

การประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools เพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์
กรณีศึกษา โรงงานผลิตแปรงสีฟัน

วรรณช บัญกลิ่น

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2555

APPLICATION OF Q.C. 7 TOOLS FOR DEFECT REDUCTION
IN INJECTION MOLDING PROCESS
A CASE STUDY OF TOOTHBRUSH MANUFACTURER

Woranuch Boonklin

TNI

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program
in Executive Enterprise Management

Graduate School

Thai - Nichi Institute of Technology

Academic Year 2012

หัวข้อสารนิพนธ์

การประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools
เพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์
กรณีศึกษา โรงงานผลิตแปรงสีฟัน

โดย

วรณัฐ บุญกลิ่น

สาขาวิชา

การจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ดร. ปาลีรัฐ เลขะวัฒนะ

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ดร. จักร ดิงศภักดิ์)

..... กรรมการ

(ดร. จินตวัฒน์ ไชยชนะวงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ดร. ปาลีรัฐ เลขะวัฒนะ)

วรรณ ขุนกลิ่น : การประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools เพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ กรณีศึกษาโรงงานผลิตแปรงสีฟัน. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ปาลิรัฐ เลขะวิณะ, 85 หน้า.

สารนิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools เพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษา โรงงานผลิตแปรงสีฟัน โดยทำการศึกษาเริ่มต้นจากการกำหนดเป้าหมายโดยให้เปอร์เซ็นต์ของเสียลดลงร้อยละ 40 จากสภาพก่อนปรับปรุง

จากสภาพปัจจุบันปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดพลาสติก ซึ่งมีร้อยละของของเสียเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 1.62 จึงได้ทำการศึกษาของสาเหตุของของเสียเหล่านั้นๆ สามารถแบ่งประเภทของของเสียได้ 5 สาเหตุหลัก คือ ยางไม่เต็ม จุดยางดำ แต่งเป็นรอย รอยหนีบใหญ่ และฟองอากาศ จึงทำการวิเคราะห์ถึงแนวทางแก้ไขปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้ดียิ่งขึ้น โดยทำการเลือก 2 สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาของเสียโดยแผนผังพาเรโต พบว่า ร้อยละ 78.6 ของของเสียเกิดจาก ยางไม่เต็ม และจุดยางดำ

จากการศึกษา พบว่า ประเด็นปัญหาดังกล่าว เมื่อทำการวิเคราะห์ผ่านเครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools โดยอาศัยกลุ่มตัวอย่างจาก 4 เครื่องฉีด เป็นตัวแทนในการศึกษากระบวนการดังกล่าว โดยมีการนำเสนอแผนการปรับปรุงใหม่สำหรับแต่ละสาเหตุของปัญหา คือ ปัญหายางไม่เต็ม ได้ทำการแก้ไขพารามิเตอร์ความดัน ความเร็วและอุณหภูมิ สำหรับปัญหาจุดยางดำ คือ เรื่องของความสะอาด พบว่า สามารถลดปริมาณของเสียในกระบวนการดังกล่าวหลังการปรับปรุงลดลงจากร้อยละ 1.62 มาอยู่ที่ร้อยละ 0.51 ซึ่งถือว่าสามารถทำให้ของเสียลดลงได้ถึงร้อยละ 68.52 ซึ่งถือว่า บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 40 จากการศึกษาดังกล่าวจึงได้มีการขยายผลสู่การปฏิบัติเป็นมาตรฐานของกระบวนการผลิตในเครื่องฉีดพลาสติกที่เหลืออีกต่อไป

บัณฑิตวิทยาลัย

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

สาขาวิชา การจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2555



WORANUCH BOONKLIN : APPLICATION OF QC 7 TOOLS FOR DEFECT REDUCTION IN INJECTION MOLDING PROCESS : A CASE STUDY OF TOOTHBRUSH MANUFACTURER. ADVISOR : DR. PALEERAT LAKAWATHANA, 85 PP.

This independent study aims to apply QC 7 quality tools for defect reduction in the injection molding process in the toothbrush factory as a case study. The study began by setting goals which was 40% reduction from the current defect rate.

According to the current condition, the problems occurred in the injection molding process had the average defect of 1.62%. The study of defect cause analysis was performed. The defect types can be divided into 5 main causes : short shot, black dot, scratch, mold clamping mark and air tap. Pareto chart was used to analyze the defect causes of top two problems in order to find the problem solution. It is found that top two problems contribute to 78.6% of total defect.

In the study, four injection machines were selected as the test lines. Using QC 7 tools, it can be found that the main cause of short shot is the process parameter setting, which is pressure, speed and temperature whereas the main cause of black dot is cleanliness. After problem solving, the defect rate was reduced from 1.62% to 0.51%. That equals to 68.52% reduction. It shows that the result is achieved better than the target which was set at 40% reduction. The improvement activities were standardized as practices in the factory in order to continue improving in the remaining injection machine.

Graduate School

Student's Signature

Field of Study Executive Enterprise Management

Advisor's Signature

Academic Year 2012



กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools ในการแก้ไขปัญหาของเสีย กรณีศึกษา โรงงานผลิตแปรงสีฟัน โดยสารนิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก ดร. ปาสีรัฐ เลชะวัฒนะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการรัฐวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้ศึกษาอย่างมีหลักการ ทำให้ผู้ศึกษามีหลักในการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและเจ้าหน้าที่บริษัทกรณีศึกษาที่อนุญาตและเอื้อเฟื้อข้อมูลทางผู้ศึกษาได้ร้องขอและอนุญาตให้นำข้อมูลในการศึกษาบางส่วนออกมาเผยแพร่ได้ ขอขอบคุณการทำงานร่วมกัน การแสดงความคิดเห็น และการเห็นพ้องในการศึกษาปัญหาดังกล่าว ซึ่งทำให้การทำสารนิพนธ์ในครั้งนี้มีประสิทธิภาพ

ขอขอบพระคุณ ตำราทุกเล่ม สื่ออิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ที่ทำให้ผู้ศึกษาหาข้อมูลต่างๆ ได้ง่ายขึ้น และได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ในระยะเวลาอันสั้น

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นกำลังปัจจัยและกำลังใจ ขอขอบคุณคนในครอบครัวที่เข้าใจในการเรียนที่ต้องทุ่มเทอย่างเต็มความสามารถ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ ขอขอบคุณความรู้สึกของมิตรภาพที่มีอยู่ตลอดไป

วรณัฐ บุญกลิ่น



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
กรอบแนวคิดและขอบเขตของการศึกษา.....	2
ตัวแปรที่ศึกษา.....	2
ขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินงาน.....	3
แผนการดำเนินการ.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
นิยามศัพท์.....	3
2 ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ.....	5
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือคุณภาพ.....	8
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการฉีดพลาสติก.....	16
แม่พิมพ์ (Mold).....	26
พลาสติกที่ใช้ในกระบวนการผลิตแปรงสีฟัน.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	37
ศึกษาสภาพปัจจุบันและขั้นตอนการทำงานกระบวนการฉีดพลาสติก.....	37
กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการศึกษา.....	43

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	พิจารณาตัวแปรในการศึกษา.....	43
	พิจารณาเครื่องมือสำหรับบันทึกและเก็บข้อมูลในการศึกษา.....	44
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	44
	การวิเคราะห์แนวทางแก้ไขและวัดผล.....	44
	การจัดทำมาตรฐาน.....	45
4	การวิเคราะห์และผลการศึกษา.....	46
	ศึกษาข้อมูลสภาพปัจจุบันและวิเคราะห์สาเหตุรวมทั้งวิเคราะห์หาแนว ทางการแก้ไขปัญหา.....	46
	การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา.....	52
	การวิเคราะห์มาตรการการปรับปรุง.....	54
	การทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	56
	กำหนดเป็นมาตรฐาน.....	71
5	สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	75
	สรุปผลการทดลอง.....	75
	ข้อเสนอแนะ.....	76
	บรรณานุกรม.....	77
	ภาคผนวก.....	80
	ภาคผนวก ก. แบบฟอร์มมาตรฐานการตรวจเช็คเครื่องจักร.....	81
	ภาคผนวก ข. แบบฟอร์มมาตรฐานการตรวจเช็คแม่พิมพ์.....	83
	ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์.....	85

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แผนการดำเนินการ.....	2
2	ขั้นตอนการแก้ปัญหา 8 ขั้นตอน.....	7
3	ประเภทของกราฟ ซึ่งอธิบายถึงลักษณะเฉพาะของแต่ละประเภท.....	11
4	แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการควบคุมของเสีย (Check Sheet).....	44
5	สภาพปัจจุบันของปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น.....	46
6	สภาพปัญหาที่สถิติการเกิด (%).....	47
7	มาตรการการปรับปรุงใหม่.....	54
8	การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เครื่อง K 16 แม่พิมพ์ C-1.....	59
9	การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เครื่อง K 18 แม่พิมพ์ C-2.....	61
10	การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เครื่อง K 21 แม่พิมพ์ C-3.....	64
11	การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เครื่อง K 22 แม่พิมพ์ C-4.....	67
12	ข้อมูลของเสียหลังการปรับปรุง.....	68
13	สภาพของจำนวนของเสียหลังการปรับปรุง.....	68
14	ร้อยละของการลดลงของจำนวนของเสียของแต่ละสาเหตุ.....	71
15	ร้อยละของการลดลงของจำนวนของเสียของแต่ละสาเหตุ.....	75



สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่ทำการศึกษา.....	2
2	ตัวอย่างใบตรวจสอบสำหรับความถี่ของการเกิดปัญหา.....	9
3	ตัวอย่างแผนผังพาเรโต.....	10
4	แผนผังแสดงเหตุและผล.....	12
5	ผังแสดงการกระจาย.....	14
6	แผนภูมิควบคุม.....	15
7	ฮิสโตแกรม.....	16
8	เครื่องฉีดแนวนอน (Horizontal Injection Machine).....	17
9	เครื่องฉีดแนวตั้ง (Vertical Injection Machine).....	17
10	ส่วนประกอบของหน่วยการฉีด.....	18
11	คอป้อน (Hopper Throat).....	19
12	ตำแหน่ง Barrel, Band Heater และ Thermo Couple.....	20
13	การแบ่งโซนของสกรู.....	21
14	หัวฉีด.....	22
15	หัวฉีดแบบเปิด.....	23
16	ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหัวฉีด.....	23
17	ระบบของ Clamp Unit.....	24
18	รายละเอียดของ Clamping Unit.....	25
19	Control Unit.....	26
20	แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก.....	27
21	ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์.....	30
22	ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลแบบตาข่าย (Net Molecule).....	33
23	ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลแบบลูกโซ่ (Chains Molecule).....	33
24	กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ.....	38
25	กระบวนการเตรียมแม่พิมพ์ ติดตั้งแม่พิมพ์ และการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์.....	39
26	กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน.....	40
27	กระบวนการตัดแต่งชิ้นงาน.....	41
28	กระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน.....	42
29	กระบวนการบรรจุหีบห่อ.....	42

สารบัญรูป

รูป	หน้า
30 เครื่องจักรที่ใช้ในการศึกษา.....	45
31 แนวโน้มของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (4 เดือนย้อนหลัง).....	46
32 แผนผังพาเรโตแสดงปัญหาของของเสียที่เกิดขึ้น.....	47
33 ลักษณะปัญหายางไม่เต็ม.....	48
34 ลักษณะจุดยางดำและมาตรฐานการเปรียบเทียบขนาดจุดยางดำ.....	49
35 ลักษณะการแต่งเป็นรอย.....	49
36 ลักษณะการเกิดรอยหนีบใหญ่.....	50
37 ลักษณะของเสียฟองอากาศ.....	50
38 ของเสียในลักษณะอื่นๆ.....	51
39 แผนผังเหตุและผลแสดงถึงสาเหตุของยางไม่เต็ม.....	52
40 แผนผังเหตุและผลแสดงถึงสาเหตุของจุดยางดำ.....	53
41 การทดลองความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 16 แม่พิมพ์ C-1.....	57
42 การทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 16 แม่พิมพ์ C-1.....	58
43 การทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 16 แม่พิมพ์ C-1.....	59
44 การทดลองความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสีย เครื่องจักร K 18 แม่พิมพ์ C-2.....	60
45 การทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสีย เครื่องจักร K 18 แม่พิมพ์ C-2.....	61
46 การทดลองความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 21 แม่พิมพ์ C-3.....	62
47 การทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 21 แม่พิมพ์ C-3.....	63
48 การทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 21 แม่พิมพ์ C-3.....	64
49 การทดลองความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 22 แม่พิมพ์ C-4.....	65

สารบัญรูป

รูป		หน้า
50	การทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 22 แม่พิมพ์ C-4.....	66
51	การทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 22 แม่พิมพ์ C-4.....	67
52	พาเรโตแสดงปัญหาของเสียหลังการปรับปรุง.....	69
53	การเปรียบเทียบร้อยละของของเสียต่อจำนวนผลิตก่อนและหลังปรับปรุง.....	70
54	การตั้งศูนย์ Locating Ring Mold ในเบ้าเครื่องฉีด.....	72
55	การตั้งศูนย์หัวฉีดให้ตรงกับ Sprue Runner Gate ของ Mold.....	73
56	บริเวณที่ทำการล็อก Mold โดย Clamp Lock.....	73



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันตลาดอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีการแข่งขันกันอย่างรุนแรง ทำให้สถานประกอบการแต่ละแห่งต้องพยายามที่จะหากลยุทธ์ต่างๆ มาจัดการบริหารเพื่อให้ตนเองอยู่รอด โดยต้องตอบโจทย์ของลูกค้าทั้งในด้านราคาคุณภาพและการส่งมอบทันเวลาให้ ผู้ประกอบการต้องให้ความตระหนักถึงกระบวนการบริหารงานผลิตของอุตสาหกรรมของตนเองว่ามีจุดอ่อนในส่วนไหนบ้างและต้องจัดการกับจุดอ่อนนั้นอย่างไร

สำหรับธุรกิจเกี่ยวข้องกับพลาสติกถือเป็นธุรกิจที่มีการเติบโตตลอดเวลา เนื่องจากเป็นพลาสติกสามารถผลิตเป็นสินค้าต่างๆ อย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นบรรจุภัณฑ์พลาสติก เครื่องใช้สำนักงาน อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและอื่นๆ โดยต้นทุนวัตถุดิบหลักของธุรกิจพลาสติก นั้นคือ เม็ดพลาสติกที่ผลิตมาจากปิโตรเคมี ราคาเม็ดพลาสติกจึงมีการแปรผันตามราคาน้ำมันของโลกที่มีราคาค่อนข้างสูงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการไม่สามารถควบคุมได้

ด้วยเหตุที่ราคาของเม็ดพลาสติกเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการควบคุมไม่ได้ ผู้ประกอบการจึงต้องให้ความสนใจในการเพิ่มประสิทธิภาพและศักยภาพในการผลิตให้มากขึ้น เพื่อให้ต้นทุนในการผลิตลดลง ทำให้สินค้าเป็นสินค้าที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า และสามารถที่จะส่งมอบสินค้าได้ตรงตามเวลา ลดการเสียค่าปรับจากการส่งมอบที่ล่าช้า เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้ามากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถที่จะรักษารฐานลูกค้าเดิมไว้ได้ และได้มาซึ่งผลกำไรที่มากขึ้นในการดำเนินธุรกิจ

สำหรับแนวทางอย่างหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตที่มีความสำคัญ ได้แก่ การแก้ปัญหาของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นสาเหตุของต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น โดยปัญหาดังกล่าวเมื่อนำกระบวนการจัดการด้านอุตสาหกรรมมาใช้วิเคราะห์ หาสาเหตุและกำหนดแนวทางแก้ไขอย่างเหมาะสมแล้วก็จะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาลงได้

ในส่วนของอุตสาหกรรมแปรงสีฟัน ซึ่งใช้เม็ดพลาสติกเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิต โดยเป็นลักษณะของการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ (Mold) เพื่อให้ได้มาซึ่งแปรงสีฟันตามแบบแม่พิมพ์นั้นๆ โดยลักษณะการฉีดพลาสติกดังกล่าวมีปัจจัยการผลิตหลายปัจจัยที่ต้องควบคุม เพื่อให้คุณภาพของแปรงสีฟันออกมาตามต้องการและคุณภาพคงที่ ไม่เกิดเป็นของเสีย ซึ่งการเกิดของเสียจะส่งผลลบต่อต้นทุนการดำเนินงานทางธุรกิจ

ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงวางแผนใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียในกระบวนการฉีดด้ามแปรงสีฟัน เพื่อทำการปรับปรุง

แก้ไขปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ และเพิ่มความสามารถในการส่งมอบสินค้าที่มีคุณภาพอย่างทันเวลา

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

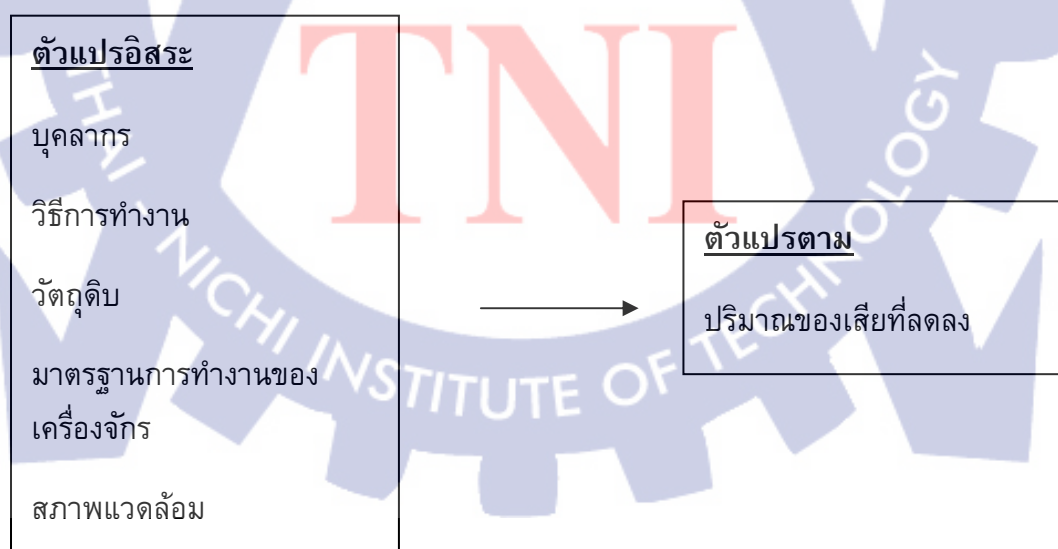
1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Injection Molding)
2. เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Injection Molding) โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools โดยมีเป้าหมาย ได้แก่ ปริมาณของเสียลดลงร้อยละ 40 จากยอดของเสียก่อนการปรับปรุง

กรอบแนวคิดและขอบเขตของการศึกษา

แนวคิดในการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการเกิดของเสียในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Injection Molding) กรณีศึกษา โรงงานผลิตแปรงสีฟัน จากนั้นทำการค้นหาสาเหตุและแนวทางในการลดของเสียในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Injection Molding) โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ (QC 7 Tools) เป็นเครื่องมือในการศึกษาครั้งนี้

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน กล่าวคือ ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม



รูปที่ 1 ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่ทำการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินการ

การดำเนินการศึกษาเพื่อลดปริมาณของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก (Injection Molding) ประเภทด้ามแปรงสีฟัน มีขั้นตอนการศึกษาและดำเนินการ ดังนี้

1. ยื่นหัวข้อสารนิพนธ์
2. ศึกษาหลักการพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ดำเนินการศึกษสาเหตุและแนวทางแก้ไข
4. สรุปผลการศึกษา
5. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

แผนการดำเนินการ

การศึกษาในครั้งนี้ มีการกำหนดช่วงเวลาในการทำงาน โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ เดือนกุมภาพันธ์ 2555 และเสร็จสิ้นในเดือนเมษายน 2556

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินการ

No.	รายละเอียด	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
1	ยื่นหัวข้อสารนิพนธ์															
2	ศึกษาหลักการพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง															
3	ดำเนินการศึกษสาเหตุและแนวทางแก้ไข															
4	สรุปผลการศึกษา															
5	จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์															

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำหลักการเครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุของการเกิดของเสียในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Injection Molding) ได้
2. สามารถค้นหาแนวทางในการแก้ไขของแต่ละสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้
3. สามารถลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Injection Molding)

นิยามศัพท์

1. **QC 7 Tools** คือ เครื่องมือที่ช่วยในงานควบคุมคุณภาพ หรือช่วยในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการควบคุมคุณภาพ เป็นเทคนิคที่ช่วยวิเคราะห์สาเหตุและรากของปัญหา รวมถึงการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ประกอบด้วย ใบตรวจสอบ (Check Sheet) แผนภูมิควบคุม (Control Chart) กราฟ (Graph) แผนผังพาเรโต (Pareto Chart) แผนภูมิเหตุและผล

(Cause and Effect Diagram) ฮิสโตแกรม (Histogram) และแผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)

2. กระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Injection Molding) เป็นวิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดยการฉีดพลาสติกที่กำลังหลอมเหลวเข้าสู่แม่พิมพ์ด้วยความดันสูง

3. Mold หมายถึง แม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการฉีดพลาสติกจะมีรูปร่างลักษณะตามผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

4. มาตรฐานคุณภาพ หมายถึง คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองและเป็นไปตามข้อตกลงร่วมเพื่อความพึงพอใจของลูกค้า

5. Defect คือ ขอบเสียที่ไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

6. ยางไม่เต็ม คือ ลักษณะของการฉีดขึ้นงานพลาสติกที่เนื้อพลาสติกไหลเข้าแม่พิมพ์ยังไม่สมบูรณ์ แล้วเกิดการเซตตัวของพลาสติกภายในแม่พิมพ์เสียก่อน ทำให้ชิ้นงานพลาสติกออกมาไม่เต็มตามลักษณะของแม่พิมพ์

7. จุดยางดำ คือ ขอบเสียประเภทหนึ่ง มีลักษณะเป็นจุดสีดำ ซึ่งปนอยู่ในเนื้อพลาสติก ซึ่งมีขนาดแตกต่างกันไป สำหรับจุดยางดำที่ถือเป็นของเสียจะถูกกำหนดขนาดไว้ตามมาตรฐานคุณภาพ

8. แต่งเป็นรอย คือ ลักษณะการตกแต่งชิ้นงานของพนักงาน แล้วเกิดลักษณะการแต่งชิ้นงานที่ไม่เป็นตามรูปแบบที่ต้องการ

9. รอยหนีบใหญ่ คือ ลักษณะการวางชิ้นงานลงบนแม่พิมพ์ (Mold) เพื่อทำการฉีดเนื้อพลาสติกหุ้มอีกครั้ง แล้วเกิดรอยหนีบของชิ้นงานขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 สาเหตุ คือ ชิ้นงานมีขนาดใหญ่เกินมาตรฐาน และลักษณะการวางชิ้นงานของพนักงานไม่เหมาะสม ทำให้เกิดรอยหนีบของแม่พิมพ์ (Mold) เกิดขึ้นกับชิ้นงาน

10. ฟองอากาศ ลักษณะของชิ้นงานที่มีความฟูพองของผิวหน้า โดยจะมีลักษณะของอากาศ แทรกตัวอยู่ระหว่างบนผิวหรือใต้ผิวของชิ้นงาน

11. ยางแลบ คือ ลักษณะของชิ้นงานที่มีเนื้อพลาสติกเป็นครีป เกินออกมาจากลักษณะของแม่พิมพ์ถือเป็นลักษณะที่ไม่เหมาะสมสำหรับชิ้นงานที่มีคุณภาพ

บทที่ 2

ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาขั้นตอน การประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools เพื่อลดของเสีย ในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตแปรงสีฟัน ได้ทำการรวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการศึกษาประกอบด้วย 6 หัวข้อหลัก กล่าวคือ

1. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ
2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือคุณภาพ
3. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการฉีดพลาสติก
4. แม่พิมพ์ (Mold)
5. พลาสติกที่ใช้ในกระบวนการผลิตแปรงสีฟัน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ

ในปี ค.ศ. 1946 JUSE หรือ Union of Japanese Scientists and Engineers ได้ถูกก่อตั้งขึ้นพร้อมๆ กับการจัดตั้งกลุ่ม Quality Control Research Group ขึ้นเพื่อค้นคว้าให้ การศึกษาและเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งประเทศ โดยมี จุดหมายเพื่อลบภาพพจน์สินค้าคุณภาพต่ำ ราคาถูก ออกจากสินค้าที่ "Made in Japan" และ เพิ่มพลังการส่งออกไปพร้อมๆ กัน

หลังจากนั้นมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งก็คือ Japanese Industrial Standards (JIS) Marking System ได้ถูกกำหนดเป็นกฎหมายในปี ค.ศ. 1950 พร้อมกับการ เชื้อเชิญ ดร. วิลเลียม เอ็ดเวิร์ดส์ เดมมิ่ง มาเปิดสัมมนาทางวิชาการให้แก่ผู้บริหารระดับต่างๆ และวิศวกรในประเทศ นับเป็นการจุดประกายของการตระหนักถึงการพัฒนาคุณภาพ อันตามมา ด้วยการก่อตั้งรางวัล Deming Prize ที่มีชื่อเสียง เพื่อบอกให้แก่โรงงานที่มีความก้าวหน้าในการ พัฒนาคุณภาพดีเด่นของประเทศ (ประเสริฐ อัครประถมพงษ์. 2548)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการควบคุมคุณภาพ

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ (2542) กล่าวถึง ประโยชน์จากการควบคุมคุณภาพ โดยสรุปว่า

1. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้นั้นเป็นของเสียน้อยลง ในระบบการควบคุมคุณภาพโรงงานไม่ ต้องการของเสียแล้วนำไปทำลายทิ้ง ดังนั้น โรงงานจึงต้องควบคุมคุณภาพก่อนการส่งออกไป จำหน่าย ถึงแม้ว่า การตรวจสอบคุณภาพจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ แต่เมื่อเทียบกับ

การทำลายของเสีย ผลจากการตรวจสอบเพื่อควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตก็ถือว่ามีความคุ้มค่ามากกว่า

2. ลดค่าใช้จ่ายในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ ในโรงงานที่ไม่มีการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต หลังจากผลิตผลิตภัณฑ์มาได้แล้วจะต้องมีการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ดีและเสียออกจากกันทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการคัดเลือก

3. ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ ในกระบวนการผลิตที่มีการควบคุมคุณภาพเมื่อนำผลิตภัณฑ์นั้นออกจำหน่ายและลูกค้าซื้อสินค้าไปใช้ ความพึงพอใจในสินค้าที่ลูกค้าซื้อไปก็มีมากขึ้น ชื่อเสียงของโรงงานผู้ผลิตก็จะดีขึ้น

สำหรับการแก้ปัญหาคุณภาพนั้นมีสิ่งสำคัญ 3 ประการ เพื่อให้การแก้ปัญหานั้นมีประสิทธิภาพ คือ

1. มุมมองการแก้ปัญหาคุณภาพ คือ คุณภาพต้องมาก่อน
2. ขั้นตอนการแก้ปัญหาคุณภาพ คือ ขั้นตอนในการแก้ไขปัญหายุ่งยากใต้เงื่อนไขการพัฒนาบุคลากรให้เข้าใจถึงหลักการในการบริหารโครงการด้วยวงจร P-D-C-A โดยมีขั้นตอน 8 ประการ



ตารางที่ 2 ขั้นตอนการแก้ปัญหา 8 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	กิจกรรมในแต่ละขั้นตอน
1	คัดเลือกหัวข้อ (Select Topic)	- ระบุปัญหา - เลือกหัวเรื่อง
2	ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและตั้งเป้าหมาย (Understand Situation and Set Targets)	- เก็บข้อมูล - เลือกคุณลักษณะที่จะเข้าไปแก้ไข - กำหนดเป้าหมาย (ตัวเลขและกำหนดเสร็จ)
3	วางแผนกิจกรรม (Plan Activities)	- กำหนดว่าจะทำอะไรบ้าง - จัดทำตารางกำหนดและจัดแบ่งความรับผิดชอบ
4	วิเคราะห์หาสาเหตุ (Analyze Cause)	- ตรวจสอบคุณลักษณะที่เป็นปัญหา - เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ - วิเคราะห์สาเหตุแต่ละข้อ - กำหนดประเด็นที่จะแก้ไข
5	พิจารณาและนำมาตรการตอบโต้ปัญหาไปปฏิบัติ (Consider and Implement Countermeasure)	- พิจารณามาตรการตอบโต้ - นำเสนอแนวคิดสำหรับมาตรการตอบโต้ - พิจารณาหาวิธีที่จะนำมาตรการไปใช้ - ตรวจสอบรายละเอียดของมาตรการ - นำมาตรการไปปฏิบัติ - วางแผน - นำมาตรการไปปฏิบัติ
6	ประเมินผลการแก้ปัญหา (Check Result)	- ประเมินประสิทธิภาพของมาตรการ - เปรียบเทียบผลกับเป้าหมาย - ระบุและแยกผลทางตรงและอ้อมที่ได้รับ
7	จัดทำเป็นมาตรฐานและจัดตั้งการควบคุม (Standardize and Establish Control)	- จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติ - กำหนดวิธีควบคุม - ฝึกอบรมให้บุคลากรที่ต้องนำไปใช้ - ติดตามประเมินผล
8	การพิจารณาปัญหาที่ยังดำรงอยู่เพื่อกำหนดมาตรการตอบโต้ในอนาคต	- พิจารณาปัญหาที่ยังดำรงอยู่ - กำหนดมาตรการตอบโต้ในอนาคต

ที่มา : อิซาวะ, อากิโอะ ; และคณะ. (2548). การแก้ปัญหาด้วย QC Story ยุคใหม่ : Theme Achievement : Kandai Tassei Jissen Manyuaru. หน้า 98-99.

