

บทที่ 2

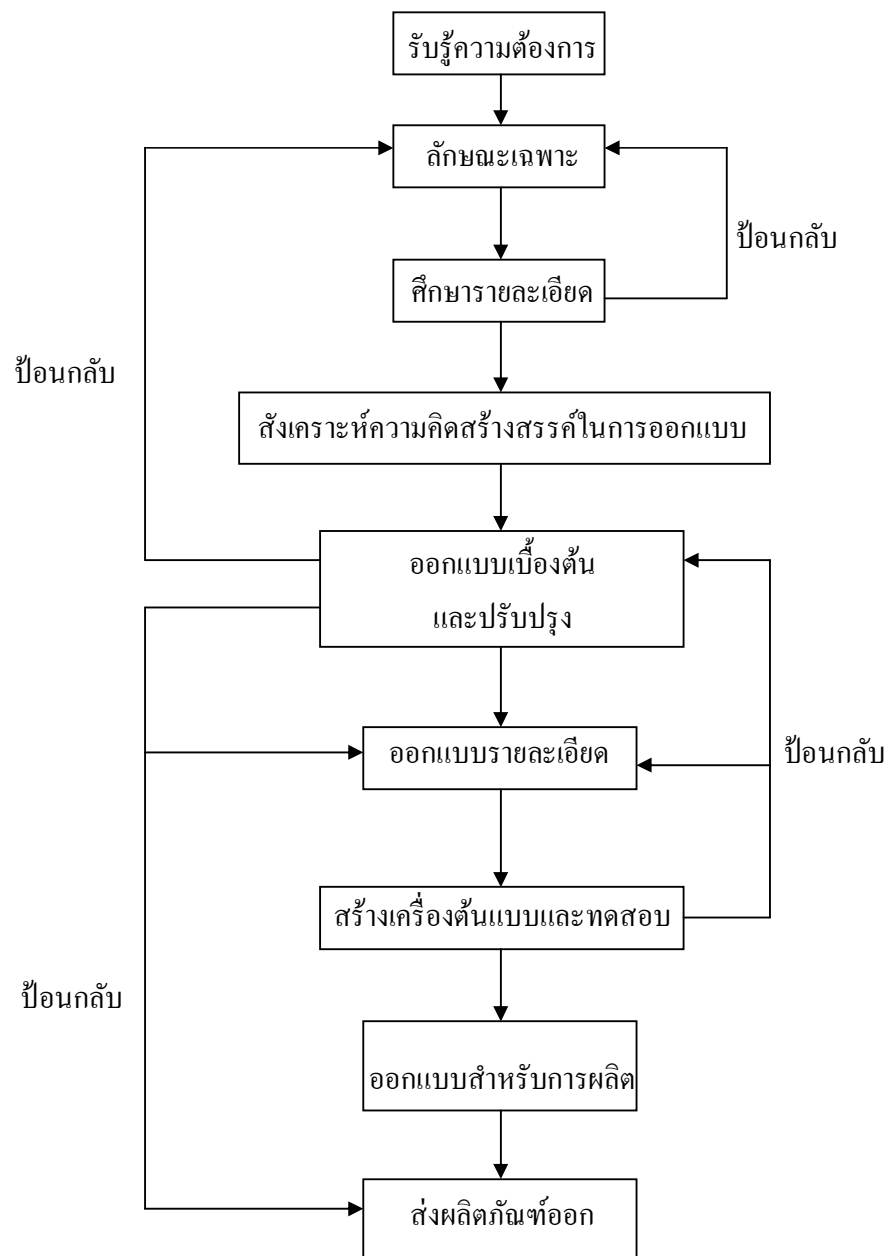
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

