

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

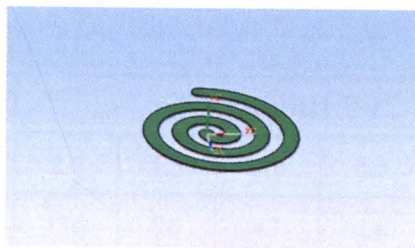
ในการดำเนินงานโครงการวิจัย

สามารถแบ่งขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

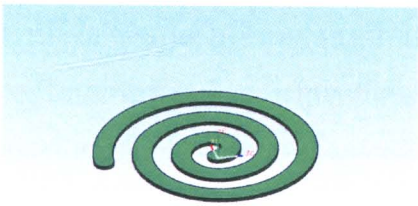
- 3.1 ขั้นตอนการศึกษาชิ้นงานและแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
 - 3.2 การคำนวณค่าต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ
 - 3.3 การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Cad Mould
 - 3.4 ขั้นตอนการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับใช้กับชิ้นทดสอบ
 - 3.5 ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับใช้กับชิ้นทดสอบ
- #### 3.1 ขั้นตอนการศึกษาชิ้นงานและแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

3.1.1 นี้คือมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบการหดตัวชิ้นงานฉีดโดยเปรียบเทียบกับแม่พิมพ์ ข้อมูลการหดตัวใช้เพื่อเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุ ค่าการหดตัวที่กำหนดมาให้ขึ้นอยู่กับรูปร่างของชิ้นงานมากที่สุด, ความไม่สลับซับซ้อนของแม่พิมพ์, และเงื่อนไขการปฏิบัติงาน

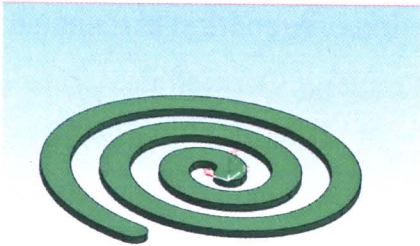
การหดตัวของวัสดุแต่ละชนิดแตกต่างกันทั้งทิศทางการไหลและขวางทิศทางการไหล ทิศทางการไหลถูกจัดวางขึ้น เช่นเดียวกันกับระบบขนส่งวัสดุที่หลอมเหลวแล้ว เมื่อทางออกมันคือเกต(gate)และเข้าแม่พิมพ์



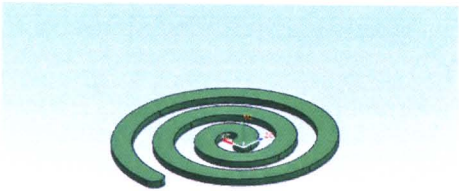
ภาพที่ 3-1 ขนาดความหนาของชิ้นทดสอบ 0.5 มม.



ภาพที่ 3-2 ขนาดความหนาของชั้นทดสอบ 0.1ม.ม.



ภาพที่ 3-3 ขนาดความหนาของชั้นทดสอบ 1.5 ม.ม.



ภาพที่ 3-4 ขนาดความหนาของชั้นทดสอบ 2 ม.ม.

ตารางที่ 3-1

วัสดุ	ความหนา				
	2.0	1.5	1.0	0.5	
ABS	170	96	43	11	
HDPE	225	127	54	14	
PP	250	141	63	16	

ชั้นทดสอบทั้งสี่ชิ้นแตกต่างที่ความหนาของชิ้นงาน โดยเริ่มที่ความหนาที่ 0.5, 1 ,1.5 และ 2 ม.ม.ตาม

