บทที่ 4

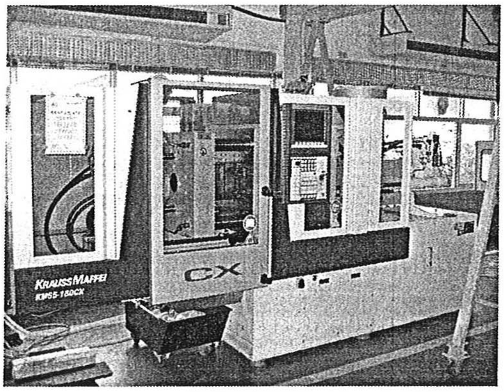
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการจำนวน 1 ชุด และแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการจำนวน 1 ชุด เมื่อได้ผลการทดลองมาแล้วจะเอาข้อมูลจากการทดลองทั้ง 2 ชุด มาเปรียบเทียบกัน

4.1 การทดลองแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

ในการประกอบแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องฉีดพลาสติกมีขั้นตอนในการประกอบดังนี้

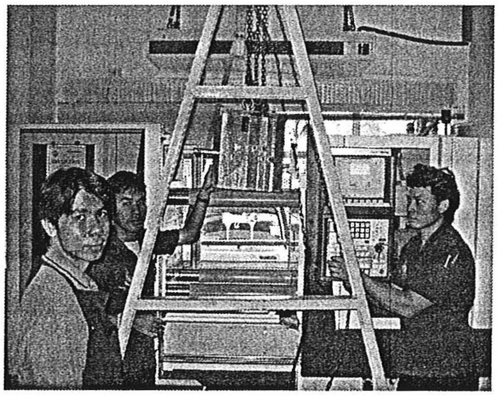
1. เครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้ในการฉีดกล่องดินสอ (ดังภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 แสดงเครื่องฉีดพลาสติกยี่ห้อ KRAUSS MAFFEL รุ่น KM 65-180 CX

2. ทำการยกแม่พิมพ์ขึ้นเครื่องฉีดพลาสติก

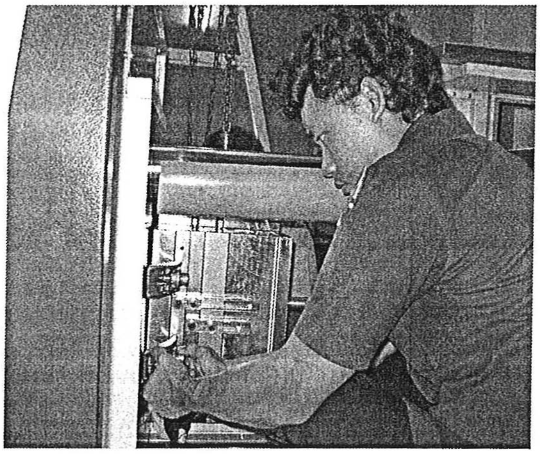
ในการยกแม่พิมพ์จะต้องใช้เคนแล้วรอกยกแม่พิมพ์ขึ้นเครื่องฉีด (ดังภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 แสดงยกแม่พิมพ์ขึ้นเครื่องฉีดพลาสติก

3. ทำการยึดแม่พิมพ์เข้ากับ Fixed Plate ที่เครื่องฉีดพลาสติก

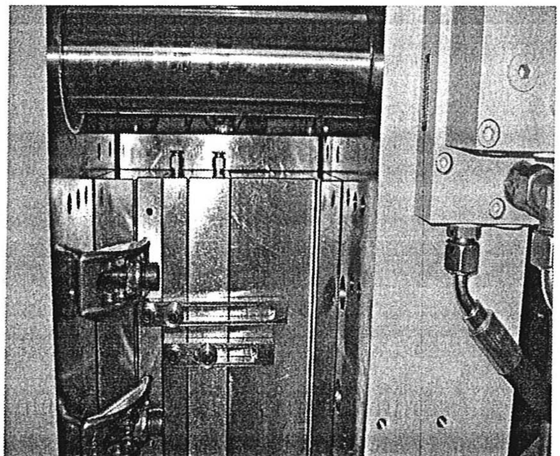
โดยใช้ชุดแคมและมีแท่งเหล็กรองชุดแคมต่ออีกชั้นหนึ่งในการจับยึดจะต้องระวังไม่ให้ชุดแคมโดนกับแผ่นปลด (ดังภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.3 แสดงการยึดแม่พิมพ์เข้ากับ Fixed Plate ที่เครื่องฉีด

4. ทำการเคลื่อนที่แผ่น Moving Plate เข้าหาแม่พิมพ์

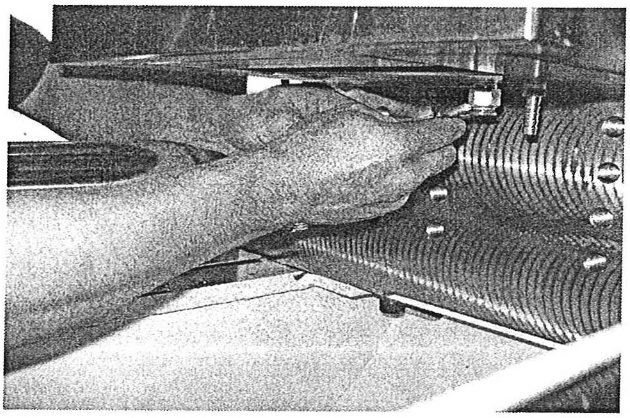
เมื่อทำการปิดแม่พิมพ์เสร็จแล้วทำการยึดแม่พิมพ์เข้ากับแผ่น Moving Plate และทำการถอด Tie-Ber (ดังภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 แสดงการเคลื่อนที่แผ่น Moving Plate เข้าหาโมลด์และทำการยึดแม่พิมพ์เข้า Moving Plate ที่เครื่องฉีด

5. ทำการติดตั้งระบบหล่อเย็น

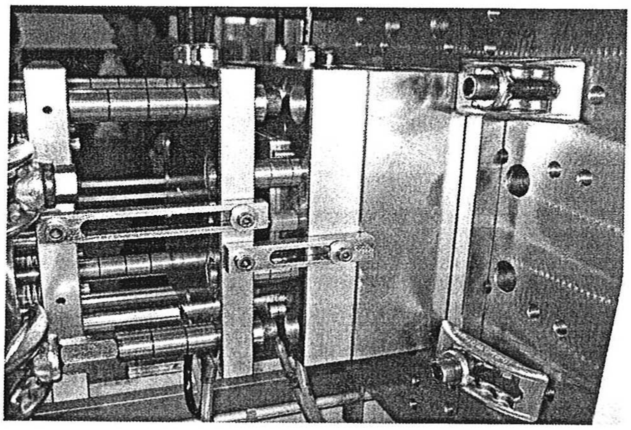
โดยการใช้ประแจไขยึดกับหางปลาไหลเข้ากับแม่พิมพ์ให้น้ำไหลวนตามที่ออกแบบมา(ดังภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 แสดงการติดตั้งระบบหล่อเย็น

