บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

โพลิเมอร์นับว่าเป็นวัสดุอีกประเภทหนึ่งที่มีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้ากันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ในบ้านเรือนจนถึงอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อน อย่างเช่น สินค้าอุปโภคบริโภค บรรจุภัณฑ์ อุตสาหกรรมรถยนต์ อุปกร์ทางด้านไฟฟ้า เป็นต้น

สาเหตุที่โพลิเมอร์ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางก็คือ โพลิเมอร์เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษดีเด่นกว่าวัสดุอื่นที่ได้จากธรรมชาติหรือ สังเคราะห์ขึ้นมา เช่น ไม้ โลหะ แก้ว กระดาษ เป็นต้น ที่นิยมใช้กันมาก่อนอย่างมากมาย ทั้งนี้เพราะโพลิเมอร์มีคุณสมบัติหลายๆอย่างรวมกัน เช่น เบา เหนียวทนทาน ทนความร้อน ทนการสึกกร่อน ทำเป็นสีต่างๆได้ เป็นต้น

โพลิเมอร์สามารถแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ เทอร์โมพลาสติก เช่น โพลิเอทิลีน(PE) โพลิโพรพิลีน(PP) โพลิเอมิด(PA) โพลิคาร์บอเนต(PC) เป็นต้น และเทอร์โมเซตติ้ง เช่น ซิลิโคน(Silicone) อีพอกซี่(Epoxy) เป็นต้น นอกจากทั้งสองประเภทนี้แล้วปัจจุบันยังมีการใช้โพลิเมอร์ชนิดใหม่ที่เกิดจากการผสมที่เรียกว่า โพลิเมอร์ผสม(Polymer blend : PB) ซึ่งในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมามีการศึกษาถึงโพลิเมอร์ผสมกันมาก โพลิเมอร์ผสมนั้นกระทำขึ้นเพื่อนำเอาคุณสมบัติที่ดีของโพลิเมอร์ตัวแรกไปชดเชยข้อบกพร่องของโพลิเมอร์ตัวที่สอง อย่างเช่น การผสมระหว่างโพลิโพรพิลีนกับโพลิเอมิด (PP/PA) เป็นโพลิเมอร์ผสมที่สามารถรวมเอาคุณสมบัติเชิงกลและความร้อนของโพลิเอมิดเข้ากับการไม่ไวต่อความชื้นของโพลิโพรพิลีนได้

กระบวนการขึ้นรูปของโพลเมอร์มีหลายกระบวนการ เช่น การฉีด(Injection Molding) การเป่า (Blow Molding) การหล่อ(Casting) เป็นต้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ ในแต่ละกระบวนการจะมีค่าตัวแปรต่างๆในการทำงานที่แตกต่างกัน กระบวนการฉีดขึ้นรูป หรือ Injection molding เป็นกระบวนการหนึ่งที่มีใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ อุตสาหกรรมรองเท้า อุตสาหกรรมของเล่น เป็นต้น ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักๆ 3 ขั้นตอน คือ

Injection, Holding Pressure and Plastication และ Ejection โดยก่อนทำการฉีดขึ้นรูปจริง จะต้องมีการตั้งค่า และปรับแต่งค่าตัวแปรต่างๆเสียก่อน เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณสมบัติตามต้องการ ซึ่งจะทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ไป นอกจากค่าตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อคุณสมบัติของชิ้นงานถ้วก็ยังมีปัจจัยอื่นๆอีกคือ ตัวแม่พิมพ์(Mould) และวัสดุ(Material) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยตัวใดตัวหนึ่งก็จะส่งผลให้ชิ้นงาน มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป

จากตารางที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติของโพลิสไตรลีนและโพลิโพรพิลีนจะเปลี่ยนแปลงไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรในการฉีด ซึ่งสังเกตได้จากค่าของคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่มีลักษณะเป็นช่วง นอกจากตัวแปรในการฉีดแล้วประเภทของวัสดุยังส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกลที่แตกต่างกัน

สำหรับงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรการฉีดขึ้นรูปบางตัวที่มีต่อคุณสมบัติของโพลิเมอร์ ส่วนตัวแม่พิมพ์และผู้ปฏิบัติงานจะถูกกำหนดไว้ โดยโพลิเมอร์ที่ใช้ศึกษาเป็นประเภทโพลิเมอร์ผสม (Polymer Blend : PB) ระหว่างโพลิโพรพิลีนกับโพลิเอมีด (PP/PA) ซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างโพลิโอลิฟินกับพลาสติกทางวิศวกรรม โดยนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในงานอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งนับว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญ

ตารางที่ 1.1 แสดงคุณสมบัติของโพลิสไตรลีนและโพลิโพรพิลีน

Property	Unit	Polystyrene	Polypropylene
Tensile load at failure	lb_f	157-252	130-202
Flexural strength	lb_f/in^2	5080-8227	2340-4092
Izod impact strength	$ft\text{-}lb_f/in$	1.4-4.0	0.9-8.3
Ball drop impact strength	$in\text{-}lb_f$	1.59	46-120
Shrinkage across flow	in/in	0-0.006	0.007-0.016
Shrinkage with flow	in/in	0-0.006	0.010-0.014
Stiffness modulus	$lb_f/in^2 \times 10^{-5}$	2.2-3.1	0.9-1.8

(ที่มา : หนังสือ Injection Moulding Materials หน้า 168)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนผสมของโพลิเมอร์ และตัวแปรการฉีดขึ้นรูปที่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกล และอัตราการฉีดขึ้นรูป

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ มีการจำกัดขอบเขตการศึกษาวิจัยไว้ดังนี้ คือ

1.3.1 โพลิเมอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ โพลิเมอร์ผสม ซึ่งประกอบด้วย

1.3.1.1 โพลิโพรพิลีน(Polypropylene)

1.3.1.2 โพลิเอมีด-6 (Polyamides-6)

1.3.1.3 เอทิลีน-โพรพิลีน-ไดอีน โคโพลิเมอร์ (Ethylene-Propylene-Diene Copolymer : EPDM) ที่มีจำนวนไอโอไดอีนเท่ากับ 12 (Iodine number)

1.3.2 ศึกษาเฉพาะตัวแปรในการฉีดทั้งหมด 8 ตัว ดังนี้

1.3.2.1 อุณหภูมิในการหลอม (Melt temperature)

(ในงานวิจัยนี้ใช้เป็นอุณหภูมิที่หัวฉีด (Nozzle temperature))

1.3.2.2 ความเร็วการฉีด (Injection speed)

1.3.2.3 ความเร็วรอบการหมุนของสกรู (Screw speed)

1.3.2.4 แรงดันที่รักษาให้ชิ้นงานอยู่ในแม่พิมพ์ (Holding pressure)

1.3.2.5 แรงดันการฉีด (Injection pressure)

1.3.2.6 แรงดันดันกลับ (Back pressure)

1.3.2.7 เวลาการเย็นตัว (Cooling time)

1.3.2.8 เวลาที่รักษาให้ชิ้นงานอยู่ในแม่พิมพ์ (Holding time)

1.3.3 คุณสมบัติทางกายภาพที่จะทำการศึกษามีดังต่อไปนี้

1.3.3.1 อัตราการไหลตัว (Melt Flow Rate)

1.3.3.2 ความหนาแน่น (Density)

1.3.4 คุณสมบัติเชิงกลที่จะทำการศึกษามีดังต่อไปนี้

1.3.4.1 ความแข็ง (Hardness)

1.3.4.2 ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง (Tensile Strength)

1.3.4.3 โมดูลัสของความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)

1.3.4.4 เปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น (% Elongation)

1.3.4.5 ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก (Impact Strength)