เครื่องจักรกลเป็นส่วนประกอบของชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ต่ออยู่ด้วยกัน เคลื่อนที่สัมพันธ์กัน และ ส่งแรงจากแหล่งต้นกำลังเพื่อเอาชนะความต้านทานต่าง ๆ ของเครื่องจักรกลและใช้ทำงานได้ ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลโดยทั่วไปจะเป็นชิ้นส่วนเกร็ง ข้อต่อที่ใช้จะต้องเลือกและจัดให้ทำงานสัมพันธ์กันโดยอาจเปลี่ยนพลังงานรูปอื่นให้อยู่ในรูปพลังงานกล หรืออาจรับพลังงานกลจากแหล่งภายนอก ส่งเข้ามาและเปลี่ยนแปลงให้ทำงานได้ในลักษณะที่ต้องการ การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเกี่ยวข้องกับการออกแบบรูปร่าง พื้นฐานทางด้านการคำนวณ และหลักการเลือกใช้วัสดุสำหรับทำชิ้นส่วนตามความเหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรกล และกับชิ้นงานในลักษณะต่าง ๆ กัน การออกแบบเครื่องจักรกลเป็นศิลปะของการพัฒนาทางด้านความคิดใหม่ๆ ทางด้านเครื่องจักรกล แล้วแสดงความคิดนั้นลงบนกระดาษในรูปของแบบเครื่องจักรกลใหม่ ๆ จะเกิดขึ้นได้ ก็เพราะความต้องการในการใช้งาน และเกิดจากมโนภาพที่ได้จากบุคคลหลายฝ่าย เช่น ผู้ใช้เครื่องจักรกล ผู้ผลิตเครื่องจักรกล ดังนั้นด้วยผลจากความคิดเห็นต่างๆ ทำให้เกิดการคิดเปลี่ยนแปลงปรับปรุงเครื่องจักรกลอยู่ตลอดเวลา และค้นพบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมาก จนกระทั่งพบวิธีที่ดีที่สุด สิ่งหนึ่งที่จะขาดเสียมิได้ก็คือศิลปะในการออกแบบ ผู้ออกแบบที่ดีควรมีศิลปะในการออกแบบด้วย ศิลปะการออกแบบอาจอธิบายได้ดังนี้คือ “ผู้ออกแบบใช้ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์สร้างแบบที่สามารถผลิตได้โดยวิธีการทางวิศวกรรมซึ่งไม่เพียงแต่จะทำงานได้เท่านั้น แต่จะต้องผลิตได้โดยวิธีที่ประหยัดที่สุดและทำงานได้ดีมีประสิทธิภาพที่สุด” (วริทธิ์และชาญ : 2537)

2.2 ขั้นตอนของการออกแบบ

การออกแบบเป็นกระบวนการที่น่าสนใจมากกว่าควรจะเริ่มต้นอย่างไร ควรจะเริ่มต้นจากกระดาษเปล่าแผ่นหนึ่ง แล้วเริ่มลงมือแสดงความคิดเห็นลงไป ต่อไปจะเกิดอะไรขึ้น มีอะไรบ้างที่เป็นตัวควบคุมหรือมีผลต่อการตัดสินใจ และสุดท้ายงานออกแบบจะสิ้นสุดลงที่ใด ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบทั่วไปซึ่งงานบางประเภทอาจไม่เป็นไปตามขั้นตอนดังกล่าวนี้ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบและกรรมวิธีในการออกแบบ(วริทธิ์และชาญ : 2537)



รูปที่ 2.1 แผนภาพของการออกแบบที่มีวงป้อนกลับ
ที่มา : (วรวิทย์ อิงภากร และ ชาญ ถนังงาน, 2537 , หน้า 14)

2.2.1 ในการออกแบบนั้นอาจเริ่มขึ้นจากการที่วิศวกรได้รับความรู้และความต้องการและตัดสินใจที่จะทำอะไรบางอย่างบ้างอย่างขึ้น หรืออาจได้รับข้อมูลจากลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้มีการออกแบบขึ้นได้ การแข่งขันทางด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม ทำให้เกิดความต้องการในการออกแบบอุปกรณ์กระบวนการ และเครื่องจักรกลใหม่ ๆ สิ่งสำคัญก็คือ ต้องยอมรับรู้ว่าเกิดความต้องการขึ้นแล้ว ใช้ประสบการณ์พื้นฐานที่มีอยู่ทำความเข้าใจกับความต้องการนั้นให้ถ่องแท้

2.2.2 การศึกษาลักษณะจำเพาะ รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจประกอบไปด้วย คุณสมบัติ ขนาด ราคา จำนวนที่ต้องการผลิต อายุการใช้งาน อุณหภูมิใช้งาน ความเชื่อถือได้ และสิ่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้างเช่น น้ำหนัก ขนาดต่าง ๆ พร้อมทั้งบางสิ่งบางอย่างที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการออกแบบ เช่น กรรมวิธีการผลิต ความชำนาญช่างและการแข่งขันทางด้านตลาด เป็นต้น

2.2.3 ศึกษารายละเอียด เมื่อผู้ออกแบบได้ศึกษาลักษณะจำเพาะต่าง ๆ แล้วขั้นต่อไปก็คือการศึกษารายละเอียด ทั้งนี้เพื่อแยกแยะสิ่งที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายหรือความล้มเหลว ทั้งทางด้านเทคนิค และทางด้านเศรษฐศาสตร์

2.2.4 สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เพราะถ้าไม่มีขีดจำกัดอันใดแล้ว ผู้ออกแบบจะทำหน้าที่เป็นวิศวกร นักประดิษฐ์และจิตรกรในเวลาเดียวกัน โดยการสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบนี้จะต้องสังเคราะห์ความคิดใหม่กับความคิดเก่าเพื่อให้เกิดความคิดใหม่ขึ้น

2.2.5 ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง หลังจากผ่านกระบวนการสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบแล้ว อาจจะมีวิธีการออกแบบที่เหมาะสมกับลักษณะจำเพาะและความต้องการหลายวิธี จึงจำเป็นต้องเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นแบบเบื้องต้นและปรับปรุงต่อไป