3.1.2 จากขอบเขตงานวิจัยที่กำหนดให้ขั้นตอนเป็นแบบ Spiral Test ASTM D3123-94 ขั้นตอน Spiral Test อยู่ในแม่พิมพ์ชุดเดียวกันโดยเปลี่ยนชุดเบ้าเป็นแบบ Insert ใช้ทดสอบกับพลาสติกอะมอร์ฟัส และพาร์เซียลคริสตัลไลน์ ทดสอบโดยการฉีดเข้าแม่พิมพ์จึงต้องใช้โปรแกรม Cad Mould เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์หาขนาดของทางวิ่ง(runner) แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกใช้โปรแกรม Mould Wizard ช่วยในออกทำการเขียนแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรม Unigraphics การศึกษาเงื่อนไขและปัญหาในชิ้นงานขั้นตอนการเลือกใช้อัตราการหดตัวที่ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญมาก ไม่ใช่แค่เพียงให้ได้สัดส่วนของชิ้นงานที่ต้องการเท่านั้น แต่ยังมีผลต่อการสวมประกอบชิ้นงานนั้นกับชิ้นส่วนอื่น ๆ และการนำไปใช้งานของชิ้นงานนั้นด้วย ชิ้นงานที่ต้องการความเที่ยงตรง(precision)สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือการหดตัวของพลาสติก(shrinkage) ก่อนการฉีดและหลังจากการฉีดเป็นอย่างดี มิฉะนั้นต้องทำการทดลองหลายครั้งแบบลองผิดลองถูก (Trial and error)และเกิดความเสียหายกับแม่พิมพ์ส่งงานไม่ตรงตามกำหนดขาดความเชื่อถือจากลูกค้าเสียค่าแรงเสียโอกาสทางการค้า

อัตราการไหลตัวของพลาสติกที่กำหนดไว้ในคู่มือของบริษัทผู้ผลิตนั้นได้จากผลของชิ้นงานทดลองภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดเฉพาะ แต่ในทางปฏิบัติเมื่อนำมาใช้ในโรงงานผลิตอัตราการไหลตัวที่เกิดขึ้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปทรงหน้าตัดของชิ้นงานเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับสถานะของเครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้ในขณะนั้นด้วย ดังนั้นอัตราการไหลตัวที่กำหนดไว้ในตารางการไหลตัวกับค่าการไหลตัวที่เกิดขึ้นจริงจึงมีค่าแตกต่างกัน

3.1.3 ความสำคัญของการไหลตัวของพลาสติก(Flow Rat)

ดัชนีการไหลของพลาสติกนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักอยู่ 4 ข้อได้แก่

- 1.ความดันการฉีด
- 2.เวลาในการฉีด
- 3.อุณหภูมิในการฉีด
- 4.ความหนืดของพลาสติก

1. ความดันการฉีดแซ่ ถ้าหากเพิ่มความดันในการฉีดแซ่ให้สูงขึ้น ทำให้การหดตัวลดลง

2. เวลาในการฉีด ถ้าหากใช้เวลาในการฉีดนานขึ้นพลาสติกจะหดตัวน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามย่อมมีข้อจำกัดคือ เมื่อเนื้อพลาสติกเต็มพิมพ์แล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าการหดตัวได้อีก

3. อุณหภูมิแม่พิมพ์ ถ้าหากอุณหภูมิแม่พิมพ์สูงขึ้น จะทำให้การหดตัวเพิ่มมากขึ้น แต่จะทำให้ชิ้นงานมีผิวที่สวยงาม ถ้าหากใช้อุณหภูมิแม่พิมพ์ที่ต่ำ จะทำให้การหดตัวน้อยลง แต่อาจจะเกิดการหดตัวหลังการฉีด Post Shrinkage ได้เนื่องจากภายในชิ้นงาน อาจจะยังไม่เย็นตัวลง โดยเฉพาะชิ้นงานที่หนา ดังนั้นเมื่อถอดออกจากพิมพ์ แล้วนำไปแช่น้ำทันทีอาจจะช่วยลดการหดตัวได้การหดตัว – มุมเรียวและพิคัดความเผื่อของแม่พิมพ์ (Mold shrinkage – Taper and tolerances)

4. ความหนืดของพลาสติก

3.1.4 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่เลือกใช้เป็นแบบสองแผ่น

หลักเกณฑ์ในการวางชิ้นงาน

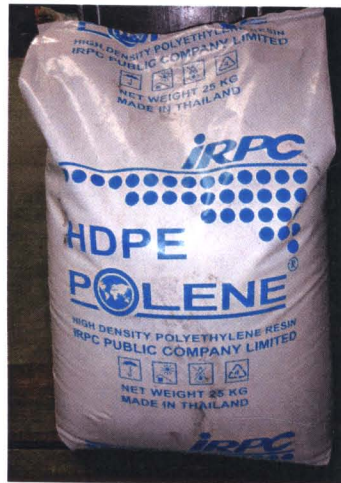
- ประหยัดพื้นที่
- ออกแบบลักษณะวางชิ้นงานให้มีความสมดุลย์
- พลาสติกที่นำมาใช้ในการฉีด คือ พลาสติก HDPE และ PET

