บทที่ 2

ความรู้เกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

2.1 คำนำ

ในบทนี้กล่าวถึง กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ในอุตสาหกรรม และผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากพลาสติก ต่อด้วย การแบ่งกลุ่มของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกออกเป็น 9 กลุ่ม ต่อจากนั้นกล่าวถึง รายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกแต่ละชนิด และได้กล่าวถึงขั้นตอนการผลิต ขีดจำกัดของการผลิตของกรรมวิธีการผลิตแต่ละชนิด เช่น รูปทรงของผลิตภัณฑ์ (Shape) อัตราการผลิต (Production Rate) ความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance) และความเรียบของพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ (Surface Finishing) จากนั้นกล่าวถึง วิธีการเลือก หรือข้อพิจารณาในการเลือก ในตอนท้ายกล่าวถึง เรซินต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

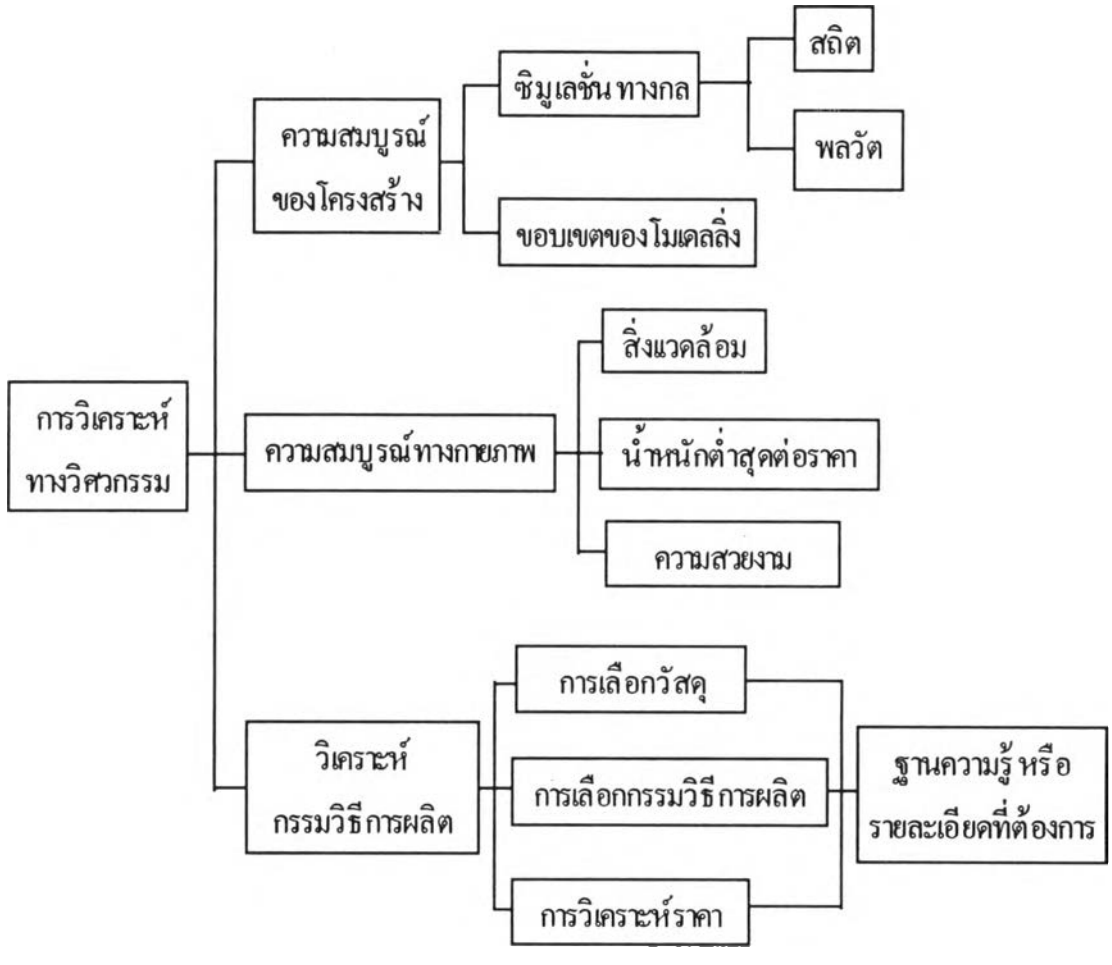
2.2 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกมีแนวโน้มขยายตัวรวดเร็วมาก จากจำนวนโรงงานไม่กี่โรงที่ทำกันในลักษณะอุตสาหกรรมครัวเรือน ได้เพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรือขนาดย่อม และผลิตภัณฑ์พลาสติก

ส่วนใหญ่เป็นประเภทเครื่องเรือน เครื่องใช้ ภาชนะบรรจุ แท่ง หลอด และ รองเท้า เนื่องจากพลาสติกมีคุณสมบัติพิเศษสามารถนำไปใช้แทนวัสดุธรรมชาติอื่นๆ ดังนั้นปัจจุบันพลาสติกมีส่วนเข้าไปร่วมในผลิตภัณฑ์เกือบทุกประเภท เช่น อุตสาหกรรมการบรรจุ (Packaging) อุตสาหกรรมก่อสร้าง (Building) อุตสาหกรรมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเลคโทรนิค (Electrical and Electronics) อุตสาหกรรมยานยนต์ (Transportation) อุตสาหกรรมเครื่องใช้ในบ้าน (Houseware) อุตสาหกรรมเครื่องมือ (Appliances) อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ (Furniture) และ อุตสาหกรรมของเด็กเล่น (Toys) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกมีมากมาย เช่นชนิดของผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้จากกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัด ได้แก่ ช้อน ชาม จาน อุปกรณ์ไฟฟ้า ด้ามจับเตารีด หูหม้อ หูกระทะ และ แผ่นเสียง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดส่ง ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีชิ้นส่วนโลหะติดอยู่ เช่น หัวครอบจานจ่ายรถยนต์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดรีด ได้แก่ สายไฟฟ้า ท่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาไนล่อน ถุงพลาสติก แผ่น ฟิล์ม และกรอบประตูหน้าต่างพลาสติก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเป่า ซึ่งส่วนใหญ่เป็นขวดพลาสติกผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีแบบรีด ได้แก่ ผ้ายาง พีวีซี และ กระเบื้องยาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นรูปแบบหล่อ ได้แก่ ถุงมือ รองเท้ายางกันฝน ยางหุ้มปลั๊กไฟฟ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น และฟุตบอลยาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นรูปแบบอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น ได้แก่ ภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ผนังชั้นในของตู้เย็น ป้ายชื่อร้าน และ ป้ายโฆษณา

นักออกแบบผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิต และขีดจำกัดของแต่ละกรรมวิธีการมาใช้ในการเลือกชนิดของกรรมวิธีการผลิต เพราะการเลือกชนิดของกรรมวิธีการผลิตที่ผิดพลาด ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพต่ำ การขึ้นรูปพลาสติกมีหลายชนิดที่แตกต่างกัน

ผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งอาจมีวิธีการผลิตได้หลายวิธี เช่น การผลิตภาชนะกลวง สามารถผลิตได้จากการขึ้นรูปแบบอัดรีด (Extrusion) การขึ้นรูปแบบฉีดเป่า (Injection Blow Molding) การขึ้นรูปโดยวิธีการพัน (Filament Winding) การขึ้นรูปโดยวิธีการหมุน (Rotation Molding) และ การขึ้นรูปโดยการอัด (Compression Molding) บางผลิตภัณฑ์อาจผลิตได้ด้วยวิธีการไม่กี่วิธี เช่น ภาชนะกลวงปิด สามารถผลิตได้จากกรรมวิธีการขึ้นรูปโดยการเป่า (Blow Molding) และกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบพัน (Filament Winding)

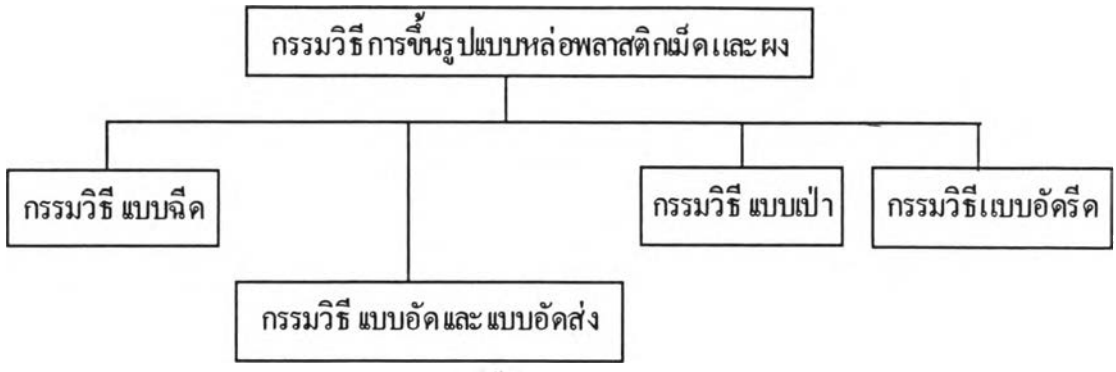


รูปที่ 2.1 แสดงการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมของการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยวิธีการของฟอลโล (FALLO)

รูปที่ 2.1 คือ เผนภูมิวิเคราะห์ทางวิศวกรรมของการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยวิธีการของฟอลโล ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมก่อนที่ทำการตัดสินใจเลือกออกแบบผลิตภัณฑ์โดยวิเคราะห์ทั้งโครงสร้างทางกายภาพ รวมถึงวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต โดยในการวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตเป็นการเลือกใช้วัสดุและ วิธีการผลิตที่ใช้ ในส่วนนี้มีความสำคัญมาก นอกจากนี้ยังนำการวิเคราะห์ราคาทั้งของเครื่องจักร และราคาของวัสดุที่ใช้ รวมถึงราคาของผลิตภัณฑ์มาพิจารณาด้วย โดยทั้งสามส่วนนี้เก็บไว้ในฐานความรู้ที่ช่วยนักออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกเลือกชนิดของพลาสติก และชนิดของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ในที่นี้ได้แบ่งกลุ่มของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกออกเป็น 9 กลุ่มเพื่อความสะดวกในการพิจารณาเลือก

2.2.1 ประเภทหล่อพลาสติกเม็ด และ ผง (Molding)

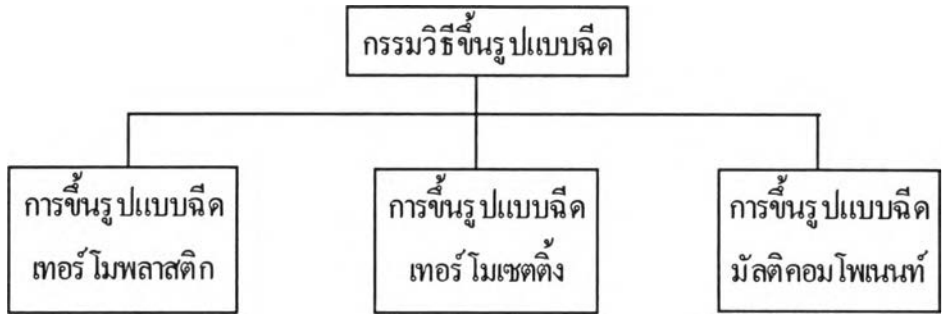
เป็นกรรมวิธีการขึ้นรูปโดยป้อนเรซินเข้าไปในช่องว่างของแบบ โดยใช้ความดันในแม่แบบปิด จุดเด่นของกรรมวิธีการขึ้นรูปกลุ่มนี้คือ สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความซับซ้อนได้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเรียบ (Surface Finishing) และ ความแข็งแกร่ง (Mechanical Strength) ดี การขึ้นรูปกลุ่มนี้แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ กรรมวิธีแบบฉีด (Injection Molding) กรรมวิธีแบบอัด และแบบอัดส่ง (Compression & Transfer Molding) กรรมวิธีแบบเป่า (Blow Molding) และ กรรมวิธีแบบอัดรีด (Calendering)



รูปที่ 2.2 กลุ่มของการขึ้นรูปแบบหล่อพลาสติกเม็ดและผง

ก. กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีด (Injection Molding)

กรรมวิธีแบบฉีด ราคาเครื่องจักรแพง แต่ผลิตได้ในปริมาณมาก รวดเร็ว และผลิตชิ้นงานที่มีความซับซ้อนมากกว่าเมื่อเทียบกับวิธีอื่น แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีดเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics Injection Molding) การขึ้นรูปแบบฉีดเทอร์โมเซตติ้ง (Thermosets Injection Molding) และ กรรมวิธีขึ้นรูปแบบฉีดมัลติคอมโพเนนท์ (Multi-Component Injection Molding)

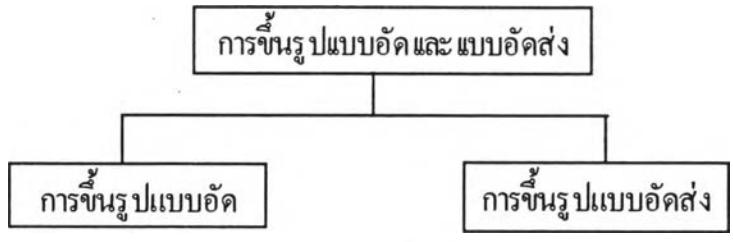


รูปที่ 2.3 แสดงกลุ่มการขึ้นรูปแบบฉีด

ข. กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดและแบบอัดส่ง (Compression & Transfer Molding)

กรรมวิธีแบบอัด และ แบบอัดส่ง มีการขึ้นรูปโดยให้ความร้อนโดยตรงที่แม่แบบ และใช้กับเทอร์โมเซตติ้งเหมือนกันจึงจัดอยู่กลุ่มเดียวกัน ผลิตภัณฑ์ที่มีความซับซ้อนมากไม่สามารถที่ผลิตด้วย

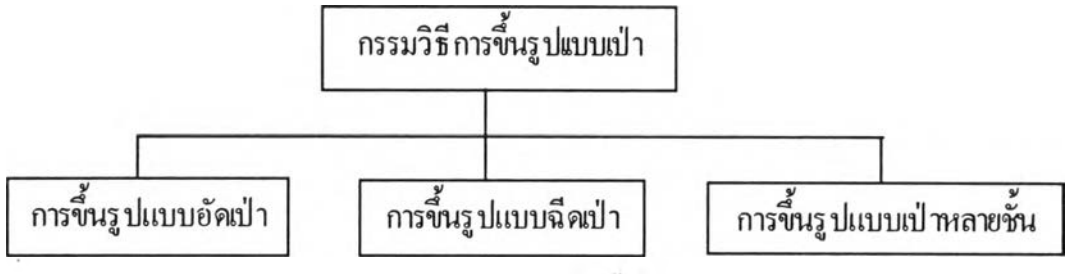
วิธีนี้ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ การขึ้นรูปแบบอัด (Compression Molding) และการขึ้นรูปแบบอัดส่ง (Transfer Molding)



รูปที่ 2.4 แสดงกลุ่มของการขึ้นรูปแบบอัดและแบบอัดส่ง

ค. กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเป่า (Blow Molding)

ส่วนกรรมวิธีแบบเป่ามี 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกเป็นการอัดหรือการฉีด ส่วนขั้นตอนที่2 เป็นการเป่า ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ การขึ้นรูปแบบอัดเป่า (Extrusion Blow Molding) การขึ้นรูปแบบฉีดเป่า (Injection Blow Molding) และ การขึ้นรูปแบบเป่าหลายชั้น (Multilayer Blow Molding)

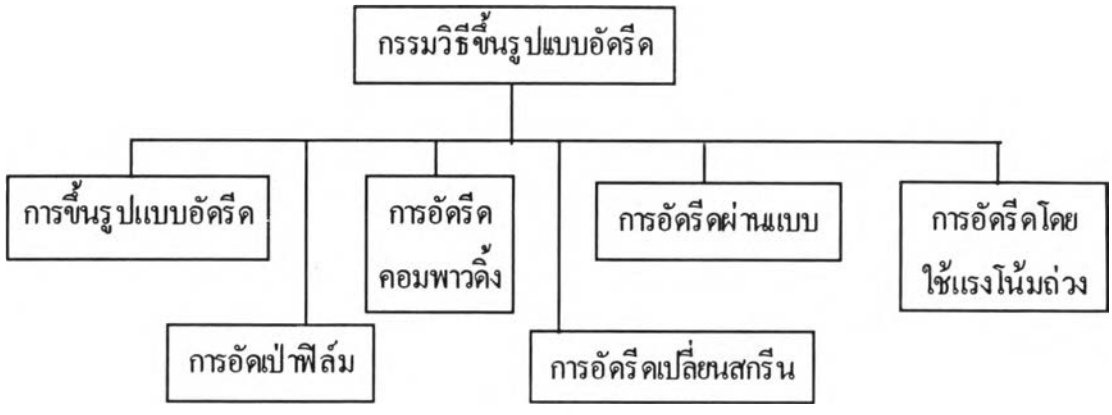


รูปที่ 2.5 แสดงกลุ่มของการขึ้นรูปแบบเป่า

ง. การขึ้นรูปแบบอัดรีด (Extrusion Molding)

กรรมวิธีการแบบอัดรีด ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น ท่อ โปรไฟล์ ฟิล์ม แผ่นพลาสติก ที่มีความยาวต่อเนื่อง ซึ่งไม่สามารถผลิตได้ด้วยการขึ้นรูปแบบฉีด แบบอัด แบบอัดส่ง และแบบเป่า แบ่งเป็น 6 ชนิด การอัดเป่าฟิล์ม (Blown Film Extrusion) การขึ้นรูปแบบอัดรีด (Extrusion Processing) การขึ้นรูปแบบอัดรีด

คอมพาวดิ้ง (Extrusion Compounding) การขึ้นรูปแบบอัดรีดเปลี่ยนสกรีน (Extruder Screen Changes) การขึ้นรูปแบบอัดรีดผ่านแม่แบบ (Extrusion Dies) การขึ้นรูปแบบอัดรีดโดยใช้เกียร์ปั๊มพ์ (Extrusion Gear Pumps) และ การขึ้นรูปแบบอัดรีดโดยใช้แรงโน้มถ่วงควบคุม (Gravimetric Extrusion Control)



