

บทที่ 3

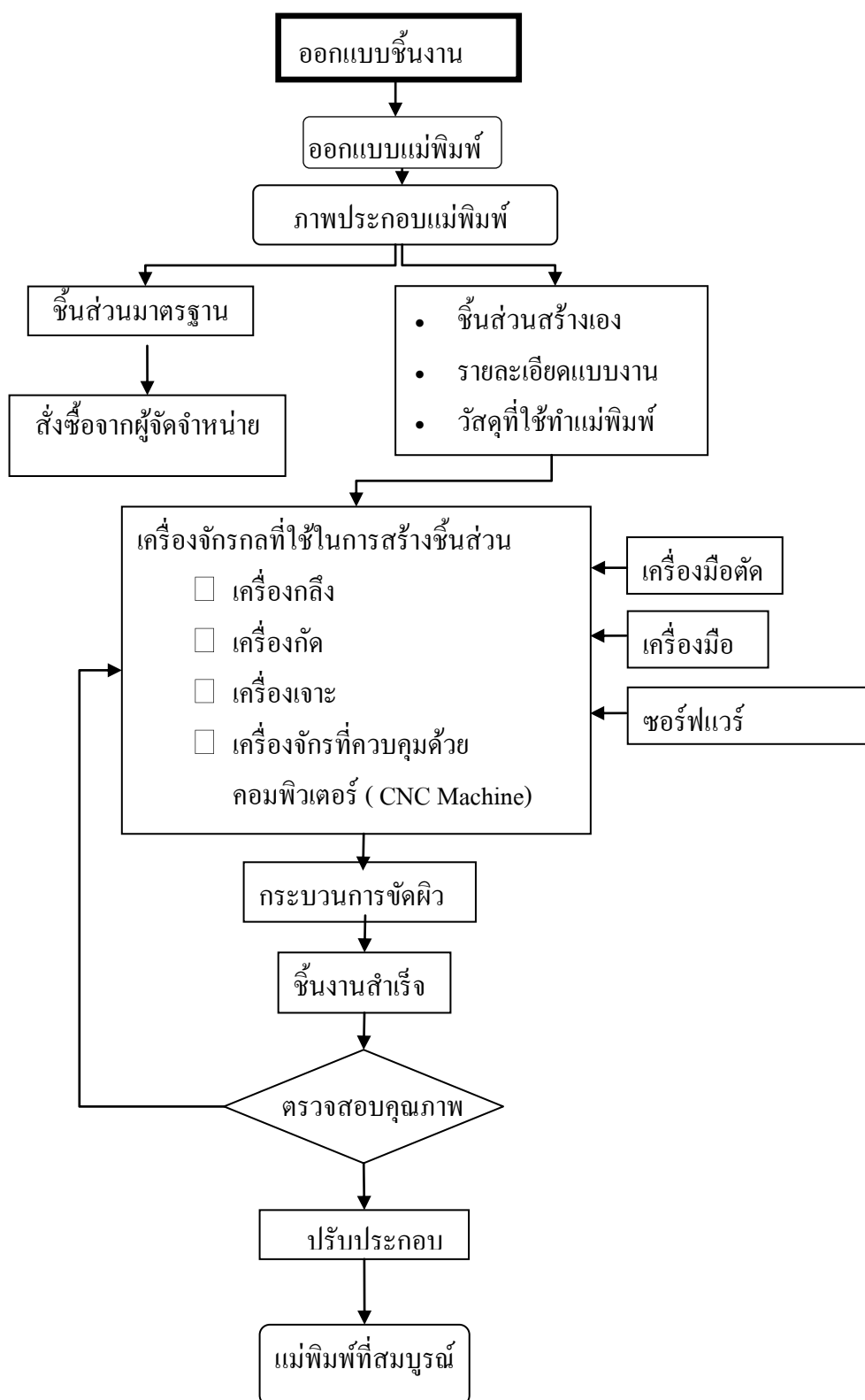
วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานโครงการวิจัย

สามารถแบ่งขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

- 3.1 ศึกษาข้อมูล การออกแบบทางด้านขนาดรูปร่างของชิ้นงาน สมบัติของพลาสติกที่ใช้
- 3.2 การออกแบบฟรีฟอร์ม
- 3.3 ขั้นตอนการออกแบบแม่พิมพ์
- 3.4 ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์
- 3.5 ทำการทดลอง
- 3.6 แก้ไขปรับปรุงแม่พิมพ์
- 3.7 รวบรวมข้อมูลกระบวนการเป่าแม่พิมพ์

กระบวนการและเวลาดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 3-1 กระบวนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 3-1 เวลาดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูล การออกแบบทางด้านขนาดรูปร่างของชิ้นงาน สมบัติของพลาสติกที่ใช้

ขั้นตอนการวิจัย	ระยะเวลา 1 ปี											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	←→											
2. ศึกษาการใช้โปรแกรมและออกแบบแม่พิมพ์		←→										
3. ดำเนินการสร้างแม่พิมพ์ฉีดและแม่พิมพ์เป่า			←→									
4. ทดลองฉีดและเป่าแก้ไขปรับแก้ เก็บข้อมูล							←→					
5. รวบรวมข้อมูลและปรับปรุงการทดลอง									←→			
6. จัดทำแผนเผยแพร่										←→		
7. สรุปผลการวิจัยรายงาน											←→	

ในการทดสอบการหดตัวชิ้นงานเป่าโดยเปรียบเทียบกับแม่พิมพ์ ข้อมูลการหดตัวใช้เพื่อเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุ ค่าการหดตัวที่กำหนดมาให้ขึ้นอยู่กับรูปร่างของชิ้นงานมากที่สุด รวมถึงความไม่สลับซับซ้อนของแม่พิมพ์และเงื่อนไขการปฏิบัติงาน

การหดตัวของวัสดุแต่ละชนิดแตกต่างกันทั้งทิศทางการเป่า และขวางทิศทางการเป่าทิศทางการเป่าถูกจัดวางขึ้น เช่นเดียวกันกับระบบการยึดตัวของวัสดุที่หลอมเหลวแล้ว เมื่อทางออกก็คือการเป่าแล้วยึดตัวออกตามแรงลมที่เป่าเข้าแม่พิมพ์

3.1.1 การออกแบบทางด้านขนาดรูปร่างของแม่พิมพ์



ภาพที่ 3-2 แม่พิมพ์เป่า

3.1.2 สมบัติของพลาสติกที่ใช้พลาสติกที่นำมาใช้ในการฉีดพรีฟอร์ม คือ พลาสติก PET

Resin Grade :N1



ภาพที่ 3-3 พลาสติก PET Resin Grade :N1

- | | |
|--|---------------------------|
| - ชนิดของพลาสติก | : PET Resin Grade :N1 |
| - เลขที่ผลิต | : 2112G003 |
| - วันที่ผลิต | : 14/07/2012 |
| - ความหนาแน่น(Density) | : 1.450 g/cm ³ |
| - อัตราการหดตัว | : 0.2-0.9% |
| - อุณหภูมิแม่พิมพ์ | : Min 80-Max 120°C |
| - อุณหภูมิหลอมละลายของพลาสติก | : Min 265-Max 290°C |
| - อุณหภูมิปลดชิ้นงานสูงสุด | : 150°C |
| - อุณหภูมิแตกต่างของอุณหภูมิสารหล่อเย็นที่ทางเข้าและทางออก | : 2°C |

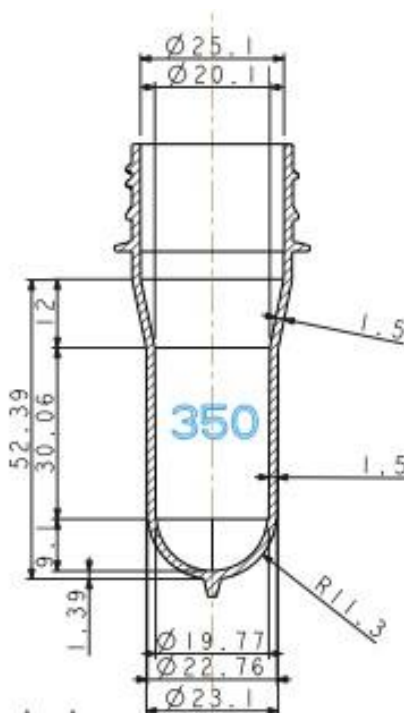
3.1.3 ข้อมูลเครื่องฉีดใช้ Maker = Jetmaster C Serie JM168-C/ES

- | | |
|--|--------------------------|
| - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูฉีด (Screw Diameter) | : 52 mm |
| - ความเร็วรอบของสกรูฉีด | : 170 rpm |
| - อัตราการฉีด | : 204 cm ³ /s |

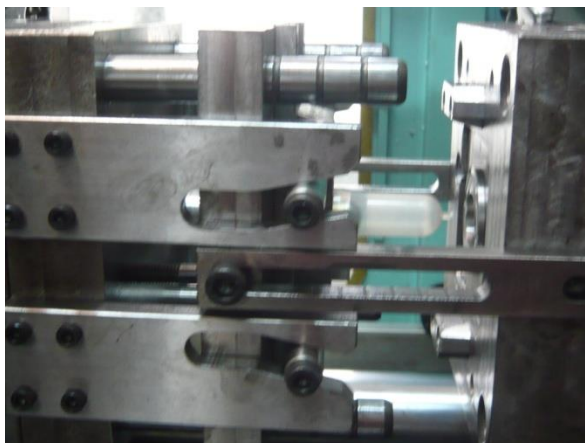
- ความดันฉีดจำเพาะ (Specific Injection Pressure) : 1470kgf/cm²
- น้ำหนักของชิ้นงานที่สามารถฉีดได้ (Max.Shot Weight) : 396.2 g
- ระยะหัวฉีด (Nozzle Stroke) : 300 mm
- แรงกดที่หัวฉีด (Nozzle Contact Force) : 6 ton
- ความจุความร้อนของกระบอกฉีด (Cylinder Heating Capacity) : 13.3 kW

