บทที่ 2

โครงงานการออกแบบและวางแผนการผลิตแม่พิมพ์ฉีดหวีพลาสติก

2.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล
2. กำหนดเงื่อนไขในการออกแบบ
3. ออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
4. เขียนแบบและตรวจสอบความถูกต้อง
5. วางแผนการผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
6. เขียนโปรแกรม CAM สำหรับเครื่อง Machining Center (MC)
7. สรุปและจัดทำรายงาน

2.2 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

2.2.1 ชนิดของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

แม่พิมพ์ฉีดเป็นแม่พิมพ์ที่มีการนำมาใช้ในการผลิตชิ้นงานพลาสติกกันอย่างแพร่หลาย และในปัจจุบันมีการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องฉีดพลาสติกและแม่พิมพ์ให้สามารถฉีดชิ้นงานพลาสติกให้ดียิ่งขึ้น ทำให้ขอบเขตการใช้งานของแม่พิมพ์ฉีดกว้างขวางยิ่งขึ้น การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดมักจะพิจารณาจากลักษณะรูปร่างของชิ้นงานเป็นหลัก ซึ่งลักษณะรูปร่างของชิ้นงานสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ดังนี้

ก. ชิ้นงานที่ปราศจากร่องหรือบ่า เช่น ชาม หวี เป็นต้น

ข. ชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านนอก เช่น เกลียวตัวผู้ หลอดด้าย เป็นต้น

ค. ชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านใน เช่น ฝาเกลียว เป็นต้น

ง. ชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านนอกและด้านใน

จากลักษณะของชิ้นงานดังกล่าว ทำให้มีการออกแบบแม่พิมพ์ฉีด ชนิดต่าง ๆ กัน เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างตามที่ต้องการได้

ชนิดของแม่พิมพ์แบ่งออกดังนี้

1. แม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่น (Two – plate injection mold)
2. แม่พิมพ์ฉีดแบบแยกด้านข้าง (Split mold)
3. แม่พิมพ์ฉีดแบบคลายเกลียว (Unscrewing mold)
4. แม่พิมพ์ฉีดแบบสามแผ่น (Tree plate mold)

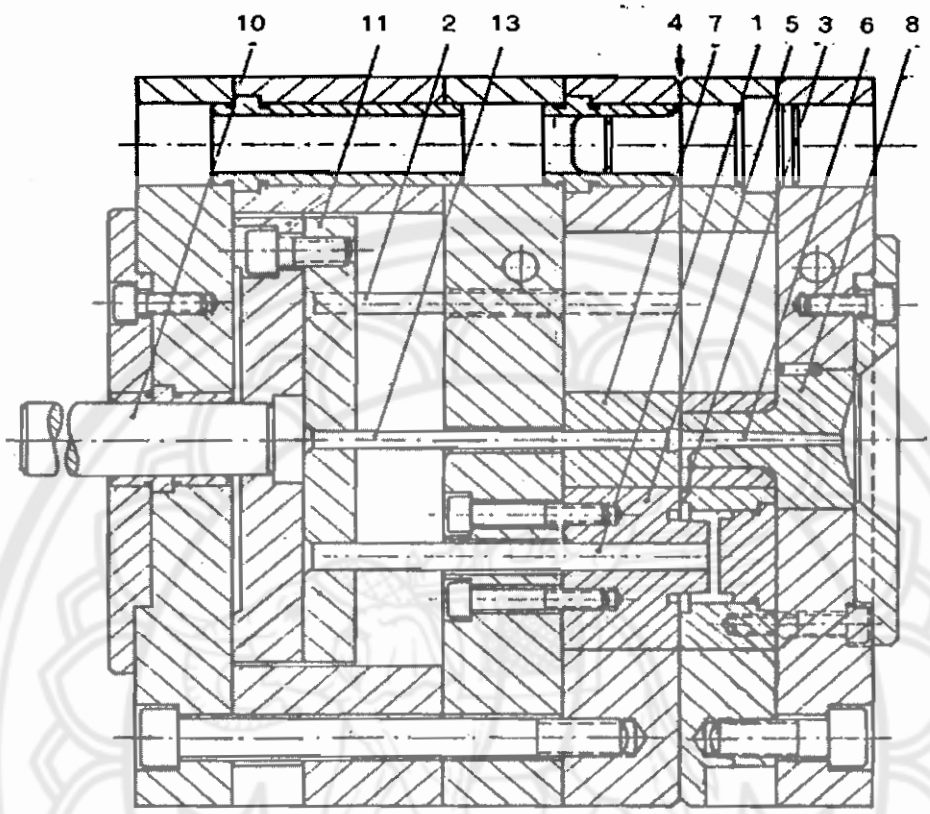
5. แม่พิมพ์ฉีดแบบรูวิ่งร้อน (Hot – runner injection molds)

6. แม่พิมพ์ฉีดแบบชั้น (Stack mold)

เนื่องจากในโครงงานนี้เป็นการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่น ในที่นี้จึงอธิบายรายละเอียดเฉพาะแบบนี้เท่านั้น

2.2.2 หลักการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่น (Two – plate injection mold)

แม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่น (Two – plate injection mold) เป็นแม่พิมพ์แบบง่าย ๆ ที่ใช้ผลิตชิ้นงานที่ปราศจากร่อง หรือ บ่า ลักษณะของแม่พิมพ์แบบนี้จะมีเส้นแบ่งส่วนแม่พิมพ์ เพียงเส้นเดียว หรือมีช่องเปิดสำหรับปลดชิ้นงาน แกนรูวิ่ง และแกนรูฉีดเพียงช่องเดียวเท่านั้น ดังรูปที่ 2.1 จากรูปแสดงลักษณะของแม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่นซึ่งออกแบบให้มีรูเข้าแบบเข็ม (pinpoint gate) ที่จุด (3) เมื่อพลาสติกหลอมไหลเต็มอิมเพรสชั่นแล้ว ก็เป็นอันว่าสิ้นสุดกระบวนการฉีด แม่พิมพ์จะเลื่อนเปิดออกตามแนวลูกศร (4) ส่วนของแม่พิมพ์ด้านขวาจะอยู่กับที่และส่วนของแม่พิมพ์ด้านซ้ายจะเลื่อนเปิดออก ชิ้นงานจะติดอยู่กับส่วนคอร์ (5) ในแผ่นแม่พิมพ์ (7) จะทำเป็นร่องวงแหวนเรียงไว้ในตำแหน่งที่ตรงกันกับรูของปลอกรูฉีด (8) ให้แกนรูฉีด (6) ถูกดึงออกจากปลอกรูฉีด (8) เมื่อแม่พิมพ์เลื่อนเปิดออก เมื่อแม่พิมพ์เลื่อนเปิดต่อไป เพลาดันปลด (10) จะปะทะกับเพลากระทุ้งของเครื่องฉีดพลาสติก ทำให้แผ่นยึดตัวปลด (11) ที่ประกอบอยู่กับเพลาดันปลด (10) หยุดเคลื่อนที่ ชิ้นงานที่ติดอยู่กับส่วนคอร์ (5) ก็จะถูกสลักปลด (1) ดันออก และสลักดันแกนรูฉีด (13) ก็จะดันแกนรูฉีด (6) ให้หลุดออกจากร่องวงแหวนพร้อม ๆ กับชิ้นงาน ในจังหวะที่แม่พิมพ์เลื่อนปิด สลักดันกลับ (2) ซึ่งประกอบอยู่กับแผ่นยึดตัวปลด ปลายสลักดันกลับ จะปะทะกับแผ่นแม่พิมพ์ด้านที่อยู่กับที่ และดันให้แผ่นยึดตัวปลด (11) , สลักปลด (1) และสลักดันแกนรูฉีด (13) กลับไปยังตำแหน่งเดิม



ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.1 แม่พิมพ์แบบสองแผ่น

2.2.3 ส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดแบบ 2 แผ่น (2 plates)

ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดแบบ 2 แผ่น ได้แก่ อิมเพรสชัน (Impression) , แผ่นเบ้าและแผ่นคอร์ (Cavity and Core Plates) , เพลานำและปลอกนำ (Guide pillars and Bushes) , ปลอกรูฉีด (Sprue Bushing) , แหวนกำหนดตำแหน่ง (Locating Ring) , ผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์ (Parting Surface) , การระบายอากาศ (Venting) , ระบบป้อน (Feed System) , ระบบปลดชิ้นงาน (Ejection) , ส่วนดึงแกนรูฉีด (Sprue Pullers) ซึ่งรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบ มีดังนี้

1. อิมเพรสชัน (Impression)

อิมเพรสชัน (Impression) คือ โพรงที่เกิดขึ้นในแม่พิมพ์เมื่อประกอบเข้าด้วยกัน หรือก็คือส่วนของชิ้นงานนั่นเอง

2. แผ่นเบ้าและแผ่นคอร์ (Cavity and Core Plates)

แผ่นเบ้า (Cavity Plate) คือ แผ่นที่ขุดเนื้อออกลึกเป็นโพรงซึ่งแผ่นนี้ส่วนมากแล้วจะนิยมให้เป็นส่วนที่อยู่กับที่ (fixed half) ส่วนแผ่นคอร์ (Core Plate) คือ แผ่นที่มีส่วนเป็นแกนของชิ้นงานยื่นออกมา นิยมใช้เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ (moving half)

นอกจากนี้แผ่นเบ้า (Cavity Plate) และแผ่นคอร์ (Core Plate) ของแม่พิมพ์ยังแบ่งออกได้เป็น 2 แบบใหญ่ ๆ ดังนี้

2.1 แผ่นเบ้าและแผ่นคอร์แบบชิ้นเดียว (Integer Cavity and Core Plates)

เป็นลักษณะของการขึ้นรูปชิ้นงานในแผ่นเหล็กที่เป็นเนื้อเดียวกันตลอดเลยโดยการออกแบบในลักษณะนี้ จะมีความแข็งแรง มีขนาดเล็กและราคาถูก

2.2 แผ่นเบ้าและแผ่นคอร์แบบอินเสิร์ต (Inserts : Cavity and Core)

เป็นการใช้วิธีการขุดผิวแผ่นเบ้าและแผ่นคอร์ลึกลงไปแล้วใช้อินเสิร์ต (Inserts) สอดแทรกเข้าไป โดยข้อดีของแบบวิธีนี้คือ ขั้นตอนการผลิดง่าย และสามารถถอดออกเปลี่ยนได้เมื่อชิ้นส่วนบางชิ้นชำรุด แต่ราคาค่อนข้างแพง ใช้เวลามาก

3. เพลานำและปลอกนำ (Guide Pillars and Bushes)

เพื่อให้งานฉีดพลาสติกได้ชิ้นงานที่มีความหนาของเปลือกชิ้นงานที่สม่ำเสมอ จึงจำเป็นจะต้องทำให้เบ้าและคอร์ได้ศูนย์กันโดยใช้วิธีการให้เพลานำสวมเข้าประกอบกับปลอกนำ เมื่อแม่พิมพ์ประกบกันพอดี