6. ทำการตั้งระยะเปิด – ปิดแม่พิมพ์

ทำการตั้งระยะ เปิด – ปิด แม่พิมพ์และระยะของเข็มกระทุ้งดันปลด Ejector Plate (ดังภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.6 แสดงระยะการเปิด-ปิดแม่พิมพ์

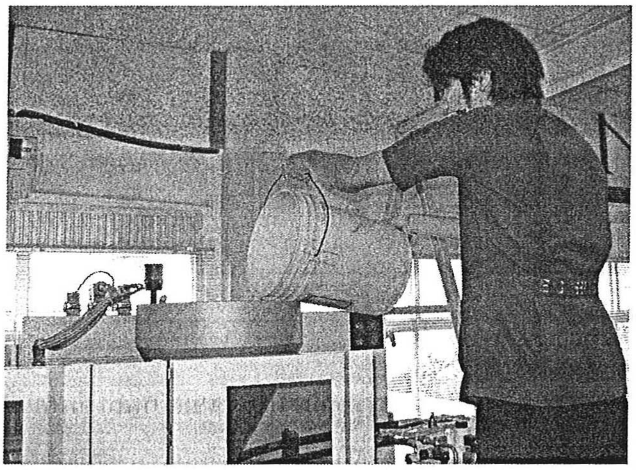
7. ทำการป้อนค่าพารามิเตอร์ (จากการคำนวณ)

นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการคำนวณมาป้อนที่เครื่องฉีด (ดังภาพที่ 4.7)

ภาพที่ 4.7 แสดงการป้อนค่าพารามิเตอร์

8. ทำการเติมเม็ดพลาสติก (PP) ลงใน Hopper

ทำการผสมผงสีที่ต้องการลงในเม็ดพลาสติกและทำการเติมเม็ดพลาสติกลงใน Hopper (ดังภาพที่ 4.8)



ภาพที่ 4.8 แสดงการเติมเม็ดพลาสติก (PP) ลงใน Hopper

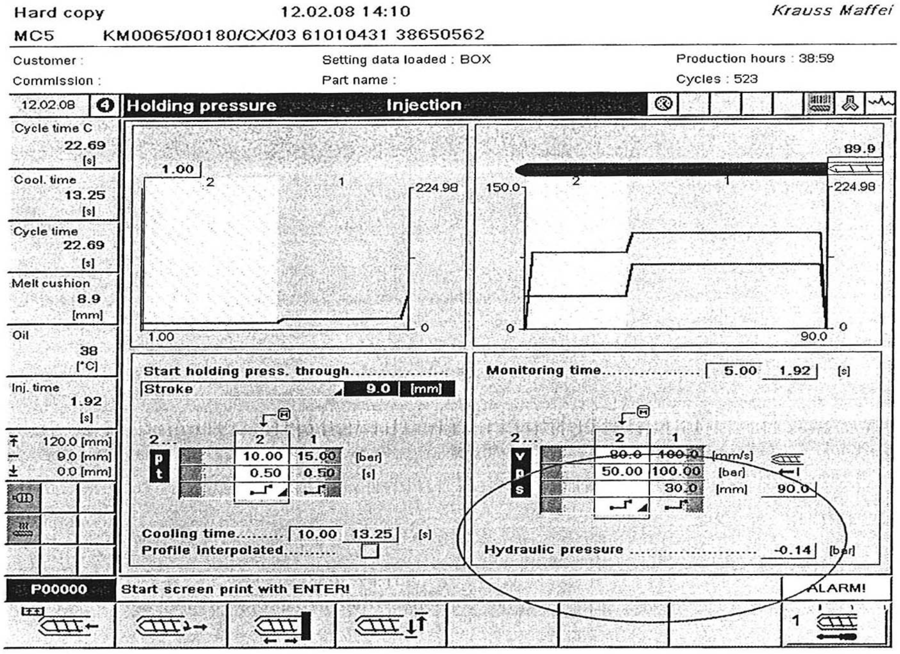
9. ทำการฉีดชิ้นงาน

โดยการตรวจสอบความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ต่างๆก่อนฉีด จากนั้นทำการฉีดชิ้นงานออกมา (ดังภาพที่ 4.9)

ภาพที่ 4.9 แสดงการฉีดชิ้นงาน

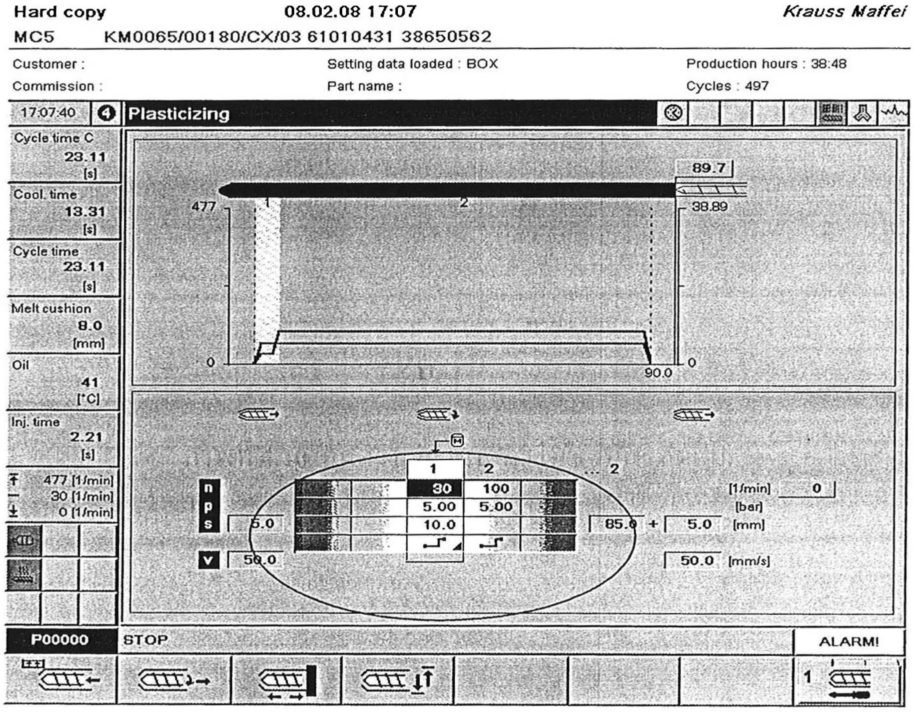
การปรับค่าพารามิเตอร์ในการฉีดสำหรับแม่พิมพ์ที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการจะมีรายละเอียดดังนี้

1. ระยะชักสกรูในช่วงการฉีดเติม ค่าพารามิเตอร์ที่ได้เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการคำนวณแล้วนำมาทดลองฉีดแล้วทำการปรับตั้งที่หน้าเครื่องให้ได้ชิ้นงานออกมาสมบูรณ์ (ดังภาพที่ 4.10)