3. การเลือกและนำเครื่องมือ 7 อย่างมาใช้ คือกิจกรรมการแก้ปัญหาที่นำเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (QC 7 Tools) มาใช้เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา โดยเครื่องมือดังกล่าวมีดังนี้

- 3.1 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)
- 3.2 แผนผังกาเรโต (Pareto Diagram)
- 3.3 กราฟ (Graph)
- 3.4 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)
- 3.5 แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)
- 3.6 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)
- 3.7 ฮิสโตแกรม (Histogram)

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือคุณภาพ

แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)

เอส โทมัส ฟอสเตอร์ (S. Thomas Foster. 2004) กล่าวโดยสรุปว่า แผ่นตรวจสอบเป็นเอกสารที่อยู่ในรูปตาราง แบบฟอร์ม หรือแผนภาพ ที่ออกแบบให้มีลักษณะที่ง่ายต่อการจดบันทึกข้อมูล ง่ายต่อการจำแนกข้อมูล และง่ายต่อการวิเคราะห์ผล หรืออาจจะมีลักษณะเป็นตารางแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่ต้องการตรวจสอบไว้พร้อมแล้ว สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่ต้องกรอกรายละเอียดใหม่เพียงแต่กาเครื่องหมายลงไปในช่องที่ตรงกับรายละเอียดที่จัดไว้ เป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้เพื่อบันทึกเก็บข้อมูลว่าตรวจสอบแล้วมีจุดบกพร่องเท่าไร หรือเพื่อใช้ตรวจสอบตามหัวข้อที่กำหนดไว้ให้ตรวจสอบล่วงหน้าแล้วตรวจสอบตามลำดับหัวข้อนั้นๆ ดังนั้นจึงควรออกแบบแผ่นตรวจสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเก็บรวบรวมข้อมูลและลักษณะของข้อมูลให้ชัดเจน นอกจากนี้ควรระบุที่มาหรือภูมิหลังของข้อมูลในแผ่นตรวจสอบ เช่น ชื่อผลิตภัณฑ์ ชื่อขั้นตอนการผลิต ชื่อผู้ตรวจ และวันที่ตรวจ เป็นต้น

ข้อดี

1. ใช้ในการแสดงถึงความผันแปรของข้อมูล
2. ใช้ใบตรวจสอบที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การตัดสินใจ
3. ใช้ใบตรวจสอบที่ได้รับการออกแบบถึงแหล่งความผันแปรที่ต้องการศึกษา

ข้อควรระวัง

1. ไม่ใช้ในการแสดงผลการบันทึกข้อมูลเพียงอย่างเดียว
2. ไม่ใช้ในการอธิบายความผันแปรโดยขาดการกำหนดถึงจุดประสงค์ที่ชัดเจน เพราะจะทำให้ไม่สามารถกำหนดประเภทของข้อมูลสำหรับใบตรวจสอบที่เหมาะสม
3. ไม่ใช้ใบตรวจสอบที่ขาดการออกแบบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการตัดสินใจ เพราะทำให้ตัดสินใจยาก

Check Sheet

quality-management-tools.com

Date: _____

Employee Name: _____

Note: _____

PROBLEM	FREQUENCY
List categories you want to measure such as problems, errors, defects, etc.	Add a check for the appropriate category as you collect your data.
Problem 1	II
Problem 2	III
Problem 3	I
Problem 4	IIII
Problem 5	IIII III
Problem 6	IIII I
Problem 7	II
Problem 8	I
Problem 9	II
Problem 10	IIII

รูปที่ 2 ตัวอย่างใบตรวจสอบสำหรับความถี่ของการเกิดปัญหา

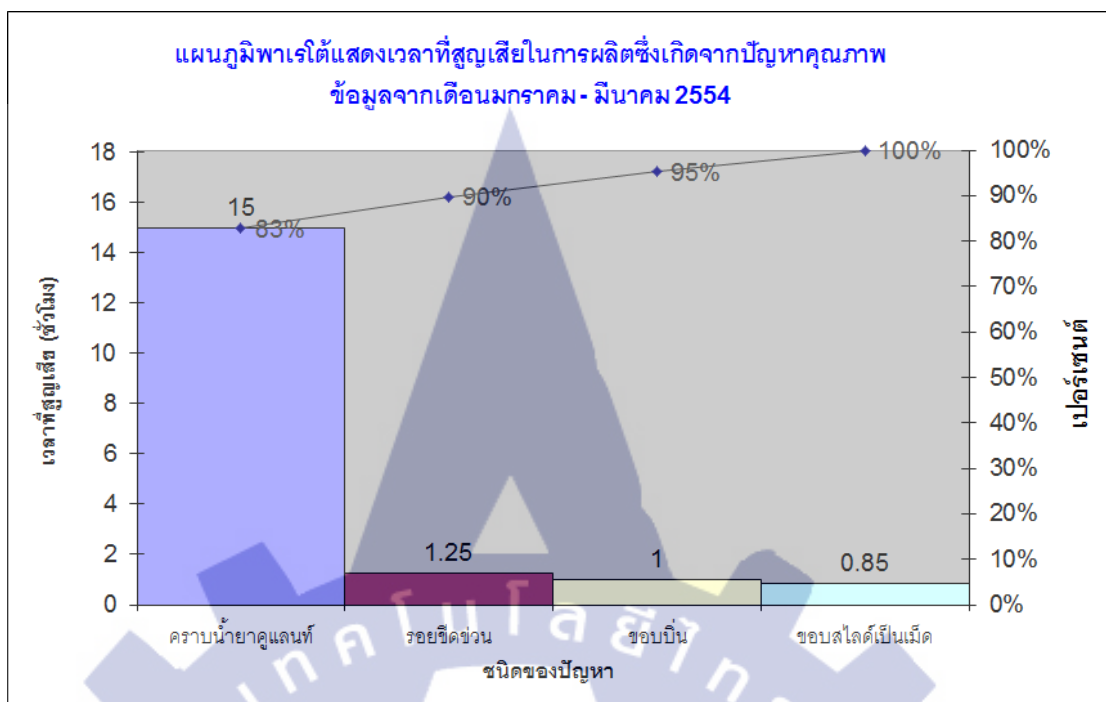
ที่มา : Dashboard. (2008). **Quality Management Tools**. Online.

แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนผังพาเรโต คือ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในองค์กร เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยการนำเอาสาเหตุของความบกพร่องมาแยกแยะข้อมูลในกราฟแท่งโดยเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย

ประโยชน์ของแผนภูมิพาเรโต

1. เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจแก้ปัญหาเร่งด่วน ปัญหารอง ตามลำดับ
2. ใช้ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ไขปรับปรุง
3. เป็นประโยชน์ในการเขียนรายงาน



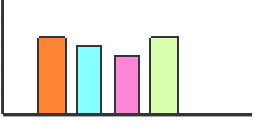
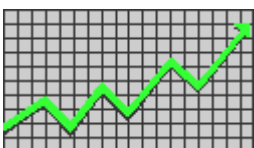
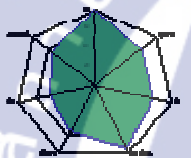
รูปที่ 3 ตัวอย่างแผนผังพาเรโต

ที่มา: Indy TK. (2554). เทคนิคการสร้างกราฟ Pareto โดยใช้ Excel. ออนไลน์.

กราฟ (Graph)

กราฟ (Graph) แผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้ เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อทำให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งกราฟมีหลายประเภท ดังนี้

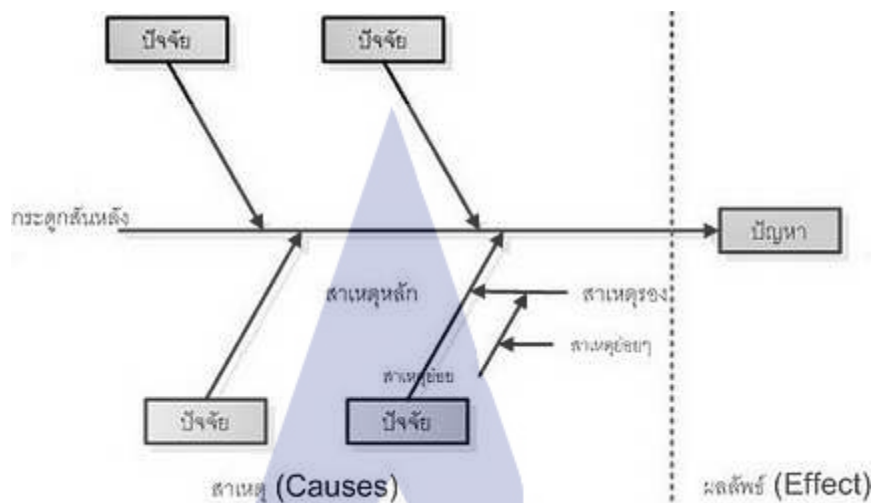
ตารางที่ 3 ประเภทของกราฟ ซึ่งอธิบายถึงลักษณะเฉพาะของแต่ละประเภท

ประเภทของกราฟ	ลักษณะเฉพาะ
 กราฟแท่ง	- ใช้เมื่อมีข้อมูลมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ข้อมูล โดยการใช้การเปรียบเทียบที่พื้นที่ของกราฟ - ไม่เหมาะสมที่จะใช้ดูแนวโน้มในระยะยาว แต่เหมาะสำหรับข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา
 กราฟเส้น	- ใช้สำหรับดูแนวโน้ม การพยากรณ์ในอนาคต หรือทำนายผลจากข้อมูลในอดีตได้ - ใช้ในการควบคุมแผนงานให้ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้
 กราฟวงกลม	พื้นที่ของกราฟเท่ากับ 100% แต่ละส่วนที่แบ่งออกมาจะแสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนในแต่ละส่วนประกอบของข้อมูลว่าเป็นกี่ส่วนขององค์ประกอบทั้งหมด
 กราฟใยแมงมุม	เป็นกราฟรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งจะแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความมากน้อยของแต่ละส่วน โดยกำหนดตำแหน่งจุดลงในแต่ละเส้นแกนของกราฟ ใช้เปรียบเทียบก่อน-หลังการปรับปรุง หรือเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป

ที่มา: ภาณุ บุรณจารากร. (2550). เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools). ออนไลน์.

แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังแสดงเหตุและผลหรือผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เป็นวิธีการที่ใช้หาสาเหตุที่แท้จริง (Root Cause) ของปัญหาในระดับรายละเอียด ก่อนที่เราจะใช้โดอะแกรมนี้ก็ต้องทราบปัญหาที่เกิดขึ้นก่อน ซึ่งก็จะได้มาจากการรวบรวมข้อมูล จัดเรียงข้อมูลโดยเลือกปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุดมาแก้ไขก่อน แล้วมารดมความคิดจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้ ค่อยๆ ระบุสาเหตุที่อาจทำให้เกิดปัญหา เมื่อทำเสร็จออกมาแล้วแผนผังจะมีลักษณะคล้ายก้างปลา



รูปที่ 4 แผนผังแสดงเหตุและผล

ที่มา : อภิชาติ ชยานุกัทรกุล. (2551). ไตอะแกรมของเหตุและผล. ออนไลน์

ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา
- ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น
 - ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
 - สาเหตุหลัก
 - สาเหตุรอง
 - สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรอง และก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น

โดยขั้นตอนการทำผังก้างปลา คือ

6. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
7. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ
8. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
9. หาสาเหตุหลักของปัญหา
10. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
11. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากเรากำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้เราใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา

การกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ

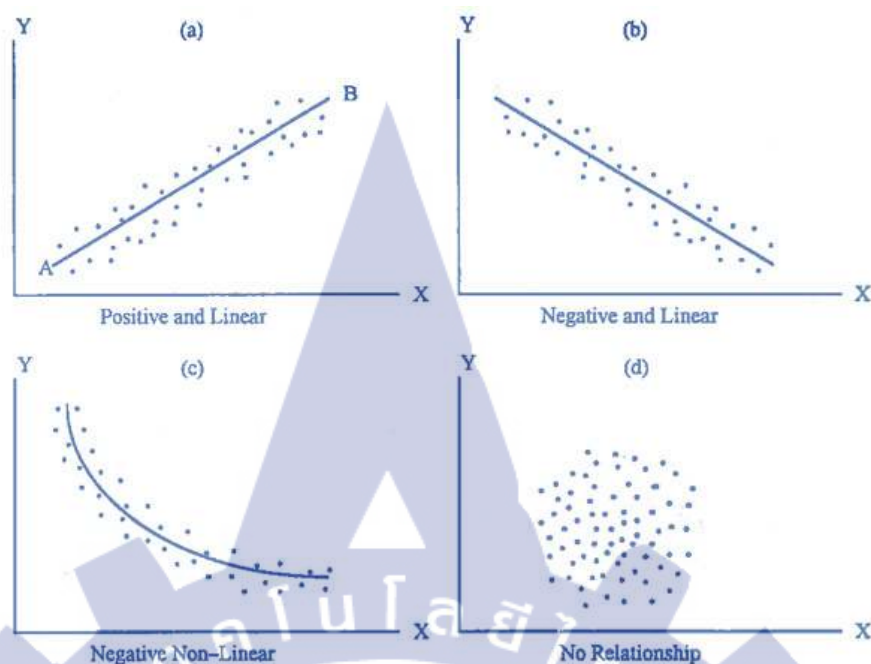
เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อยๆ เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผล

หากกล่าวถึงในส่วนของกระบวนการผลิต โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

M - Man	คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
M - Machine	เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
M - Material	วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
M - Method	กระบวนการทำงาน
E - Environment	อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

ผังแสดงการกระจาย (Scatter Diagram)

ผังแสดงการกระจาย (Scatter Diagram) คือ กราฟ 2 แกน (แกนตั้งกับแกนนอน) ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ชุด ซึ่งแทนค่าวัด หรือคุณสมบัติของค่าวัดทั้ง 2 อย่าง ที่ใช้เป็นข้อมูลจะได้ผลการวิเคราะห์เป็นผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวว่ามีแนวโน้มไปในทางใดเพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง

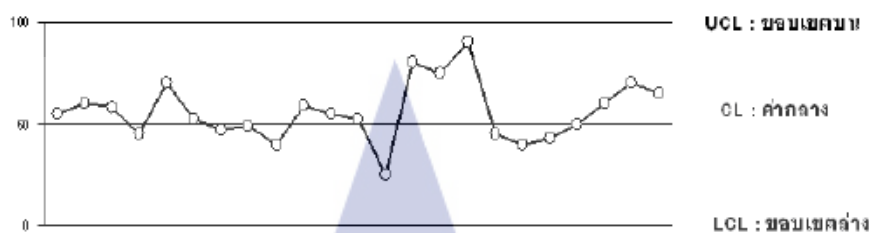


รูปที่ 5 ผังแสดงการกระจาย

ที่มา : Emathzone. (2012). **Scatter Diagram**. Online.

แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นกราฟเส้นที่ใช้เพื่อการควบคุมกระบวนการผลิต โดยมีการแสดงให้เห็นถึงขอบเขตในการควบคุมทั้งขอบเขตควบคุมบน (UCL) และขอบเขตล่าง (LCL) แล้วนำข้อมูลด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการมาเขียนเทียบกับขอบเขตที่ตั้งไว้ เพื่อจะได้รู้ว่า ในกระบวนการผลิต ณ เวลาใดมีปัญหาด้านคุณภาพ เพื่อจะได้รีบแก้ไขปรับปรุงกระบวนการให้กลับสู่สภาพปกติโดยเร็ว



รูปที่ 6 แผนภูมิควบคุม

ที่มา : ภาณุ บุรณจารุกร. (2550). เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools). ออนไลน์.

ฮิสโตแกรม (Histogram)

บรรจง จันทมาศ (2547) กล่าวโดยสรุปถึงฮิสโตแกรมไว้ ดังนี้

เป็นกราฟที่ใช้วิเคราะห์ความผันแปรของข้อมูลภายในเงื่อนไขเดียวกัน แสดงถึงความผันแปรของข้อมูลที่ได้จากการวัดของการชักตัวอย่างในช่วงเวลาเดียวกัน โดยมีการพิจารณาตามลำดับถึงรูปทรงการกระจายและแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง

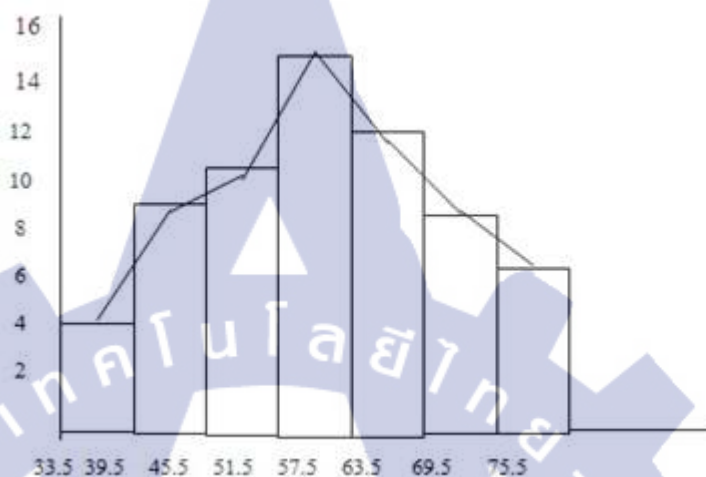
ข้อดี

1. ใช้จำแนกกลุ่มของข้อมูล เพื่อควบคุมกระบวนการและความสามารถของกระบวนการ
2. ใช้พิสูจน์สาเหตุของปัญหา โดยจะต้องนิยามจากข้อมูลวัดและจำนวนของข้อมูลที่แต่ละระดับของปัจจัยที่จะพิสูจน์จะต้องไม่ต่ำกว่า 30 ตัวอย่าง
3. ใช้ศึกษาความสามารถของกระบวนการ เพื่อทำความเข้าใจได้ง่ายถึงการแจกแจงข้อมูล ตำแหน่งของข้อมูลและการกระจายตัวของข้อมูลที่ทำให้เข้าใจกระบวนการและปฏิบัติการแก้ไขได้

ข้อควรระวัง

1. ไม่ใช้ฮิสโตแกรมกับข้อมูลที่มีการจำแนกประเภท (Stratification)
2. ไม่ใช้ฮิสโตแกรมกับข้อมูลที่มีจำนวนน้อยเกินไป เนื่องจากจะอาศัยการก่ตัวของข้อมูล
3. ไม่ใช้ฮิสโตแกรมในการแสดงถึงความแตกต่างของข้อมูล

ฮิสโตแกรม กราฟแท่งแบบเฉพาะโดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดงความถี่ และมีแกน
นอนเป็นข้อมูลของคุณภาพของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียงลำดับจากน้อย โดยจะใช้ดู
ความแปรปรวนของกระบวนการ โดยสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มา
โดยการสุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 7 ฮิสโตแกรม

ที่มา : พเยาว์ เนตรประชา. (ม.ป.ป.). การเขียนกราฟแสดงการแจกแจงความถี่.
ออนไลน์.

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการฉีดพลาสติก

กระบวนการฉีดพลาสติกเป็นกรรมวิธีการฉีดพลาสติกที่เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย
ในปัจจุบันเนื่องจากสามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ดี เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นส่วน
เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของเล่นเด็ก เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นต้น โดยวิธีการ
การฉีดพลาสติกที่กำลังหลอมเหลวเข้าสู่แม่พิมพ์ด้วยความดันสูง ผ่านเครื่องจักรที่เรียกว่า
เครื่องฉีดพลาสติก (Injection Molding Machine)

เครื่องฉีดพลาสติก (Injection Molding Machine)

เขาวลีต เจริญรักษา (2554) ได้กล่าวถึงเครื่องฉีดพลาสติกไว้ ดังนี้

เครื่องฉีดพลาสติกสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. เครื่องฉีดแนวนอน (Horizontal Injection Machine)



รูปที่ 8 เครื่องฉีดแนวนอน (Horizontal Injection Machine)

2. เครื่องฉีดแนวตั้ง (Vertical Injection Machine)



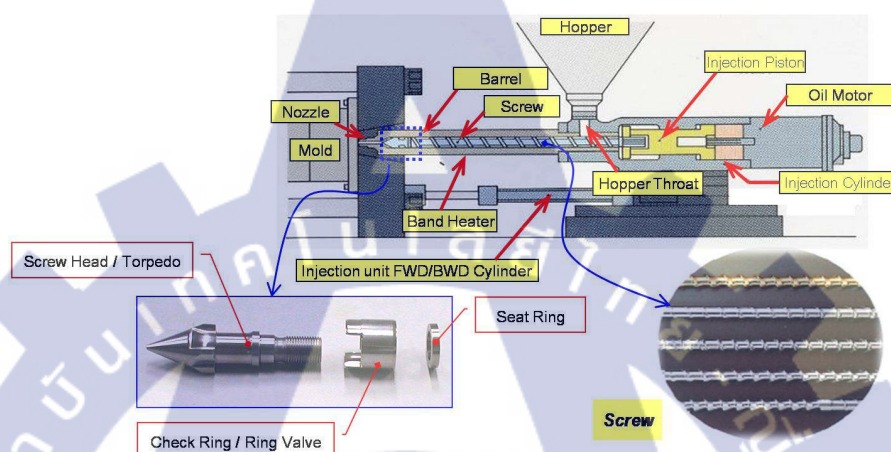
รูปที่ 9 เครื่องฉีดแนวตั้ง (Vertical Injection Machine)

ที่มา : ชาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก.
ออนไลน์.

โดยปกติแล้วหลักการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกจะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. Injection Unit (หน่วยการฉีด)

ทำหน้าที่ในการทำงานเกี่ยวกับการฉีดทั้งหมด ตั้งแต่การรับเม็ดพลาสติกจาก Hopper มาแล้วทำการหลอมเหลวผ่านสกรู (Screw) ก่อนที่จะทำการฉีดพลาสติกเหลวเข้าไปในช่องว่าง (Cavity) ของแม่พิมพ์ (Mold) ซึ่งมีชิ้นส่วนประกอบหลักๆ



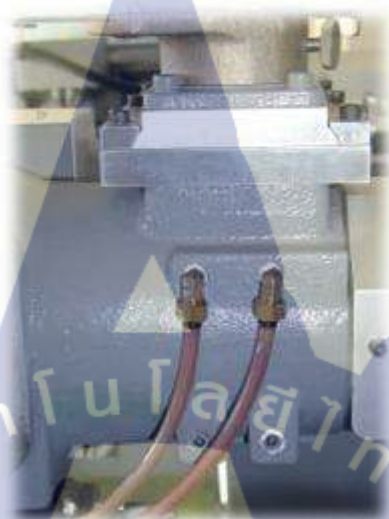
รูปที่ 10 ส่วนประกอบของหน่วยการฉีด

ที่มา : ชาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก. ออนไลน์.

ส่วนประกอบที่สำคัญของหน่วยการฉีด ประกอบด้วย Hopper Throat (คอป้อน)

เป็นบริเวณที่เม็ดพลาสติกจะร่วงลงมาจาก Hopper โดยบริเวณคอป้อนนี้ จะมีระบบน้ำหล่อเย็นเลี้ยงรอบๆ เพื่อที่จะควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับชนิดของเม็ดพลาสติก เม็ดพลาสติกจะถูกลำเลียงจาก Hopper ผ่านรูป้อนเพื่อไหลผ่านไปยังกระบอกฉีด (Barrel) ซึ่งในช่วงที่เม็ดพลาสติกถูกป้อนลงมานั้น หากไม่มีระบบน้ำหล่อเย็นเลี้ยงที่บริเวณคอป้อน (Throat) ดังรูปที่ 11 ก็จะทำให้อุณหภูมิของรูป้อนเม็ดสูงขึ้นมากๆ จะทำให้เม็ดพลาสติกเริ่มหลอมละลายเกาะตัวกันมากยิ่งขึ้น เป็นเหตุทำให้ปริมาณการไหลลงของเม็ดพลาสติกไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำการตรวจสอบระบบหล่อเย็นอย่างสม่ำเสมอ ถ้าระบบของการหล่อเย็นของน้ำไม่มีหรือการไหลของน้ำเกิดการอุดตัน ก็จะเป็นเหตุทำให้อุณหภูมิของช่วงการป้อนเม็ดสูงขึ้นได้ ในทางตรงกันข้าม กรณีที่อุณหภูมิของคอป้อน (Throat) ต่ำมากๆ ในขณะที่

ที่มีการป้อนเม็ดพลาสติกก็จะทำให้เม็ดพลาสติกมีความชื้นเกิดขึ้น โดยเฉพาะเม็ดที่ผ่านกระบวนการไล่ความชื้นมาแล้ว ซึ่งตรงนี้จะป็นปัจจัยหลักที่ทำให้การฉีดขึ้นรูปพลาสติกมีปัญหาได้เช่นกัน



รูปที่ 11 คอป้อน (Hopper Throat)

ที่มา : เซาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก. ออนไลน์.

