ่ง

ด้านคุณธรรม จริยธรรม บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้าน การตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความซื่อสัตย์สุจริต ความมีน้ำใจเอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย ความมีกริยามารยาท และปฏิบัติตนตามกฎระเบียบสถานศึกษา

สาระการเรียนรู้

1. เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น
2. ทฤษฎีการตัด
3. ทฤษฎีการดัด
4. ทฤษฎีการลากขึ้นรูป

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้เข้าใจเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น
2. เพื่อให้รู้ทฤษฎีการตัด
3. เพื่อให้รู้ทฤษฎีการดัด
4. เพื่อให้รู้ทฤษฎีการลากขึ้นรูป

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. เลือกเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่นได้
2. อธิบายทฤษฎีการตัดได้

3. อธิบายทฤษฎีการดัดได้
4. อธิบายทฤษฎีการลากขึ้นรูปได้

เนื้อหาสาระ

1. เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

ประเภทของเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น ปัจจุบันนี้การตัดโลหะแผ่นด้วยวิธีการเทคโนโลยี สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องตัดพลาสม่า (Plasma) พลาสม่าคือสถานะที่4 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) จะตัดสเตนเลส ได้หนาประมาณ 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 สามารถตัดงานได้หนาและมีความเอียงของร่องตัดน้อย 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 และมีความยุ่งยากน้อยที่สุดคม ตัดที่อยู่ในแม่พิมพ์ตัด นั้น ประกอบด้วยคมตัดสองส่วน คือ คมตัดตัวผู้ (พั้นช์) และ คมตัดตัวเมีย (ดาย) ใน การตัดโลหะที่จะมีแรงกระทำโลหะที่ส่งให้ (พั้นช์) และ (ดาย) เป็นแรงเฉือน (เชียรฟอส) โดยแรงจะมีขนาด เท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม

โดยสภาพปกติของแม่พิมพ์แนวตัดของคมตัดตัวผู้และคมตัดตัวเมียจะมีช่องว่างระหว่างคมตัดเราเรียก ช่องว่างระหว่างคมตัด (พั้นช์) และ(ดาย) ว่า เครียร์เรนท์ (Clearance) แรงของ (พั้นช์) และ (ดาย) ที่ กระทำต่อโลหะแผ่นจะก่อให้เกิดความแค้นเฉือน เชียร์ สเตรท (Shear Stress) ในแผ่นโลหะ เมื่อแรงตัดของ (พั้นช์) และ(ดาย) ทำให้เกิดความเค้นเฉือนมากกว่าความต้านทานต่อแรงเฉือน (เชียร สเตรส) ในแผ่นโลหะ ของวัสดุโลหะแผ่นพอที่จะรับได้โลหะแผ่นก็จะฉีกขาดออกจากกัน

3. ทฤษฎีการดัด

ขบวนการในการขึ้นรูปโลหะทั้งหมดนั้น นับว่า ขบวนการงอขึ้นรูป เบนดิ้ง (Bending) เป็น ขบวนการที่ง่ายที่สุดที่ใช้ทำงานร่วมกับเครื่องปั๊มโลหะ ซึ่งขบวนการงอขึ้นรูปนี้อาจทดลองได้โดยใช้เครื่องมือ ง่ายๆ ภายในบ้านทำก็ได้ ขบวนการงอขึ้นรูปนั้นเป็นขบวนการอันหนึ่งในหลายๆ ขบวนการของขบวนการขึ้น รูปโดยการดัดงอ ซึ่งขบวนการนี้จะถูกใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาถึงสภาพของการขึ้นรูปชิ้นงานที่ใช้ในบทนี้ ขบวนการขึ้นรูปโดยการดัดงอนั้นมีกรรมวิธีที่แตกต่างไปจากขบวนการตัดขึ้นรูป คัตติ้ง (Cutting) และ ขบวนการลากขึ้นรูป ดรออิ้ง (Drawing) เป็นอย่างมาก