รูปที่ 2.6 แสดงกลุ่มการขึ้นรูปแบบอัดรีด

2.2.2 กลุ่มของการขึ้นรูปแบบหล่อพลาสติกเหลว (Casting Process)

เป็นกรรมวิธีที่ง่ายไม่ต้องใช้แรงอัด การลงทุนต่ำ โดยปรกติกรรมวิธีแบบนี้ใช้พลาสติกเหลวหล่อลงในแม่แบบ แล้วเติมตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ลงไป กรรมวิธีขึ้นรูปแบบหล่อพลาสติกเหลว แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ การหล่อด้วยอะคริลิค (Casting of Acrylic) การหล่อด้วยไนล่อน (Casting of Nylon) และ การหล่อแผ่นฟิล์มพลาสติก (Casting of Film) โดยอาศัยความแตกต่างของชนิดเรซินที่ใช้

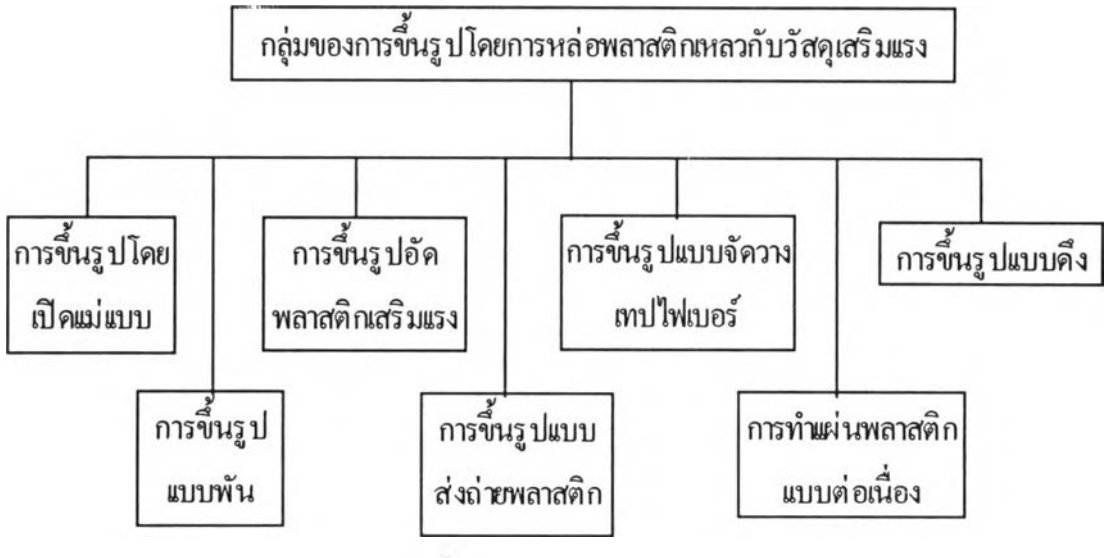
รูปที่ 2.7 แสดงกลุ่มของการขึ้นรูปแบบหล่อพลาสติกเหลว

2.2.3 ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (Thermoforming)

เป็นกรรมวิธีอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น มีหลักการคือ นำแผ่นเทอร์โมพลาสติกไปลนไฟให้ร้อนจนอ่อนตัว แล้วอัดขึ้นรูปทิ้งไว้ให้เย็น แผ่นพลาสติกคงรูปตามแบบที่อัด

2.2.4 กลุ่มของการขึ้นรูปโดยการหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมแรง

เป็นกลุ่มของกรรมวิธีการผลิตที่ใช้แผ่น หรือเส้นใยแก้ว (Fiber glass) เป็นวัสดุเสริมกำลังผสมกับพลาสติกเหลว เช่น พอลิเอสเตอร์ และ อีป๊อกซี่ เพื่อให้ชิ้นงานมีความแข็งแกร่ง (Mechanical Strength) ดีมาก ความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance) ปานกลาง กรรมวิธีขึ้นรูปกลุ่มนี้แบ่งเป็น 7 ชนิด ได้แก่ การขึ้นรูปโดยเปิดแม่แบบ (Open Mold Processing) การขึ้นรูปแบบพัน (Filament Winding) การขึ้นรูปแบบอัดพลาสติกเสริมแรง (Compression Molding) การขึ้นรูปแบบส่งถ่ายพลาสติก (Resin Transfer Molding) การขึ้นรูปแบบจัดวางเทปไฟเบอร์ (Tap Fiber Placement) การทำแผ่นพลาสติกต่อเนื่อง (Continuous FRP Laminating) และ การขึ้นรูปแบบดึง (Pultrusion)



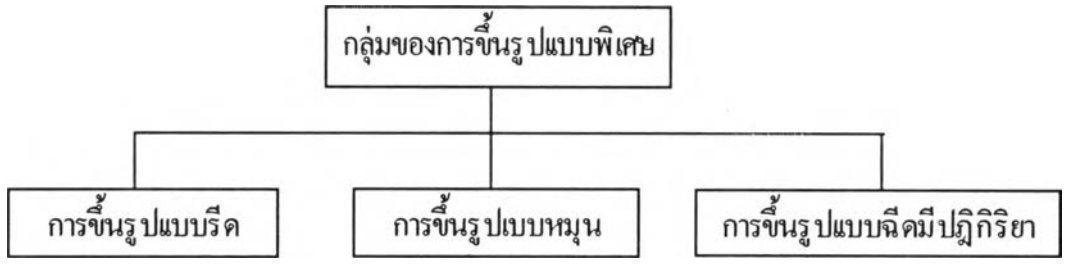
รูปที่ 2.8 แสดงกลุ่มของการขึ้นรูปโดยการหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมแรง

2.2.5 ประเภทหล่อโฟม

การผลิตโฟมทำได้สองวิธี คือ ทางกายภาพ คือ ใช้แกสอัดหรือผสมแกสเข้าไปในเนื้อพลาสติก ขณะทำการผลิต เมื่อวัตถุดิบนี้ไปผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ความร้อน แกสขยายตัวทำให้เนื้อพลาสติกฟูขึ้นเป็นโฟม เช่น พอลิสไตรีนโฟม ส่วนอีกวิธีการหนึ่งใช้ปฏิกิริยาของสารเคมี สองชนิด คือ ชนิดเหลว อีกชนิดเป็นส่วนผสมของวัสดุตกผลึก และสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับพลาสติกเหลวที่ทำให้เกิดแกสขึ้น พลาสติกที่ใช้คือ พอลิยูรีเทน

2.2.6 กลุ่มของการขึ้นรูปแบบพิเศษ (Specialty Process)

เป็นกลุ่มของกรรมวิธีการผลิตที่ไม่จัดเข้ากับกลุ่มอื่น เนื่องจากมีคุณสมบัติ และกรรมวิธีการผลิตที่พิเศษออกไป กรรมวิธีการผลิตกลุ่มนี้ได้แก่ การขึ้นรูปแบบรีด (Calendering) การขึ้นรูปแบบหมุน (Ratational Molding) และการขึ้นรูปแบบฉีดที่มีปฏิกิริยา (Raction Injection Molding)

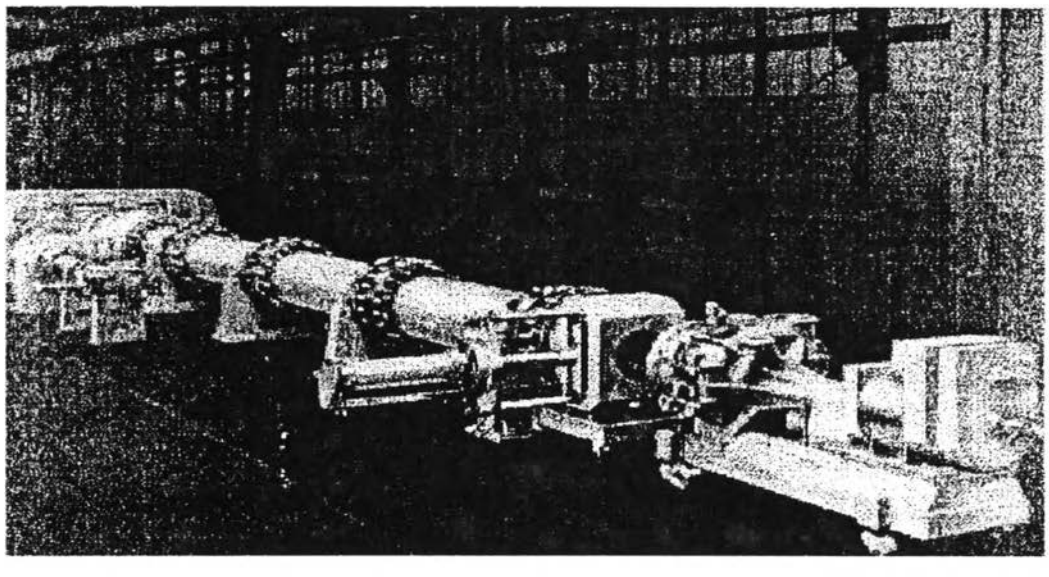


รูปที่ 2.9 แสดงกลุ่มของการขึ้นรูปแบบพิเศษ

ต่อไปนี้เป็นการกล่าวถึงกรรมวิธีการผลิตต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ในอุตสาหกรรม

2.3 กลุ่มของกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดรีด (Extrusion Molding)

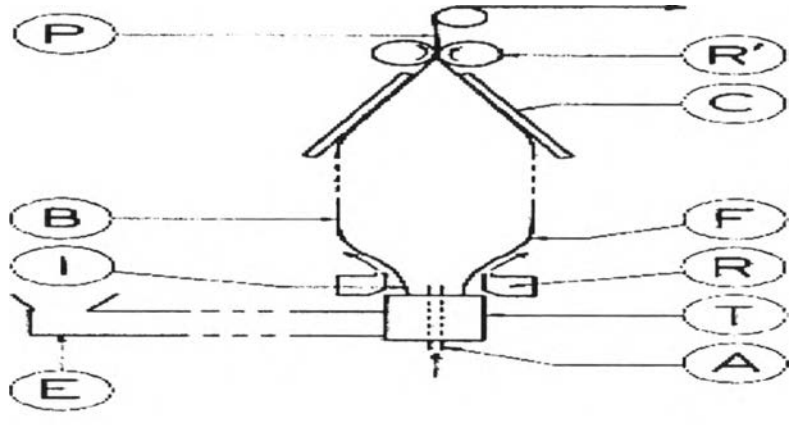
เป็นงานอัดรีดขึ้นรูปอย่างต่อเนื่องของพอลิเมอร์ โดยถูกอัดผ่านหัวฉีดไปยังแบบ (die) เทอร์โมพลาสติกทุกชนิดสามารถอัดรีดได้ ผลิตภัณฑ์เป็นกลุ่มพวกเส้นใย ท่อ โปรไฟล์ที่มีรูปทรงซับซ้อน สามารถผลิตได้ ฟิล์ม และ แผ่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีทั้งขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ อัตราการผลิตสูง และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง (Mechanical- strength) ดี สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ ที่มี บอสส์ (bosses) ซี่ (ribs) อันเดอร์คัท (undercuts) และ ชิ้นสอด (inserts) ได้ อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 300-500 องศาเซลเซียส ความดันอยู่ในการผลิตอยู่ในช่วง 500 - 6000 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว นอกจากนี้ยังสามารถนำเครื่องอัด (Extruder) ไปใช้งานร่วมกับเครื่องเป่าได้กรรมวิธีการผลิตกลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 7 ชนิด คือ



รูปที่ 2.10 แสดงการขึ้นรูปแบบอัดรีด

2.3.1 กรรมวิธีการอัดเป่าฟิล์ม (Blown Film Extrusion)

หลักการทำงานของการขึ้นรูปโดยการเป่าฟิล์มโดยพื้นฐาน แล้วประกอบด้วย ท่ออัดรีด ของเทอร์โมพลาสติกที่หลอม และขยายออกอย่างต่อเนื่องหลาย ๆ เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางเมื่อเริ่มต้น และขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ท่อยาว

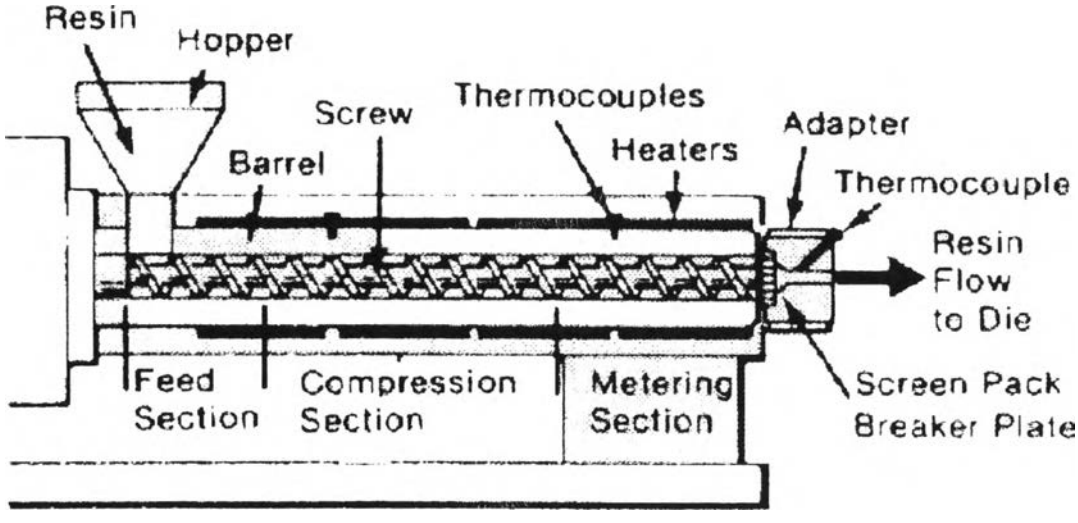


รูปที่ 2.11 ไดอะแกรมการขึ้นรูปโดยการอัดเป่าฟิล์ม

จากรูปที่ 2.11 เครื่องอัดรีด (E) อาจมีหนึ่งหรือ สองตัว หรือมากกว่า พลาสติกที่หลอมเหลวถูกอัดเข้าไปที่แบบ (T) มีท่อหลอม (I) โผล่ออกมาจากแบบ อากาศวิ่งผ่าน เข้า (Air inlet) แบบ และผ่านไปจนถึงลูกกลิ้ง ที่ (R') พลาสติกเย็นลงทันทีจากอากาศภายนอก ท่อหลอม (I) ค่อยๆ เปลี่ยนรูปเป็นทรงกระบอกแข็ง และคงสภาพไปตามส่วนที่เย็น ถุง (Buble) ค่อยๆ แบนในเครื่องมือที่ทำให้ยุบตัวลง (C) ซึ่งประกอบด้วยคู่ของส่วนที่ทำให้ลู่ลง ผ่านลูกกลิ้ง (R') ได้ผลิตภัณฑ์แบนบาง

เรซินที่ใช้ในการเป่าฟิล์ม ส่วนใหญ่ คือ พอลิเอทิลีน หลายชนิด เช่น พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ และความหนาแน่นสูง เรซินตัวอื่นคือ พอลิเอไมด์ และ พอลิไวนิลิดีนคลอไรด์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนใหญ่ใช้ในการหุ้มห่อ และ ใช้ในการบุภาชนะ

2.3.2 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดรีด (Extrusion Processing)



รูปที่ 2.12 ไดอะแกรมการขึ้นรูปแบบอัดรีด

กรรมวิธีขึ้นรูปแบบอัดรีดแสดงในรูปที่ 2.12 ถังเก็บเรซิน (Hopper) ปล่อยเม็ดพลาสติกลงไปในเครื่องอัด (Extruder) มีสกรู (Screw) หมุนได้อยู่ในทรงกระบอก (Barrel) ที่มีแผ่นความร้อนติดอยู่ พลาสติกถูกหลอม และถูกอัดผ่านหัวฉีด ไปยังแม่แบบระหว่างแม่แบบกับสกรูมีระแกรงกรองทั้งอย่างหยาบ และละเอียดอยู่ เพื่อกรองเรซินที่ยังไม่หลอมเหลวออกไป เทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิดสามารถทำการอัดได้ มีข้อจำกัดคือ พลาสติกเมื่ออ่อนตัวต้องรวมกัน ผลิตภัณฑ์คือ โปรไฟล์ ท่อ แผ่นพลาสติก และ ฟิล์ม

2.3.3 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดรีดคอมพาวดิ้ง (Extrusion Compounding)

พอลิเมอร์คอมพาวดิ้งเป็นพอลิเมอร์ที่ถูกอัพเกรด มีช่วงตั้งแต่ที่ใช้สารเติมแต่ง (additive) ตั้งแต่ตัวเดียวจนถึง หลายตัว ผลิตภัณฑ์คอมพาวดิ้งมีคุณสมบัติเป็นไฮบริด เช่นมี ความมัน มีความเข็งแกร่งดี และมีความ แม่นยำในการขึ้นรูป และมีความแข็งดี (stiffness) สำหรับสกรูที่ใช้มี 2 แบบคือ สกรูเดี่ยว

(Single Screw) เหมาะสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีความซับซ้อน และสกรูคู่ (Twin Screw) เหมาะสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความซับซ้อน ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ เหมือนกับการขึ้นรูปแบบอัดรีด

2.3.4 กรรมวิธีการขึ้นรูปใช้เครื่องอัดรีดเปลี่ยนสกรีน (Extruder Screen Changes)

สกรีนของเครื่องอัดรีดทำหน้าที่ในการกรองเรซินที่ยังไม่หลอมก่อนเข้าแบบ จุดประสงค์ของการทำเครื่องอัดรีดเปลี่ยนสกรีนเพื่อลดเวลาในการเปลี่ยนสกรีน (Down Time) เพิ่มปริมาณการผลิต ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ เหมือนกับการขึ้นรูปแบบอัดรีด

2.3.5 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดรีดผ่านแบบ (Extrusion Dies)

เป็นกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดรีดผ่านแบบที่มีรูปร่างภาคตัดขวางสม่ำเสมอ สำหรับผลิต ฟิล์ม แผ่น ท่อ และ โปรไฟล์

2.3.6 การขึ้นรูปแบบอัดรีดโดยใช้ เกียร์ปั๊มพ์ (Extrusion Gear Pumps)