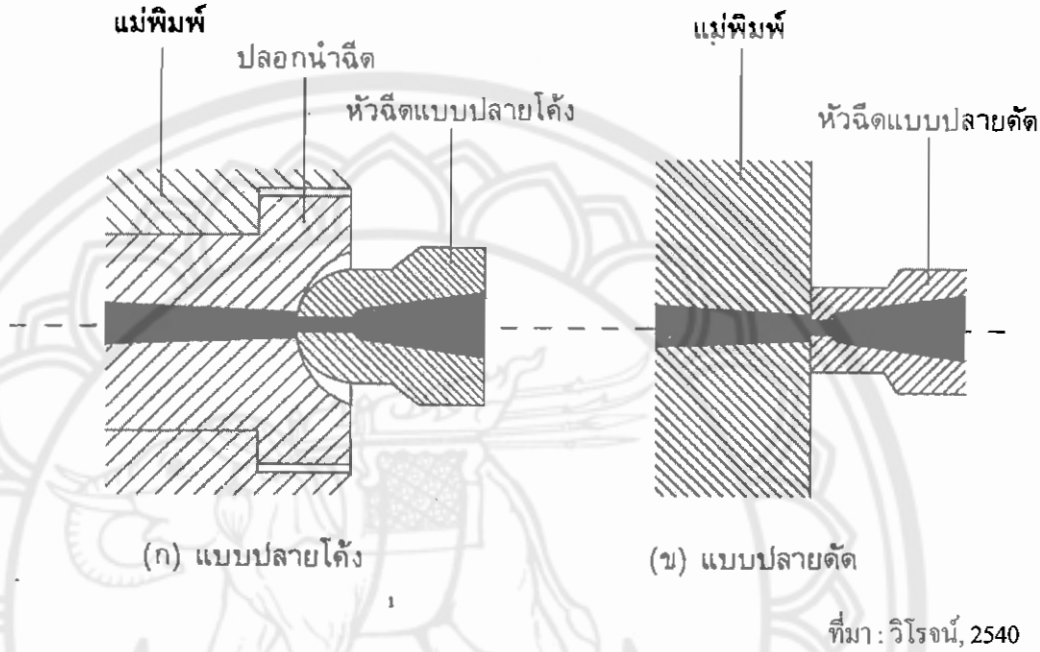
ซึ่งหน้าที่ของเพลานำ (Guide Pillars) คือ มีหน้าที่เกี่ยวกับการปรับตำแหน่งของหน้าสัมผัสแม่พิมพ์ฉีดในระหว่างขั้นตอนการฉีดพลาสติก นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ป้องกันคอร์ (Core) ของแม่พิมพ์และยังทำหน้าที่เหมือนกับเป็นสลักบังคับตำแหน่ง (locating pins) เมื่อจะประกอบแม่พิมพ์เข้าด้วยกัน

ปลอกนำ (Guide Bushes) จะประกอบอยู่ในแม่พิมพ์เพื่อให้ได้ผิวงานที่ต้านการสึกหรอที่เกิดจากการเสียดสีและทำให้สามารถถอดเปลี่ยนได้ในกรณีที่เกิดการสึกหรอหรือเสียหาย

4. ปลอกรูฉีด (Sprue Bushing)

ปลอกรูฉีด (Sprue Bushing) ทำหน้าที่เป็นข้อต่อระหว่างหัวฉีดของเครื่องฉีดพลาสติกกับผิวด้านหน้าของแม่พิมพ์ และจัดเตรียมรูทะลุที่เหมาะสม

การออกแบบปลอกรูฉีดทั่ว ๆ ไปจะมีอยู่ 2 แบบ ซึ่งแตกต่างกันเฉพาะรูปร่างของส่วนที่เป็นบ่ารับระหว่างปลอกรูฉีดของเครื่องฉีดพลาสติก ซึ่งแบบแรกเป็นปลอกรูฉีดที่มีบ่ารับโค้งเป็นรัศมี (Spherical recess) ซึ่งใช้กับหัวฉีดที่มีปลายมน แบบที่สอง จะมีผิวด้านหลังเรียบแบน แสดงดังรูปที่ 2.2



ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.2 ชนิดของหัวฉีด

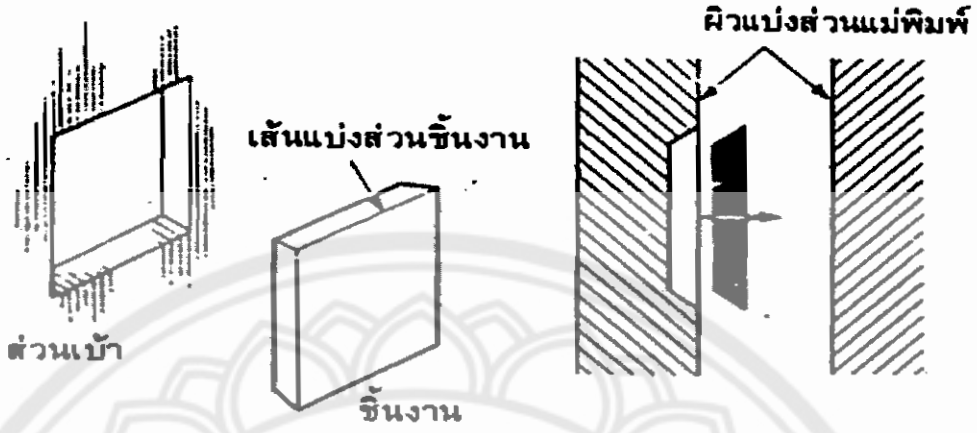
5. แหวนกำหนดตำแหน่ง (Locating Ring)

เป็นชิ้นส่วนกลมแบนใช้ประกอบเข้ากับผิวด้านหน้าของแม่พิมพ์ จุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดตำแหน่งของแม่พิมพ์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องบนหน้าแปลนของเครื่องฉีดพลาสติก

6. ผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์ (Parting Surface)

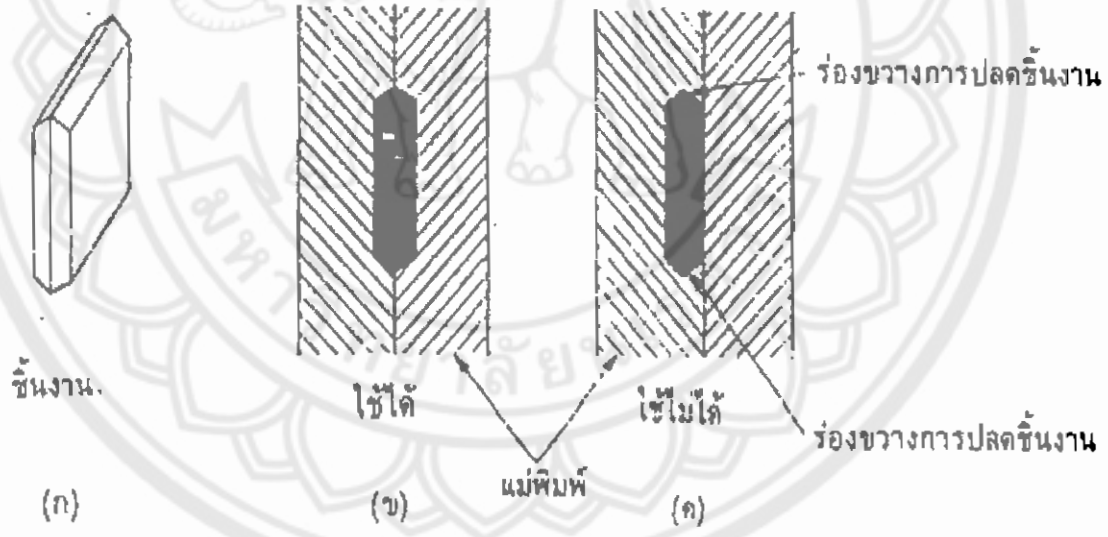
ผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์ หมายถึง พื้นผิวของแม่พิมพ์ทั้งสองส่วนที่อยู่ติดกับ Impression ซึ่งจะเป็นผิวที่ต่อถึงกันตลอดรอบ ๆ Impression เพื่อป้องกันการรั่วของพลาสติกหลอมใน Impression ผิวแบ่งส่วนของแม่พิมพ์อาจเป็นผิวแบบราบเรียบ หรือผิวไม่ราบเรียบที่ประกอบด้วยผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์แบบเป็นบ่า แบบเป็นรูปพรรณ และ แบบเอียงเป็นมุม

โดยทั่วไปผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์แบบราบเรียบเป็นแบบที่ทำได้ง่ายที่สุดและคงสภาพอยู่ได้นาน สามารถผลิตโดยวิธีเจียระไน และปรับผิวให้เรียบได้ง่าย



ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.3 เส้นแบ่งส่วนชิ้นงาน และผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์



ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.4 ผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์ที่ใช้ได้ และใช้ไม่ได้

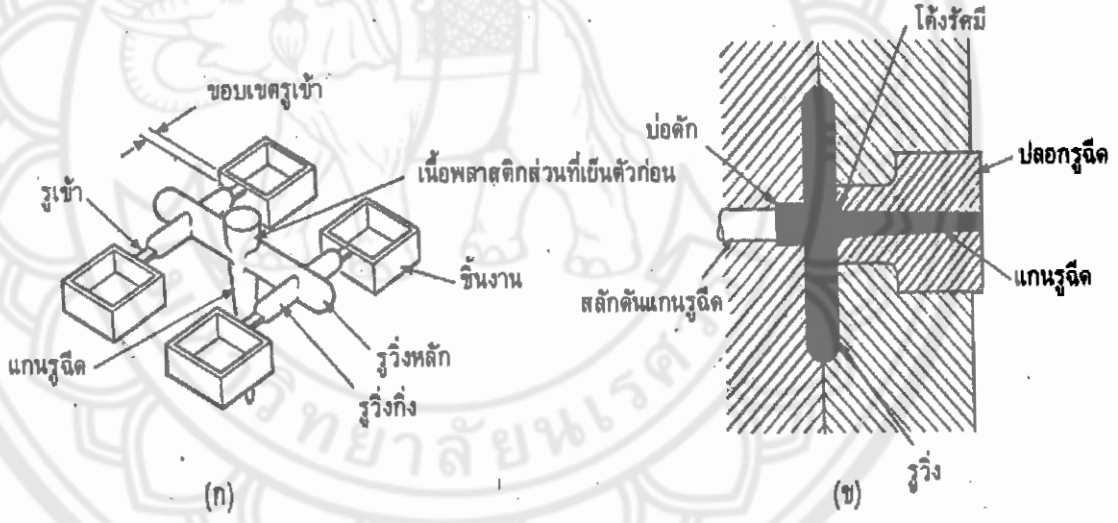
7. การระบายอากาศ (Venting)

เมื่อพลาสติกหลอมถูกฉีดเข้าไปใน Impression อากาศภายใน Impression จะถูกเนื้อพลาสติกเข้าแทนที่ โดยปกติอากาศจะหนีออกไปได้ตรงรอยต่อระหว่างแผ่นแม่พิมพ์ทั้งสอง แต่อย่างไรก็ตาม หากปรับแต่งผิวรอยต่อมีความราบเรียบมาก หรือส่วนของเบ้า หรือคอร์มีความหนา หรือลึกมาก อากาศจะถูกขังอยู่ใน Impression

ดังนั้นในการออกแบบแม่พิมพ์ที่ดีจะต้องจัดเตรียมช่องอากาศ (vent) ไว้ในแม่พิมพ์ด้วยเพื่อให้อากาศและก๊าซอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นสามารถหนี หรือระบายออกจากแม่พิมพ์ได้อย่างอิสระ แต่โดยทั่วไปการกำหนดตำแหน่งของช่องอากาศมักจะกระทำได้ยาก เพราะไม่รู้แน่ชัดว่าตำแหน่งใดใน Impression ต้องทำช่องอากาศ ดังนั้นช่องอากาศจึงมักจะทำหลังจากที่ได้นำแม่พิมพ์ขึ้นทดลองฉีดแล้ว

8. ระบบป้อน (Feed System)

ระบบป้อนประกอบด้วน รูวิ่ง และรูเข้า ดังแสดงในรูปที่ 2.5



ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.5 ระบบป้อน

8.1 รูวิ่ง (Runner)

คือ ร่องที่ตัดเฉือนในแผ่นแม่พิมพ์เพื่อให้รูฉีด และรูเข้า Impression ติดต่อถึงกันได้ สำหรับแม่พิมพ์สองส่วน รูวิ่งจะอยู่บนผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์ หรือใต้ผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์ก็ได้