3.1.4 ระบบ Clamping

- แรงในการปิดล็อกแม่พิมพ์ (Clamping Force) : 168 ton
- ระยะในการเปิดแม่พิมพ์ (Opening Stroke) : 380 mm
- แรงของชุดปลดชิ้นงาน (Ejector Force) : 5.5 ton
- ระยะเลื่อนของชุดปลดชิ้นงาน (Ejector Stroke) : 100 mm
- น้ำหนักของพรีฟอร์ม = 15g



ภาพที่ 3-4 การออกแบบพรีฟอร์ม



ภาพที่ 3-5 แม่พิมพ์พร้อมฉีดขึ้นงาน

3.2 การออกแบบพรีฟอร์ม

1) การวิเคราะห์การจัดเรียงตัวในกระบวนการเป่าขึ้นรูปภาชนะกลวง กระบวนการเป่าขึ้นรูปภาชนะกลวงชนิดแรงดึงกระทำสองแกนได้ถูกกล่าวถึงก่อนหน้านี้แล้ว เพื่อให้มีความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับการจัดเรียงตัวโมเลกุลก็จำเป็นต้องเริ่มพิจารณาจากพื้นฐานของกระบวนการเป่าขึ้นรูป ซึ่งจะขึ้นรูปจากงานฉีดหรืองานอัดรีดก็ได้ตลอดพรีฟอร์มที่ใช้ในการผลิตเทียบกับขวดพลาสติก พิธีที่

ในกระบวนการเป่าขึ้นรูปจะนำอัตราส่วน 2 ชนิดของหลอดพรีฟอร์มต่อผลิตภัณฑ์ไปใช้ หนึ่งคืออัตราส่วนแนววงแหวน (hoop ratio, H) ซึ่งก็คืออัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางภายในที่กว้างที่สุดของชิ้นงานเป่า D_1 หารด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของหลอดพรีฟอร์ม D_2 ก่อนที่จะเป่าดังแสดงไว้ดังนี้

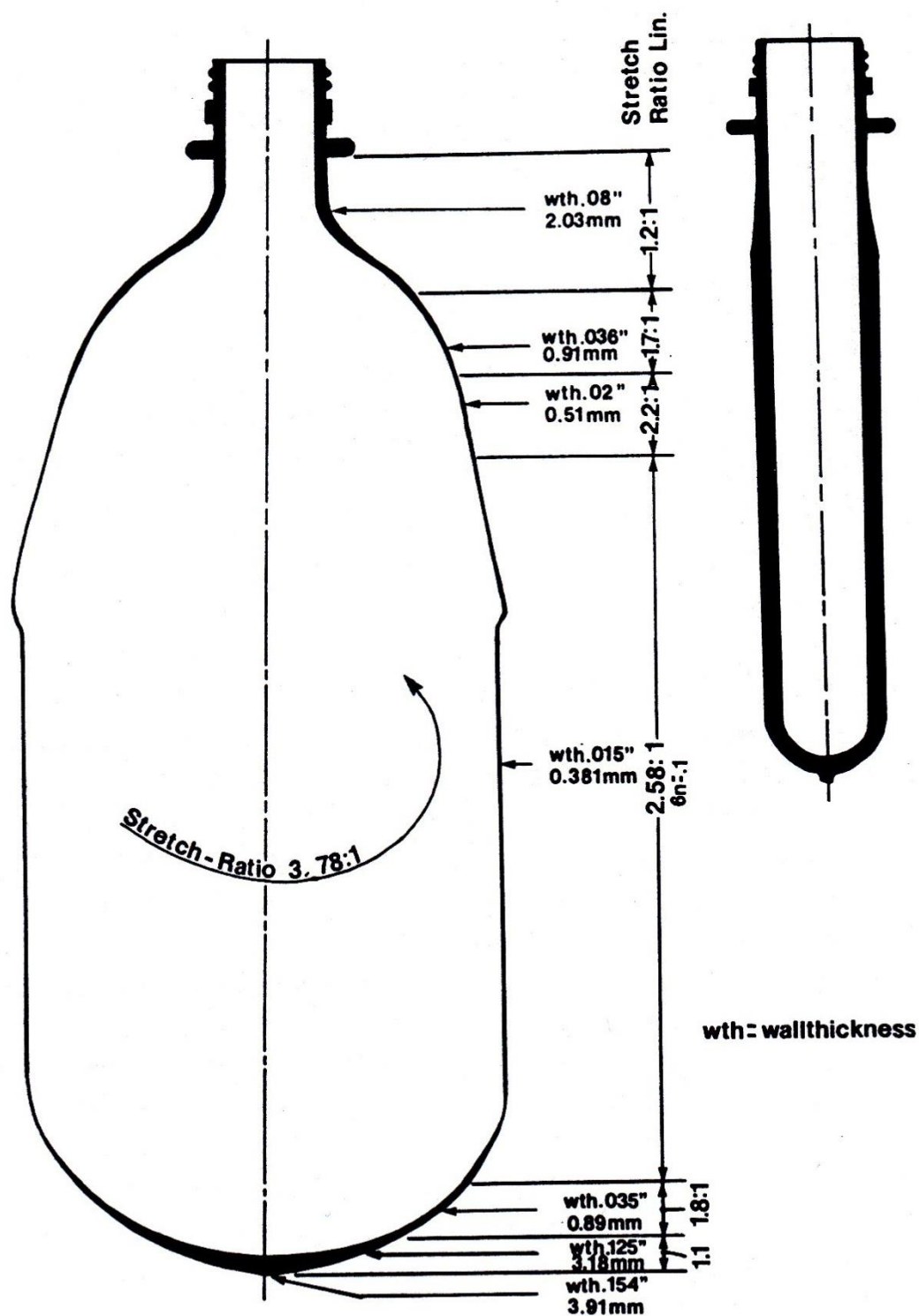
$$\text{Hoop ratio, } H = \frac{D_1}{D_2}$$