การขึ้นรูปแบบอัดรีด โดยใช้เกียร์ปั๊มพ์ ใช้เกียร์ปั๊มพ์ชนิด แบบ พอซิทิฟ ดิสเพลซเม็นท์ (Positive Displacement) เป็นตัวส่งพลาสติกเหลวสู่แบบ (Die) ที่ความดัน อุณหภูมิ และอัตราเร็วคงที่ปั๊มพ์ทำหน้าที่แทนเครื่องวัดของเครื่องอัดรีด ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ ทั้งนี้เกียร์ปั๊มพ์ยังช่วยลดปัญหาเรซินที่มีความหนืดสูง อุณหภูมิสูง การเปลี่ยนแปลงของความดันของพลาสติกเหลวที่ป้อนเข้าแบบ และการเปลี่ยนแปลงของพลาสติกเหลวเอง ใช้ผลิต โปรไฟล์ ท่อ พลาสติกแผ่น ฟิล์ม สายไฟ เคเบิล

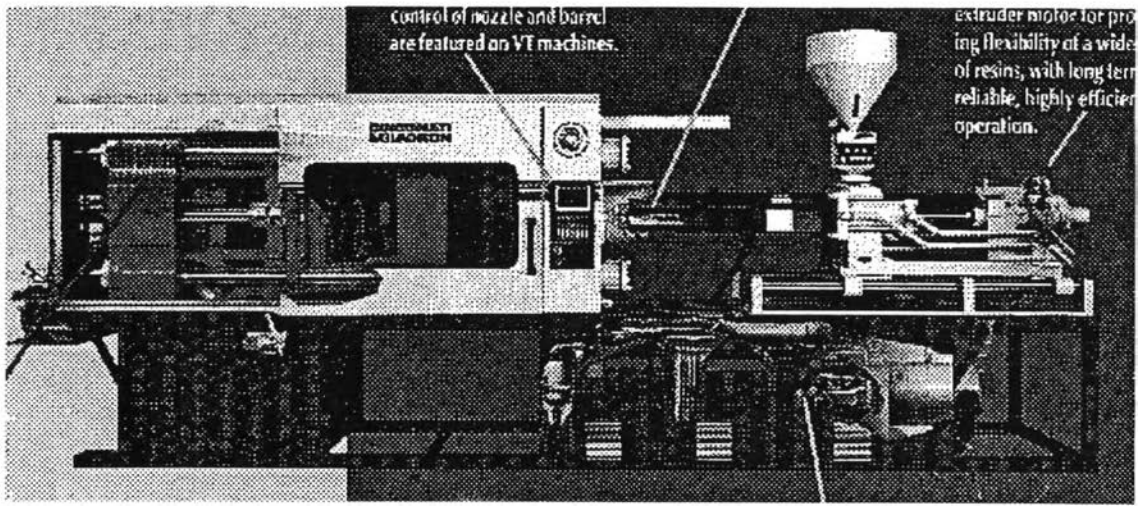
2.3.7 การขึ้นรูปแบบอัดรีดโดยใช้แรงโน้มถ่วงควบคุม (Gravimetric Extrusion Control)

การขึ้นรูปแบบอัดรีด โดยใช้แรงโน้มถ่วงควบคุม เป็นเทคนิคที่ต่อ เครื่องอัดรีดเข้ากับเครื่องมือวัด แบบใช้แรงโน้มถ่วง โดยเทคนิคนี้ใช้ระบบควบคุม ต่อแบบออนไลน์ กับเอาท์พุทที่ออกจากเครื่องอัด

รีด ซึ่งขึ้นกับปริมาณเรซินที่ใช้ เครื่องอัดรีดโดยใช้แรงโน้มถ่วงควบคุม ไม่ได้จำกัด แค่ระบบการป้อน คือไม่ได้เป็นเครื่องมือวัด ทางกลแต่ใช้ถังเก็บเม็ดพลาสติกชนิดพิเศษ ที่มีจอภาพแสดงการใช้ของเรซิน ของเครื่องอัดรีด คอมพิวเตอร์คำนวณอัตราของเม็ดพลาสติกที่ใช้ จากปริมาณที่หายไปของเม็ดพลาสติก ที่ถังเก็บ นอกจากนี้ยังคำนวนความเร็วของสกรูที่ใช้ด้วย กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบนี้มีความคลาดเคลื่อน อนุโลมของผลิตภัณฑ์ดี และให้การควบคุมความหนาและน้ำหนักต่อความยาวได้ดี นำไปประยุกต์ใช้กับ การเป่าฟิล์ม หล่อฟิล์ม แผ่นพลาสติก โปรไฟล์ และ ท่อ

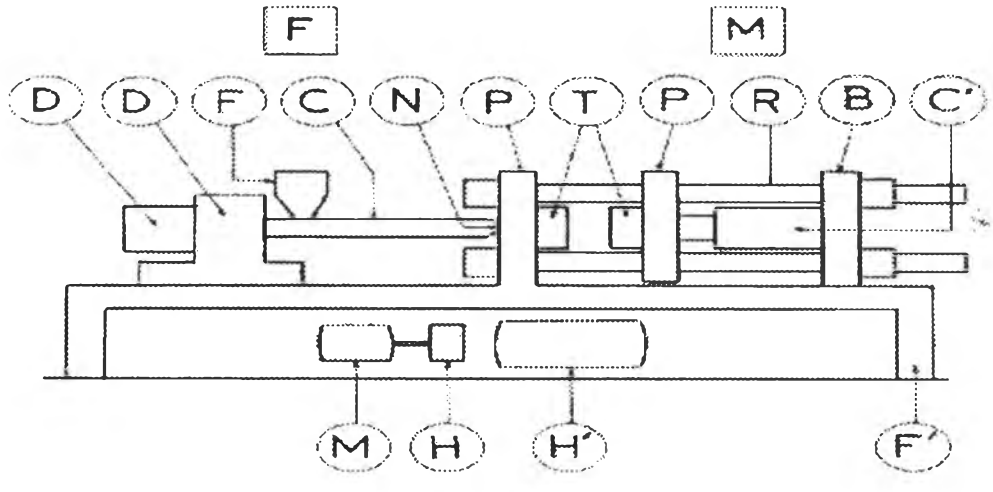
2.4 กลุ่มของกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีด (Injection Molding)

เป็นงานฉีดขึ้นรูปชิ้นงานโดยการฉีดพลาสติกเหลวที่ผ่านการให้ความร้อนมาแล้วจากระบอกสูบ ผ่านหัวฉีด ร่องนำฉีด (Runner) และ ช่องนำฉีด (gate) เข้าไปในแม่แบบที่ปิดอยู่ จากนั้นแม่แบบถูกหล่อเย็น และ แข็งตัวอย่างรวดเร็ว กรรมวิธีการผลิตนี้สามารถผลิตได้ทั้งเทอร์โมพลาสติก และ เทอร์โมเซตติ้ง ผลิต ภัณฑ์ทั้งหมดที่ขึ้นรูปด้วยแม่แบบที่มีรูปทรงซับซ้อนสามารถผลิตได้ด้วยกรรมวิธีการผลิตนี้ ท่อ และ โปรไฟล์ ที่มีขนาดสั้นสามารถผลิตได้ อัตราการผลิตสูงมาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง (Mechanical strength) ดี พื้นผิวของชิ้นงาน (surface finishing) เรียบ และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของ ของผลิตภัณฑ์ (dimensional tolerance) ดี สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ ที่มี เกลียว (threads) บอสส์ (bosses) ซี่ (ribs) อันเดอร์คัท (undercuts) รู (holes) และ ชิ้นสอด (inserts) ได้ อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 200-300 องศาเซลเซียส ความดันในการผลิตอยู่ในช่วง 5000-40000 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว กรรมวิธีการผลิตแบบนี้แบ่งเป็น 3 ชนิด



รูปที่ 2.13 แสดงกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีด

2.4.1 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีดเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic Injection Molding)



รูปที่ 2.14 แสดงไดอะแกรมของการขึ้นรูปแบบฉีดเทอร์โมพลาสติก

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกของกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีด จากรูปที่2.14 เม็ดพลาสติกถูกป้อน จากถังเก็บเรซิน (F) เข้าสู่กระบอกสูบ (C) ซึ่งมีสกรูหมุนส่งไปข้างหน้า โดยใช้ตัวขับสกรู (D)

กระบอกสูบมีแผ่นความร้อนหุ้มอยู่ ทำให้พลาสติกหลอมเหลว หลังจากนั้นสกรูเคลื่อนที่ดันพลาสติกผ่านหัวฉีด (N) ร่องนำฉีด (Runner) และ ช่องนำฉีด (Gate) เข้าแม่แบบ (T) ซึ่งปิดอยู่โดยมีกลไกการยึดแม่แบบ (C) และ มีปั๊มพ์ไฮโดรลิค (H) จากนั้นแม่แบบถูกหล่อเย็นทำให้ชิ้นงานเย็น และแข็งตัวอย่างรวดเร็ว สามารถถอดออกจากแบบได้ เทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิดสามารถผลิตได้จากกรรมวิธีนี้ สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิด เช่น ขวด หมวก ตู้ ฝาครอบ ถ้วย ถัง ถาด จาน แผงควบคุม แท้งค์

2.4.2 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีดเทอร์โมเซ็ตติ้ง (Thermosets Injection Molding)

กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีดเทอร์โมเซ็ตติ้ง ทำได้โดยการดัดแปลงส่วนประกอบของเครื่องฉีดให้เหมาะสม กับชนิดของพลาสติก คือ วัสดุที่ใช้ทำสกรูในเรือนทรงกระบอกที่ต้องมีความแข็งแกร่งมากกว่า หลักการทำงานเหมือนกับเครื่องฉีดเทอร์โมพลาสติก พลาสติกถูกทำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 300-450 องศาฟาเรนไฮน์ เพื่อลดความหนืดของพลาสติก จากนั้นฉีดเข้าไปในแม่แบบที่มีอุณหภูมิ 300-450 องศาฟาเรนไฮน์ เกิดโครงสร้างแบบตาข่ายขึ้น และพอลิเมอร์แข็งตัว พอลิเมอร์ที่ใช้คือ ฟีนอลลิค พอลิเอส เทอร์ เมลลามิน อีป๊อกซี่ ยูเรีย และ ไวนิลเอสเทอร์ เมื่อเทียบกับการขึ้นรูปโดยการอัด และ การอัดส่ง ที่ใช้กับเทอร์โมเซ็ตติ้งให้อัตราการผลิตสูงกว่า เครื่องฉีดเทอร์โมเซ็ตติ้งเป็นแบบอัตโนมัติ จึงลดค่าใช้จ่ายในส่วนของกำลังคนลงได้ ความคลาดเคลื่อนอนุโลม ของผลิตภัณฑ์สูงกว่า ปริมาณการผลิต สูงกว่า ข้อเสีย คือ อุปกรณ์ และ เครื่องจักร มีราคาสูง การขึ้นรูปแบบอัดให้ความแข็งแกร่ง และให้พื้นผิวของผลิตภัณฑ์เรียบกว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยกรรมวิธีการผลิตนี้ ได้แก่ ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ชิ้นส่วนของระบบเบรค โคมไฟสะท้อนแสง ระบบสายไฟเบรกเกอร์ สวิทย์ไฟ แกสมิเตอร์ ภาชนะใส่อาหาร ถังขยะ ที่ปิ้งขนมปัง จานรองถ้วยกาแฟ

2.4.3 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีดมัลติคอมโพเนนท์ (Multi-Component Injection Molding)

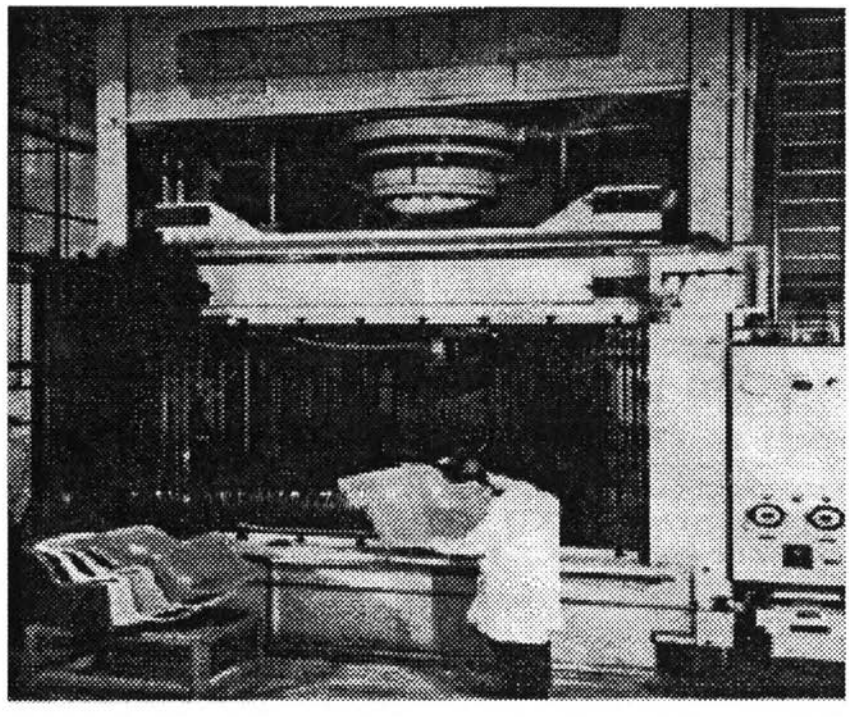
กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีดมัลติคอมโพเนนท์ เป็นเทคนิคที่ใช้ได้กับเทอร์โมพลาสติกมากกว่าหนึ่งชนิด ในการขึ้นรูปใช้เทอร์โมพลาสติก ตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นผิว (Skin) ใช้พลาสติกที่มีราคาแพง อีกตัวหนึ่งใช้ทำเป็นแกน (Core) ใช้พลาสติกที่มีราคาถูก หรือเป็น รีไซเคิลพลาสติก เริ่มด้วยการฉีดเทอร์โมพลาสติกที่ใช้ทำผิวของชิ้นงานก่อน จากนั้นฉีดเทอร์โมพลาสติกที่ใช้ทำเป็นแกน แล้วต่อด้วยการฉีดเทอร์โมพลาสติกที่ใช้ทำผิวของชิ้นงานอีกครั้งหนึ่ง กรรมวิธีการผลิตนี้สามารถลดค่าใช้จ่ายในกรณีที่ทำการขึ้นรูปชิ้นงานขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ คือ ชิ้นส่วนอิเลคโทรนิค และชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ ชิ้นส่วนเครื่องยนต์

2.5 กลุ่มของกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัด และแบบอัดส่ง

2.5.1 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัด (Compression Molding)

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก จากกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัด (Compression Molding) จากรูปที่ 2.15 ทำการให้ความร้อนแก่เรซินจนถึงจุด ที่พลาสติกสุก (curing temperature) ที่แม่แบบเปิด โดยตรง จากนั้นใช้ความดันอัดกระบอกสูบ ปิดแม่แบบ ทำให้พลาสติกเข้าไปแทนที่ช่องว่างรูปทรงของผลิตภัณฑ์ พลาสติกที่ใช้คือ เทอร์โมเซ็ตติ้ง เช่น อะคริลิค เมลลามิน ฟีนอลิค ยูเรีย พอลิเอสเทอร์ และ อีป๊อกซี่ โมเลกุลของเทอร์โมเซ็ตติ้ง จะเกาะตัวกันเป็นตาข่ายในขณะที่มีอุณหภูมิสูง แล้วทำการหล่อเย็นให้พลาสติกแข็งตัว ผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนมาก คือ จาน ชาม ถาดสวิตซ์ไฟ แผ่นพลาสติก ฝาครอบเครื่องยนต์ และหมวก อัตราการผลิตสูง ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่สามารถผลิตได้ด้วยกรรมวิธีการนี้

ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง ผลิต ภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่งดี พื้นผิวของชิ้นงานเรียบ และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลม ของผลิตภัณฑ์สูง สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มี เกลียว ซี่ อันเดอร์คัท รู ชิ้นสอด และ บอสส์ อาจเป็นไปได้ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.05-4.0 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 290-390 องศาเซลเซียส ความดันในการผลิตอยู่ในช่วง 2,000-15,000 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว

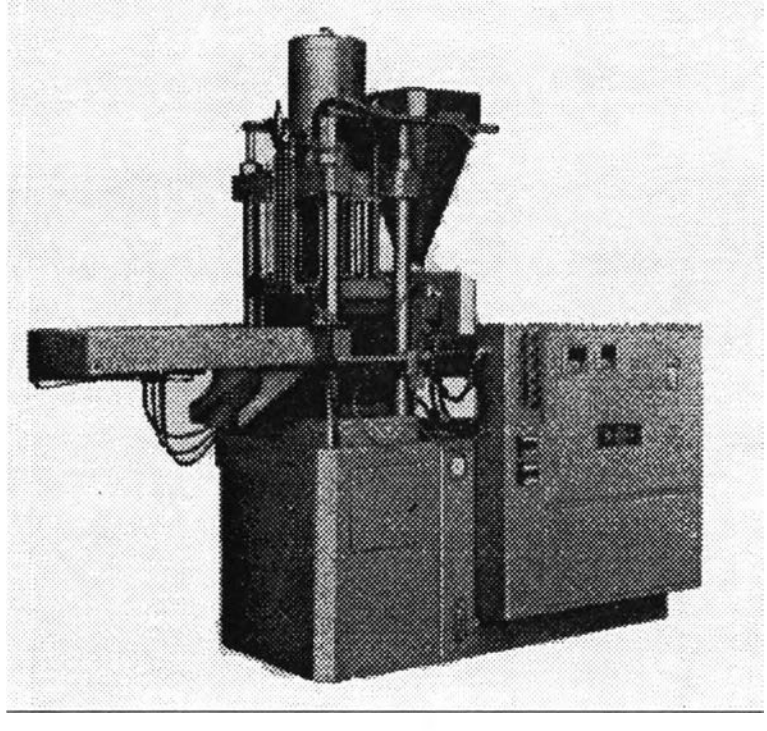


รูปที่ 2.15 แสดงกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัด

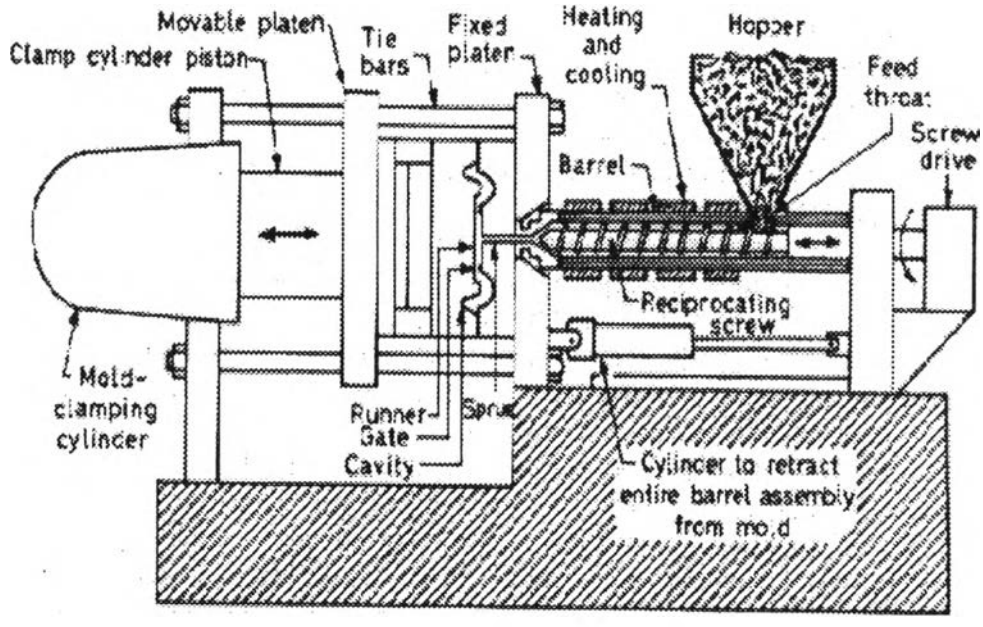
2.5.2 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดส่ง (Transfer Molding)