Barrel

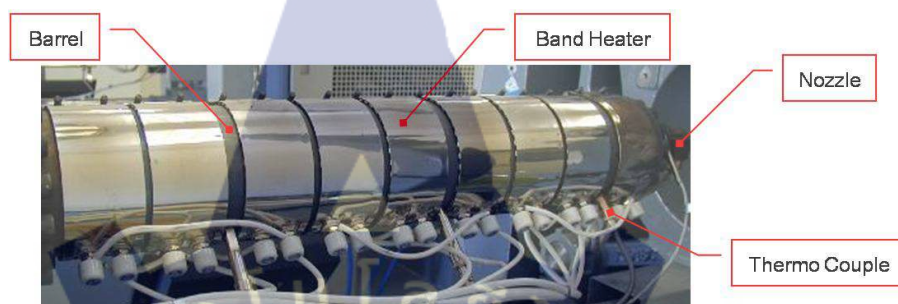
Barrel หรือกระบอกฉีดดังรูปที่ 12 เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญมากอีกชิ้นหนึ่งของเครื่องฉีดพลาสติก กระบอกฉีดจะมีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอก ที่ติดตั้งอยู่กับ Hopper Throat ผิวด้านนอกของกระบอกฉีดจะติดตั้ง Band Heater เพื่อใช้ในการให้ความร้อนเพื่อใช้ในการหลอมเหลวเม็ดพลาสติก ส่วนปลายของกระบอกจะต่อเข้ากับหัวฉีด (Nozzle) และภายในของกระบอกฉีดก็จะมีชุด Screw สวมอยู่ เพื่อช่วยในการหลอมเหลวเม็ดพลาสติก และฉีดอัดพลาสติกเหลวเข้าไปในแม่พิมพ์

Band heater

ปลอกหรือแถบทำความร้อน (Band Heater) ดังรูปที่ 12 มีหน้าที่ทำความร้อนและส่งถ่ายไปยังกระบอกฉีด (Barrel) เพื่อใช้ในการหลอมละลายเม็ดพลาสติก โดยทั่วไป Band Heater จะติดตั้งไว้โดยการห่อหุ้มอยู่ภายนอกของกระบอกฉีด (Barrel) โดยแยกการควบคุมอุณหภูมิออกเป็นส่วนๆ

Thermo Couple

Thermo Couple ดังรูปที่ 12 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้คุณสมบัติของโลหะสองชนิดที่แตกต่างกัน ซึ่งความต่างศักย์ที่วัดได้จากปลายทั้งสองข้างของ Thermocouple นั้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่จุดต่อระหว่างสองโลหะ Thermo Couple มีอยู่มากมายหลายชนิดแต่ที่ใช้กับเครื่องฉีดทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ Type J และ Type K



รูปที่ 12 ตำแหน่ง Barrel, Band Heater และ Thermo Couple

ที่มา : เชาวลิศ เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก. ออนไลน์.

Screw

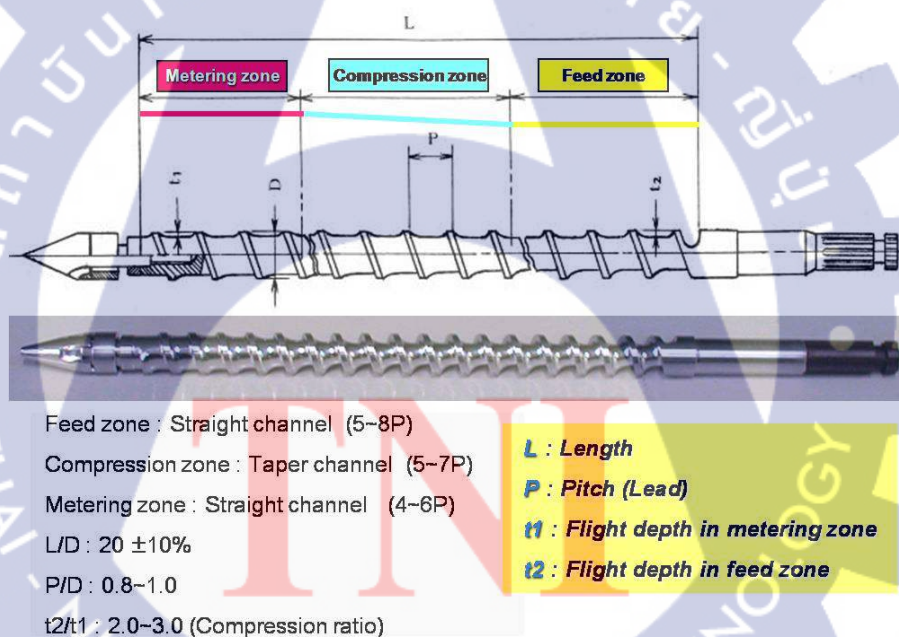
โดยทั่วไปสกรูที่ใช้กับเครื่องฉีดพลาสติกนั้น มีการออกแบบที่แตกต่างกันไปเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ

- Feed Zone ของ Screw ดังรูปที่ 13 จะเป็นช่วงที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงเม็ดพลาสติกที่ไหลลงมาจาก Hopper Throat เพื่อที่จะส่งต่อไปยังช่วง Compression Zone ซึ่งความลึกของร่องเกลียวช่วงนี้จะเท่ากันทุกรอบเกลียว การเปลี่ยนแปลงความร้อนในช่วงนี้จะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยจากการเสียดสีกันของเม็ดพลาสติก เพราะฉะนั้นความร้อนที่มาจาก Band Heater ในช่วงนี้ต้องไม่สูงมากจนเกินไป เพราะจะทำให้พลาสติกหลอมเหลวหรือเกาะกันเป็นก้อน และเพื่อป้องกันการลำเลียงเม็ดพลาสติกไม่ให้ขาดช่วงหรือขาดความต่อเนื่อง

- Compression Zone ของ Screw ดังรูปที่ 13 จะเป็นช่วงที่ทำให้พลาสติกเกิดการหลอมเหลวและผสมผสานกันได้ดียิ่งขึ้น โดยจะทำให้เกิดการเสียดสีกันของเม็ดพลาสติกเองและทำให้เกิดความร้อนสะสมภายในเม็ดพลาสติก ทำให้เกิดการหลอมเหลวและอัดแน่นกันมากยิ่งขึ้น ตรงช่วงบริเวณนี้ขนาดความลึกของร่องเกลียวจะค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ เพื่อทำให้เกิดการอัดตัวของพลาสติกหลอมเหลวของเม็ดพลาสติก ซึ่งข้อแตกต่างของความลึกของร่องเกลียวช่วงนี้เราเรียกว่า Compression Ratio โดยทั่วไปจะอยู่ที่ประมาณ 2 : 1 จากช่วงของ Compression

Zone ปริมาณพลาสติกที่ถูกหลอมละลายจะถูกส่งไปยังส่วนสุดท้ายของ Screw ที่เรียกว่า Metering Zone ต่อไป

- Metering Zone ของ Screw ดังรูปที่ 13 จะเป็นช่วงที่มีการเฉือนกันของพลาสติกมากที่สุดและจะเพิ่มมากขึ้นระหว่าง Barrel กับ Screw และเพิ่มการหลอมละลายของพลาสติก บางส่วนที่ยังหลอมละลายไม่ดีพอ เพื่อที่จะทำการฉีดต่อไป การหลอมละลายในช่วงนี้จะเริ่มมีการสะสมกำลังและแรงดันเพิ่มมากขึ้นที่ด้านปลายของ Barrel ในช่วงของ Metering Zone นี้จะทำให้หน้าพลาพลาสติกที่หลอมละลายดีแล้วผ่านทะลุ Non-Return Valve ไปยังด้านหน้าสุดของ Screw และไปสะสมกันอยู่ปลายสุดของ Barrel และในขณะเดียวกันในการสะสมกันของพลาสติกเหล่านี้ก็จะมีกำลังเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่สกรูหมุน กำลังหรือแรงดันนี้จะเป็นตัวที่ดันให้สกรูถอยหลังไปจนถึงระยะของ SM (ตำแหน่งหยุดการหมุนของ Screw) ตามที่ตั้งค่าไว้ ซึ่งเป็นการสะสมปริมาณพลาสติกเหลวให้ได้ตามที่ต้องการเพื่อที่จะทำการฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ ในแต่ละรอบการทำงาน

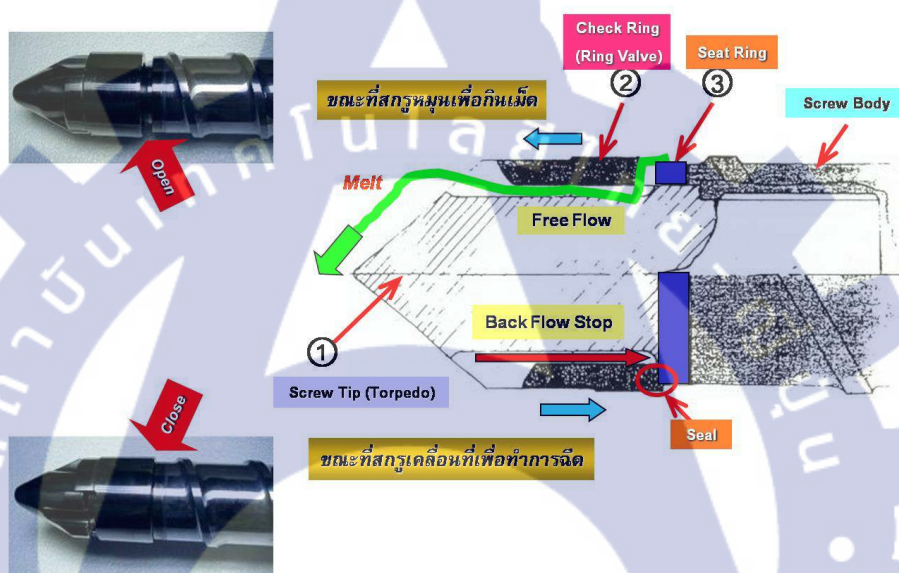


รูปที่ 13 การแบ่งโซนของสกรู

ที่มา : ชาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก. ออนไลน์.

Nozzle

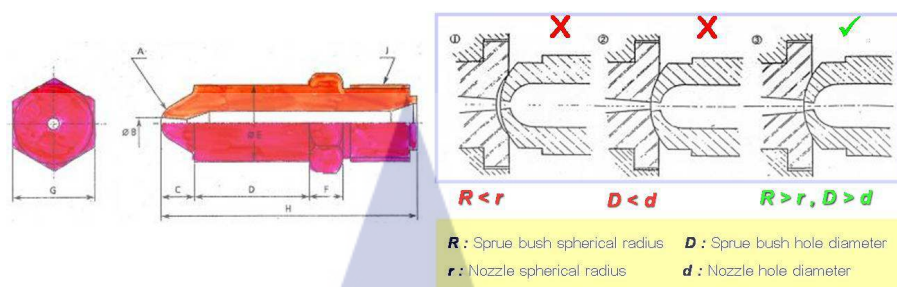
หัวฉีด (Nozzle) ดังรูปที่ 14 เป็นส่วนประกอบหนึ่งของชุดฉีดพลาสติก มีไว้เพื่อทำหน้าที่เป็นทางผ่านของพลาสติกเหลวจากกระบอกฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ ซึ่งหัวฉีดจะเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างปลายกระบอกฉีดกับ Spruce Bush ของแม่พิมพ์ในขณะที่ทำการฉีดพลาสติกเข้าไปในแม่พิมพ์ ขนาดรัศมีของปลายหัวฉีด (Nozzle) ต้องมีขนาดพอดีที่จะสวมหรือสัมผัสกับขนาดรัศมีของ Spruce Bush ของแม่พิมพ์ และต้องไม่มีรอยยุบรอยกระแทกที่บริเวณใกล้กับรูฉีดของ Nozzle เพราะอาจทำให้การฉีดมีปัญหาได้โดยทั่วไปหัวฉีด (Nozzle) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้



รูปที่ 14 หัวฉีด

ที่มา : ชาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก. ออนไลน์.

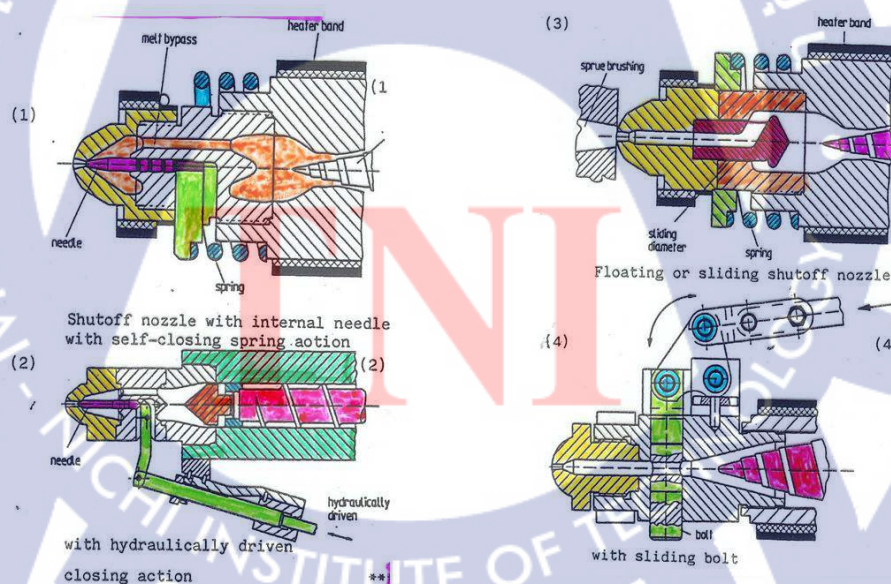
- หัวฉีดแบบเปิด (Open Nozzle) ดังรูปที่ 15 เป็นหัวฉีดแบบที่ใช้กับพลาสติกที่มีความหนืดค่อนข้างสูง ซึ่งไหลได้ยากเมื่อถึงจุดหลอมเหลว เป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางมากเพราะมีราคาถูก, มีความเสียดทานในการไหลน้อยมาก และทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับหัวฉีดแบบปิด เนื่องจากหัวฉีดแบบเปิดไม่มีระบบเปิด-ปิดรูของ Nozzle ซึ่งอาจทำให้เกิดการไหลย้อนของพลาสติกที่ปลายหัวฉีดได้ จึงต้องใช้วิธีการป้องกันด้วยการดึงกลับของสกรู (Suck Back) เป็นมาตรฐานการใช้งานหัวฉีดแบบ Open Nozzle



รูปที่ 15 หัวฉีดแบบเปิด

ที่มา : ชาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก. ออนไลน์.

- หัวฉีดแบบปิด (Shut-Off Nozzle) ดังรูปที่ 16 เป็นหัวฉีดแบบที่นิยมใช้กับพลาสติกที่มีความหนืดต่ำ ซึ่งไหลได้ง่ายเมื่อถึงจุดหลอมเหลว หัวฉีดแบบนี้จะมีกลไกหรือระบบควบคุมการเปิด-ปิดรูฉีดเพื่อป้องกันไม่ให้พลาสติกเหลว ไหลย้อนออกมาที่ปลายหัวฉีด ซึ่งกลไกหรือระบบควบคุมการเปิด-ปิดรูฉีดนั้นมีอยู่มากมายหลายแบบ ดังรูป



รูปที่ 16 ระบบควบคุมการเปิด-ปิดรูฉีด

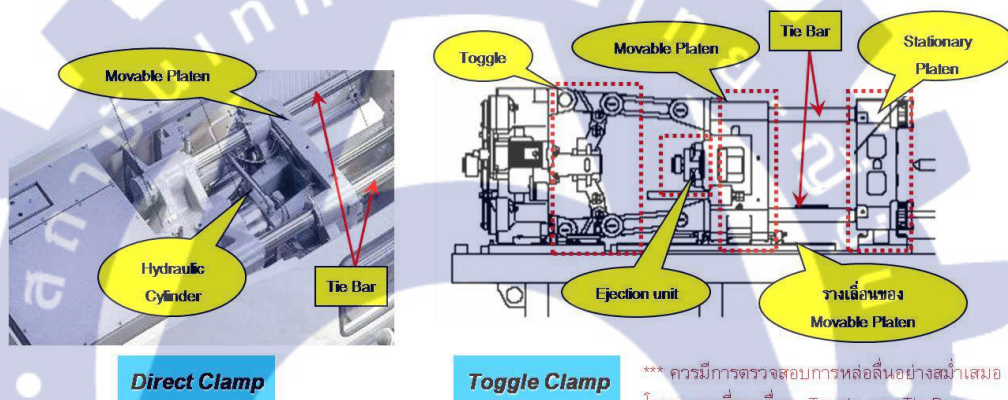
ที่มา : ชาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก. ออนไลน์.

2. Clamping Unit (หน่วยปากกาปิดแม่พิมพ์)

Clamp Unit เป็นชุดอุปกรณ์มีหน้าที่ในการติดตั้งแม่พิมพ์, เปิด-ปิดแม่พิมพ์ และ กระทั่งชิ้นงานที่ฉีดเสร็จแล้วออกจากแม่พิมพ์ โดยเฉพาะการปิดแม่พิมพ์นั้น Clamp Unit จะต้องมีแรงในการปิดที่สามารถต้านทานแรงดันของพลาสติกเหลวในขั้นตอนการฉีดได้ โดยทั่วไป Clamp Unit ดังรูปที่ 17 จะมีอยู่ 2 ระบบใหญ่ๆ ดังนี้

- Direct Clamp เป็นระบบการเปิด-ปิดแม่พิมพ์โดยตรงผ่านต้นกำลัง ซึ่งก็คือ ลูกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder) ระบบนี้เป็นระบบที่นิยมใช้ในเครื่องฉีดระบบไฮดรอลิก ซึ่งมีข้อดีก็คือ สามารถ Set-Up ได้ง่าย

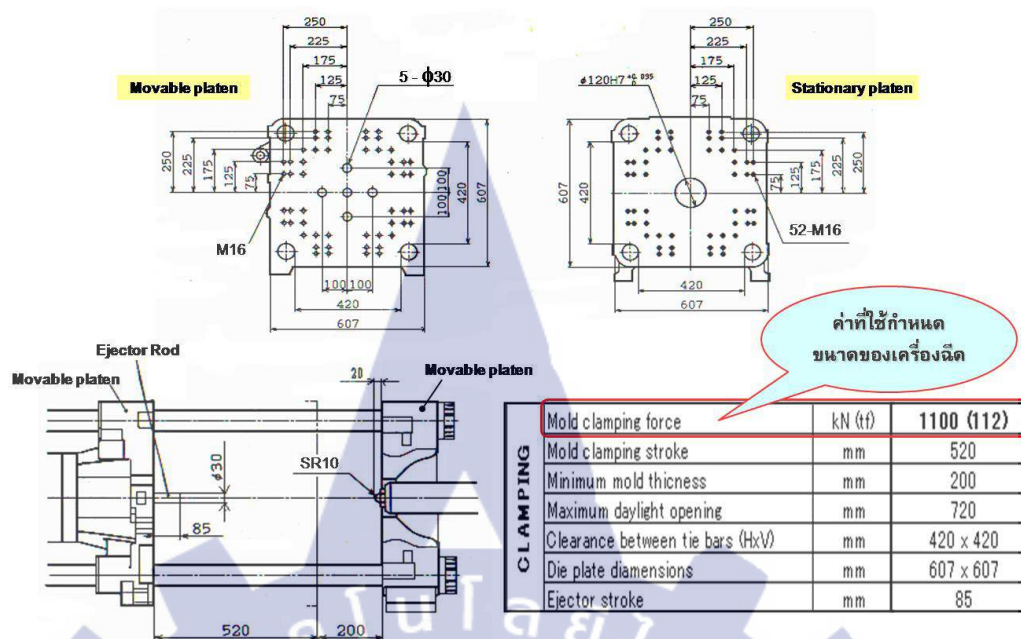
- Toggle Clamp เป็นระบบการเปิด-ปิดแม่พิมพ์ผ่านกลไกหรือระบบ Mechanic ซึ่งสามารถใช้ได้กับต้นกำลังจาก Servo Motor และ Hydraulic ซึ่งมีข้อดีก็คือแรงในการปิดแม่พิมพ์จะเที่ยงตรงและสม่ำเสมอ



*** ควรมีการตรวจสอบการหล่อลื่นอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะที่รางเลื่อน, Toggle และ Tie Bar

รูปที่ 17 ระบบของ Clamp Unit

ที่มา : ชาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก. ออนไลน์.

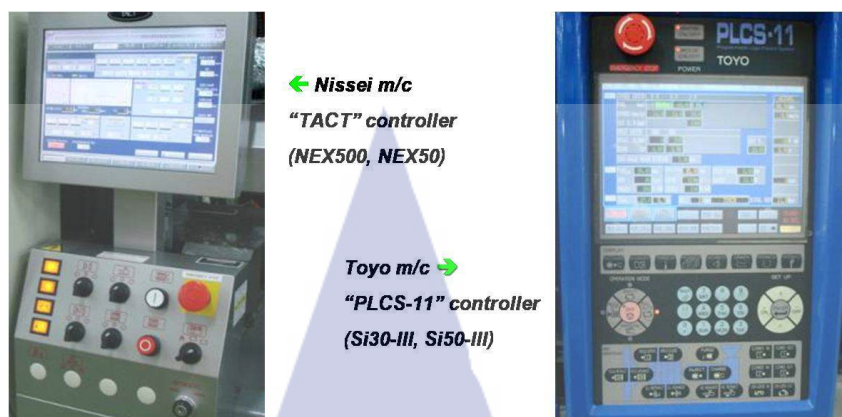


รูปที่ 18 รายละเอียดของ Clamping Unit

ที่มา : ชาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติกออนไลน์.

3. Control Unit (หน่วยควบคุม)

Control Unit ดังรูปที่ 19 มีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบของเครื่องฉีด เช่น การควบคุมอุณหภูมิของกระบอกฉีด (Barrel), การควบคุมแรงดันและความเร็วในการฉีด, การควบคุมความเร็วในการเปิด-ปิดแม่พิมพ์, การควบคุมเวลาการทำงานในขั้นตอนต่างๆ ของเครื่องฉีด เป็นต้น



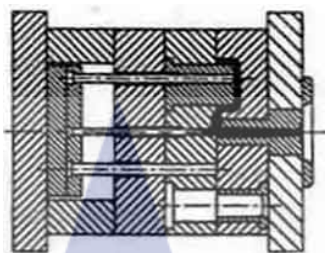
รูปที่ 19 Control Unit

ที่มา : ชาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก.
ออนไลน์.

แม่พิมพ์ (Mold)

แม่พิมพ์พลาสติก หมายถึง แม่พิมพ์ที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์พลาสติก ซึ่งการที่จะสร้างแม่พิมพ์ชนิดใดจะขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของผลิตภัณฑ์ ชนิดพลาสติกและความสะดวกรวดเร็วในการผลิต โดยทั่วไปสามารถจำแนกประเภทแม่พิมพ์พลาสติกได้หลากหลายประเภท ดังนั้นจะขอเสนอในส่วนแม่พิมพ์ฉีด

แม่พิมพ์ฉีด (Injection Molding) ดังรูปที่ 20 เป็นกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันเพราะสามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ดีและมีหลายลักษณะงาน เช่น ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนยานยนต์ เครื่องใช้ในครัวเรือน บรรจุภัณฑ์ ของเด็กเล่น เครื่องสำอาง เป็นต้น การผลิตชิ้นงานนั้นจะใช้เม็ดพลาสติกป้อนเข้าที่เครื่องฉีด เครื่องฉีดจะทำหน้าที่หลอมละลายเม็ดพลาสติกและฉีดพลาสติกเหลวเข้าสู่แม่พิมพ์ คงความดันและอัดพลาสติกเหลวเข้าเต็มแม่พิมพ์และชิ้นงานจะถูกหล่อเย็นด้วยขนะฉีด เพื่อให้ได้ชิ้นงานรูปร่างตามแม่พิมพ์แล้วจึงเปิดแม่พิมพ์เพื่อทำการปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ โดยทั่วไปถ้ามีการบำรุงรักษาแม่พิมพ์เป็นอย่างดีจะทำให้อายุการใช้งาน 500,000-1,000,000 Shots



รูป 20 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ที่มา : สถาบันไทย-เยอรมัน. (2545). เทคโนโลยีแม่พิมพ์พลาสติก. ไม่ปรากฏเลขหน้า.

ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ด้วยแม่พิมพ์

ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นการกำหนดรูปแบบของผลิตภัณฑ์หรือผลของการสร้างรูปวัตถุ ให้เกิดเป็นลักษณะต่างๆ ออกมาให้สามารถมองเห็นและสัมผัสได้จำเป็นต้องผ่านกระบวนการต่างๆ ทาง การออกแบบและการผลิต ซึ่งโดยรวมแล้วจะพิจารณาจากวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนตามหลักเกณฑ์ที่ว่าออกแบบทำไม เพื่อใคร ที่ไหน อะไร อย่างไร และมูลค่าเท่าไร ซึ่งนักออกแบบจำเป็นต้องนำเอาวัตถุประสงค์ดังกล่าวมาผสมผสานความคิดเพื่อให้ได้สินค้าที่มีความเหมาะสมและเป็นไปตามความต้องการของตลาด

ในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นประกอบด้วย 2 ประการ คือ

(1) การศึกษาเบื้องต้น ซึ่งเป็นกระบวนการเตรียมแผนการออกแบบซึ่งได้มาจากการศึกษาค้นคว้าวิจัย และข้อมูลด้านอื่นๆ เช่น การตลาด การผลิต ต้นทุน ประสิทธิภาพที่ใช้รูปร่างและความต้องการของผู้ใช้ เป็นต้น เพื่อกำหนดเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์

(2) การออกแบบ เมื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางของผลิตภัณฑ์แล้วจึงนำมาประมวลผลเพื่อออกแบบให้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ ในรูปของหน้าที่การใช้งานและรูปร่างด้วยการร่างภาพหรือสร้างเป็นหุ่นจำลองที่มีรายละเอียด เพื่อประกอบการอธิบายในการตัดสินใจสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

การออกแบบเบื้องต้นได้รับการยืนยันให้ดำเนินการผลิต ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องการดำเนินการเสนอแบบจริงที่สื่อความหมายให้เป็นที่เข้าใจได้ ซึ่งในส่วนนี้คือการเขียนแบบงานที่แสดงโครงสร้างและสัดส่วน ตลอดจนรายละเอียดปลีกย่อยเพื่อขยายความชัดเจนของผลิตภัณฑ์นั้น

ในปัจจุบันการออกแบบและเขียนแบบได้อาศัยคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยที่รู้จักในนามของคอมพิวเตอร์ ช่วยออกแบบ หรือเขียนแบบ (Computer Aided Design / Drafting) ซึ่งข้อมูลที่ป้อนเข้าไปเพื่อให้เกิดเป็นรูปร่างผลิตภัณฑ์ หรือแบบงานจะถูกบันทึกไว้ในส่วนของตัวเก็บข้อมูล (Hard Disk) ทั้งนี้ เมื่อมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือแบบงานจึงสามารถเรียกกลับมาใช้งานได้อย่างสะดวก รวมทั้งยังเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ส่งต่อไปให้กระบวนการสร้างต้นแบบได้ผลงานที่ถูกต้องและแม่นยำอีกด้วย

2. ต้นแบบ

เมื่อผ่านกระบวนการออกแบบจนสามารถนำไปเป็นสินค้าที่ต้องการผลิตแล้วเพื่อให้เกิดการมั่นใจในสินค้าควรจัดให้มีการทำต้นแบบขึ้นเพื่อให้เห็นรูปร่าง ขนาด สี สัน ประเภทของวัสดุที่ใช้ เป็นต้น ซึ่งกระบวนการในการสร้างต้นแบบได้มีวิวัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง ดังนี้

ในยุคแรกๆ ของการทำต้นแบบ ผู้ผลิตสินค้าจะอาศัยช่างฝีมือในการขึ้นรูปต้นแบบจากวัสดุที่มีอยู่ทั่วไป เช่น ดินเหนียว ไม้ ปูนปลาสเตอร์ เป็นต้น ต่อมาเมื่อมีการพัฒนาเครื่องจักรกลและวัสดุที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าวัสดุเดิม การทำต้นแบบจึงได้อาศัยเครื่องจักรกลในการขึ้นรูปให้เป็นไปตามการออกแบบและลดระยะเวลาในการทำได้เป็นอย่างมาก

ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้เพื่อการออกแบบและการสร้างต้นแบบเป็นอันมาก เนื่องจากเทคโนโลยีด้านการออกแบบได้อาศัยคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย จึงทำให้เกิดการพัฒนาข้อมูลจากการออกแบบมาทำการสร้างต้นแบบได้อย่างรวดเร็วโดยให้ชื่อกระบวนการนี้ว่า “Rapid Prototype” ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีรูปแบบและกรรมวิธีให้ได้มาซึ่งต้นแบบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความละเอียด ความเที่ยงตรงของต้นแบบต้องการเช่นใด

3. การออกแบบและการสร้างแม่พิมพ์

3.1 การออกแบบแม่พิมพ์

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ใดๆ ก็ตามที่มีจำนวนมาก จำเป็นต้องอาศัยแม่พิมพ์ที่สามารถครอบคลุมถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ได้ทั้งรูปทรง ขนาด น้ำหนัก ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ ซึ่งลักษณะของกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันจะส่งผลโดยตรงมาจากแม่พิมพ์ที่นำมาใช้งาน ดังนั้น การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งต้องยึดหลักการที่ว่า

- แม่พิมพ์คุณภาพดี ผลิตที่ดีย่อมเกิดขึ้น
- แม่พิมพ์ผลิตขึ้นงานออกมาได้เร็ว ผลตอบแทนจากการลงทุนจะคืนกลับมาโดยเร็ว
- แม่พิมพ์มีราคาที่เหมาะสมย่อมส่งผลให้ได้เปรียบทางธุรกิจ

ดังนั้น พอสรุปได้ว่า การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ต้องคำนึงถึง คุณภาพ การส่งมอบ และราคาที่เหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยหลักของอุตสาหกรรมนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทั้ง 3 ประการข้างต้น การออกแบบแม่พิมพ์ที่ดีจึงควรพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

(1) มาตรฐานการออกแบบ ซึ่งในการออกแบบแต่ละครั้งจำเป็นต้องมีมาตรฐานที่ดี โดยการกำหนดกฎเกณฑ์ต่างๆ นั้น สามารถทำได้โดยผู้ผลิตแม่พิมพ์เอง หรือเป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดให้

(2) เลือกใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดเวลาในการออกแบบ

(3) สามารถนำแม่พิมพ์ไปใช้ในการผลิตได้โดยไม่มีอุปสรรคใดๆ เกิดขึ้น

(4) เลือกวัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ได้อย่างเหมาะสมกับปริมาณการผลิต เพื่อลดต้นทุนในการทำแม่พิมพ์

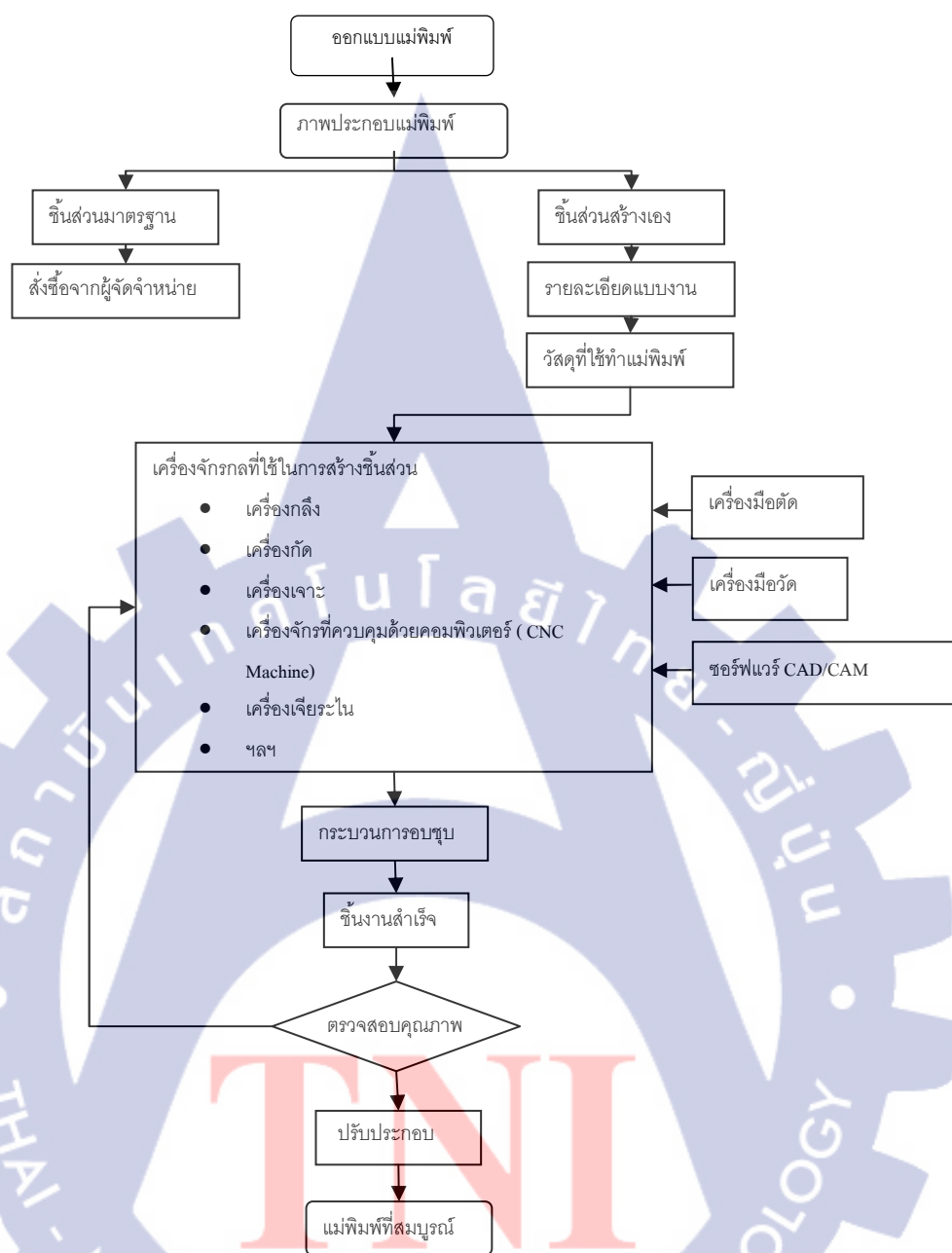
(5) ลดความสลับซับซ้อนในการทำงานของแม่พิมพ์ เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการซ่อมบำรุงเมื่อเกิดความเสียหายระหว่างกระบวนการผลิต

ในปัจจุบันการออกแบบแม่พิมพ์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยให้การออกแบบมีความแม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในหน่วยความจำของระบบคอมพิวเตอร์ได้เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และการวิเคราะห์ความถูกต้องของการออกแบบไว้อย่างมากมาย ทำให้ลดระยะเวลาการทำงานขั้นตอนนี้เป็นอย่างมากแต่การออกแบบจะให้สมบูรณ์ได้นั้น บุคลากรที่ทำงานด้านนี้ต้องมีประสบการณ์ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแม่พิมพ์มาก่อน เพื่อนำประสบการณ์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในระหว่างการออกแบบต่อไป

3.2 การสร้างแม่พิมพ์

การสร้างแม่พิมพ์มีลำดับขั้นตอนของการดำเนินงานตามรูปที่ 21





รูปที่ 21 ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์

ที่มา : สถาบันไทย-เยอรมัน. (2545). เทคโนโลยีแม่พิมพ์พลาสติก. ไม่ปรากฏเลขหน้า.

วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์และเครื่องมือสำหรับงานแม่พิมพ์ คือ เหล็ก โดยเหล็กที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์จะอยู่ในกลุ่มของเหล็กกล้าเครื่องมือ ซึ่งเหล็กกล้าเครื่องมือจัดเป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนและธาตุผสมอื่นๆ ในปริมาณสูง เพื่อให้มีความสามารถในการชุบแข็งสูงเหมาะสำหรับการปรับปรุงคุณสมบัติด้านทานการสึกหรอ คุณสมบัติที่สำคัญของเหล็กกล้าเครื่องมือ ได้แก่

(1) ความสามารถในการชุบแข็ง (Harden Ability) คือ คุณสมบัติที่เหล็กกล้าที่บ่มถึงความยากง่ายในการชุบแข็งและความลึกของเหล็กที่แข็งขึ้นจากการชุบแข็ง คุณสมบัตินี้จะขึ้นอยู่กับส่วนผสมทางเคมีและขนาดของเกรนของเหล็กกล้า โดยเหล็กกล้าที่มีความสามารถในการชุบแข็งสูง จะสามารถทำการชุบแข็งได้ง่ายด้วยลม แต่ถ้าเหล็กกล้าที่มีความสามารถในการชุบแข็งต่ำ การชุบแข็งด้วยลมจะไม่สามารถทำให้ได้เฟสมาร์เทนไซต์ จึงอาจต้องทำการชุบแข็งด้วยน้ำหรือของเหลวอื่น ซึ่งจะมีผลต่อการบิดตัวของชิ้นงานที่ทำการชุบ คุณสมบัตินี้เพิ่มขึ้นตามปริมาณธาตุผสม ดังนั้นการทำให้ได้ชิ้นงานที่มีความแข็งสูงตลอดชิ้น หรือสามารถชุบแข็งได้ลึก จึงควรเลือกใช้เหล็กกล้าที่มีธาตุผสมสูง โดยโคบอลต์เป็นเพียงธาตุเดียวที่ลดคุณสมบัตินี้

(2) ความเหนียว (Toughness) คือ ความสามารถในการรับพลังงานของวัสดุก่อนที่จะเกิดการแตกหัก เหล็กกล้าเครื่องมือที่ถือว่ามีคุณสมบัติด้านความเหนียวที่ดี คือ กลุ่มที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ หรือปานกลาง คุณสมบัตินี้จำเป็นสำหรับการใช้งานในสภาวะที่ต้องรับแรงกระแทก

(3) ความทนต่อการเสียดสี (Wear Resistance) คือ ความสามารถทนต่อการถูกขัดสี ซึ่งรวมถึงการเสียดสีของคมตัดด้วย คุณสมบัตินี้จะเกี่ยวข้องกับความแข็งของเหล็ก และปริมาณคาร์ไบด์ที่ไม่ละลาย (คาร์ไบด์ที่ไม่ละลายตัวเมื่อมีการใช้งานในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง) โดยหากเหล็กกล้าเครื่องมือมีความแข็งสูงก็จะทนการเสียดสีได้ดี หรือหากมีคาร์ไบด์ที่ไม่ละลาย (แม้อุณหภูมิสูง) ก็จะทำให้ทนการเสียดสีได้ดีขึ้นเช่นกัน เนื่องจากคาร์ไบด์จะมีความแข็งสูง

(4) การรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง (Red-Hardness) เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือที่ต้องได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงกว่า 480 องศาเซลเซียส โดยธาตุผสมที่ทำให้เกิดคาร์ไบด์ที่เสถียรจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัตินี้ ซึ่งจะทำให้เหล็กกล้าเครื่องมือไม่อ่อนลง (ความแข็งลดลง) อันเนื่องมาจากผลของความร้อนในขณะใช้งานที่อุณหภูมิสูง หรือในขณะทำการอบคืนตัว (Tempering)

(5) ความสามารถในการตัดเฉือน (Machinability) คือ ความสามารถของโลหะที่ถูกตัดเฉือน ตกแต่งได้ง่าย และมีผิวที่เรียบภายหลังการตัดเฉือน

(6) ความต้านทานการสูญเสียคาร์บอน (Resistance to Decarburization) การสูญเสียคาร์บอนซึ่งจะเกิดเมื่ออบเหล็กที่อุณหภูมิสูงกว่า 700 องศาเซลเซียส (1300 องศาฟาเรนไฮต์) เป็นผลให้ความแข็งที่ได้ภายหลังการชุบแข็ง ต่ำลง เหล็กกล้าเครื่องมือที่มีคุณสมบัตินี้ต่ำจะต้องมีวิธีป้องกัน/ควบคุมบรรยากาศในการอบชุบความร้อนเพื่อไม่ให้ชิ้นงาน

สูญเสียคาร์บอนโดยเฉพาะที่ผิว สำหรับเหล็กกล้าเครื่องมือที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสมหลักจะสามารถต้านทานการสูญเสียคาร์บอนได้ดี

(7) การไม่เปลี่ยนรูปร่างหรือขนาด (Non Deformation Properties) คุณสมบัตินี้สัมพันธ์กับความสามารถในการชุบแข็ง โดยทั่วไปเหล็กกล้าที่สามารถชุบแข็งได้ด้วยลมจะมีการบิดตัวน้อยที่สุด เหล็กกล้าที่ทำการชุบแข็งด้วยน้ำมันทำให้เกิดการบิดตัวปานกลาง และเหล็กกล้าที่ทำการชุบแข็งด้วยน้ำทำให้เกิดการบิดตัวสูงที่สุด ดังนั้น ในการออกแบบเลือกเหล็กกล้าเครื่องมือจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติด้านนี้ด้วย

พลาสติกที่ใช้ในกระบวนการผลิตแปรงสีฟัน

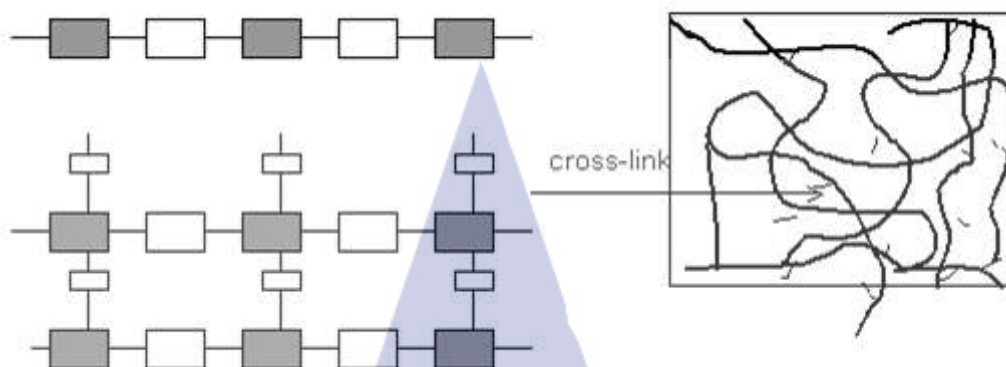
พลาสติกที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตแปรงสีฟันโดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนด้ามจับที่จะมีความแข็งเพื่อให้มีความคงตัว ถนัดมือ และส่วนของยางนุ่มที่ช่วยให้แปรงสีฟันมีความนุ่มนวลสัมผัสยิ่งขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้ก็ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ

พลาสติก

พลาสติกจัดเป็นวัสดุพอลิเมอร์ที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นสายโซ่ยาวๆ แต่ไม่สามารถมองเห็นเป็นสายโซ่ได้ด้วยตาเปล่าซึ่งสายโซ่ดังกล่าวประกอบด้วยหน่วยย่อยๆ ที่เรียกว่ามอนอเมอร์ พอลิเมอร์สามารถสังเคราะห์ได้จากกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization) ของมอนอเมอร์ โดยใช้แหล่งวัตถุดิบจากปิโตรเคมีเป็นหลัก พลาสติกมีหลายชนิดและสามารถใช้แทนวัสดุธรรมชาติได้ พลาสติกมีคุณสมบัติพิเศษดีเด่นกว่าวัสดุอื่นที่นำมาใช้ก่อนอย่างมากมาย เพราะสามารถใช้ทดแทนพลาสติกอื่นๆ ได้ทั้งหมด

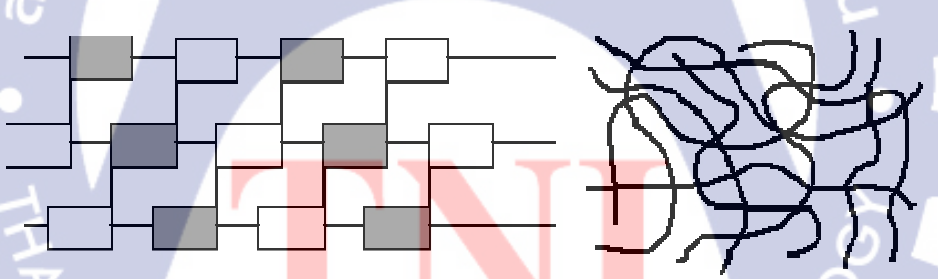
โดยสามารถแบ่งประเภทของพลาสติกหลังจากได้รับความร้อนได้ 2 ประเภท กล่าวคือ

1. พลาสติกเทอร์โมเซต (Thermosettings) เป็นพลาสติกที่คงรูปร่างหลังผ่านความร้อน หรือแรงดันเพียงครั้งเดียว เมื่อเย็นลงจะแข็งตัวและมีความแข็งแรงมาก ทนความร้อนและความดัน ไม่อ่อนตัว และเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงพอก็จะแตกและไหม้เป็นขี้เถ้า พอลิเมอร์ประเภทนี้โมเลกุลจะเชื่อมกันเป็นร่างแห อัดกันแน่น แรงยึดระหว่างพอลิเมอร์แข็งแรง จึงไม่สามารถนำมาหลอมใหม่ได้ เช่น เมลามีน



รูปที่ 22 ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลแบบตาข่าย (Net Molecule)

2. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) เป็นพลาสติกที่เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และเมื่ออุณหภูมิลดลงจะแข็งตัว ถ้าให้ความร้อนอีกครั้งก็อ่อนตัวสามารถทำให้กลับเป็นรูปเดิม หรือเปลี่ยนเป็นรูปอื่นได้ โดยสมบัติของพลาสติกเหมือนเดิม พอลิเมอร์ประเภทนี้มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงยาวมีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์น้อยจึงสามารถหลอมเหลว หรือผ่านแรงอัดมากๆ โดยไม่ทำลายโครงสร้างเดิม



รูปที่ 23 ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลแบบลูกโซ่ (Chains Molecule)

สำหรับพลาสติกที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแปรงสีฟัน มีด้วยกันหลายประเภทด้วยกัน สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. พอลิเอทรีลีนเทเรฟทาเลท (Polyethylene Terephthalate) หรือที่รู้จักกันดีว่า เพ็ท (PET หรือ PETE) เป็นพลาสติกใส แข็ง ทนแรงกระแทกดี ไม่เปราะแตกง่าย และกันแก๊สซึมผ่านดี ใช้ทำขวดบรรจุน้ำดื่ม ขวดน้ำมันพืช สามารถนำมารีไซเคิลเป็นเส้นใย สำหรับทำเสื้อกัน

หนาว พรม และใยสังเคราะห์สำหรับยัดหมอน เป็นต้น นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับการทำแปรงสีฟันที่มีความใส และไม่เปราะง่าย

2. พอลิโพรพิลีน (Polypropylene) เรียกโดยย่อว่า พีพี (PP) เป็นพลาสติกที่มีความใส ทนทานต่อความร้อน คงรูป เหนียว และทนแรงกระแทกได้ดี นอกจากนี้ยังทนต่อสารเคมีและน้ำมัน ใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ชาม จาน ถัง ตะกร้า กระบอกใส่น้ำแช่เย็น ขวดซอส แก้วโยเกิร์ต ขวดบรรจุยา สามารถนำมารีไซเคิลเป็นกล่องแบตเตอรี่ในรถยนต์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชนและกรวยสำหรับน้ำมัน ไฟท้าย ไม่กวาดพลาสติก แปรง เป็นต้น สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตแปรงสีฟัน ส่วนใหญ่จะนิยมใช้พลาสติกประเภทนี้เป็นวัตถุดิบหลักในการทำแปรงสีฟันที่มีขายอยู่ในท้องตลาดโดยทั่วไป โดยวัตถุดิบชนิดนี้จะมีน้ำหนักเบา เหมาะสำหรับการทำแปรงสำหรับเด็ก

3. พอลิสไตรีน (Polystyrene) หรือที่เรียกโดยย่อว่า พีเอส (PS) เป็นพลาสติกที่มีความใส แต่เปราะและแตกง่าย ใช้ทำภาชนะบรรจุของใช้ต่างๆ หรือโฟมใส่อาหาร เป็นต้น สามารถนำมารีไซเคิลเป็นไม้แขวนเสื้อ กล่องวิดีโอ ไม้บรรทัด กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ แผงสวิตช์ไฟ ฉนวนความร้อน ถาดใส่ไข่ เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ได้ สำหรับแปรงสีฟัน นำวัตถุดิบชนิดนี้มาใช้บ้างเล็กน้อย ไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร เนื่องจากมีความเปราะง่าย

4. อื่นๆ (Other) กล่าวคือ มิได้มีการระบุชื่อจำเพาะ แต่ไม่ใช่พลาสติกชนิดใดชนิดหนึ่งใน 6 ที่ได้กล่าวไปในข้างต้น แต่เป็นพลาสติกที่นำมาหลอมใหม่ได้ พลาสติกกลุ่มนี้ที่นิยมนำมาทำเป็นแปรงสีฟันจะเป็นจำพวก

- ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) ซึ่งจะมีความแข็งและความเหนียวเหมาะสมในการผลิตแปรงสีฟัน

- ยางเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic Elastomer, TPE) เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่สำคัญและถูกใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั่วโลกกว่า 40 ปีแล้ว ยางเทอร์โมพลาสติกนั้นมีสมบัติคล้ายยางขณะนำไปใช้งาน ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางเทอร์โมพลาสติกจะมีสมบัติคล้ายผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากยางทั่วไป แต่ยางเทอร์โมพลาสติกนั้นใช้กระบวนการขึ้นรูปได้เหมือนพลาสติก เช่น การฉีด (Injection Molding) และการอัดรีด (Extrusion) เป็นต้น นอกจากนี้ไม่จำเป็นต้องมีกระบวนการคงรูปของยาง ซึ่งทำให้เกิดโครงสร้างสามมิติ (Crosslink) เพื่อให้สมบัติของชิ้นงานแข็งแรงขึ้น เพราะเมื่อเย็นตัวลง ชิ้นงานที่ได้ก็จะสามารถนำไปใช้งานได้ทันที (เหมือนกระบวนการขึ้นรูปของพลาสติกทั่วไป)

จากการที่ยางเทอร์โมพลาสติกสามารถใช้ผลิตชิ้นงานที่สมบัติได้เหมือนยางและยังใช้กระบวนการในการผลิตที่สั้นลง อีกทั้งยังนำของเสียในกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่ได้ (Recyclable) ในทุกขั้นตอน นำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต ทำให้ในปัจจุบันผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั่วโลกนิยมเลือกใช้ยางเทอร์โมพลาสติกมาผลิตเป็น

ผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภท เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์ เครื่องใช้ในสำนักงาน เครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือน แปรงสีฟัน เป็นต้น

โดยในอุตสาหกรรมผลิตแปรงสีฟันจะนำยางเทอร์โมพลาสติกมาทำเป็นด้ามแปรงตรงบริเวณมือจับเพื่อทำให้มีความนุ่มมือ สะดวกในการใช้งาน โดยส่วนใหญ่แปรงสีฟันภายใต้แบรนด์ และรูปแบบเดียวกันจะใช้ลักษณะความหลากหลายของสียางเทอร์โมพลาสติกดังกล่าว เพื่อความหลากหลายสำหรับผู้บริโภค

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้ เป็นการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่สำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา ซึ่งสามารถรวบรวมวรรณกรรมได้ดังนี้

รัชญา บวรพัชราเดช (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การลดของเสียด้วยเทคนิค Quality Control Circle (QCC) กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนยางในอุตสาหกรรมยานยนต์ จากการศึกษา พบว่า ก่อนการปรับปรุง ยอดของเสียอยู่ที่ร้อยละ 7.27 ดังนั้นจึงได้ทำการคัดเลือกเครื่องมือคุณภาพ 3 อย่างมาใช้เก็บข้อมูลและหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ดังนี้ 1. ใบรายการตรวจสอบ (Check Sheet) ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะของเสีย 2. แผนภูมิพาเรโต นำมาวิเคราะห์และเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา 3. ผังแสดงเหตุผลหรือผังก้างปลา อธิบายความสำคัญระหว่างคุณลักษณะของปัญหากับสาเหตุที่มาของปัญหาต่างๆ ที่ทำให้เกิดปัญหาเพื่อนำสาเหตุดังกล่าวมาทำการแก้ไข โดยได้ปัญหาแบ่งตามประเภท 4 M คือ Man, Machine, Method, Material ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ของเสียที่พบเป็นอันดับหนึ่ง คือ ยางแห้ว หลังดำเนินการแก้ไข ของเสียลดลงจากเดิมร้อยละ 48.71 ภาพรวมของเสียในการผลิตลดลงเหลือร้อยละ 0.65 จากร้อยละ 2.56 ของยอดการผลิตถือว่าสามารถปรับปรุงได้ดีขึ้นร้อยละ 74.61 ประหยัดวัตถุดิบ เป็นจำนวนเงิน 6,816.90 บาท

ศุภเดช เบญจพัฒน์มงคล (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การประยุกต์ QC 7 Tools เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต จากการศึกษา พบว่า ผู้ศึกษามีวัตถุประสงค์ในการนำ QC 7 Tools มาลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตให้ไม่เกิน 1.5 เปอร์เซ็นต์ ของยอดการผลิตและลดต้นทุนในการผลิตด้านคุณภาพให้ได้ตามเป้าหมายที่บริษัทตั้งไว้ โดยจากการรวบรวมสภาพปัจจุบันโดยใช้ ใบรายการตรวจสอบของเสีย Check Sheet เพื่อบันทึกข้อมูลปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น นำมาแยกประเภท และจำนวนของเสียด้วยแผนภูมิพาเรโต พบว่า ร้อยละ 80 ของของเสียมาจากสีบางที่ตัวผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 62.05 สีบางที่ฝาร้อยละ 20.17 ซึ่งปัญหามาอันดับ 1 คือ ปัญหาลักษณะของเสียที่เกิดจากสีบางที่ตัวรางไฟมาทำการแก้ไข ซึ่งมีค่าเกินกว่าเป้าหมายของบริษัทถึงร้อยละ 47.38 โดยผู้ศึกษาตั้งเป้าไว้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้แผนผังก้างปลามาวิเคราะห์หาสาเหตุ และนำสาเหตุหลักของการเกิดของเสียไปทำการแก้ไข หลังจากดำเนินการแก้ไข พบว่า ของเสียสีบางลงเหลือเพียงร้อยละ 0.45 ของยอดการผลิต คือ

สามารถลดของเสียที่มีอาการสีบางลงจากเดิมร้อยละ 84.35 มากกว่าที่ตั้งเป้าหมายที่ตั้งไว้ สามารถลดค่าใช้จ่ายคิดเป็นจำนวนเงิน 6,374.09 บาทต่อเดือน และหลังจากนั้นผู้ศึกษาได้จัดทำเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน เพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

องอาจ วรากรกาญจน์ (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิตด้วยระบบ QCC กรณีศึกษา บริษัท ตัวอย่าง จำกัด จากการศึกษา พบว่า วัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยเริ่มจากการหาหัวข้อของปัญหา ทำความเข้าใจ กำหนดแผนการแก้ไข วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ใช้มาตรการตอบโต้ การยืนยันผลลัพธ์ และทำการสร้างมาตรฐาน ซึ่งทำให้ทราบถึงรากของสาเหตุของปัญหาและได้ใช้เครื่องมือ QC 7 Tools คือ พาเรโตและแผนผังแสดงเหตุและผล และแผนผังกระบวนการไหลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ IE Technique ซึ่งทำให้สามารถทราบรายละเอียดของการทำงานได้ จากการศึกษาสามารถทำให้ความเสียหายของแนวเชื่อมที่เกิดจากการเชื่อมไม่ตรงแนวลดลงเหลือเพียง 5,600 เซนติเมตร จาก 50,020 เซนติเมตร และมีแนวโน้มที่ดีขึ้นอีกอีกทั้งยังให้กระบวนการทำงานง่ายขึ้นด้วย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นในการการประยุกต์ใช้ QC 7 Tools มาทำการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสีย ในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Injection Molding) กรณีศึกษา โรงงานผลิตแปรงสีฟัน มีการดำเนินการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาสภาพปัจจุบันและขั้นตอนการทำงานกระบวนการฉีดพลาสติก
2. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการศึกษา
3. พิจารณาตัวแปรในการศึกษา
4. พิจารณาเครื่องมือสำหรับบันทึกและเก็บข้อมูลในการศึกษา
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์แนวทางแก้ไขและวัดผล
7. การจัดทำมาตรฐาน

ศึกษาสภาพปัจจุบันและขั้นตอนการทำงานกระบวนการฉีดพลาสติก

โรงงานที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ เป็นโรงงานผลิตแปรงสีฟัน ทั้งในส่วนรับจ้างผลิต (OEM) และผลิตภัณฑ์ของบริษัท (Own Brand) ซึ่งลักษณะของการผลิตสินค้าจะเป็นลักษณะของการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to Order) โดยกระบวนการฉีดตัวแปรงสีฟัน มีขั้นตอนเริ่มต้นตั้งแต่การจัดเตรียมวัตถุดิบในการฉีดขึ้นงาน ไปจนถึงกระบวนการขึ้นรูปตัวแปรงสีฟันโดยวิธีการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์โดยใช้เครื่องฉีดพลาสติก (Injection Molding) และนำส่งเข้าแผนกต่อไป มีดังนี้