2.2.6 ออกแบบรายละเอียด การออกแบบรายละเอียดเกี่ยวข้องกับขนาดจริงและขนาดของส่วนประกอบอื่น ๆ ทั้งหมดที่ผลิตขึ้นเองหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จที่จะซื้อมาใช้ ซึ่งจะประกอบเข้าด้วยกันทั้งหมดเป็นระบบ ดังนั้นจะต้องมีแบบรายละเอียดของอุปกรณ์ทุกชิ้น

2.2.7 สร้างเครื่องต้นแบบและทดสอบ หลังจากที่ได้มีการศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของแบบสมบูรณ์แล้ว จึงทำการสร้างเครื่องต้นแบบขึ้นเพื่อทำการประเมินและทำการทดสอบเครื่องต้นแบบ ซึ่งในขั้นตอนนี้ อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงขึ้นส่วนบางชิ้นและทำการทดสอบซ้ำจนกระทั่งผู้ออกแบบมีความพอใจในเครื่องมือและเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้น

2.2.8 ออกแบบสำหรับการผลิต ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงบางอย่างเพื่อความเหมาะสมของวิธีการผลิตที่ดีที่สุด เนื่องจากการผลิตชิ้นงานน้อยกับชิ้นงานมาก อาจต้องใช้วิธีการผลิตที่แตกต่างกัน จึงต้องหาวิธีการผลิตที่ประหยัดที่สุด โดยการพิจารณาจากหลักเศรษฐศาสตร์

2.2.9 ส่งออกผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนนี้มักจะผลิตชิ้นงานต้นแบบแล้วทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ถ้ามีปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ก็ต้องส่งกลับไปยังแผนกที่ทำการออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง หรืออาจเสนอข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาหรือการปรับปรุงไปด้วย

2.3 ระบบไฮดรอลิกส์

อุปกรณ์ไฮดรอลิกส์ที่นำมาใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย โดยทั่วไปที่วิศวกรหรือช่างเทคนิคเกี่ยวข้องจะมีอยู่ 3 ประการ คือ

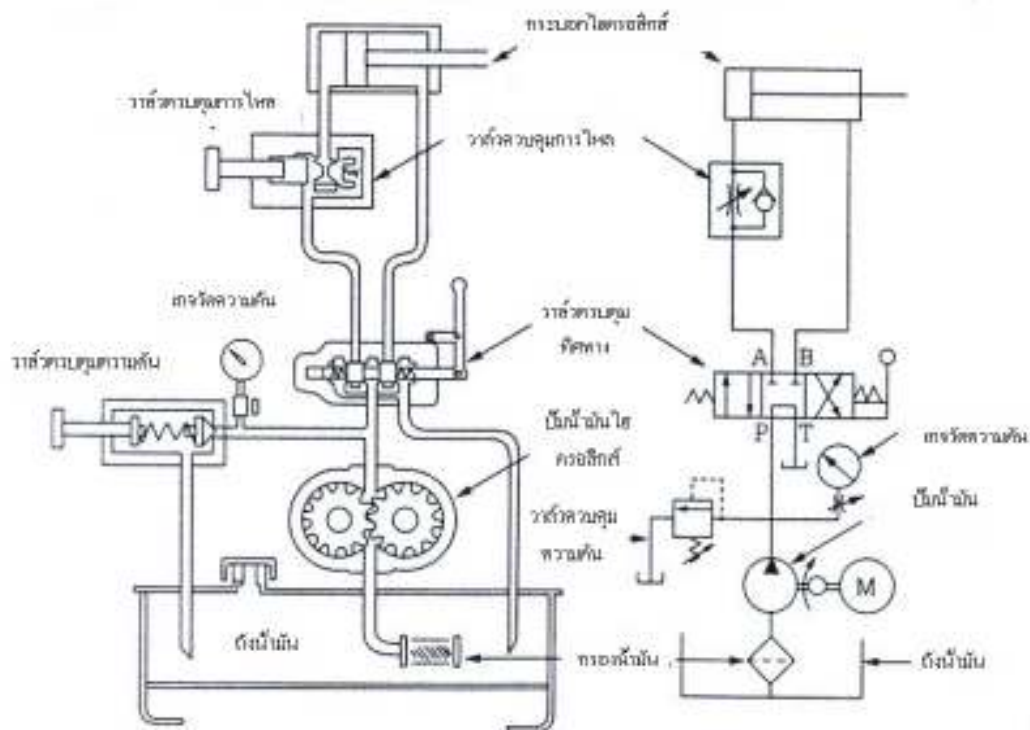
1. การซ่อมบำรุง
2. การสร้างเครื่องจักรจากการลอกแบบของต่างประเทศ
3. การออกแบบวงจรและสร้างเครื่องจักรเองทั้งหมด