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกจากกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบส่งถ่าย (Transfer Molding) จากรูปที่ 2.17 นำเอาผงเรซินใส่เข้าไปในแม่แบบที่ร้อน (Heated Mould) จากนั้นให้ความร้อนจนเรซินกลายเป็นของเหลว เรซินเหลวถูกอัดผ่านรูนำฉีด (Sprues) ร่องนำพลาสติก (Runner) และ ช่องพลาสติกเข้าแบบ (Gate) เข้าไป

ในแม่แบบปิด พลาสติกที่ใช้คือ เทอร์โมเซ็ตติ้ง เช่น อีป๊อกซี่ สำหรับเทอร์โมพลาสติกที่ใช้ คือ พอลิไวนิล คลอไรค์ พอลิไวนิล อะซีเตท ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรูปทรงซับซ้อนมากกว่ากรรมวิธีการอัด ผลิตภัณฑ์ที่ได้ ส่วนมาก คือ เป็นผลิตภัณฑ์ ทางด้านอิเลคโทรนิค ภาชนะที่ใช้ประกอบอาหาร ถ้วย ถาด ฝาครอบเครื่องยนต์ ตู้ อัตราการผลิตสูง ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง พอสมควร พื้นผิวของชิ้นงาน เรียบ และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลม ของผลิตภัณฑ์สูง สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ ที่มี เกลียว ซี่ อันเดอร์คัท เและ ชิ้นสอดอาจเป็นไปได้ที่มี บอสส์ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.01-6.0 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 290-360 องศาเซลเซียส ความดันในการผลิตอยู่ในช่วง 6,000-12,000 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว



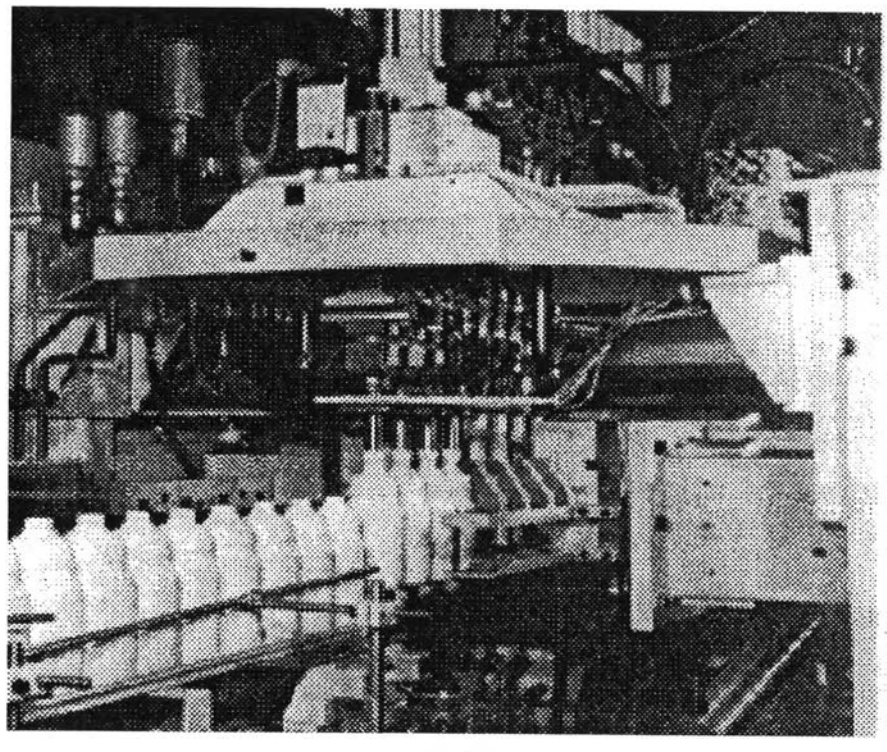
รูปที่ 2.16 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดส่ง



รูปที่ 2.17 แสดงไดอะแกรมการขึ้นรูปแบบอัดส่ง

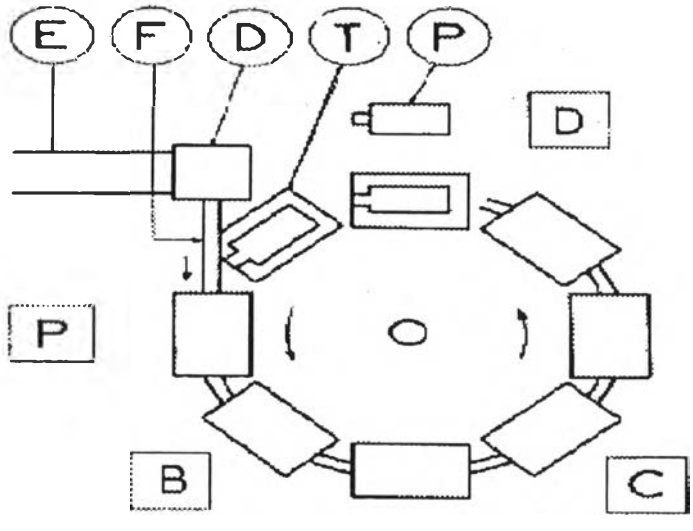
2.6 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเป่า (Blow Molding)

เป็นงานเป่าขึ้นรูปชิ้นงาน โดยมีท่อที่เป่าอากาศเข้าไปในภาชนะกลวงภายในแม่แบบที่มีช่องว่างเป็นรูปทรงของผลิตภัณฑ์ พลาสติกที่ใช้ส่วนใหญ่คือ พอลิเอทธีลีน นอกจากนั้นเป็น พีวีซี แข็ง ส่วนมากใช้ผลิต ภาชนะกลวง ทำขวด ทำถัง ซึ่งต้นทุนถูกกว่าวิธีอื่น อัตราการผลิตสูง ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่งดี พื้นผิวของชิ้นงานเรียบ และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ปานกลาง สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ ที่มี เกลียว ซี่ อันเดอร์คัท รู ชิ้นสอด และ อาจเป็นไปได้ที่มี บอสส์ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.003-0.2 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 300-500 องศาเซลเซียส ความดันในการผลิตอยู่ในช่วง 40-100 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเป่า แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ



รูปที่ 2.18 การขึ้นรูปแบบเป่า

2.6.1 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดเป่า (Extrusion Blow Molding)



รูปที่ 2.19 แสดงไดอะแกรมการขึ้นรูปแบบอัดเป่า

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกจากกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดเป่า (Extrusion Blow Molding) จากรูปที่ 2.19 พลาสติกถูกอัดรีด ที่เครื่องอัด (E) ผ่านแบบ (D) ก่อนถูกส่งเข้าแม่แบบ กลวง (T) ผ่านการเป่าอากาศ (B) เข้าไปในภาชนะภายในแม่แบบที่มีช่องว่างเป็นรูปทรงของภาชนะ และผ่านการหล่อเย็น (C) สุดท้ายได้ชิ้นงาน (P) ส่วนใหญ่ใช้เรซิน พอลิเอทิลีน นอกนั้นเป็น พีวีซีแข็งส่วน เทอร์โมพลาสติกอื่นมีใช้น้อย ส่วนมากใช้ผลิตภาชนะกลวง ทำขวด และ ทำถัง ซึ่งต้นทุนถูกกว่าวิธีอื่น อัตราการผลิต สูง ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง (Mechanical Strength) ดี พื้นผิวของชิ้นงาน (Surface Finishing) เรียบ และ มีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ปานกลาง สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มี เกลียว ซี่ รู อันเดอร์คัท ชิ้นสอด และ อาจเป็นไปได้ที่มี บอสส์ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.003-0.2 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 300-500 องศาเซลเซียส ความดันในการผลิตอยู่ในช่วง 40-100 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว

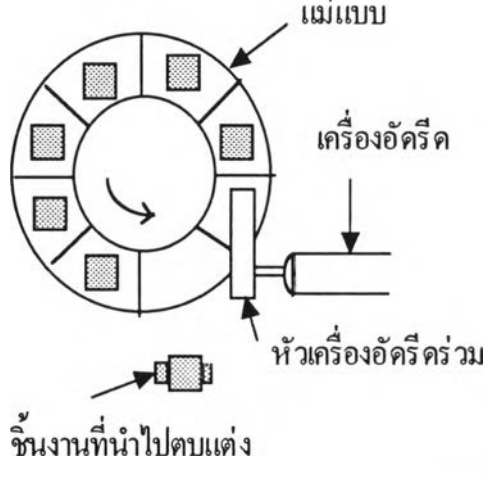
2.6.2 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีดเป่า (Injection Blow Molding)

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดเป่า ชนิดนี้นิยมใช้บ้างพอสมควร โดยเฉพาะใช้ผลิตชิ้นงานรูปขวดขนาดเล็ก ที่ต้องการความหนาของผนังเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งลักษณะดังกล่าว ใช้กรรมวิธีแบบเป่าอย่างเดียวไม่ได้ ขั้นตอนการผลิต คือ แม่แบบชุดแรก (Injection Mold) เข้าประกบกับแกนแบบ (Mandrel) แล้วเครื่องฉีด (Injection Unit) เคลื่อนเข้าประกบแม่แบบ พร้อมแม่แบบชุดแรก แม่แบบชุดที่ 2 (Blow Mold) ซึ่งมีรูปทรงของผลิตภัณฑ์ ที่ต้องการผลิตเข้าประกบแทน พร้อมทั้งเป่าลมออกจากรูแกนแบบ ทำให้พลาสติกเหลวที่ฉีดไว้ในขั้นตอนที่หนึ่งขยายตัว แนบกับผิวแม่แบบชุดที่สอง แล้วทำให้เย็นลง แม่แบบชุดที่ สองเปิดออก พร้อมปล่อยชิ้นงานล่วงลงมา แกนแบบ (Mandrel) ที่ว่างเปล่าพร้อมทำงานต่อไป ข้อดีของการผลิตแบบฉีดเป่า คือ ผนังหรือ คอขวดของชิ้นงานมีความหนาเท่ากัน เนื้อชิ้นงานใส และผิวเป็นมัน ข้อเสียคือ ต้อง

มีแม่แบบหลายชุด การลงทุนสูง ชนิดของเรซินที่ใช้คือ พอลิโพรไพลีนโคพอลิเมอร์ (PP co-polymer) พอลิคาร์บอเนท พีวีซีโฮโมพอลิเมอร์ (PVC homopolymer) ชนิดของผลิตภัณฑ์ใช้ใน อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ทำบรรจุภัณฑ์ขนาด 10 ออนซ์ หรือเล็กกว่า

2.6.3 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเป่าหลายชั้น (Multilayer Blow Molding)

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเป่าหลายชั้น ได้คือ บรรจุภัณฑ์อาหาร และบรรจุภัณฑ์โลหะ เพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้ป้องกันการสูญเสียรสชาติ ป้องกันน้ำ ไอน้ำและ ออกซิเจน โดยทั่วไปมี 3-4 ชั้น โครงสร้างของเครื่องเป่าหลายชั้น คือ มี เครื่องรีดร่วม (Coextrusion) 2-7 เครื่องอัดรีดพลาสติกเหลวเข้าไปที่ หัวของเครื่องรีดร่วม (Coextrusion Head) ที่มีท่ออยู่เหนือแม่แบบ ที่เป็นวงแหวน แล้วถูกส่งเข้าแม่แบบ หลังจากนั้นถูกเป่าด้วยลมเข้าไปในช่องว่างของแม่แบบ และมีส่วนที่ทำการตบแต่งชิ้นงาน ดังรูปที่ 2.20 ชนิดของเรซินที่ใช้คือ ไนล่อน พอลิโพรไพลีน พอลิเอสเทอร์



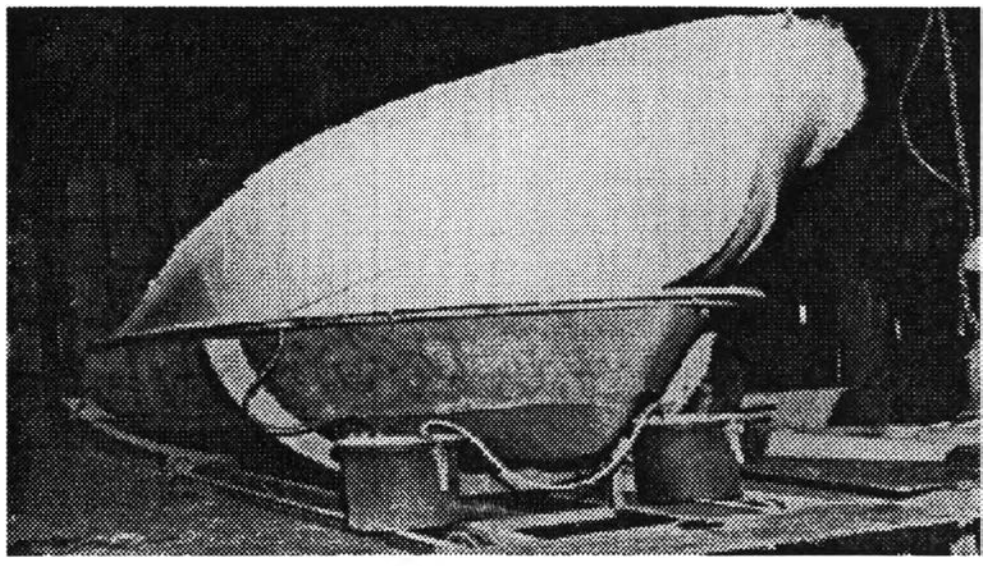
รูปที่ 2.20 แสดงการขึ้นรูปแบบเป่าหลายชั้น

2.7 กลุ่มของการขึ้นรูปโดยการหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมแรง (Reinforced Thermoset)

เป็นกลุ่มของกรรมวิธีผลิตพลาสติกที่ใช้แผ่นหรือเส้นใยแก้ว (Fiberglass) เป็นวัสดุเสริมกำลัง ผสมกับพลาสติกเหลว เช่น พอลิเอสเตอร์ และ อีป๊อกซี่ เพื่อให้ชิ้นงานมีความแข็งเป็นพิเศษมากขึ้น อัตราการผลิตส่วนใหญ่ต่ำ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่ ความแข็งแกร่งของชิ้นงานดี ความคลาดเคลื่อนอนุโลม ของผลิตภัณฑ์ปานกลาง กรรมวิธีการผลิตกลุ่มนี้ แบ่งออกเป็น 8 ชนิดคือ ดังต่อไปนี้

2.7.1 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเปิดแม่แบบ (Open Mold Processing)

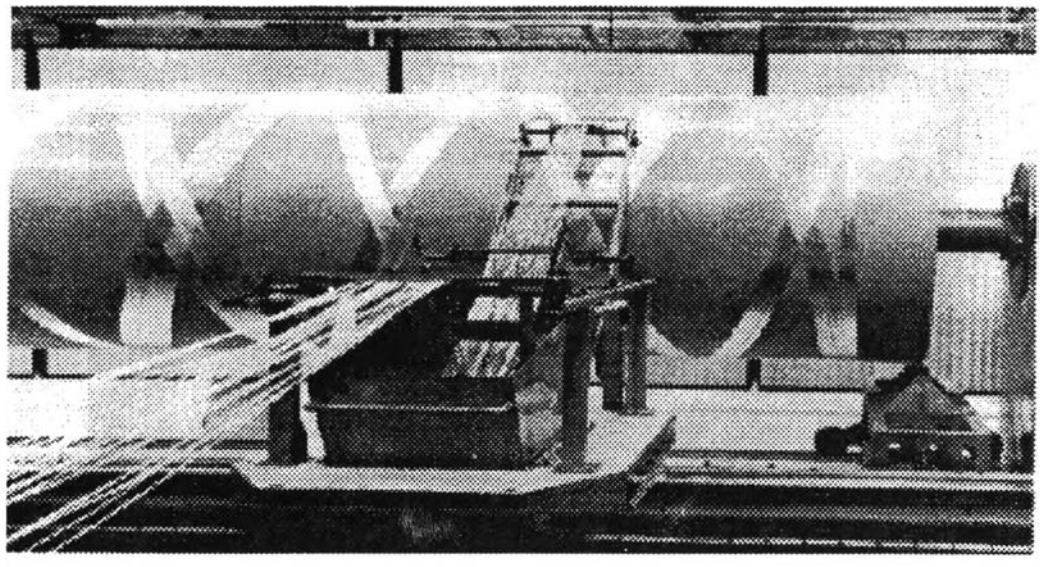
กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกของกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบสัมผัส (Contact Molding) หรือการขึ้นรูปแบบใช้สเปรย์ จากรูปที่ 2.21 แม่แบบถูก ทาด้วย สารหล่อลื่น เช่น แวกซ์ (Wax) จากนั้นเคลือบด้วยเรซินเหลว โดยการใช้ ลูกกลิ้ง แปรง หรือ ใช้วิธี สเปรย์ บนพื้นผิวของ แม่แบบ จากนั้นอากาศถูกดึงออก และเรซินแข็งตัว เรซินที่ใช้คือ พอลิเอสเตอร์ และ อีป๊อกซี่ ส่วนมากใช้ผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น เรือ อัตราการผลิต ต่ำ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง (Mechanical Strength) ไม่ดี พื้นผิวของชิ้นงาน (Surface Finishing) หยาบ แต่จะเรียบขึ้นในกรณีที่ใช้สเปรย์ และ ความคลาดเคลื่อนอนุโลม (Dimensional Tolerance) ของผลิตภัณฑ์สูงกว่า ผลิตชิ้นงานที่มี ซี่ อันเดอร์คัท รู ชิ้นสอด และ บอสส์ ได้ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.06-1.5 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 70-150 องศาเซลเซียส ไม่ใช้ความดันในการผลิต