1. ทฤษฎีการงอ (เบนดิ้ง เทคโนโลยี - Bending Theory) ในการขึ้นรูปโลหะโดยการงอขึ้นรูปนั้น เราต้องให้แรงแก่ชิ้นงาน ทั้งนี้ เพื่อให้ชิ้นงานนั้นเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวร ซึ่งแรงที่ให้แก่ชิ้นงานนั้น จะต้อง ไม่ทำให้ความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานมากกว่าความเค้นดึงสูงสุดของชิ้นงานนั้น และจะต้องไม่น้อยกว่าจุด ยืดหยุ่นจำกัดของชิ้นงาน

เมื่อเราให้แรงแก่ชิ้นงานเพื่อทำการดัดจะปรากฏว่าความเค้นของชิ้นงานที่เกิดขึ้น จะเริ่มจากบางจุดที่ ต่ำกว่าความแข็งแรงสูงสุดของโลหะนั้น และความเค้นที่เกิดขึ้นนั้นจะแผ่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของชิ้นงาน ซึ่งขณะที่แผ่กระจายนั้น ความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานก็จะค่อยๆ ลดลงด้วยจนถึงบริเวณที่ความเค้นที่เกิดขึ้น บนชิ้นงานเป็นศูนย์ ซึ่งลักษณะการเกิดความเค้นบนชิ้นงานแบบนี้ จะทำให้เกิดการบิดงอของชิ้นงานมากกว่า จะเกิดการฉีกขาด สำหรับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวรของโลหะนั้น ความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงาน จะต้องผ่านจุดยืดหยุ่นจำกัด และจะล้าตัวด้วย

การแผ่กระจายของแรงเฉือนที่ใช้บนดายสำหรับขบวนการตัดขึ้นรูปนั้น จะมีขนาดของการแผ่ กระจายของแรงเท่ากับขนาดของช่องว่างระหว่างคมตัดของแม่พิมพ์ที่ได้ตั้งเอาไว้ ตามปกติจะมีค่าประมาณ 10% ของความหนาของชิ้นงาน สำหรับการแผ่กระจายของแรงที่ใช้ในการงอนั้น จะมีขนาดของการแผ่

กระจายบนชิ้นงานมากกว่าแรงเฉือน ซึ่งขนาดของการแผ่กระจายบนชิ้นงานมากกว่าแรงเฉือน ซึ่งขนาดของการแผ่กระจายบนชิ้นงานในการงอนั้น จะมีขนาดเท่ากับความหนาของชิ้นงานบวกกับรัศมีของพั้นซ์ และรัศมีของดาย

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

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

ก่อนที่จะมีการงอชิ้นงานนั้น ขนาดความยาวที่แท้จริงของชิ้นงานได้ถูกกำหนดไว้แน่นอน และดังนั้นความยาวของเส้นแกนกลางที่เกิดจากการงอชิ้นงานนั้น จะเท่ากับความยาวเดิมของชิ้นงาน ส่วนความยาวด้านนอกรัศมีการงอจะมีความยาวเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันความยาวด้านในรัศมีการงอ จะมีความยาวลดลงกว่าความยาวเดิม ซึ่งจะเห็นได้ว่าความยาวของเส้นแกนกลางจะได้ถูกแสดงถึงความยาวที่แท้จริงของชิ้นงาน ดังนั้นในการที่จะขึ้นรูปชิ้นงานเป็นรูปอะไรนี้ จึงมีปัญหาอยู่ที่ว่า เราจะหาขนาดที่เหมาะสมของชิ้นงานเพื่อมาทำการงอได้อย่างไร ซึ่งขนาดที่แท้จริงของชิ้นงานก่อนที่จะนำมางอนั้น ก็หาได้จากเส้นแกนกลางของชิ้นงานหลังจากงอแล้วนั่นเอง