งานทั้ง 3 ประการ แบ่งออกได้ 2 ส่วนคือ

1. งานโครงสร้างเครื่องจักร
2. งานเกี่ยวกับระบบไฮดรอลิกส์

ในระบบไฮดรอลิกส์ พลังงานกลที่เกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้า จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานไฮดรอลิกส์ และพลังงานไฮดรอลิกส์นี้ จะถูกนำไปใช้งาน เช่น ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ หลังจากนั้นก็จะถูกเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกลอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งพลังงานไฮดรอลิกส์นี้เกิดจากผลผลิตของความดันและปริมาตรการไหลของน้ำมัน ในระบบไฮดรอลิกส์นี้ จะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่สำคัญดังต่อไปนี้ คือ ชุดต้นกำลัง (Power unit) วาล์วควบคุมความดัน (Pressure control valve) วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของน้ำมัน (Directional control valve) วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมัน (Flow control valve) อุปกรณ์ทำงาน (Actuator) ระบบท่อทาง (Piping system) และอุปกรณ์อื่น ๆ (accessories) ซึ่ง ฅรงศ์ ตันชีวะวงศ์ (2544, หน้า 216) ได้อธิบายการนำเอาระบบไฮดรอลิกส์ไปใช้งานกับเครื่องจักรจะต้องนำเอาอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้มาต่อรวมกันเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เรียกว่าวงจรไฮดรอลิกส์ การนำเอาวงจรไฮดรอลิกส์ไปใช้งานนั้นมีอยู่หลายรูปแบบด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ว่าต้องการลักษณะการทำงานเป็นแบบใด ถ้าเป็นการทำงานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนวงจรที่ใช้จะ

เป็นแบบธรรมดา แต่บางครั้งอาจนำวงจรต่าง ๆ มารวมกันเพื่อควบคุมการทำงานที่ซับซ้อน ซึ่งอยู่กับการพิจารณาเลือกใช้วงจรให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน



รูปที่ 2.2 วงจรควบคุมระบบไฮดรอลิกส์
ที่มา : (ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์, 2544, หน้า 216)

2.3.1 ถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Tank)

ทำหน้าที่ในการเก็บและพักน้ำมันไฮดรอลิกส์ ซึ่งภายในถังจะมีระบบการกรองเพื่อทำหน้าที่ในการขจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ เช่น เศษผงของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์ ฟุ่น หรือ ตะกอนอื่น ๆ รวมถึงเป็นที่ระบายความร้อนและกำจัดฟองอากาศให้กับน้ำมันไฮดรอลิกส์อีกด้วย การออกแบบขนาดของถังน้ำมันไฮดรอลิกส์นั้น ควรเผื่อขนาดของถังน้ำมันไว้เป็นพื้นที่ว่างด้านบนของถังประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรของถัง เพื่อให้ฟองอากาศที่ผสมอยู่ในน้ำมันลอยขึ้นมาอยู่ในบริเวณช่องว่างที่เว้นไว้ โดยท่อไหลกลับของน้ำมันควรจะอยู่สูงจากด้านล่างของถังประมาณ 2 นิ้ว

2.3.2 ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Pumps)

ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Pump) ทำหน้าที่ในการสร้างอัตราการไหล โดยการดูดน้ำมันไฮดรอลิกส์จากถังพักน้ำมันเข้าไปในระบบโดยผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ เช่น กรองน้ำมันไฮดรอลิกส์ วาล์วควบคุมทิศทาง กระบอกไฮดรอลิกส์ เป็นต้น ซึ่งปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์นี้สามารถแยกออกเป็น 3 ชนิดด้วยกัน คือ เกียร์ปั๊ม (Gear Pump) เวนปั๊ม (Vane Pump) และ ปั๊มลูกสูบ (Piston Pump)

2.3.3 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Cylinders)

กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนกำลังไฮดรอลิกส์ให้เป็นกำลังทางกล (Mechanical Power) ในรูปแบบการเคลื่อนที่ในทิศทางตรง หรือในรูปของการหมุน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

- 1) กระบอกสูบชนิดสองทิศทาง มีก้านสูบเดี่ยววิ่งเข้าและออกภายในกระบอกสูบ
(Double Acting , Single Rod Cylinder)
- 2) กระบอกสูบแบบสองทิศทาง แต่มีก้านสูบสองข้างต่อออกจากลูกสูบตรงกลางตัวเดียว
(Double Rod Cylinder)
- 3) กระบอกสูบแบบสองทิศทาง มีลูกสูบตั้งแต่สองลูกขึ้นไป แต่มีก้านสูบเพียงก้านเดียวสำหรับใช้งาน (Tandem Cylinder)
- 4) กระบอกสูบแบบสองทิศทางแต่ก้านสูบไม่ต่อกัน (Duplex Cylinder)

2.3.4 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Motors)

มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานของไหล ให้เป็นพลังงานกลในแนวหมุน เพื่อให้เกิดแรงบิด (Torque) และ อัตราการไหล (Flow Rate) แบ่งออกได้ 3 แบบ ดังนี้ มอเตอร์ไฮดรอลิกส์แบบเฟือง (Gear Motors) มอเตอร์ไฮดรอลิกส์แบบเวน (Vane Motor) และมอเตอร์ไฮดรอลิกส์แบบลูกสูบ (Piston Motors)

2.4 การออกแบบและการสร้างแม่พิมพ์

2.4.1 การออกแบบแม่พิมพ์

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ใดๆ ก็ตามที่มีจำนวนมาก จำเป็นต้องอาศัยแม่พิมพ์ที่สามารถครอบคลุมถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ได้ทั้ง รูปทรง ขนาด น้ำหนัก ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ ซึ่งลักษณะของกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันจะส่งผลโดยตรงมาจากแม่พิมพ์ที่นำมาใช้งาน ดังนั้น การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งต้องยึดหลักการที่ว่า

- แม่พิมพ์คุณภาพดี ผลผลิตที่ดีย่อมเกิดขึ้น
- แม่พิมพ์ผลิตชิ้นงานออกมาได้เร็ว ผลตอบแทนจากการลงทุนจะคืนกลับมาโดยเร็ว
- แม่พิมพ์มีราคาที่เหมาะสม ย่อมส่งผลให้ได้เปรียบทางธุรกิจ

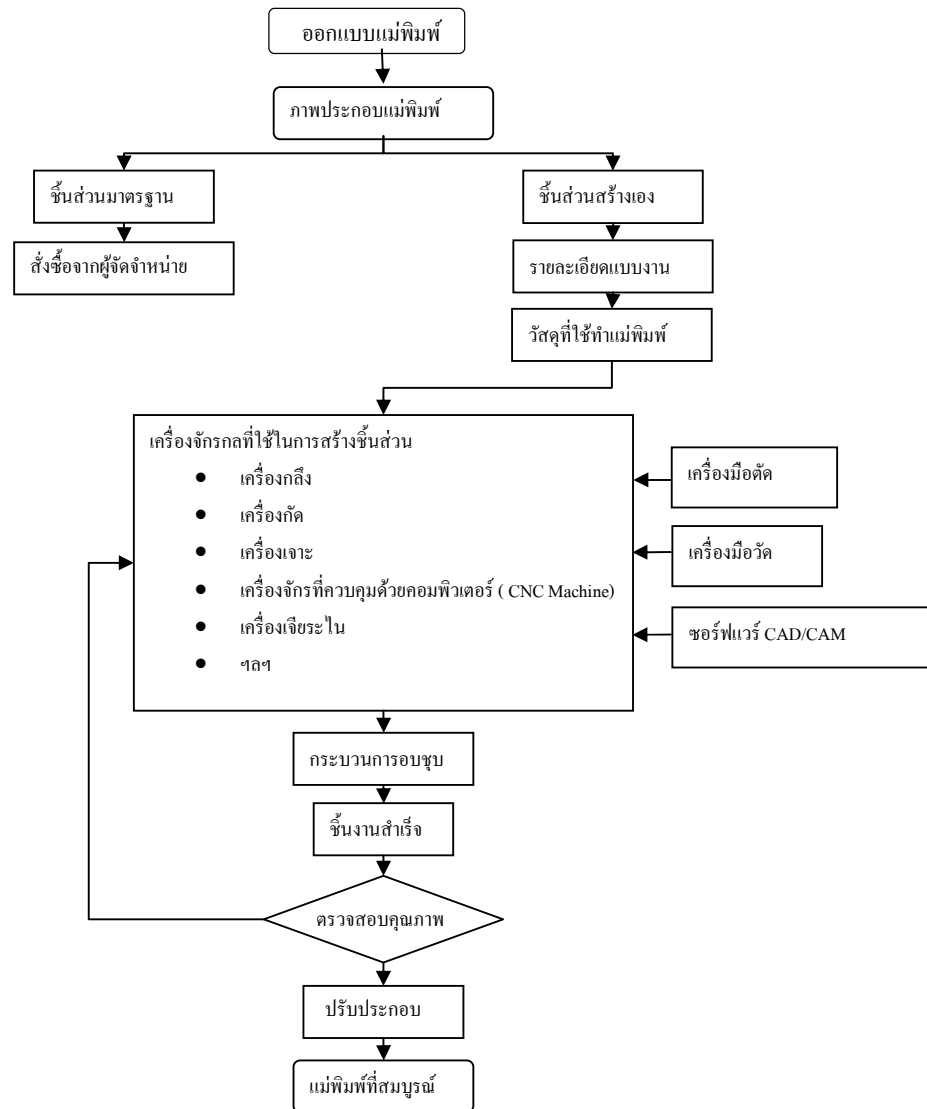
ดังนั้นพอสรุปได้ว่า การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ต้องคำนึงถึง คุณภาพ การส่งมอบและราคาที่เหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยหลักของอุตสาหกรรมนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทั้ง 3 ประการข้างต้น การออกแบบแม่พิมพ์ที่ดีจึงควรพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- (1) มาตรฐานการออกแบบ ซึ่งในการออกแบบแต่ละครั้ง จำเป็นต้องมีมาตรฐานที่ดีโดยการกำหนดกฎเกณฑ์ต่างๆ นั้นสามารถกระทำได้โดย ผู้ผลิตแม่พิมพ์เองหรือเป็นมาตรฐานที่ถูกคำกำหนดให้
- (2) เลือกใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดเวลาในการออกแบบ
- (3) สามารถนำแม่พิมพ์ไปใช้ในการผลิตได้โดย ไม่มีอุปสรรคใดๆ เกิดขึ้น
- (4) เลือกวัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ได้อย่างเหมาะสมกับปริมาณการผลิต เพื่อลดต้นทุนในการทำแม่พิมพ์
- (5) ลดความสลับซับซ้อน ในการทำงานของแม่พิมพ์ เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการซ่อมบำรุง เมื่อเกิดความเสียหายระหว่างกระบวนการผลิต

ในปัจจุบันการออกแบบแม่พิมพ์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยให้การออกแบบมีความแม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในหน่วยความจำของระบบคอมพิวเตอร์ได้เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการวิเคราะห์ความถูกต้องของการออกแบบไว้อย่างมากมาย ทำให้ลดระยะเวลาการทำงานขั้นตอนนี้เป็นอย่างมาก แต่การออกแบบจะให้สมบูรณ์ได้นั้น บุคลากรที่ทำงานด้านนี้ต้องมีความสามารถในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแม่พิมพ์มาก่อน เพื่อนำประสบการณ์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในระหว่างการผลิตต่อไป

2.4.2 การสร้างแม่พิมพ์

การสร้างแม่พิมพ์มีลำดับขั้นตอนของการดำเนินงานดังนี้



รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์

ที่มา : (สถาบันไทย-เยอรมัน, 2547, หน้า 2-14)

2.5 วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์และเครื่องมือสำหรับงานแม่พิมพ์คือเหล็ก โดยเหล็กที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์จะอยู่ในกลุ่มของเหล็กกล้าเครื่องมือ ซึ่งเหล็กกล้าเครื่องมือจัดเป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนและธาตุผสมอื่นๆในปริมาณสูง เพื่อให้มีความสามารถในการชุบแข็งสูงเหมาะสำหรับการปรับปรุงคุณสมบัติด้านทานการสึกหรอ คุณสมบัติที่สำคัญของเหล็กกล้าเครื่องมือ ได้แก่

(1) ความสามารถในการชุบแข็ง (Harden ability) คือคุณสมบัติที่เหล็กกล้าที่บ่งถึงความยากง่ายในการชุบแข็งและความลึกของเหล็กที่แข็งขึ้นจากการชุบแข็ง คุณสมบัตินี้จะขึ้นอยู่กับส่วนผสมทางเคมีและขนาดของเกรนของเหล็กกล้า โดยเหล็กกล้าที่มีความสามารถในการชุบแข็งสูง จะสามารถทำการชุบแข็งได้ง่ายด้วยลม แต่ถ้าเหล็กกล้าที่มีความสามารถในการชุบแข็งต่ำ การชุบแข็งด้วยลมจะไม่สามารถทำให้ได้เฟสมาร์เทนไซต์ จึงอาจต้องทำการชุบแข็งด้วยน้ำหรือของเหลวอื่น ซึ่งจะมีผลต่อการบิดตัวของชิ้นงานที่ทำการชุบ คุณสมบัตินี้เพิ่มขึ้นตามปริมาณธาตุผสม ดังนั้นการทำให้ได้ชิ้นงานที่มีความแข็งสูงตลอดชิ้น หรือสามารถชุบแข็งได้ลึก จึงควรเลือกใช้เหล็กกล้าที่มีธาตุผสมสูง โดยโคบอลต์เป็นเพียงธาตุเดียวที่ลดคุณสมบัตินี้

(2) ความเหนียว (Toughness) คือ ความสามารถในการรับพลังงานของวัสดุก่อนที่จะเกิดการแตกหัก เหล็กกล้าเครื่องมือที่ถือว่ามีความสมบัติด้านความเหนียวที่ดี คือ กลุ่มที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ หรือปานกลาง คุณสมบัตินี้จำเป็นสำหรับการใช้งานในสภาวะที่ต้องรับแรงกระแทก

(3) ความทนต่อการเสียดสี (Wear resistance) คือ ความสามารถทนต่อการถูกขัดสี ซึ่งรวมถึงการเสียดสีของคมตัดด้วย คุณสมบัตินี้จะเกี่ยวข้องกับความแข็งของเหล็ก และปริมาณคาร์ไบด์ที่ไม่ละลาย (คาร์ไบด์ที่ไม่ละลายตัว เมื่อมีการใช้งานในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง) โดยหากเหล็กกล้าเครื่องมือมีความแข็งสูงก็จะทนการเสียดสีได้ดี หรือหากมีคาร์ไบด์ที่ไม่ละลาย (แม้อุณหภูมิสูง) ก็จะทำให้ทนการเสียดสีได้ดีขึ้นเช่นกัน เนื่องจากคาร์ไบด์จะมีความแข็งสูง

(4) การรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง (Red-hardness) เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือที่ต้องได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงกว่า 480 °C โดยธาตุผสมที่ทำให้เกิดคาร์ไบด์ที่เสถียรจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัตินี้ ซึ่งจะทำให้เหล็กกล้าเครื่องมือไม่อ่อนลง (ความแข็งลดลง) อันเนื่องมาจากผลของความร้อนในขณะที่ใช้งานที่อุณหภูมิสูง หรือในขณะที่ทำการอบคืนตัว (Tempering)

(5) ความสามารถในการตัดเฉือน (Machinability) คือ ความสามารถของโลหะที่ถูกตัดเฉือน ตกแต่งได้ง่าย และมีผิวที่เรียบภายหลังการตัดเฉือน

(6) ความต้านทานการสูญเสียคาร์บอน (Resistance to decarburization) การสูญเสียคาร์บอนซึ่งจะเกิดเมื่ออบเหล็กที่อุณหภูมิสูงกว่า 700 °C (1300°F) เป็นผลให้ความแข็งที่ได้ภายหลัง

การชุบแข็ง ต่ำลง เหล็กกล้าเครื่องมือที่มีคุณสมบัตินี้ต่ำจะต้องมีวิธีป้องกัน/ควบคุมบรรยากาศในการอบชุบความร้อนเพื่อไม่ให้ชิ้นงานสูญเสียคาร์บอน โดยเฉพาะที่ผิว สำหรับเหล็กกล้าเครื่องมือที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสมหลักจะสามารถต้านทานการสูญเสียคาร์บอนได้ดี

(7) การไม่เปลี่ยนรูปร่างหรือขนาด (Non deformation properties) คุณสมบัตินี้สัมพันธ์กับความสามารถในการชุบแข็ง โดยทั่วไปเหล็กกล้าที่สามารถชุบแข็งได้ด้วยลมจะมีการบิดตัวน้อยที่สุด เหล็กกล้าที่ทำการชุบแข็งด้วยน้ำมันทำให้เกิดการบิดตัวปานกลาง และเหล็กกล้าที่ทำการชุบแข็งด้วยน้ำทำให้เกิดการบิดตัวสูงที่สุด ดังนั้นในการออกแบบเลือกเหล็กกล้าเครื่องมือจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติด้านนี้ด้วย

2.6 กระถางหรือภาชนะปลูก

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้ให้ความหมายของกระถางไว้ว่า กระถางหมายถึงภาชนะปากกว้าง มีรูปร่างต่าง ๆ สำหรับปลูกต้นไม้หรือใส่ต้นไม้และอื่น ๆ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Pot ซึ่งให้คำจำกัดความไว้ว่า ภาชนะทำด้วยดิน (Clay) หรือพลาสติกแข็ง (Hard Plastic) มีรูที่ก้นเพื่อระบายน้ำส่วนเกินออกไป ใช้สำหรับปลูกต้นไม้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระถางตั้งแต่ $1\frac{3}{4}$ – 14 นิ้ว ส่วนความสูงนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของปากกระถาง อาจมีความสูงเท่ากับ ความกว้างของปากกระถาง หรือมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของชนิดและความสูงของพืชที่ปลูก

2.1.1 วัตถุประสงค์ในการใช้ประโยชน์จากกระถางมีสามประการ คือ

1) กระถางที่ใช้สำหรับปลูกต้นไม้โดยตรง อาจทำจากดิน พลาสติก เซรามิก กระดาษ หรือวัสดุอื่น ๆ ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายได้ อาจมีลักษณะเป็นกระบะที่สร้างขึ้นถาวรติดกับตัวบ้านอาคารสถานที่สำหรับปลูกต้นไม้โดยเฉพาะ



รูปที่ 2.4 กระถางพลาสติก

2) ภาชนะที่ใช้สำหรับตกแต่ง เป็นภาชนะที่ใช้สวมหรือครอบหรือรองรับ ภาชนะที่ใส่ปลูกลงในอีกชั้นหนึ่ง ภาชนะสำหรับตกแต่งนี้ อาจมีรูปร่างที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของสถานที่ที่ตั้งประดับ ภาชนะชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องเจาะรูที่ก้นภาชนะ แต่ควรมีภาชนะรองรับน้ำวางรองไว้ที่ก้นภาชนะเสมอเพื่อหลีกเลี่ยงมิให้เปียกน้ำ จะช่วยให้ภาชนะมีอายุใช้งานได้นานยิ่งขึ้น