นอกจากนี้ยังมีข้อพิจารณาอื่น ๆ คือ รูปทรงหน้าตัดของรูวิ่ง, ขนาดของรูวิ่ง, การร่างแบบรูวิ่ง ซึ่งรูปทรงหน้าตัดของรูวิ่ง (Runner Cross – Section Shape) ที่ใช้ในแม่พิมพ์ฉีดโดยปกติจะเลือกใช้แบบใดแบบหนึ่งใน 4 แบบคือ แบบกลม (round), แบบสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoidal), แบบสี่เหลี่ยมคางหมูแปร (modified trapezoidal), แบบหกเหลี่ยม (hexagonal)

8.2 รูเข้า (Gates)

คือ ร่องหรือรูเล็ก ๆ ที่ต่อระหว่างรูวิ่งกับ Impression ซึ่งพื้นที่หน้าตัดจะมีขนาดเล็กขนาดของรูสามารถพิจารณาในรูปของขนาดพื้นที่หน้าตัด และความยาวของรูเข้า และขึ้นอยู่กับแฟกเตอร์หลายประการได้แก่ คุณสมบัติในการไหลของพลาสติกที่ใช้ฉีด ความหนาของผนังชิ้นงาน ปริมาณการไหลของวัสดุที่ฉีดเข้าไปใน Impression อุณหภูมิของพลาสติกหลอม และ อุณหภูมิของแม่พิมพ์

การแบ่งชนิดของรูเข้า มีดังนี้

1. รูเข้าแบบรูฉีด (Sprue gate)
2. รูเข้าขอบแบบสี่เหลี่ยม (Rectangular edge gate)
3. รูเข้าแบบเหลี่ยม (Overlap gate)
4. รูเข้ารูปพัด (Fan gate)
5. รูเข้าแบบแถบ (Tab gate)
6. รูเข้าแบบม่าน (Diaphragm gate)
7. รูเข้าแบบวงแหวน (Ring gate)
8. รูเข้าแบบฟิล์ม (Film gate)
9. รูเข้าแบบเข็ม (Pin gate)
10. รูเข้าแบบกลม (Round edge gate)
11. รูเข้าใต้ผิวแม่พิมพ์ (Subsurface gate)

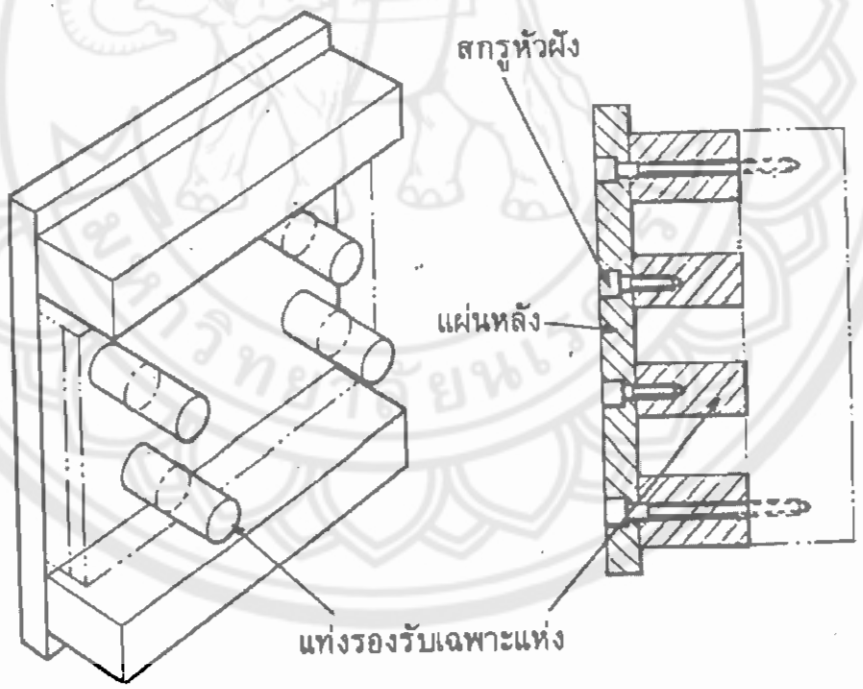
9. ระบบปลดชิ้นงาน (Ejection)

เพื่อความสะดวกในการทำงาน บนเครื่องฉีดพลาสติกจะจัดเตรียมระบบกระทุ้งอัตโนมัติสำหรับดันให้ระบบปลดชิ้นงานทำงาน และระบบกระทุ้งอัตโนมัตินี้จะประกอบอยู่ด้านหลังของส่วนที่เคลื่อนที่ของแม่พิมพ์ และจะยึดติดกับส่วนที่เคลื่อนที่ของเครื่องฉีดพลาสติก

ระบบปลดชิ้นงานประกอบด้วย ห้องระบบปลดชิ้นงาน (Ejection grid) , แผ่นประกอบตัวปลด (Ejector plate assembly) , ดันปลดชิ้นงาน (Ejection) ซึ่งรายละเอียดของแต่ละส่วน มีดังนี้

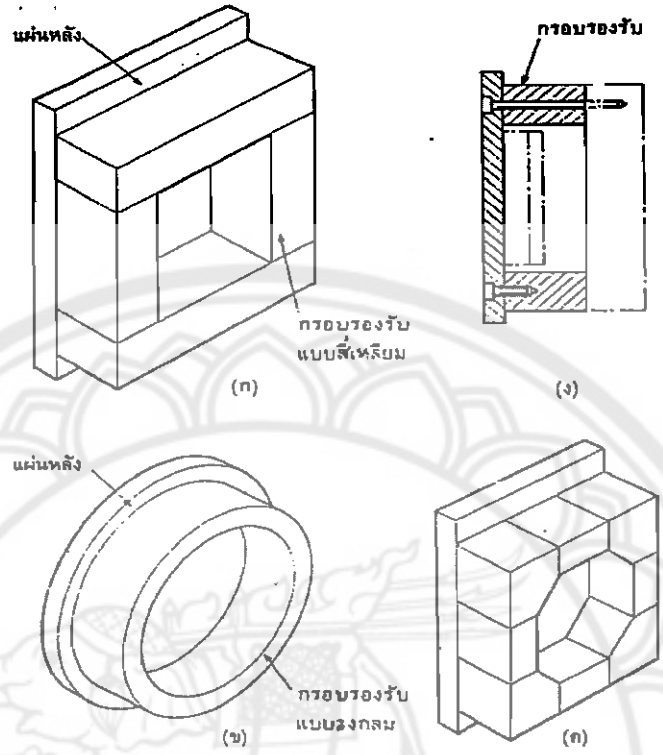
9.1 ห้องระบบปลดชิ้นงาน (Ejection grid)

ทำหน้าที่รองรับแผ่นแม่พิมพ์ หรือแผ่นยึดแม่พิมพ์ และจัดเตรียมช่องว่างที่แผ่นประกอบตัวปลด (Ejection Retainer Plate และ Ejector plate) ให้สามารถประกอบเข้าไปทำงานได้ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น ห้องระบบปลดชิ้นงานแนวตรง (รูป 2.6) ห้องระบบปลดชิ้นงานแบบกรอบ (รูป 2.7) ห้องระบบปลดชิ้นงานแบบแท่งทรงกระบอก (รูป 2.8)



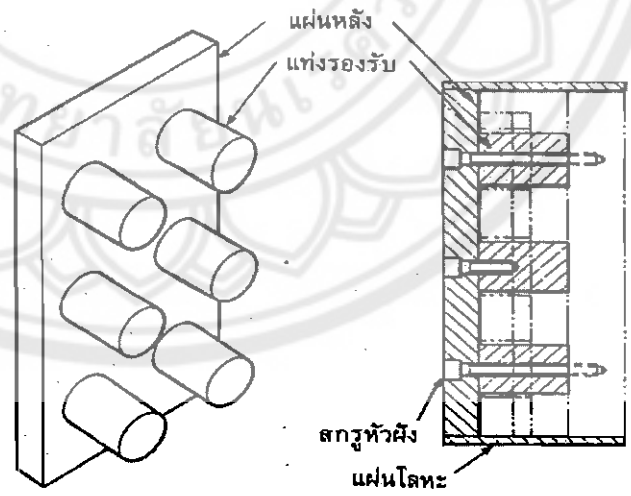
ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.6 ห้องระบบปลดชิ้นงานแนวตรง



ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.7 ห้องระบบปลดชิ้นงานแบบกรอบ



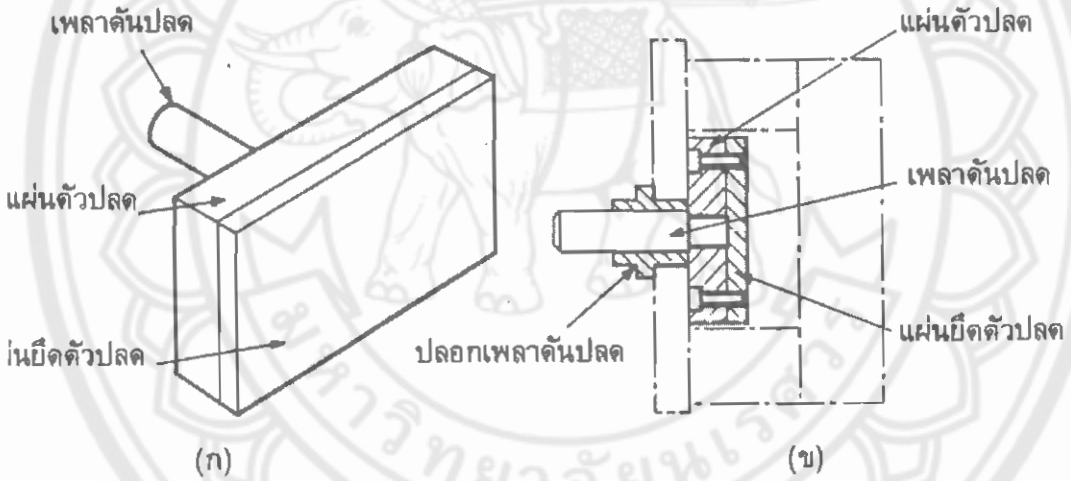
ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.8 ห้องระบบปลดชิ้นงานแบบแท่งทรงกระบอก

ป
TP
1150
ศ๖๑๔
2544
4740540
24 ก.ย. 2547
สำนักหอสมุด

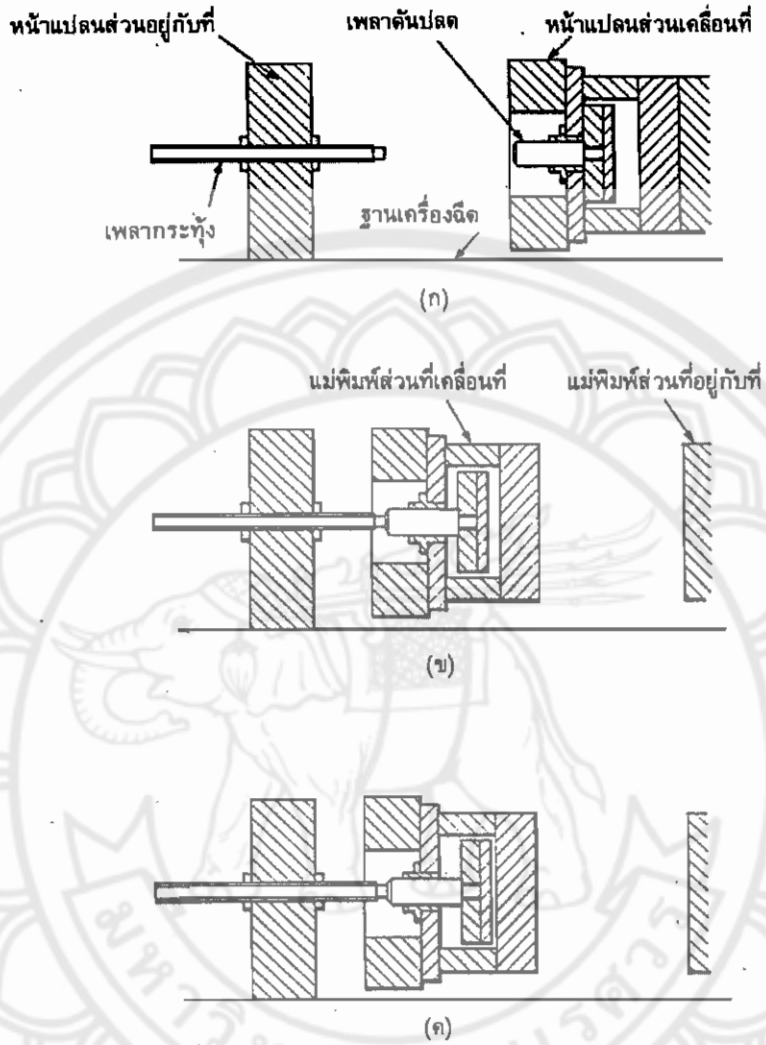
9.2 แผ่นประกอบตัวปลด (Ejector plate assembly)