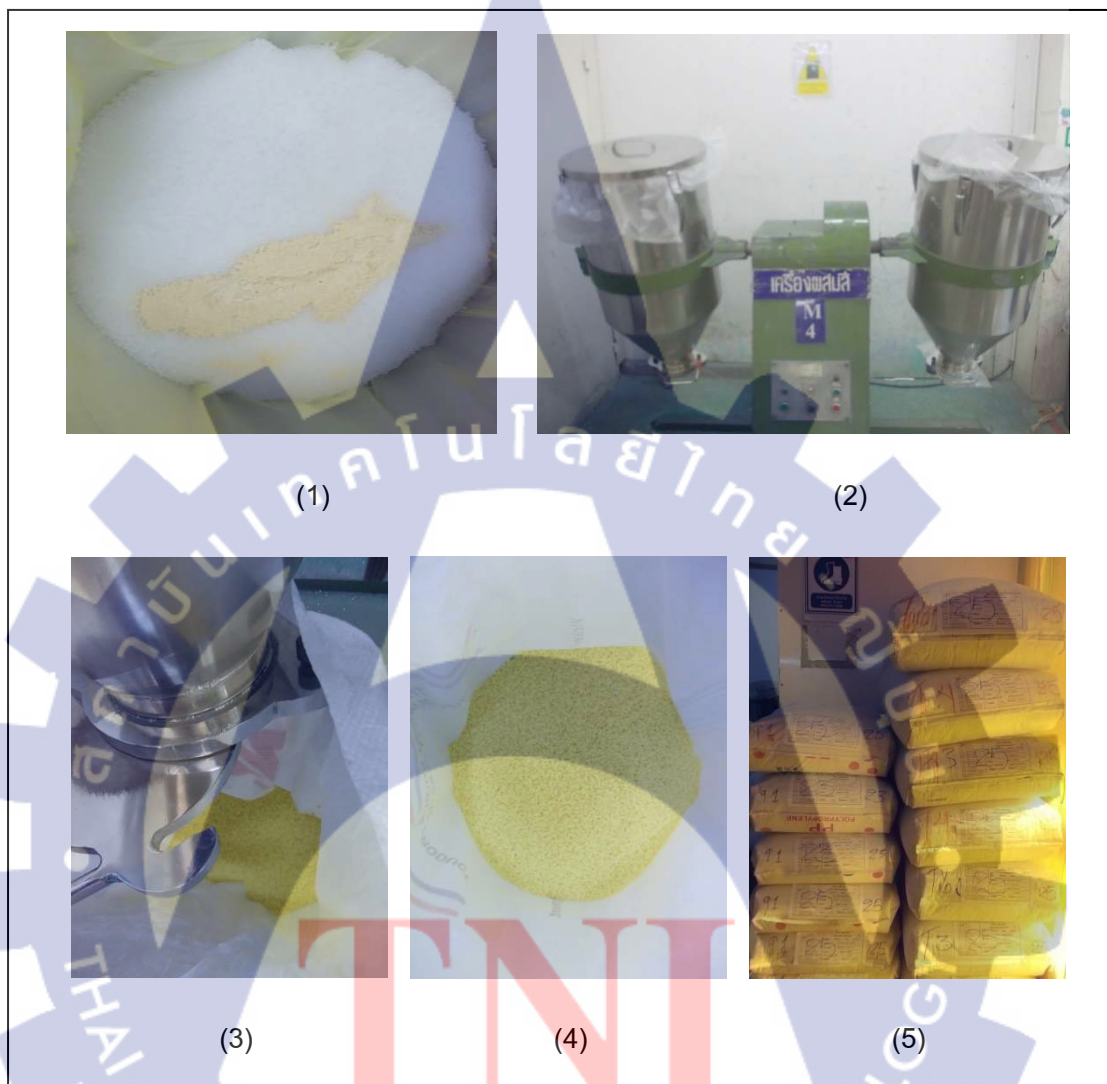
- กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ (เม็ดพลาสติก)
- กระบวนการเตรียมแม่พิมพ์และติดตั้งแม่พิมพ์ และการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์
- กระบวนการขึ้นรูปขึ้นงาน
- กระบวนการตัดแต่งขึ้นงาน
- กระบวนการตรวจสอบขึ้นงาน
- กระบวนการบรรจุหีบห่อ

สำหรับรายละเอียดในแต่ละกระบวนการมีลักษณะดังนี้

- กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

พนักงานในส่วนงานผสมสีจะทำการจัดเตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการฉีดขึ้นงานนั้นๆ ตามมาตรฐานการผลิตของสินค้านั้นๆ โดยจะทำการนำเม็ดพลาสติกและสีมาผสมในเครื่องผสมสีแบบเหวี่ยงข้าง ให้เข้ากันจากนั้นถ้ายเม็ดพลาสติกออกใส่ถุงพลาสติก ตัดป้ายแสดงสถานะ

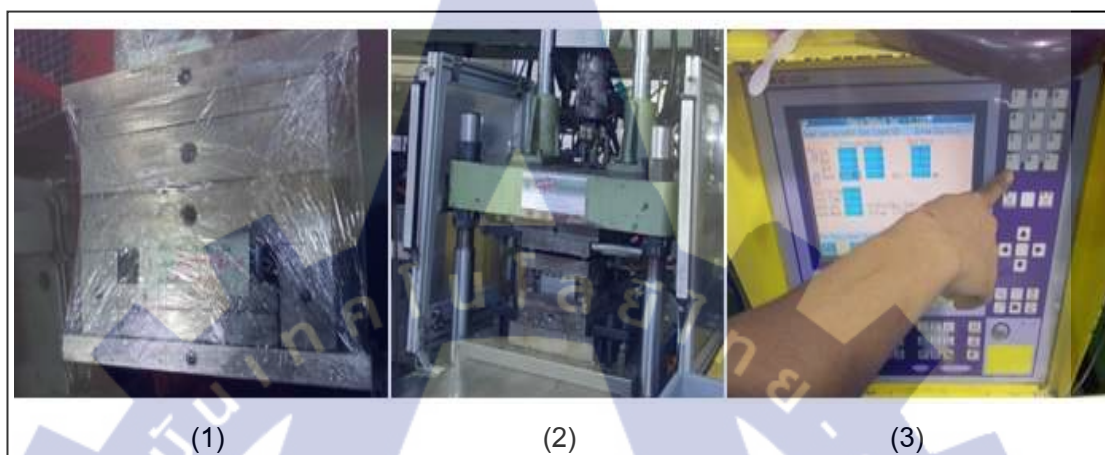
(Tag) และส่งมอบเข้ากระบวนการฉีดพลาสติก โดยหลังจากนั้นจะมีการนำเม็ดพลาสติกใส่ถัง (Hopper) ที่อยู่บนเครื่องฉีด ดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

- (1) เทเม็ดพลาสติกและสิ่งในถังผสม
- (2) ปั่นเม็ดพลาสติกตามเวลาที่กำหนด
- (3) เทเม็ดพลาสติกออกใส่ถุงพลาสติก
- (4) เม็ดพลาสติกที่ผ่านการปั่นผสมสี
- (5) มัดปากถุง ติดสติ๊กเกอร์ระบุประเภท เตรียมส่งมอบ

- กระบวนการเตรียมแม่พิมพ์และติดตั้งแม่พิมพ์ และการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์
การนำแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการฉีดมาทำความสะอาดในส่วนต่างๆ ให้เรียบร้อย
และนำไปติดตั้งที่เครื่องฉีดพลาสติก (Injection Molding) จากนั้นทำการตั้งค่าพารามิเตอร์
(Set Up Parameter) ตามมาตรฐานของสินค้านั้นๆ โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญในกระบวนการฉีด
คือ อุณหภูมิ ความดันและความเร็ว แสดงดังรูปที่ 25

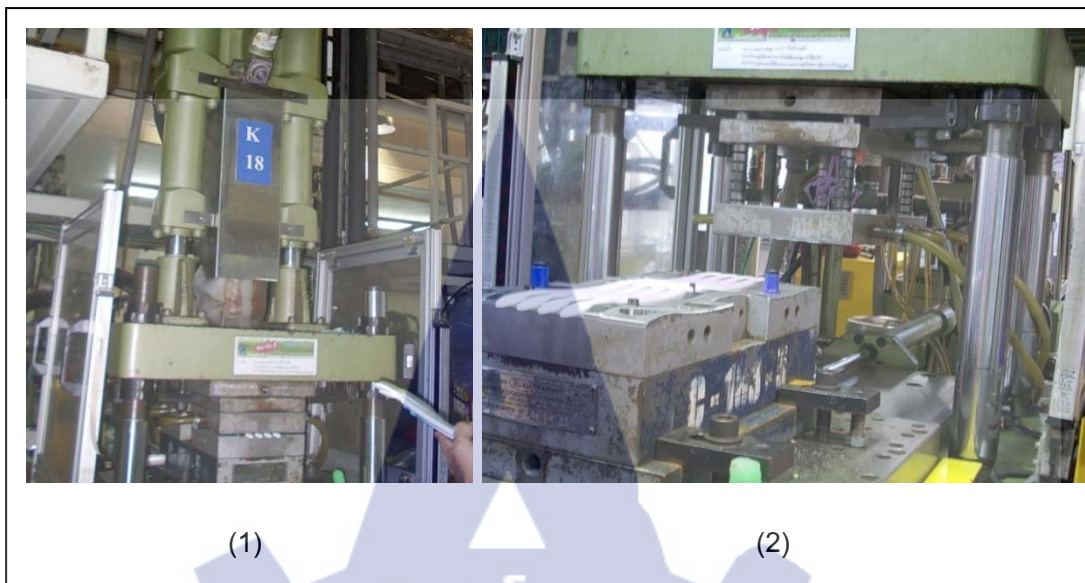


รูปที่ 25 กระบวนการเตรียมแม่พิมพ์ ติดตั้งแม่พิมพ์ และการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์

- (1) แม่พิมพ์ที่ผ่านการเตรียมความพร้อม
- (2) นำแม่พิมพ์มาติดตั้งที่เครื่องฉีดพลาสติก
- (3) ตั้งค่าพารามิเตอร์ตามมาตรฐานการปรับเครื่องฉีด

- กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน

เมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในเครื่องฉีดพลาสติกครบ ก็จะทำการขึ้นรูปพลาสติก
โดยที่พลาสติกซึ่งอยู่ในถัง (Hopper) ถูกหลอมเหลวมาตามสกรูของเครื่องฉีด (Injection
Molding) และไหลเข้าไปในแม่พิมพ์ที่ประกบอยู่ และเมื่อครบกำหนดเวลา แม่พิมพ์จะถูกเปิดออก
และทำการปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ แสดงดังรูปที่ 26

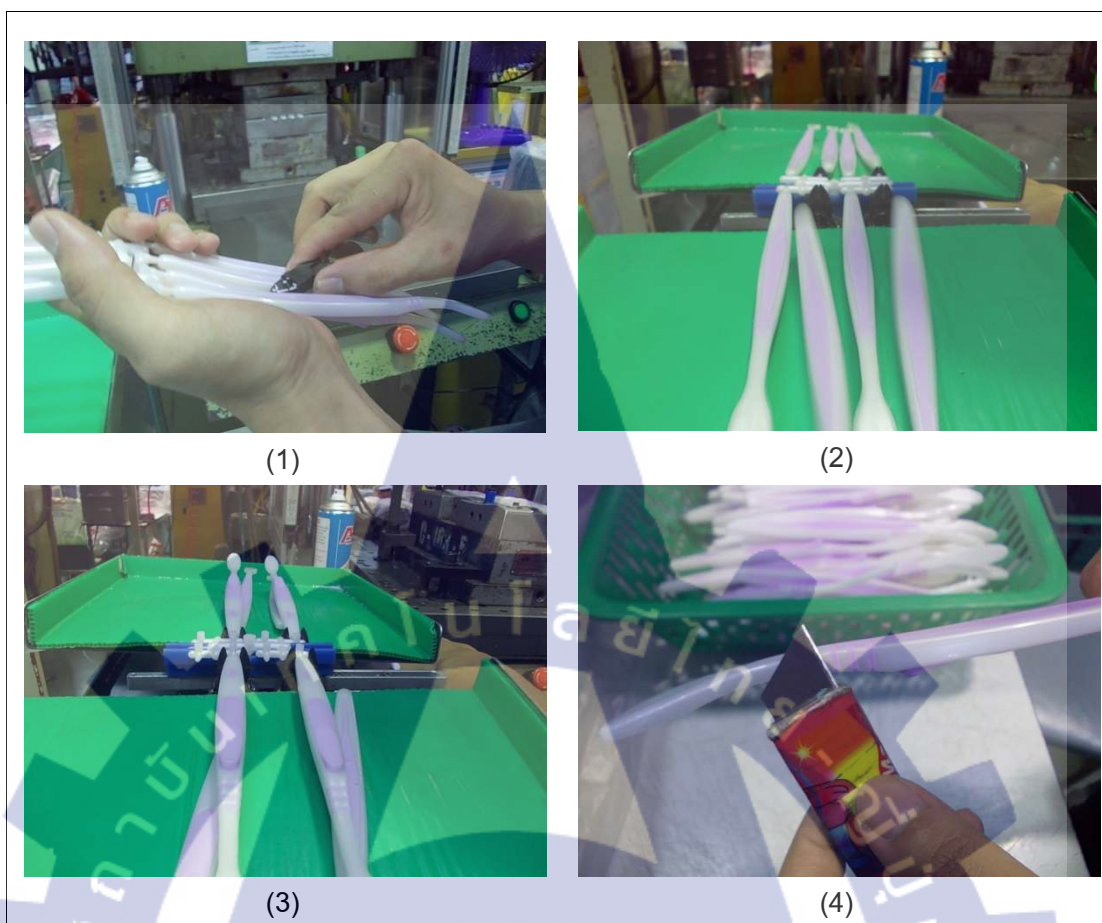


รูปที่ 26 กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน

- (1) แม่พิมพ์ถูกปิดลง เพื่อเข้าสู่กระบวนการฉีดเนื้อพลาสติกเข้าไปในแม่พิมพ์
- (2) เมื่อครบกำหนดระยะเวลาฉีด แม่พิมพ์จะถูกเปิดออก เพื่อหยิบชิ้นงาน

- กระบวนการตัดแต่งชิ้นงาน

ชิ้นงานที่ปลดออกจากแม่พิมพ์ (Mold) จะถูกนำมาตัด Runner ออก และตกแต่งชิ้นงานแต่ละชิ้น เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นงานในขั้นแรก แสดงดังรูปที่ 27



รูปที่ 27 กระบวนการตัดแต่งชิ้นงาน

- (1) ตัดจุกพลาสติกก้านหลังชิ้นงาน
- (2) วางชิ้นงานบนเครื่องตัด Runner เพื่อ Runner ครั้งที่ 1
- (3) วางชิ้นงานบนเครื่องตัด Runner เพื่อ Runner ครั้งที่ 2
- (4) ตกแต่งเก็บรายละเอียดตรงชิ้นงาน

- กระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน

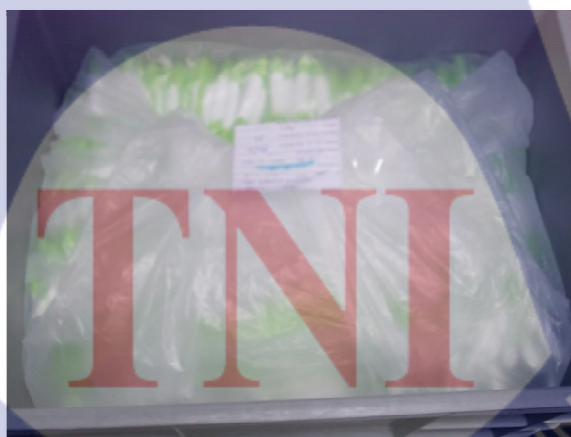
พนักงานควบคุมคุณภาพ (QC) ทำการสุ่มตรวจชิ้นงานที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว โดยลักษณะการสุ่มตรวจชิ้นงานอาศัยหลักการตรวจตามมาตรฐานการสุ่มตรวจตามระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ (AQL=0.65) แสดงดังรูปที่ 28



รูปที่ 28 กระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน

- กระบวนการบรรจุหีบห่อ

ชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบเรียบร้อยแล้วจะถูกบรรจุไว้ในถังพลาสติกที่มีถุงรอง ป้องกันการปนเปื้อน และทำการปิดผนึกและติดป้ายแสดงสถานะ (Tag) แสดงการตรวจสอบคุณภาพ ดังรูปที่ 29 เพื่อทำการส่งมอบเข้าสู่แผนกต่อไป



รูปที่ 29 กระบวนการบรรจุหีบห่อ

กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการศึกษา

ประชากร

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้ QC 7 Tools เพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก ประชากร คือ กระบวนการฉีดพลาสติกในโรงงานอุตสาหกรรมฉีดแปรงสีฟันกรณีศึกษา ซึ่งประกอบด้วยเครื่องฉีดพลาสติกทั้งสิ้น 23 เครื่อง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาค้างนี้ คือ ได้ทำการศึกษากลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดจากเครื่องฉีดพลาสติกที่ผลิตสินค้าหลักของบริษัท จำนวน 4 เครื่อง ได้แก่ K 16, K 18, K 21, K 22

การพิจารณาตัวแปรในการศึกษา

ในการศึกษาในครั้งนี เป็นรูปแบบการศึกษาเชิงทดลอง (Experimentation) จะเป็นการพิจารณาด้วยหลักเหตุและผล โดยพิจารณาถึงตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) จะเป็นกระบวนการใช้เครื่องมือ QC 7 Tools มาทำการปรับปรุงกระบวนการฉีด โดยสิ่งที่ต้องควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดตัวแปรแทรกซ้อนที่สำคัญ คือ พนักงาน วิธีการทำงาน วัตถุดิบ มาตรฐานการทำงานของเครื่องจักร และสภาพแวดล้อม โดยจะมีการควบคุมดังนี้

1.1 บุคลากร คือ พนักงานผู้ปฏิบัติงาน ต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการปฏิบัติงาน ผ่านการอบรมระเบียบการทำงาน เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติงาน

1.2 วิธีการทำงาน คือวิธีการที่ผ่านการวิเคราะห์จากการใช้เครื่องมือ QC 7 Tools เพื่อเป็นวิธีปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานตลอดระยะเวลาการเก็บข้อมูล

1.3 วัตถุดิบ เป็นวัตถุดิบที่มีการรับรองคุณภาพ อยู่ในช่วงที่ควบคุมได้ ตามมาตรฐานของกระบวนการทางคุณภาพ

1.4 มาตรฐานการทำงานของเครื่องจักร คือ มาตรฐานในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการฉีดพลาสติก เช่น แม่พิมพ์, การตั้งค่าพารามิเตอร์ในการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก เพื่อเป็นมาตรฐานตลอดระยะเวลาการเก็บข้อมูล

1.5 สภาพแวดล้อม คือ สภาพโดยรอบในการทำงานเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญ โดยจัดให้การทำงานอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ทั้งสิ่งแวดล้อมโดยรอบเครื่องจักร และตัวพนักงานผู้ปฏิบัติงาน

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ปริมาณของเสียที่ลดลงโดยทำการเปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนและหลังการปรับปรุง เพื่อเป็นการแสดงประสิทธิภาพของการใช้เครื่องมือ QC 7 Tools ในการแก้ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดแปรงสีฟัน



รูปที่ 30 เครื่องจักรที่ใช้ในการศึกษา

การจัดทำมาตรฐาน

หลังจากที่ได้ทำการพิสูจน์ผลการทดลองแล้วจะกำหนดแนวทางปฏิบัติเป็นมาตรฐานเพื่อวัตถุประสงค์ในการขยายผลการปฏิบัติงานลดปริมาณของเสียต่อไปในอนาคตของบริษัทกรณีศึกษา โดยรายละเอียดของการศึกษาจะแสดงในบทที่ 4

บทที่ 4

การวิเคราะห์และผลการศึกษา

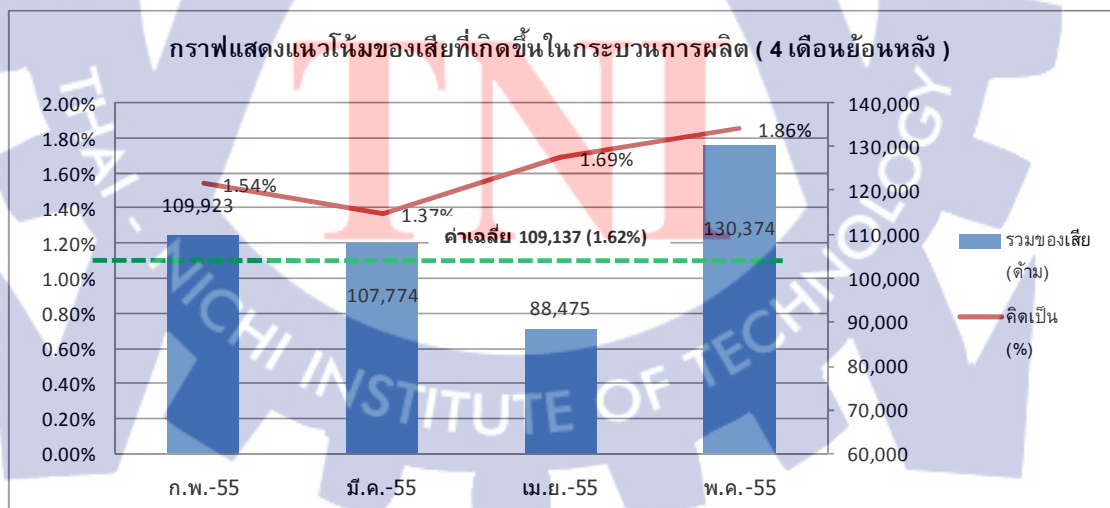
จากขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้กล่าวมาข้างต้นในบทที่ 3 สำหรับในบทนี้ ผู้ศึกษาจะแสดงถึงรายละเอียดผลของการศึกษาปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามขั้นตอนการศึกษา ดังต่อไปนี้

ศึกษาข้อมูลสภาพปัจจุบันและวิเคราะห์สาเหตุรวมทั้งวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไข ปัญหา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันของโรงงานฉีดแปรงสีฟันของทุกเครื่องฉีด ได้ทำการแยกประเภทของเสียตลอดระยะเวลา 4 เดือนก่อนทำการปรับปรุง กล่าวคือ กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 2555 ได้ดังนี้

ตารางที่ 5 สภาพปัจจุบันของปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น

เดือน	จำนวนผลได้ (ตัว)	จำนวนของเสีย												รวมของเสีย (ตัว)	คิดเป็น (%)
		ยางไม่เต็ม (ตัว)	คิดเป็น (%)	จุดยวบยา (ตัว)	คิดเป็น (%)	แต่งเป็นรอย (ตัว)	คิดเป็น (%)	รอยหนึบใหญ่ (ตัว)	คิดเป็น (%)	ฟองอากาศ (ตัว)	คิดเป็น (%)	อื่นๆ (ตัว)	คิดเป็น (%)		
ก.พ.-55	7,120,564	40786	0.57%	48101	0.68%	7631	0.11%	4114	0.06%	3254	0.05%	6037	0.08%	109923	1.54%
มี.ค.-55	7,859,847	42979	0.55%	46313	0.59%	6083	0.08%	4783	0.06%	2830	0.04%	4786	0.06%	107774	1.37%
เม.ย.-55	5,242,398	35969	0.69%	34062	0.65%	6604	0.13%	6118	0.12%	1672	0.03%	4050	0.08%	88475	1.69%
พ.ค.-55	7,013,374	55068	0.79%	39841	0.57%	16031	0.23%	5996	0.09%	3424	0.05%	10014	0.14%	130374	1.86%
เฉลี่ย			0.65%		0.62%		0.13%		0.08%		0.04%		0.09%		1.62%

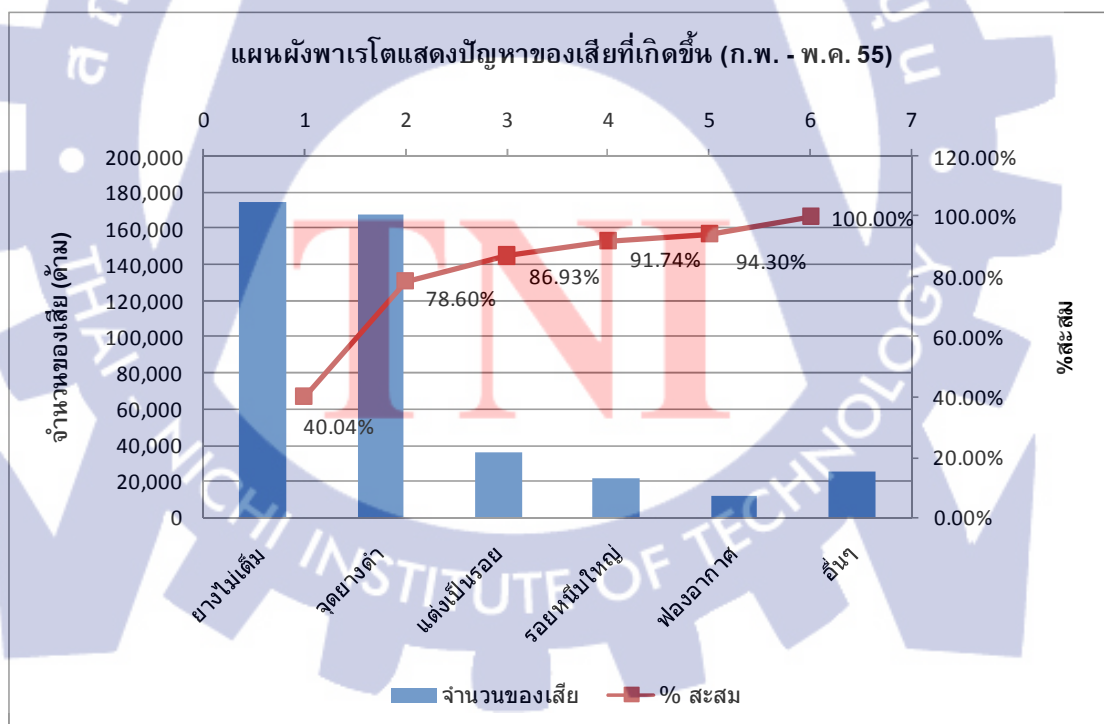


รูปที่ 31 แนวโน้มของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (4 เดือนย้อนหลัง)

จากข้อมูลปริมาณของเสีย 4 เดือน พบว่า แนวโน้มของเสียมีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีค่าอยู่ที่ร้อยละ 1.62 ซึ่งถือว่า เกินมาตรฐาน (โดยที่ KPI กำหนดว่าของเสีย $\leq$ ร้อยละ 1) จึงได้ทำการเลือกศึกษาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาของเสีย ซึ่งเมื่อนำปริมาณของเสียมาวิเคราะห์จะสามารถแบ่งได้ 5 สาเหตุหลักและคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 6 สภาพปัญหาที่สถิติการเกิด (%)

หัวข้อ	สภาพปัญหา	ร้อยละของสถิติการเกิด	ร้อยละสะสม
1	ยังไม่เต็ม	40.04	40.04
2	จุดยางดำ	38.56	78.60
3	แต่งเป็นรอย	8.33	86.93
4	รอยหนีบใหญ่	4.81	91.74
5	ฟองอากาศ	2.56	94.30
6	อื่นๆ	5.70	100.00



