

ปฏิบัติการ
กระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีดและแบบฉีด
(Extrusion and Injection Molding Process)

เขียนโดย

รองศาสตราจารย์ ดร. กษมา จารุกำจร

สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1. บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์

- ศึกษากระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีดและแบบฉีด
- ศึกษาผลของสภาวะในการขึ้นรูป (processing conditions) ที่มีผลต่ออัตราการผลิตและลักษณะของชิ้นงานในกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด
- ศึกษาผลของสภาวะในการขึ้นรูป (processing conditions) ที่มีผลต่อลักษณะของชิ้นงานในกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีด

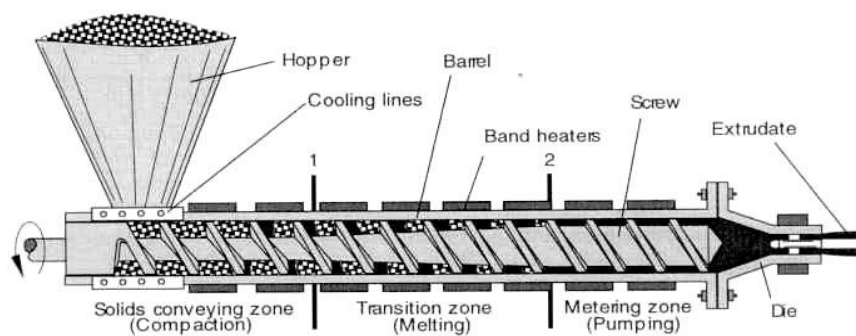
1.2 ความรู้พื้นฐาน

1.2.1 กระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด (extrusion)

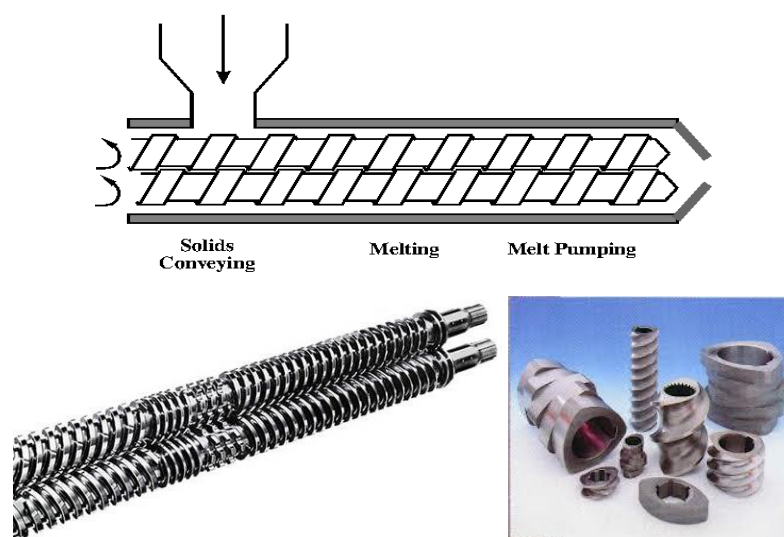
การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกด้วยการอัดรีดนิยมใช้ในการผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะต่อเนื่อง โดยการขึ้นรูปแบบอัดรีด เริ่มจากใส่พลาสติกในสถานะของแข็งลงในกรวยเติมสาร (hopper) เกิดการหลอมของพลาสติกภายในกระบอบ (barrel) ที่อุณหภูมิมากกว่าอุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้ว (glass transition temperature, T_g) หรืออุณหภูมิหลอม (melting temperature, T_m) และพลาสติกหลอมนี้จะถูกดันออกสู่ดายด์ (die) ผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาจะมีรูปร่างตามลักษณะของดายด์ ซึ่งดายด์จะมีรูปร่างต่างๆ เช่น ดายด์ชนิดวงแหวน (annular die) ใช้ในการผลิตท่อ หลอด และการหุ้มสายไฟ (wire coating) ส่วนดายด์ชนิดสลิต (slit die) ใช้ในการผลิตแผ่นชีทและฟิล์ม นอกจากนี้ มีดายด์ชนิดโพรไฟล์ (profile die) ที่ใช้ในการผลิตโพรไฟล์ลักษณะต่างๆ