3) ภาชนะที่ใช้สำหรับปลูกและตกแต่ง ภาชนะชนิดนี้เป็นภาชนะเอนกประสงค์ ส่วนใหญ่ทำมาจากพลาสติก ดินเผา หรือเซรามิก มีการเจาะรูที่ด้านล่างของภาชนะและมีจานหรือถาดรองที่เข้าชุดกัน สำหรับรองรับน้ำส่วนเกินมิให้รั่วไหลออกมา



รูปที่ 2.5 ภาชนะดินเผา

2.1.2 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของภาชนะปลูก

การปลูกลงในไม้ให้เจริญเติบโตนั้น ควรเลือกภาชนะเพาะปลูกให้เหมาะสมกับความต้องการของพันธุ์พืชหรือพันธุ์ไม้นั้น ๆ โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1) การระบายน้ำ ภาชนะที่มีรูพรุนหรือมีการระบายน้ำที่ดี จึงทำให้รากพืชได้รับออกซิเจนได้อย่างเพียงพอ ซึ่งจะช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น เช่น ภาชนะที่มีรูโดยรอบภาชนะ จะเหมาะสำหรับการปลูกกล้วยไม้ ซึ่งเป็นพืชที่มีระบบรากระบายอากาศ ส่วนภาชนะที่มีรูเฉพาะที่ก้นของภาชนะ มักจะใช้ในการปลูกลงในไม้ทั่ว ๆ ไปที่ระบบรากไม่ต้องการแสง



รูปที่ 2.6 กระถางดินเผาที่มีระบายน้ำโดยรอบ

2) การรักษาความชื้น โดยทั่วไปความชื้นระหว่างผิวภายนอกและภายในของกระถางไม่ควรมีความแตกต่างกันมากนัก เพราะจะมีผลต่ออุณหภูมิของวัสดุปลูก กระถางที่สามารถรักษาความชื้นได้เหมาะสม รากของพืชจะสามารถแผ่กระจายได้ทั่วกระถาง ในกรณีที่น้ำมากเกินไป น้ำก็จะสามารถระบายออกทางรูของก้นกระถางได้

3) รูปทรงของกระถาง กระถางหรือภาชนะมีรูปทรงหลายรูปแบบและหลายขนาด ดังนั้นจึงควรเลือกให้เหมาะสมกับขนาดของทรงพุ่มต้นไม้และสภาพแวดล้อม เช่น กระถางทรงกลมเตี้ย เหมาะสำหรับพืชประเภททรงต้นห้อยย้อยปรกกระถางหรือไม้กิ่งเลื้อย กระถางทรงปากกว้างใบใหญ่ เหมาะกับไม้พุ่มที่มีการแตกกอหรือมีทรงต้นขนาดใหญ่ เป็นต้น

4) สีของกระถาง สีของกระถางนี้จะมีผลต่ออุณหภูมิของวัสดุปลูก เช่น สีดำจะทำให้อุณหภูมิของวัสดุปลูกสูงกว่าสีอื่น ๆ แต่ถ้าเป็นสีอิฐหรือสีน้ำตาล ก็จะทำให้อุณหภูมิของวัสดุปลูกต่ำกว่าสีดำ เป็นต้น

5) อายุการใช้งาน ความทนทานของวัสดุปลูกเป็นอีกข้อที่ควรพิจารณาเพราะกระถางบางชนิดสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือกระถางบางชนิดสามารถปลูกลงในดินได้เลย ซึ่งก็จะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน

6) การทำความสะอาด กระถางที่ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานาน อาจจะมีคราบตะไคร่น้ำ ทำให้สกปรกและดูไม่เหมาะสมในการนำไปวางไว้ในบางสถานที่ ดังนั้นการทำความสะอาดกระถางจึงต้องพิจารณาคำแนะนำและสถานที่ที่วางกระถางด้วย

7) ความต้องการของพันธุ์ไม้ ควรเลือกกระถางให้เหมาะสมกับพันธุ์ไม้ เนื่องจากพืชบางชนิดมีลักษณะและความต้องการน้ำและความชื้นแตกต่างกัน เช่น พันธุ์ไม้ที่ต้องการความชื้นสูงควรเลือกกระถางที่เก็บรักษาความชื้นได้ดี ส่วนพันธุ์ไม้ที่ไม่ต้องการน้ำมาก ก็ควรเลือกกระถางที่มีการถ่ายเทของอากาศและการระบายน้ำที่ดี เพราะไม่เช่นนั้นรากของพืชนั้นอาจเน่าเปื่อยได้ เป็นต้น

8) วัสดุที่ใช้ผลิตภาชนะปลูก วัสดุที่ใช้ปลูกควรพิจารณาว่ามีความเป็นกรด เป็นด่างหรือไม่ เพราะอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น