แผ่นประกอบตัวปลด เป็นส่วนหนึ่งของแม่พิมพ์ที่ใช้ยึดชิ้นส่วนตัวปลดชิ้นงาน แผ่นประกอบทั้งชุดจะสวมอยู่ในช่องภายในห้องระบบปลดชิ้นงาน และอยู่ด้านหลังของแผ่นแม่พิมพ์โดยตรง ดังรูปที่ 2.9 แผ่นประกอบตัวปลดประกอบด้วย แผ่นตัวปลด (Ejector plate), แผ่นยึดตัวปลด (Ejector retaining plate) และ เพลาดันปลด (Ejector rod) ปลายด้านหนึ่งของเพลาดันปลดจะทำเป็นเกลียว และขันยึดเข้ากับแผ่นตัวปลด การออกแบบลักษณะนี้เพลาดันปลดไม่ทำหน้าที่แต่เพียงเป็นชิ้นส่วนดันปลดเท่านั้น แต่ยังเป็นส่วนบังคับการนำเลื่อนของแผ่นประกอบตัวปลดทั้งชุดอีกด้วย ข้อสังเกตคือ เพลาดันปลดจะวิ่งขนานผ่านตลอดรูของปลอกเพลาดันปลด (Ejector rod bush) ซึ่งยึดอยู่กับแผ่นหลังของแม่พิมพ์



ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.9 แผ่นประกอบตัวปลด



ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.10 การทำงานของระบบปลดชิ้นงานด้วยเพลาดันกระทุ้งของเครื่องฉีด

9.3 ดันปลดชิ้นงาน (Ejection)

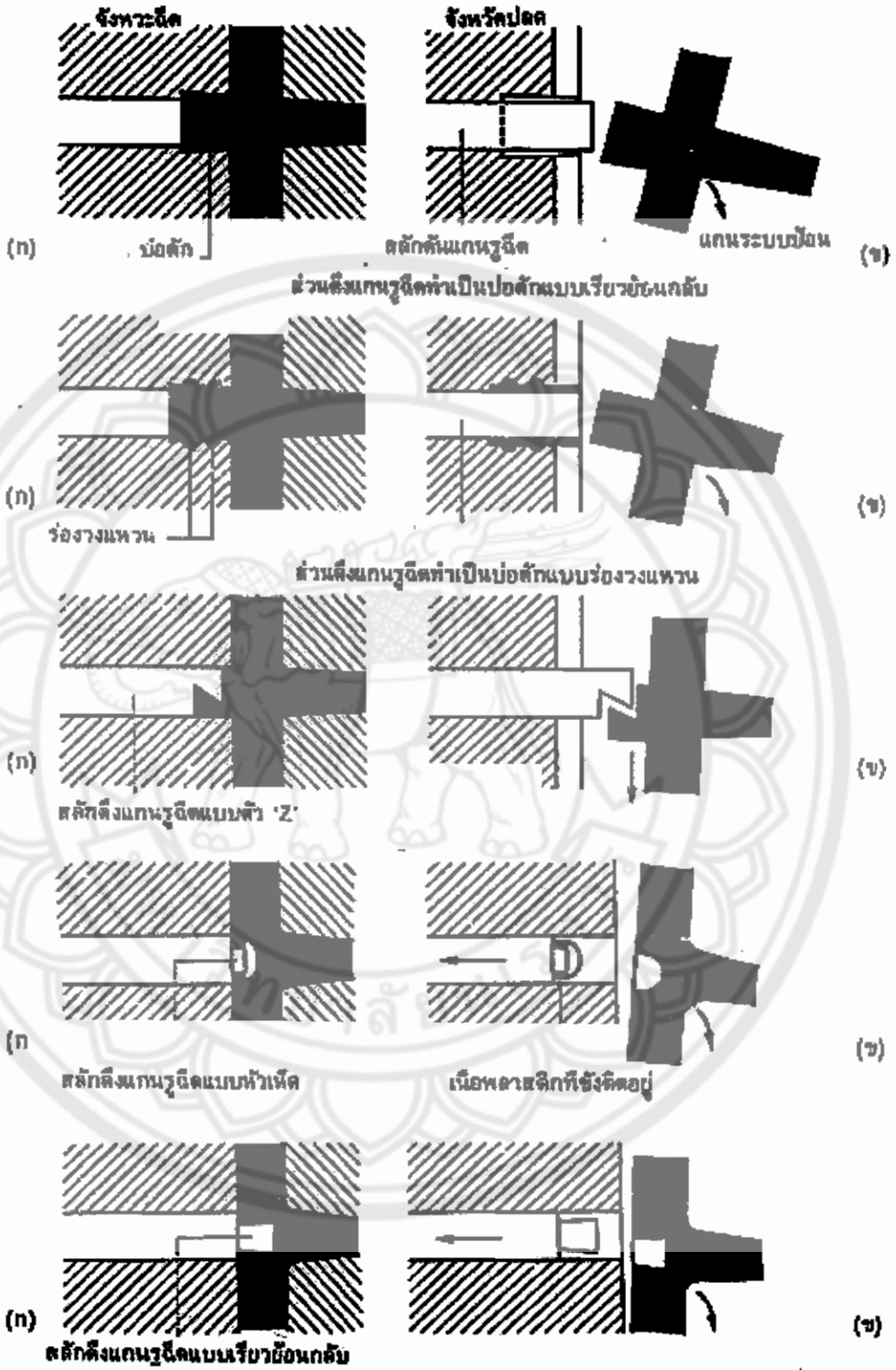
เมื่อชิ้นงานเย็นตัวลง จะเกิดการหดตัวติดกับส่วนคอร์ของแม่พิมพ์ ซึ่งสามารถดันปลดชิ้นงานออกได้ ด้วยวิธีการ ดังนี้

1. การใช้สลักปลด (Pin ejection)
2. การใช้สลักปลดแบบลดบ่า (Stepped ejector pins)
3. การใช้สลักปลดรูปตัว D (D- shaped ejector pin)
4. การใช้ปลอกปลดชิ้นงาน (Sleeve ejection)

5. การใช้ใบปลดชิ้นงาน (Blade ejection)
6. การใช้ลิ้นปลดชิ้นงาน (Value ejection)
7. การใช้ลมดันปลดชิ้นงาน (Air ejection)
8. การใช้แท่งปลดชิ้นงาน (Stripper bar ejection)
9. การใช้แผ่นปลดชิ้นงาน (Stripper plate ejection)
10. การใช้แหวนปลดชิ้นงาน (Stripper ring ejection)

10. ส่วนดึงแกนรูฉีด (Sprue pullers)

เมื่อแม่พิมพ์เปิดออก แกนรูฉีดจะต้องถูกดึงปลดออกจากรูฉีดเสมอเพื่อเตรียมฉีดชิ้นงานต่อไป แต่ละชนิดแสดงดังรูปที่ 2.11



ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.11 ส่วนดึงแกนรูฉีด

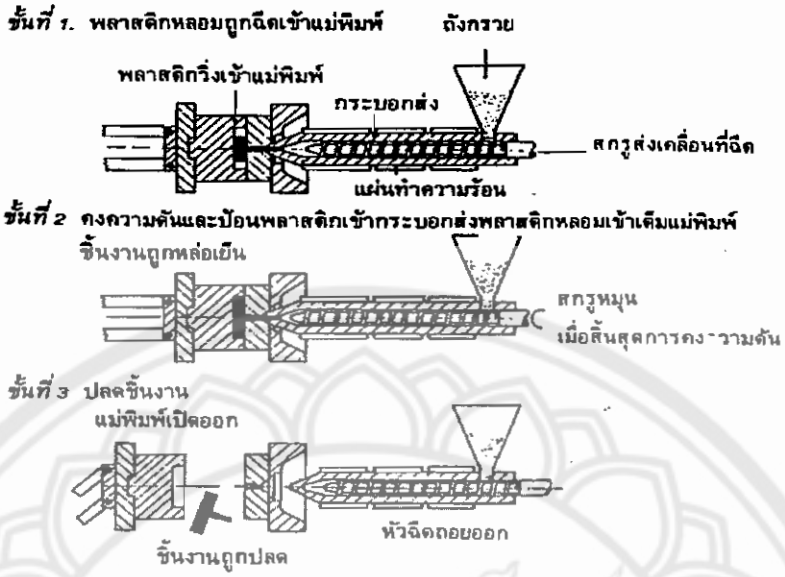
11. การหล่อเย็นแม่พิมพ์ (Mold Cooling)

เพื่อรักษาระดับความแตกต่างของอุณหภูมิแม่พิมพ์และพลาสติกหลอมให้ได้ตามที่ต้องการ น้ำ หรือของเหลวอื่นๆจะถูกส่งไปไหลเวียนในรู หรือร่องที่ทำขึ้นในแม่พิมพ์ รู หรือร่องที่ทำขึ้น เรียกว่า ทางไหลของระบบหล่อเย็น หรือรูน้ำหล่อเย็น

ในระหว่างขั้นตอนการไหลเติม Impression ของพลาสติกหลอม พลาสติกหลอมที่ร้อนที่สุดจะอยู่ใกล้กับทางเข้า Impression คือ รูเข้า และพลาสติกหลอมส่วนที่เย็นที่สุดจะอยู่ตรงตำแหน่งที่อยู่ห่างจากทางเข้ามากที่สุด อุณหภูมิของสารหล่อเย็นที่ไหลผ่านแม่พิมพ์จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ดังนั้นเพื่อให้อัตราการหล่อเย็นตลอดผิวของชิ้นงานเป็นไปอย่างสม่ำเสมอจำเป็นที่จะต้องวางตำแหน่งทางเข้าของสารหล่อเย็นให้ใกล้กับผิวชิ้นงานส่วนที่ร้อนและไหลออกไปทางผิวชิ้นงานส่วนที่เย็น แต่ในทางปฏิบัติจริง การวางตำแหน่งของสารหล่อเย็นดังกล่าวไม่สามารถกระทำได้เสมอไป ดังนั้นจึงพิจารณาตามความเหมาะสม และต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้วงจรที่ทำให้แม่พิมพ์มีราคาแพงมากขึ้นโดยไม่จำเป็น

2.2.4 เครื่องฉีดพลาสติก

ในกระบวนการฉีดพลาสติกจะประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ คือ แม่พิมพ์ฉีด และ เครื่องฉีดพลาสติก ซึ่งเม็ดพลาสติกจะถูกป้อนเข้าทางถังกรวย สกรูส่งกำลังหรือก้านส่งจะพาให้เม็ดพลาสติกเคลื่อนที่ผ่านกระบอกส่งไปยังแม่พิมพ์โดยผ่านตัวทำความร้อน ทำให้พลาสติกหลอมผ่านหัวฉีดและฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ จากนั้นจะทำให้เย็นลงโดยใช้ระบบน้ำหล่อเย็น และปลดออกจากแม่พิมพ์ ดังแสดงในรูป 2.12