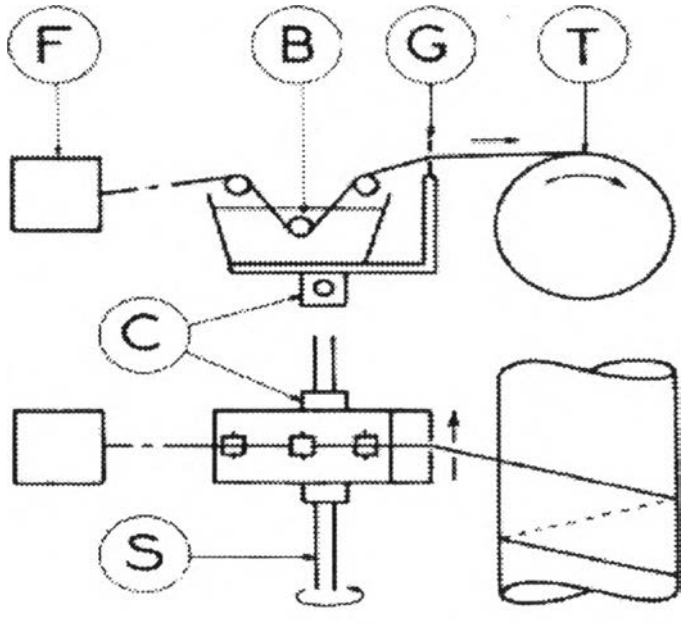
รูปที่ 2.21 การขึ้นรูปแบบสัมผัส (Contact Molding)

2.7.2 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบพัน (Filament Winding)

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกของกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบพัน (Filament Winding) จากรูปที่ 2.23 เส้นใยที่ต่อเนื่อง (F) ผ่านเอ่างเรซิน (B) จากนั้น เรซินที่อิ่มตัว ผ่าน ช่องนำเส้นใย (G) ไปพัน แกนทรงกระบอก (T) ซึ่งมีรูปร่างตามที่ได้ออกแบบชิ้นงานพลาสติกนั้นไว้ เมื่อพันเสร็จ ชิ้นงาน และ แกนแบบทรงกระบอก (Mandrel) ถูกส่งเข้าเตาจนกระทั่งชิ้นงานสุก (Curing) แกนทรงกระบอก ถูกดึงออก ได้ชิ้นงาน ที่มีลักษณะกลวง พลาสติกที่ใช้ส่วนใหญ่คือ พอลิเอสเตอร์ อีป๊อกซี่ และ ฟีโนลิค อัตราการผลิต ปานกลาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง (Mechanical Strength) ดีมาก พื้นผิวของชิ้นงาน (Surface Finishing)เรียบ และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance) ปานกลาง ผลิตชิ้นงานที่มี รู และ ชิ้นสอดได้ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.04-2.0 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 70-150 องศาเซลเซียส ไม่ใช้ความดันในการผลิต ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็น เฟอร์นิเจอร์ แท้งค์ ฝาครอบเครื่องยนต์ ภาชนะบรรจุขนาดใหญ่



รูปที่ 2.22 แสดงการขึ้นรูปแบบพัน

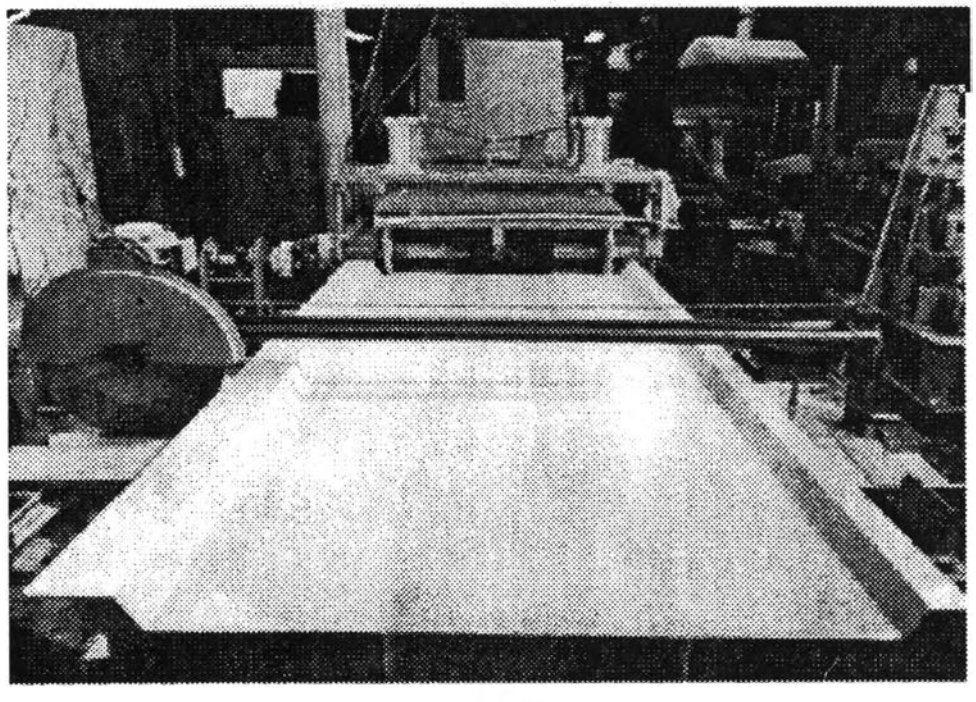


รูปที่ 2.23 แสดงไดอะแกรมของการขึ้นรูปแบบพัน

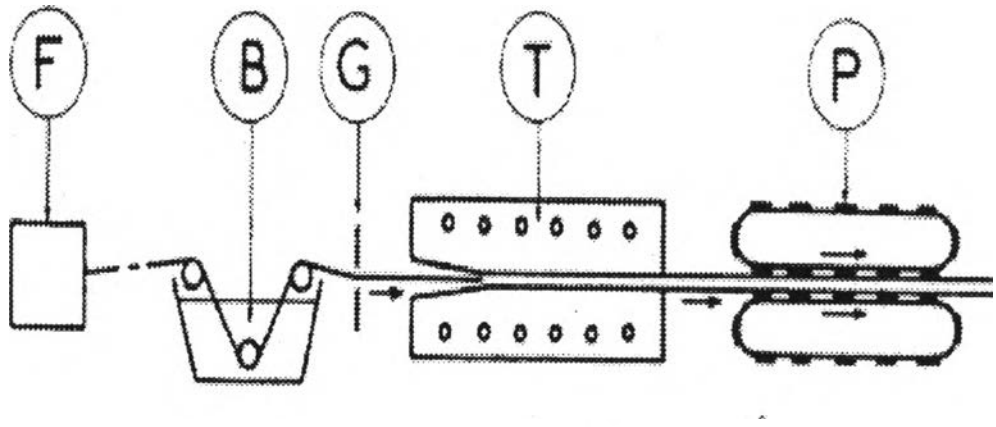
2.7.3 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบดึง (Pultrusion Process)

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกของกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบดึง (Pultrusion) จากรูปที่ 2.25 เส้นใย จากถังเก็บ (F) ถูกดึงผ่านอ่างเรซิน (B) ผ่านช่องนำเส้นใย (G) จากนั้นถูกดึงผ่าน แม่แบบ (T) และให้ความร้อนจนสุก (Cure) เมื่อชิ้นงานเริ่มแข็งตัวฟอร์มเป็นรูปร่างตามความยาวต่อเนื่อง มันจะถูกดึงโดย

พูเลย์ (P) พลาสติกที่ใช้ คือ พอลิเอสเตอร์ (Polyesters Process) อีป๊อกซี่ (Epoxy) อัตราการผลิต สูง ส่วนมาก ผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง (Mechanical Strength) ดีมาก พื้นผิวของชิ้นงาน (Surface Finishing) เรียบพอสมควร และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance) ปานกลาง ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.08-0.5 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 180-220 องศา เซลเซียส ไม่ใช้ความดันในการผลิตชนิดของผลิตภัณฑ์คือ ผลิตพลาสติกแผ่น ท่อ ฟิล์ม



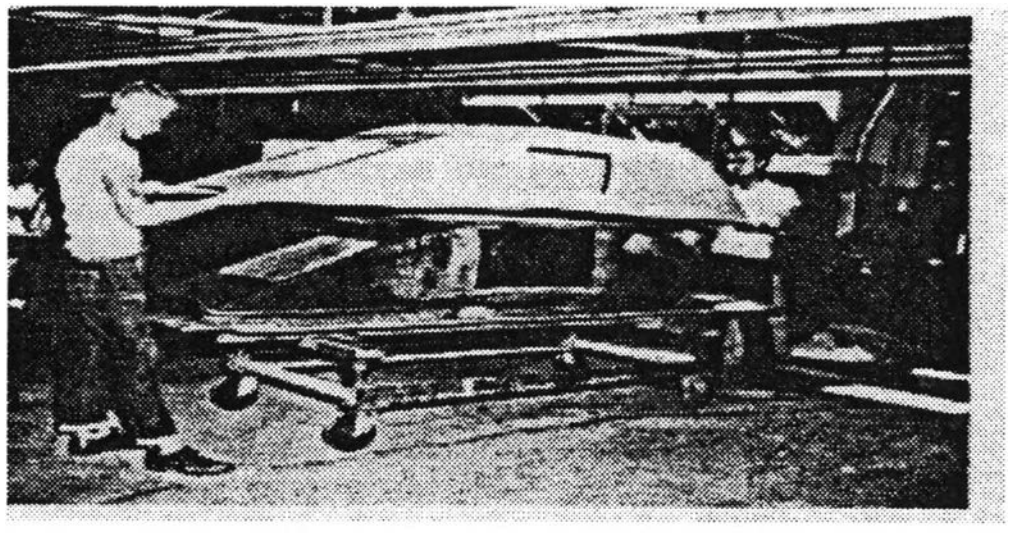
รูปที่ 2.24 การขึ้นรูปแบบดึง



รูปที่ 2.25 ไดอะแกรมของการขึ้นรูปแบบดึง

2.7.4 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบส่งถ่ายพลาสติก (Resin Transfer Molding)

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกโดยกรรมวิธีขึ้นรูปแบบส่งถ่ายเรซิน (Resin Transfer Molding) คือเรซินเหลวถูกผสมกับ เส้นใยเพิ่มแรง (Reinforcement) ที่แห้งแล้วถูกฉีดเข้าไปที่จุดศูนย์กลาง ของแม่แบบ เรซินปกติเป็น พอลิเอสเทอร์ หรืออาจเป็น อีป๊อกซี่ และ ฟีโนลิค เมื่อส่วนผสมนี้เข้าไปแทนที่ในแม่แบบแล้วแบบปิด จากนั้นตัวเร่งปฏิกิริยา และ สารที่ทำให้เกิดการแข็งตัว (hardener) ถูกผสมในถังผสม (static mixer) แล้วถูกวัดปริมาณ ก่อนที่ถูกส่งผ่าน รันเนอร์ เข้าไปในแม่แบบ อากาศที่อยู่ในแม่แบบถูกขับออกไปในตำแหน่ง ช่อง (vent) เรซินภายในแม่แบบถูกทำให้สุก (cure) แล้วได้ชิ้นงานออกมา ส่วนมากผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง (Mechanical Strength) ดี พื้นผิวของชิ้นงาน (Surface Finishing) เรียบปานกลาง และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance) ปานกลาง ผลิตชิ้นงานที่มีชิ้นสอด และ ซี่ ได้ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.125 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 85-100 องศาเซลเซียส ใช้ความดันในการผลิต 25 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว ชนิดของผลิตภัณฑ์คือ บอดี้ของรถยนต์ ถังเก็บสารเคมี เก้าอี้ ใบพัด และอุปกรณ์ทางทะเล



รูปที่ 2.26 แสดงการขึ้นรูปแบบส่งถ่ายพลาสติก

2.7.5 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดพลาสติกเสริมแรง (Compression Molding RP)

กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดได้มีการพัฒนาเพื่อแข่งขันกับ กรรมวิธีการ ขึ้นรูป แบบอื่นๆ เช่น ใช้ระบบอัตโนมัติ ใช้คอมโพสิทชนิดใหม่ โดยดัดแปลงจากกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเดิมเพื่อให้มีลักษณะเฉพาะ เพื่อปรับปรุงทางด้านปริมาณ และคุณภาพ เช่น กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัด เทอร์โมพลาสติกคอมโพสิท ให้ความแข็งแรงของชิ้นงานมากกว่าเมื่อเทียบกับการขึ้นรูปแบบอัดเทอร์โมเซตติ้ง และอัตราเร็วในการผลิตสูงกว่า ใช้ผลิตเครื่องบิน กันชน ถาดของแบตเตอรี่ ที่ครอบเครื่องยนต์ อุตสาหกรรมทางด้านอุปกรณ์กีฬา กรรมวิธีการอัดเทอร์โมพลาสติกคอมโพสิทไม่เหมือน กับ ที่ใช้กับเทอร์โมเซตติ้ง คือ เทอร์โมพลาสติกถูกให้ความร้อน จนถึงอุณหภูมิ ถึง 520 ฟาเรนไฮน์ ก่อนที่จะถูกอัดเข้าไปที่แม่แบบ ขนาดของแรงอัดอยู่ในช่วง 300 - 4000 ตัน พลาสติกเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ประมาณ 15-20 วินาที แรงดันที่ต้องการใช้คือ 2,000 - 4,000 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว ซึ่งมากกว่าเมื่อเทียบกับการอัดเทอร์โมเซตติ้ง มีเทคนิคใหม่ที่พัฒนาขึ้นมา คือ กรรมวิธีการอัดฉีด โดยนำเอากรรมวิธีแบบฉีดมาใช้ร่วมกับกรรมวิธีแบบอัด ใช้กับ พอลิเอสเทอร์ เทคนิคมีข้อดีหลายอย่าง คือ มีเครื่องมือวัดปริมาณของพลาสติกที่เข้าแม่แบบทำให้

ลดปริมาณของเสีย เป็นระบบอัตโนมัติ ตั้งแต่การโหลดวัสดุจนถึงการฉีดเข้าไปในแม่แบบ ลดรอบของเวลา (Cycle time)

2.7.6 กรรมวิธีการทำแผ่นพลาสติกเสริมแรง ต่อเนื่อง (Continuous FRP laminating)

ตลาดทางด้านการทำแผ่นพลาสติกกำลังขยาย 25 เปอร์เซนต์ต่อ ปี ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็น ชิ้นส่วนในรถยนต์ เช่น กันชน ที่นั่ง กระจกหน้าปัทม์ และชิ้นส่วนภายในอื่น ๆ กรรมวิธีการทำแผ่นพลาสติกเสริมแรงต่อเนื่อง เรซินที่เป็นผง ถูกอัดผ่าน เครื่อง อัด (Extruder) โดยเรซินจะผสมกับเส้นใยเสริมแรงที่ถูกสำเลียงมาอย่างต่อเนื่องด้วยสายพานคู่อัด (Double -belt press) ซึ่งสามารถให้ความร้อน และความดันพร้อมกัน ทำให้ อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น จึงทำการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำหล่อเย็น และลดความดันไปพร้อมกัน สายพานคู่อัดไม่เปิด และปิด หรือเปลี่ยนความดัน หรืออุณหภูมิระหว่างรัน ทำให้ทุกพื้นที่ของแผ่นพลาสติกถูกเปิดที่อุณหภูมิ ความดัน เวลา เดียวกัน ทำให้คุณภาพของแผ่นพลาสติกออกมาดี ข้อดีของกรรมวิธีการผลิตนี้เมื่อ เทียบการผลิตแบบแบทช์ (Batch Process) คือ ปริมาณการผลิตสูงกว่า การควบคุมง่ายกว่า ลดค่าใช้จ่ายในส่วนของแรงงานคน (Labor Cost) การควบคุมการ โหลด เรซิน และเส้นใยเสริมแรง ทำได้ง่ายกว่า มีการควบคุมในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ความดัน และ เวลาที่เหมาะสมและให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดี

2.7.7 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบจัดวาง เทปไฟเบอร์ (Tap Fiber Placement)

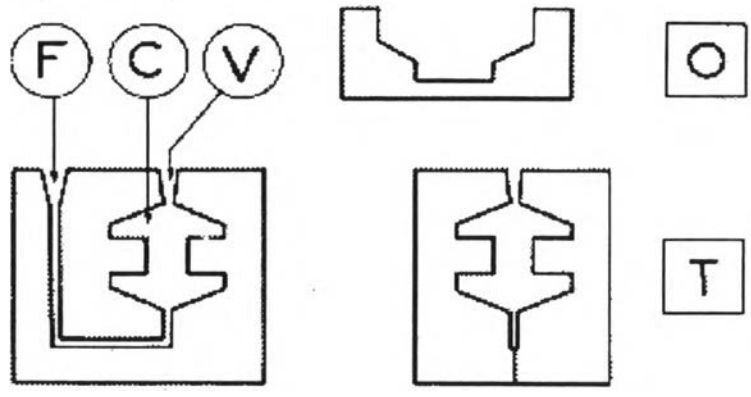
กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบจัดวางเทปไฟเบอร์ เป็น กรรมวิธีผลิตผลิตภัณฑ์คอมโพสิทชั้นสูงที่สามารถปรับความแข็งแกร่งของไฟเบอร์เสริมแรงในทิศทางที่กำหนดได้ ทำให้น้ำหนักของชิ้นงานต่ำสุด โดยความแข็งแกร่งในทิศทางที่ต้องการ ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมทางการบิน เป็นกรรมวิธีที่ให้ความแข็งแกร่งต่อน้ำหนักสูงเหมาะสำหรับ เครื่องบิน ยานอวกาศ ขีปนาวุธ เครื่องจักรที่ใช้ส่วนใหญ่มีขนาด