เมื่อเราทำการดัดชิ้นงานครั้งแรกเส้นแกนกลางจะเกิดขึ้นใกล้กับเส้นแบ่งครึ่งความหนาของชิ้นงานแต่เมื่อทำการดัดต่อไปเส้นแกนกลางจะเลื่อนเข้ามาทางด้านในหรือด้านที่เกิดการอัดตัว คอมเพรสชั่น (Compression) ซึ่งมักจะเป็นเช่นนี้เสมอ ยิ่งถ้าเป็นการดัดชิ้นงานที่มีความหนามากๆ ด้วยแล้ว สำหรับการวัดระยะของเส้นแกนกลางนั้น จะวัดจากผิวด้านในของรัศมีการดัด หรือด้านที่เกิดการอัดตัวออกไปหาเส้นแกนกลาง การดัดชิ้นงานบางๆ 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

3. การไหลตัวของโลหะในการขึ้นรูป เมททอล โฟล (Metal Flow) เพราะว่าโลหะบริเวณที่เราดัดนั้น ได้มีความเค้นเกิดขึ้นซึ่งมันจะทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะ ความเค้นดึงที่ทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะ จะไปทำให้ความหนาของชิ้นงานในบริเวณที่ดัดมีขนาดลดลง 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

4. การเคลื่อนไหวของโลหะระหว่างการขึ้นรูป (เม็ททอล มูฟเมน-Metal Movement) ระหว่างการทำการงอชิ้นงานนั้น พื้นที่ส่วนหนึ่งของแผ่นชิ้นงาน แบลงค์ (Blank) ได้ถูกยึดเอาไว้ด้วยแผ่นโลหะที่เราเรียกว่า “แผ่นโลหะกด” พื้นที่ส่วนที่เหลือของชิ้นงานจะเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงย่อมแล้วแต่รูปร่างตามที่เราต้องการ ชิ้นงานจะถูกบังคับให้เคลื่อนที่ขึ้นหรือลงด้วยพั้นซ์ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างเข้าไปในดาย การที่ชิ้นงานเคลื่อนตัว มูฟเม้นท์ (Movement) ผ่านช่องว่างนี้เราเรียกว่า “การเหวี่ยงตัวของชิ้นงาน” สวิงกิ้ง (Swinging) และลักษณะของการเกิดอาการเช่นนี้เราจะพบเสมอในการงอชิ้นงานในดายเท่านั้น ซึ่งลักษณะการเคลื่อนไหวตัวของโลหะนั้นมันจะไม่ปรากฏในขบวนการกดขึ้นรูป เอ็มบอสซิ่ง(Embossing) ยืดขึ้นรูป เสตร็ทชิ่ง(Stretching) และลากขึ้นรูป ดรออิ้ง(Drawing)

การกระเด้งตัวกลับของชิ้นงาน (สปริง แบล็ค - Spring Back) เมื่อได้ทำการดัดชิ้นงานแล้ว จะมีความเค้นเกิดขึ้นในบริเวณที่ทำการดัด และความเค้นที่เกิดขึ้นนี้จะมีความแตกต่างกันคือ ไม่เหมือนกันทุกจุด ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดการกระเด้งตัวกลับของชิ้นงาน

ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดการกระเด้งตัวกลับ มีดังนี้

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

2. ถ้ารัศมีของการงอเล็กกว่าจะไปลดการเกิดการกระเด้งกลับ โดยการสร้างช่วงการอยู่ตัวของโลหะให้ใหญ่กว่า แต่จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการฉีกขาดได้ง่าย เนื่องจากมีความเค้นเกิดขึ้นทาผิวหน้านอกของการงอมากกว่า

3. เมื่อโลหะได้ถูกงอด้วยมุมที่มากกว่ามุมที่ต้องการงอ จะมีผลทำให้ช่วงของการอยู่ตัวของโลหะนั้นขยายตัวใหญ่เข้า และจะเป็นการลดการกระเด้งตัวกลับของชิ้นงานให้น้อยลงไปในแต่ละมุมของการงอ แต่อย่างไรก็ตามผลรวมของการกระเด้งกลับของชิ้นงานก็ยังเพิ่มขึ้นอยู่นั่นเอง