เครื่องอัดรีด จัดเป็นเครื่องผสมชนิดต่อเนื่อง (continuous mixer) สามารถแบ่งออกได้เป็น เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว (single screw extruder) ดังรูปที่ 1 และเครื่องอัดรีดชนิดสกรูคู่ (twin screw extruder) ดังรูปที่ 2

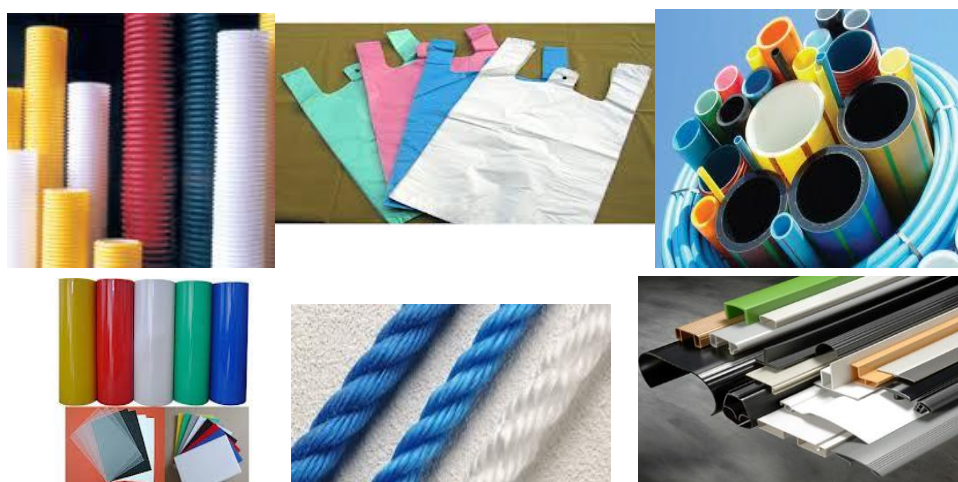
ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีดมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ท่อพลาสติก ถุงพลาสติก แผ่นชีท ฟิล์ม โพรไฟล์ที่มีรูปหน้าตัดต่างๆ เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 1 เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว



รูปที่ 2 เครื่องอัดรีดชนิดสกรูคู่



รูปที่ 3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการอัดรีด

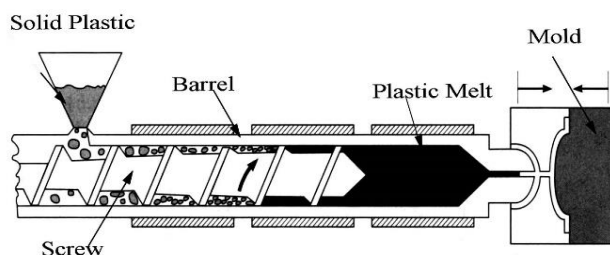
1.2.2 กระบวนการขึ้นรูปแบบฉีด (injection molding process)

กระบวนการขึ้นรูปแบบฉีด จัดเป็นกระบวนการขึ้นรูปแบบต่อเนื่อง ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นกระบวนการอัตโนมัติที่ให้อัตราการผลิตสูง สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะซับซ้อนและมีรายละเอียดต่างๆ ได้ มีเศษชิ้นงานเหลือน้อย สามารถเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนเครื่องฉีดหรือแม่พิมพ์ ลักษณะของรูปร่างแม่พิมพ์จะเป็นตัวกำหนดรูปร่างของผลิตภัณฑ์ ข้อเสียของกระบวนการขึ้นรูปนี้ คือ ราคาแม่พิมพ์และเครื่องฉีดที่สูง ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีด เช่น อุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ของใช้ในครัวเรือน และของเล่นเด็ก เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 4