I16753674

ใหญ่ไฟเบอร์ ผสมกับ เรซินเป็น เมตริกของคอมโพสิท ต่อจากนั้นก่อเป็นรูปเป็นร่างใน เป็นเส้นยาวรวมกัน ในเทปตามความกว้างที่ออกแบบไว้ ชนิดของเทปมีความหนา 5-20 มิลลิเมตร ความกว้าง 3-12 นิ้ว มีล้อหมุนเพื่อความสะดวกเนื่องจากมีความยาว 1000- 2000 ฟุต ชนิดของพลาสติกที่ใช้คือ อีป๊อกซี่ พอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตน พอลิฟีนิลีน ซัลไฟด์ กรรมวิธีแบบจัดวางเทปไฟเบอร์ระบบอัตโนมัติเป็นการพัฒนาจากระบบแมนวล มีข้อดีคือ ให้ปริมาณการผลิตที่มากกว่า คุณภาพดีกว่าและไม่ขึ้นกับแฟคเตอร์ของคนที่ทำ สามารถผลิตได้ในกรณีที่แม่แบบมีขนาดใหญ่ซึ่งยากที่จะทำโดยใช้แมนวล

2.8 กลุ่มของกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบหล่อพลาสติกเหลว (Casting Process)

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ไม่ต้องใช้แรงอัด การลงทุนต่ำ รูปที่ 4.27 แสดงการขึ้นรูปชิ้นงานโดยเทพลาสติกเหลวป้อนผ่านรันเนอร์ (F) เข้าไปในช่องว่างของแม่แบบ (C) โดยปราศจากความดัน อากาศจะถูกดันผ่านช่องปล่อยอากาศ (V) จากนั้นทำให้สุก (cure) ที่อุณหภูมิต่ำพลาสติกที่ใช้ส่วนใหญ่คือ เทอร์โมเซตติ้ง ยกเว้น อคริลิค ส่วนมากใช้ผลิต แท่งดัน (rod) และ ชิ้นงานที่มีรูปทรงเป็น ภาชนะกลวง เช่นลูกฟุตบอล อัตราการผลิตต่ำ ผลิตชิ้นงานขนาดเล็ก ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่งปานกลาง พื้นผิวของชิ้นงานหยาบ และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ปานกลาง ผลิตชิ้นงานที่มี เกลียว บอสส์ รู ชิ้นสอด ซี่ และ อันเดอร์คัท ได้ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.125-4.5 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 200-300 องศาเซลเซียส ไม่ใช้ความดันในการผลิต กรรมวิธีการผลิตนี้แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ



รูปที่ 2.27 แสดงการขึ้นรูปแบบหล่อพลาสติกเหลว

2.8.1 การขึ้นรูปแบบหล่อด้วยอคริลิค (Casting of Acylic)

เป็นการขึ้นรูปที่ใช้ในการผลิตแผ่นพลาสติกอคริลิค ซึ่งมีทั้งแบบไม่ต่อเนื่อง (Cell Casting) กรรมวิธีนี้ทำในแม่แบบ และแบบต่อเนื่อง (Continuous-Casting) เป็นกรรมวิธีการที่ใช้สายพานในการเลื่อน

2.8.2 การหล่อแผ่นฟิล์มพลาสติก (Casting of film)

เป็นการหล่อแผ่นฟิล์มแบบต่อเนื่องโดยใช้เทอร์โมพลาสติก เรซินที่ใช้ส่วนใหญ่คือ พอลิเอทธิลีน พอลิโพรไพลีน ไนล่อน พอลิเอสเทอร์ พีวีซี การหล่อแผ่นฟิล์มพลาสติกเป็นกรรมวิธีการผลิตแผ่นฟิล์มขนาดใหญ่โดยขนาดของแม่แบบมีความกว้างอย่างน้อย 100 นิ้ว และมีความเร็วในแนวเส้นตรงอย่างน้อย 1000 ฟุต ต่อนาที

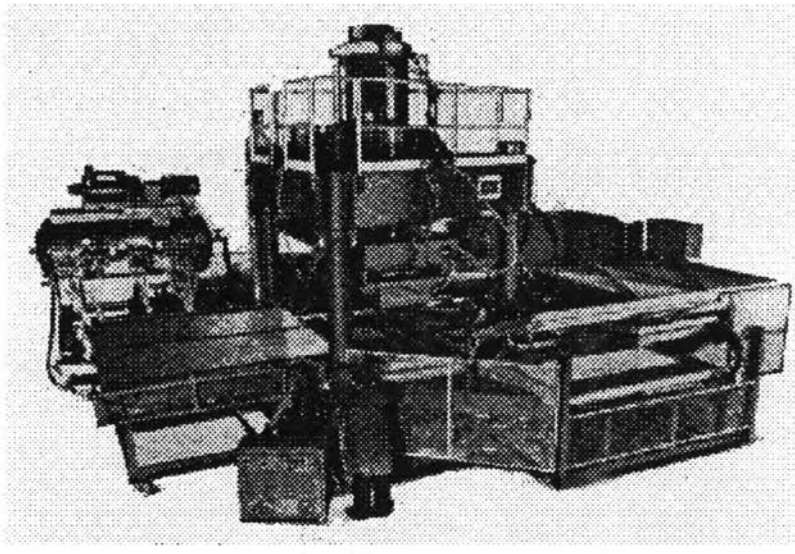
2.8.3 การขึ้นรูปแบบหล่อด้วยไนล่อน (Casting of Nylon)

เป็นการขึ้นรูปแบบหล่อไนล่อน-6 ที่มีความแข็งแกร่ง ความต้านทานต่อการสึกกร่อน ความต้านทานต่อรอยขูดขีด และมีความยืดหยุ่นดี เพราะการขึ้นรูปแบบหล่อทำที่ความดันบรรยากาศ หรือที่ความดันต่ำมากๆ จึงเป็นข้อได้เปรียบเมื่อเทียบกับกรรมวิธีการอัดรีด ไนลอน-6/6 มีน้ำหนักโมเลกุล และมีความ

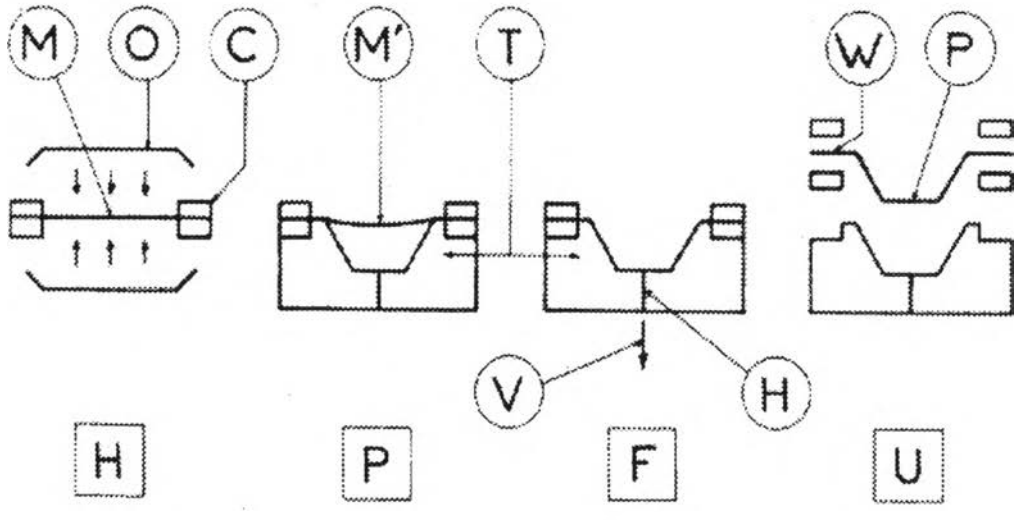
เป็นผลึกมากกว่ากรรมวิธีการอัดรีดไนล่อน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคลาดเคลื่อนอนุโลมสูงกว่า มีค่าโมดูลัสสูงกว่าผลิตภัณฑ์ใช้ทำล้อรถเข็น ทำปลอกโลหะ แบริ่ง และที่สวมเกียร์

2.9 กลุ่มของการอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (Thermoforming Process)

รูปที่ 2.29 เป็นการขึ้นรูปชิ้นงานโดยนำเอาแผ่นพลาสติก (M) มายึดติดกับที่จับยึดพลาสติก (C) จากนั้นแผ่นถูกให้ความร้อนจนถึงสภาวะอ่อนตัวเกิน (glass transition temperature Tg, สำหรับเทอร์โมพลาสติก ที่ไม่โครงสร้างเป็นผลึก หรือใกล้จุดหลอมเหลวของพลาสติกสำหรับ เทอร์โมพลาสติก ที่มีโครงสร้างเป็นผลึก) โดยเตา (O) แผ่นพลาสติกที่อ่อนตัวแล้ว (M') ถูกดึงโดยการดึงอากาศระหว่างแผ่นพลาสติกกับแม่แบบออกผ่านช่องสูญญากาศ (H) แผ่นพลาสติกไปปะทะกับพื้นผิวของแม่แบบตามที่ได้ออกแบบชิ้นงานไว้ สุดท้ายทำให้มันแข็งตัวได้รูปทรงของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ (P) ด้วยการทำให้เย็น พลาสติกที่ใช้ส่วนใหญ่คือ เทอร์โมพลาสติก ส่วนมากใช้ผลิตชิ้นงานขนาดใหญ่ อัตราการผลิตสูง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่งปานกลาง พื้นผิวของชิ้นงานเรียบ และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ปานกลาง ผลิตชิ้นงานที่มี บอสส์ ชิ้นสอด ซี่ และ อันเดอร์คัท ได้ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.003-1.0 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 275-400 องศาเซลเซียส ใช้ความดันในการผลิต 10-100 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว ชนิดของเรซินที่ใช้คือ อะซิตัล เอบีเอส พอลิสไตรีน พอลิเอทธิลีน พอลิสไตรีน พีวีซี ชนิดของผลิตภัณฑ์คือ ใช้ทำถ้วย ถาด ภาชนะเปิด ฝาครอบเครื่องยนต์ ชิ้นส่วนฮาร์ดแวร์ เป็นต้น



รูปที่ 2.28 แสดงการอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น

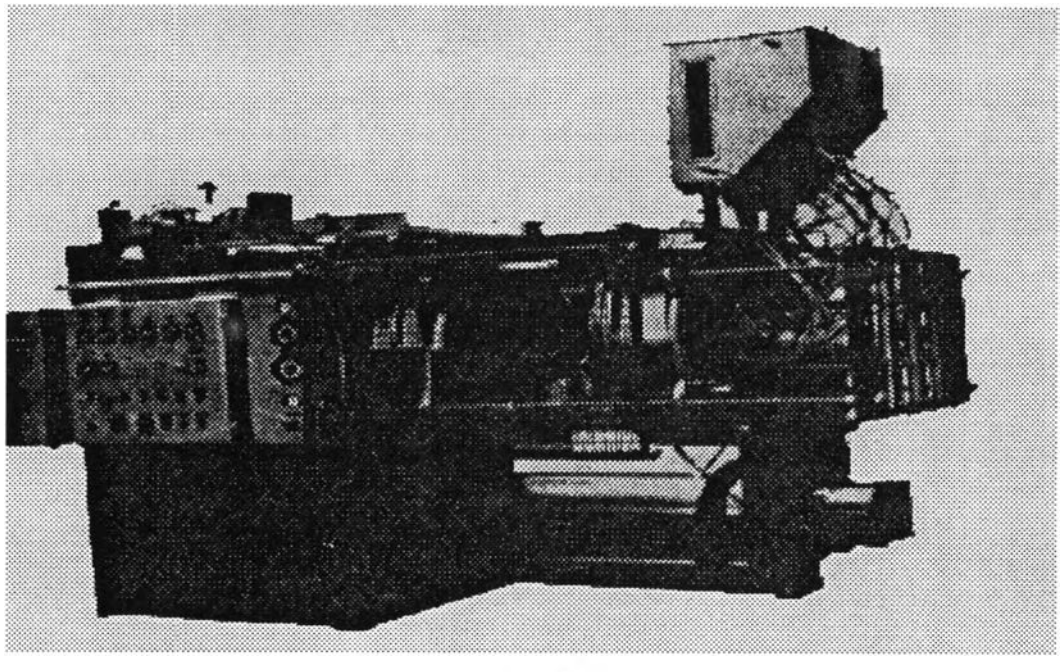


รูปที่ 2.29 แสดงไดอะแกรมการอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น

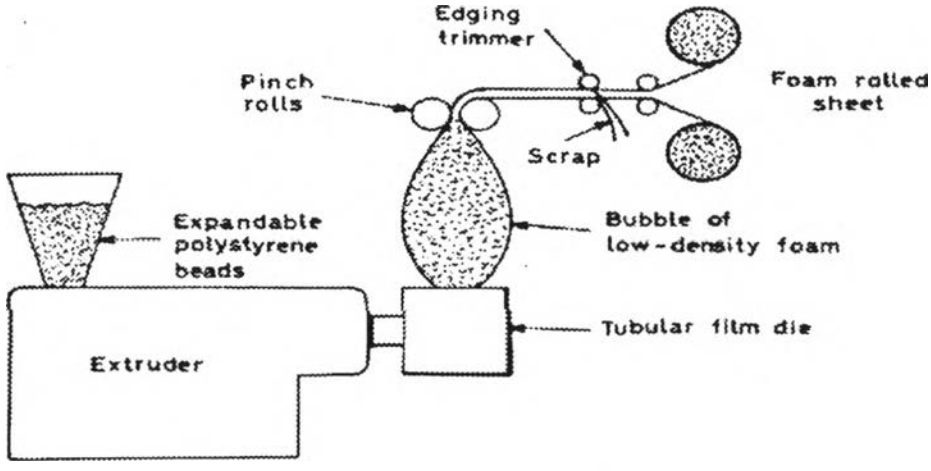
2.10 กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบหล่อโฟม (Foaming Process)

เป็นการขึ้นรูปชิ้นงานโดยการเติมสารเร่งให้ฟูเป็นฟอง โดยสารเร่งให้เกิดฟองโฟมนี้ เมื่อได้รับความร้อนจนถึงจุดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาเป็นก๊าซขึ้น ทำให้พลาสติกฟูเป็นฟอง ในการผลิตชิ้นงานโฟม

สามารถใช้กรรมวิธีแบบฉีด แบบอัดรีด แบบบรีด แบบอัด ได้ สามารถผลิตชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยแม่แบบ และชิ้นงานที่รูปทรงกลวง พลาสติกที่ใช้ส่วนใหญ่คือ เทอร์โมพลาสติก และ เทอร์โมเซตติ้ง อัตราการผลิตสูง ผลิตชิ้นงานขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง ดี พื้นผิวของชิ้นงานเรียบพอสมควร และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ปานกลาง ผลิตชิ้นงานที่มี บอสส์ รู ชิ้นสอด ซี่ และ อันเดอร์คัท ได้ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.187-.312 นิ้ว อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 330-350 องศาเซลเซียส ใช้ความดันในการผลิต 600-1000 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว ชนิดของเรซินที่ใช้คือ เอบีเอส ไนล่อน พอลิเอทธิลีน อะซิตัล พอลิยูรีเทน อีป๊อกซี่ เมลลามีน พอลิเอสเทอร์ ซิลิโคน ชนิดของผลิตภัณฑ์คือ ทำฝาครอบ ถาด แผ่นพลาสติก และ เฟอร์นิเจอร์



รูปที่ 2.30 แสดงการขึ้นรูปหล่อโฟม



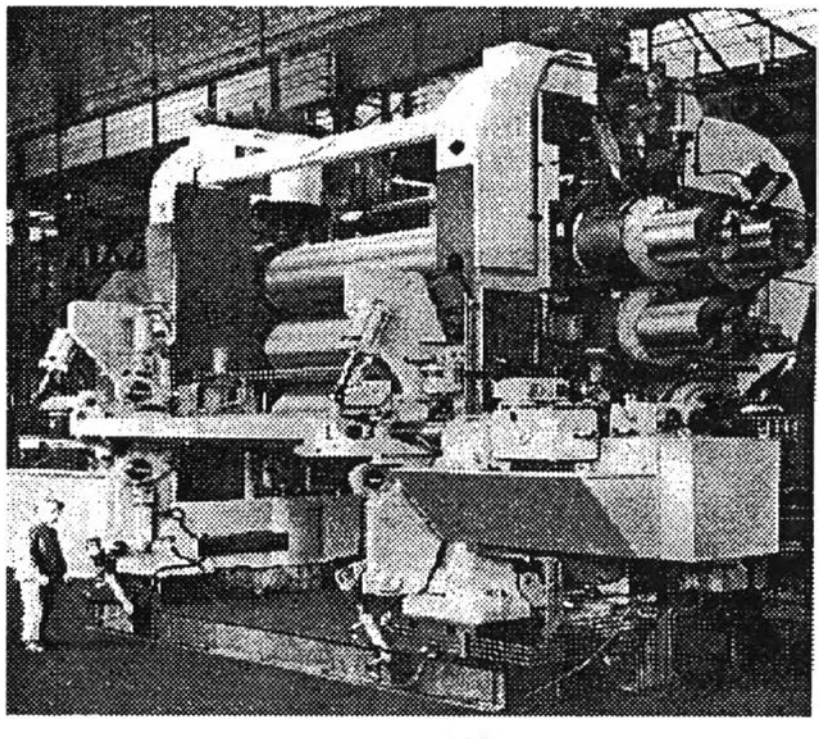
รูปที่ 2.31 แสดงไดอะแกรมการขึ้นรูปหล่อโฟม

2.11 กลุ่มของการขึ้นรูปแบบพิเศษ (Specialty Process)