4. โลหะที่หนากว่าจะมีการเกิดการกระเด้งตัวกลับน้อย ทั้งนี้เพราะว่าช่วงของการอยู่ตัวของโลหะมีมาก ซึ่งในการพิจารณาการเปรียบเทียบนั้นรัศมีของดายจะต้องไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะใช้โลหะหนาหรือบางทดลองก็ตาม

สำหรับมุมของการงอ = 20 องศา

องศาของการ การกระเด้งกลับต่อองศาของการงอชิ้นงาน $= \frac{4.5}{20} = 0.205$

สำหรับมุมของการงอ = 40 องศา

องศาของการกระเด้งกลับต่อองศาของการงอชิ้นงาน $= \frac{4.6}{40} = 0.1150$

สำหรับมุมของการงอ = 60 องศา

องศาของการกระเด้งกลับต่อองศาของการงอชิ้นงาน = 4.9 / 60 = 0.0817

สำหรับมุมของการงอ = 90 องศา

องศาของการกระเด้งกลับต่อองศาของการงอชิ้นงาน = 5.3 / 90 = 0.0589

จากการคำนวณนั้น จะเห็นได้ว่าองศาของการกระเด้งกลับต่อองศาของการงอจะลดลงเรื่อยๆ ทั้งนี้เพราะว่าช่วงของการอยู่ตัวของโลหะจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อมุมของการงอเพิ่มจากกราฟทุกภาพจะเห็นได้ว่า เมื่อมุมของการงอมากกว่า 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)

การงอให้มากกว่าความต้องการ วิธีนี้เป็นการงอโลหะให้มากเกินจำนวนที่ต้องการ ซึ่งเมื่อดึงพั้นซ์กลับคืนไปจะทำให้โลหะนั้นกระเด้งกลับไปเล็กน้อย และได้มุมที่เราต้องการพอดี การทำการงอให้มากกว่าความต้องการนี้ อาจจะทำได้โดยการทำดายเป็นลักษณะลูกเบี้ยว (Cam) โดยการลดช่องว่างระหว่างพั้นซ์และดายให้น้อยลง และโดยการทำมุมที่พั้นซ์หรือดายให้น้อยลง สำหรับกรณีของวี-ดาย จะต้องทำมุมที่พั้นซ์และดายให้น้อยลงนั้น เมื่อเราลดขนาดช่องว่างให้น้อยลงกว่าความหนาของชิ้นงาน จะทำให้ชิ้นงานนั้นเกิดการขัดสีกับผนังของพั้นซ์และดาย ทำให้เกิดลักษณะของการเป็นมันเงาปรากฏขึ้น วิธีการงอให้มากกว่าความต้องการได้

5. การกดกระแทกชิ้นงานตรงบริเวณที่งอให้เป็นรอย วิธีนี้เป็นการใช้พั้นซ์กดกระแทกโลหะอย่างแรงที่บริเวณรัศมีที่งอของชิ้นงาน ซึ่ง ณ ตำแหน่งนี้โลหะจะได้รับความเค้นอย่างมาก ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดการอยู่ตัวของโลหะที่บริเวณนั้นผ่านจุดความแข็งแรงล้าตัวของโลหะนั้น วิธีการกดกระแทกชิ้นงานตรงบริเวณที่งอให้เป็นรอบ ควรจะต้องทำรอยนูนขึ้นมาบนพั้นซ์ เพื่อใช้ในการกระแทกบริเวณพื้นที่ที่เรางอ สำหรับในวิปปิ้งด้าย์หรือ-ดายนั้น จะใช้แผ่นโลหะรองรับชิ้นงานอยู่ข้างล่าง และแผ่นโลหะนี้จะต้องติดอยู่กัน ชู (Shoe) หรือแผ่นโลหะประกบหลัง แบลงค์กิ้ง เพจ(Backing Plate) การที่เราใช้แผ่นโลหะรองรับชิ้นงานอยู่