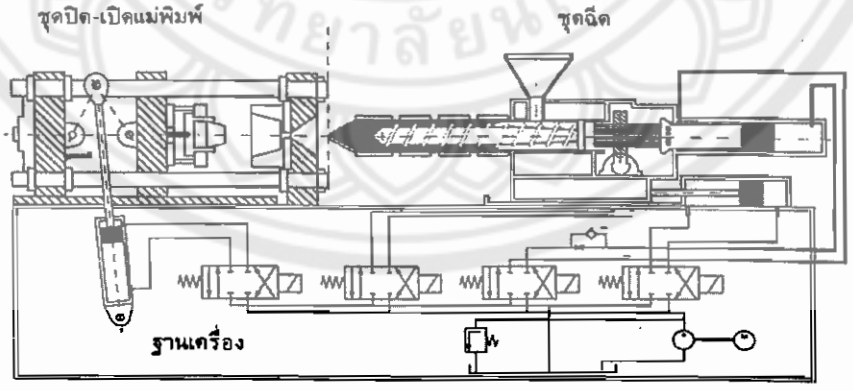


ที่มา : ชาลี, 2533

รูปที่ 2.12 ขั้นตอนของกระบวนการฉีดพลาสติก

ซึ่งเครื่องฉีดพลาสติกโดยทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ชุดฉีด (Injection Unit)
2. ชุดปิด – เปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit)
3. แผ่นยึดระบบขับเคลื่อน และ ฐานเครื่อง (Base)



ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.13 โครงสร้างของเครื่องฉีดพลาสติก

1. ชุดฉีด (Injection Unit)

ชุดฉีดประกอบด้วย

1.1 หัวฉีด (nozzle)

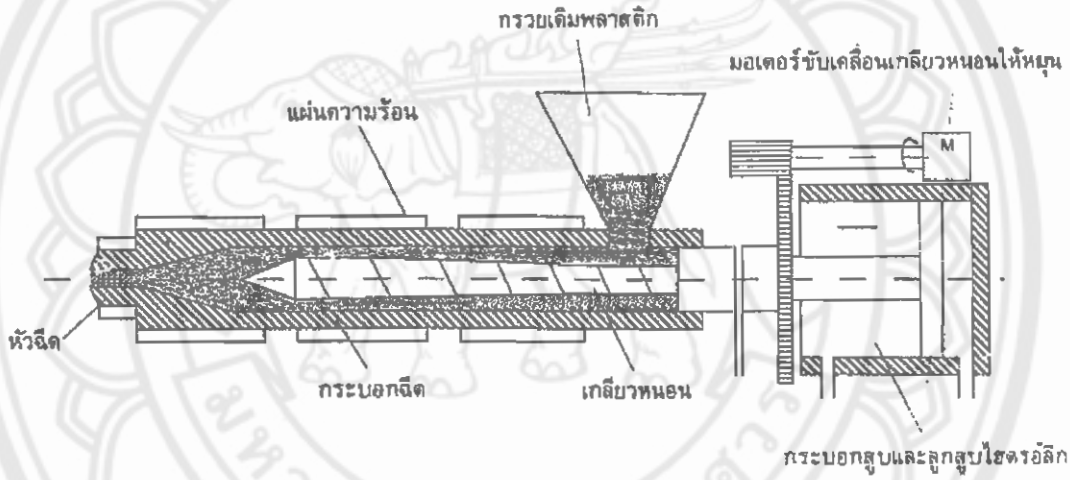
1.2 เกลียวหนอน (injection screw)

1.3 กระบอกฉีด (barrel) และแผ่นให้ความร้อน (heater)

1.4 กรวยเติมพลาสติก (hopper)

1.5 กระบอกสูบและลูกสูบไฮโดรลิก (hydrolic cylinder and piston)

1.6 มอเตอร์บังคับเคลื่อนเกลียวหนอนให้หมุน (driver motor)



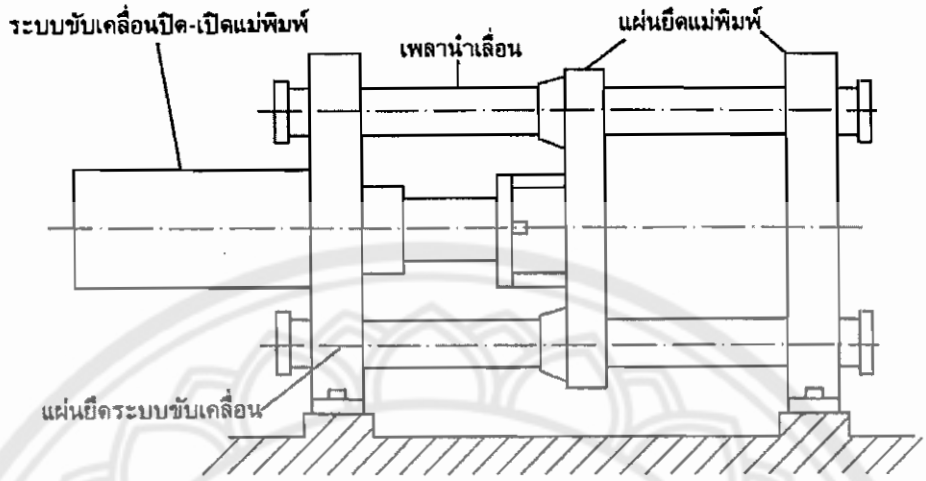
ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.14 ชุดฉีด

หน้าที่ของชุดฉีด คือ ดึงพลาสติกเข้ากระบอกฉีด, หลอมเหลวและหนุนส่งพลาสติก และฉีดย้ำเพื่อรักษาความดัน

2. ชุดปิด – เปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit)

ชุดปิดเปิดแม่พิมพ์ประกอบด้วย แผ่นยึดแม่พิมพ์, เพลานำเลื่อน, ระบบขับเคลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์ และ แผ่นยึดระบบขับเคลื่อน



ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.15 ชุดปิด – เปิดแม่พิมพ์

หน้าที่ของชุดปิด – เปิดแม่พิมพ์ คือ ยึดแม่พิมพ์ทั้งสองส่วน, หล่อเย็นชิ้นงาน, ให้แรงในการปิดล็อคแม่พิมพ์, เลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์ และปลดชิ้นงาน

2.1 แผ่นยึดแม่พิมพ์

แผ่นยึดแม่พิมพ์จำเป็นจะต้องมีรูคว้าน ซึ่งมีศูนย์กลางร่วมกันกับหัวฉีด และแผ่นหน้าแปลนประคองศูนย์ของแม่พิมพ์ แผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านอยู่กับที่จะถูกยึดติดตายอยู่ทางด้านชุดฉีด ส่วนแผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่จะเป็นตัวคอยเลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์เอง

2.2 เพลานำเลื่อน

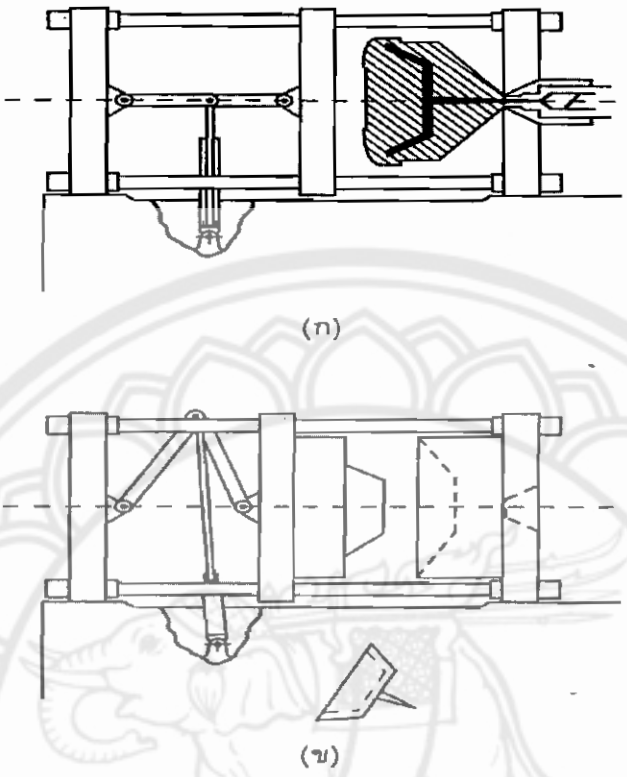
เพลานำเลื่อนจะทำหน้าที่ประคองแผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่ให้สามารถเลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์ได้อย่างสะดวกและเที่ยงตรง

2.3 ระบบขับเคลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์

ระบบขับเคลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์นั้นแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

2.3.1 แบบเมคานิก (mechanic)

โดยมีข้อพับเป็นตัวเลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์ซึ่งได้กำลังขับเคลื่อนมาจากกระบอกสูบไฮดรอลิก

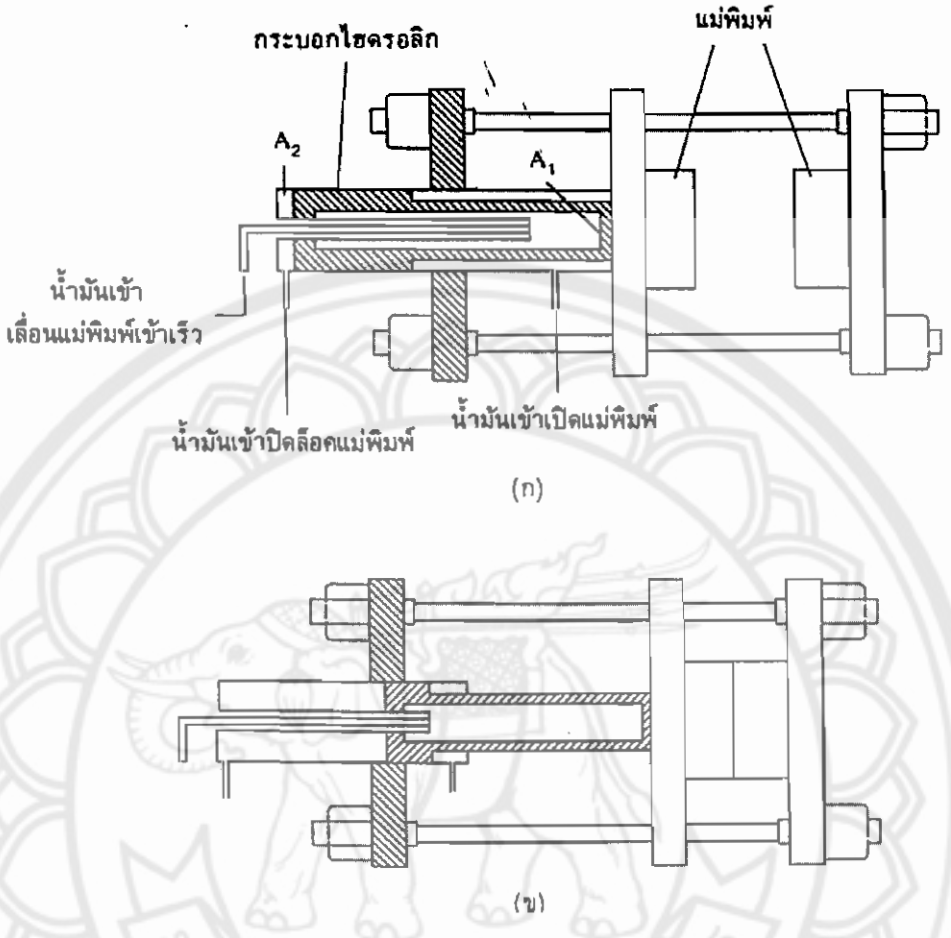


ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.16 ระบบขับเคลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์แบบแมคคานิก