2.11.1 การขึ้นรูปแบบรีด (Calendering)

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ ของการขึ้นรูปแบบลูกกลิ้งจากรูปที่ 2.32 เป็นการขึ้นรูปพลาสติก โดยให้พลาสติก ผ่านลูกรีดสองตัวหรือมากกว่า ที่หมุนสวนทางกัน ซึ่ง ลูกรีดมีทั้งลูกรีดร้อน และลูกรีดเย็นวัสดุผ่านที่ผิวของลูกรีด ในส่วนที่เป็นรูปลิ่ม และความหนาของชั้น (layer) ประมาณเท่ากับระยะห่างระหว่างผิวของลูกกลิ้ง (gap) ผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนใหญ่เป็น แผ่นพลาสติก ฟิล์ม ฝาปิดวัสดุอื่นๆ อัตราการผลิตสูง ผลิตชิ้นงานขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง (Mechanical Strength) ดี พื้นผิวของชิ้นงาน (Surface Finishing) เรียบ และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance) ปานกลาง อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอยู่ในช่วง 300-400 องศาเซลเซียส วิธีอื่นที่ใช้ผลิตฟิล์ม และแผ่นได้แก่ การขึ้นรูปโดยการเป่าฟิล์ม การหล่อฟิล์ม และการอัดรีดแผ่น เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกรีดโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 40-90 เซนติเมตร และความยาวอยู่ในช่วง 1-2.5 เมตร ความกว้างของฟิล์ม หรือ แผ่น ที่ผลิตเสร็จ เล็ก

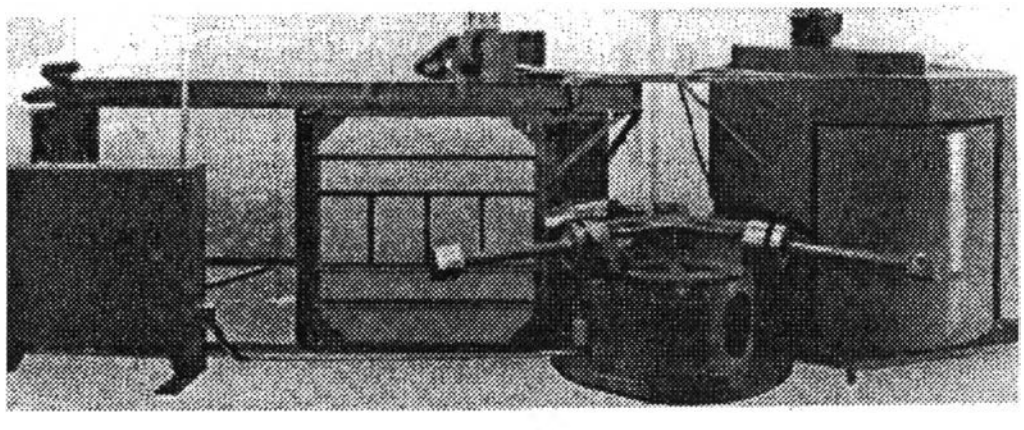
กว่าความยาวของลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งโดยทั่วไปทำด้วยเหล็กหล่อ มีแกนที่ถูกควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้ไอน้ำ น้ำมัน น้ำ ไฟฟ้า และพื้นผิวของลูกรีดมีส่วนสำคัญ ต่อความคลาดเคลื่อนอนุโลม ความแข็ง และลักษณะรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ อัตราเร็วของลูกรีดโดยทั่วไปสามารถปรับค่าได้ อัตราเร็วเชิงเส้น โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 30-120 เมตร ต่อ นาที ความหนาถูกควบคุมด้วยการปรับ ช่วงว่าง (gap) ระหว่างลูกรีด โดยมีกลไกของสกรูที่กระทำบนกล่องลูกปืน ส่วนมาก พลาสติก พีวีซี และยาง วัลคาไนซ์ ใช้เป็นวัสดุขึ้นรูปโดยการรีด เทอร์โมพลาสติกอื่นได้แก่ พอลิเอทธีลีน เอบีเอส พอลิโพรไพลีน พอลิคาร์บอเนท และพอลิยูรีเทน ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตนี้ ประกอบด้วย ฟิล์มไวนิล ทำเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น กางเกงเด็ก ของเล่น ม่านกั้นอาบน้ำ ผ้าคลุมโต๊ะ บุสระน้ำ ตู้คลือบ และกระเบื้องปูพื้น



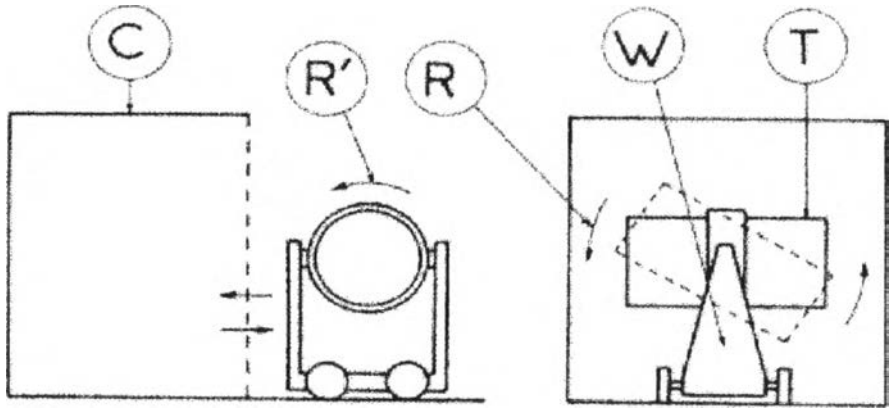
รูปที่ 2.32 แสดงการขึ้นรูปแบบรีด

2.11.2 การขึ้นรูปแบบหมุน (Rotaional Molding)

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกของกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบหมุน (Rotational Molding) จากรูปที่ 2.33 พลาสติกที่เป็นผง หรือของเหลวถูกป้อนเข้าไปในหลุมของแม่แบบปิด (T) จากนั้นถูกส่งเข้าเตาผา (C) เพื่อให้ความร้อนกับพลาสติก และทำการหมุนแม่แบบไปตาม แกนหลัก (R') และ แกนรอง (R) จนกระทั่งพลาสติกหลอม และพลาสติกเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) ที่ผนังด้านในของแม่แบบ จากนั้นแม่แบบถูกส่งเข้าห้องเย็น (Cooling Chamber) ซึ่ง ถูกทำให้เย็นด้วยอากาศ หรือ สเปรย์ น้ำ จากนั้นแม่แบบถูกเปิดออก และชิ้นงานถูกดึงออก กรรมวิธีการนี้ใช้กับเทอร์โมพลาสติกเกือบทั้งหมด มีบางส่วนที่ดัดแปลงไปใช้กับเทอร์โมเซตติ้ง ใช้ผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นหลุม อัตราการผลิตต่ำ ผลิตชิ้นงานขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแกร่ง (Mechanical Strength) น้อย พื้นผิวของชิ้นงาน (Surface Finishing) เรียบ และมีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance) ปานกลาง ผลิตชิ้นงานที่มี เกลียว บอสส์ รู ชิ้นสอด ซี่ และ อันเดอร์คัท งานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 05-0.5 นิ้ว ชนิดของเรซินที่ใช้คือ อะซิตัล เอบีเอส พอลิเอทธิลีน ไนล่อน พอลิโพรไพลีน พอลิสไตรีน พีวีซี ชนิดของผลิตภัณฑ์ใช้ทำแท้งค์ ทำขวด ชิ้นงานที่มีรูปทรงกลวงขนาดใหญ่



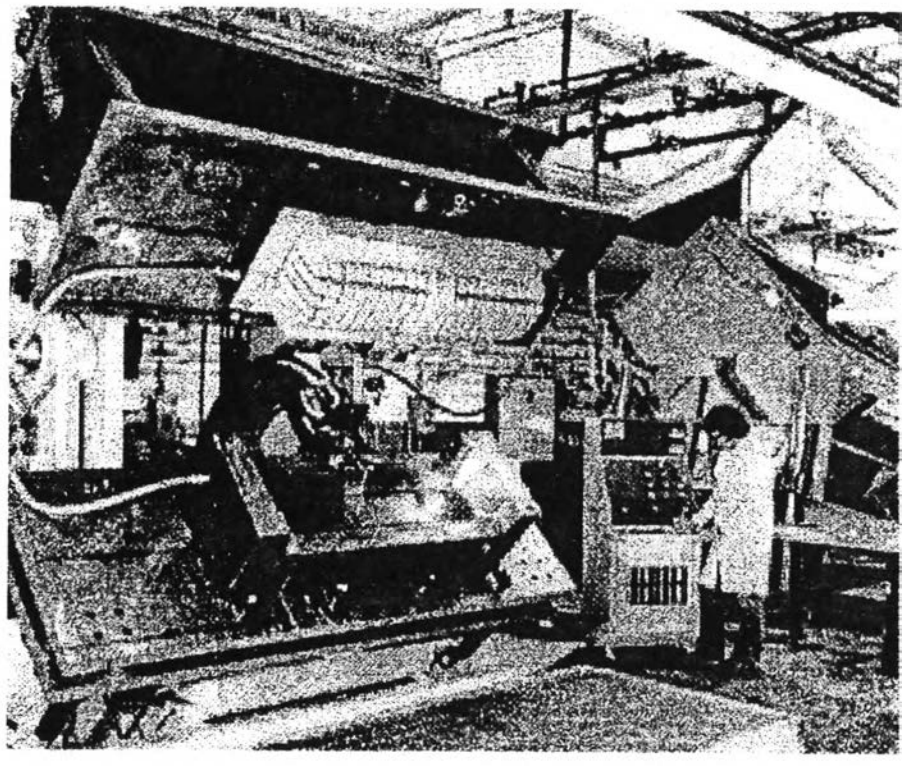
รูปที่ 2.33 แสดงการขึ้นรูปแบบหมุน



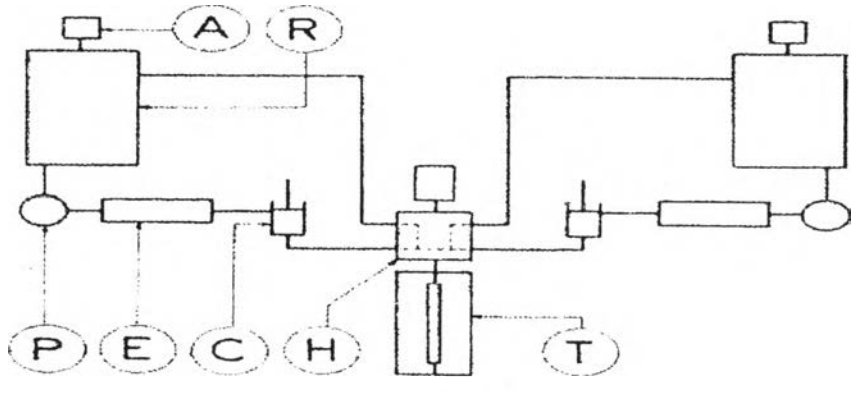
รูปที่ 2.34 แสดงไดอะแกรมการขึ้นรูปแบบหมุน

2.11.3 การขึ้นรูปแบบฉีดที่มีปฏิกิริยา (Reaction Injection Molding)

รูปที่ 2.36 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก โดยกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีดที่มีปฏิกิริยา (Reaction Injection Molding) คล้ายกับกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีด สารตั้งต้นของเหลวจากแท้งค์บรรจุสาร ที่มีใบพัดกวน (A) อยู่ถูกปั๊มพ์โดยปั๊มพ์หมุนเวียนกลับ (P) ผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (E) ผ่านวัดปริมารณสารตั้งต้น (C) ก่อนส่งเข้าไปในหัวผสม (H) ที่ความดันสูง จากนั้นส่วนผสมถูกส่งผ่านระบบรันเนอร์ก่อนที่เข้าไปในแม่แบบปิด (T) ที่ความดันต่ำ กรรมวิธีการผลิตแบบ ฉีดมีปฏิกิริยาเหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานขนาดใหญ่ เช่น กันชนรถยนต์ ทำฝาครอบเครื่องยนต์ ทีวี ที่เก็บเครื่องมือ ซึ่งสามารถผลิตได้ในอัตราที่สูง เมื่อเทียบกับกรรมวิธีการผลิตชนิดอื่น ราคาของสารตั้งต้นต่ำ พลังงานที่ใช้ต่ำ และทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำ มีเรซินหลายชนิดที่สามารถผลิตได้ด้วยกรรมวิธีการผลิตแบบฉีดมีปฏิกิริยา คือ ไนล่อน พอลิเอสเทอร์ และ อีป๊อกซี่ เป็นการขึ้นรูปชิ้นงาน ส่วนมากใช้ผลิตชิ้นงานใหญ่ และหนา เช่นกันชนรถ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance) ปานกลาง ผลิตชิ้นงานที่มี รู และ ชิ้นสอด ได้ ผลิตชิ้นงานที่มีความหนาอยู่ในช่วง 0.125 นิ้ว อุณ หภูมิที่ใช้ในการผลิต 85-100 องศาเซลเซียส ความดันที่ใช้ในการผลิต 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



รูปที่ 2.35 การขึ้นรูปแบบฉีดมีปฏิกิริยา (Reaction Injection Molding)



รูปที่ 2.36 แสดงไดอะแกรมการขึ้นรูปแบบ ฉีดมีปฏิกิริยา

2.12 วิธีการเลือก หรือ ข้อพิจารณาในการเลือกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

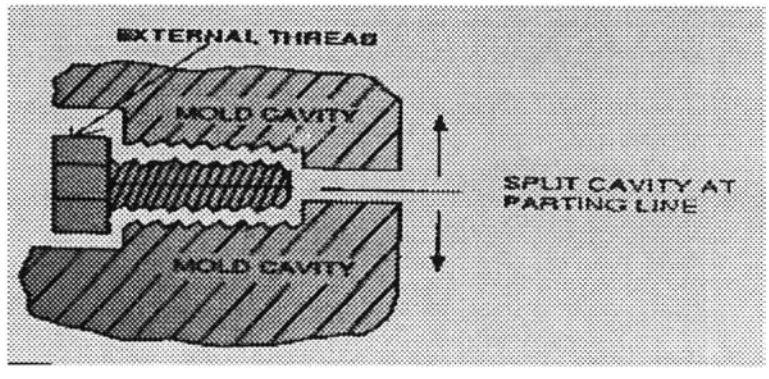
การเพิ่มจำนวนกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ รวมถึงเทคนิคใหม่ๆ ทั้งกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีด แบบเป่า แบบอัดรีด และ แบบอัดรีด เนื่องจากมีการแข่งขันสูงจึงทำให้ต้องมีการปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตให้ทันสมัยตลอดเวลา งานพัฒนาทางด้านนี้ไม่มีขีดจำกัด กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกแต่ละชนิดสามารถผลิตได้หลายขนาด หลายรูปร่าง เราไม่สามารถจำแนกชนิดของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกตามชนิดของผลิตภัณฑ์พลาสติกได้ ดังนั้นในการเลือกชนิดของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกจึงมีความซับซ้อนพอสมควร ต้องอาศัยความรู้ทางด้านเทคนิควิศวกรรมการผลิต และวัสดุที่ใช้ ขั้นตอนการเลือกขึ้นอยู่กับ ลักษณะพิเศษของโพลิเมอร์ ขนาดของผลิตภัณฑ์ อัตราการผลิต รวมถึงรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ในการเลือกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ รายละเอียดเกี่ยวกับกฎเกณฑ์หรือข้อพิจารณาในการเลือกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก มีดังต่อไปนี้

2.12.1 รูปทรงของผลิตภัณฑ์ (Shape)

รูปทรงของผลิตภัณฑ์ (Shape) มีความสำคัญมากในการพิจารณาเลือกกรรมวิธีการผลิตภัณฑ์พลาสติก ยกตัวอย่าง เช่น ถ้าต้องการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงกลวง ก็ใช้กรรมวิธีการผลิตแบบเป่า (Blow Molding) หรือกรรมวิธีการแบบหมุน (Rotational Molding) ถ้าต้องการผลิตชิ้นงานที่มีรูปทรง เป็นท่อ ก็ใช้กรรมวิธีการผลิตแบบอัดรีด (Extrusion Molding) และกรรมวิธีการผลิตแบบดึง (Pultrusion) ในที่นี้ได้กำหนดรูปทรงของผลิตภัณฑ์ดังนี้คือ ท่อ (Pipe) แท่งตัน (Rod) โปรไฟท์ (Profile) รูปทรงแบบกลวงเปิด (Open hollow bodies) รูปทรงแบบกลวงปิด (Enclosed hollow bodies) การขึ้นรูปด้วยแม่แบบ (Molded Product) แผ่นพลาสติก (Sheet) แผ่นฟิล์ม (Film) สำหรับรายละเอียดของรูปทรงของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือก มีดังนี้คือ

ก. เกลียว (Threads)

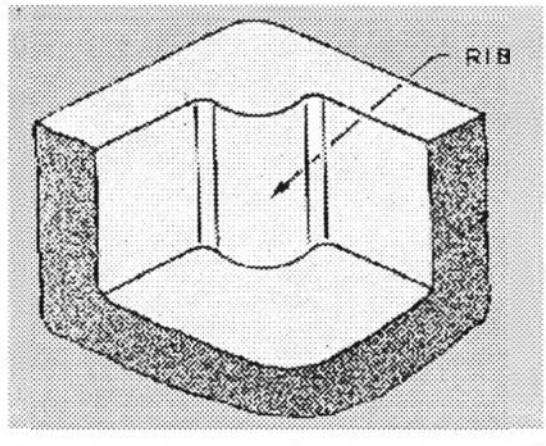
วัตถุประสงค์การใช้งานของ เกลียว คือเป็นตัวยึดเหนี่ยว หรือล็อตชิ้นงานพลาสติกเข้าด้วยกัน ซึ่ง มีหลักการเดียวกัน กับโลหะ คือ ใช้ล็อคชิ้นงาน



รูปที่ 2.37 แสดงลักษณะของ เกลียว

ข. ซี่ (Ribs)

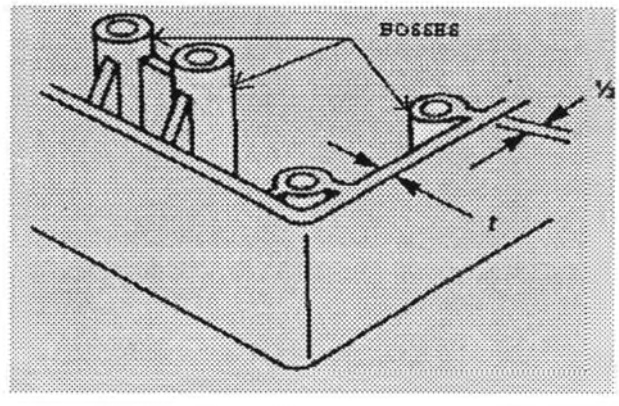
คำจำกัดความของ ซี่ เป็นส่วน ที่ยื่นยาวบนชิ้นงาน หน้าที่ของซี่ คือ เพิ่มความแข็งและความแกร่ง ของชิ้นงาน โดยที่ไม่ต้องเพิ่มความหนา นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการบิดงอของชิ้นงาน ระหว่างการเย็นตัว



รูปที่ 2.38 แสดงลักษณะของ ซี่ (Ribs)

ค. บอสส์ (Bosses)

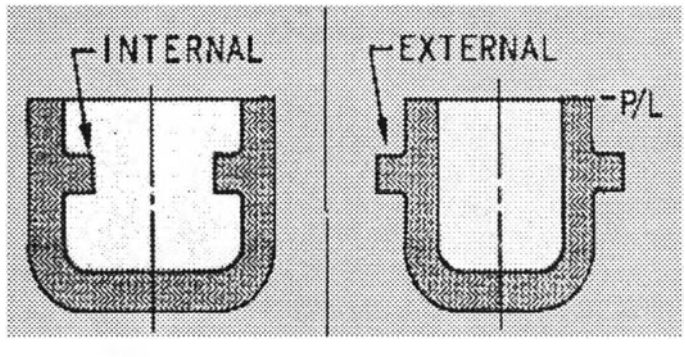
บอสส์ เป็นส่วนที่ยื่นออกมาจากชิ้นงาน ซึ่งมีส่วนช่วยในการต่อชิ้นงานพลาสติก 2 ชิ้นเข้าด้วยกันเป็นชิ้นงานเดียว เมื่อต่อเป็นชิ้นงานเดียวแล้วมองไม่เห็น บอสส์



รูปที่ 2.39 แสดงลักษณะของ บอสส์

ง. อันเดอร์คัท (Undercuts)

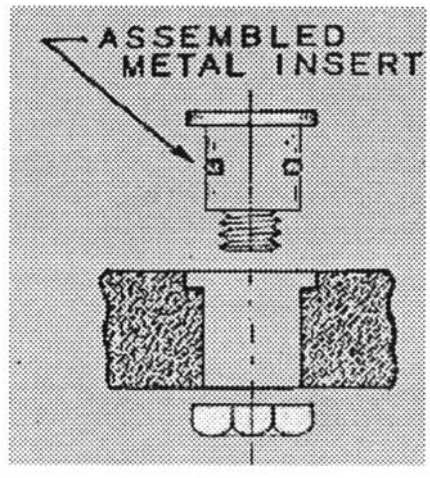
อันเดอร์คัท เป็นส่วนที่เว้า หรือยื่นออกมาบนชิ้นงาน ชิ้นงานพลาสติกที่ผลิตให้มี อันเดอร์คัท ส่วนมากมีปัญหาในการขับชิ้นงานออกมาจากแม่แบบหลังจากที่ชิ้นงานแข็งตัวแล้ว ซึ่งต้องมีกรรมวิธีพิเศษในการขับออกมา ดังนั้นการผลิตชิ้นงานที่มี อันเดอร์คัท มีอัตราการผลิตต่ำ



รูปที่ 2.40 แสดงลักษณะของ อันเดอร์คัท (Undercuts)

จ. ชิ้นสอด (Inserts)

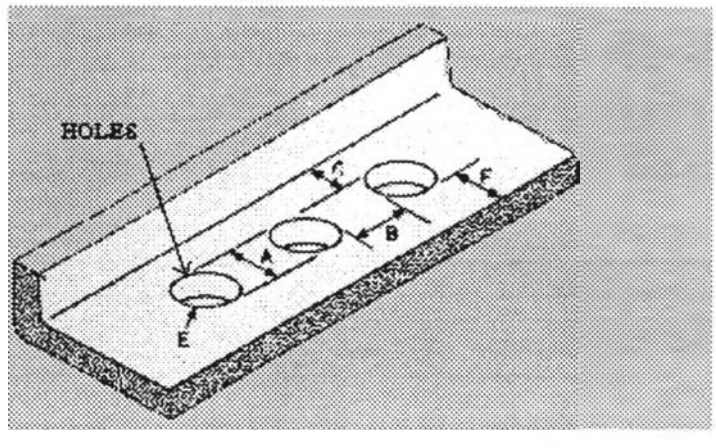
หน้าที่ของ ชิ้นสอด คือ เป็นตัวที่ไปสวมชิ้นงานอื่น ยกตัวอย่างในการผลิตไขควง มีส่วนของพลาสติกที่ไปหุ้มเหล็กเป็นตัวช่วยเสริมรับแรงดันซึ่งเกินขีดจำกัดของวัสดุพลาสติกที่จะรับได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการตบแต่งชิ้นงาน



รูปที่ 2.41 แสดงลักษณะของ ชิ้นสอด (Inserts)

ฉ. รู (Holes)

รู เป็นช่อง หรือ รู ที่เปิดในชิ้นงานพลาสติก หน้าที่ของ รู (Holes) เพื่อตบแต่งชิ้นงาน หรือ อาจใช้เป็นรูระบายอากาศสำหรับ ชิ้นงานกลวงแบบปิดหัวท้าย



รูปที่ 2.42 แสดงลักษณะของ รู (Holes)

2.12.2 ขนาดของผลิตภัณฑ์ (Size)

ขนาดของผลิตภัณฑ์ ขึ้นกับ ความดันที่ใช้ในการผลิตของและ ความเหมาะสมของเครื่องจักร กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้ความดันในการผลิตต่ำ สามารถผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้ เช่น กรรมวิธีการผลิตแบบใช้มือทา (Hand lay-up) กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดที่มีปฏิกิริยา (Reaction Injection Molding) นอกจากนี้บางกรรมวิธีการผลิต ขนาดของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับ ขนาดของเครื่องจักร เช่น กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (Injection Molding) สามารถผลิตชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก จนถึงขนาดกลาง

2.12.3 ความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensional Tolerance)

ความคลาดเคลื่อนอนุโลมของผลิตภัณฑ์ (Dimensinal Tolerance) มีผลต่อการเลือกกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก เนื่องจาก กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก แต่ละชนิดมีขีดความสามารถในการผลิตชิ้นงาน ให้มีความคลาดเคลื่อนอนุโลมแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ รูปทรงของผลิตภัณฑ์ สำหรับสเกลที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ความคลาดเคลื่อนอนุโลม ของผลิตมีดังนี้

ความคลาดเคลื่อนอนุโลมแบบละเอียด (Fine Tolerance) มีค่าเบี่ยงเบนได้ไม่เกิน 0.005 นิ้ว

ความคลาดเคลื่อนอนุโลมแบบธรรมดา (Normal Tolerance) มีค่าเบี่ยงได้ไม่เกิน 0.01 นิ้ว

ความคลาดเคลื่อนอนุโลมแบบหยาบ (Coarse Tolerance) มีค่าเบี่ยงเบนได้ไม่เกิน 0.016 นิ้ว

สำหรับชิ้นงานที่มีมิติ เท่ากับ 0-1 นิ้ว

2.12.4 การตบแต่งพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ (Surface Finishing)

การตบแต่งพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ (Surface Finishing) ไม่เพียงแต่เป็นการที่เพิ่มความสวยงามให้กับผลิตภัณฑ์แล้ว ยังมีผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน ราคาแม่แบบ นอกจากนี้ยังช่วยในการปิดบังรอยขีดบนชิ้นงาน (Sink Marks) และ ลดขั้นตอนที่สองของกรรมวิธีการผลิตลงไป เช่น ขั้นตอนในการตบแต่งชิ้นงาน

(Trimming and Finishing) กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกแต่ละชนิดผลิตชิ้นงานที่มีพื้นผิวของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไป ในที่นี้แบ่งเป็น 5 ระดับคือ เรียบมาก (Very Smooth) เรียบ (Smooth) เรียบปานกลาง (Moderate Smooth) ค่อนข้างหยาบ (Moderate Rough) และ หยาบ (Rough)

2.12.5 ความหนาของผลิตภัณฑ์ (Thickness)

ความหนาของผลิตภัณฑ์ (Thickness) ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่นผลิตภัณฑ์ที่ต้องรับโหลดมากๆ ส่วนมากมีความหนามาก กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกแต่ละชนิดผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาต่างกัน เช่น กรรมวิธีการผลิตแบบสเปรย์ (Spray-up) และกรรมวิธีการผลิต แบบ เป่าฟิล์ม (Blown film) ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาต่ำ

2.12.6 ความแกร่งของผลิตภัณฑ์ (Mechanical Strength)

ความแกร่งของผลิตภัณฑ์ (Mechanical Strength) ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น ในการผลิตถุงพลาสติก โดยวิธีการเป่าฟิล์มเราไม่สนใจความแกร่งของผลิตภัณฑ์ แต่ผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ต้องรับโหลดมากๆต้องพิจารณาความแกร่งของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ นอกจากนี้แล้วยังขึ้นอยู่กับรูปทรงของผลิตภัณฑ์ และความหนาของผลิตภัณฑ์ เช่น ชิ้นงานที่ผลิตโดยกรรมวิธีการสเปรย์ มีความหนาต่ำ และมีความแกร่งต่ำไปด้วย ในที่ได้กำหนดความแกร่งของผลิตภัณฑ์ออกเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก (Excellent) ดี (Good) พอใช้ (Fair) และ เผ่ (Poor)

2.12.7 อัตราการผลิต (Production Rate)

อัตราการผลิต (Production Rate) ขึ้นอยู่กับกลไกของกรรมวิธีการผลิตแต่ละชนิด บางชนิดมีอัตราการผลิตสูงมาก เช่น กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีด (Injection Molding) เครื่องจักรเป็นแบบอัตโนมัติ และในช่วงของการหล่อเย็นเร็วมาก เนื่องจากมีระบบหล่อเย็นที่ดี ส่วนบางกรรมวิธีการมีอัตราการผลิตต่ำ

2.12.8 ปริมาณการผลิต (Product Volume)

บางกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกมีความเหมาะสมสำหรับปริมาณการผลิต น้อย ๆ เช่น กรรมวิธีการผลิตแบบใช้มือทา (Hand lay-up) ซึ่งผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ บางกรรมวิธีการผลิตสามารถผลิตด้วยปริมาณการผลิตที่สูงถึงคุ้มทุนเนื่องราคาของเครื่องจักร และแม่แบบมีราคาแพง เช่นกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (Injection Molding) ซึ่งผลิตชิ้นงานที่มีขนาด เล็กจนถึงขนาดกลาง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่อง ในที่นี้ได้กำหนดสเกลเปรียบเทียบปริมาณการผลิตไว้ดังนี้ คือ

ปริมาณการผลิตสูงมาก (Very High) : 1,000,000 - 1,000,0000 ชิ้น ต่อ ปี

ปริมาณการผลิตสูง (High): 100,000 - 1,000,000 ชิ้นต่อปี

ปริมาณการผลิตปานกลาง (Medium): 10,000-100,000 ชิ้นต่อปี

ปริมาณาการผลิตต่ำ (Low): 1,000 - 10,000 ชิ้นต่อปี

ปริมาณการผลิตต่ำมาก (Very Low): 10-1,000 ชิ้นต่อปี

2.13 เรซิน

พลาสติก นับเป็นวัสดุที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวันของเราอย่างมาก และกำลังเป็นวัสดุสร้างที่มีคุณค่าควบคู่ไปกับเหล็กและไม้ ถ้ารู้จักเลือกพลาสติกให้เหมาะสมกับงาน ทั้งนี้เพราะสร้างและดัดแปลง และแปรรูปได้ง่าย พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติดีเด่นกว่าวัสดุอื่นที่ได้จากธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ขึ้นมา เช่น ไม้ โลหะ แก้ว ที่นิยมใช้กันอย่างมากมาย ทั้งนี้เพราะพลาสติกมีคุณสมบัติหลายๆ อย่างรวมกัน ในตัวของมันเอง และยังมีคุณสมบัติใช้แทนวัสดุอื่นได้ดีเท่าเทียม หรือดีกว่าวัสดุเดิม เช่น แข็ง อ่อนนุ่ม ยืดตัว เหนียวทนทาน ใส ทึบ เบา ทนความร้อน ทนการสึกกร่อน ทนสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้า

กันน้ำ ไม่ติดไฟ หล่อสีในตัว ทำเป็นสีต่างๆ ได้ พลาสติกมีคุณสมบัติทางโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า น้ำหนักโมเลกุลสูง (High Molecular Weight) คือมีโมเลกุลที่เชื่อมต่อกันยาวกว่าสารชนิดอื่นมากมาย นับเป็นร้อยเป็นพันเท่า คงรูปเมื่อผ่านกรรมวิธีในการผลิต ซึ่งโดยมากใช้วิธีกรรมวิธีการผลิตด้วยความร้อน หรือแรงอัดหรือทั้งสองอย่าง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้พลาสติกมีคุณสมบัติพิเศษหลายๆ อย่างพร้อมกัน คือ

คุณสมบัติทางกายภาพ (Mechanical) มีความแข็งแรง เหนียว ยืดหยุ่น

คุณสมบัติทางไฟฟ้า (Electrical) เป็นฉนวนไฟฟ้า

คุณสมบัติทางเคมี (Chemical) ทนกรด ด่าง และสารเคมีอื่นๆ

2.13.1 ชนิดของพลาสติก

ก. เทอร์โมเซตติ้ง (Thermosettings)

เป็นพลาสติกที่มีรูปทรงถาวรเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ความร้อน (Heat) และแรงอัด (Pressure) หรือผ่านกรรมวิธีการผลิตประเภทหล่อพลาสติกเหลว (Casting) ที่ใช้สารเคมีผสมลงไปทำให้เกิดการแข็งตัวนำไปหลอมละลายนำกลับมาใช้ใหม่อีกไม่ได้ เทอร์โมเซตติ้งมีหลายชนิด ที่สำคัญใช้อยู่ทั่วไป มีดังนี้ ยูเรีย (Urea) เมลามีน (Melamine) อีพอกซี่ (Epoxy) ฟีโนลิค (Phenolic) พอลิเอสเตอร์ (Unsaturated Polyester Resin) ซิลิโคน (Silicone) ยูเรเทน (Urethane)

ข. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics)

เป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกครั้งหลังจากนำไปหล่อทำผลิตภัณฑ์ เทอร์โมพลาสติกที่สำคัญและ ใช้อยู่ทั่วไป ได้แก่ อะคริลิค (Acrylic) ฟลูออโรคาร์บอน พอลิโอเลฟิน (Polyolefin) พอลิสไตรีน (Polystyrene) เอบีเอส (ABS)

2.13.2 โครงสร้างของพอลิเมอร์

โครงสร้างของพอลิเมอร์ การจัดรูปร่างของพอลิเมอร์มีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับประเภทของพอลิเมอร์และกรรมวิธีการสังเคราะห์ ซึ่งความแตกต่างของโครงสร้างมีผลต่อคุณสมบัติเฉพาะตัวของมัน เช่นความหนาแน่น ความเหนียว ความเปราะ ความยืดหยุ่น ความใส โครงสร้างของพอลิเมอร์มีแบบต่างๆ ดังนี้

ก. พอลิเมอร์แบบเส้นยาวตลอด (Linear Shape) สำตัวยิ่งยาวมีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น มีความแข็งแรงสูงขึ้นทนความร้อนได้ดี โครงสร้างแบบนี้เป็นโครงสร้างของพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics)

ข. พอลิเมอร์แบบแยกแขนงโดยรอบ (Branched Shape) โครงสร้างแบบนี้ทำให้โมเลกุลห่างกัน จึงทำให้ความหนาแน่นน้อย โครงสร้างแบบนี้เป็นโครงสร้างของพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) อีกประเภทหนึ่ง

ค. พอลิเมอร์แบบเชื่อมโยงหรือร่างแห (Cross-Linked or Network Shape) โครงสร้างแบบนี้ทำให้พอลิเมอร์มีความหนาแน่นสูง มีความแข็งแรงสูง ทนความร้อนได้ดี โครงสร้างแบบนี้ส่วนมากเป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติ้ง (Thermosettings)

2.13.3 โครงสร้างของเทอร์โมพลาสติก

ก. พลาสติกที่ไม่มีผลึก (Amophous Plastics) พลาสติกประเภทนี้ประกอบด้วยโมเลกุลที่เรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ โมเลกุลห่างกันมากกว่าในพลาสติกผลึก ดังนั้นพลาสติกนี้แข็งแรงน้อยกว่า ทนความร้อนได้ต่ำกว่า และเปลี่ยนแปลงขนาดได้น้อยแต่มักใสกว่า ตัวอย่างของพลาสติกประเภทนี้ คือ พอลิสไตรีน (Polystyrene) อะคริลิค (Acrylic)

ข. พลาสติกมีผลึก (Crystalline Plastics) พลาสติกที่มีผลึกประกอบด้วยโมเลกุลที่จัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบปนอยู่กับส่วนที่ไม่เป็นระเบียบ ซึ่งมีผลต่อการควบคุมสภาวะทางความร้อน และสภาวะทางกลที่ให้ขณะผลิตพลาสติก พลาสติกที่มีผลึกโดยทั่วไปแข็งแรง และทนความร้อนได้มากกว่า พลาสติกไม่มีผลึก แต่มักขุ่นเนื่องจากผลึกทำหน้าที่เป็นตัวกระจายแสง

ในการเลือกพลาสติกเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก อาศัย คุณสมบัติพิเศษที่แตกต่าง คือ คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางไฟฟ้าของพลาสติก นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้ด้วย สำหรับ ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการเลือกพลาสติกอยู่ในอีกวิทยานิพนธ์หนึ่ง