ข้างล่าง เพื่อที่จะทำให้พั้นซ์ได้กดกระแทกชิ้นงานให้งอ ซึ่งมันจะไม่เกิดประโยชน์อะไรเลย ถ้าเราใช้พั้นซ์กดกระแทกชิ้นงานตรงพื้นที่ส่วนที่แบน เพราะว่าตรงพื้นที่ส่วนนั้นจะไม่มีความเค้นเกิดขึ้น และจะไม่มีการกระเด้งตัวกลับเกิดขึ้นด้วย ดังนั้นเราจึงต้องทำรอยนูนขึ้นบนพั้นซ์เพื่อใช้กระแทกชิ้นงานตรงบริเวณพื้นที่ที่งอ ซึ่งจะเป็นการช่วยลดการเกิดการกระเด้งกลับของชิ้นงาน

การยึดชิ้นงานก่อนงอ วิธีเป็นการยึดชิ้นงานให้ชิ้นงานนั้นเกิดความเค้นเลยจุดความแข็งแรงล้าตัวของชิ้นงานนั้น จากนั้นก็ใช้แรงกดชิ้นงานนั้นลงบนพั้นซ์ซึ่งได้ตั้งรับชิ้นงานไว้แล้ว วิธีการนี้จะมีการกระเด้งกลับของชิ้นงานเกิดขึ้นเล็กน้อย และเหมาะสำหรับใช้กับการขึ้นรูปงานตื้นๆ เช่น กระโปรงครอบหน้าหม้อรถยนต์ถ้าเรา 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(สเตร็ท - Stress) ขึ้นอย่างมากในระหว่างการไหลตัวของโลหะ ซึ่งการขึ้นรูปจะได้ผลดีหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ต่อไปนี้

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

การเลือกชนิดของโลหะที่เหมาะสมและใช้เครื่องจักรที่ทันสมัย ก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้แน่ใจว่าจะได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพดีพอ ดังนั้น ในแต่ละขั้นตอนของการทำงานจะต้องมีการวางแผนงานอย่างรอบคอบเพื่อที่จะผลิตสิ้นค้าจำนวนมากให้ออกมามีคุณภาพเหมือนกันทุกชิ้น และลดการสูญเสียให้มีน้อยที่สุด โลหะที่ถูกขึ้นรูปจะเกิดแรงเครียดขึ้น 2 ประเภท คือ แรงดึง (เท็นซาย - Tinsile) และแรงกด (คอมเพรสชิพ -

Compresssive) ซึ่งทำให้เกิดแรงเค้น (สเตรน - Strain) 3 ประเภท คือ เบนดิ้ง(Bending), สเตร็ทชิ่ง (Stretching) และ คอมเพรสชิ่ง (compressing) ซึ่งปรากฏการณ์ทั้ง 3 อย่างนี้ จะเกิดขึ้นพร้อมกันทั้งหมด หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของการขึ้นรูป 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) นั้น เส้นรอบรูปของโลหะจะลดลง การลดลงนี้จะเริ่มต้นทันทีที่โลหะมีการไหลตัว และหากไม่มีการควบคุมการไหลตัวของโลหะแล้ว โลหะจะมาอัดตัวกันโดยมีทิศทางเข้าหาจุดศูนย์กลางของ ดาย (Die) ทำให้เกิดเป็นจีบหรือรอยย่นในแนวรัศมี การป้องกันไม่ให้เกิดรอยย่นนั้นเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการขึ้นรูป การป้องกันทำได้โดยใช้ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) เข้ามาควบคุมการไหลตัวของโลหะ โดยทำให้โลหะไหลตัวในทิศทางขนานกับผิวหน้าของ ดาย(Die) ด้วยวิธีนี้จะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีผนัง วอล(wall) เรียบและความหนาเท่ากันตลอด

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

1. รูปร่างของ แบล์ง
2. การลดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของการขึ้นรูปในแต่ละครั้ง
3. รัศมีของ พั้นช์ และ ดาย
4. ช่องห่างระหว่าง พั้นช์ และ ดาย
5. แรงกด แบล์ง 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) เนื่องจากปริมาณของโลหะที่จะ