ได้ออกแบบและเขียนแบบให้อยู่ในรูป SURFACE เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Cad Mould โดยการออกแบบได้ทำการเขียนแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรม Unigraphics

3.2 การคำนวณค่าต่างๆที่ใช้ในการออกแบบ

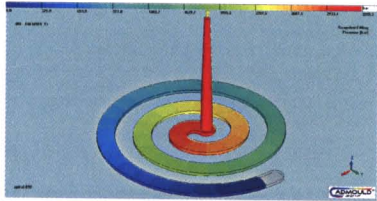
ข้อมูลของพลาสติกที่ใช้ในการคำนวณค่าต่างๆมีดังนี้

พลาสติกที่นำมาใช้ในการฉีด คือ พลาสติก HDPE



ภาพที่ 3-5 พลาสติก HDPE

- | | |
|--|---------------------------------------|
| - ชนิดของพลาสติก | : HDPE |
| - เกรด | : V1160 |
| - เลขที่ผลิต Lot | : 0110306045 |
| - การไหลตัว (Melt Flow Index 190/2.16) | : g/10min 14.8 (ASTM D1238) |
| - ความหนาแน่น (Density AT 23C) | : g/cm ³ 0.957 (ASTM D792) |
| - อัตราการหดตัว | : 1.5-3.5 % |
| - อุณหภูมิแม่พิมพ์ | : Min 20-Max 40°C |
| - อุณหภูมิหลอมละลายของพลาสติก | : Min 190-Max 280°C |
| - อุณหภูมิปลดชิ้นงาน | : 75°C |
| - อุณหภูมิแตกต่างของอุณหภูมิสารหล่อเย็นที่ทางเข้าและทางออก | : 4°C |
| - คำนวณความร้อนเฉลี่ยของพลาสติก | : 0.092 mm ² /s |



ภาพที่ 3-6 การวิเคราะห์การฉีดจากโปรแกรมCAE

Description

Cadmould 3D-F Version 5.0f

Mold:

Name: "spiral-010"

Surface = 4559.99 mm²

Volume = 2304.02 mm³

Centroid = 5.697 , 0.471 , 2.248 mm

Mass = 2.19 g

พลาสติกที่นำมาใช้ในการฉีด คือ พลาสติก ABS



ภาพที่ 3-7 พลาสติก ABS

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| - ชนิดของพลาสติก | : ABS |
| - เกรด | : GA800 |
| - เลขที่ผลิต | : 0110408109 |
| - การไหลตัว (Melt Flow Index220/10) | : g/10min17.0 (ASTM D1238) |
| - ความหนาแน่น(Density) | : 1.05 g/cm ³ |

- อัตราการหดตัว : .5%
- อุณหภูมิแม่พิมพ์ : Min 60-Max 80°C
- อุณหภูมิหลอมละลายของพลาสติก : Min220-Max 260°C
- อุณหภูมิปลดชิ้นงานสูงสุด : 118°C
- อุณหภูมิแตกต่างของอุณหภูมิสารหล่อเย็นที่ทางเข้าและทางออก : 2°C
- คำนาคความร้อนเฉลี่ย : 0.082 mm²/s

ข้อมูลเครื่องฉีดใช้ (Technical data) Boy 22 M

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูฉีด (Screw Diameter) : 18 mm
- ความเร็วรอบของสกรูฉีด : 185 rpm
- สกรูL/D ratio : 22:1
- ความดันฉีดจำเพาะ (Specific Injection Pressure) : 2587 bar
- ความเร็วในการฉีด : 1.5 g/s
- น้ำหนักของชิ้นงานที่สามารถฉีดได้ (Max.Shot Weight) : 18 g
- ระยะหัวฉีด (Nozzle Stroke) : 180 mm
- แรงกดที่หัวฉีด(Nozzle Contact Force) : 4.8 t
- ความจุความร้อนของกระบอกฉีด (Cylinder Heating Capacity) : 2.835 kW

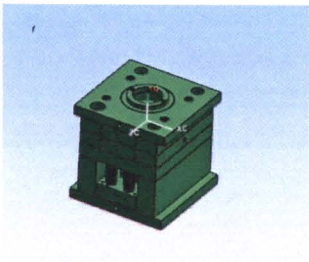
ระบบ Clamping

- แรงในการปิดล็อกแม่พิมพ์ (Clamping Force) : 22T
- ระยะในการเปิดแม่พิมพ์ (Opening Stroke) : 400 mm
- แรงของชุดปลดชิ้นงาน (Ejector Force) : 1.8 t
- ระยะเลื่อนของชุดปลดชิ้นงาน (Ejector Stroke) : 80 mm