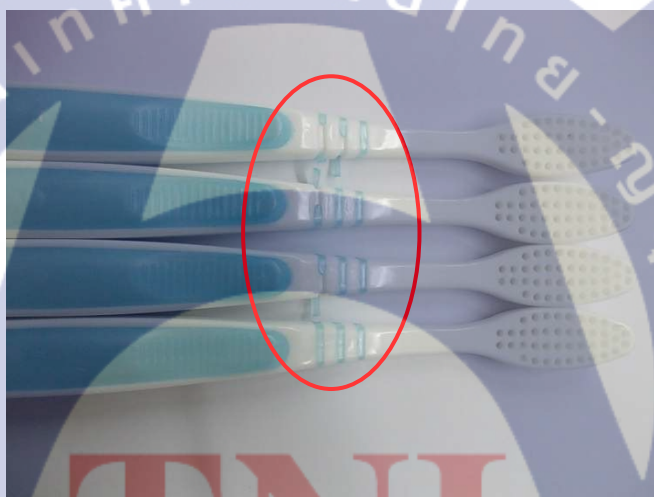
รูปที่ 32 แผนผังฟาร์เรโตแสดงปัญหาของของเสียที่เกิดขึ้น

จากข้อมูลสภาพปัจจุบันของเสียข้างต้น สามารถเรียงตามลำดับแต่ละสาเหตุ จะนำไปสู่การหาวิธีแก้ไขปัญหาต่างๆ ดังกล่าว โดยอาศัยการประยุกต์ใช้แผนผังพาเรโต เรียงลำดับร้อยละ การเกิดของเสียจากมากไปน้อยมีดังนี้ ยางไม่เต็ม> จุดยางดำ> แต่งเป็นรอย> รอยหนีบใหญ่> ฟองอากาศ

จากข้อมูล พบว่า ร้อยละ 78.60 ของจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมาจาก สาเหตุยางไม่เต็ม (ร้อยละ 40.04) และจุดยางดำ (ร้อยละ 38.56) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 33 ของประเภทของเสีย

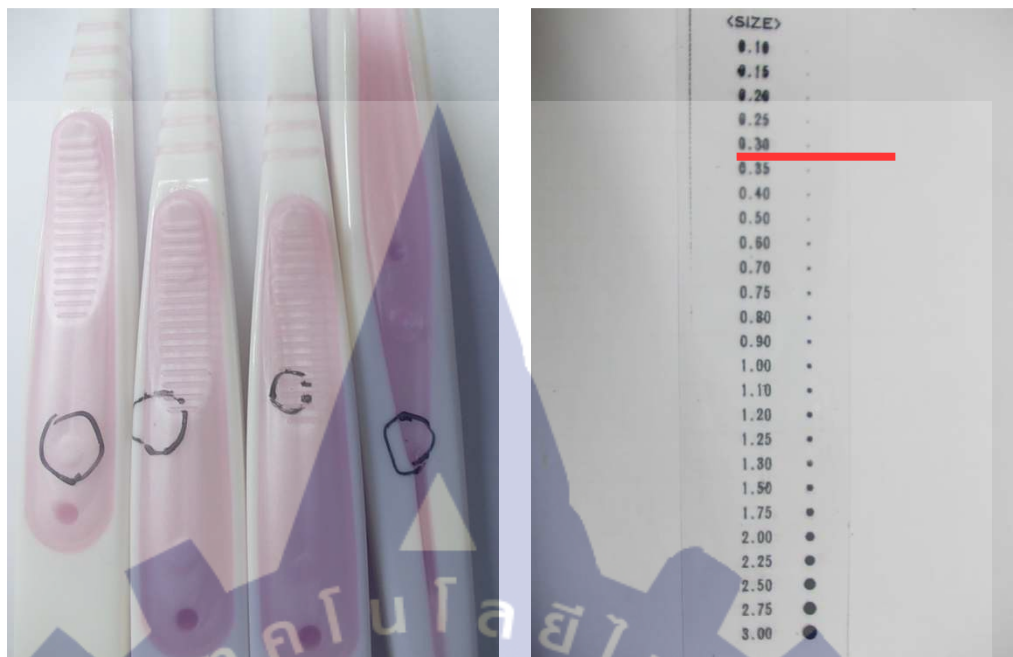
เมื่อทำการศึกษาถึงลักษณะการเกิดของเสียแต่ละประเภทสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ยางไม่เต็ม เป็นลักษณะของการฉีดขึ้นงานพลาสติก ที่เนื้อพลาสติกไหลเข้าแม่พิมพ์ ยังไม่สมบูรณ์ แล้วเกิดการเซตตัวของพลาสติกภายในแม่พิมพ์เสียก่อน ทำให้ชิ้นงานพลาสติก ออกมาไม่เต็มตามลักษณะของแม่พิมพ์ ดังรูปที่ 33 ซึ่งมาตรฐานแล้วจะต้องมีเนื้อพลาสติกเต็ม รอบด้ามแปรง



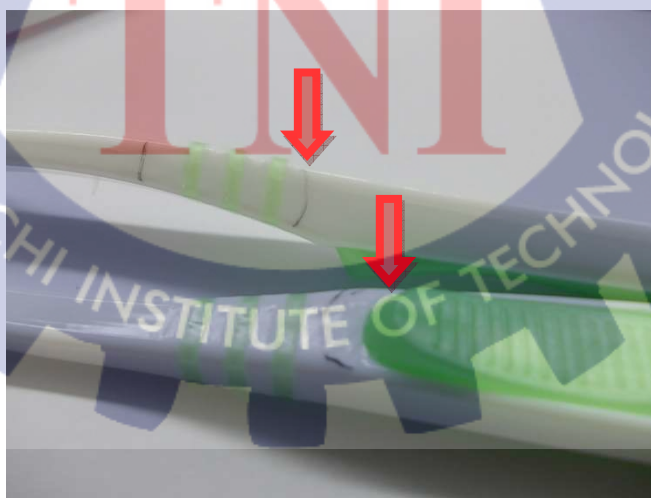
รูปที่ 33 ลักษณะปัญหายางไม่เต็ม

- จุดยางดำ เป็นลักษณะของเสียประเภทหนึ่งที่มีสิ่งปนเปื้อนออกมาพร้อมกับเนื้อพลาสติก โดยมีลักษณะเป็นจุดสีดำ ขนาดเล็กไปจนถึงใหญ่ ซึ่งขนาดของจุดยางดำที่มีขนาดสูงกว่าระดับมาตรฐาน (0.3 มิลลิเมตร) ถือว่าเป็นของเสียตามมาตรฐานการทำงานของฝ่ายควบคุมคุณภาพ ดังรูปที่ 34



รูปที่ 34 ลักษณะจุดยางดำและมาตรฐานการเปรียบเทียบขนาดจุดยางดำ

- แต่งเป็นรอย เป็นลักษณะการตกแต่งชิ้นงานที่นำออกมาจากกระบวนการฉีดให้มีรูปร่างลักษณะตามมาตรฐาน โดยการกระทำดังกล่าวจะใช้อุปกรณ์เป็นใบมีดตัดเตอร์ในการตกแต่ง และใช้ความสามารถของพนักงานตัดแต่ง เพื่อป้องกันการแต่งเข้าเนื้อพลาสติก หากชิ้นงานใดแต่งไม่ได้รูปทรงตามที่ต้องการจะถือว่าเป็นของเสีย ดังรูปที่ 35 โดยมาตรฐาน คือ ไม่มีร่องรอยของการแต่งเข้าเนื้อพลาสติกตลอดทั้งด้าม



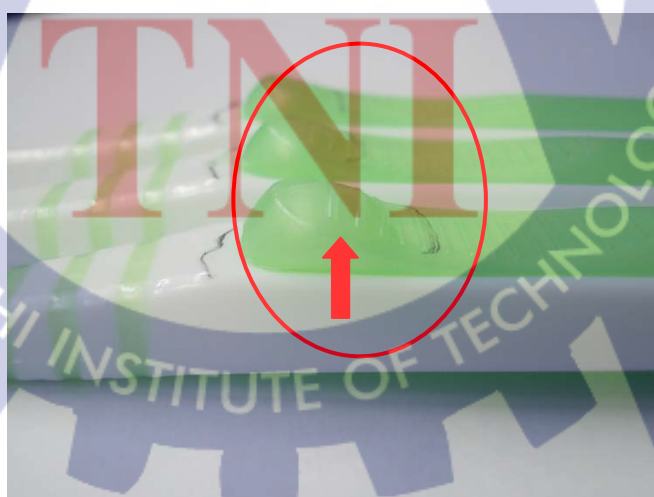
รูปที่ 35 ลักษณะการแต่งเป็นรอย

- รอยหนีบใหญ่ เป็นลักษณะการวางชิ้นงานลงบนแม่พิมพ์ (Mold) เพื่อทำการฉีดเนื้อพลาสติกหุ้มอีกครั้ง แล้วเกิดรอยหนีบของชิ้นงานขึ้น ดังรูปที่ 36 ซึ่งมาตรฐานห้ามมีร่องรอยของลักษณะการหนีบชิ้นงาน



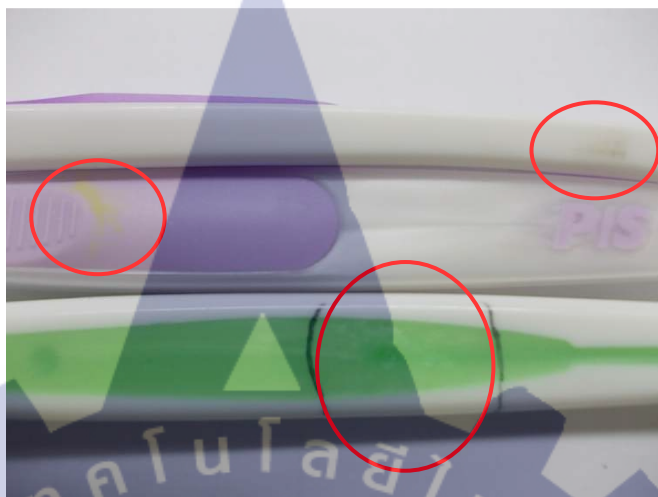
รูปที่ 36 ลักษณะการเกิดรอยหนีบใหญ่

- ฟองอากาศ เป็นลักษณะของชิ้นงานที่มีความพองของผิวหน้า โดยจะมีลักษณะของอากาศ แทรกตัวอยู่ระหว่างบนผิวหรือใต้ผิวของชิ้นงานดังรูปที่ 37 ซึ่งโดยปกติชิ้นงานมาตรฐานจะไม่พบลักษณะดังกล่าว



รูปที่ 37 ลักษณะของเสียฟองอากาศ

- ลักษณะของเสียรูปแบบอื่นๆ เช่น คราบน้ำมัน คราบเปื้อน ลายเนื้อพลาสติก เป็นต้น ดังรูปที่ 38



รูปที่ 38 ของเสียในลักษณะอื่นๆ

จากข้อมูลของเสียแต่ละประเภท จึงได้ทำการเลือกศึกษา 2 สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาของเสียจากแผ่นผึงพาเรโต นั่นคือ ยางไม่เต็ม และจุดยางดำ ที่มีปริมาณของเสียถึงร้อยละ 78.6 (จากข้อมูลของเสียเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 255)



การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

หลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลตัวเลขของเสียที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งลักษณะของแต่ละปัญหาแล้ว จึงนำมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาตามลำดับความสำคัญของปัญหาที่พบมากที่สุด โดยอาศัยแผนผังเหตุและผล ดังนี้

1. ยางไม่เต็ม สาเหตุของปัญหานี้วิเคราะห์ได้ 4 สาเหตุด้วยกัน กล่าวคือ วัดฤดูบิ มาตรฐานการทำงานของเครื่องจักร บุคลากร วิธีการทำงาน ซึ่งสามารถหาสาเหตุที่แท้จริงเพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานในการแก้ไขปัญหาต่อไป



รูปที่ 39 แผนผังเหตุและผลแสดงถึงสาเหตุของยางไม่เต็ม

2. ปัญหาจุดยางดำ สาเหตุของปัญหานี้วิเคราะห์ได้ 5 สาเหตุด้วยกัน กล่าวคือ วัตถุดิบ, มาตรฐานการทำงานของเครื่องจักร, บุคลากร, วิธีการ, สภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถหาสาเหตุที่แท้จริงเพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานในการแก้ไขปัญหาต่อไป



รูปที่ 40 แผนผังเหตุและผลแสดงถึงสาเหตุของจุดยางดำ

การวิเคราะห์มาตรการการปรับปรุง

เมื่อทราบถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกับปัญหาทั้ง 2 ของของเสียที่เกิดขึ้น จึงได้จัดให้มีการจัดเป็นแผนมาตรการการปรับปรุงใหม่เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น แสดงสาเหตุของแต่ละปัญหา ทั้งสาเหตุหลักและสาเหตุรองและสาเหตุย่อย และมาตรการปรับปรุงใหม่

ตารางที่ 7 มาตรการการปรับปรุงใหม่

สภาพปัญหา	ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา	สาเหตุหลัก	สาเหตุรอง	สาเหตุย่อย	มาตรการการปรับปรุงใหม่	กิจกรรมการปรับปรุง
1. ยางไม่เต็ม	วัตถุดิบ	- มีสิ่งปนเปื้อนขัดขวางการไหล	- เม็ดบดที่ใช้เป็นส่วนผสมไม่สะอาด	-	- ทบทวนวิธีการปฏิบัติงานการบดเม็ดพลาสติกแก่พนักงาน - กำหนดผู้รับผิดชอบทำความสะอาดพื้นที่การทำงาน	1, 3
	มาตรฐานการทำงานของเครื่องจักร	- เครื่องฉีดพลาสติก	- ขาดการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน	- ความสะอาดของสกรูสกรูไม่สะอาด มีสิ่งติดค้างการไหลเข้าไมลด์	- จัดโซนการดูแลรับผิดชอบเครื่องจักรของช่างเทคนิค - กำหนดการล้างสกรูทุก ๆ 20,000 ชอต	2
		- พารามิเตอร์ไม่เหมาะสม	- อุณหภูมิไม่เหมาะสม - ความดันไม่เหมาะสม - ความเร็วไม่เหมาะสม	-	- เพิ่มอุณหภูมิ - เพิ่มความดัน - เพิ่มความเร็ว - บันทึกพารามิเตอร์ลงในมาตรฐานการปรับใหม่และกำหนดผู้ตรวจสอบ	2,4
		- แม่พิมพ์	- เนื้อพลาสติกไหลเข้าแม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์ - ขาดการตรวจสอบแม่พิมพ์ในขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์	- แม่พิมพ์ไม่สะอาด	- เพิ่มเติม Daily check sheet สำหรับการดูแลแม่พิมพ์ - กำหนดผู้ทวนสอบความพร้อมของแม่พิมพ์ก่อนการติดตั้งที่เครื่องจักร - การจัดเก็บ Mold โดยใช้ Film พันโดยรอบทั้งก่อนและหลังทำความสะอาด	2, 4
	บุคลากร	- ช่างเทคนิค	- ตั้งพารามิเตอร์ไม่ถูกต้อง	- ขาดความชำนาญและความตระหนักรู้ในการทำงาน	- ทบทวนการปฏิบัติงานของช่างเทคนิค - อบรมหลักสูตรการฉีดพลาสติกขั้นสูงแก่ช่างปรับแต่ง	1
		- พนักงานหน้าเครื่องฉีด	- ปรับพารามิเตอร์เองโดยพลการ	-	- ทบทวนการปฏิบัติงานของพนักงาน - กำหนดบทลงโทษแก่พนักงาน	1
	วิธีการทำงาน	- ขาดการปฏิบัติตาม PM plan ที่กำหนดไว้	- ขาดผู้ทวนสอบการทำงาน	-	- กำหนดผู้ทวนสอบการทำงาน	4

ตารางที่ 7 มาตรการการปรับปรุงใหม่ (ต่อ)

สภาพปัญหา	ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา	สาเหตุหลัก	สาเหตุรอง	สาเหตุย่อย	มาตรการการปรับปรุงใหม่	กิจกรรมการปรับปรุง
2. จุดย้งตำ	วัตถุดิบ	- อุปกรณ์ - วัตถุดิบ	- ถุงใส่เม็ดพลาสติกไม่สะอาด - ถังปั่นไม่สะอาด - อุปกรณ์ใส่ชิ้นงานไม่สะอาด - สีที่ใช้ในการผสมเม็ดพลาสติกไม่ทนไฟ - เม็ดบดที่ใช้ในการผสมไม่สะอาด	-	- กำหนดพื้นที่รับผิดชอบในการทำความสะอาดแก่พนักงาน - ทบทวนขั้นตอนการทำงานของพนักงาน - กำหนดมาตรฐานสีผสมเม็ดพลาสติกให้สามารถทนไฟที่ 220 °C	1,2,3
		- เครื่องฉีดพลาสติก	- เนื้อพลาสติกในสกรูไหม้	- ขาดการดูแลรักษาสกรู	- ใช้น้ำยาทำความสะอาดสกรูโดยเฉพาะ	2
		- แม่พิมพ์	- ขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์ไม่สะอาด - ผิวหน้าแม่พิมพ์ไม่สะอาด	-	- เพิ่มเติม Daily check sheet สำหรับการดูแลแม่พิมพ์ - กำหนดผู้ทวนสอบความพร้อมของแม่พิมพ์ก่อนการติดตั้งที่เครื่องจักร - การจัดเก็บ Mold โดยใช้ Film พันโดยรอบทั้งก่อนและหลังทำความสะอาด	2,4
	สภาพแวดล้อม	- สถานที่ทำงานโดยรอบเครื่องจักรไม่สะอาด - สถานที่จัดเก็บวัตถุดิบไม่สะอาด - สถานที่ผสมเม็ดพลาสติกไม่สะอาด	-	-	- กำหนดจุดทำความสะอาดพื้นที่ทุกวัน (Cleaning Program) โดยให้แต่ละพื้นที่รับผิดชอบพื้นที่ของตนเอง	3
		- ขั้นตอนผสมสีเม็ดพลาสติกไม่สะอาด	- มีเศษฝุ่นลงไปขณะผสมเม็ดพลาสติก - ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการล้างถังปั่น	-	- กำหนดจุดทำความสะอาดพื้นที่ทุกวัน (Cleaning Program) - การควบคุมความสะอาดในบริเวณพื้นที่ผสมวัตถุดิบ - ทบทวนวิธีการปฏิบัติงานให้กับพนักงาน	1,3
	วิธีการทำงาน	- ไม่ปฏิบัติตาม PM plan	- ขาดผู้ทวนสอบการทำงาน	-	- กำหนดผู้ทวนสอบการทำงาน	4
		- พนักงานหน้าเครื่องจักร - พนักงานผสมสี	- เทเม็ดพลาสติกโดยไม่เป่าถุง ฝุ่นลงไปผสม - ไม่ใส่หมวก เส้นผมหลุดลงไปผสม	-	- กำหนดจุดทำความสะอาดพื้นที่ทุกวัน (Cleaning Program) - การควบคุมความสะอาดในบริเวณพื้นที่ผสมวัตถุดิบ - การควบคุมการทำงานของพนักงาน ด้านสุขลักษณะ	1,3
	บุคลากร					

การทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากแนวทางการปรับปรุงใหม่ ได้นำมาทำการทดลอง โดยลักษณะกิจกรรมการปรับปรุงต่างๆ มีดังต่อไปนี้

1. ส่วนงานฝึกอบรมและเอกสาร

- การอบรมการปฏิบัติงานทั่วไปในส่วนงานฉีด
- การอบรมการวางด้ามแปรงและการอัดยางแปรงสีฟัน
- การอบรมสุขลักษณะส่วนบุคคล
- การอบรมการปฏิบัติงานส่วนงานบดผสมสี
- อบรมการฉีดพลาสติกขึ้นสูงจากหน่วยงานภายนอก
- กำหนดบทลงโทษสำหรับพนักงานที่ไม่ปฏิบัติตามระเบียบการทำงาน

2. ส่วนงานปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ การจัดการทางเทคนิค

- ทำการทดลองปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เพื่อลดการเกิดของเสียประเภทต่างๆ โดยให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด สำหรับชิ้นงานนั้นๆ ทั้งแม่พิมพ์และเครื่องจักร ซึ่งแต่ละชิ้นงาน จะมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน ตามชนิดของพลาสติกที่ใช้ และความเหมาะสมของชิ้นงานนั้นๆ

เพิ่มเติมการดูแลรับผิดชอบเครื่องจักรตามโซนต่างๆ ให้กับช่างเทคนิค

- เพิ่มเติมการดูแลรักษาแม่พิมพ์ในแต่ละวัน
- เพิ่มการดูแลรักษาแม่พิมพ์ รวมถึงการจัดเก็บ
- การใช้น้ำยาทำความสะอาดสกรูโดยเฉพาะ

3. ส่วนงานรักษาความสะอาด

- ให้มีการทำความสะอาดพื้นที่โดยรอบทุกวัน โดยมีพนักงานส่วนการคอยอำนวยความสะดวกตลอดทั้งวัน
- ให้พนักงานหน้างานต้องดูแลรับผิดชอบพื้นที่ของตัวเองให้สะอาดอยู่ตลอดเวลา โดยกำหนดพื้นที่รับผิดชอบ

4. ส่วนงานกำหนดผู้ตรวจสอบ ทวนสอบและอนุมัติ

- กำหนดให้มีผู้ทวนสอบแม่พิมพ์และพารามิเตอร์ในการเดินเครื่องแต่ละชิ้นงาน กำหนดให้เป็น หัวหน้าช่างเทคนิค
- กำหนดให้มีการอนุมัติโดยผู้จัดการโรงงานทุกครั้งที่มีการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์

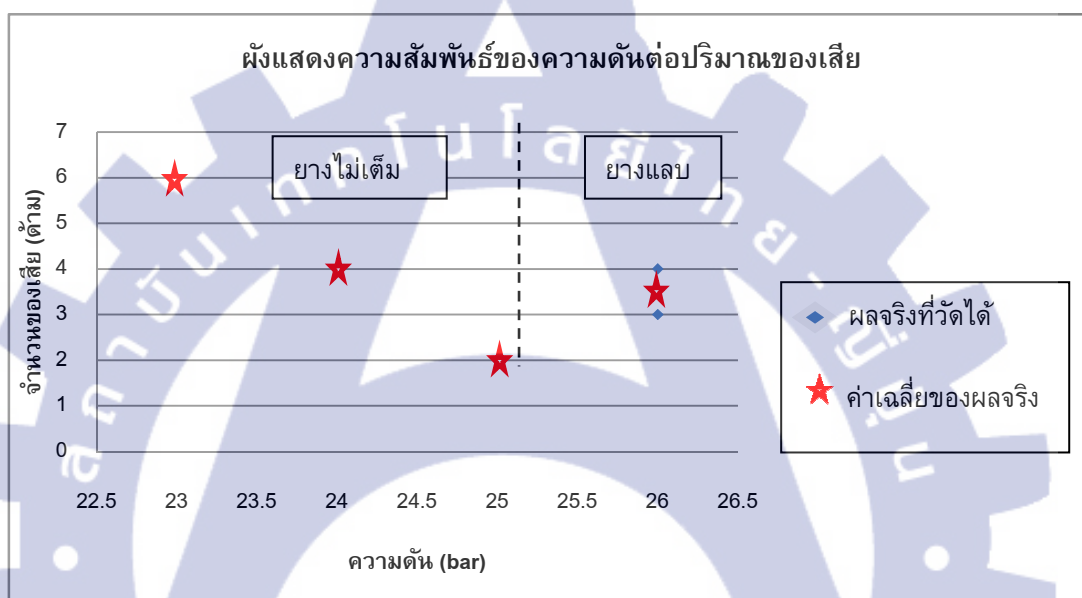
จากปัญหายางไม่เต็มจะต้องทำการทดลองพารามิเตอร์ของเครื่องฉีดพลาสติก ดังนั้นจึงใช้ผังแสดงการกระจายเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเสียและพารามิเตอร์ทั้งสามที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความดัน, ความเร็ว, อุณหภูมิ ซึ่งในการปรับพารามิเตอร์ดังกล่าวในครั้งนี้

เป็นการปรับพารามิเตอร์ในส่วนของ Metering Zone ซึ่งถือว่าเป็นโซนที่พลาสติกเหลวจะถูกฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ แสดงตามเครื่องจักรดังต่อไปนี้

เครื่องจักร K 16 แม่พิมพ์ C- 1

- ความดัน (Pressure)

ทำการทดลองเริ่มต้นจากการปรับความดัน โดยให้ความเร็วและอุณหภูมิคงที่ที่ ความเร็ว 21 mm/s และอุณหภูมิที่ 184°C โดยปรับความดันเป็น 23, 24, 25, 26 bar ตามลำดับ พบว่า

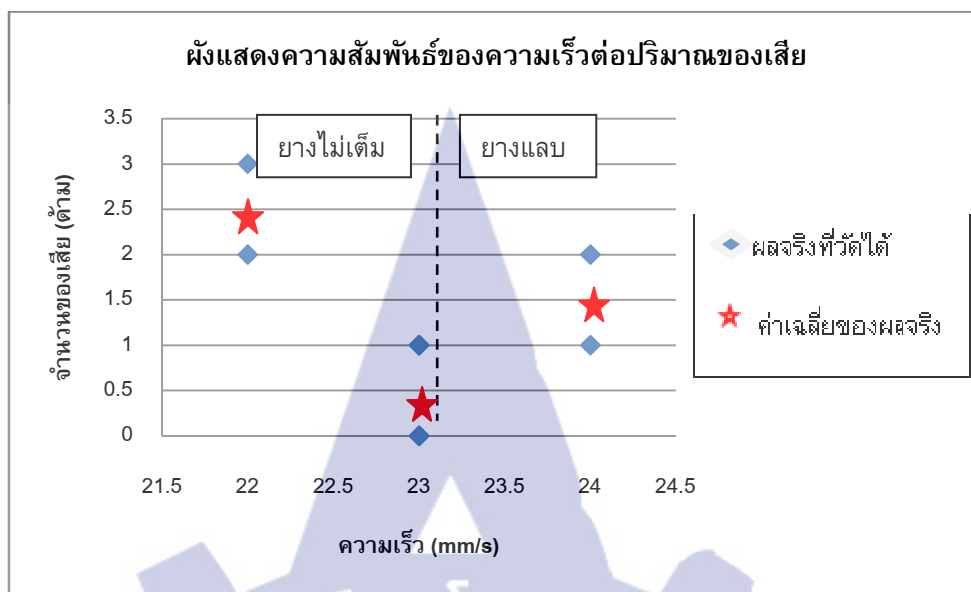


รูปที่ 41 การทดลองความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 16 แม่พิมพ์ C-1

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 40 เมื่อทำการปรับความดันเพิ่มขึ้นจาก 23-25 bar พบว่า แนวโน้มของเสียอย่างไม่เต็มลดลง และที่ความดัน 25 bar ทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุดแต่ยังคงทำให้เกิดของเสียอยู่ จึงได้ทำการทดลองเพิ่มความดันที่ 26 bar พบว่า ปริมาณของเสียเพิ่มขึ้นโดยมีลักษณะของเสียที่แตกต่างออกไป คือ จะเป็นของเสียลักษณะชิ้นงานเกิดยางแลบ (Flash) จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของความดันที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าว คือ 25 bar และทำการปรับความเร็วในขั้นตอนต่อไป

- ความเร็ว (Speed)

ทำการทดลองปรับความเร็ว โดยให้ความดันและอุณหภูมิคงที่ ที่ความดัน 25 bar และอุณหภูมิที่ 184°C ปรับความเร็วที่ 22, 23, 24 mm/s ตามลำดับ พบว่า