ขึ้นรูปได้ในแต่ละครั้งนั้นมีปริมาณจำกัด 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 เท่าของความหนาโลหะ เนื่องจากถ้ารัศมีของ ดาย (Die) ยิ่งแหลมเท่าใด ก็จะทำให้ความต้านทานในการไหล

ของโลหะมีมากขึ้นเท่านั้น และมีโอกาสที่ชิ้นงานจะแตกได้ง่าย ในทำนองเดียวกันถ้ารัศมีใหญ่เกินไป โลหะก็จะถูกปล่อยตัวจากการจับของ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) เร็วเกินไป ทำให้อาจเกิดการย่นได้

6. พั้นช์ โนส เรดดิค - Punch – Nose Radii เพื่อป้องกันไม่ให้ความหนาตรงบริเวณก้นบอตตั้ม(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 เป็นค่า เครียร์เรนซ์(Clearance) สำหรับรูปกล่อง (Rectangular Shell) นั้น ตรงส่วนมุมทั้ง 4 ด้านจะต้องมี เครียร์เรนซ์(Clearance) มาก ส่วนทางด้านตรงนั้น เครียร์เรนซ์(Clearance)มีค่าน้อย ในกรณีของการขึ้นรูปทรงกระบอก ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของ ดาย(Die) เท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ พั้นช์(Punch) บวกด้วย 2 เท่า ของค่าที่อ่านได้จากตาราง

จะเห็นว่าเมื่อความหนาของ แบลงค์(Blank) เพิ่มขึ้น เครียร์เรนซ์(Clearance) จะเพิ่มขึ้นด้วย และสำหรับการขึ้นรูปครั้งต่อ ๆ 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 จะทำให้เกิดการย่นของโลหะขึ้นซึ่งรอยย่นเหล่านี้จะทำให้โลหะไม่สามารถที่จะไหลตัวได้ส่วนก้น บัตตอม(Bottom) ของชิ้นงานก็จะถูก พั้นช์ (Punch) ดันจนฉีกขาด ในขณะเดียวกันถ้าแรงกดของ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) มากเกินไป โลหะก็ไม่สามารถที่จะไหลอย่างสม่ำเสมอและเท่า ๆ 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 มักจะแห้งตัวเร็วหากไม่ผสมกับน้ำมันหล่อลื่นและต้องใช้หลายครั้ง หากมีการขึ้นรูปซ้ำ วอเตอร์ โซลูเบิ้ล (Water Soluble oil) ผสมกับน้ำ จะเป็นตัวหล่อลื่นที่ดีมากสำหรับการขึ้นรูปเพียงครั้งเดียว สำหรับเทคนิคในการใช้น้ำมันหล่อลื่นอยู่ในตารางที่ 6.4

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	นิยมใช้รวมกันกับการจุ่มของการขึ้นรูป

		เหล็กและทองเหลือง
พ่น	แผ่น BLANK หรือ COIL จะเคลื่อนตัวผ่านเครื่องพ่นที่ติดตั้งอยู่ทั้งด้านบนและล่างของโลหะ เพื่อที่จะพ่นน้ำมันหล่อลื่นเป็นฟิล์มบางๆ 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) ไม่สม่ำเสมอทำให้โลหะไหลตัวเข้าไปในดาย(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 หรือขนาด เกรน(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) ถึงจุดลึกสุดของการขึ้นรูปใหม่ก่อนที่ผนังด้านข้างจะไหลเข้าไปใน ดาย(Die) และถ้า รีดรอพั้นช์ (Redraw Punch) สั้นเกินไป ก็จะเกิดปรากฏการณ์เช่นกัน

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด
2. Power Point หลักการขึ้นรูปโลหะ
3. สื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

4. สื่อแผ่นภาพ

5. เว็บไซต์ออนไลน์

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่12)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน หลังจากนั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	10
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	50
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องเทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. ครูมอบหมายงาน ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น	10
รวม	120