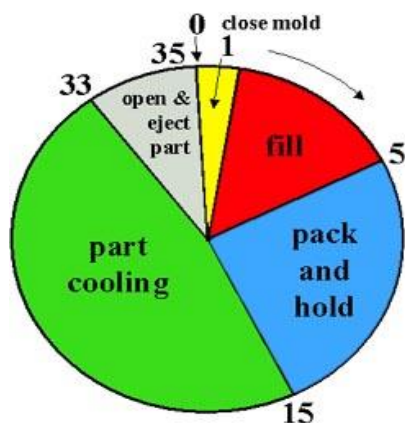


รูปที่ 4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีด

ในกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีดมีการใส่เม็ดพลาสติกเข้าไปในกรวยเติมสาร แล้วทำให้เกิดการส่งพลาสติกในรูปของแข็งเข้าไปยังกระบอกฉีด (barrel) ที่อุณหภูมิมากกว่าอุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้วหรืออุณหภูมิหลอม ซึ่งพลาสติกจะหลอมและไหลภายใต้ความดัน จากนั้นพลาสติกหลอมจะถูกฉีดเข้าไปยังแม่พิมพ์ (mold) ที่มีอุณหภูมิน้อยกว่าอุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้วหรืออุณหภูมิหลอม พลาสติกจะเกิดการแข็งตัว (solidify) ในแม่พิมพ์ หลังจากนั้นแม่พิมพ์จะเปิดและผลิตภัณฑ์จะถูกกระทุ้งออก (eject) รูปที่ 5 แสดงลักษณะของเครื่องฉีด และรูปที่ 6 แสดงวงจรการฉีด (injection molding cycle)



รูปที่ 5 เครื่องฉีด



รูปที่ 6 วงจรการฉีด

2. การทดลอง

2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

พอลิสไตรีน (polystyrene, PS) เกรด GP150 Polymax ของบริษัท IRPC. Co., Ltd

พอลิโพรพิลีน (polypropylene, PP) เกรด P840J ของบริษัท SCG Co., Ltd

2.2 เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว (single screw extruder, Betol BC 32)

2.3 เครื่องฉีด (injection molding machine, Chuan Lih Fa, CLF80T)

3. วิธีการทดลอง

3.1 ศึกษาผลของสภาวะในการขึ้นรูปของกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีดที่มีผลต่อลักษณะของชิ้นงาน

- ในการทดลองนี้มีการใช้พอลิสไตรีนในการศึกษา
- ตรวจสอบการทำงานของเครื่องอัดรีดก่อนการทดลอง
- ทดลองตามสภาวะในการทดลอง ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 1
- สังเกตและเปรียบเทียบลักษณะของชิ้นงานที่ได้ในแต่ละสภาวะการขึ้นรูป
- คำนวณค่าอัตราการผลิต (output rate) ของแต่ละสภาวะในการขึ้นรูป

ตารางที่ 1 สภาวะที่ใช้ในการทดลองกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด

Condition No.	Temperature (°C)					Screw speed (rpm)
	1	2	3	4	5	
1	170	180	190	200	210	20, 40
2	160	170	180	220	230	20, 40

3.2 ศึกษาผลของสภาวะในการขึ้นรูปในกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีดที่มีผลต่อลักษณะของชิ้นงาน

- ในการทดลองนี้มีการใช้พอลิโพรพิลีนในการศึกษา
- ตรวจสอบการทำงานของเครื่องฉีดก่อนการทดลอง
- ทดลองตามสภาวะในการทดลอง ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2
- สังเกตและเปรียบเทียบลักษณะของชิ้นงานที่ได้ในแต่ละสภาวะการขึ้นรูป

ตารางที่ 2 สภาวะที่ใช้ในการทดลองกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีด

Condition No.	Temperature (°C)				Injection pressure (%)	Injection speed (%)	Holding pressure (%)	Holding time (s)	Cooling time (s)	Shot size (mm)
	1	2	3	4						
1	180	185	190	200	50	50	50	5	25	36
2	180	185	190	200	50	50	50	5	25	39
3	180	185	190	200	50	50	50	5	25	42

4. คำถามท้ายการทดลอง

- ในกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด ความเร็วรอบของสกรูมีผลต่ออัตราการผลิต (output rate) ของพอลิเมอร์อย่างไร และให้อธิบายวิธีในการหาค่าอัตราการผลิต
- ในกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีด ให้อธิบายความหมายของ shot size