2.3.2 แบบไฮดรอลิก (full hydroulic)

ระบบปิด – เปิดแม่พิมพ์แบบนี้จะใช้กำลังในการขับเคลื่อน และปิดล็อคแม่พิมพ์ด้วยกระบอกสูบไฮดรอลิกโดยตรง ด้วยเหตุนี้แรงที่ใช้ในการปิดล็อคแม่พิมพ์เพื่อป้องกันแม่พิมพ์เผยอนั้นสามารถปรับได้ตามต้องการ



ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.17 ระบบขับเคลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์แบบไฮดรอลิก

3. แผ่นยึดระบบขับเคลื่อน และฐานเครื่อง

แผ่นยึดนี้จะอยู่ทางด้านซ้ายสุดของเครื่องฉีด โดยจะทำหน้าที่ยึดข้อพับหรือยึดกระบอกสูบไฮดรอลิกก็ได้ และยังทำหน้าที่เป็นตัวรับแรงปิดล็อคแม่พิมพ์โดยตรง ส่วนฐานเครื่องนั้นจะทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของตัวเครื่องฉีด และทำหน้าที่เป็นถังบรรจุน้ำมันไฮดรอลิก

จังหวะการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก

แบ่งออกเป็น 9 จังหวะดังนี้

<u>จังหวะที่ 1</u> แม่พิมพ์เคลื่อนที่เข้าปิดและล็อคแน่นเพื่อป้องกันแม่พิมพ์เผยอด้วยแรงที่มากกว่าแรงต้านที่เกิดขึ้นในแม่พิมพ์เนื่องจากการฉีด

จังหวะที่ 2 ชุดฉีดเลื่อนเข้าหาแม่พิมพ์จนกระทั่งชนกับแม่พิมพ์และค้างไว้ด้วยแรงที่เหมาะสม เพื่อป้องกันชุดฉีดถอยหลังกลับในขณะที่ทำการฉีด

จังหวะที่ 3 ฉีดพลาสติกเหลวเข้าแม่พิมพ์ บางครั้งก็เรียกว่า จังหวะเติมพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ (filling)

จังหวะที่ 4 ย้ำรักษาความดัน (holding) เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีเนื้อแน่นและไม่เกิดรอยยุบที่ผิวชิ้นงาน

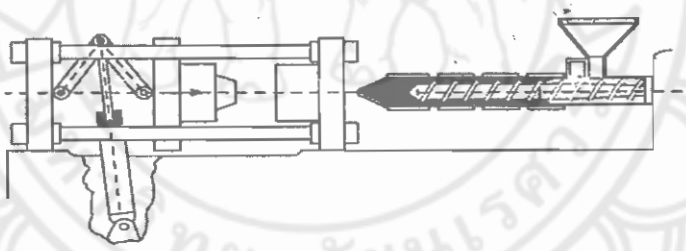
จังหวะที่ 5 หล่อเย็นชิ้นงานในแม่พิมพ์ (cooling)

จังหวะที่ 6 การหลอม และป้อนพลาสติกไปหน้าเกลียวหนอน

จังหวะที่ 7 ชุดฉีด ถอยหลังกลับเพื่อป้องกันอุณหภูมิของหัวฉีดลดต่ำเกินไป ซึ่งอาจทำให้การฉีดครั้งต่อไปฉีดไม่ได้เนื่องจากพลาสติกเหลวหนืดขึ้น และไหลไม่ได้

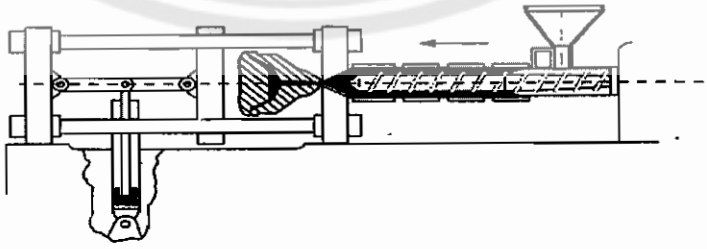
จังหวะที่ 8 แม่พิมพ์เคลื่อนที่เปิดออก หลังจากสิ้นสุดเวลาในการหล่อเย็น

จังหวะที่ 9 ทำการปลดชิ้นงานออก (ejecting) หลังจากที่แม่พิมพ์เปิดออก ดัว Ejector Pins จะทำหน้าที่ดันชิ้นงานให้หลุดออก



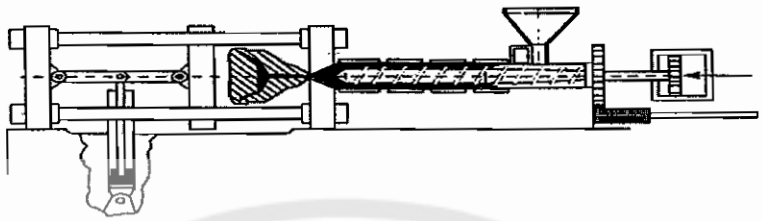
ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.18 จังหวะที่ 1 แม่พิมพ์เคลื่อนที่ปิดและล็อคแน่น



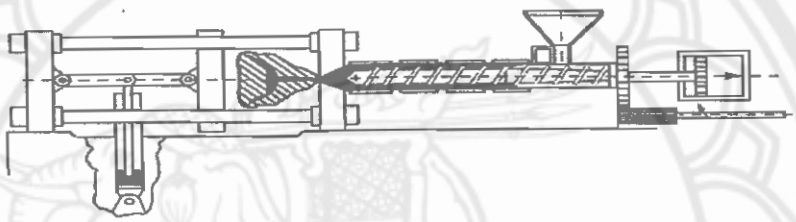
ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.19 จังหวะที่ 2 ชุดฉีดเลื่อนเข้าชนแม่พิมพ์



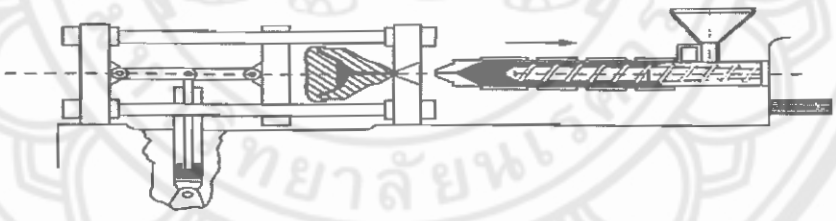
ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.20 จังหวะที่ 3,4 ทำการฉีดและย้ำ



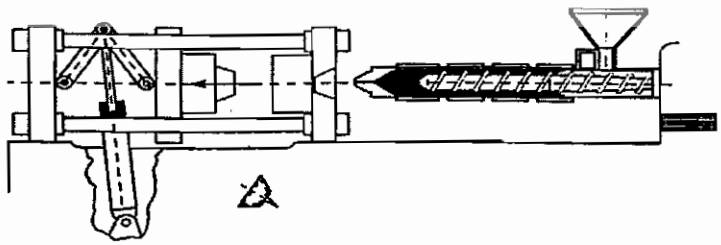
ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.21 จังหวะที่ 5,6 เริ่มนับเวลาหล่อเย็นพร้อมกับหลอมเหลวพลาสติก และป้อนส่งพลาสติกเหลวไปหน้าปลายเกลียวหนอน



ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.22 จังหวะที่ 7 ชุดฉีดถอยหลังกลับ



ที่มา : วิโรจน์, 2540

รูปที่ 2.23 จังหวะที่ 8,9 เปิดแม่พิมพ์และปลดชิ้นงานออก

2.2.5 เครื่องจักรที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์

ในการทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ในแต่ละครั้งนั้นต้องอาศัยเครื่องจักรกลต่างๆเพื่อให้ได้ชิ้นส่วนตามที่ต้องการ เครื่องจักรกลแต่ละประเภทก็จะมีวิธีการตัดเฉือนเนื้อวัสดุออกที่แตกต่างกัน ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์แบบง่าย ๆ ก็ทำจากเครื่องจักรกลทั่วไป เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องไส เป็นต้น ส่วนชิ้นงานที่มีลักษณะซับซ้อน หรือทำได้ยาก หากใช้เครื่องจักรกลทั่วไปก็จะใช้ เครื่องจักรกลที่มีระบบลอกแบบ เช่น เครื่องกัดลอกแบบ เครื่องกัดด้วยไฟฟ้า (Electrode Discharge Machine , EDM) เครื่องกัดที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (Machining Center , MC) , เครื่องตัดด้วยกระแสไฟฟ้า (Wire Electrode Discharge Machine , WEDM) เป็นต้น

2.3 การออกแบบและวางแผนการผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกของสถานประกอบการ

หน้าที่และความรับผิดชอบ

2.2.1 แผนก Design

- เจ้าหน้าที่ฝ่ายออกแบบแม่พิมพ์มีหน้าที่รับผิดชอบการออกแบบแม่พิมพ์ และ เปลี่ยนแปลงแก้ไข Drawing ในกรณีเกิดการผิดพลาดในระหว่างการผลิตแม่พิมพ์ หรือมีการเปลี่ยนแปลงจากลูกค้า
- เจ้าหน้าที่ฝ่ายออกแบบแม่พิมพ์มีหน้าที่ลงบันทึกในเอกสารควบคุมคุณภาพทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

หัวหน้าฝ่ายออกแบบแม่พิมพ์มีหน้าที่

- ติดต่อและประสานงานกับฝ่าย Engineering เพื่อขอข้อมูล ผลิตภัณฑ์ Specification Mold และข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ
- ตรวจ และ Approve Drawing แม่พิมพ์ หลังการออกแบบแม่พิมพ์แล้วเสร็จ
- ติดต่อและประสานงานกับฝ่ายผลิตแม่พิมพ์ (Mold และ Assembly) และแผนกอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

- เจ้าหน้าที่ฝ่ายออกแบบแม่พิมพ์รับแบบ หรือ ตัวอย่างชิ้นงาน และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ ที่ใช้ในการออกแบบพร้อมทั้งทำการตรวจเช็คข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่รับมาจากลูกค้าคือ

1. แบบฟอร์ม Mold Specification Sheet

2.Drawing 2D(.DXF) หรือ 3D (.IGS) ของผลิตภัณฑ์ (หรือพร้อมด้วยตัวอย่างชิ้นงาน) จากลูกค้า

3.Process Drawing หรือ แบบสั่งการผลิตชิ้นส่วนของแม่พิมพ์

4.แบบฟอร์ม Drawing Design Check Sheet

5.แบบฟอร์ม Improvement Sheet

6.แบบฟอร์ม Non-Conformity report

7.เอกสาร Operation List (Programs CAM)

ในกรณีที่ข้อมูลไม่พอเพียงกับการออกแบบให้ขอเพิ่มจากฝ่าย Engineering

- เจ้าหน้าที่ออกแบบแม่พิมพ์ ทำการวางแผนการออกแบบแม่พิมพ์ให้เป็นไปตามกำหนดการที่ได้กำหนดไว้ และทำการตรวจสอบ Drawing หลังจากที่ได้ทำการออกแบบเสร็จ

2.2.2 แผนก Mold

- มีหน้าที่รับ Drawing ทั้งหมดมาจากห้อง Design แล้วทำการวางแผนการผลิตให้ได้ตามที่กำหนด
- Supervisor มีหน้าที่นำแบบ Drawing มาทำการวางแผนการผลิตแล้วทำการจ่ายงานให้กับ ช่างเทคนิค

2.2.3 แผนก Assembly

- ทำการรับชิ้นส่วนของแม่พิมพ์จาก แผนก Mold มาทำการประกอบให้เสร็จสมบูรณ์ตามแบบ Drawing
- ตรวจสอบหาสาเหตุ Mold ที่ชำรุด ทำการถอด ล้าง ทำความสะอาด และ เปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดของแม่พิมพ์ที่ส่งมาจากแผนก Injection