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่13)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน	5
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง ทฤษฎีการตัด ทฤษฎีการดัด - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	50
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่อง ทฤษฎีการตัด ทฤษฎีการดัด ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	15
6. ครูมอบหมายงาน ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง ทฤษฎีการตัด ทฤษฎีการดัด	10
รวม	120

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่14)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน	5
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง ทฤษฎีการลากขึ้นรูป - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	40
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหน่วยที่6	20
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องทฤษฎีการลากขึ้นรูป ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
- ครูให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่6 (Post-test) พร้อมเฉลยแบบทดสอบและให้คะแนน	10
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. งานที่มอบหมาย ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง ทฤษฎีการลากขึ้นรูป	5

รวม	120

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่6	ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
2. แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดหน่วยที่6	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่6	เกณฑ์ผ่าน 60%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 50%

งานที่มอบหมาย

ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง หลักการขึ้นรูปโลหะ จากสื่อออนไลน์ เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการนำเสนองานกลุ่ม
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่6
3. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่6 หลักการขึ้นรูปโลหะ

เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด

2. เว็บไซต์ออนไลน์ และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

(.....) (.....)

ครูผู้สอน หัวหน้ากลุ่มนักเรียน/ตัวแทนนักเรียน

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6

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 ขึ้นรูปโดยการดัดงอนั้นมีกรรมวิธีที่แตกต่างไปจากขบวนการตัดขึ้นรูปคัตติ้ง (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

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6

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

แผนการสอน

20102-2201 แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น 2 - 0 - 2

(Basic Die)

หน่วยที่ 7 ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่7	**หน่วยที่7**
	ชื่อวิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น	เวลาเรียนรวม 36 ชั่วโมง
	ชื่อหน่วย ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม	สอนครั้งที่ 15-16-17
ชื่อเรื่อง ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม		จำนวน 6 ชั่วโมง

สาระสำคัญ/แนวคิด

อุตสาหกรรมขนาดใหญ่โรงงานผลิตรถยนต์ โรงงานผลิตเหล็ก ที่จะต้องมีการขึ้นรูปโลหะอยู่ในกระบวนการผลิต การขึ้นรูปชิ้นส่วนโลหะด้วยเครื่องปั๊มเป็นวิธีที่ได้รับความนิยม เพราะการขึ้นรูปชิ้นส่วนที่ซับซ้อนได้ง่าย ไม่ต้องตกแต่งผิวชิ้นงาน และมีขนาดเท่ากันทุกชิ้น ในการปั๊มชิ้นส่วนโลหะจากแผ่นโลหะที่มีความแข็งแรง ทนทาน ดังนั้น ชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นจากโลหะแผ่นจึงมีน้ำหนักเบา แต่มีความแข็งแรง ขั้นตอนการขึ้นโลหะแผ่นจะมีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูป ไม่ว่าจะเป็นการพับหรือการดัด การปั๊ม หรือการขึ้นรูปแบบเย็น ซึ่งจะใช้แผ่นแม่พิมพ์เป็นตัวช่วยและการใช้เครื่องปั้ม

ด้านคุณธรรม จริยธรรม บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

แสดงออกด้าน การตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความซื่อสัตย์สุจริต ความมีน้ำใจเอื้อเฟื้อแบ่งปัน ความร่วมมือ มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย ความมีกริยามารยาท และปฏิบัติตนตามกฎระเบียบสถานศึกษา

สาระการเรียนรู้

1. เครื่องปั๊ม
2. หลักการทำงานของเครื่องปั๊ม
3. การประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้รู้เครื่องปั๊ม
2. เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม
3. เพื่อให้รู้การประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายเครื่องปั๊มได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องปั๊มได้

3. ตรวจสอบการประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะได้

เนื้อหาสาระ

1. เครื่องปั๊ม

งานปั๊มโลหะ หมายถึง งานที่ใช้แม่แบบในการสร้างผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยผ่านกระบวนการตัด การเฉือน การกด การอัด หรือการขึ้นรูปให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เช่น สิ่งของที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นภาชนะเครื่องครัว เครื่องจักรในสำนักงาน เครื่องใช้ไฟฟ้า ของเด็กเล่น โคมไฟ กุญแจเครื่องทำความเย็น 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 เมื่อมีการ

ผิดพลาดใช้แรงเกินกำลังเครื่อง 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. กลไกแบบไฮดรอลิก (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 สำหรับเครื่องกดที่ให้กำลังด้วยระบบไฮดรอลิกนั้นเหมาะสำหรับงานที่ใช้ combination die และงาน deep drawing เนื่องจากเป็นกลไกที่สามารถให้แรงกดได้สูง ตั้งแต่ 20-10,000 ตัน มีช่วงชักตั้งแต่ 10-800 มิลลิเมตร โดยที่สามารถให้กำลังเต็มที่ได้ทุกระยะของช่วงชัก

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)

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 และ ตรวจเช็คความผิดพลาดของแม่พิมพ์

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 และต้อมีการนำอย่างมั่นคงโดยแผ่นรูด

8. เครื่องอัดต้องมีความเที่ยงตรงและมีกำลังอัดพอ

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชา แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด
2. Power Point ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม
3. สื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
4. สื่อแผ่นภาพ
5. เว็บไซต์ออนไลน์

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่15)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน หลังจากนั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	10
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง เครื่องปั๊ม - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	50
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องเครื่องปั๊ม ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. ครูมอบหมายงาน ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง เครื่องปั๊ม	10
รวม	120

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่16)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน	5
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องปั๊ม - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	50
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่องหลักการทำงานของเครื่องปั้ม ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	15
6. ครูมอบหมายงาน ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องปั๊ม	10
รวม	120

กิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่17)

กิจกรรม	เวลาโดยประมาณ (นาที)
1. ครูเช็คชื่อนักเรียน	5
2. ครูทักทายปราศรัยทั่วไป อบรมคุณธรรมจริยธรรม การปฏิบัติตนในการเป็นนักเรียน	5
3. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการสนทนาพูดคุย การซักถาม ดูภาพจากสื่อออนไลน์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	5
4. ขั้นการสอน - นักเรียนแบ่งกลุ่ม 2-3 คน/กลุ่ม - ครูสอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point เรื่อง การประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ - สื่อแผ่นภาพ และสื่อ VDO	40
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหน่วยที่7	20
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในประเด็นเรื่อง การประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ ไม่เกินกลุ่มละ 3-5 นาที	30
- ครูให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่7 (Post-test) พร้อมเฉลยแบบทดสอบและให้คะแนน	10
5. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา บทเรียน และครูเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหา	10
6. งานที่มอบหมาย ให้อ่านเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง การประกอบติดตั้งและทดลองปั๊มแม่พิมพ์โลหะ	5
รวม	120

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล (ใช้เครื่องมือ)	**การประเมินผล** (นำผลเทียบกับเกณฑ์และแปลความหมาย)
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่7	ไว้เปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน
2. แบบสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงานกลุ่ม	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดหน่วยที่7	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่7	เกณฑ์ผ่าน 60%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	เกณฑ์ผ่าน 50%

งานที่มอบหมาย

ค้นคว้าเนื้อหา เรื่อง ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม จากสื่อออนไลน์ เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ผลการนำเสนองานกลุ่ม
2. แบบฝึกหัดหน่วยที่7
3. คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) หน่วยที่7 ชนิดและหลักการทำงานของเครื่องปั๊ม

เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนวิชาแม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น (Basic Die) รหัสวิชา 20102-2201 บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด

2. เว็บไซต์ออนไลน์ และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มนักเรียน/ตัวแทนนักเรียน

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 7

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. จงอธิบายกรรมวิธีงานปั้ม 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) การ ปั๊มจม (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 ตรวจเช็คความผิดพลาดของ แม่พิมพ์

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 7

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