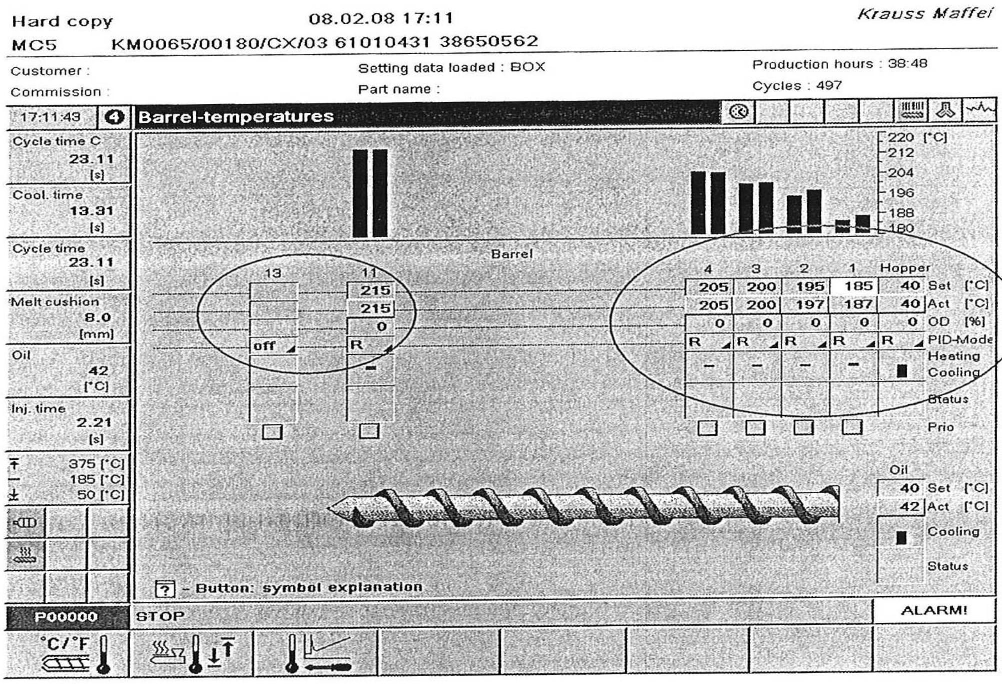
ภาพที่ 4.10 แสดงระยะชักสกรูในช่วงการฉีดเติม

2. ระยะชักสกรูในช่วงการดึงเม็ดพลาสติกเข้ากระบอกฉีด (ดังภาพที่ 4.11)



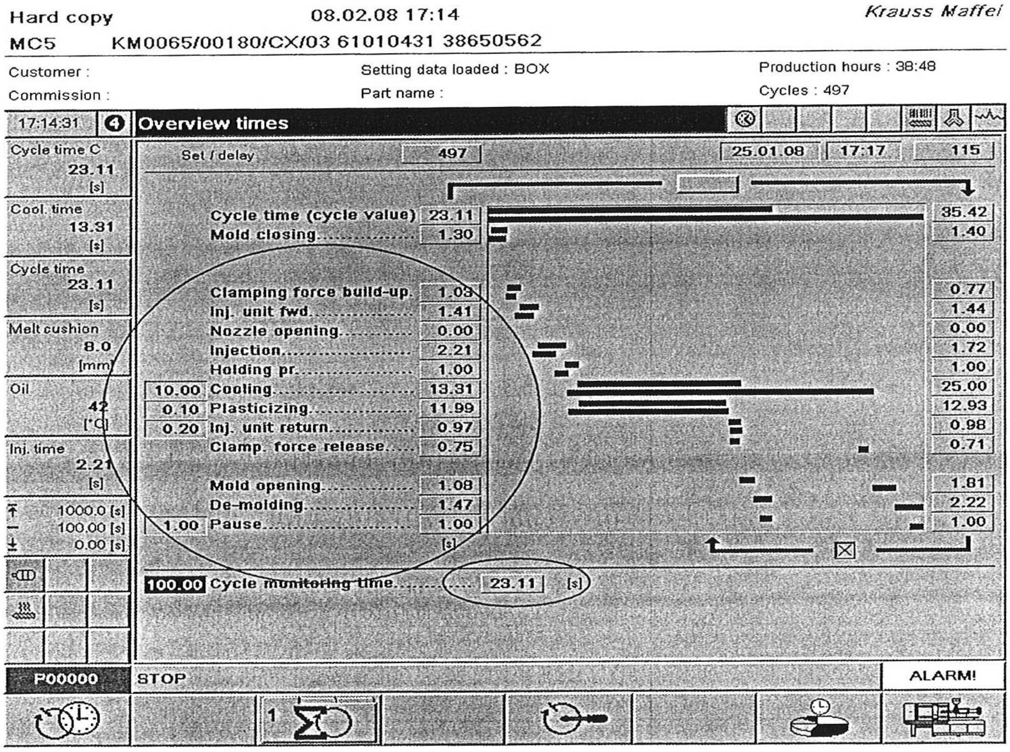
ภาพที่ 4.11 แสดงระยะชักสกรูในช่วงการดึงเม็ดพลาสติกเข้ากระบอกฉีด

3. แสดงระดับอุณหภูมิของกระบอกฉีดในช่วงต่างๆ (ดังภาพที่ 4.12)



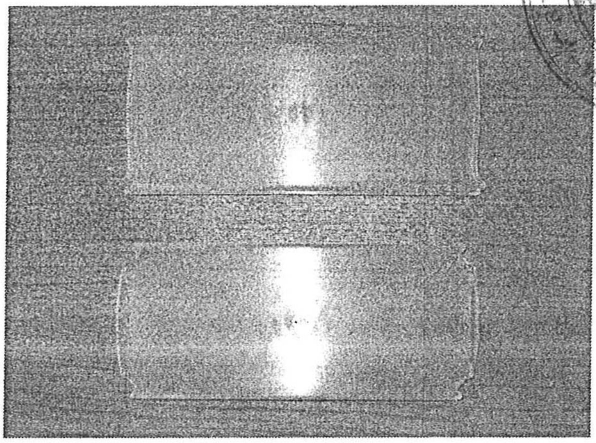
ภาพที่ 4.12 แสดงระยะชักสกรูในช่วงการดึงเม็ดพลาสติกเข้ากระบอกฉีด

4. รอบเวลาในการฉีด 1 รอบ (Cycle Time) (ดังภาพที่ 4.13)

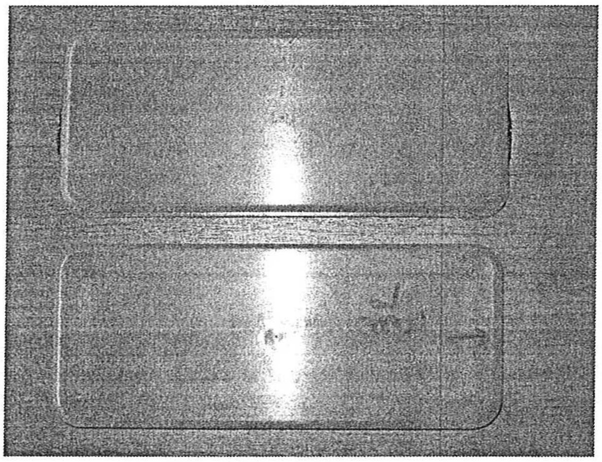


ภาพที่ 4.13 แสดงรอบเวลาในการฉีด 1 รอบ (Cycle Time)