2.2.4 แผนก Injection

- ทำการรับแม่พิมพ์จากแผนก Assembly ตาม Order แล้วนำมาเซ็ตในเครื่องฉีดพลาสติกที่กำหนดพร้อมกับทำการฉีดเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามสเปกและ Order ที่กำหนด
- ควบคุมดูแลกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามที่กำหนดพร้อมทั้งแก้ไขสาเหตุที่เกิดขึ้นขณะที่ทำการผลิต
- ดูแลความเรียบร้อยภายในบริเวณพื้นที่การผลิต

2.4 การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดหวีพลาสติก

แนวคิดในการออกแบบโครงงาน

โครงงานนี้โดยเนื้อหาของโครงงานเป็นการออกแบบ และ วางแผนการผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ส่วนชิ้นงานที่ใช้ในการออกแบบนี้คือ หวี ซึ่งหวีเป็นชิ้นงานที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อน ไม่มีร่องหรือบ่า ทำให้ไม่ต้องใช้ Insert ซึ่งเหมาะสำหรับใช้เป็นชิ้นงานเริ่มต้นฝึกหัดศึกษาขั้นตอนของการออกแบบและวางแผนการผลิตแม่พิมพ์แบบ 2 Plate

กระบวนการออกแบบและวางแผนการผลิตแม่พิมพ์ในโครงงานนี้ สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังแสดงในแผนภาพต่อไปนี้

รูปที่ 2.24 แผนผังขั้นตอนการออกแบบ

รายละเอียดการออกแบบ

รายละเอียดการออกแบบของแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

เลือกชนิดของพลาสติก

เมื่อทราบหรือกำหนดชิ้นงานแล้วขั้นต่อไปได้แก่การเลือกชนิดของพลาสติกที่จะนำมาทำการผลิตชิ้นงานนั้น การเลือกชนิดของพลาสติก พิจารณาจากคุณสมบัติของพลาสติกที่เหมาะสมกับฟังก์ชั่นการใช้งานของชิ้นงาน และการลดต้นทุนในการผลิต โดยต้องสามารถนำพลาสติกที่เหลือทิ้งจากกระบวนการฉีด และชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานรวมทั้งชิ้นงานในขั้นตอนการทดลองฉีด เพื่อปรับแต่งพารามิเตอร์ของเครื่องฉีด กลับมาใช้ใหม่ได้ ในโครงงานนี้จึงเลือกพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกชนิด Cellulose Acetate (CA) ซึ่งเป็นพลาสติกที่ใช้ในการผลิตหวีโดยทั่วไป เนื่องจากมีความแข็งแรงทนทาน ทำเป็นสีต่างๆ ได้ ทนสารเคมีได้ดี ทนชื้น ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งมีอัตราการหดตัว 0.2-0.5 %

ทำความเข้าใจรูปร่างของชิ้นงาน

ในขั้นตอนนี้ต้องทำความเข้าใจรูปร่างของชิ้นงาน โดยการร่างภาพรูปร่างชิ้นงานให้ถูกต้อง ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้ใช้โปรแกรม CAD ช่วยในการเขียนรูปชิ้นงาน ทำให้การออกแบบชิ้นงานมีความสะดวกมากขึ้น สามารถมองเห็นชิ้นงานและข้อบกพร่องต่างๆก่อนผลิตจริง ในโครงงานนี้ได้ทำการเขียนภาพขนาด รูปร่างต่าง ๆ รวมทั้งภาพด้านตัดตามที่จำเป็นได้แก่ Top view Front view Side view และ Section view โดย Section view นี้จะเลือกตัดที่ Front view หรือ Side view ก็ได้โดยภาพที่ออกมาต้องแสดงรายละเอียดเพียงพอที่จะนำไปทำการแยกชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ ดังแสดงในภาคผนวก ข DWG.No 03-06 ทั้งนี้ในการฉีดพลาสติกเข้าไปในแม่พิมพ์นั้น เมื่อชิ้นงานเย็นแล้วจะเกิดการหดตัวของชิ้นงานเล็กลงกว่าเดิม จึงจำเป็นต้องทำให้แบบของแม่พิมพ์ใหญ่กว่าแบบชิ้นงานจริงขึ้นอีกเล็กน้อย โดยการคูณอัตราการหดตัวของพลาสติกชนิดนั้นเข้าไป ในโครงงานนี้จึงออกแบบให้ขนาดชิ้นงานใหญ่กว่าขนาดของชิ้นงานจริง 0.5 %

ออกแบบแม่พิมพ์

การออกแบบแม่พิมพ์ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ 13 ขั้นตอน คือ กำหนดจำนวนที่ออกมา การเลือกขนาดของแม่พิมพ์การกำหนดเครื่องฉีดขึ้นรูป ทำการกำหนดประเภทของ Gate และ Runner กำหนดวงจรน้ำหล่อเย็น ทำการกำหนดจำนวน ตำแหน่ง และขนาดของ Ejector Pin เลือกขนาดสปริง Locating Ring และ Spreu Bushing กำหนด Support Pillars จัดการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมได้ กำหนด Parting ทำการแยกชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ตรวจสอบ Drawing

1. กำหนดจำนวนชิ้นงานที่ออกมา

ในโครงงานนี้ออกแบบให้แม่พิมพ์ 1 ลูก มี 2 Cavity คือสามารถฉีดชิ้นงานออกมาได้ 2 ชิ้น ต่อการฉีดพลาสติก 1 ครั้ง ซึ่งจะทำให้แม่พิมพ์เกิดการสมดุลความดัน ไม่เกิดการเอียงไปข้างใดข้างหนึ่งหรือเกิดการทะลักของเนื้อพลาสติกออกมาเมื่อฉีดพลาสติกเหลวร้อนเข้าไปในแม่พิมพ์

2. ทำการเลือกขนาดของแม่พิมพ์

ในโครงงานนี้เลือกใช้แม่พิมพ์แบบ 2 Plate ซึ่งเหมาะสมกับชิ้นงานที่ไม่ต้องการความละเอียดมาก และมีรูปร่างไม่ซับซ้อนรวมทั้งยังมีราคาต่ำ โดยได้เลือกใช้แม่พิมพ์ของ FUTABA ชนิด SC Type ซึ่งเป็นแบบที่ใช้ Ejector Pin ดันชิ้นงานออกมา โดยไม่มี Support plate ขนาด MDC SC 2735 – 4050605 – MIN (ความหมายดูที่ภาคผนวก ก ตารางที่ 5 Dimensions of Two Plate Type)

3. กำหนดขนาดเครื่องฉีดขึ้นรูป

ในที่นี้กำหนดขนาดของเครื่องฉีดขึ้นรูปจากการออกแบบ ซึ่งจากการออกแบบได้ขนาดของแม่พิมพ์ขนาด VDC SC 2735 – 4050605 – MIN ดังนั้นจึงเลือกใช้เครื่องฉีดขึ้นรูปขนาด 80 ตัน

เมื่อทำการเลือกขนาดแม่พิมพ์ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อมาคือการกำหนด ตำแหน่งการวาง Gate , Runner , Ejector Pin , วงจรน้ำหล่อเย็น และส่วนประกอบต่างๆ ให้สมบูรณ์ รวมทั้งกำหนดตำแหน่ง Cavity ลงไปด้วย ดูภาพแสดงการวางตัวของ Cavity ที่ภาคผนวก ข Drawing (DWG. No.03 - 06)

4. ทำการกำหนดประเภทของ Gate , Runner

ทำการกำหนด Runner แบบวงกลม (Round) ซึ่งเป็นแบบที่ผลิตได้ง่ายและราคาถูก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ลึกเข้าไปข้างละ 3 มม. ในส่วนของ Gate กำหนด Gate แบบกรอบสี่เหลี่ยม (Rectangular Edge Gate) ขนาด ยาว 2.5 มม. กว้าง 4 มม. ลึก 1 มม. (ภาคผนวก ข DWG. No. 04 , 06) ซึ่ง Gate แบบนี้มีข้อดีคือมีหน้าตัดแบบง่าย ๆ ดังนั้น จึงมีราคาในการตัดเฉือนถูก ขนาดของ Gate สามารถทำให้ได้ขนาดถูกต้องได้ง่าย ขนาดของ Gate สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ง่ายและรวดเร็ว อัตราความเร็วในการเติมเนื้อพลาสติกของ Impression สามารถควบคุมได้อย่างอิสระ และวัสดุพลาสติกแบบธรรมดาทั่วไปสามารถใช้ฉีดด้วยรูเข้าแบบนี้ได้ ทั้งนี้ขนาดของ Gate ต้องทำขนาดให้เล็กไว้ก่อนเพื่อเป็นการเผื่อขนาด เพราะเมื่อนำแม่พิมพ์ขึ้นฉีดแล้วชิ้นงานยังไม่ได้ขนาดต้องทำการ ขยาย Gate ออกอีกจนได้ขนาด ซึ่งถ้าทำ Gate ไว้ใหญ่เกินไปในขั้นแรกจะทำให้เสียเวลาในการแก้ไข ส่วนขนาดของ Runner เป็นการเลือกจากทำการผลิตได้ง่าย โดยการใช้ดอกกัดแบบ Ball endmill ขนาดรัศมี 3 มม. เดินกัดตลอดแนวของ Runner ซึ่งการกำหนดขนาดของ Runner นี้ควรระวังในเรื่องความดันของพลาสติกร้อนที่ไหลเข้าไปในแม่พิมพ์ ถ้ากำหนดขนาดใหญ่ไปจะทำให้ความดันของพลาสติกที่ไหลเข้าไปมีน้อยทำให้พลาสติกไหลเข้าไปไม่เต็มแบบส่งผลให้ได้ชิ้นงานไม่เต็ม ถ้าขนาดเล็กเกินอาจทำให้ Runner อุดดันได้ ซึ่งการกำหนดขนาดต้องให้เหมาะสมกับขนาดของชิ้นงาน

5. กำหนดวงจรน้ำหล่อเย็น

กำหนดวงจรการหล่อเย็นแบบ การหล่อเย็นแผ่นเข้าแบบชิ้นเดียว (cooling integer – type cavity plate) ซึ่งเป็นวิธีการเจาะรูทะลุตลอดสองข้างของ Cavity และ Core ตรงปลายจะต่อถึงกันด้วยท่ออ่อน ทางด้านท่อนำเข้า และออก จะใส่ข้อต่อติดไว้ โดยทำการเจาะรูแผ่น Cavity Plate ห่างจากชิ้นงาน 20 มม. และ Core Plate ห่างจากชิ้นงาน 30 มม. ได้ (ภาคผนวก ข DWG. No. 04 – 06) เพราะเป็นการเผื่อระยะห่างของรูกับชิ้นงาน คือในกระบวนการผลิตถ้าชิ้นงานที่ผลิตออกมาแล้วผิวหน้าของแผ่น Core และ Cavity ประกอบกันไม่แนบสนิทกันอันจะทำให้พลาสติกที่ฉีดเข้าไปเกิดการไหลทะลักออกมาเมื่อนำไปขึ้นฉีดจริง ซึ่งต้องแก้ไขโดยทำการปาดผิวออกให้เรียบ และกัดตัวชิ้นงานใหม่ ซึ่งถ้าไม่ทำการเผื่อระยะไว้อาจทำให้รูกับตัวชิ้นงานทะลุ โดยการการกำหนดตำแหน่ง รวมทั้งระยะห่างของชิ้นงานต้องเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ออกแบบแม่พิมพ์

6. ทำการกำหนดตำแหน่ง จำนวน และขนาดของ Ejector Pins

ในที่นี้เลือกใช้ Ejector Pins แบบ EPNL ซึ่งมีราคาค่อนข้างถูก ขนาดต่าง ๆ ดังนี้

- EPNL4 – 79 จำนวน 1 ตัว
- EPNL4 – 83 จำนวน 6 ตัว
- EPNL5 – 83 จำนวน 4 ตัว

โดยการเลือกขนาดนั้นต้องเลือกขนาดที่ใหญ่สุดที่จะวางได้ก่อน และต้องวางให้มีจำนวน Pins สมดุลไม่ทำให้รูปทรงของชิ้นงานเสีย และต้องคำนึงถึงเรื่องราคาด้วย โดยทำการวางตำแหน่ง Ejector Pins ขนาด 5 มม. ที่ตัวชิ้นงานจำนวน 4 ตัว และ Ejector Pins ขนาด 4 มม. ที่ Runner จำนวน 7 ตัว (ภาคผนวก ข DWG. No. 05 , 06)

7. เลือกขนาดสปริง (Coil Spring)

ใช้ Coil Spring แบบ SRW 31 – 60 จำนวน 4 ตัว โดยทำการเจาะรู ที่ตัว Core Plate ลึกเข้าไป 50% หรือ 25 มม. เพื่อใส่ Coil Spring (ภาคผนวก ข DWG. No. 03) โดยมีการคำนวณเลือกขนาด ดังนี้

สมการ มวลของ Ejector retainer plate และ Ejector plate ที่กดทับสปริง

= ปริมาตร * ความหนาแน่นของวัสดุ * S.F.