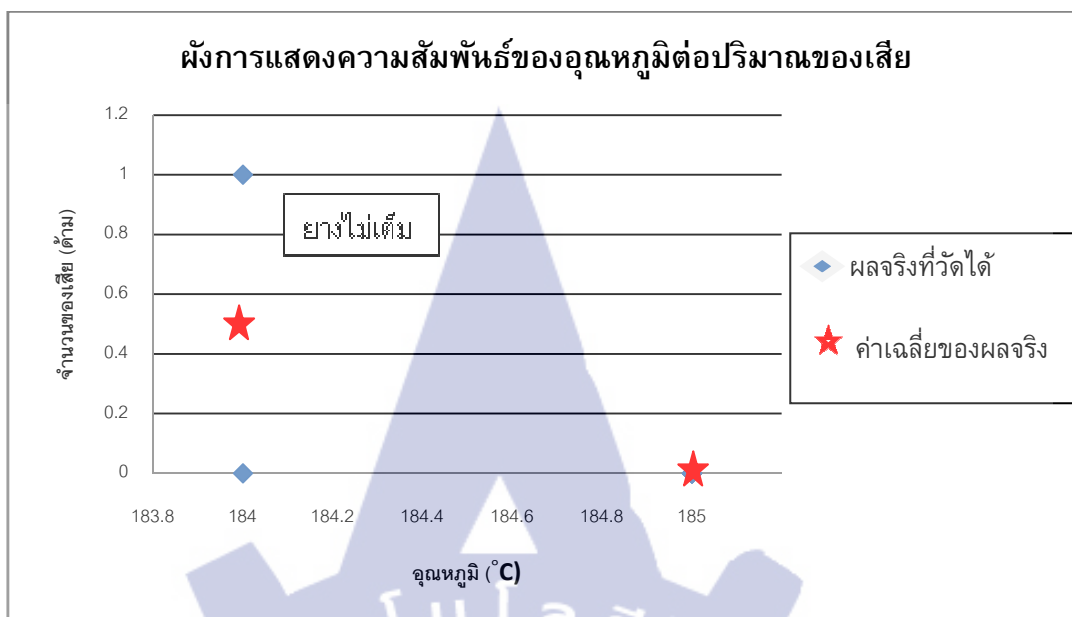


รูปที่ 42 การทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 16 แม่พิมพ์ C-1

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 42 เมื่อทำการปรับความเร็วที่ 22-23 mm/s พบว่า แนวโน้มของเสียยางไม่เต็มลดลง และที่ความเร็ว 23 mm/s ทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุดแต่ยังคงทำให้เกิดของเสียอยู่ จึงได้ทำการทดลองเพิ่มความเร็วที่ 24 mm/s พบว่า ปริมาณของเสียเพิ่มขึ้นโดยมีลักษณะของเสียที่แตกต่างออกไป คือ จะเป็นของเสียลักษณะขึ้นงานเกิดยางแลบ (Flash) จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าวคือ 23 mm/s และทำการปรับอุณหภูมิในขั้นต่อไป

- อุณหภูมิ (Temperature)

ทำการทดลองปรับอุณหภูมิ โดยให้ความดันและความเร็วคงที่ ที่ความดัน 25 bar และความเร็ว 23 mm/s ปรับอุณหภูมิที่ 184 -185 °C พบว่า



รูปที่ 43 การทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 16 แม่พิมพ์ C-1

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 43 เมื่อทำการปรับอุณหภูมิที่ 184-185 °C พบว่า แนวโน้มของเสียยางไม่เต็มลดลง และที่อุณหภูมิ 185 °C ทำให้ของเสียเท่ากับศูนย์ จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าวคือ 185 °C

ได้ทำการทดลองเดินชิ้นงานตามพารามิเตอร์ดังกล่าว เป็นจำนวน 1,600 ด้าม พบปริมาณของเสียอยู่ที่ 5 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.31 ตามตารางที่ 8 จึงทำการกำหนดพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นมาตรฐานในการปรับปรุงต่อไป

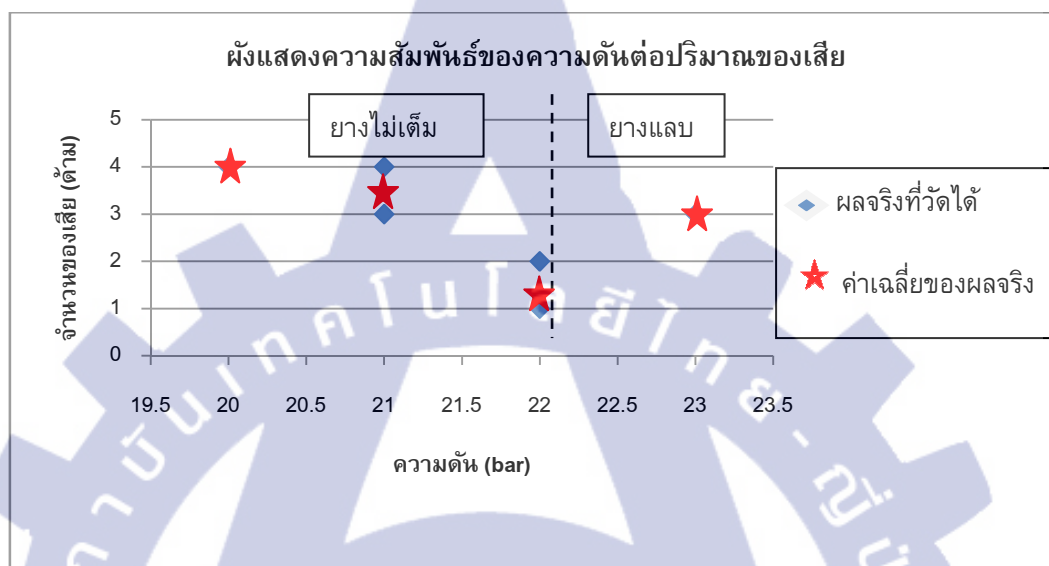
ตารางที่ 8 การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เครื่อง K 16 แม่พิมพ์ C-1

หัวข้อในการดำเนินการปรับปรุง	แนวทางแก้ไข			จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ (ด้าม)	จำนวนของเสีย (ด้าม)	ร้อยละของของเสีย
	Temp (°C)	Pressure (Bar)	Speed (mm/s)			
การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์	185	25	23	1600	5	0.31

เครื่องจักร K 18 แม่พิมพ์ C- 2

- ความดัน (Pressure)

ทำการทดลองเริ่มต้นจากการปรับความดัน โดยให้ความเร็วและอุณหภูมิคงที่ที่ความเร็ว 20 mm/s และอุณหภูมิที่ 180°C โดยปรับความดันเป็น 20, 21, 22, 23 bar ตามลำดับ พบว่า

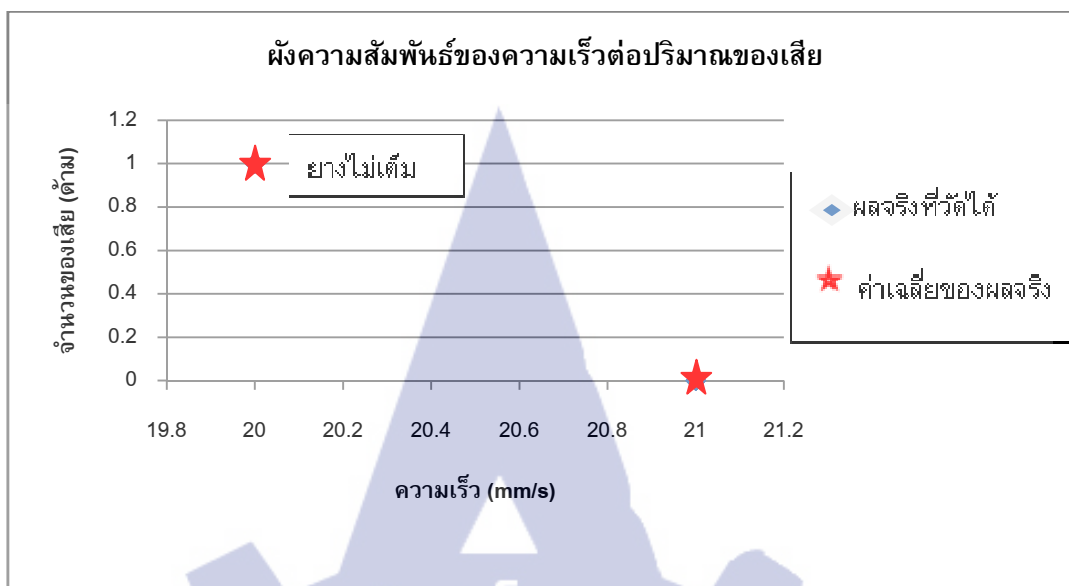


รูปที่ 44 การทดลองความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสีย เครื่องจักร K 18 แม่พิมพ์ C-2

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 44 เมื่อทำการปรับความดันเพิ่มขึ้นจาก 20-22 bar พบว่า แนวโน้มของเสียยังไม่เต็มลดลง และที่ความดัน 22 bar ทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุดแต่ยังคงทำให้เกิดของเสียอยู่ จึงได้ทำการทดลองเพิ่มความดันที่ 23 bar พบว่า ปริมาณของเสียเพิ่มขึ้นโดยมีลักษณะของเสียที่แตกต่างออกไป คือจะเป็นของเสียลักษณะขึ้นงานเกิดยางแลบ (Flash) จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของความดันที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าว คือ 22 bar และทำการปรับความเร็วในขั้นตอนต่อไป

- ความเร็ว (Speed)

ทำการทดลองปรับความเร็ว โดยให้ความดันและอุณหภูมิคงที่ ที่ความดัน 22 bar และอุณหภูมิที่ 180°C ปรับความเร็วที่ 20, 21 mm/s ตามลำดับ พบว่า



รูปที่ 45 การทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสีย เครื่องจักร K 18 แม่พิมพ์ C-2

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 45 เมื่อทำการปรับความเร็วที่ 20-21 mm/s พบว่า แนวโน้มของเสียยังไม่เต็มลดลง และที่ความเร็ว 21mm/s ทำให้ของเสียเท่ากับศูนย์ จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าว คือ 21 mm/s

จากการทดลองดังกล่าว พบว่า ปริมาณของเสียได้มีค่าเท่ากับ 0 แล้ว จึงไม่ได้ทำการทดลองในส่วนของคุณสมบัติต่อไป และได้เลือกใช้อุณหภูมิ คือ 180°C

การทดลองเดินชิ้นงานตามพารามิเตอร์ดังกล่าว เป็นจำนวน 1,600 ต่อม พบปริมาณของเสียอยู่ที่ 3 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.19 ดังตารางที่ 9 จึงทำการกำหนดพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นมาตรฐานในการปรับปรุงต่อไป

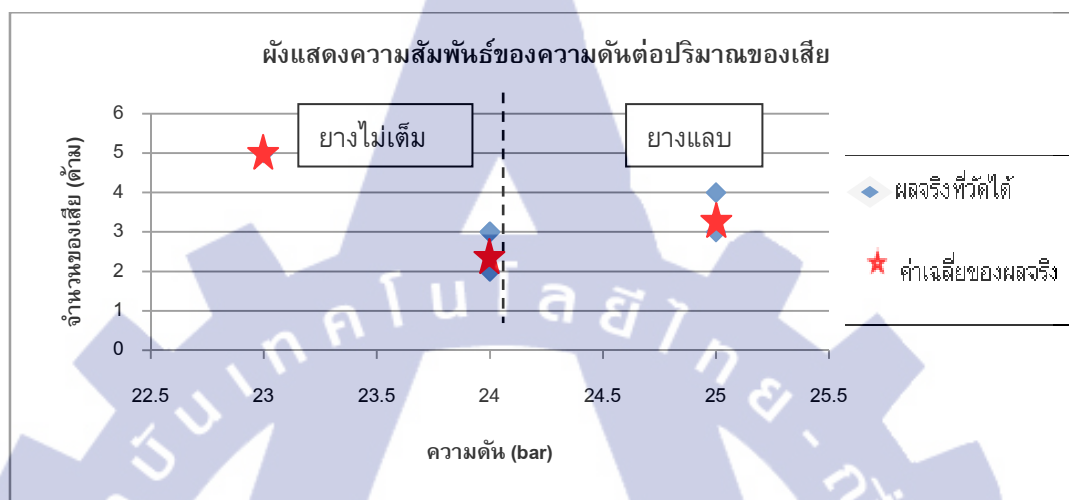
ตารางที่ 9 การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เครื่อง K 18 แม่พิมพ์ C-2

หัวข้อในการดำเนินการปรับปรุง	แนวทางแก้ไข			จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ (ด้าม)	จำนวนของเสีย (ด้าม)	ร้อยละของของเสีย
	Temp ($^{\circ}\text{C}$)	Pressure (Bar)	Speed (mm/s)			
การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์	180	22	21	1600	3	0.19

เครื่องจักร K 21 แม่พิมพ์ C- 3

- ความดัน (Pressure)

ทำการทดลองเริ่มต้นจากการปรับความดัน โดยให้ความเร็วและอุณหภูมิคงที่ที่ความเร็ว 20 mm/s และอุณหภูมิที่ 183°C โดยปรับความดันเป็น 23, 24, 25 bar ตามลำดับ พบว่า

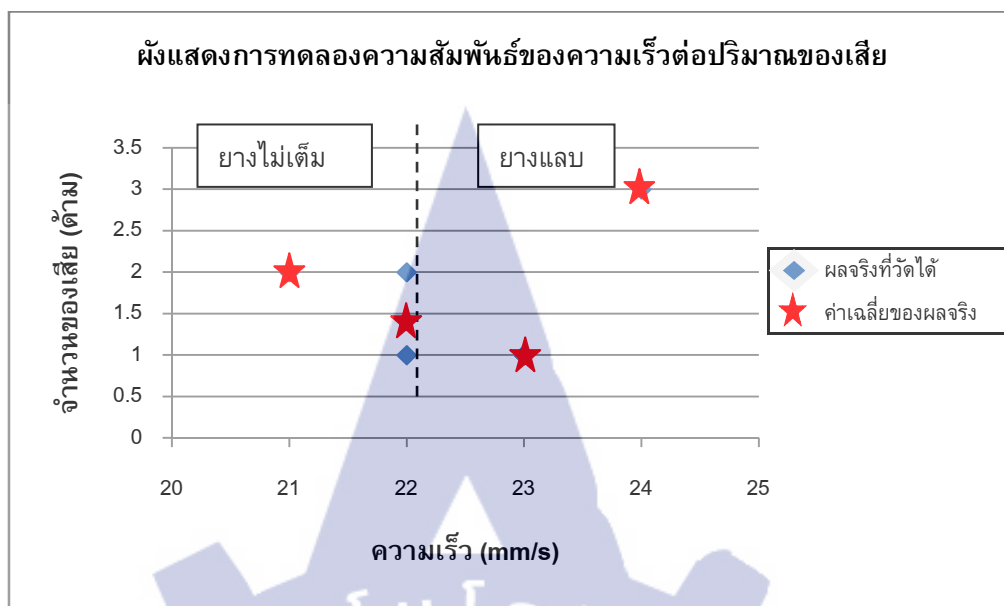


รูปที่ 46 การทดลองความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 21 แม่พิมพ์ C-3

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 46 เมื่อทำการปรับความดันเพิ่มขึ้นจาก 23-24 bar พบว่า แนวโน้มของเสียยังไม่เต็มลดลง และที่ความดัน 24 bar ทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุดแต่ยังคงทำให้เกิดของเสียอยู่ จึงได้ทำการทดลองเพิ่มความดันที่ 25 bar พบว่า ปริมาณของเสียเพิ่มขึ้นโดยมีลักษณะของเสียที่แตกต่างออกไป คือจะเป็นของเสียลักษณะชิ้นงานเกิดยางแลบ (Flash) จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของความดันที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าว คือ 24 bar และทำการปรับความเร็วในขั้นตอนต่อไป

- ความเร็ว (Speed)

ทำการทดลองปรับความเร็ว โดยให้ความดันและอุณหภูมิคงที่ ที่ความดัน 24 bar และอุณหภูมิที่ 183°C ปรับความเร็วที่ 21, 22, 23, 24 mm/s ตามลำดับ พบว่า

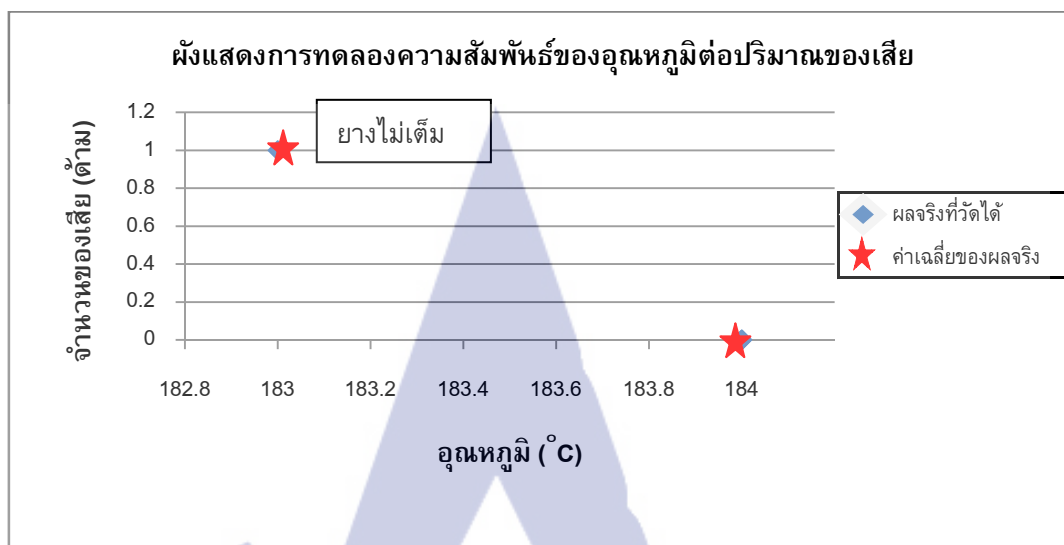


รูปที่ 47 การทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 21 แม่พิมพ์ C-3

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 47 เมื่อทำการปรับความเร็วที่ 21-23 mm/s พบว่า แนวโน้มของเสียยางไม่เต็มลดลง และที่ความเร็ว 23 mm/s ทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุดแต่ยังคงทำให้เกิดของเสียอยู่ จึงได้ทำการทดลองเพิ่มความเร็วที่ 24 mm/s พบว่า ปริมาณของเสียเพิ่มขึ้นโดยมีลักษณะของเสียที่แตกต่างออกไป คือ จะเป็นของเสียลักษณะชิ้นงานเกิดยางแลบ (Flash) จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าว คือ 23 mm/s และทำการปรับอุณหภูมิในขั้นตอนต่อไป

- อุณหภูมิ (Temperature)

ทำการทดลองปรับอุณหภูมิ โดยให้ความดันและความเร็วคงที่ ที่ความดัน 24 bar และความเร็ว 23 mm/s ปรับอุณหภูมิที่ 183 -184 °C พบว่า



รูปที่ 48 การทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 21 แม่พิมพ์ C-3

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 48 เมื่อทำการปรับอุณหภูมิที่ 183-184°C พบว่า แนวโน้มของเสียยังไม่เต็มลดลง และที่อุณหภูมิ 184°C ทำให้ของเสียเท่ากับศูนย์ จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าว คือ 184°C

ได้ทำการทดลองเดินชิ้นงานตามพารามิเตอร์ดังกล่าว เป็นจำนวน 1,600 ดรัม พบปริมาณของเสียอยู่ที่ 4 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.25 ตามตารางที่ 10 จึงทำการกำหนดพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นมาตรฐานในการปรับปรุงต่อไป

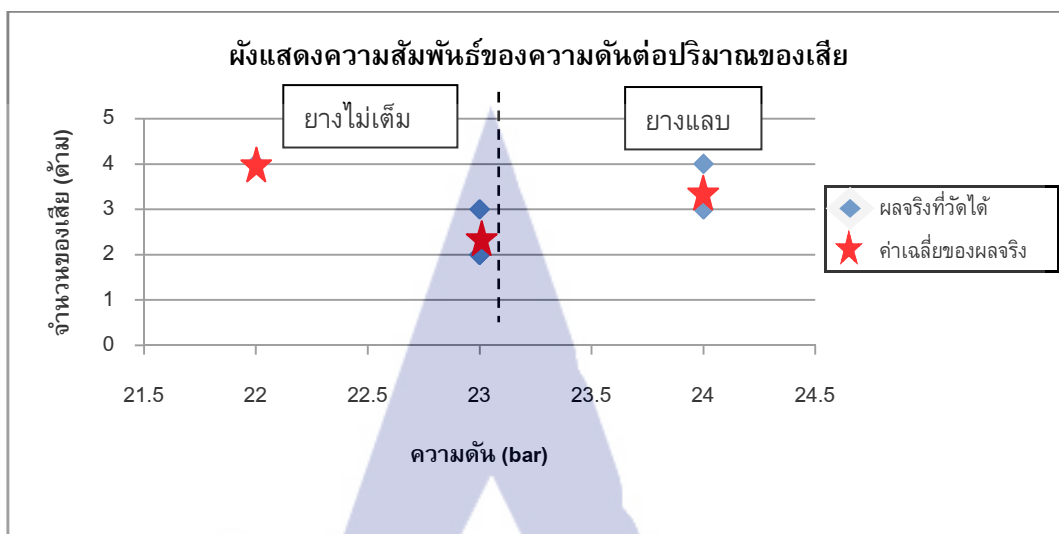
ตารางที่ 10 การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เครื่อง K 21 แม่พิมพ์ C-3

หัวข้อในการดำเนินการปรับปรุง	แนวทางแก้ไข			จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ (ดรัม)	จำนวนของเสีย (ดรัม)	ร้อยละของของเสีย
	Temp (°C)	Pressure (Bar)	Speed (mm/s)			
การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์	184	24	23	1600	4	0.25

เครื่องจักร K 22 แม่พิมพ์ C-4

- ความดัน (Pressure)

ทำการทดลองเริ่มต้นจากการปรับความดัน โดยให้ความเร็วและอุณหภูมิคงที่ที่ความเร็ว 20 mm/s และอุณหภูมิที่ 182°C โดยปรับความดันเป็น 22, 23, 24 bar ตามลำดับพบว่า

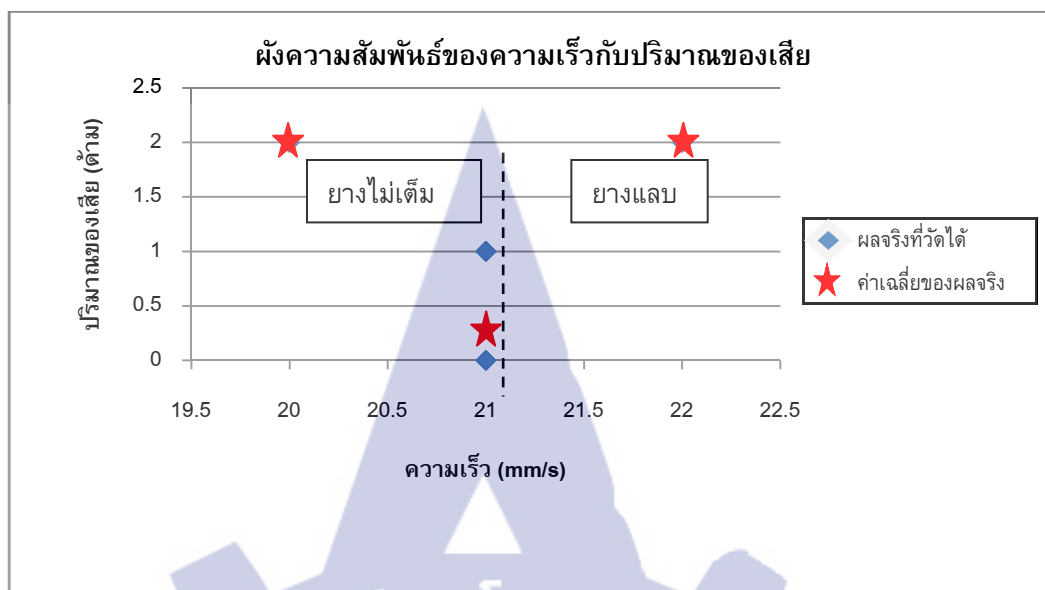


รูปที่ 49 การทดลองความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 22 แม่พิมพ์ C-4

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของความดันต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 49 เมื่อทำการปรับความดันเพิ่มขึ้นจาก 22-23 bar พบว่า แนวโน้มของเสียยางไม่เต็มลดลง และที่ความดัน 23 bar ทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุดแต่ยังคงทำให้เกิดของเสียอยู่ จึงได้ทำการทดลองเพิ่มความดันที่ 24 bar พบว่า ปริมาณของเสียเพิ่มขึ้นโดยมีลักษณะของเสียที่แตกต่างออกไป คือ จะเป็นของเสียลักษณะชิ้นงานเกิดยางแลบ (Flash) จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของความดันที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าว คือ 23 bar และทำการปรับความเร็วในขั้นตอนต่อไป

- ความเร็ว (Speed)

ทำการทดลองปรับความเร็ว โดยให้ความดันและอุณหภูมิคงที่ ที่ความดัน 23 bar และอุณหภูมิที่ 182°C ปรับความเร็วที่ 20, 21, 22 mm/s ตามลำดับ พบว่า

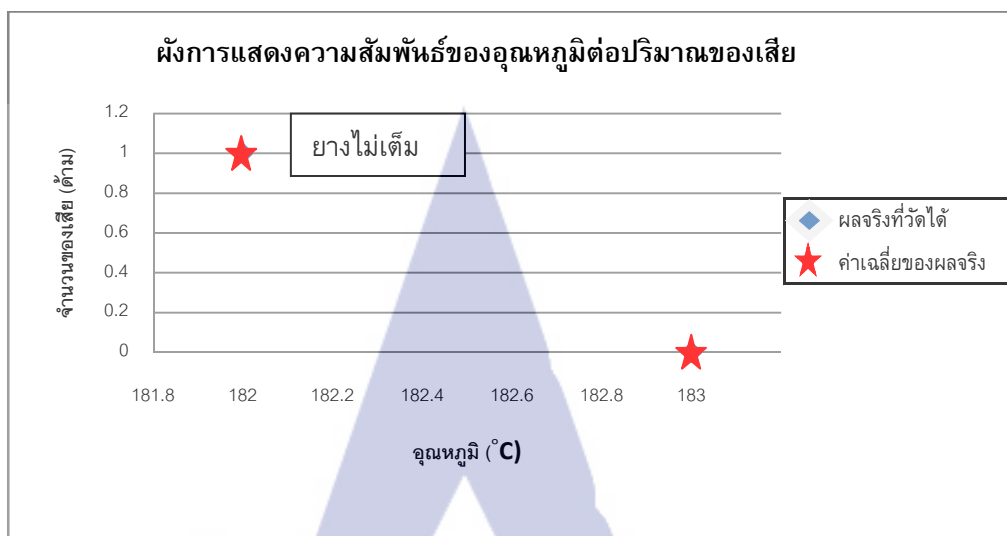


รูปที่ 50 การทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 22 แม่พิมพ์ C-4

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของความเร็วต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 50 เมื่อทำการปรับความเร็วที่ 20-21 mm/s พบว่า แนวโน้มของเสียยังไม่เต็มลดลง และที่ความเร็ว 21 mm/s ทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุดแต่ยังคงทำให้เกิดของเสียอยู่ จึงได้ทำการทดลองเพิ่มความเร็วที่ 22 mm/s พบว่า ปริมาณของเสียเพิ่มขึ้นโดยมีลักษณะของเสียที่แตกต่างออกไป คือ จะเป็นของเสียลักษณะขึ้นงานเกิดยางแลบ (Flash) จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าว คือ 21 mm/s และทำการปรับอุณหภูมิในขั้นตอนต่อไป

- อุณหภูมิ (Temperature)

ทำการทดลองปรับอุณหภูมิ โดยให้ความดันและความเร็วคงที่ ที่ความดัน 23 bar และความเร็ว 21 mm/s ปรับอุณหภูมิที่ 182 -183 °C พบว่า



รูปที่ 51 การทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อปริมาณของเสีย เครื่อง K 22 แม่พิมพ์ C-4

จากผังแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อปริมาณของเสียตามรูปที่ 51 เมื่อทำการปรับอุณหภูมิที่ 182-183°C พบว่า แนวโน้มของเสียยางไม่เต็มลดลง และที่อุณหภูมิ 183°C ทำให้ของเสียเท่ากับศูนย์ จึงพบว่า ค่าพารามิเตอร์ของอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉีดดังกล่าว คือ 183°C