อีกชนิดหนึ่งคืออัตราส่วนแนวแกน (Axial ratio, A) ซึ่งก็คืออัตราส่วนระหว่างความยาวที่วัดภายในจากจุดเริ่มต้นของการดึงยืดลงสู่กันภาชนะ L_1 หารด้วยความยาวที่วัดภายในจากจุดเริ่มต้นของการดึงยืดลงสู่กันหลอดพรีฟอร์ม L_2

$$\text{Axial ratio, } A = \frac{L_1}{L_2}$$

สำหรับอัตราส่วนการพองตัวรวม (Total blow up ratio, BUR) จะเท่ากับอัตราส่วนแนววงแหวนคูณด้วยอัตราส่วนแนวแกน ซึ่งมีค่าดังต่อไปนี้

$$\text{Blow up ratio, } BUR = H \times A = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{L_1}{L_2}$$



ภาพที่ 3-6 อัตราส่วนการดึงบีดของขวดขนาดบรรจุ 2 ลิตร

ที่มา (Norman C.Lee, PE1990:120)

3.2.1 ในการออกแบบภาชนะทนความดัน ตัวอย่างเช่น ขวดน้ำอัดลม BUR ควรมียก 10 หรือมากกว่าสำหรับตัวอย่างต่อไปนี้จะเลือกขวดที่มีรูปทรงสมดุลงันขวดกึ่งทรงกลม (hemispherical ends) มาพิจารณาเพื่อความสะดวกต่อความเข้าใจก่อน กันขวดรูปทรงกลีบดอกไม้

(petaloid ends) ขวดพีอีที ขนาด 2 ลิตรดังกล่าวนี้จะมี BUR เท่ากับ 10.484 ในขณะที่อัตราส่วนแนววงแหวนจะอยู่ในช่วง 4 ถึง 7 และอัตราส่วนแนวแกนอยู่ในช่วง 1.4 ถึง 2.6 และเป็นความเข้าใจได้ง่ายกว่าอัตราส่วนการจัดเรียงตัวจะแปรผันไปตามรูปร่างของภาชนะกลวง จะยืนยันให้เห็นถึงอัตราส่วนการดึงยืด (Stretch ratio) ที่เกิดขึ้นจริงในการผลิตขวด พีอีที บรรจุน้ำอัดลมขนาด 2 ลิตร

วัสดุแต่ละชนิดมีอัตราส่วนการดึงยืดโดยธรรมชาติเป็นของตัวเอง ซึ่งจะเป็นอัตราส่วนระหว่างขนาดของวัสดุที่ยังไม่ได้รับแรงดึงยืดกับขนาดของวัสดุที่มีขีดจำกัดของการแตกหัก อัตราส่วนการดึงยืดโดยธรรมชาติพร้อมกับอุณหภูมิที่ใช้ในการจัดเรียงตัวจะแสดงให้เห็นในตาราง

ตารางที่ 3-2 อัตราส่วนการดึงยืด

Material	Stretch ratio	Orientation Temperature Range F
PET	16/1	195-240
PVC	7/1	210-230
PAN or AN	12/1	240-260
PP	6/1	260-280
Polystyrene (Crystal)	12/1	290-320

ที่มา (Norman C.Lee, PE1990:85)

พอลิเอสเตอร์ชนิด พีอีที ซึ่งจัดจำหน่ายโดยบริษัท Dupont ในชื่อของ Mylar จะมีการจัดเรียงตัวทั้งสองแกน เมื่อนำไปผลิตเป็นแผ่นฟิล์มการดึงยืดจะเป็น 4 เท่าในแต่ละทิศทาง ดังนั้นสำหรับ พีอีที จะได้อัตราส่วนการพองตัวรวมดังนี้