= [(กว้าง * ยาว * สูง * ความหนาแน่นของวัสดุ)] * S.F. .....(1)

จากภาคผนวก ข DWG. No 03, 06จะได้

กว้าง = 160 มม.

ยาว = 350 มม.

สูง = 35 มม.

ค่าความหนาแน่นของ Mold Base = 7850 กก./ลบ.ม.

ค่า Safety factor (S.F) = 2 (ค่าทั่วไปของการออกแบบแม่พิมพ์จะใช้ S.F. ประมาณ 1.5-2)

แทนค่า ในสมการ (1) = $\left[\frac{160*350*35*7850}{10^9}\right]*2 = 31$ กก.

∴ น้ำหนักของ Ejector retainer plate และ Ejector plate ที่กดทับสปริง = 31 กก.

ซึ่งจากตารางที่ 2 ภาคผนวก ก ทำการเลือก Coil Spring แบบ SRW 31 – 60 ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 31 มม. ความยาว 60 มม. ทำการคำนวณดังนี้ ระยะหดตัวของ Coil Spring = 60 – 50 = 10 มม., น้ำหนักที่รับ = 1.67 กก./มม.

∴ Coil Spring 4 ตัว = 4*10*1.67

= 66.8 กก. ซึ่งใช้ได้

8. Locating Ring และ Sprue Bushing

ใช้ Locating Ring ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม. หนา 15 มม. และ Sprue Bushing ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. และทำการจัดวางลงบน Lay out (ภาคผนวก ข DWG. No. 03 – 05) ทั้งนี้มาจากคำแนะนำของฝ่ายออกแบบของทางบริษัท

9. กำหนด Support Pillars

กำหนด Support Pillars ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 * 60 มม. จำนวน 4 ตัว (ภาคผนวก ข DWG. No. 05 – 06) ค้ำยัน Core plate เพื่อป้องกันการโก่งงอ เมื่อเกิดแรงดัน และการกระแทกจากเครื่องฉีด

10. จัดการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ที่ยอมได้

โดยทำการปรับปรุงแก้ไข การเปลี่ยนแปลงค่าตัวเลขบอกขนาดที่ได้ออกแบบมา เพื่อให้ได้ขนาดของงานออกมาตามที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลูกค้าเป็นสำคัญ

11. กำหนด Parting

โดยทำการกำหนดขอบเขตการแบ่งแยกของ Core และ Cavity โดยคำนึงถึงการเปิด – ปิด แม่พิมพ์ และแยกชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ (จากภาคผนวก ข DWG. No. 03 , 05)

12. ทำการกำหนดและแยกชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ ซึ่งคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการฉีดและปลดชิ้นงานเป็นสำคัญ และเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามต้องการ

13. ทำการตรวจสอบแบบ Drawing ทุกแบบเพื่อที่จะนำไปผลิตจริงต่อไป

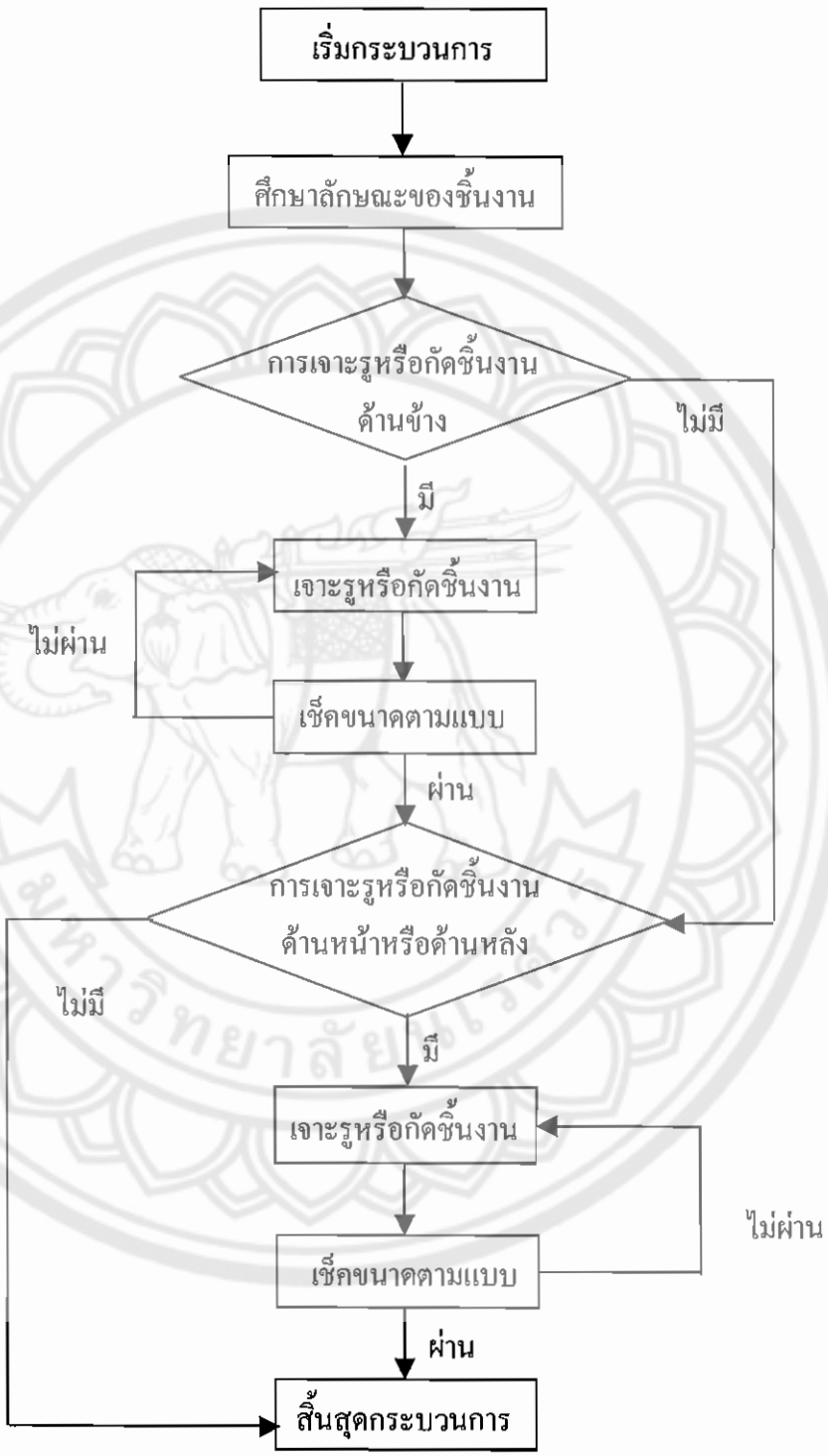
2.5 การวางแผนการผลิตแม่พิมพ์ฉีดหวีพลาสติก

ในขั้นตอนการวางแผนกระบวนการผลิตนี้ หมายถึง การกำหนดว่าจะทำให้ได้แม่พิมพ์ตามแบบอย่างไร ซึ่งในโครงงานฉบับนี้ใช้เครื่อง Machining Center เป็นหลัก ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีส่วนไหนของชิ้นงานที่เป็นมุมภายใน จึงสามารถเลี่ยงการใช้ EDM ได้เพราะจะทำให้เสียเวลาในการผลิตมาก ดังนั้นการวางแผนการผลิตจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง การวางแผนที่ดีนั้นจะช่วยให้ลดเวลาในการผลิต ลดของเสีย และได้ชิ้นงานมีคุณภาพตามที่เราต้องการอีกด้วย ในโครงงานฉบับนี้ได้ทำการวางแผนการผลิตชิ้นงานทั้งหมดจำนวน 6 ชิ้นงาน คือ Top Clamping Plate, Cavity Plate, Core Plate, Ejector Retainer Plate, Ejector Plate, Bottom Clamping Plate

การวางแผนการผลิตในโครงงานฉบับนี้เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนกรรมวิธีการขึ้นรูปของชิ้นงานแต่ละชิ้น โดยคำนึงถึงความถูกต้องของชิ้นงาน และง่ายต่อการผลิตเป็นสำคัญ ซึ่งจะเริ่มจากการเจาะรูก่อนการกัดเป็นรูปร่าง เนื่องจากการเจาะรูจะทำให้ผิวข้างของรูสูงขึ้นมาทำให้ผิวชิ้นงานไม่เรียบเสมอกัน (ในกรณีที่ชิ้นงานไม่ต้องการความละเอียดมาก สามารถใช้หินเจียระไนขัดผิวให้เรียบได้) โดยมีขั้นตอนคือ เลือกทำการผลิตในส่วนหนาของชิ้นงานก่อน เนื่องจากลักษณะของชิ้นงานในโครงงานฉบับนี้มีความหนาน้อยกว่าด้านอื่นๆ และเป็นด้านที่ไม่ต้องการความละเอียดมาก หลังจากนั้นจึงเลือกทำด้านที่เหลือ ซึ่งอาจจะเป็นด้านหน้าหรือด้านหลังของชิ้นงานก่อนก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงานเป็นสำคัญ แต่ในโครงงานฉบับนี้เลือกทำด้านหลังก่อน (Cavity Plate และ Core Plate) เนื่องจากได้กำหนดให้ใช้ผิวด้านหน้าในการทำเป็นรูปชิ้นงานขึ้นมา ซึ่งในการเจาะแต่ละครั้ง ผิวด้านข้างของรูที่ทำการเจาะจะสูงขึ้น อาจจะทำให้ผิวด้านหน้าของชิ้นงานเสียหายได้

โครงงานฉบับนี้ได้เลือกใช้ Unigraphics และ Winmax ในการเขียนโปรแกรม CAM เนื่องจากปัจจุบันทางบริษัทได้ใช้โปรแกรมทั้งสองในการผลิตแม่พิมพ์ ทั้งนี้โปรแกรมที่ได้เขียนทั้งหมดได้บรรจุอยู่ใน CD-ROM และได้เรียงขั้นตอนการผลิตไว้ใน ภาคผนวก ข ในส่วนของ Operation List ซึ่งสามารถนำไปใช้กับเครื่อง Machining Center ได้ ทั้งนี้ขั้นตอนการผลิต สรุปได้ดังแผนผังที่แสดงในรูป 2.24

แผนผังขั้นตอนการผลิต



รูป 2.24 แผนผังขั้นตอนการผลิต