ได้ทำการทดลองเดินชิ้นงานตามพารามิเตอร์ดังกล่าว เป็นจำนวน 1,600 ด้าม พบปริมาณของเสียอยู่ที่ 6 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.37 ตามตารางที่ 11 จึงทำการกำหนดพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นมาตรฐานในการปรับปรุงต่อไป

ตารางที่ 11 การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เครื่อง K 22 แม่พิมพ์ C-4

หัวข้อในการดำเนินการปรับปรุง	แนวทางแก้ไข			จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ (ด้าม)	จำนวนของเสีย (ด้าม)	ร้อยละของของเสีย
	Temp (°C)	Pressure (Bar)	Speed (mm/s)			
การปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์	183	23	21	1600	6	0.37

จากการกล่าวข้างต้นในบทที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ เครื่องจักร K 16, K 18, K 21, K 22 ถือเป็นเครื่องจักรนำร่องของโครงการลดของเสียดังกล่าว พบว่า แต่ละเครื่องจักรต้องมีการทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ และได้ค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันออกไป ตามลักษณะของแม่พิมพ์ หลังจากนั้นได้ทำการเก็บหลังการปรับปรุงเป็นเวลาทั้งสิ้น 4 เดือน กล่าวคือ กรกฎาคม – ตุลาคม 2555 แสดงดังตารางที่ 12

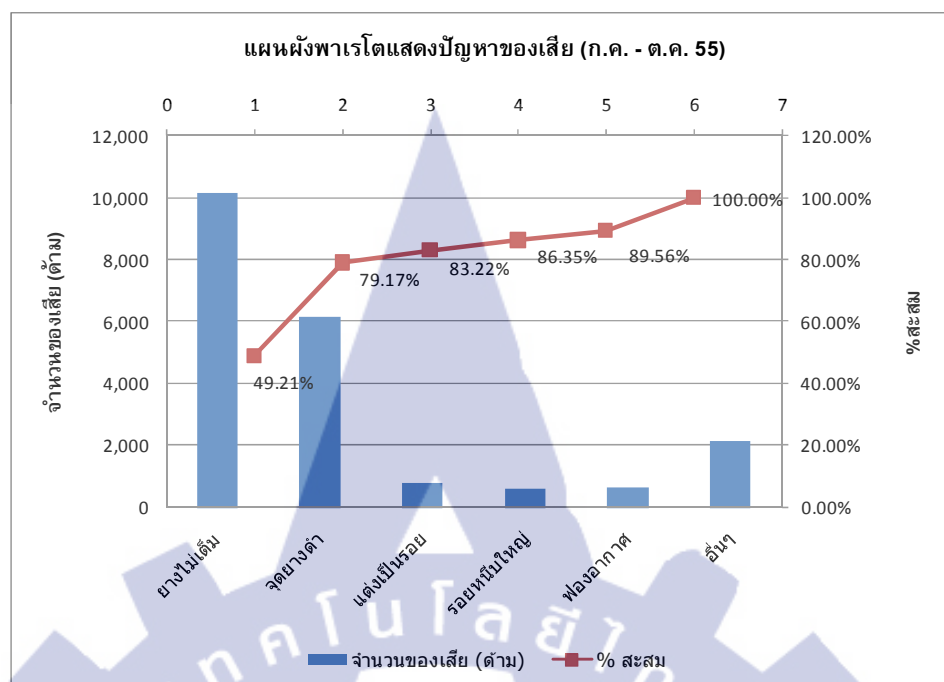
ตารางที่ 12 ข้อมูลของเสียหลังการปรับปรุง

เดือน	จำนวนผลิตได้ (ตัน)	จำนวนของเสีย												รวมของเสีย (ตัน)	คิดเป็น (%)
		ยางไม่ เต็ม (ตัน)	คิดเป็น (%)	จุดยางดำ (ตัน)	คิดเป็น (%)	แต่งเป็น รอย (ตัน)	คิดเป็น (%)	รอย หนึบใหญ่ (ตัน)	คิดเป็น (%)	ฟอง อากาศ (ตัน)	คิดเป็น (%)	อื่น ๆ (ตัน)	คิดเป็น (%)		
ก.ค.-55	1,094,777	4245	0.39%	1891	0.17%	236	0.02%	378	0.03%	75	0.01%	434	0.04%	7259	0.66%
ส.ค.-55	955,698	2601	0.27%	1886	0.20%	192	0.02%	123	0.01%	159	0.02%	330	0.03%	5291	0.55%
ก.ย.-55	1,047,290	1524	0.15%	1683	0.16%	230	0.02%	73	0.01%	212	0.02%	940	0.09%	4662	0.45%
ต.ค.-55	932,606	1775	0.19%	716	0.08%	175	0.02%	73	0.01%	215	0.02%	448	0.05%	3402	0.36%
เฉลี่ย			0.25%		0.15%		0.02%		0.02%		0.02%		0.05%		0.51%

เมื่อทำการรวบรวมสภาพปัญหาหลังการปรับปรุงและสถิติการเกิดจะสามารถแสดง
ข้อมูลได้ดังตารางที่ 13

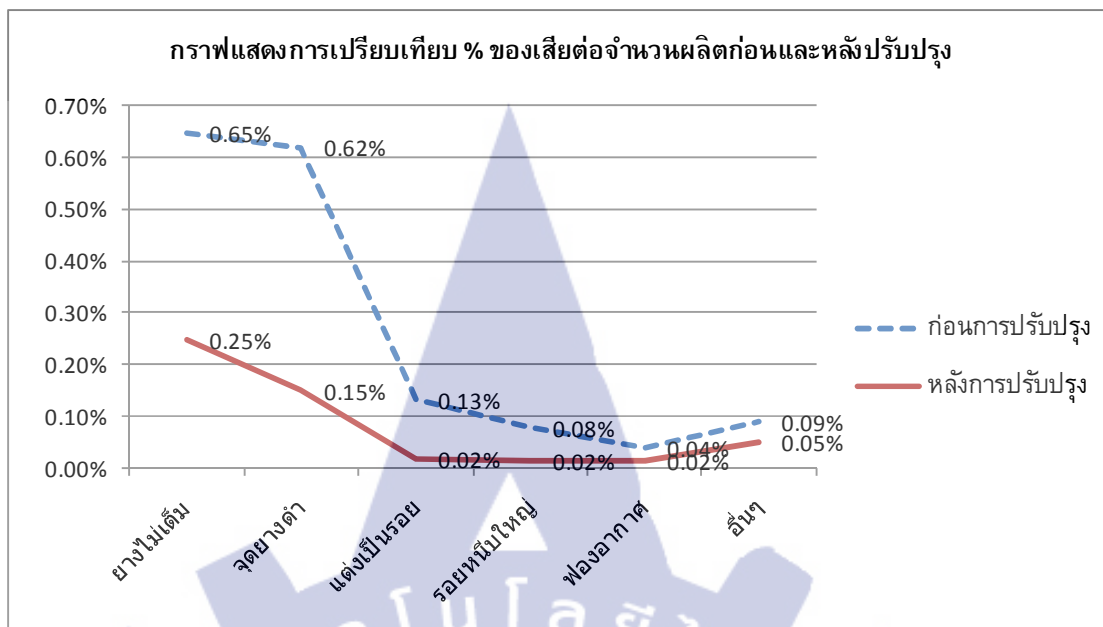
ตารางที่ 13 สภาพของจำนวนของเสียหลังการปรับปรุง

หัวข้อ	สภาพปัญหา	จำนวนของเสีย (ตัน)	สถิติการเกิด (%)	% สะสม
1	ยางไม่เต็ม	10,145	49.21	49.21
2	จุดยางดำ	6,176	29.96	79.17
3	แต่งเป็นรอย	833	4.04	83.22
4	รอยหนึบใหญ่	647	3.14	86.35
5	ฟองอากาศ	661	3.21	89.56
6	อื่นๆ	2,152	10.44	100.00



รูปที่ 52 พาเรโตแสดงปัญหาของเสียหลังการปรับปรุง

จากแผนผังพาเรโตดังรูปที่ 52 พบว่า สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียยังคงเป็นผลของสาเหตุขาดไม่เต็มและจุดยางดำ แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบแนวโน้มร้อยละของของเสียต่อจำนวนผลิตหลังการปรับปรุงกับก่อนการปรับปรุงจากตารางที่ 5 สามารถแสดงเป็นกราฟดังรูปที่ 53



รูปที่ 53 การเปรียบเทียบร้อยละของของเสียต่อจำนวนผลิตก่อนและหลังปรับปรุง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าการทดลองแก้ไขปัญหของเสีย 2 สาเหตุหลัก คือ ยางไม่เต็ม และจุดยางดำ สามารถทำให้ร้อยละของของเสียต่อจำนวนการผลิตลดลงได้ และยังสามารถช่วยลดการเกิดปัญหาของเสียอื่นๆ ลงด้วย และเมื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของของเสียแยกตามสาเหตุหลักที่ศึกษา และทำการคำนวณร้อยละของของเสียที่ลดลงจากสมการ

$$\text{ร้อยละของเสียที่ลดลง} = \left(\frac{\text{ร้อยละของของเสียเฉลี่ยก่อนทำการปรับปรุง} - \text{ร้อยละของของเสียเฉลี่ยหลังการปรับปรุง} \times 100}{\text{ร้อยละของของเสียเฉลี่ยก่อนทำการปรับปรุง}} \right)$$

เมื่อนำข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงมาเปรียบเทียบร้อยละของของเสีย จะพบว่าในแต่ละสาเหตุมีการลดลงของของเสีย ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ร้อยละของการลดลงของจำนวนของเสียของแต่ละสาเหตุ

สาเหตุของเสีย	ร้อยละการลดลงของจำนวนของเสีย
ยางไม่เต็ม	61.54
จุดยางดำ	75.81
แต่งเป็นรอย	84.62
รอยหนีบใหญ่	75.00
ฟองอากาศ	50.00
อื่นๆ	44.44

ซึ่งเมื่อทำการหาค่าเฉลี่ยของร้อยละของเสียที่ลดลงจากการปรับปรุงโดยใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools จะพบว่า สามารถลดปริมาณของเสียรวมเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 68.52 ซึ่งสอดคล้องกับข้อตกลงร่วมกันของคณะทำงานที่ตั้งเป้าหมายโครงการลดของเสียครั้งนี้ไว้ที่ร้อยละ 40 ถือว่า บรรลุเป้าหมาย

กำหนดเป็นมาตรฐาน

กรณีการศึกษาเครื่องจักรนาร่อง 4 เครื่องจักรเป็นไปวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จึงทำการนำเสนอเพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานและขยายผลการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานภายในบริษัทกรณีศึกษาในเครื่องจักรที่เหลือต่อไป โดยส่งผ่านมาตรการทั้งหมดสู่ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง (แผนกจัด บริษัทกรณีศึกษา)

จากกิจกรรมการปรับปรุงในหัวข้อที่ 4 สามารถนำมาจัดทำเป็นมาตรการได้ดังต่อไปนี้
มาตรการด้านการฝึกอบรม

1. พนักงานใหม่ทุกคนของบริษัทจะต้องผ่านการอบรมหลักสูตรระเบียบปฏิบัติทั่วไปของบริษัท ระเบียบในการทำงานและความปลอดภัยในการทำงานรวมถึงการอบรมด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล เพื่อเป็นไปตามระบบ GMP
2. พนักงานใหม่ทุกคนจะต้องผ่านการอบรมการปฏิบัติงาน ณ พื้นที่ที่ตนสังกัด โดยมีหัวหน้างานเป็นผู้สอนงาน หากครบกำหนด 3 เดือน ให้ทางหัวหน้าแผนกอนุมัติการปฏิบัติงาน
3. ในแต่ละปีให้มีการทบทวนการปฏิบัติงานโดยหัวหน้างาน
4. สำหรับในกรณีที่พนักงานทำงานผิดพลาด ให้หัวหน้างานเข้าไปควบคุมการทำงานอย่างใกล้ชิด หากพนักงานยังทำงานผิดพลาดอีกให้ปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านการลงโทษของพนักงานตามสมควรแก่กรณี

มาตรการด้านการจัดการทางเทคนิค

1. ในแต่ละวันให้ช่างประจำเครื่องดูแลรับผิดชอบเครื่องจักรที่ตัวเองได้รับมอบหมาย ตรวจสอบความพร้อมตาม Daily Check Sheet (ภาคผนวก ก) พร้อมทั้งรายงานผลการปฏิบัติงาน หากผลความผิดปกติให้รีบแจ้งหัวหน้าช่างเทคนิคและทำการแก้ไข
2. การดูแลในส่วนของแม่พิมพ์ ให้ช่างเทคนิคแม่พิมพ์เข้าตรวจสอบแม่พิมพ์ตาม Daily Check Sheet (ภาคผนวก ข) พร้อมทั้งรายงานผลการปฏิบัติงาน หากผลความผิดปกติให้รีบแจ้งหัวหน้าช่างเทคนิคและทำการแก้ไข
3. การดำเนินการฉีดแปรงสีฟัน ให้ดำเนินการตามมาตรฐานการฉีดแปรงสีฟัน ดังต่อไปนี้

มาตรฐานในการฉีดแปรงสีฟัน

1. รับใบสั่งงานแผนกฉีดด้ามแปรง
2. จัดเตรียม Mold พร้อมทำความสะอาดไว้
3. นำ Mold ขึ้นเครื่องฉีดโดยใช้เครนยก
4. ตั้งศูนย์ Locating Ring Mold อยู่ในเบ้าเครื่องฉีด



รูปที่ 54 การตั้งศูนย์ Locating Ring Mold ในเบ้าเครื่องฉีด

5. ตั้งศูนย์หัวฉีดให้ตรงกับ Sprue Runner Gate ของ Mold



รูปที่ 55 การตั้งศูนย์หัวฉีดให้ตรงกับ Sprue Runner Gate ของ Mold

6. ล็อค Mold โดย Clamp Lock พร้อมตั้งระยะหน้าบางของ Mold ให้สมบูรณ์



รูปที่ 56 บริเวณที่ทำการล็อค Mold โดย Clamp Lock

7. ล้างท่อ Screw โดยใช้เม็ดล้างไล่ท่อ Screw

8. ในกรณีที่เปลี่ยน Material ต่างชนิด ต่างสี ให้ถ่ายเม็ดเดิมออกแล้วล้าง เช็ด เป่าทำความสะอาด Hopper

9. ใส่เม็ดพลาสติกที่รับจากแผนกบด-ผสมสี ตามใบส่งมอบเม็ดพลาสติก แผนกบด-ผสมสี

10. ปรับพารามิเตอร์ตามมาตรฐานการผลิตของ Mold ที่ผลิตตัวนั้นๆ โดยยึดจากมาตรฐานการปรับเครื่องฉีด

11. ทำการตรวจเช็คและบันทึกผลลงในใบตรวจสอบพารามิเตอร์เครื่องฉีด

12. Q.C. ทำการตรวจรับรองชิ้นงานแรกที่ยังออกมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน หากพบ “ผ่าน” ให้ทำการประทับรับรองชิ้นและดำเนินการฉีดชิ้นงานต่อไป

13. กรณีชิ้นงานเกิดปัญหา ไม่เป็นมาตรฐาน เกิดของเสีย ให้ทำการเรียกช่างประจำเครื่องมาทำการแก้ไขทันที

14. กรณีที่มีการตั้งปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เกินค่าระยะกำหนดไว้ในใบมาตรฐานการปรับฉีดพลาสติก

15. ให้ทำการแจ้งเรื่องกับทางหัวหน้าช่างประจำแผนกฉีด เพื่อทำการขออนุมัติจากผู้จัดการฝ่ายโรงงานต่อไป

16. นำเอกสารมาตรฐานการปรับฉีดพลาสติกไปขึ้นทะเบียนเอกสารกับเจ้าหน้าที่เอกสาร

มาตรการด้านความสะอาด

1. พนักงานทุกคนต้องปฏิบัติตามสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ทางบริษัทกำหนดไว้ และปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

2. พนักงานทุกคนต้องรับผิดชอบพื้นที่โดยรอบของตัวเองในเรื่องความสะอาด โดยรอบ รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ด้วย

3. ฝ่ายทรัพยากรบุคคล กำหนดวัน Big Cleaning Day ประจำเดือน โดยกำหนดให้ในแต่ละครั้ง ใช้เวลาทำความสะอาดทั้งสิ้น 2 ชั่วโมง

4. ช่างเทคนิค เมื่อทำการทำความสะอาดสกรู ต้องใช้น้ำยาทำความสะอาด (Cleanser) ทุกครั้ง

มาตรการด้านการกำหนดผู้ตรวจสอบ ผู้ทบทวน และผู้อนุมัติ

1. เอกสารมาตรฐานการฉีดพลาสติกทุกฉบับ ต้องระบุ ผู้ทบทวน และผู้อนุมัติ และปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

2. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเอกสารต่างๆเกี่ยวข้องกับมาตรฐานการฉีดพลาสติกจะต้องมีการขออนุญาตแก้ไขเอกสาร โดยมีผู้ร้องขอ ผู้ทบทวนและผู้อนุมัติการแก้ไข จึงสามารถทำการแก้ไขเอกสารดังกล่าวได้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools เพื่อลดปริมาณของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษา โรงงานผลิตแปรงสีฟัน โดยมีวัตถุประสงค์ลดปริมาณของเสียลงร้อยละ 40 พบว่า

เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools ซึ่งเป็นเครื่องมือคุณภาพที่ช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน รวมถึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล จนได้มาซึ่งสรุปผลการทดลองและสามารถกำหนดเป็นมาตรฐานในการทำงานได้ ดังนั้น จึงนำเครื่องมือดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุของการเกิดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก ซึ่งได้ใช้เครื่องมือทั้งสิ้น 5 ชนิด คือ แผนตรวจสอบ, แผนผังพาเรโต, กราฟ, แผนผังแสดงเหตุและผล และแผนผังการกระจาย โดยทำการศึกษาสภาพปัจจุบันของของเสียที่เกิดขึ้นในช่วง 4 เดือนที่ก่อนการทำการปรับปรุง จากแผนผังพาเรโตพบว่า ปัญหา ยางไม่เต็มและจุดยางดำ เป็นปัญหาที่พบมากที่สุด กล่าวคือ ร้อยละ 0.65 และร้อยละ 0.62 ตามลำดับ

เมื่อทำการค้นหาแนวทางแก้ไขของแต่ละสาเหตุหลักของปัญหาจะพบว่า ปัญหา ยางไม่เต็มนั้น สาเหตุหลักมาจากการตั้งค่าพารามิเตอร์ และสาเหตุหลักของปัญหาจุดยางดำ คือ เรื่องความสะอาดของแต่ละขั้นตอนของการผลิต จึงได้ทำการทดลองแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผ่านกลุ่มตัวอย่างเครื่องจักร 4 เครื่องจักร กล่าวคือ K 16, K 18, K 21, K 22 และกำหนดมาตรฐานการปรับปรุง ผลการปรับปรุง สามารถลดปริมาณของเสียลงได้ถึงร้อยละ 68.52 โดยเฉลี่ย สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ (ร้อยละ 40) โดยรายละเอียดร้อยละของของเสียที่ลดลงมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 15 ร้อยละของการลดลงของจำนวนของเสียของแต่ละสาเหตุ

สาเหตุของเสีย	ร้อยละการลดลงของจำนวนของเสีย
ยางไม่เต็ม	61.54
จุดยางดำ	75.81
แต่งเป็นรอย	84.62
รอยหนีบใหญ่	75.00
ฟองอากาศ	50.00
อื่นๆ	44.44

จากนั้นได้ทำการกำหนดเป็นมาตรฐานการทำงานของกิจกรรมที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในแผนกถัดมาแปรง โรงงานกรณีศึกษาในเครื่องจักรที่เหลือต่อไป

ข้อเสนอแนะ

การใช้ QC 7 Tools เป็นเครื่องมือในการช่วยวิเคราะห์แก้ไข สามารถที่จะทำให้ปัญหานั้นๆ มีทางแก้ไขที่มีประสิทธิภาพ องค์กรควรจัดให้มีการคิดวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างแผนกวิศวกรรม แผนกผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพ เพื่อให้เกิดแนวทางการแก้ไขที่ดีที่สุด อีกทั้งยังเป็นการทำให้พนักงานได้มีส่วนร่วมในการพัฒนาองค์กรให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถที่จะแข่งขันในตลาดต่อไปได้

สำหรับในส่วนของการแก้ไขทางเทคนิค จากการทดลองลดปัญหาอย่างไม่เต็มนั้น การปรับแต่งพารามิเตอร์ควรทำการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นลำดับสุดท้าย เนื่องจากการปรับอุณหภูมิในแต่ละครั้งต้องใช้เวลาเพื่อให้อุณหภูมิลดหรือเพิ่มตามที่ตั้งค่าไว้





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิตติศักดิ์ พลอยเจริญพานิช. (2548). การแก้ปัญหาธุรกิจด้วยวิธีการทางสถิติ. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- คะทียะ โอโนทานิ. (2539). การแก้ไขปัญหาแบบ Q.C. แปลโดย วีรพงษ์ เณิมจิระรัตน์. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ชาวลิต เจริญรักษา. (2554). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก. สืบค้นเมื่อ 28 กรกฎาคม 2555, จาก <http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=bright-brave&date=01-10-2011&group=3&gblog=4>
- ทะกะอะชิ โซโซ. (2535). หลักสูตรสู่ความสำเร็จการพัฒนางานด้วยกลุ่มคุณภาพเล่ม 1 (แนวความคิดของ QC). กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- บรรจง จันทมาศ. (2547). การบริหารงานคุณภาพและเพิ่มผลผลิต. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2548). เครื่องมือคุณภาพใหม่ 7 อย่าง (The 7 New QC Tools). สืบค้น เมื่อ 28 กรกฎาคม 2555, จาก <http://www.ismed.or.th/SME/src/bin/controller.php?view=knowledgeInsite.KnowledgesDetail&sid=66&id=434&left=80&right=81&level=3&lv1=3>
- เพียว เนตรประชา. (ม.ป.ป.). การเขียนกราฟแสดงการแจกแจงความถี่. สืบค้นเมื่อ 11 สิงหาคม 2555, จาก http://www.ipesp.ac.th/learning/websatiti/chapter10/unit10_2_2.html
- ภาณุ วรรณจารุกร. (2550). เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools). สืบค้นเมื่อ 28 กรกฎาคม 2555, จาก <http://www.nubi.nu.ac.th/webie/7qctool.html>
- รัชญา บวรพัชราเดช. (2554). การลดของเสียด้วยเทคนิค Quality Control Circle (QCC). สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- ศุภเดช เบญจพัฒน์มงคล. (2554). การประยุกต์ QC 7 Tools เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- สถาบันไทย-เยอรมัน. (2545). เทคโนโลยีแม่พิมพ์พลาสติก. กรุงเทพฯ : สถาบันไทย-เยอรมัน.
- สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย. (2547). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลาสติก. กรุงเทพฯ : สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย.

- องอาจ วรากรกาญจน์. (2554). **การลดของเสียในกระบวนการผลิตด้วยระบบ QCC**. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- อดิศักดิ์ พงษ์พลผลศักดิ์. (2542). **การควบคุมคุณภาพ : Quality Control**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- อภิชาติ ชยานุกัทรกุล. (2551). **ไดอะแกรมของเหตุและผล**. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2555, จาก <http://www.psstainlessthailand.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538729227&Ntype=2>
- อิซาวะ, อากิโอะ ; และคณะ. (2548). **การแก้ปัญหาด้วย QC Story ยุคใหม่ : Theme Achievement : Kandai Tassei Jissen Manyuaru**. แปลโดย ศศิธร วัฒนะพาหุ. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- Dashboard. (2008). **Quality Management Tools**. Retrieved August 10, 2012, from http://quality-management-tools.com/Check_Sheet.htm
- Emathzone. (2012). **Scatter Diagram**. Retrieved August 10, 2012, from <http://www.emathzone.com/tutorials/basic-statistics/scatter-diagram.html>
- Indy TK. (2554). **เทคนิคการสร้างกราฟ Pareto โดยใช้ Excel**. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2555, จาก <http://e20nrg.blogspot.com/2011/06/pareto-excel.html>
- ONZONDE. (2550). **เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)**. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2555, จาก http://onzonde.multiply.com/jornal/item/60?&show_interstitial
- S. Thomas Foster. (2004). **Managing Quality (An Integrative Approach)**. 2nd ed. New Jersey : Pearson Prentice Hall.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก.

แบบฟอร์มมาตรฐานการตรวจเช็คเครื่องจักร

แบบฟอร์มมาตรฐานการตรวจเช็คเครื่องจักร (DAILY CHECK SHEET)

วันที่.....

M/C NO.....

ผู้ตรวจสอบ.....

M/C NAME.....

ผู้ทวนสอบ.....

ลำดับ	หัวข้อ	วิธีการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ
1	SWITCH ต่างๆ	- เช็คสภาพ ต้องไม่แตกหัก หรือหลวม		
2	หลอดไฟโซ่รสถานะ	- เช็คสภาพ ON ไฟต้องโซ่วตลอด		
3	MOTOR	- เช็คสภาพการทำงาน ต้องไม่มีเสียงดังผิดปกติ		
4	ระบบไฮดรอลิค	- เช็คสภาพการทำงาน ต้อง不漏รั้วซึม		
5	CONTROL PANEL	- เช็คสภาพตู้ สายไฟ ต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย และปลอดภัย		
6	ชุดฉีด	- เช็คสภาพการเลื่อนขึ้น-ลง		
7	ความสะอาดรอบเครื่อง	- เช็คความสะอาด ไม่มีฝุ่นจับ		
8	ระบบ SAFETY	- เช็คสภาพและการทำงานให้ถูกต้อง		
9	MAGNET	- เช็คสภาพไม่เป็นสนิม/แตกหัก ต้องอยู่ในสภาพดี		

สัญลักษณ์การตรวจสอบ ○ ปกติ △ ผิดปกติแต่ใช้งานได้

 ⊗ ผิดปกติแต่แก้ไขแล้ว X ผิดปกติหยุดซ่อม

ภาคผนวก ข.

แบบฟอร์มมาตรฐานการตรวจเช็คแม่พิมพ์



แบบฟอร์มมาตรฐานการตรวจเช็คแม่พิมพ์ (DAILY CHECK SHEET)

M/C NO.....

MOLD NO.....

วันที่.....

ผู้ตรวจสอบ.....

ผู้ทวนสอบ.....

ลำดับ	หัวข้อ	วิธีการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ
1	เข็มแปรง	- เช็คสภาพ ต้องอยู่ในสภาพดี ไม่งอ หัก		
2	PIN กระทั่ง	- เช็คสภาพ ต้องไม่งอ แลพเกิดสนิม		
3	GUIDE PIN	- เช็คสภาพ ต้องไม่งอและเป็นรอยไหม้		
4	GUIDE BUSH	- เช็คสภาพ ต้องไม่มีรอยไหม้และสนิม		
5	สปริง	- เช็คสภาพ ต้องไม่งอ , แตก , หัก		
6	หู MOLD	- เช็คสภาพ ต้องใช้งานได้ดี ไม่สึกและแตกหัก		
7	SPRUE BUSH	- เช็คสภาพ ต้องไม่เป็นรอย และไม่มีสนิม		
8	น็อต, สกรู	- เช็คสภาพ เกลียวต้องดีพร้อมใช้ ไม่งอ		
9	CLAMP LOCK	- เช็คสภาพ การล็อกทั้ง 8 จุด		
10	หน้าแม่พิมพ์	- เช็คสภาพ มีรอยยุบ สนิม คราบสกปรก		
11	ความสะอาด	- เช็คความสะอาด ไม่มีฝุ่นจับ		
12	ทางน้ำหล่อเย็นแม่พิมพ์	- เช็คโดยการไขลอมเป่า เข้าไปทางรูน้ำ		
		ลมต้องทะลุออกทางอีกด้านหนึ่ง		
สัญลักษณ์การตรวจสอบ		 ปกติ  ผิดปกติแต่แก้ไขแล้ว	 ผิดปกติแต่ใช้งานได้  ผิดปกติหยุดซ่อม	