$$BUR = H \times A = 4 \times 4 = 16$$

ในการออกแบบกระบวนการเป่ายัดภาชนะกลวงโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนการดึงยืดสำหรับวัสดุแต่ละชนิด ผลลัพธ์สามารถตรวจสอบได้จากห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างเช่น ทำการอัดขึ้นรูปแผ่นทดสอบจากวัตถุเริ่มต้น พีอีที ซึ่งมีความหนืดอินทรีนสิก (intrinsic viscosity, IV) เท่ากับ 0.72 แล้วตัดไปทดสอบมาตรฐาน ASTM เพื่อหาค่าการต้านทานแรงดึงควรมีค่า 6,700 ปอนด์ต่อตารางนิ้วใกล้เคียงกับรายละเอียดจำเพาะที่ผู้ผลิตเรซินให้มา สิ่งนี้คือข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดค่าการจัดเรียงตัวที่เกิดขึ้นในภาชนะกลวง และถ้าตัดชิ้นงานสี่เหลี่ยมบางออกจากขวดในสองทิศทางทั้งแนววงแหวนและแนวแกน จากนั้นนำชิ้นงานทั้งคู่ไปทดสอบหาความต้านทานแรงดึง บันทึกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นไว้ ผลลัพธ์ที่ได้เหล่านี้ควรจะเท่ากับอัตราส่วนแนววงแหวนและแนวแกนคูณกับค่าความต้านทานแรงดึงวัตถุดิบตอนเริ่มต้น ดังนั้นสำหรับพลาสติก พี

อิตี ชนิด 0.72 IV ถ้ามีอัตราส่วนแนววงแหวน (D_1 / D_2) จากการออกแบบเท่ากับ 5 ก็ควรมีค่าความต้านทานแรงดึง $5 \times 6,700 = 33,500$ psi ซึ่งผลการทดสอบชิ้นงานตัวอย่างในแนววงแหวนควรใกล้เคียงกับ 33,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้วด้วย ถ้าผลการทดสอบไม่อยู่ในช่วงความแตกต่าง 2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว การคำนวณก็จะแสดงว่าหลอดพรีฟอร์มจะเป็นได้ทั้งร้อนเกินไป (ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำ) หรือเย็นเกินไป (แตกหักก่อนขึ้นถึงอุณหภูมิการจัดเรียงตัวที่ต้องการ)

สำหรับค่า BUR จะใช้ประโยชน์ในการกำหนดความหนาของหลอดพรีฟอร์มหรือของขวดได้ด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับารเริ่มต้นออกแบบ ($BUR = H \times A$) ในกรณีถ้าความหนาเฉลี่ยที่ต้องการในการผลิตเท่ากับ 0.020 นิ้ว และ BUR มีค่าประมาณ 10 ดังนั้นแล้ว

$$\begin{aligned} \text{Desired wall thickness} \times BUR &= 0.020 \times 10 \\ &= 0.200 \text{ นิ้ว} \end{aligned}$$

นั่นคือความหนาของผนังหลอดพรีฟอร์มรูปทรงหลักจะเท่ากับ 0.200 นิ้ว และโดยทั่วไปขวดพลาสติก พีโอที ขนาด 2 ลิตรซึ่งมีค่าอัตราส่วนพองตัวเท่ากับ 10.484 ก็จะมีค่าความหนาของผนังหลอดพรีฟอร์มที่รูปทรงหลักเท่ากับ 0.157 นิ้ว ยิ่งปรับตั้งอุณหภูมิของหลอดพรีฟอร์มให้เข้าใกล้อุณหภูมิการจัดเรียงตัวเชิงอุดมคติมากขึ้นเท่าใด ก็จะทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงของทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติจริงใกล้เคียงกันมากขึ้นเท่านั้น สำหรับอัตราส่วนแนวแกน (L_1/L_2) ก็สามารถตรวจสอบได้โดยใช้วิธีเดียวกันกับชิ้นงานซึ่งตัดออกมาตามแนวแกน

อุณหภูมิในการฉีดและเป่า พรีฟอร์ม(Preform)

เวลาที่ฉีด Preform จะใช้อุณหภูมิต่ำเวลาที่เป่าจะใช้อุณหภูมิประมาณ 50 องศา เพราะถ้าเย็นกว่านี้จะเป่าไม่เต็มขวดจะแตก และอุณหภูมิเยอะจะเห็นได้ว่าชิ้นงานจะมีลักษณะเงาเบา

ถ้าต้องการฉีดชิ้นงานที่มีลักษณะใส ควรฉีดที่อุณหภูมิต่ำเพราะเป็นการช็อคผิว ถ้าอุณหภูมิสูงชิ้นงานก็จะขุ่น ส่วนมากจะใช้กับพลาสติกที่เป็น Cytraline

ในการเป่าขวดที่มีลักษณะเป็นวงรี หรือแบน ควรจะเพิ่มอุณหภูมิในการเป่า เพราะถ้าไม่เพิ่มเนื้อพลาสติกที่ไปสัมผัสกับผิวของ Blow Mold ก็จะติดและไม่ไหลในส่วนที่เป่า เข้าไปไม่ถึง ควรเพิ่มอุณหภูมิในการเป่า