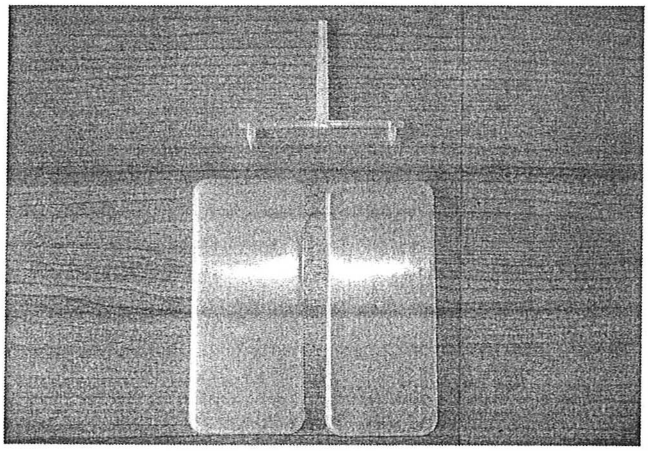
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย



ภาพที่ 4.14 แสดงชิ้นงานที่ได้ระหว่างการปรับตั้งพารามิเตอร์การฉีด



ภาพที่ 4.15 ชิ้นงานมีครีบ (Flash)



ภาพที่ 4.16 แสดงชิ้นงานที่ได้จากการปรับตั้งพารามิเตอร์การฉีดที่สมบูรณ์

4.1.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

จากการที่ออกแบบและทำการสร้าง แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ การวิเคราะห์ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ
2. การวิเคราะห์ชิ้นงานที่ได้จากการฉีด
3. วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การฉีด

4.1.1.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ หาได้จากชิ้นงานที่ได้จากการฉีด 100 ชิ้น มาทำการสุ่มตัวอย่าง 40 ชิ้น เพื่อทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ จะมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

4.5 - 5	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
3.5 - 4.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
2.5 - 3.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีพอใช้
1.5 - 2.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพต่ำ
1.0 - 1.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพปรับปรุง

รายการคะแนน มีดังนี้

ระดับคุณภาพดีมาก	5	คะแนน
ระดับคุณภาพดี	4	คะแนน
ระดับคุณภาพดีพอใช้	3	คะแนน
ระดับคุณภาพต่ำ	2	คะแนน
ระดับคุณภาพปรับปรุง	1	คะแนน

การคำนวณหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

สูตร $$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum \overline{X_i}}{n}$$

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum \overline{X_i}$ = ผลรวมค่าเฉลี่ยของคำตอบในแต่ละชุด

n = จำนวนชิ้นงาน

<u>ตารางที่ 4.1</u> ผลระดับคะแนนการหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

	รายการประเมิน				
ชิ้นงาน	**ขนาดของชิ้นงาน**	**รอยตำหนิชิ้นงานบริเวณรูเข้า(Gate)**	**การโก่งงอชิ้นงาน (Warpage)**	**ครีบที่ชิ้นงาน**	**การหดตัวของชิ้นงาน**
1	4	1	1	4	2
2	4	1	1	4	2
3	4	1	1	4	2
4	4	1	1	4	2
5	4	1	1	4	2
6	4	1	1	4	2
7	4	1	1	4	2
8	4	1	1	4	2
9	4	1	1	4	2
10	4	1	1	4	2
11	4	1	1	4	2
12	4	1	1	4	2
13	4	1	1	4	2
14	4	1	1	4	2
15	4	1	1	4	2
16	4	1	1	4	2
17	4	1	1	4	2
18	4	1	1	4	2
19	4	1	1	4	2
20	4	1	1	4	2
21	4	1	1	4	2

ตารางที่ 4.1 ผลระดับคะแนนการหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ(ต่อ)

ชิ้นงาน	รายการประเมิน				
	ขนาดของชิ้นงาน	รอยตำหนิชิ้นงานบริเวณรูเข้า(Gate)	การโก่งงอชิ้นงาน (Warpage)	ครีบที่ชิ้นงาน	การหดตัวของชิ้นงาน
22	4	1	1	4	2
23	4	1	1	4	2
24	4	1	1	4	2
25	4	1	1	4	2
26	4	1	1	4	2
27	4	1	1	4	2
28	4	1	1	4	2
29	4	1	1	4	2
30	4	1	1	4	2
31	4	1	1	4	2
32	4	1	1	4	2
33	4	1	1	4	2
34	4	1	1	4	2
35	4	1	1	4	2
36	4	1	1	4	2
37	4	1	1	4	22
38	4	1	1	4	2
39	4	1	1	4	2
40	4	1	1	4	2
Σx_i	160	40	40	160	80
$\overline{x_i}$	4	1	1	4	2
$\Sigma\overline{x_i}$	12				
$\overline{\overline{x_i}}$	2.4				

ที่มา : จากการทดลอง

การคำนวณหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

สูตร $\overline{\overline{X}} = \dfrac{\sum \overline{X_i}}{n}$

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum \overline{X_i}$ = ผลรวมค่าเฉลี่ยของคำตอบในแต่ละชุด

n = จำนวนชิ้นงาน

แทนค่าในสูตร

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum \overline{X_i}}{n}$$

$$= \frac{12}{5}$$

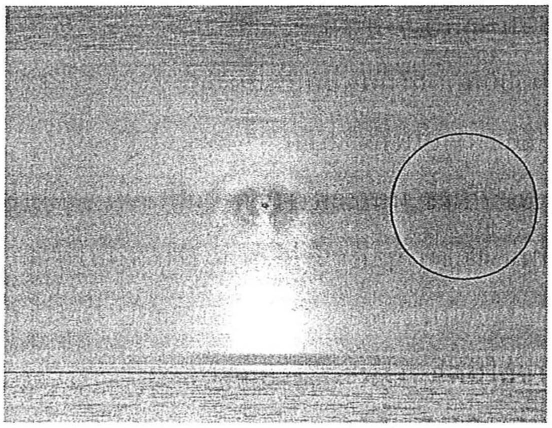
$= 2.4$ คะแนน

∴ จากการวิเคราะห์หาประสิทธิ์ภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการผลที่ได้ คือ แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการอยู่ในระดับคุณภาพต่ำ

สรุป ผลการหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ จากการทำการประเมิน ซึ่งเป็นข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่างของชิ้นงาน จำนวน 40 ชิ้น ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการอยู่ในระดับคุณภาพต่ำ คือ 2.4 คะแนน

4.1.1.2 การวิเคราะห์ชิ้นงานฉีดที่ได้จากแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

1. รอยตำหนิชิ้นงานบริเวณรูเข้า(Gate)



รอยตำหนิชิ้นงานบริเวณรูเข้า(Gate)

ภาพที่ 4.17 แสดงชิ้นงานที่มีตำหนิบริเวณรูเข้า(Gate)

สาเหตุ : รอยตำหนิชิ้นงานบริเวณรูเข้า(Gate)