3.2.1การคำนวณน้ำหนักของชิ้นงาน

สูตร หาน้ำหนัก ของชิ้นทดสอบ = ปริมาตรของชิ้นงาน x ความหนาแน่นของพลาสติก
น้ำหนัก ของชิ้นงานได้จากการประมวลผลของโปรแกรม Cad Mould HDPE0.5mm.

Mass = 1.86 g



ภาพที่ 3-8 แบบแม่พิมพ์ฉีด

3.2.1.1 การคำนวณหาขนาดของรูวิ่ง RUNNERของ HDPE

ใช้รูเข้าแบบรูชนิดขนาดทางเข้าด้านหัวฉีดโต3.5มม. ด้านชิ้นงานโต6มม.

พลาสติกHDPEเป็นแบบAmorphousปริมาณการฉีด (Shot Weight) =10 g

พลาสติกABSเป็นแบบSemi Crytallineปริมาณการฉีด (Shot Weight) ตั้งแต่ 10g

3.2.2 การคำนวณหาขนาดของรูเข้า (Gate)

การคำนวณหาขนาดรูเข้าของชิ้นงานพิจารณา จากตารางโดยเทียบกับน้ำหนักของชิ้นงานที่เหมาะสมดังนี้ โดยเลือกรูเข้าแบบฉีด

ตารางที่ 3-2 ตารางแสดงการเทียบน้ำหนักของชิ้นงานกับรูเข้าแบบต่างๆ

มวลของชิ้นงาน (g)	รูเข้าแบบฉีด(Ø mm)	รูเข้าแบบเข็ม(mm)	รูเข้าแบบเหลี่ยม (W x H) (mm)
< ถึง 10	2.5 -3.5	0.8	1.0 x 2.0-2.0 x 2.0
11 ถึง 20	3.5 – 4.5	0.8	1.5 x 2.5-2.5 x 3.5
21 ถึง 40	4 .0 - 5.0	1.0 – 1.2	2.0 x 3.0-2.5 x 3.5
41 ถึง 150	4.5 – 6.0	1.5 – 2.5	2.5 x 3.0- 3.5 x 4.5
151ถึง 300	4.5 – 7.5	1.5 – 2.8	2.5 x 3.5 – 3.5 x 4.5

จากตาราง เมื่อเทียบกับน้ำหนักของชิ้นงานของแต่ละชิ้น (อยู่ในช่วง0ถึง20g)

หมายเหตุ จากการพิจารณาเลือกใช้ขนาดของรูเข้า ลักษณะและรูปร่างของชิ้นงานที่ไม่มีความสมมาตร รวมทั้งระยะห่างหรือช่วงของการวางตำแหน่งของชิ้นงานก็มีส่วนสำคัญที่จะส่งผลต่อการ Balance Flow ดังนั้น ในการกำหนดขนาดของทางเข้า (Gate) ต้องพิจารณาเผื่อขนาดอาจเพิ่มหรือลดขนาดลงเพื่อให้เวลาในการเติมเต็มของชิ้นงานเกิดขึ้นพร้อมๆกันในการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมCad Mouldช่วยในการหาขนาดตำแหน่งและรูปร่างของทางเข้า (Gate)การ Balance Flow ที่เหมาะสม

3.2.3 การคำนวณหาแรงปิดแม่พิมพ์

แรงปิดแม่พิมพ์ที่ใช้จะต้องมากเพียงพอที่จะรักษาแม่พิมพ์ให้อยู่ในตำแหน่งปิดสนิทในระหว่างขั้นตอนการไหลตัวของพลาสติกหลอมและอัดตัวของเนื้อพลาสติกได้จึงต้องมีการคำนวณหาครั้งนี้แรงปิดแม่พิมพ์ที่ใช้คำนวณหาได้จากค่าความดันของวัสดุ

ตารางแสดงค่าความดันในCacity

Average pressure in the mold (kg/cm ²)			
Name of resin	Ordinary molding	Outer part molding	Precision molding
PS	250	350	450
HIPS	250	350	450
SAN	300	400	500
ABS	300	400	500
Rigid PVC	300	400	500
Soft PVC	250	350	450
PP	250	350	450
PE	250	350	450
PA-6	350	450	600
PA-66	400	500	650
PC	400	550	700
PMMA	350	500	600
PPO	400	500	600
POM	350	500	650
PET	350	500	650
PBT	350	500	650
PPS	400	500	700
PES	400	500	700
TPX	350	450	550
PSF	400	500	700
PAI	400	500	700
PEI	400	500	700
PEEK	400	500	700
u polymer	400	500	700
Fluorine	500	600	800
UP	300	400	500
UF	400	500	600
MF	400	500	600
PF	300	400	500
Epoxy	400	500	600

ตารางที่ 3-3 ตารางแสดงค่าความดันในCacity

สูตร
$$F = \frac{AxP}{1000} \quad (3.3)$$

เมื่อ F = แรงปิดแม่พิมพ์ (T)

A = พื้นที่ฉายของชิ้นงาน (cm²)

P = ความดันภายในของเบ้าพิมพ์ (kg / cm²)

1000 = ค่าที่นำมาหารทำให้หน่วยเป็น T

ใช้วัสดุ HDPEกับ ได้ค่าแรงดันในCacityตามตาราง ค่าที่ได้ = 350 kg / cm²

น้ำหนักชิ้นงาน1.86g+น้ำหนักของรีนเนอร์0.337g=2.197 g

แรงปิดที่ต้องการ
$$= \frac{2.197 \times 350}{1000} = 0.7689$$

$$= 0.77 \text{ T}$$

แรงปิดแม่พิมพ์ควรเพิ่มค่าความปลอดภัยจากเดิมอีก 10 %

$$= 0.77 \times 1.1$$
$$= 0.85 \text{ T}$$

เครื่องที่ใช้ต้องมีแรงดันปิดแม่พิมพ์22 T

ใช้วัสดุ ABSได้ค่าแรงดันในCacityตามตาราง ค่าที่ได้ = 400kg / cm²

แรงปิดที่ต้องการ
$$= \frac{2.197 \times 400}{1000}$$

$$= 0.8788 \text{ T}$$

แรงบิดแม่พิมพ์ควรเพิ่มค่าความปลอดภัยจากเดิมอีก 10 %

$$= 0.8788 \times 1.1$$

$$= 0.9666 \text{ T}$$

เครื่องที่ใช้ต้องที่มีแรงดันบิดแม่พิมพ์ไม่น้อยกว่า 1.00 T ขึ้นไปจึงจะใช้งานได้
ในการทดลองใช้เครื่อง 22T ที่มีอยู่

3.2.4 การคำนวณเวลาที่ใช้ในการหล่อเย็น (Cooling time) HDPE

$$\text{เมื่อ} \quad T_k = \frac{S^2}{\pi^2 \times a_{\text{eff}}} \ln \left[\frac{4}{\pi} \left(\frac{l_m - l_w}{l_z - l_w} \right) \right] \quad (3.5)$$

T_k = เวลาที่ใช้ในการหล่อเย็น (Cooling time)

S = ความหนาของชิ้นงาน คัดส่วนที่หนาสุด = 2 mm

a_{eff} = ประสิทธิภาพการนำความร้อนเฉลี่ยพลาสติก HDPE = $0.092 \text{ mm}^2/\text{s}$

l_m = อุณหภูมิหลอมเหลวของพลาสติก = 190°C

l_e = อุณหภูมิในการปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ = 75°C

l_w = อุณหภูมิผนังแม่พิมพ์ = 25°C

$$T_k = \frac{(2\text{mm})^2}{\pi^2 \times 0.092 \text{ mm}^2/\text{s}} \ln \left[\frac{4}{\pi} \left(\frac{190^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{75^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}} \right) \right]$$

$$= 11.37 \ln 4.20$$

$$T_k = 16.2 \text{ s}$$

$\therefore$ เวลาที่ใช้ในการหล่อเย็น HDPE $\approx 16 \text{ s}$

การคำนวณเวลาที่ใช้ในการหล่อเย็น (Cooling time) ABS

T_k = เวลาที่ใช้ในการหล่อเย็น (Cooling time)

S = ความหนาของชิ้นงาน คัดส่วนที่หนาสุด = 2 mm

a_{eff} = ประสิทธิภาพการนำความร้อนเฉลี่ยพลาสติก ABS = $0.08 \text{ mm}^2/\text{s}$

l_m = อุณหภูมิหลอมเหลวของพลาสติก = 240°C

l_e = อุณหภูมิในการปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ = 95°C

l_w = อุณหภูมิผนังแม่พิมพ์ = 70°C

$$T_k = \frac{(2\text{mm})^2}{\pi^2 \times 0.08 \text{ mm}^2/\text{s}} \ln \left[\frac{4}{\pi} \left(\frac{240^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}}{95^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}} \right) \right]$$

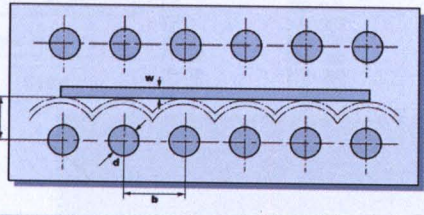
$$= 5.070 \ln 8.636$$

$$= 5.070 \times 2.15 = 10.93 \text{ s}$$

$\therefore$ เวลาที่ใช้ในการหล่อเย็น ABS $\approx 11 \text{ s}$

3.2.5 การคำนวณหาจำนวนน้ำหล่อเย็น

"w"	"d"	"a"	"b"
well thickness of the product mm (in)	diameter of the cooling channels mm (in)	center distance with respect to mold cavity	center distances between cooling channels
2 (0.08)	8-10 (0.31-0.40)		
2-4 (0.08-0.16)	10-12 (0.40-0.47)	1.5-2d	2-3d
4-6 (0.16-0.24)	12-14 (0.47-0.55)		



ภาพที่ 3-9 การคำนวณหาจำนวนน้ำหล่อเย็น

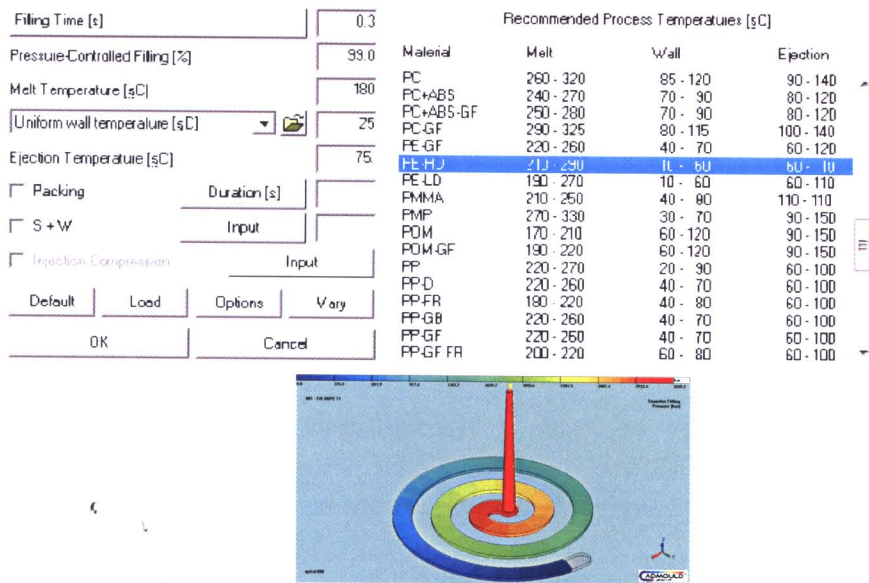
ในการออกแบบใช้รูน้ำหล่อเย็นโต 8 มม

3.3 การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Cad Mould

3.3.1 ค่าพารามิเตอร์แม่พิมพ์

1. ใส่ค่าพารามิเตอร์เม็ดพลาสติก HDPE

- Melt Temperature = 180°C
- Mold Temperature = 25°C
- Eject Temperature 75°C
- Cooling Time = 8 s
- Density $23^{\circ}\text{C} = 0.94 \text{ g/cm}^3$



ภาพที่ 3-10 แสดงเลือกใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการฉีดHDPE

3.4 ขั้นตอนการออกแบบแม่พิมพ์พลาสติก

เมื่อได้ขนาดของ Insert แล้วจึงนำ Mould Base ในโปรแกรม Mould Wizard ออกมาใช้ในการวางตำแหน่งของชิ้นงานเพื่อกำหนดขนาดของแม่พิมพ์ ต้องยึดตำแหน่งของชิ้นงานตามการวิเคราะห์ของโปรแกรมช่วยวิเคราะห์การไหลตัว (Cad Mould) โดยให้ระยะของชิ้นงานสมมาตรกันมากที่สุดเท่าที่ทำได้ ในการร่างแบบต้องคำนึงถึงตำแหน่งการยึด Insert ตำแหน่งของสลักปลดชิ้นงาน ตำแหน่งของรูน้ำหล่อเย็นด้วยเพื่อป้องกันการเจาะรูซ้อนกันขึ้นทำให้การสร้างแม่พิมพ์เสียหายได้

3.5 ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์ฉีดสำหรับชิ้นทดสอบ

สามารถออกแบบสร้างแม่พิมพ์ออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.5.1 ชุดแม่พิมพ์ฉีดสำหรับชิ้นทดสอบประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สร้างขึ้นมาเอง

- ก) แหวนบังคับศูนย์ (Locating Ring)
- ข) ปลอกกู๊ฉิด (Spure Bush)
- ค) แผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านอยู่กับที่ (Front Plate)
- ง) แผ่น Cavity Plate
- จ) Insert Cavity HDPE
- ฉ) Insert Cavity PET
- ช) แผ่นรองคาวิตี (Cavity Plate)
- ซ) แผ่นยึดสลักปลด (Ejecter Plate)

- ณ) แผ่นดันปลด (Ejecter Return Plate)
- ญ) แผ่นยึดสลักปลด (Ejecter Plate)
- ฎ) แท่งรอง (Spacer Block)
- ฐ) แผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านหลังเคลื่อนที่ (Back Plate)

3.5.2 ชิ้นส่วนมาตรฐาน

- ก) เพลาหน้า (Guide Pin)
- ข) ปลอกนำชนิด A (Guide Bush Type A)
- ค) สลักดันกลับ (Return Pin)
- ง) สลักดันปลด (Ejector Pin)
- จ) สลักดึงแกนรูฉีด (Spure Puller)

3.5.3 ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์

1. ทำการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดขึ้นทดสอบ ด้วยโปรแกรม Unigraphics
 - เขียนภาพชิ้นงานและกำหนดขนาดจากโปรแกรม Unigraphics
 - นำชิ้นงานที่เขียนมากำหนดขนาด Mould Base ของ Futaba และวางลักษณะทิศทางการวางชิ้นงานลงในแม่พิมพ์
 - เขียนแบบแม่พิมพ์และกำหนดขนาดและตำแหน่งของส่วนประกอบแม่พิมพ์
2. สร้างโปรแกรม Cam เพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน
 - นำชุดคำสั่ง G-code ที่สร้างไว้ Save ลงแผ่น
 - นำชุดคำสั่ง มาเปลี่ยน Format ให้เข้ากับเครื่อง CNC พร้อมทั้งแก้ไข Code บางตัว เช่น จุดศูนย์ของงานความเร็วรอบ ความเร็วตัด
 - นำ G-code เข้าสู่เครื่อง CNC และเลือก File ที่เรา Save เข้ามา
 - ตั้งเครื่องให้พร้อมที่จะทำงาน โดยปรับค่าศูนย์ของงานและนำศูนย์ของเครื่องที่ตำแหน่งศูนย์ของงานไปใส่ในคำสั่งเริ่มจุดเริ่มต้นการกัดงานแล้วปฏิบัติตามวิธีการใช้เครื่องจนเสร็จ

การประกอบและทดสอบการทำงานของแม่พิมพ์

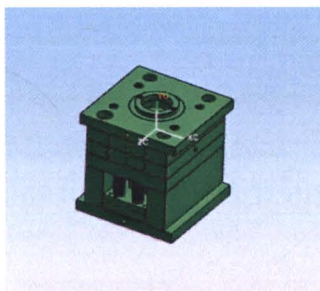
การประกอบแม่พิมพ์ในขั้นตอนนี้จะเป็นการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์ที่ได้ขนาดตามที่กำหนดนำมาประกอบเข้าด้วยกัน นอกจากชิ้นส่วนแม่พิมพ์ทั้ง 22 ชิ้นแล้วจะมีชิ้นส่วนมาตรฐานที่จะต้องนำมาประกอบเพิ่มเติมอีกถึงจะได้ชุดแม่พิมพ์ฉีดขึ้นทดสอบที่สมบูรณ์

ในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ แสดงภาพแม่พิมพ์ที่ทำการประกอบเรียบร้อยแล้ว ซึ่งในการประกอบจะยึดด้วยสกรู M8 และ M12 เป็นตัวขันยึด

ขนาดของแม่พิมพ์ที่ประกอบเสร็จแล้วจะมีขนาดดังนี้

1. ความสูงของแม่พิมพ์ชุดอยู่กับที่ 55 มิลลิเมตร
2. ความสูงของแม่พิมพ์ชุดเคลื่อนที่ 175 มิลลิเมตร
3. ความสูงของแม่พิมพ์เมื่อประกอบแม่พิมพ์ด้านอยู่กับที่และแม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่เข้าด้วยกัน

จะมีความสูง 230 มิลลิเมตร



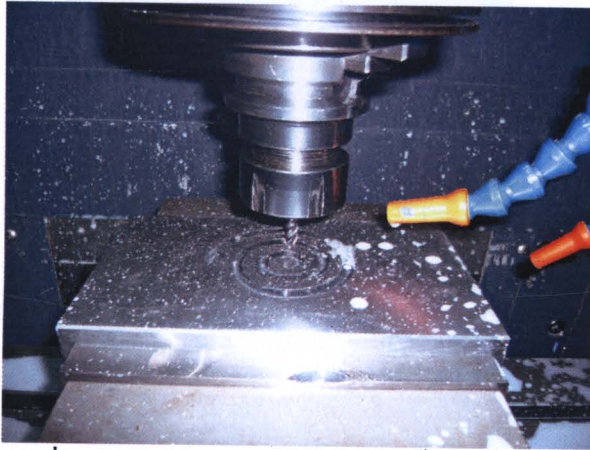
ภาพที่ 3-11 แสดงภาพแม่พิมพ์ที่สมบูรณ์



ภาพที่ 3-12 แสดงภาพการเจาะนำศูนย์



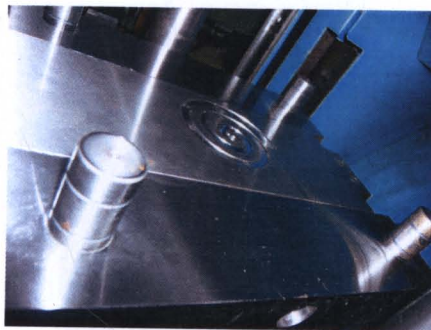
ภาพที่ 3-13 แสดงภาพการเริ่มขึ้นรูปขึ้นทดสอบ



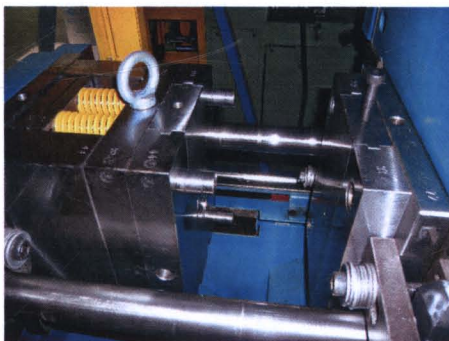
ภาพที่ 3-14 แสดงภาพแสดงภาพการขึ้นรูปชิ้นทดสอบ



ภาพที่ 3-15 แสดงภาพ cavity ชิ้นทดสอบ



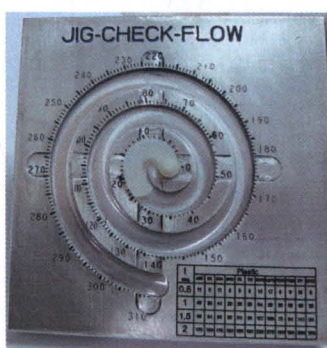
ภาพที่ 3-16 แสดงภาพ แม่พิมพ์ฉีด HDPE หนา 0.5 มม. ติดตั้งอยู่บนเครื่องฉีด



ภาพที่ 3-17 แสดงภาพ แม่พิมพ์ฉีดHDPEหนา0.5มม.ติดตั้งอยู่บนเครื่องฉีดพร้อมฉีด



ภาพที่ 3-18 แสดงภาพ ชิ้นงานที่ได้จากการทดสอบพิมพ์ฉีด



ภาพที่ 3-19 แสดงภาพการวัดชิ้นงาน