มาตรฐานการรับน้ำหนักของขวดจะรับได้เพียง 10 kg

ช่วงก้นของ Preform จะบางกว่าลำตัวอยู่ประมาณ $1/2$ mm. หรือ ความหนา $\frac{\text{Preform}}{2}$

ในการเป่า Preform ส่วนมากจะเป่าที่อุณหภูมิ 100 – 110 องศา

การสังเกตขวดว่าเป่าจากเครื่อง Two stage หรือ One Stage

-ถ้า Prating line ปากขวดและตัวขวดตรงกันเป็น One Stage

-ถ้า Prating line ปากขวดและตัวขวดไม่ตรงกันเป็น Two Stage

ต้องการฉีด Preform ที่สามารถแบ่งได้เพื่อให้เนื้อพลาสติกเพิ่ม ที่จะสามารถยืดเนื้อออกมาเพื่อให้ขวดเต็มได้สมมาตรจะเป่าขวดที่มีลักษณะแปลกที่ไม่สมมาตรกันได้เช่น ขวดนม ขวดโลออน แต่ Preform จะต้องการอบเนื้อ PET ในการฉีดเนื้อ PET ใช้เวลาในการอบ 4-8 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 150-160°C

ในการเป่า PP , PE จะใช้อุณหภูมิเป่าประมาณ 50 องศา

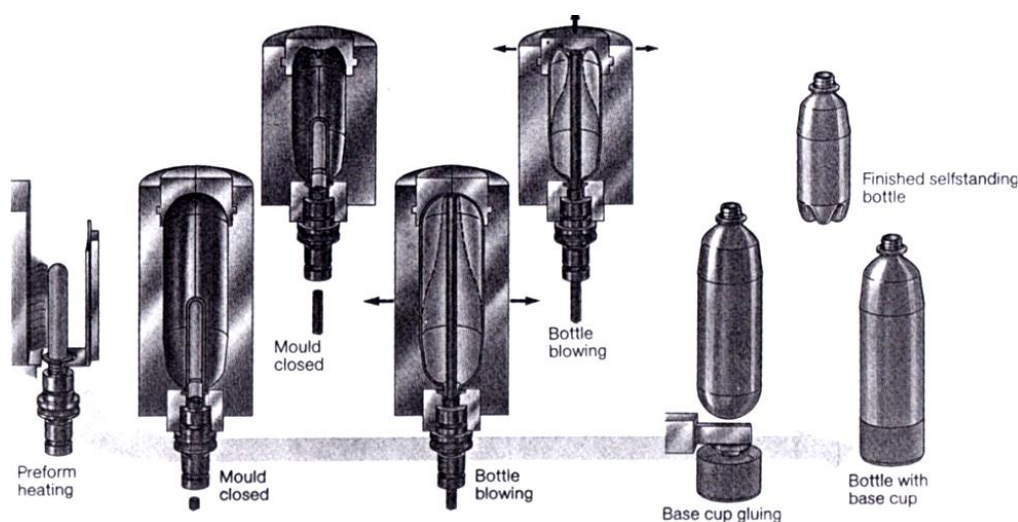
PC , POM จะอยู่ประมาณ 80 องศา อุณหภูมิเป่า

ส่วน PET จะอยู่ประมาณ 110 องศา หรือมากกว่านั้น

Preform ความหนาช่วงกันจะน้อยกว่าตัวประมาณ $\frac{1}{2}$ เท่าของความหนาช่วงลำตัว Preform เพราะไม่อย่างให้ยึดถ้ายึดอาจจะแตกได้

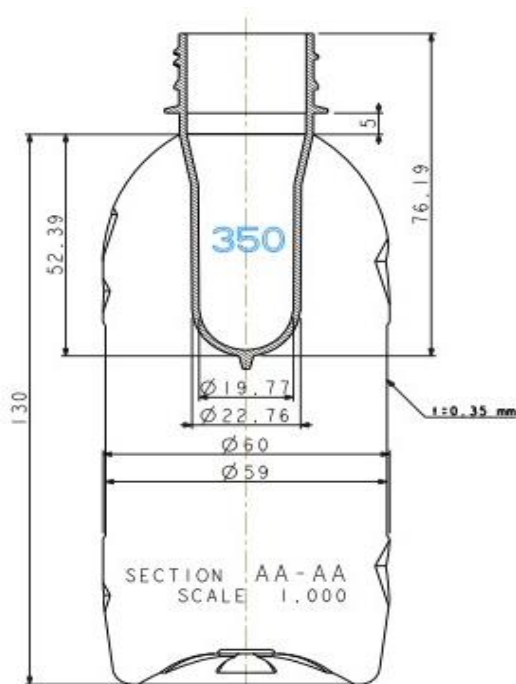
สายน้ำที่ใช้ ใช้สาย PU คือ สายที่ใช้ทั่วไปในโรงงานจะทนความร้อนได้ที่ 80 แต่เราใช้ไม่เกิน 40 องศา

ขั้นตอนการเป่า



ภาพที่ 3-7 แสดงขั้นตอนการเป่าขวด PET แบบ Two-stage

ที่มา(PET planet Publisher GmbH Vol3,2003:46)



ภาพที่ 3-8 การขยายตัว

การคำนวณเกี่ยวกับกระบวนการเป่าขนาดขวด 350 ML แบบ Two-stage

PET อัตราส่วนการขยาย ด้าน Hoop ratio และ Axial ratio จะได้ $4:4 = 16$

$$\text{ความหนาของ Preform} = \frac{D_2}{D_1} \times \frac{L_2}{L_1} = \text{BUP} = \frac{T_1}{T_2}$$

D_1 = ความโตของ Preform

D_2 = ความโตของ ชิ้นงาน

$$\text{Hoop ratio, } H = \frac{D_1}{D_2}$$

T_1 ความหนาของหลอด Preform

T_2 ความหนาของชิ้นงาน

$$D_1 = 22.76 \text{ mm.}$$

$$T_1 = 1.5 \text{ mm.}$$

$$L_1 = 52.39 \text{ mm.}$$

ความหนาของขวดน้ำทั่วไปจะอยู่ประมาณ 0.15-0.5 mm.

$$\text{Hoop ratio, } H = \frac{D_1}{D_2}$$

$$D_1 = 22.76 \text{ mm.}$$

$$\text{Hoop ratio, ด้านนอกสูงสุด } D_2 = 60 / D_1 = 22.5 = 2.36$$

$$D_1 = 19.77 \text{ mm.}$$

Hoop ratio, ด้านในสูงสุด $D_2=59/ D_1 =19.77 = 2.98$

แต่ค่า Blowup ratio ด้าน Hoop ratio ไม่ควรเกิน 4

$$\text{Axial ratio, } A = \frac{L_1}{L_2}$$

$L_1=52.39 \text{ mm.}$

$L_2=130 \text{ mm.}$

$130/52.39=2.48$

แต่ค่า Blowup ratio ด้าน Axial ไม่ควรเกิน 4

จะได้อัตราส่วนการพองตัวรวมดังนี้

$$\text{Blowup ratio, } BUR = H \times A = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{L_1}{L_2}$$

$$BUR = H \times A = 2.98 \times 2.36 = 7.03$$

PET อัตราส่วนการขยาย ด้าน Hoop ratio และ Axial ratio จะได้ $4:4 = 16$ ไม่ควรเกินนี้

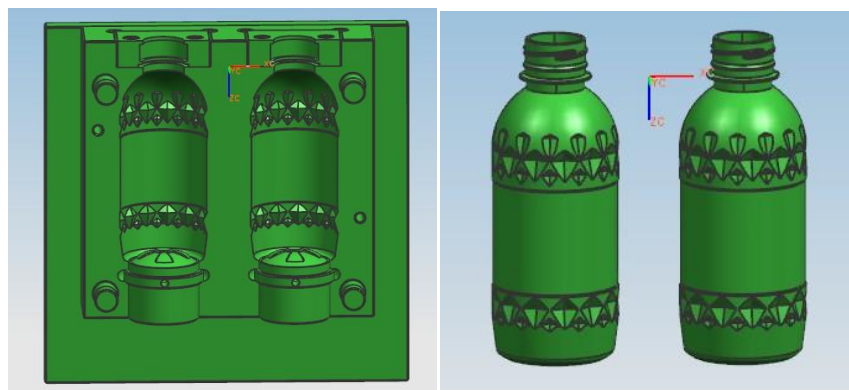
$$BUR = \frac{T_1}{T_2}$$

$$7.03/T_1 = T_2$$

$$T_2 = 1.5/7.03 = 0.21 \text{ mm.}$$

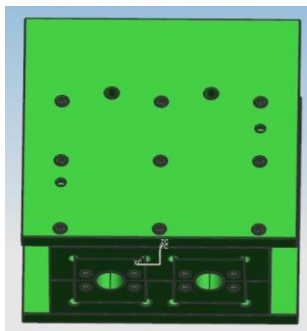
3.3 การออกแบบแม่พิมพ์เป่าพลาสติก

3.3.1 แม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติก



ภาพที่ 3-9 แม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติก

3.3.2 ภาพประกอบแม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติก



ภาพที่ 3-10 ภาพประกอบแม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติก

3.4 ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติกสำหรับการทดลอง

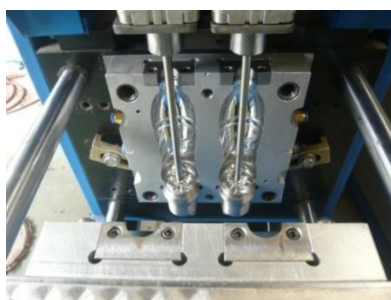
3.4.1 เริ่มกัดขึ้นรูปแม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติก



ภาพที่ 3-11 ขึ้นรูปแม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติก

3.5 ทำการทดลองเป่าขวดพลาสติก

3.5.1 จับยึดแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องเป่า



ภาพที่ 3-12 แม่พิมพ์พร้อมเป่า

3.5.2 프리ฟอร์ม(Preform) ขนาด15g ที่ใช้สำหรับเป่า



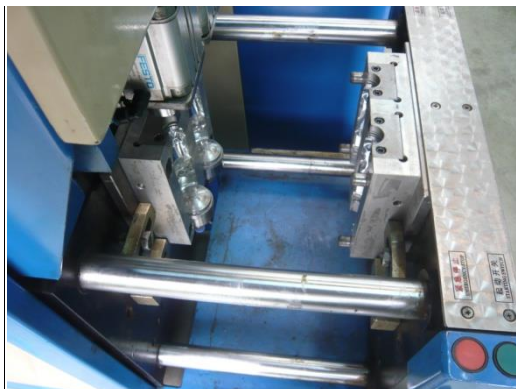
ภาพที่ 3-13 프리ฟอร์ม(Preform) ขนาด15g

3.5.3 อุณหภูมิ 프리ฟอร์ม(Preform) ก่อนเป่า



ภาพที่ 3-14 กระบวนการอุ่นฟรีฟอร์ม(Preform)

3.5.4 การใส่พรีฟอร์ม (Preform) ก่อนเป่า



ภาพที่ 3-15 การใส่พรีฟอร์ม (Preform) ก่อนเป่า

3.5.5 ความดันลมที่ใช้ในกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดพลาสติก



ภาพที่ 3-16 ความดันลมเป่าและเวลาที่ใช้เป่า

3.5.6 เป่าเสร็จแล้วเปิดแม่พิมพ์เป่าออก



ภาพที่ 3-17 เปิดแม่พิมพ์เป่า

3.5.7 ขวดพลาสติกที่ขึ้นรูปจาก พรีฟอร์ม (Preform) PET



ภาพที่ 3-18 ขวดพลาสติกที่ขึ้นรูปแล้ว

3.6 รวบรวมข้อมูลของระบบการเป่าแม่พิมพ์

- 3.6.1 หลอดPreformที่ฉีดออกมาแล้วต้องทิ้งไว้มากกว่า 72 ชั่วโมงก่อนนำมาเป่าขึ้นรูป
- 3.6.2 อุณหภูมิที่ใช้อุ่นPreform ก่อนเป่าแบ่งเป็น 3 ช่วง ช่วงคอร์ใช้อุณหภูมิ 110 องศา ช่วงกลางใช้อุณหภูมิ 105 องศา ช่วงก้นใช้อุณหภูมิ 100 องศา
- 3.6.3 เวลาที่ใช้อุ่นPreform 2 วินาที
- 3.6.4 แรงลมที่เป่าจากถัง 30-35 บาร์
- 3.6.5 เวลาที่ใช้ในการเป่า 12 วินาที ต่อ 2 ขวด
- 3.6.6 อุณหภูมิแม่พิมพ์ 35 องศา

3.7 แก้ไขปรับปรุงแม่พิมพ์เป่า

เป่าอย่างไรจึงจะได้ชิ้นงานมีคุณภาพมากที่สุด

ก่อนอื่นเราคงต้องมาทำความรู้จักกันก่อนว่า การหดตัวของพลาสติกนั้น หมายถึงการที่ผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็กกว่าขนาดของแม่พิมพ์ การหดตัวของชิ้นงานเป่า จะเกิดขึ้นได้ทั้งสองทิศทาง คือตามแนวทิศทางการเป่า และแนวขวางกับทิศทางการเป่า ซึ่งการหดตัวตามแนวทิศทางการเป่า (การไหลของพลาสติก) จะมีน้อยกว่าตามแนวขวางกับทิศทางการเป่า

การเป่าเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีการหดตัวน้อยที่สุด เราสามารถใช้วิธีการเป่าเพื่อให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงสวยงามมีความหนาเท่ากันทุกจุด สิ่งที่จะช่วยในการควบคุมขนาดของชิ้นงานเป่าได้ดีที่สุดก็คือ การเผื่อขนาดของแม่พิมพ์สำหรับการหดตัว โดยขนาดที่จะทำการเผื่อนี้ควรคิดจากค่าอัตราการหดตัวที่มาก จากค่าอัตราการหดตัวที่แจ้งเอาไว้สำหรับพลาสติกแต่ละชนิด

การหดตัวสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. การหดตัวครั้งแรกในแม่พิมพ์ในระหว่างการเป่า (Mold Shrinkage) การหดตัวครั้งแรกในแม่พิมพ์ เราสามารถหาได้โดยการวัดขนาดของชิ้นงานที่เย็นตัวลงแล้วหลังจากถูกปลดออกจากแม่พิมพ์ ซึ่งจะเกิดกับพลาสติกชนิดที่ไม่มีผลึกและมีผลึก

2. การหดตัวภายหลังเนื่องจากการเกาะผลึก(After Shrinkage หรือ Crystalline Shrinkage) การหดตัวภายหลังนี้สามารถหาได้โดยการวัดขนาดของชิ้นงานหลังจากถูกปลดออกจากแม่พิมพ์แล้วเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ซึ่งจะเกิดกับพลาสติกชนิดที่มีผลึกเท่านั้น