1. เกิดจากการออกแบบรูเข้า(Gate)ของชิ้นงานไม่ถูกต้อง คือเล็กไป
2. รูเข้า(Gate)ของชิ้นงานแข็งหรือปิดก่อนที่จะฉีดย้ำ (Holding Pressure) ทำให้เกิดรอยนูนหรือบวม เนื่องมาจากความเค้นตกค้างบริเวณนี้มาก

การแก้ไข : รอยตำหนิชิ้นงานบริเวณรูเข้า(Gate)

ควรออกแบบรูเข้า(Gate)ของชิ้นงานให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.การโก่งงอชิ้นงาน(Warpage)

สาเหตุ : การโก่งงอชิ้นงาน(Warpage) หรือการบิดตัวหรือการโค้งเนื่องจากการหดตัวที่แตกต่างกันตลอดชิ้นงาน

1. อุณหภูมิแม่พิมพ์มีการเย็นตัวไม่สม่ำเสมอ
2. ออกแบบระบบหล่อเย็นแม่พิมพ์ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

การแก้ไข : การโก่งงอชิ้นงาน(Warpage)

ควรออกแบบระบบหล่อเย็นของแม่พิมพ์ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

3.รอยหดตัวของชิ้นงาน (Sink Mark)

สาเหตุ : รอยหดตัวของชิ้นงาน (Sink Mark)

1. อุณหภูมิพลาสติกหลอมเหลวสูงเกินไป
2. ทางวิ่งกับทางเข้าของชิ้นงานในแม่พิมพ์เล็กเกินไป

การแก้ไข :

1. เพิ่มแรงดันฉีด และลดอุณหภูมิพลาสติกหลอมเหลว
2. ขยายทางวิ่งกับทางเข้า

4.ครีบที่ชิ้นงาน

สาเหตุ : ครีบที่ชิ้นงาน

1. เกิดจากการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ความเร็วในการฉีดสูงเกินไป
2. ได้ใช้ความดันในการฉีดย้ำสูงเกินไป
3. แรงปิดแม่พิมพ์น้อย

การแก้ไข :

1. เพิ่มแรงปิดแม่พิมพ์
2. ลดความดันฉีด

5. ขนาดของชิ้นงานไม่ได้ตามแบบ

สาเหตุ : ขนาดของชิ้นงานไม่ได้ตามแบบ

การเผื่อค่าการหดตัวของแม่พิมพ์ไม่ถูกต้อง

การแก้ไข :

ทำการเผื่อค่าการหดตัวของแม่พิมพ์ให้ถูกต้อง

4.1.1.3 วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกของแม่พิมพ์ที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

เมื่อนำค่าการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ในการฉีดสำหรับแม่พิมพ์ที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการจากขั้นตอนการทดลองแม่พิมพ์มาทำการวิเคราะห์จะสามารถสรุปได้ดังนี้

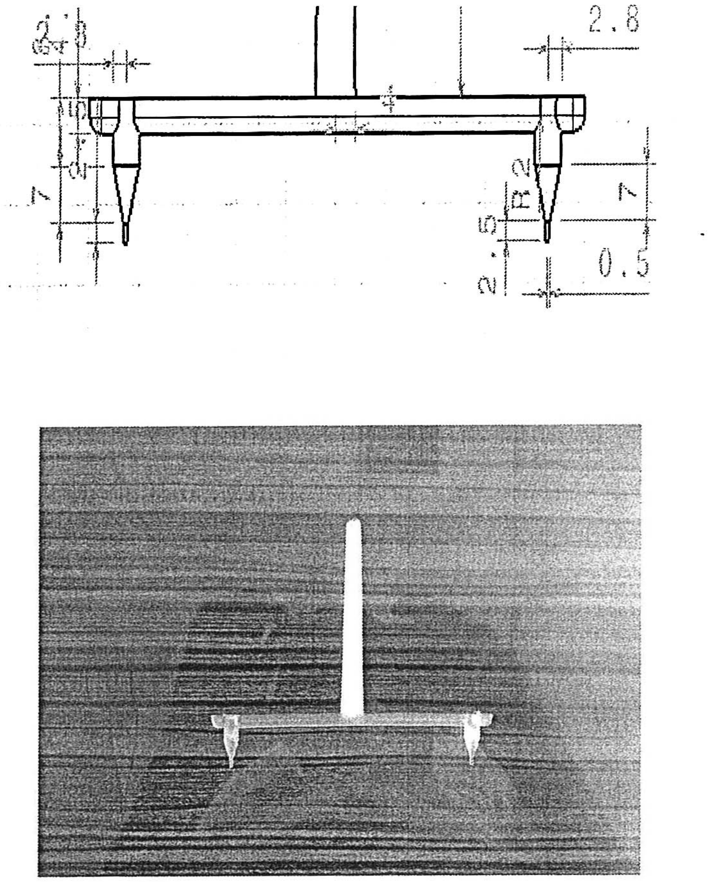
<u>ตารางที่ 4.2</u> ค่าพารามิเตอร์ในการฉีดสำหรับแม่พิมพ์ที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

รายการ	ค่าพารามิเตอร์ในการฉีดสำหรับแม่พิมพ์ที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ
Melt Temperature	200 °C - 280°C
Mold Temperature	50 °C
Barrel Temperature	(215°C -205°C -200°C -195°C -185 °C)
Metering Stroke	85 mm.
Cushion	5 mm.
Screw Speed	100 RPM
Back Pressure	5 Bar
Injection Pressure	100 Bar
Holding Pressure	15 Bar
Change Over	9 mm.
Holding Time	0.5 Sec
Clamping Force	53 Ton
Cooling Time	13.25 Sec
Cycle Time	23.11 Sec

ในการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ในการฉีดสำหรับแม่พิมพ์ที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการจะวิเคราะห์เฉพาะค่าที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการออกแบบขนาดของทางวิ่ง (Runner) และ

ทางเข้า (Gate) และระบบหล่อเย็นของชิ้นงานกล่องดินสอที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. จากตาราง 4.2 จะเห็นว่าค่าความดันในการฉีด(Injection Pressure) มีค่าสูง คือมีค่าเท่ากับ 100 Bar คิดเป็น 66.66 % ของค่าความดันสูงสุดของเครื่อง (ความดันสูงสุดของเครื่องฉีดที่ใช้ทดลองคือ 150 Bar) การที่ค่าความดันในการฉีด(Injection Pressure) มีค่าสูง เพราะว่ามีสาเหตุมาจากการออกแบบขนาดของทางวิ่ง (Runner) และทางเข้า (Gate) ของชิ้นงานกล่องดินสอที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ คือทางเข้าเป็นแบบจุด(Pin Point Gate) มีขนาดเล็กและยาว มีรายละเอียดดังภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 ทางเข้า (Gate) ของชิ้นงานกล่องดินสอที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

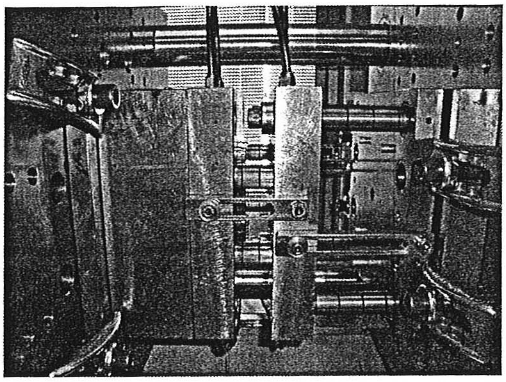
การที่ออกแบบทางเข้า (Gate) ไม่ถูกต้องคือเล็กและยาว ทำให้ต้องใช้ความดันในการฉีด (Injection Pressure) สูง มีผลเสียคือ ชิ้นงานที่ได้มีคุณสมบัติทางกลต่ำลง สิ้นเปลืองพลังงาน แม่พิมพ์อายุการใช้งานสั้นลง เครื่องฉีดอายุการใช้งานสั้นลง และทำให้ในอนาคตค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นการการแก้ไขคือควรออกแบบทางเข้า (Gate) ของชิ้นงานให้ถูกต้อง

2. ค่า Cooling Time จากตาราง 4.2 มีค่าเท่ากับ 13.25 Sec เป็นค่าที่ใช้เวลาในการหล่อเย็นนานพอสมควร ถ้าหากออกแบบระบบหล่อเย็นถูกต้องตามหลักวิชาการจะสามารถลดระยะเวลาในการหล่อเย็นได้อีก
3. ค่า Cycle Time จากตาราง 4.2 มีค่าเท่ากับ 23.11 Sec ค่า Cycle Time นี้เป็นค่าที่สำคัญ เพราะถ้ามีค่าน้อยต้นทุนการผลิตจะต่ำ มีกำไรมากขึ้น เพราะฉะนั้นถ้าออกแบบแม่พิมพ์ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการจะสามารถลดเวลาให้ต่ำลงได้อีก

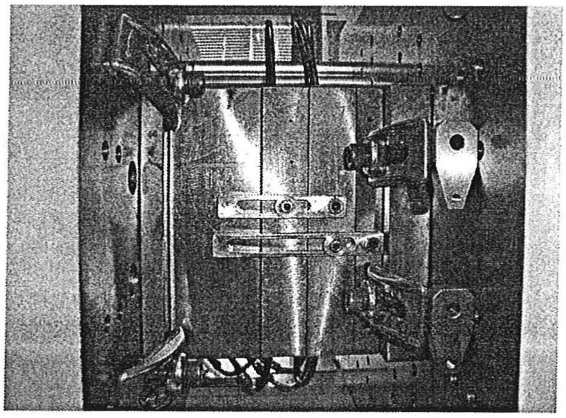
4.2 การทดลองแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ

การทดลองแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการมีขั้นตอนการติดตั้งแม่พิมพ์ การทดลองแม่พิมพ์ เหมือนกับการทดลองแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการทุกขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

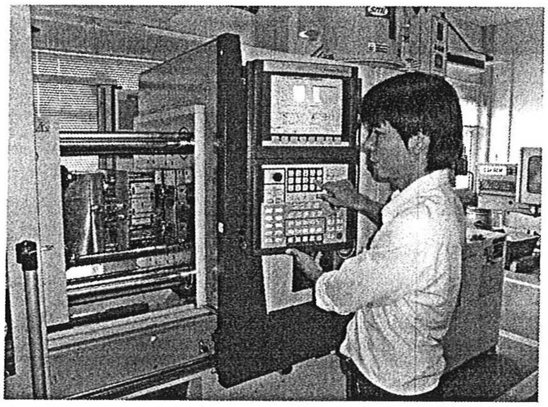
ภาพที่ 4.19 แสดงเครื่องฉีดพลาสติกยี่ห้อ KRAUSS MAFFEL รุ่น KM 65-180 CX สำหรับใช้ทดลองฉีด



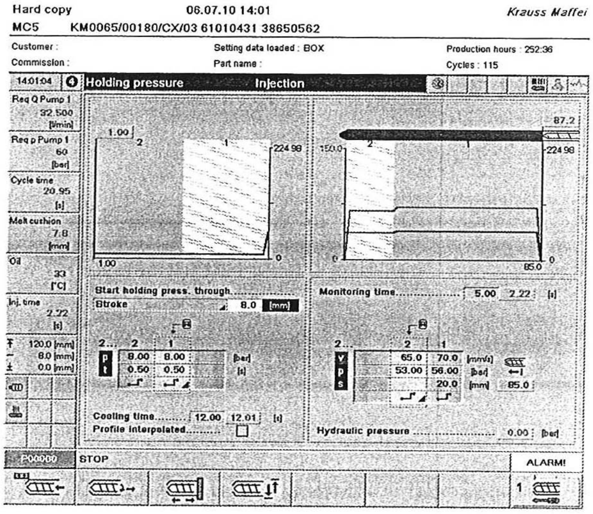
ภาพที่ 4.20 แสดงแม่พิมพ์ขณะเปิด



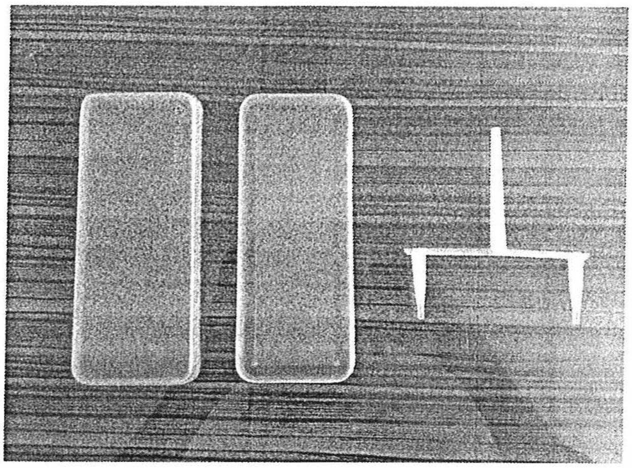
ภาพที่ 4.21 แสดงแม่พิมพ์ขณะปิด



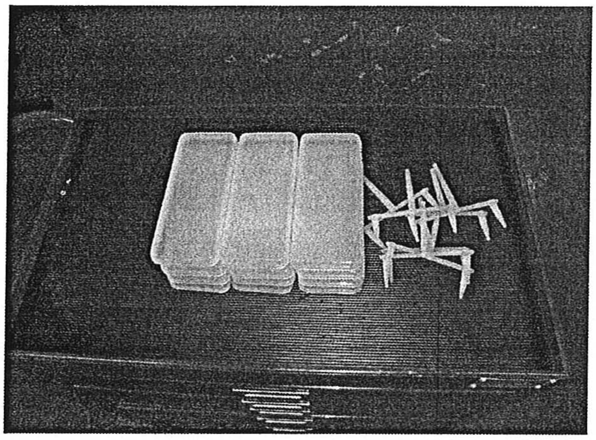
ภาพที่ 4.22 ขณะกำลังปรับตั้งพารามิเตอร์การฉีด



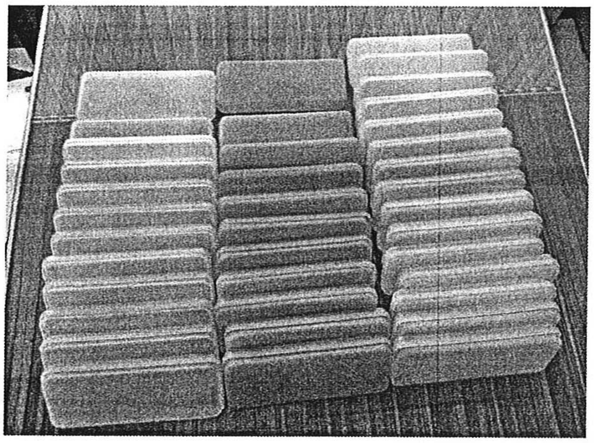
ภาพที่ 4.23 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการฉีด



ภาพที่ 4.24 ชิ้นงานที่ได้จากการฉีด



ภาพที่ 4.25 ชิ้นงานที่ได้จากการฉีดหลังการปรับค่าพารามิเตอร์สมบูรณ์แล้ว



ภาพที่ 4.26 ชิ้นงานที่ได้จากการฉีดและนำมาประกอบกันแล้ว

4.2.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ

จากการที่ออกแบบและทำการสร้าง แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ การวิเคราะห์ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ
2. วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การฉีด

4.2.1.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ หาได้จากชิ้นงานที่ได้จากการฉีด 100 ชิ้น มาทำการสุ่มตัวอย่าง 40 ชิ้น เพื่อทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ จะมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

4.5 - 5	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
3.5 - 4.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
2.5 - 3.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีพอใช้
1.5 - 2.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพต่ำ
1.0 - 1.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพปรับปรุง

รายการคะแนน มีดังนี้

ระดับคุณภาพดีมาก	5	คะแนน
ระดับคุณภาพดี	4	คะแนน
ระดับคุณภาพดีพอใช้	3	คะแนน
ระดับคุณภาพต่ำ	2	คะแนน
ระดับคุณภาพปรับปรุง	1	คะแนน

การคำนวณหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ

สูตร $$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum \overline{X_i}}{n}$$

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum \overline{X_i}$ = ผลรวมค่าเฉลี่ยของคำตอบในแต่ละชุด

n = จำนวนชิ้นงาน

<u>ตารางที่ 4.3</u> ผลระดับคะแนนการหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ

ชิ้นงาน	รายการประเมิน				
	ขนาดของชิ้นงาน	รอยตำหนิชิ้นงานบริเวณรูเข้า(Gate)	การโก่งงอชิ้นงาน (Warpage)	ครีบที่ชิ้นงาน	การหดตัวของชิ้นงาน
1	5	5	4	5	4
2	5	5	4	5	4
3	5	5	4	5	4
4	5	5	4	5	4
5	5	5	4	5	4
6	5	5	4	5	4
7	5	5	4	5	4
8	5	5	4	5	4
9	5	5	4	5	4
10	5	5	4	5	4
11	5	5	4	5	4
12	5	5	4	5	4
13	5	5	4	5	4
14	5	5	4	5	4
15	5	5	4	5	4
16	5	5	4	5	4
17	5	5	4	5	4
18	5	5	4	5	4
19	5	5	4	5	4
20	5	5	4	5	4
21	5	5	4	5	4

ตารางที่ 4.4 ผลระดับคะแนนการหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ(ต่อ)

	รายการประเมิน				
ชิ้นงาน	**ขนาดของชิ้นงาน**	**รอยตำหนิชิ้นงานบริเวณรูเข้า(Gate)**	**การโก่งงอชิ้นงาน (Warpage)**	**ครีบที่ชิ้นงาน**	**การหดตัวของชิ้นงาน**
22	5	5	4	5	4
23	5	5	4	5	4
24	5	5	4	5	4
25	5	5	4	5	4
26	5	5	4	5	4
27	5	5	4	5	4
28	5	5	4	5	4
29	5	5	4	5	4
30	5	5	4	5	4
31	5	5	4	5	4
32	5	5	4	5	4
33	5	5	4	5	4
34	5	5	4	5	4
35	5	5	4	5	4
36	5	5	4	5	4
37	5	5	4	5	4
38	5	5	4	5	4
39	5	5	4	5	4
40	5	5	4	5	4
Σx_i	200	200	160	200	160
$\overline{x_i}$	5	5	4	5	4
$\Sigma\overline{x_i}$	23				
$\overline{\overline{x_i}}$	4.6				

ที่มา : จากการทดลอง

การคำนวณหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ

สูตร $\overline{\overline{X}} = \dfrac{\sum \overline{X_i}}{n}$

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum \overline{X_i}$ = ผลรวมค่าเฉลี่ยของคำตอบในแต่ละชุด

n = จำนวนชิ้นงาน

แทนค่าในสูตร

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum \overline{X_i}}{n}$$

$$= \frac{23}{5}$$

= 4.6 คะแนน

∴ จากการวิเคราะห์หาประสิทธิ์ภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการผลที่ได้ คือ แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก

สรุป ผลการหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการจากการทำการประเมิน ซึ่งเป็นข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่างของชิ้นงาน จำนวน 40 ชิ้น ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก คือ 4.6 คะแนน

4.2.1.2 วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกของแม่พิมพ์ที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ

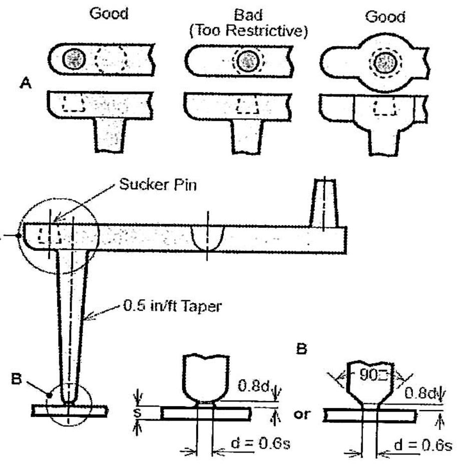
เมื่อนำค่าการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ในการฉีดสำหรับแม่พิมพ์ที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการจากขั้นตอนการทดลองแม่พิมพ์มาทำการวิเคราะห์จะสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ค่าพารามิเตอร์ในการฉีดสำหรับแม่พิมพ์ที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ

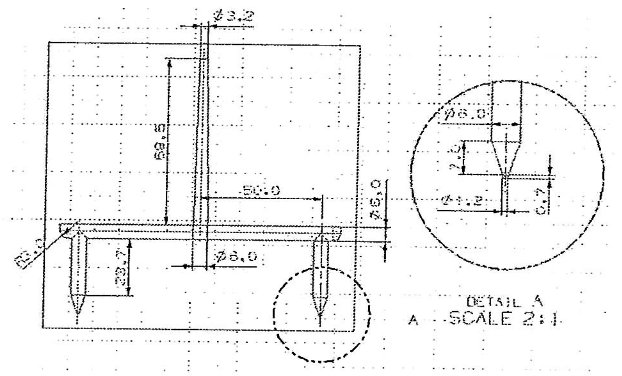
รายการ	ค่าพารามิเตอร์ในการฉีดสำหรับแม่พิมพ์ที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ
Melt Temperature	200 °C - 280°C
Mold Temperature	50 °C
Barrel Temperature	(215°C -220°C -215°C -200°C -170 °C)
Metering Stroke	85 mm.
Cushion	5 mm.
Screw Speed	170 RPM
Back Pressure	5 Bar
Injection Pressure	56 Bar
Holding Pressure	8 Bar
Change Over	8 mm.
Holding Time	0.5 Sec
Clamping Force	53 Ton
Cooling Time	12.01 Sec
Cycle Time	20.95 Sec

ในการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ในการฉีดสำหรับแม่พิมพ์ที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ จะวิเคราะห์เฉพาะค่าที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการออกแบบขนาดของทางวิ่ง (Runner) และทางเข้า (Gate) และระบบหล่อเย็นของชิ้นงานกล่องดินสอที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

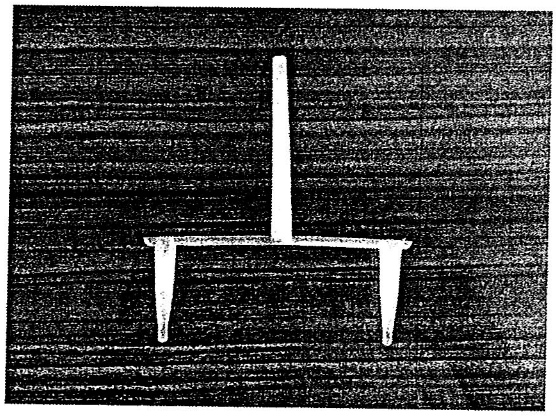
1. จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าค่าความดันในการฉีด(Injection Pressure) มีค่าต่ำ คือมีค่าเท่ากับ 56 Bar คิดเป็น 37.33 % ของค่าความดันสูงสุดของเครื่อง (ความดันสูงสุดของเครื่องฉีดที่ใช้ทดลองคือ 150 Bar) การที่ค่าความดันในการฉีด(Injection Pressure) มีค่าต่ำ เพราะว่ามีสาเหตุมาจากการออกแบบขนาดของทางวิ่ง (Runner) และทางเข้า (Gate) ของชิ้นงานกล่องดินสอที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ คือทางเข้าเป็นแบบจุด(Pin Point Gate)มีขนาดเหมาะสมตามทฤษฎี มีผลดีคือ ชิ้นงานที่ได้มีคุณสมบัติทางกลดี ไม่สิ้นเปลืองพลังงาน แม่พิมพ์อายุการใช้งานยาวขึ้น เครื่องฉีดอายุการใช้งานนานขึ้น และทำให้ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการผลิตต่ำลง โดยมีรายละเอียดดังภาพ 4.27



ภาพที่ 4.27 แสดงขนาดของทางวิ่ง (Runner) และทางเข้า (Gate)ตามทฤษฎี



ภาพที่ 4.28 แสดงทางวิ่ง (Runner) และทางเข้า (Gate) ของชิ้นงานกล่องพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ



ภาพที่ 4.29 แสดงทางวิ่ง (Runner) และทางเข้า (Gate) ของชิ้นงานกล่องพลาสติกที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการที่ได้จากการฉีด

2. ค่า Cooling Time จากตารางที่ 4.5 มีค่าเท่ากับ 12.01 Sec เป็นค่าที่ใช้เวลาในการหล่อเย็นต่ำกว่าค่า Cooling Time ของแม่พิมพ์ที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. ค่า Cycle Time จากตารางที่ 4.5 มีค่าเท่ากับ 20.95 Sec ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า Cycle Time ของแม่พิมพ์ที่ออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

4.3 สรุปผลการทดลอง

หลังจากที่ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการอย่างละ 1 ชุด เสร็จแล้ว และนำแม่พิมพ์ทั้ง 2 ชุด มาดำเนินการทดลองฉีดโดยมีผลการทดลองสามารถเปรียบเทียบกันสรุปได้ดังตาราง 4.6

<u>ตารางที่ 4.6</u> เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างแม่พิมพ์ทั้ง 2 ชุด

รายการ	**แม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกออกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ**	**แม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ**
1.รอยตำหนิชิ้นงาน บริเวณรูเข้า (Gate)	มีรอยตำหนิ	ไม่มีรอยตำหนิ
2.ค่าความดันในการฉีด (Injection Pressure)	100 Bar	56 Bar
3.ระยะเวลาในการหล่อ เย็น (Cooling Time)	13.25 Sec	12.01 Sec
4.ระยะเวลาในการฉีดชิ้นงาน 1 ครั้ง (Cycle Time)	23.11 Sec	20.95 Sec
5.ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์จากคะแนนการประเมิน	2.4 คะแนน	4.6 คะแนน

ผลการทดลองที่เปรียบเทียบกันระหว่างแม่พิมพ์ทั้ง 2 ชุด จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า

1. ชิ้นงานจากแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการจะมีรอยตำหนิจากการที่ออกแบบรูเข้า(Gate) ไม่ถูกต้อง คือเล็กไป ทำให้รูเข้า(Gate)ของชิ้นงานแข็งหรือปิดก่อนที่จะฉีดย้ำ (Holding Pressure) ทำให้เกิดรอยนูนหรือบวม เนื่องมาจากความเค้นตกค้างบริเวณนี้มาก

2. ค่าความดันในการฉีด(Injection Pressure) ของแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบมีถูกต้องตามหลักวิชาการ มีค่าสูงกว่าแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ

56 % ซึ่งค่าความดันในการฉีด(Injection Pressure) นี้มีค่าสูงมาก มีสาเหตุมาจากการออกแบบทางเข้า(Gatc) ของชิ้นงานกล่องพลาสติกให้เล็กและยาว ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้มีผลเสียคือ ชิ้นงานที่ได้มีคุณสมบัติทางกลต่ำลง สิ้นเปลืองพลังงาน แม่พิมพ์อายุการใช้งานสั้นลง เครื่องฉีดอายุการใช้งานสั้นลง และทำให้ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น

3. ระยะเวลาในการหล่อเย็น(Cooling Time) ของแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ มีค่าต่ำกว่าแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ มีผลดีคือจะทำให้ค่าระยะเวลา 1 รอบการผลิต(Cycle Time) มีค่าน้อยลง

4. ระยะเวลาในการฉีดชิ้นงาน 1 ครั้ง (Cycle Time) ของแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ มีค่าต่ำกว่าแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ มีผลดีคือ ต้นทุนการผลิตต่ำลง ทำให้ผลการผลิตมากขึ้น ส่งผลให้มีกำไรมากขึ้น

5. ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ จากคะแนนการประเมินอยู่ใน**ระดับคุณภาพต่ำ** คือมีค่าเท่ากับ 2.4 คะแนน ส่วนประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดชิ้นงานกล่องพลาสติกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ จากคะแนนการประเมินอยู่ใน**ระดับคุณภาพดีมาก** คือมีค่าเท่ากับ 4.6 คะแนน