1.3.5 ขั้นตอนและสภาพเงื่อนไขที่ใช้ในการเตรียมชิ้นทดสอบและการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM (The American Society for Testing and Materials) ดังนี้

1.3.5.1 อัตราการไหลตัวทดสอบตามมาตรฐาน D-1238

ความแข็งทดสอบตามมาตรฐาน D-2240

ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงและโมดูลัสของความยืดหยุ่น และเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น ทดสอบตามมาตรฐาน D-638

ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก ทดสอบตามมาตรฐาน D-256

1.3.5.2 ขนาดและรูปร่างของชิ้นทดสอบเป็นไปตามกำหนดไว้ในมาตรฐาน ASTM

1.3.5.3 จำนวนชิ้นงานที่ต้องการทดสอบต่อ 1 ตัวอย่าง ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ตามมาตรฐาน ASTM คือ อย่างน้อย 5 ชิ้นงานต่อ 1 ตัวอย่างในการทดสอบคุณสมบัติในข้อ 1.3.3 และ 1.3.4

1.3.5.4 ความเร็วของเครื่องทดสอบแรงดึงที่ใช้ในการทดสอบความทนต่อแรงดึงและเปอร์เซ็นต์ ความยืดหยุ่น กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 50 มิลลิเมตรต่อวินาทีทุกชิ้นงาน

1.3.5.5 ศึกษาสัดส่วนผสมของโพลิเมอร์โดยน้ำหนักและอุณหภูมิที่ใช้ในการฉีดขึ้นรูป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษางานวิจัยมีดังต่อไปนี้

1.4.1 ผลจากการศึกษาจะทำให้ทราบอิทธิพลของสัดส่วนผสมของโพลิเมอร์ผสมระหว่างโพลิโพรพิลีนกับโพลิเอมีด -6 ที่มี EPDM เป็นตัวช่วยผสม และตัวแปรการฉีดขึ้นรูปที่มีผลต่อคุณสมบัติของโพลิเมอร์ผสมและอัตราการฉีดขึ้นรูป

1.4.2 ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการตั้งค่าตัวแปรการฉีดขึ้นรูปเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณสมบัติตามต้องการ

1.4.3 เป็นแนวทางสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษางานวิจัยนี้ได้กำหนดวิธีดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

1.5.1 สำรวจงานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 พิจารณาเลือกตัวแปรการฉีดขึ้นรูปที่จะทำการศึกษา

1.5.3 ดำเนินการทดลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.5.3.1 ศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการผสม PP PA-6 และ EPDM โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) เตรียมสัดส่วนผสมของ PP และ PA-6 ที่มี EPDM เป็นตัวช่วยผสม

2) นำส่วนผสมมาทดสอบเพื่อหาอัตราการไหลตัว

3) นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาอุณหภูมิที่ใช้

โดยพิจารณาอัตราการไหล ตัวและลักษณะทางกายภาพของโพลิเมอร์ผสมเป็นเงื่อนไข และหาผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการ ไหลตัว

1.5.3.2 ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนผสมของโพลิเมอร์ และตัวแปรการฉีดขึ้นรูปที่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลและอัตราการฉีดขึ้นรูป โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆดังนี้

1) สัดส่วนผสมระหว่าง PP, PA-6 และ EPDM

2) อุณหภูมิที่หัวฉีด (Nozzle temperature)

3) ความเร็วการฉีด (Injection speed)

4) ความเร็วรอบการหมุนของสกรู (Screw speed)

5) แรงดันที่รักษาให้ชิ้นงานอยู่ในแม่พิมพ์ (Holding pressure)

6) แรงดันการฉีด (Injection pressure)

7) แรงดันดันกลับ (Back pressure)

8) เวลาการเย็นตัว (Cooling time)

9) เวลาที่รักษาให้ชิ้นงานอยู่ในแม่พิมพ์ (Holding time)

1.5.4 ทดสอบคุณสมบัติของชิ้นงานโพลิเมอร์ผสม

1.5.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

1.5.6 อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง