

๖๖๘.๔๑
๑๗๙๖๗
ร.๓

การสร้างเครื่องฉีดยาในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

ปริญญานิพนธ์
ของ
อุดมศักดิ์ ธีรฤกษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม ๒๕๔๐

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๖๘๘๐ ๓

๙-๑๑-๕

หน้า ๑

๒ ๗๕-๗๙

๘ ๘๔-๑๑

หน้า ๑๐๐๐

การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก

บทคัดย่อ
ของ
อุดมศักดิ์ ธัญญรักษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2540

จุดมุ่งหมายในการวิจัยครั้งนี้คือ การสร้างเครื่องฉีดพ่นสารพิษในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก และให้มีสมรรถนะ 5 ด้าน ซึ่งได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะการใช้งาน การบำรุงรักษา การฉีดพ่นสารพิษและความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงานฉีดพ่นสารพิษ จำนวน 10 ท่าน ประเมินสมรรถนะ ซึ่งปรากฏผลการประเมินดังนี้ ลักษณะทางกายภาพ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ลักษณะการใช้งานอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 การบำรุงรักษา อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 การฉีดพ่นสารพิษ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน อยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.30

จึงสรุปได้ว่า สมรรถนะของเครื่องฉีดพ่นสารพิษในแนวตั้ง แบบใช้คันโยกอยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่ถ้านพิจารณา รายละเอียดในแต่ละสมรรถนะ จะพบว่า สมรรถนะด้านการฉีดพ่นสารพิษเกี่ยวกับ การฉีดพ่นสารพิษ ยังต้องปรับปรุงคือสามารถฉีดได้เพียง 4 กรัม แต่สมมุติฐานที่ตั้งไว้สามารถฉีดได้ 10 กรัม ดังนั้น ควรปรับปรุงระบบการฉีด โดยใช้ระบบ ไฮดรอลิกส์ มาช่วยควบคุมระบบของการฉีด

A CONSTRUCTION OF VERTICAL INJECTION LEVER TYPE
PLASTIC MOLDING MACHINE

AN ABSTRACT
BY
UDOMSAK THUNYARACK

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Industrial Educational
at Srinakharinwirot University
May 1997

The proposes of this research project was to develop a vertical injection lever type plastic molding machine and to study its performance characteristics. The performance characteristics studied include;

1. physical characteristics
2. operational ability
3. maintenance
4. injection capacity
5. appropriated operation

To study five performance characteristics, ten experienced foundry control operators were engaged in the operation of the machine. The result from the study showed that the physical characteristics has the mean of 4.14, the operational ability has the mean of 4.3, maintenance has the mean of 4.40, injection capacity has the mean of 4.03, while the appropriated operation has the mean of 4.64. The average mean is 4.30.

It is conclude that the performance characteristics correspond to the design philosophy and the established hypothesis. However, the capacity of injection is lower than the design level. The machine was designed for 10 grams injection capacity while, in the experimental study, the machine could provide only 4 grams. It is recommended that a hydraulic system should be used to control the injection process.

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พนเกียรติ ประถมบุตร)

..... กรรมการ

(อาจารย์ วิโรจน์ เอ็งสุโสภณ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พนเกียรติ ประถมบุตร)

..... กรรมการ

(อาจารย์ วิโรจน์ เอ็งสุโสภณ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร.วีรพันธ์ โชติวินิช)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 13 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2540

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษาและ แนะนำอย่าง
ดียิ่งจาก ผศ.พนเกียรติ ประถมบุตร อาจารย์ วิโรจน์ เอ็งสุโสภณและดร.วิรัตน์ โชติวนิช
ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณอาจารย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน และสถาบัน
ราชภัฏ พระนคร ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและความรู้แก่ผู้วิจัย จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
เสร็จสมบูรณ์

อดมศักดิ์ ธัญญรักษ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายในการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
สมมุติฐานการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลาสติก	7
เทอร์โมพลาสติก	7
เทอร์โมเซตติง	10
อิลาสโตเมอร์	10
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับงานฉีดยาพลาสติก	11
ความหมายของการฉีดยาพลาสติก	11
เครื่องฉีดยาพลาสติกชนิดต่าง ๆ	16
เครื่องฉีดยาพลาสติกที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม	18
ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องฉีดยาพลาสติกในแนวตั้ง	26
หัวฉีด	26
กระบอกฉีด	32
ลูกสูบ	32
กรวยเติมพลาสติก	34
ตัวทำความร้อนด้วยไฟฟ้า	34
อุปกรณ์วัดและควบคุมอุณหภูมิ	35
ระบบส่งกำลัง	36
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องฉีดยาพลาสติก	37
ชุดจับยึดแม่พิมพ์	37
แม่พิมพ์	41

บทที่	หน้า
กระบวนการฉีดยาในแนวตั้งโดยใช้คั่นโยก	44
ขั้นเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์	45
ขั้นตอนการฉีดยา	47
ขั้นตอนการตกแต่งชิ้นงาน	49
3 การดำเนินการวิจัย	50
วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	50
สถานที่และเวลาในการวิจัย	51
การดำเนินการวิจัย	51
การวิเคราะห์ข้อมูล	60
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	62
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องฉีดยา	62
ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	69
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	71
จุดมุ่งหมายในการวิจัย	71
ความสำคัญของการวิจัย	71
สมมติฐานการวิจัย	71
การดำเนินการวิจัย	71
ผลการวิจัย	72
อภิปรายผล	72
ข้อเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม	75
ภาคผนวก	77
ก. ส่วนประกอบของเครื่องฉีดยาในแนวตั้ง	78
ข. คู่มือการใช้เครื่องฉีดยาในแนวตั้ง	86

บทที่	หน้า
ค. แบบประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง	95
ง. หนังสือขอความอนุเคราะห์ฯ	102
จ. ผลการวิเคราะห์ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	115
ประวัติผู้วิจัย	119

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	กระบวนการฉีดพลาสติก	11
2	การทำงานของเครื่องฉีดและการกดอัด	12
3	เครื่องฉีดพลาสติกชนิด เทอร์โมพลาสติกโฟม	13
4	การระบายก๊าซในกระบอกหลอมพลาสติกของเครื่องฉีดเทอร์โมเซต	14
5	การแข็งตัวหรือรอบเวลาขึ้นรูปของเทอร์โมเซต	16
6	เครื่องฉีดพลาสติกตามแนวนอน	17
7	เครื่องฉีดพลาสติกชนิดฉีดอยู่ในแนวตั้ง	17
8	เครื่องฉีดพลาสติกทำงานในแนวตั้ง	18
9	เครื่องฉีดพลาสติกแบบฉีดตั้ง	18
10	เครื่องฉีดพลาสติกแบบลูกสูบ	19
11	บริเวณกระบอกหลอมพลาสติกที่เป็นซี่หรือหลายครีบริ้วพร้อมด้วยเทอร์ปีโด	20
12	โครงสร้างและการทำงานของเครื่องฉีดแบบเกลียวอัด	21
13	วาล์วป้องกันการไหลกลับในเครื่องฉีดแบบเกลียว	22
14	ชุดฉีดพลาสติกที่ขนานกับการเลื่อนเปิดแม่พิมพ์	23
15	เครื่องฉีดที่มีชุดฉีดตั้งฉากกับการเลื่อนเปิดแม่พิมพ์	24
16	ตัวอย่างของชิ้นงานที่ฉีดโดยมีโลหะฝัง	25
17	ระบบไฮดรอลิกส์สองจังหวะที่มี short stroke pressure box	25
18	เครื่องฉีดพลาสติกในยุคปัจจุบัน	26
19	แสดงรัศมีที่มีหัวฉีด	27
20	แสดงหัวฉีดแบบหน้าโค้งและหน้าราบ	27
21	หัวฉีดแบบเปิดที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป	29
22	หัวฉีดแบบเปิดที่ผิวเรียบ	30
23	หัวฉีดแบบเลื่อนเปิดโดยใช้แรงดันของน้ำพลาสติก	30
24	กระบอกฉีด	31
25	หัวฉีดแบบเปิดได้ที่เชื่อมควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิกส์	31
26	หัวฉีดแบบเลื่อนเปิดได้ที่ใช้สลักเลื่อน	32
27	ลูกสูบแบบทรงกระบอก	32

28	ลูกสูบแบบสกรู	33
29	ลูกสูบแบบเกลียวหนอน แหวนกันไหลกลับ	33
30	กรวยเติมพลาสติก	34
31	แผ่นความร้อน	35
32	ชุดแผ่นความร้อน	35
33	ชุดควบคุมระบบอิเล็กทรอนิกส์	36
34	รูปส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า	36
35	รูปส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิกส์มอเตอร์	37
36	แสดงส่วนต่าง ๆ ของแม่พิมพ์ฉีด	38
37	ชุดเปิด-ปิดแม่พิมพ์ด้วยไฮดรอลิกส์โดยตรง	39
38	ชุดเปิด-ปิดแม่พิมพ์ด้วยแขนกล	40
39	การเปิด-ปิดแม่พิมพ์ด้วยไฮดรอลิกส์ร่วมกับแขนกล	40
40	การทำงานของแม่พิมพ์สองแผ่น	41
41	แบบของแม่พิมพ์แบบแยกที่มีปากสองอัน	42
42	การทำงานของแม่พิมพ์สามแผ่น	43
43	แสดงลำดับขั้นตอนกระบวนการฉีด	44
44	แสดงลักษณะของแม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่น	46
45	การแสดงขั้นตอนการฉีดพลาสติกด้วยเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง	47
46	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	52
47	แสดงการประกอบชุดส่งกำลัง	55
48	แสดงการประกอบชุดฉีด	56
49	แสดงการประกอบชุดเปิด-ปิดแม่พิมพ์	57
50	แสดงการประกอบเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง	58

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	กระบวนการผลิต โพลีเอทิลีน	8
2	แรงสัมผัสที่หัวฉีดที่เหมาะสมกับแรงประกบแม่พิมพ์ขนาดต่าง ๆ	28
3	รัศมีทรงกลมและขนาดรูของหัวฉีดตามมาตรฐานของยุโรป	29
4	การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของ เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้ คั่นโยก	62
5	การวิเคราะห์ลักษณะการใช้งาน ของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้ คั่นโยก	64
6	การวิเคราะห์ลักษณะการบำรุงรักษาของ เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก	65
7	การวิเคราะห์สมรรถนะการฉีดพลาสติก เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก	66
8	การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานของ เครื่องฉีดพลาสติก ในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก	67
9	การวิเคราะห์สมรรถนะของ เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก ...	69
10	จัดลำดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน ที่มีต่อสมรรถนะ ของ เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก	70
11	ผลการวิเคราะห์ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินสมรรถนะ เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก	116

บทนำ

อุตสาหกรรมพลาสติก ได้เริ่มมีมากกว่า 100 ปี ปัจจุบันได้กลายเป็นผลิตภัณฑ์หลัก ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้หลายรูปแบบ ได้มีการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกนี้ ในด้านต่างๆ ได้แก่ เครื่องใช้ภายในบ้าน อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมรถยนต์และผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ การขยายตัวของความต้องการผลิตภัณฑ์พลาสติก มีขึ้นอย่างมาก ในงาน อุตสาหกรรม จะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้นมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ของมนุษย์ ในปัจจุบันเป็นอย่างมาก

การจัดอาชีวศึกษา เป็นการจัดการศึกษา ให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด แรงงานตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ โดยเน้นการพัฒนาศักยภาพด้านอุตสาหกรรม โดยจัดให้สอดคล้องตามแผนพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กรมอาชีวศึกษา. 2535: 31)

กรมอาชีวศึกษามีหน้าที่และภารกิจในการจัดการศึกษาและฝึกอบรมวิชาชีพ เพื่อผลิต กำลังคนในระดับ ช่างฝีมือ ช่างฝีมือและช่างเทคนิค ให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติและสนองความต้องการของตลาดแรงงาน รวมทั้งการประกอบอาชีพอิสระ โดยการจัดการศึกษาและฝึกอบรมใน 5 ประเภทวิชา คือ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม เกษตรกรรม พาณิชยกรรม คหกรรมศาสตร์ ศิลปหัตถกรรม ในการจัดการศึกษาและฝึกอบรม วิชาชีพของกรมอาชีวศึกษาแบ่งออกเป็น 4 หลักสูตร คือหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพเทคนิค (ปวท.) หลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.) (กระทรวงศึกษาธิการ. 2530: หลักการ)

ปัจจุบันวิทยาลัยเทคนิค สังกัดกรมอาชีวศึกษา ซึ่งทำหน้าที่จัดการเรียนการสอน ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ยังไม่สามารถจัดหาเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องจักรมาใช้ ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างเพียงพอ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องจักร นั้นมีราคาแพง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องจักร ที่ใช้ในการเรียนการสอน ในสาขาวิชาช่างกลโรงงาน จากผลการวิจัย ของจุมนล เทียมเมืองพาน (2535: ค) พบว่า ในการจัดการเรียนการสอนระดับ ปวช. และระดับ ปวส. ในสาขาวิชาช่างกลโรงงาน ซึ่งมี เครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องจักรจำนวนมาก แต่มาตรฐานต่ำกว่าที่กรมอาชีวศึกษากำหนดไว้ ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก

วิทยาลัยเทคนิค สังกัดกรมอาชีวศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ได้จัดให้มีการเรียนการสอน วิชาพลาสติกเทคนิค ซึ่งมีเนื้อหาวิชาเกี่ยวกับ การนำพลาสติกมาทำผลิตภัณฑ์ โดยใช้กระบวนการ ริด อัดรีด ฉีด เป่า ขึ้นรูปด้วยสูญญากาศ (กรมอาชีวศึกษา.2538:ข-25) เนื่องจากการพัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศ ส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์พลาสติกดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่ากระบวนการฉีดยังมีความสำคัญมากกว่ากระบวนการอื่น สำหรับในวิชาพลาสติกเทคนิค เป็นวิชาพื้นฐานในงานพลาสติก จึงควรเน้นหลักการ ขึ้นพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การพัฒนา ในกระบวนการอื่นๆ สำหรับนักศึกษา ปวช.3 แต่ปรากฏว่า ยังไม่สามารถฝึกนักศึกษาให้เกิดการเรียนรู้ทางด้านงานฉีดพลาสติกได้ครบขั้นตอน เนื่องจากการเรียนการสอนงานฉีดพลาสติก ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การเลือกเม็ดพลาสติก เป็นขั้นที่ต้องศึกษาถึงชนิดของพลาสติก เพื่อจะได้มีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของพลาสติกแต่ละชนิด เพื่อใช้ตัดสินใจในการเลือกอุณหภูมิและองค์ประกอบต่างๆที่จะใช้ในงานฉีดได้อย่างถูกต้อง ขั้นตอนที่ 2 การหลอมละลายพลาสติก เป็นขั้นที่ให้ความร้อนกับพลาสติกซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือ ในการปฏิบัติ คือ กระบอบฉีด มีหน้าที่ทำให้พลาสติกหลอมเหลวเป็นเนื้อเดียวกันและควบคุมอุณหภูมิของพลาสติกให้สม่ำเสมอ ขั้นตอนที่ 3 การฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์เป็นขั้นตอนต่อจากที่จะทำการฉีดพลาสติกที่ ขั้นตอนที่ 2 เข้าไปในแม่พิมพ์ด้วยความดันสูง โดยผ่านหัวฉีดซึ่งจะประกอบด้วย เครื่องมือในการปฏิบัติคือ ลูกสูบ หัวฉีดและแม่พิมพ์ ส่วนขั้นตอนที่ 4 การถอดแม่พิมพ์ เป็นขั้นตอนของการปลดชิ้นงานพลาสติกที่ฉีดออกจากแม่พิมพ์ ได้ชิ้นงานสำเร็จตามต้องการ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือในการปฏิบัติ คือ แม่พิมพ์พลาสติก เห็นว่ามีขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน แต่ในสภาพปัจจุบันนักศึกษา แผนกช่างกลโรงงานชั้นปีที่ 3 ที่เรียนวิชาพลาสติกเทคนิค สามารถเรียนรู้ได้เพียงขั้นตอนที่ 1 เท่านั้น เป็นเพียงการศึกษาลักษณะขององค์ประกอบของพลาสติก ส่วนในขั้นตอนที่ 2,3 และ 4 ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับงานฉีดพลาสติก นักศึกษาไม่สามารถปฏิบัติงานได้ ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีเครื่องฉีดพลาสติกซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในงานฉีดพลาสติก

การขาดแคลนอุปกรณ์ดังกล่าว เป็นเพราะสถานศึกษามิงบประมาณจำกัด เครื่องฉีดพลาสติก นั้นมีราคาแพง สถานศึกษาไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์ ดังกล่าวมาใช้ในการปฏิบัติงานได้ จึงทำให้นักศึกษาขาดทักษะและประสบการณ์ในการปฏิบัติงานฉีดพลาสติก ได้ครบทุกขั้นตอน จากการจัดการเรียนการสอน วิชาพลาสติกเทคนิค โดยสภาพทั่วไป ครูผู้สอนมักใช้วิธีสอนแบบบรรยาย แทนการสอนในภาคปฏิบัติโดยใช้เครื่องจักร บางสถานศึกษามีเครื่องฉีดพลาสติกในแวนนอน ก็ใช้ในการเรียนการสอนได้ แต่ต้องใช้เวลาในการเตรียมการสอน 30-60 นาที ในการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แต่ละสัปดาห์ตามโครงสร้างหลักสูตร

จะใช้เวลาในการเรียนการสอน ทฤษฎี 1 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ ซึ่งไม่เหมาะสม ที่ใช้เครื่องนี้สำหรับการเรียนการสอน อีกประเด็น คือ เครื่องฉีดยาสติกในแนวนอนนั้นเหมาะสำหรับชิ้นงานที่ขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 40 กรัมขึ้นไป แต่ในการเรียนการสอนขั้นพื้นฐาน ไม่จำเป็นที่จะใช้เครื่องที่มีขนาดใหญ่เช่นนี้ อีกทั้งยังมีระบบต่างๆ ที่ซับซ้อน เช่นการปรับค่าความร้อนหรือระบบการส่งกำลังในการฉีดและระบบการเปิดแม่พิมพ์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลาในแต่ละจุดในการทำงานเป็นเวลานาน

ดังนั้น แนวทางที่จะมาใช้ในการจัดการศึกษา ควรจะนำเอาหลักการพื้นฐาน ซึ่งมีระบบต่างๆ ที่ไม่ซับซ้อนมากมาย ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งทำให้ใช้เวลาน้อยลง เพื่อให้ นักศึกษาปฏิบัติงานครบขั้นตอนและได้ปฏิบัติงานทั่วทุกคน ในเวลาจำกัด

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ในฐานะที่ผู้วิจัย เป็นผู้จัดการศึกษา จึงมีความสนใจและเห็นถึงประโยชน์ ในการสร้าง เครื่องฉีดยาสติก ขึ้นมาประกอบในการเรียนการสอน ในระดับ ปวช.3 จึงได้ทำการวิจัย ถึงวิธีการสร้างเครื่องฉีดยาสติกในแนวตั้ง เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนักศึกษาและเพื่อเป็นการพัฒนาการจัดการศึกษา ของกรมอาชีวศึกษา ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จุดมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องฉีดยาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก
2. เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดยาสติกในแนวตั้ง แบบใช้

คั่นโยก

ความสำคัญของการวิจัย

เพื่อแก้ปัญหา การขาดแคลนเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ฝึกภาคปฏิบัติ ในกระบวนการฉีดยาสติก เพื่อการเรียนการสอน ในโรงฝึกงานของสถานศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง ขนาด 10 กรัม แบบใช้คันโยกโดยกำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. สร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ที่มีความสามารถในการฉีดขึ้นงานได้ 10 กรัมและใช้ในการฉีดพลาสติกชนิด โพลีเอทิลีน
2. คู่มือการใช้เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง ขนาด 10 กรัมซึ่งแสดงรายละเอียดการใช้งาน ชิ้นส่วนประกอบของเครื่อง การบำรุงรักษา และความปลอดภัยในการใช้งาน
3. ฉีดได้ตามรูปแบบของงานพื้นฐานของโมลด์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 1 แบบ ฉีดออกมา มีความเรียบร้อย 6 ชิ้นใน 10 ชิ้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แม่พิมพ์ (injection molds) หมายถึง อุปกรณ์ที่ประกอบติดกับเครื่องฉีดพลาสติกใช้เป็นแม่แบบในการขึ้นรูปพลาสติก โดยการฉีดพลาสติกที่ถูกหลอมเหลวด้วยความร้อนที่เหมาะสมเข้าไปในช่องว่างภายในแม่พิมพ์

2. การฉีดพลาสติก หมายถึง การทำให้พลาสติกหลอมละลาย ด้วยความร้อนจนกระทั่งกลายเป็นของเหลวแล้วทำการฉีดพลาสติกที่เหลวเข้าสู่แม่พิมพ์ด้วยความดันสูง หลังจากนั้นพลาสติกจะค่อยๆเย็นตัวลง จนกระทั่งกลายเป็นของแข็งที่มีรูปร่างตามแบบแม่พิมพ์ก็จะเปิดขึ้นงานแล้วจะถูกดันออกมา นำไปตกแต่งเป็นชิ้นงานสำเร็จรูป (ชัยรัตน์ แก้วด้วง. 2538:27)

3. การฉีด (injection) หมายถึง การส่งพลาสติกเหลวภายในกระบอกฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์อย่างรวดเร็วโดยผ่านหัวฉีด (nozzle) ของกระบอกฉีด (cylinder) ซึ่งมีพลาสติกหลอมเหลวอยู่ภายในกระบอกฉีด นำส่งน้ำพลาสติกที่หลอมเหลว เข้าสู่แม่พิมพ์ (ชัยรัตน์ แก้วด้วง. 2538:28)

4. แม่พิมพ์ปิด (mold clamping) หมายถึง การเริ่มต้นของขบวนการฉีดเริ่มตั้งแต่แม่พิมพ์ปิด โดยอาศัยแรงปิดจากเครื่องฉีดพลาสติก หลังจากตรวจดู ไม่มีสิ่งแปลกปลอมติดค้างอยู่บริเวณผิวหน้าประกบของแม่พิมพ์ (ชัยรัตน์ แก้วด้วง. 2538:27)

5. เปิดแม่พิมพ์ (mold release and removal) หมายถึง เมื่อชิ้นงานกลายเป็นของแข็ง แม่พิมพ์ก็จะเปิดออกชิ้นงานภายในแม่พิมพ์จะถูกตัวกระทุ้ง (ejector) ดันออกมา

6. เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง (vertical injection machine) หมายถึง เครื่องฉีดพลาสติกที่ทำงานในแนวตั้ง โดยพลาสติกเหลวจะถูกฉีด เข้าในแม่พิมพ์ในแนวตั้งฉากกับระนาบเปิด-ปิดแบบ

7. สมรรถนะของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง หมายถึง ความสามารถในการฉีดพลาสติกได้ ไม่น้อยกว่า 10 กรัม และผิวชิ้นงานที่ได้ต้องสมบูรณ์ไม่มีตำหนิใดๆ ซึ่งสามารถจัดกลุ่มสมรรถนะของเครื่องฉีดได้ 5 ด้าน ดังนี้

7.1 ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ขนาดของเครื่องฉีดกระทัดรัด สวยงาม ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้ สามารถแยกชิ้นและประกอบได้ มีความแข็งแรง ปลอดภัยขณะใช้งานและขนาดของเครื่องฉีดพลาสติก ออกแบบได้อย่างเหมาะสม

7.2 ลักษณะการใช้งาน หมายถึง การเตรียมวัตถุดิบและการอุ่นกระบอกละ สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลาใส่วัตถุดิบ ได้สะดวกและการหยุดปฏิบัติงานได้ทันที

7.3 ลักษณะการบำรุงรักษา หมายถึง การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงานทำได้เหมาะสม การประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นไม่ก่อให้เกิดการชำรุดเสียหาย ถ้าชำรุดก็สามารถซ่อมแซมได้ง่าย ทั้งนี้เพราะวัสดุทุกชิ้นหาได้ง่ายและราคาถูก

7.4 ประสิทธิภาพของการฉีดพลาสติก หมายถึง อัตราการฉีดพลาสติกต่อ 1 ครั้งไม่น้อยกว่า 10 กรัม ภายในเวลา 1 นาที ต่องาน 1 ชิ้น โดยที่ชิ้นงานมีความเรียบร้อยสมบูรณ์ตามแบบแม่พิมพ์

7.5 ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน หมายถึง ผู้ปฏิบัติงาน เคน ก็ สามารถใช้งานได้โดยนำไปใช้ในห้องเรียนหรือโรงฝึกงานของสถานศึกษา และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย

8. ลูกสูบ (piston) หมายถึง แกนส่งกำลัง ในการอัดเม็ดพลาสติก ที่อยู่ในกรวยเข้าไปยังกระบอกละ

9. กรวยเติมพลาสติก (hopper) หมายถึง ภาชนะที่เป็นรูปกรวยที่ใช้ใส่เม็ดพลาสติกเพื่อเตรียมส่งไปยังกระบอกละ

10. กระบอกละ (cylinder) หมายถึง อุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นท่อนาและมิตัวให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าหุ้มอยู่โดยรอบ มีหน้าที่ทำให้พลาสติกหลอมเหลว ผสมเป็นเนื้อเดียวกันและควบคุมอุณหภูมิ ของพลาสติกเหลวให้สม่ำเสมอ ปกติจะทำด้วยเหล็กแข็ง

11. หัวฉีด (nozzle) หมายถึง ชิ้นส่วนที่ติดอยู่ข้างหน้ากระบอกละฉีดพลาสติก โดยติดอยู่ด้วยเกลียวมีหน้าที่ในการเชื่อมต่อ ชุติกับแม่พิมพ์ในการส่งพลาสติกจากกระบอกละ

สุบลอมผ่านหัวนำฉีดเข้าไปยังแม่พิมพ์

12. ตัวให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า (heater) หมายถึง อุปกรณ์ให้ความร้อนที่พันอยู่รอบผิวด้านนอกของกระบอกฉีด ทั้งนี้เพื่อถ่ายเทความร้อนไปยังกระบอกฉีดได้ดีที่สุด

13. อุปกรณ์วัดและควบคุมอุณหภูมิ (thermometer) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้บอกอุณหภูมิของพลาสติกที่จะทำการฉีด

14. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ความสามารถ มีประสบการณ์ ในงานฉีดพลาสติกไม่น้อยกว่า 10 ปี จากบริษัทเอกชนหรือเป็นอาจารย์จากสถานศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง ขนาด 10 กรัมแบบใช้คันโยก อยู่ในเกณฑ์ดี

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ที่วางไว้ โดยแยกเป็นหัวข้อดังนี้

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลาสติก
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับงานฉีดพลาสติก
3. ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องฉีดพลาสติก
5. กระบวนการฉีดพลาสติกในแนวตั้งโดยใช้คั่นโยก

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลาสติก

พลาสติกเป็น สารอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้น มีโมเลกุลขนาดใหญ่ สามารถทำให้มีรูปร่างตามแบบที่ต้องการ จุดสำคัญของอุตสาหกรรมพลาสติก เมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบประเภทอื่น ก็คือ ขอบเขตที่เกือบจะไม่จำกัดของการประยุกต์ใช้งาน ในด้านอุตสาหกรรม วัสดุพลาสติกมากมายได้รับการตั้งชื่อ และมีคุณสมบัติเฉพาะตัว โดยขึ้นอยู่กับโพลิเมอร์เป็นสารหลัก และสามารถกล่าวได้ว่า ในอดีตที่ผ่านมาวัสดุพลาสติกส่วนใหญ่ได้รับการเลือกใช้ โดยอาศัยสมบัติเฉพาะตัวของโพลิเมอร์บริสุทธิ์ มีส่วนน้อยเท่านั้นที่จะใช้สารเติมแต่งผสมลงไปด้วย เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของการใช้งาน

พลาสติกแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆดังนี้

1.1 เทอร์โมพลาสติก เป็นพลาสติกที่เปลี่ยนสภาพเมื่อได้รับความร้อน ถ้าเพิ่มความร้อนขึ้นเรื่อยๆ จะอ่อนตัวจนสามารถ นำไปขึ้นรูปได้หรือเพิ่มความร้อนมากขึ้น อีกจนหลอมละลายก็จะเชื่อมประสานกันได้ เมื่อปล่อยให้เย็นตัวลงสู่อุณหภูมิปกติ จะมีสถานะภาพเหมือนเดิม พลาสติกชนิดนี้สามารถนำมาหลอมละลาย เพื่อทำการขึ้นรูปใหม่ได้หลาย ๆ ครั้ง แต่คุณสมบัติอาจลดลงและจะละลายในสารละลายบางชนิด นอกจากนี้ยังสามารถนำมาเปลี่ยนรูปทางกลได้ เช่น เຈး กสิง กัด ไล และเชื่อมประสานด้วยสมร้อน พลาสติกที่ผลิตออกมาส่วนมากจะเป็นแบบเม็ดและแบบผง เพื่อสะดวกในการนำไปขึ้นรูป เทอร์โมพลาสติก

ประเภทนี้ผลิตออกมาหลายชนิด ชนิดที่นำมาใช้งานกับชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ ได้แก่

- 1.1.1 โพลีเอทิลีน (Polyethylene) อักษรย่อ PE
- 1.1.2 โพลีพรอพิลีน (Polypropylene) อักษรย่อ PP
- 1.1.3 โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) อักษรย่อ PVC
- 1.1.4 โพลิสไตรีน (Polystyrene) อักษรย่อ PS
- 1.1.5 โพลีเอไมด์ (Polyamide) อักษรย่อ PA
- 1.1.6 โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) อักษรย่อ PC

1.1.1 โพลีเอทิลีน โครงสร้างของโพลีเอทิลีนแตกต่างกันออกไป และจากโครงสร้างที่แตกต่างกันนี้ จะทำให้คุณสมบัติของโพลีเอทิลีน ในแต่ละกระบวนการผลิตแตกต่างกันไปด้วย สำหรับกระบวนการแบบโพลิเมอร์รีเซชันของโพลีเอทิลีนสรุปได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 กระบวนการผลิต โพลีเอทิลีน

(พยุง บุชปฤกษ์. 2538: 17)

กระบวนการผลิต	ความดัน(atm)	อุณหภูมิ(°C)	พัฒนาโดย
-แบบความดันสูง	1,000-2,000	200-300	บริษัท ไอ.ซี.ไอ.
-แบบความดันปานกลาง	30-40	100-150	บริษัทฟิลลิปส์
	30-70	230-270	บริษัทลแตนดาร์ดออย
-แบบความดันต่ำ	1-10	50-100	Dr.Karl Ziegler

จากตารางข้างบนจะเห็นว่า เมื่อนำก๊าซเอทิลีนเข้ากระบวนการผลิตส่งผ่านไป ยังท่อโดยใช้ความดัน 1000-2000 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิ 200-300 °C โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาประมาณ 0.02% เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา(จาก ไอซีไอ)กรรมวิธีนี้จะได้ออกมาเป็นโพลีเอทิลีน

1.1.1.1 คุณสมบัติทั่วไปของโพลีเอทิลีน เป็นพลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติก มีน้ำหนักเบา มีความหนาแน่น 0.92 กรัมต่อ ซม.³ เป็นฉนวนทางไฟฟ้า ไม่มีสีในตัวเอง จึงทำการผสมได้ง่าย ทำความสะอาดง่าย ก๊าซซึมผ่านได้ ประสานด้วยกาว

ไม่ได้ การทดสอบโดยการจุดไฟจะติดไฟตลอดเวลา และมีหยดคล้ายจุดเทียน การลวกติดไฟของโพลิเอทิลีนที่ 350 °C มีเปลวไฟสีน้ำเงิน กลิ่นจากการเผาไหม้คล้ายกลิ่นของขี้ผึ้ง โพลิเอทิลีนเชื่อมประสานได้

1.1.1.2 คุณสมบัติทางเคมี ไม่ทนต่อกรด อลคาลาย สารละลายพวกออร์แกนิก โพลิเอทิลีนสามารถทำการขึ้นรูปทางกลได้ดี โดยใช้ลมอัดเป็นตัวหล่อเย็น โพลิเอทิลีน ยังสามารถทำการขึ้นรูปแบบไม่มีเศษได้อีก เช่น การตัด งานพับ งานอัดขึ้นรูป งานเป่าหรือดูดขึ้นรูป เป็นต้น การขึ้นรูปสำหรับ โพลิเอทิลีน ความหนาแน่นต่ำใช้ความร้อนประมาณ 90 °C ส่วนโพลิเอทิลีน ที่มีความหนาแน่นสูง ใช้ความร้อนประมาณ 120 °C โพลิเอทิลีนนำไปทำเป็นแผ่นฟิล์มเป็นถุงบรรจุของต่างๆได้ดี ตลอดจนบรรจุของเหลวและน้ำได้ดีเช่นกัน โพลิเอทิลีนยังผลิตัวตกตะกอนเป็นผง นำไปทำการเคลือบผิวโลหะด้วยความร้อนหรือนำไปทำการชุบผิวโลหะ เช่นตะแกรงเหล็กตะกร้าเหล็กชั้นวางของใช้ต่างๆ ได้อีกด้วย โพลิเอทิลีนเมื่อนำไปทำการขึ้นรูปโดยการฉีดเข้าในแม่พิมพ์ฉีด เมื่อชิ้นงานเย็นลงจากการขึ้นรูปจะหดตัวลง 1.5-3% การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดจึงจำเป็นต้องเผื่อขนาดการหดตัวทุกครั้ง

1.1.1.3 คุณสมบัติเฉพาะ

อุณหภูมิหลอมตัว	LDPE = 115 °C.
	HDPE = 140 °C.
อุณหภูมิใช้งาน	LDPE = 50 - 80 °C.
	HDPE = 70 - 100 °C.
ทนต่อแรงดึง	LDPE = 9 - 10 N/mm ²
	HDPE = 17 - 18 N/mm ²
การทดสอบความแข็ง (แบบบอล)	LDPE = 10 - 15 N/mm ²
	HDPE = 30 - 60 N/mm ²
ความหนาแน่น	LDPE = 0.92 g/cm ³
	HDPE = 0.96 g/cm ³

1.1.2 โพลีโพรพิลีน เป็นพลาสติก ทนต่อการแปรรูปด้วยความร้อน ทนต่อแรงดึงและแรงกระแทก การใช้งาน ทำเครื่องใช้ภายในบ้าน มีลักษณะเป็นเม็ด มีจุดหลอมละลายสูงถึง 165 °C

1.1.3 โพลีไวนิลคลอไรด์ เป็นพลาสติก จำพวก พีวีซี ทนต่อการสึกกร่อนได้สูง ๗ อุณหภูมิธรรมดา ทนต่อการกัดกร่อนของ กรด ต่าง สบู่ ผงซักฟอก แอลกอฮอล์ มีลักษณะเป็น ผงหรือเม็ด มีจุดหลอมละลายสูงถึง 175 °C •

1.1.4 โพลิสไทริน เป็นพลาสติกใส ที่มีความแข็งเปราะ ทนต่อการด่าง แอลกอฮอล์แต่ไม่ทนต่อการเกลือ การใช้งาน ชิ้นส่วนก่อสร้าง ฉนวน อุปกรณ์ไฟฟ้า มีลักษณะเป็นเม็ดใส มีจุดหลอมละลาย 150°C

1.1.5 โพลีอะมาล เป็นพลาสติกที่มีความเหนียวและขยายตัวได้มากมีความยืดหยุ่น ทนต่อการขีดสี ทนต่อความร้อน ตูดซึมน้ำได้ดี การใช้งาน ใบพัดเรือ ใบพัดลม ชิ้นส่วนงานท่อ หมวกกันน็อค มีลักษณะเป็นเม็ด สีธรรมชาติออกขาวเหลือง

1.1.6 โพลีคาร์บอเนต เป็นพลาสติก ที่มีความแข็งเชิงกลสูง ทนต่อความร้อนได้ดี การใช้งาน ฝาครอบกล่องสวิทช์ไฟฟ้า มีลักษณะเป็นเม็ด สีธรรมชาติ มีจุดหลอมละลาย 240°C

1.2 เทอร์โมเซตติง พลาสติกชนิดนี้ก่อนที่จะนำไปขึ้นรูป สามารถผสมสิ่งต่าง ๆ ได้อีกเช่นเส้นใยต่างๆ สารแข็งตัว พลาสติกชนิดนี้มีสภาพแข็งตัวและมีโครงสร้างยึดเหนี่ยวแบบแคบ ไม่สามารถนำกลับมาหลอมใหม่ได้อีก คือขึ้นรูปได้ครั้งเดียว เทอร์โมเซตติง เป็นพลาสติกที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ทนความร้อนได้สูง เป็นฉนวนไฟฟ้า กรรมวิธีการผลิตเป็นแบบโพลีแอตติขึ้นเป็นส่วนใหญ่ พลาสติกชนิดนี้ ได้แก่ ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (Phenol Formaldehyde) เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ (Melamin Formaldehyde) ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (Urea Formaldehyde)

1.2.1 ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นพลาสติก ที่มีความแข็งมาก เปราะเล็กน้อย การยึดหยุ่นน้อยมาก ทนต่อการกัดของกรดและด่างอ่อน ไม่ทนต่อแอลกอฮอล์ อดทนอุณหภูมิใช้งาน 100°C การใช้งาน อุปกรณ์ทางเครื่องกล กาน้ำร้อน

1.2.2 เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นพลาสติก ที่มีความทนต่อการกัดกร่อนได้ดีเป็นฉนวนไฟฟ้า มีน้ำหนักเบา ทนความร้อนได้ดี แตกหักยาก อดทนอุณหภูมิใช้งาน 130°C การใช้งาน ภาชนะใส่อาหาร

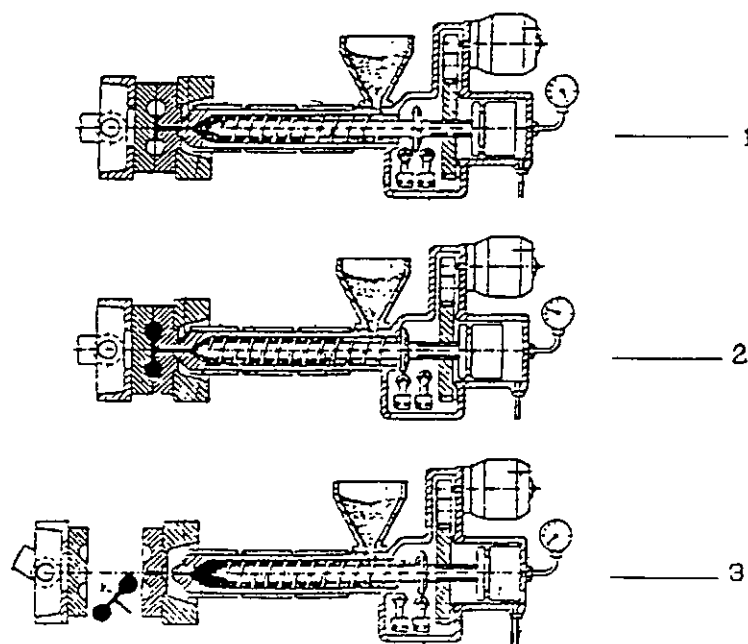
1.2.3 ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นพลาสติก ที่มีความทนต่อการกัดกร่อนได้ดีเป็นฉนวนไฟฟ้า มีลักษณะคล้ายเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ การใช้งาน ภาชนะใส่อาหาร ปลั๊กไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า

1.3 อีลาสโตเมอร์ เป็นพลาสติกที่มีโมเลกุลใหญ่ ยึดติดกันประกอบเป็นโครงสร้างแบบตาข่ายห่าง ๆ ถ้าอยู่ในสภาพอุณหภูมิเย็นจัดถึง -50°C จะแข็งตัวไม่ยืดหยุ่น เพราะโครงสร้างตาข่ายจะยึดติดกัน อีลาสโตเมอร์ เมื่อได้รับความร้อนสูง จะไม่หลอมละลายเหมือนเทอร์โมพลาสติก

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับงานฉีดพลาสติก

งานฉีดพลาสติก (plastic injection molding) เป็นกระบวนการผลิตเป็นวงจร นับตั้งแต่ช่วงเวลาของการปิดพิมพ์ ตามด้วยการเดินหน้าของสกรูฉีดอัดเนื้อพลาสติกเข้าแบบ การฉีดขึ้น การหล่อเย็น โดยมีการหลอมขึ้นเนื้อพลาสติกจากการหมุนขึ้นสกรูร่วมกับแรงดันขึ้น ท้ายสกรู และไฟท้อ ต่อด้วยการเปิดพิมพ์เพื่อกระทุ้ง หรือหยิบชิ้นงานออกแล้วกลับไป เริ่มการปิดพิมพ์ใหม่ เป็นเช่นนี้ซ้ำแล้วซ้ำเล่า เราเรียกระยะเวลาตลอดวัฏจักรดังกล่าวว่า รอบการฉีด ซึ่งอาจจะสั้นระดับ 2 วินาที, 5 วินาที, 8 วินาที, 10 วินาที ไปจนถึง 4-5 นาที ในชิ้นงานใหญ่ๆ หนา จำพวกโฟมพลาสติกงานโครงสร้างอย่างแป้นรองสินค้า 1.20 เมตร ขึ้นละ 20-25 กิโลกรัม

2.1 การฉีดพลาสติก คือ การนำเอาเม็ดพลาสติกป้อนเข้าไปในช่องเท เพื่อเข้ากระบวนการฉีด เม็ดพลาสติกดังกล่าวจะหลอมละลายอยู่ภายในกระบอกอัด ด้วยความร้อนจากตัวให้ความร้อนด้วยไฟฟ้ารอบ ๆ กระบอกฉีด ร่วมกับการอัดตัว ของเม็ดพลาสติกด้วยเกลียวของสกรูอัด ภายในกระบอกฉีด พลาสติกหลอมละลายจะถูกอัดส่งผ่านหัวฉีดอย่างรวดเร็ว และไหลเข้าสู่แม่พิมพ์ฉีดจนเต็มและปล่อยให้เย็นตัวลงหลังจากนั้นจึงเปิดแม่พิมพ์และนำชิ้นงานออก



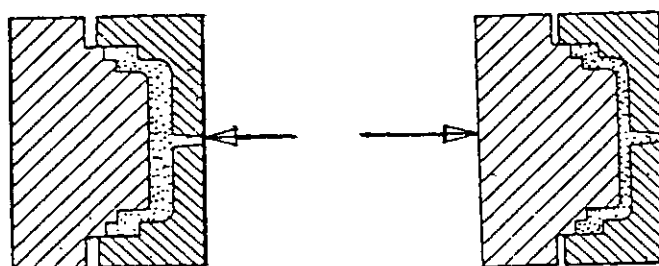
ภาพประกอบ 1 กระบวนการฉีดพลาสติก

(พล. โสหารชน. 2534 : 4-2)

ลักษณะการฉีดพลาสติก สามารถจำแนกได้ตามลักษณะงานดังต่อไปนี้

2.1.1 การฉีดแบบอินทรูชัน (intrusion method) กรรมวิธีการฉีดแบบนี้ได้ดัดแปลงมาจากการฉีดแบบธรรมดา คือ พลาสติกเหลวจะถูกฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ ด้วยความเร็วสูงกว่าปกติ โดยทั่วไป จะใช้มากในการฉีดชิ้นงานที่มีผนังบาง แต่อย่างไรก็ตามไม่มีข้อแตกต่างกันมากนัก กับการฉีดชิ้นงานที่มีความหนา กรรมวิธีการฉีดแบบนี้ มีในประเทศอังกฤษ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 สำหรับการผลิตถังบรรจุขนาดใหญ่ ที่มีผนังหนา โดยใช้พลาสติกชนิดแอลดีเอในปัจุบันนี้ วิธีการนี้ถูกใช้มากในอุตสาหกรรมการผลิตข้อต่อของท่อ พีวีซี

2.1.2 การฉีดแบบหัวฉีด (injection pressing method) ในการฉีดชิ้นงานพลาสติก ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเครื่องฉีดที่ใช้ไม่มีแรงฉีดและแรงประกบแม่พิมพ์เพียงพอ อาจทำได้ด้วยการลดแรงประกบแม่พิมพ์ในตอนแรกของการกระบวนกรฉีด ไม่ต้องใช้แรงฉีดสูงมาก ในทันทีที่ พลาสติกหลอมเหลวถูกฉีดเข้าไปเต็มแม่พิมพ์ แม่พิมพ์จะถูกอัดเข้าด้วยแรงกระแทกอีกครั้งหนึ่ง เทคนิคอันนี้ ได้จดทะเบียนลิขสิทธิ์ในประเทศเยอรมัน แม่พิมพ์สำหรับใช้กับเครื่องฉีดแล้วอัดนี้ จะต้องมัลักษณะพิเศษ คือ จะต้องมึระยะเพื่อให้แม่พิมพ์ เลื่อนชิดกันได้ และเส้นแบ่งระหว่างแม่พิมพ์ (Parting Line) จะต้องไม่ชิดกัน ดัง ภาพประกอบ 2



ก) จังหวะการฉีด

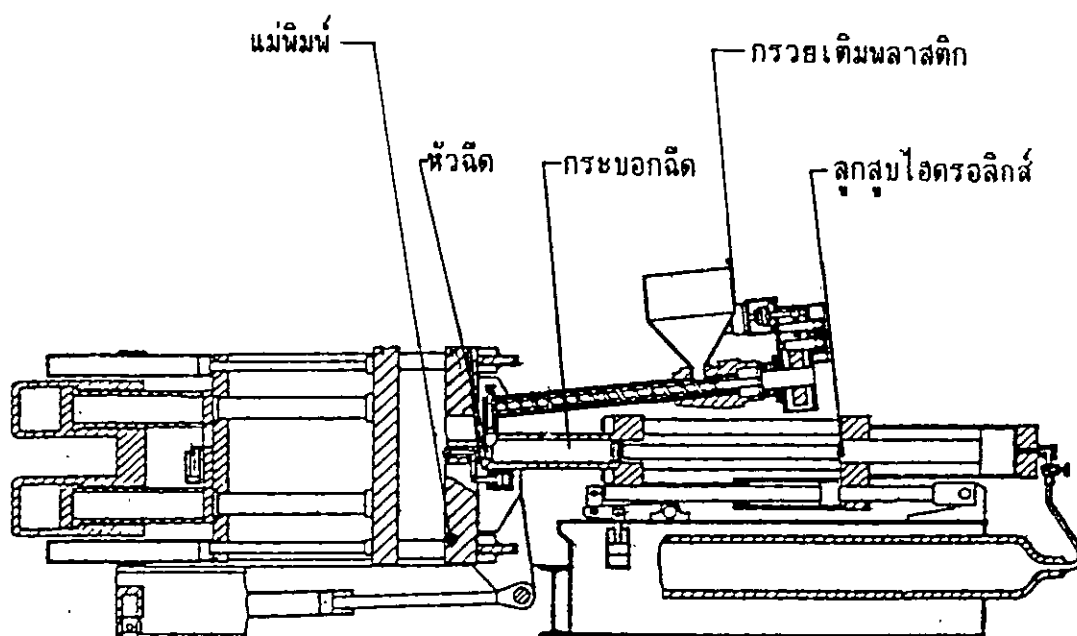
ข) จังหวะการกดอัด

ภาพประกอบ 2 การทำงานของการฉีดและการกดอัด

(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 4)

วิธีการนี้ นอกจากจะใช้กับชิ้นงานที่มีพื้นที่มาก ๆ แล้ว ยังสามารถใช้กับงานทั่วไป และจะช่วยให้แรงดันประกบบนผิวงาน มีความสม่ำเสมอทั่วกันทั้งชิ้นงาน ทำให้ได้ชิ้นงาน ไม่มีความเค้น

2.1.3 การฉีดพลาสติก สำหรับเทอร์โมพลาสติกที่ขยายตัวได้ (injection molding of expandable thermoplastic) เทอร์โมพลาสติกที่ขยายตัวได้ ใช้ในการฉีดพลาสติก ครั้งแรกในเยอรมัน ประมาณ ค.ศ. 1960 ส่วนใหญ่ ใช้กับงานที่มีความหนา การฉีดชิ้นงาน ที่มีเนื้อโครงสร้างเป็นลักษณะโฟมแข็งแกร่งภายนอกภายในมีโครงสร้างเป็นลักษณะเหมือนโฟม เริ่มเป็นที่นิยมใช้กันมากในสหรัฐอเมริกาใช้ในงานทำเฟอร์นิเจอร์ วิทยุ ตู้ทีวีและงานอื่น ๆ เป็นที่นิยมใช้กันมากในยุโรป ความหนาที่น้อยที่สุด สำหรับงานเทอร์โมพลาสติกที่มีโครงสร้างโฟมนี้คือ ประมาณ 4 มม. โดยที่มีผิวภายนอกหนาประมาณ 1-1.25 มม. ข้อได้เปรียบของการฉีดแบบนี้คือ สามารถฉีดชิ้นงานที่ มีความหนาที่แตกต่างกันได้โดยไม่เห็นรอย ยิ่งไปกว่านั้นเทอร์โมพลาสติกที่มีโครงสร้างโฟมนี้ มีความแข็งแกร่งกว่า ชนิดที่มีโครงสร้างตัน เวลาที่ใช้ในการหล่อเย็นของการฉีดงานชนิดนี้ จะนานกว่าการฉีดพลาสติกที่มีโครงสร้างทั่วๆ ไป

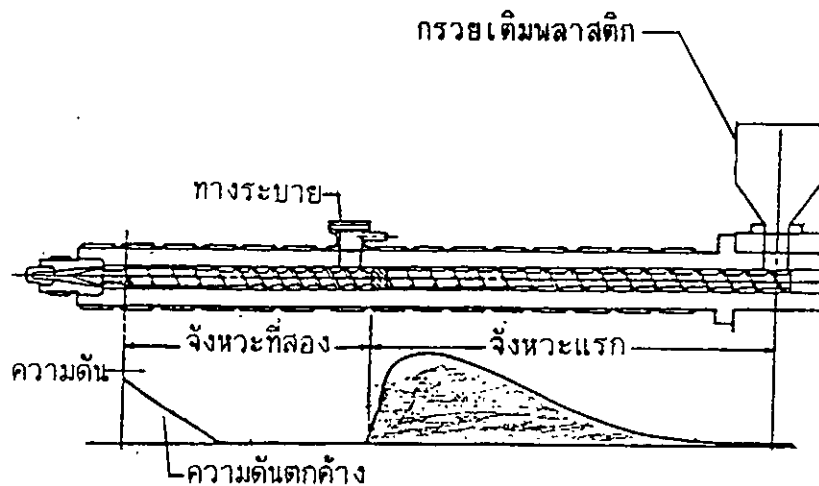


ภาพประกอบ 3 เครื่องฉีดพลาสติกชนิด เทอร์โมพลาสติกโฟม ปริมาตรช่วงชัก 19.000
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 5)

2.1.4 การฉีดพลาสติก เทอร์โมเซต (injection moulding of thermoset) เครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้ระบบเกลียวอัดเป็นที่นิยมกันมาก เพราะว่าเครื่องฉีดชนิดนี้ยังเหมาะสมกับการฉีดพลาสติกเทอร์โมเซต ฟีนอล/ฟอร์มาลดีไฮด์ เมลามีน/ฟอร์มาลดีไฮด์ และสารอีลาสโตเมอร์ ดังนั้นจึงทำให้มีการใช้พลาสติกชนิดนี้ ในการฉีดชิ้นงานต่างๆ มากยิ่งขึ้น

ข้อดีของการฉีดพลาสติกเทอร์โมเซต จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ในปัจจุบันนี้การฉีดพลาสติกเทอร์โมเซต ได้แพร่หลายมากยิ่งขึ้นจึงต้องใช้เครื่องฉีดและแม่พิมพ์ชนิดพิเศษ กระบอกหล่อพลาสติกของเครื่องฉีดเทอร์โมเซต ไม่ได้ใช้ความร้อนจากไฟฟ้าเหมือนกับเทอร์โมพลาสติก แต่ใช้ความร้อนจากน้ำมัน เนื่องจากต้องมียอดหมักต่ำในช่วงป้อน (feed zone) ยอดหมักของกระบอกฉีดจะแตกต่างกันประมาณ $40-80^{\circ}\text{C}$ ขึ้นอยู่กับส่วนผสม ของเทอร์โมเซต และฉนวนหุ้มที่มีหัวฉีดของเครื่องฉีด เพื่อป้องกันความร้อนจากแม่พิมพ์ไปยัง ชุดฉีด (injection unit) ซึ่งจะทำให้เทอร์โมเซตแข็งตัวก่อนการฉีดและกระบอกฉีด ต้องมีการระบายอากาศ เพราะเกิดก๊าซในระหว่างการหลอมพลาสติก ดังภาพประกอบ 4

หลังจากช่วงการอัดเริ่มแรก แรงดันในกระบอกฉีดจะลดลง และก๊าซจะถูกระบายออกทางช่องระบาย

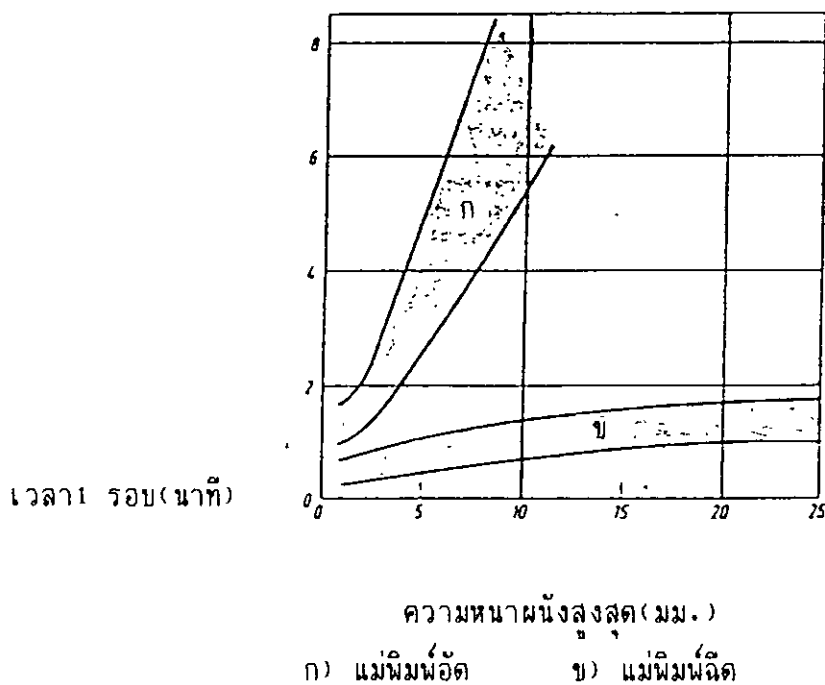


ภาพประกอบ 4 การระบายก๊าซในกระบอกหลอมพลาสติกของเครื่องฉีดเทอร์โมเซต
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 6)

อย่างไรก็ตามแม่พิมพ์ส่วนมาก จะใช้ความร้อนจากไฟฟ้าจนมีอุณหภูมิ 150-190 °C ตามชนิดของเทอร์โมเซ็ท จากอดีตจนถึงปัจจุบัน วิธีการขึ้นรูปพลาสติกเทอร์โมเซ็ท ส่วนมากที่ใช้กันอยู่คือการอัดหรือการส่งแม่พิมพ์ ในการขึ้นรูปแบบอัด เวลาที่ใช้ให้ความร้อนและหลอมพลาสติก จะมากกว่าหรือเท่ากับ 1 นาทีและเวลาที่ใช้ในการแข็งตัวประมาณ 15-60 วินาที ต่อความหนาชิ้นงาน 1 มม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเทอร์โมเซ็ทที่ใช้ ดังนั้นการเพิ่มความหนาของชิ้นงาน จะทำให้เวลาของการขึ้นรูปเพิ่มขึ้นด้วย ในการขึ้นรูปแบบส่งแม่พิมพ์ การอุ่นส่วนผสมของเทอร์โมเซ็ท จะช่วยลดเวลาการขึ้นรูป อย่างไรก็ตามเนื่องจาก ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของพลาสติกกลุ่มนี้ค่อนข้างต่ำ การนำความร้อนจึงทำให้การขึ้นรูปช้าลง ในการฉีดเทอร์โมเซ็ท เกลียวอัดจะช่วยผสมเนื้อของพลาสติกและการเสียสลิจากการหมุนของเกลียวจะช่วยเพิ่มความร้อน การอุ่นและเวลาในการแข็งตัวจะลดลง

ในภาพประกอบ 5 เป็นการเปรียบเทียบการขึ้นรูปของพลาสติกเทอร์โมเซ็ท โดยไม่มีการอุ่นกับรอบเวลาการฉีด จะเห็นได้ชัดว่ารอบเวลาฉีดไม่ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน ส่วนผสมของเทอร์โมเซ็ททำขึ้นหลายเกรด ซึ่งมีความหนืดและเวลาแข็งตัวแตกต่างกัน เกรดที่ใช้ในการฉีดต้องเปลี่ยนรูปได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำที่สุด เท่าที่จะทำได้ ในกระบอกหลอมพลาสติก (plasticizing cylinder) สภาพเช่นนี้จะคงไว้ 3-6 นาทีและแข็งตัว อย่างรวดเร็ว

ภายใต้อุณหภูมิที่สูงขึ้นในแม่พิมพ์ ส่วนผสมของเทอร์โมเซ็ทที่มี การไหลได้ดีที่สุด จะใช้สำหรับฉีดชิ้นงานที่มีระยะการไหลต่อความหนาเป็นอัตราส่วนสูง (ชิ้นงานที่บางมาก) และชิ้นงานที่ซับซ้อนซึ่งมีโลหะฝังกับคอร์ด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ คือวางโลหะในแม่พิมพ์ด้วยมือ อย่างไรก็ตามส่วนผสมพวกนี้ต้องใช้เวลาในการแข็งตัวนานขึ้น เม็ดพลาสติกที่ไหลได้ดีเหมาะกับการหลอมครึ่งละเท่า ๆ กันแบบอัตโนมัติ สำหรับพลาสติกที่ทนแรงกระแทก ที่มีเส้นใยเสริมแรง ควรใช้เม็ดพลาสติกชนิดพิเศษ เนื่องจากเส้นใยยาวและโครงสร้างหยาบของพลาสติก จะถูกฉีกโดยการหมุนของเกลียวและยากต่อการฉีดแม่พิมพ์ ทางวิ่งร้อน ที่ฉีดโดยไม่มีทางวิ่ง ก็ใช้กับการฉีดเทอร์โมเซ็ทได้

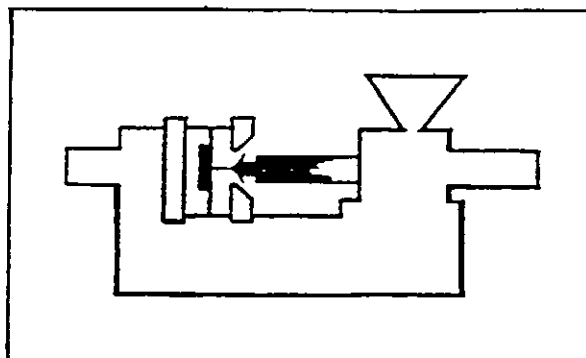


ภาพประกอบ 5 การแข็งตัวหรือรอบเวลาของการขึ้นรูปเทอร์โมเซต จะขึ้นอยู่กับ
ความหนาของชิ้นงาน เปรียบเทียบกับการฉีด
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 7)

2.2 เครื่องฉีดพลาสติกชนิดต่าง ๆ

เครื่องฉีดพลาสติก ที่บริษัทผู้ผลิตออกมาจำหน่ายตามท้องตลาดมีหลายแบบซึ่ง
แตกต่างกันในด้านรูปแบบ ระบบส่งกำลังและระบบควบคุมการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก
สามารถแบ่งตามลักษณะของทิศทางการฉีดได้ 4 แบบ

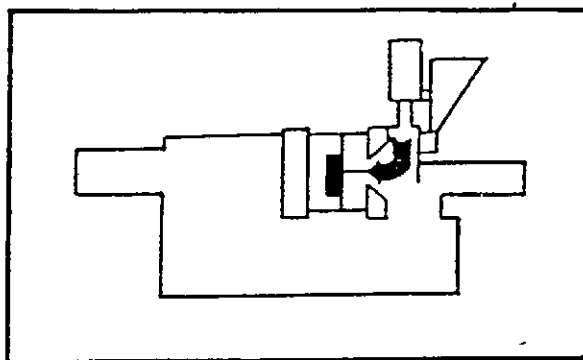
2.2.1 แบบที่ 1 เป็นเครื่องฉีดพลาสติก แบบทำงานตามแนวนอน พลาสติก
เหลวจะถูกฉีดให้ไหลเข้าแม่พิมพ์ เป็นเส้นตรงในแนวนอนตั้งฉากกับระนาบ ของแม่พิมพ์
ตาม ภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 เครื่องฉีกพลาสติกตามแนวนอน

(บรรเลง ครนล. 2525 : 77)

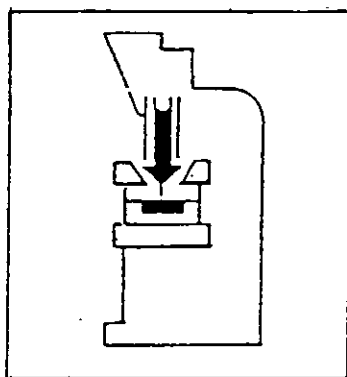
2.2.2 แบบที่2 เป็นเครื่องฉีกพลาสติกในแนวตั้ง แต่พลาสติกไหลเข้าแบบในแนวนอนโดยพลาสติกเหลว ที่ถูกฉีดออกจากกระบอกฉีดในแนวตั้งแล้วจะเปลี่ยนทิศทางไป 90° ไปอยู่ในแนวนอน ตามภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 เครื่องฉีกพลาสติกชุดฉีดอยู่ในแนวตั้ง

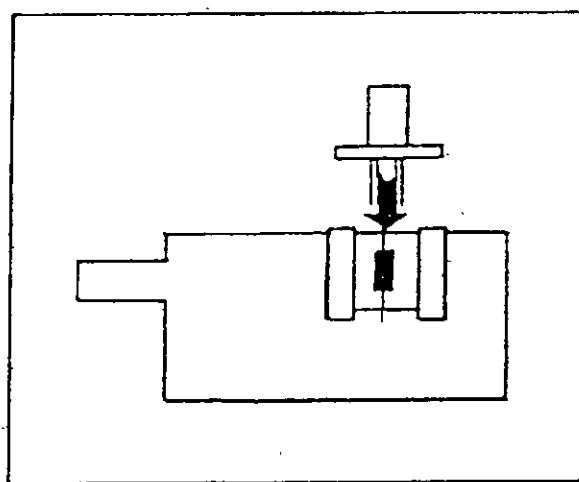
(บรรเลง ครนล. 2525 : 77)

2.2.3 แบบที่3 เป็นเครื่องฉีกพลาสติก แบบทำงานในแนวตั้ง โดยพลาสติกเหลวจะถูกฉีดลงในแนวตั้ง ตั้งฉากกับ แม่พิมพ์ ตามภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 เครื่องฉีดยาสติกทำงานในแนวตั้ง
(บรรเลง ครนิล. 2525 : 77)

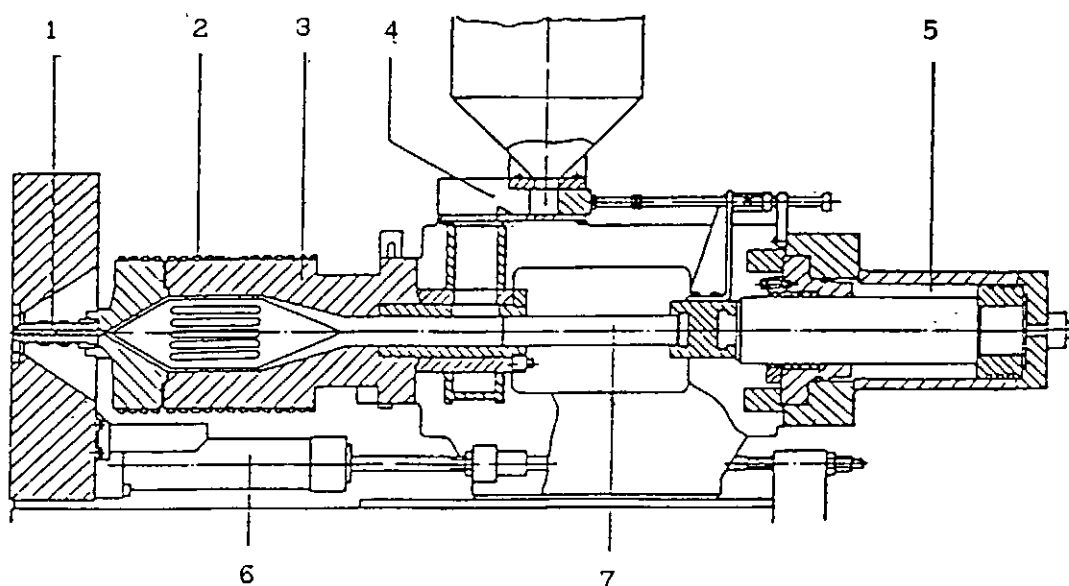
2.2.4 แบบที่ 4 เป็นเครื่องฉีดยาสติก แบบฉีดตั้งพลาสติกเหลว จะถูกฉีดให้ไหลเข้าแม่พิมพ์ในแนวตั้งขนาน กับแม่พิมพ์ ตามภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 เครื่องฉีดยาสติกแบบฉีดตั้ง
(บรรเลง ครนิล. 2525 : 77)

2.3 เครื่องฉีดยาสติกที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ลักษณะของเครื่องฉีดยาสติกที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ อาศัยหลักการเดียวกันกับเครื่องฉีดในยุคแรกที่เป็นแบบแนวตั้ง ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของอเมริกา คือ ชุดฉีด ชุดประกบและแม่พิมพ์ทำงานร่วมกันเป็นหน่วยเดียว หน่วยนี้จะรวมกับชุดขับและชิ้นส่วนเคลื่อนที่เป็นระบบการทำงานที่สัมพันธ์กัน ดัง ภาพประกอบ 10

2.3.1 เครื่องฉีดพลาสติกแบบลูกสูบ (plunger type)

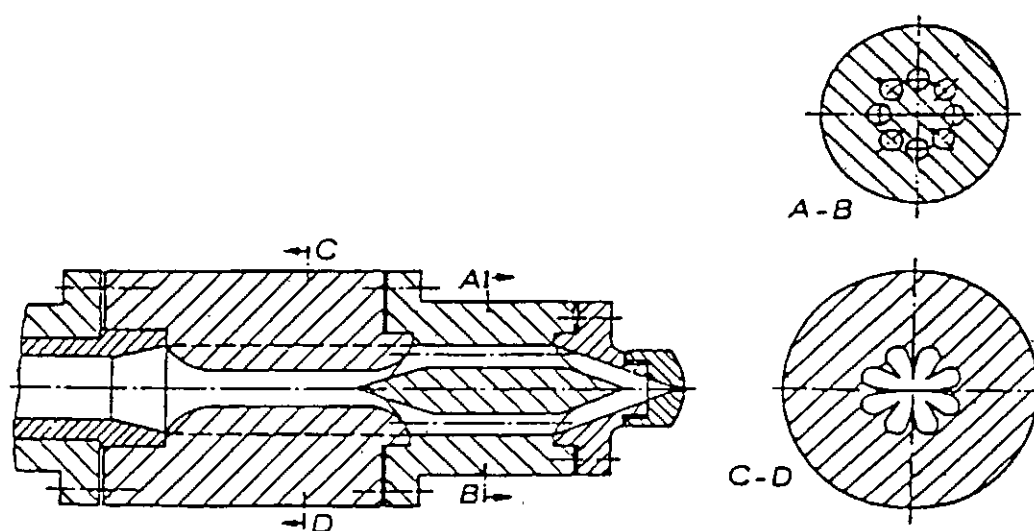


- 1) หัวฉีดร้อน 2) ตัวให้ความร้อน 3) กระบอกฉีด 4) เครื่องมีวัดปริมาตร
5) กระบอกไฮดรอลิกส์สำหรับหน่วยฉีด 6) กระบอกเปิดแม่พิมพ์ 7) การพุ่งของหัวฉีด

ภาพประกอบ 10 เครื่องฉีดพลาสติกแบบลูกสูบ
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 8)

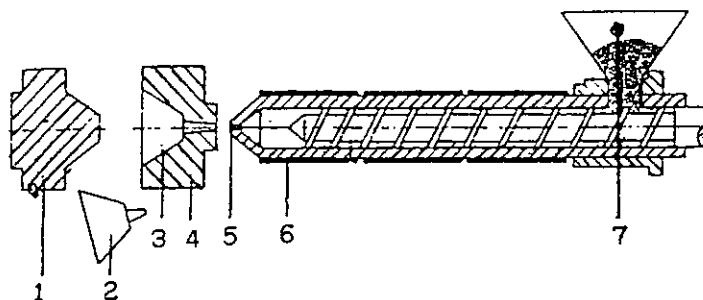
ส่วนที่หลอมพลาสติกในกระบอกฉีดของเครื่องฉีดแบบลูกสูบ พลาสติกจะไหลไปตามกระบอกฉีดและหลอมละลายภายใต้แรงดัน โดยลูกสูบและความร้อนจากไฟฟ้า ด้านในของกระบอกฉีด (บางครั้งก็ใช้ของเหลวช่วยถ่ายเทความร้อน หรือใช้การเหนี่ยวนำ) อุณหภูมิภายนอกถึงศูนย์กลาง จะแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยบางอย่างคือความหนาของพลาสติก การนำความร้อน ระดับอุณหภูมิ ความดันและอัตราการหลอมพลาสติก สำหรับการนำความร้อนค่าหนึ่ง (ห้ามเกินอุณหภูมิสูงสุดเพราะพลาสติกมีขีดจำกัดทางด้านความร้อน) ประสิทธิภาพการหลอมเหลวจะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่ต่อปริมาตรของพลาสติก ด้วยเหตุนี้จึงมีการแบ่งปริมาณของพลาสติกเหลวโดยใช้ตอร์ปิโด ดังภาพประกอบ 11 ตอร์ปิโดลักษณะเป็นซี่ๆ ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ แต่มีข้อเสียคือพลาสติกจะติดค้างที่ระหว่างซี่ของตอร์ปิโดกับผนังของกระบอกฉีดในขณะทำการฉีด พลาสติกส่วนนี้จะเป็นฉนวนและทำให้การนำความร้อนลดลงทุกครั้งที่มีการฉีด พลาสติกส่วนนี้จะปะปนเข้าไปในชิ้นงาน จะมองเห็นเป็นเส้นรอยข่วน

(darkstreaks) เครื่องฉีดแบบลูกสูบ ยังคงใช้การประกอบชุดตอร์ปิโดเข้ากับช่องพลาสติกด้วยเกลียวหรือเชื่อมติดการอุ่นเม็ดพลาสติก จะกระทำก่อนที่จะถึงตอร์ปิโด ความสามารถของกระบอกหลอมพลาสติกแบบตอร์ปิโดจึงมีขีดจำกัด เพราะพื้นที่ถ่ายเทความร้อนจะขึ้นอยู่กับความจุของกระบอกฉีด จึงต้องมีใช้วิธีการฉีดโดยลูกสูบ จะอัดกันซ้ำๆกันหลายครั้ง จนกว่าจะเต็มแม่พิมพ์ แต่ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทก็ยังมีขีดจำกัด ปัญหานี้สามารถที่จะแก้ไขโดยเครื่องฉีดพลาสติกแบบชนิดถ่ายโอน ซึ่งพัฒนาขึ้นในอเมริกาสำหรับการฉีดขนาดใหญ่เช่นผนังด้านในตู้เย็น เครื่องแบบนี้มีกระบอกฉีดที่วางเอียงพร้อมด้วยตอร์ปิโด ซึ่งเคลื่อนที่เพื่อหลอมพลาสติก ซ้ำกันหลายครั้งและส่งไปที่กระบอกเพื่อทำการฉีด โดยพลาสติกเหลวเคลื่อนที่ผ่านลูกบอลหรือลิ้นก้นกลับแบบลูกเลื่อน การใช้เกลียวหมุนช่วยหลอมพลาสติกก่อน ไม่เพียงแต่เพิ่มอัตราการหลอม แต่ยังปรับปรุงคุณภาพของชิ้นงานด้วย กระบอกหลอมพลาสติกด้วยเกลียว (extruder) วางขนานกับแนวนอน วางเอียงหรือวางแนวตั้งในลักษณะที่สัมพันธ์กับการทำงานของกระบอกฉีดแบบลูกสูบ ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 บริเวณกระบอกหลอมพลาสติกที่เป็นซี่หรือหลายครีบพร้อมด้วยตอร์ปิโด
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 9)

2.3.2 เครื่องฉีดพลาสติกแบบเกลียวอัด (reciprocating screw injection machine) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของเครื่องฉีดพลาสติกให้สูงขึ้น และปรับปรุงคุณภาพของน้ำพลาสติกจึงมีการพัฒนา ให้เกลียวหลอมพลาสติกควบคู่ ไปกับการเคลื่อนที่ เช่นเดียวกับลูกสูบที่ใช้ฉีด (เกลียวเลื่อนไปมาได้) หลักการนี้เป็นลิขสิทธิ์ของฝรั่งเศส ลักษณะการออกแบบ คือ ชุดเกลียวจะหมุนและเคลื่อนที่ไปตามแนวแกนด้วย เครื่องฉีดแบบนี้ ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วในยุโรปในขณะที่ประเทศอเมริกายังล้าหลังที่จะนำมาใช้ ในปัจจุบันนี้ เครื่องฉีดแบบนี้ได้กลายเป็นต้นแบบ สำหรับเครื่องฉีดขึ้นงานที่มีขนาดเล็ก จนถึงขึ้นงานที่มีขนาดใหญ่มาก โดยขนาดใหญ่สุดที่เคยฉีดกันมามีน้ำหนักถึง 25 กก. โครงสร้างและการทำงานของชุดเกลียวอัดแสดงในภาพประกอบ 12



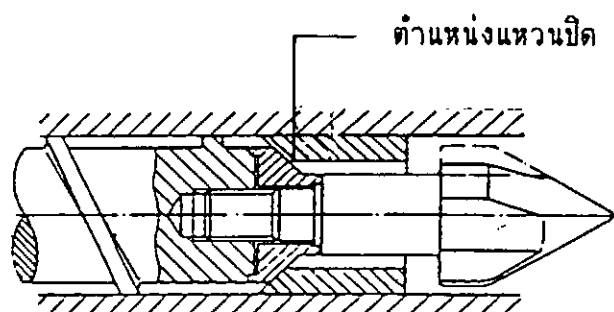
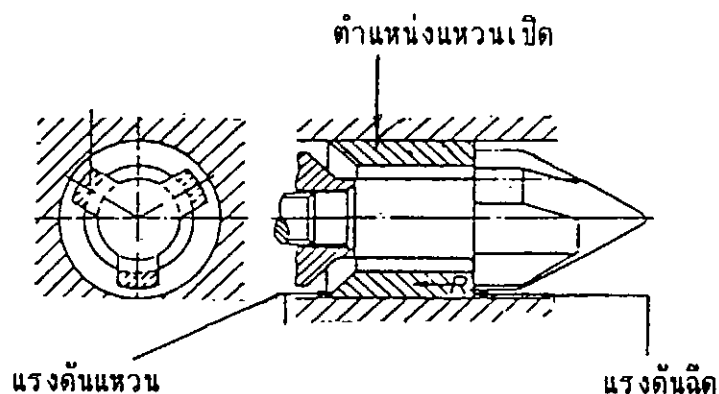
1. แม่แบบด้านเคลื่อนที่ 2. ชิ้นงานฉีดสำเร็จ 3. ช่องว่างในแม่แบบ
4. แม่แบบด้านอยู่กับที่ 5. หัวฉีด 6. ตัวทำความร้อน 7. กรวยเติมพลาสติก

ภาพประกอบ 12 โครงสร้างและการทำงานของเครื่องฉีดแบบเกลียวอัด

(บรรเลง ศรีนิล. 2525 : 78)

ในประเทศเยอรมัน เริ่มสร้างเครื่องฉีดนี้ใน ปี ค.ศ. 1956 ขณะที่ประเทศอังกฤษ เริ่มใช้เครื่องฉีดแบบเกลียวอัดที่ชุดฉีดมีเกลียวคู่ เหตุที่เลือกเครื่องฉีดแบบเกลียวคู่ เพราะมีข้อดีคือ สามารถป้องกันการรั่วของน้ำพลาสติกในขณะที่ฉีดได้ดีกว่าแบบเกลียวเดี่ยว ข้อแตกต่างจาก เครื่องฉีดแบบเกลียวเดี่ยวก็คือ เครื่องฉีดแบบเกลียวคู่ไม่สามารถควบคุมน้ำหนักของพลาสติกที่ฉีดและแรงดันฉีดให้มีขนาดต่างๆ โดยการเปลี่ยนกระบอกฉีด เพราะเกลียวที่ขบกันอยู่จะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลาง ระยะระหว่างแกนของเกลียวและระยะพิทช์ที่สัมพันธ์กัน ในเครื่องฉีดแบบเกลียวเดี่ยวการปรับน้ำหนักพลาสติกที่ฉีดภายในช่วงหนึ่งโดยแรงดันฉีดคงที่

ทำได้ด้วยการปรับระยะเคลื่อนอัดของเกลียว หากน้ำหนักที่ฉุดนอกเหนือจากนี้ ก็อาจเปลี่ยนกระบอกหลอมพลาสติกทั้งชุดให้ฉีดได้ปริมาณมากขึ้นหรือน้อยลง วิธีนี้จะทำให้แรงดันฉีดและความเร็วในการฉีดเปลี่ยนไปด้วย โดยการใช้วาล์ว ที่ป้องกันการไหลกลับ ในระบบเกลียวเดียว สามารถทำให้แน่นและป้องกันการซึมได้ดีกว่าของระบบเกลียวคู่ เพราะเหตุว่าการใช้วาล์วป้องกันการไหลกลับ ในระบบเกลียวคู่ นั้นยากต่อการสร้าง ในภาพประกอบ 13 แสดงให้เห็นว่าวงแหวนของวาล์วที่ป้องกันการไหลกลับจะปิดในทันที หากใช้วาล์วที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ ร่วมกับหัวฉีดที่เหมาะสม สำหรับเกลียวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตามที่กำหนดแล้วก็จะเก็บน้ำพลาสติกไว้ที่ส่วนหน้าของปลายเกลียวได้เป็นปริมาณมาก



ภาพประกอบ 13 วาล์วป้องกันการไหลกลับในเครื่องฉีดแบบเกลียว
(วิวัฒน์ ตันติขจร โภค. 2538 : 11)

ข้อดีของเครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้ระบบเกลียวอัดคือ

- 1) ประสิทธิภาพในการหลอมละลายของพลาสติกเพิ่มขึ้นมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องฉีดที่ใช้ระบบกระบอกอัดพ่วงด้วยเทอร์บิโด

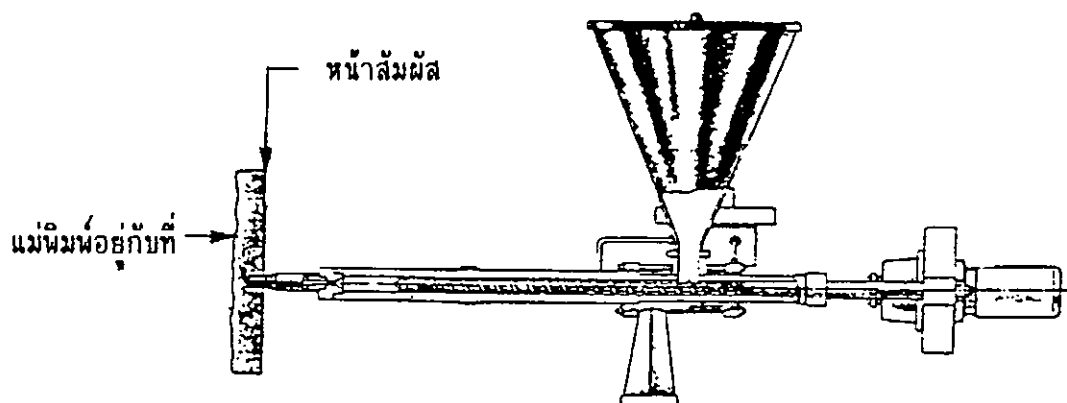
2) สามารถให้แรงฉีกที่สูงกว่าเพราะไม่มีแรงต้านที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของทอร์ปิโดของกระบอกอัด

3) เครื่องฉีกระบบเกลียวอัด สามารถใช้ในการฉีกพลาสติกเทอร์โมลาบิล (Thermolabile) ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมการไหลของพลาสติกที่หลอมเหลว

4) เม็ดพลาสติกและสีสามารถใส่รวมกันได้ โดยไม่จำเป็น ต้องนำมาคลุกหรือผสมกันก่อน

5) ใช้ในงานฉีกพลาสติก ที่มีความหนาได้ดี เช่น ข้อต่อต่าง ๆ ด้วยวิธีอื่นที่ซับซ้อน

เครื่องฉีกที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ เป็นชนิดที่ฉีกน้ำพลาสติกเข้าไปในแนวตั้งฉากกับเส้นแบ่งแม่พิมพ์หรือขนานกับทิศทาง การเปิดแม่พิมพ์ ชุดฉีกและชุดประกบแม่พิมพ์จะวางตามแนวนอน นั่นคือจะตั้งฉากกับเส้นแบ่งแม่พิมพ์ ดังภาพประกอบ 14

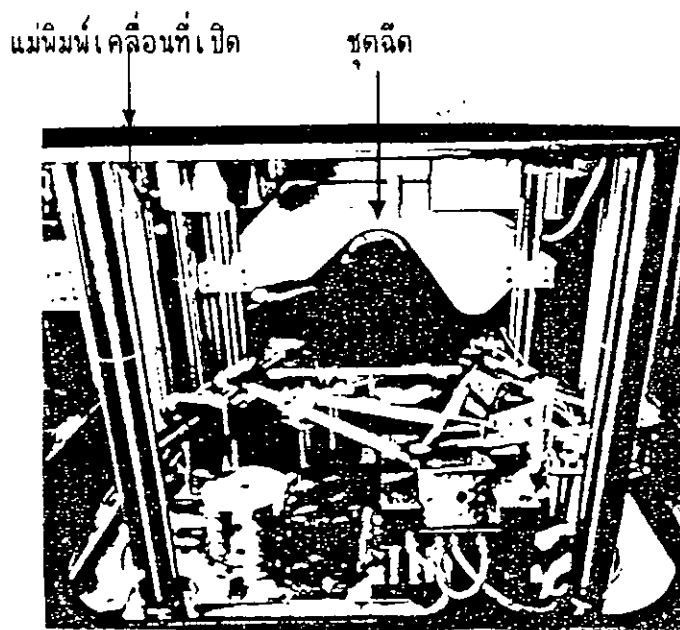


ภาพประกอบ 14 ชุดฉีกพลาสติกที่ขนานกับการเลื่อนเปิดแม่พิมพ์
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 12)

สำหรับการใช้งานเฉพาะอย่าง ชุดฉีกจะวางขนานกับเส้นแบ่งแม่พิมพ์ นั่น คือ ตั้งฉากกับการเลื่อนเปิดแม่พิมพ์ การวางลักษณะนี้มักใช้กับเครื่องฉีกที่มีขนาดเล็ก มีแรงประกบแม่พิมพ์ ขนาดปานกลางเพราะการออกแบบเครื่องฉีกที่มีแรงประกบแม่พิมพ์สูงมาก ๆ จะขาดความแม่นยำ จึงยากต่อการควบคุมเครื่องฉีก ส่วนใหญ่จะใช้กับชิ้นงานที่มีโลหะฝัง เช่น

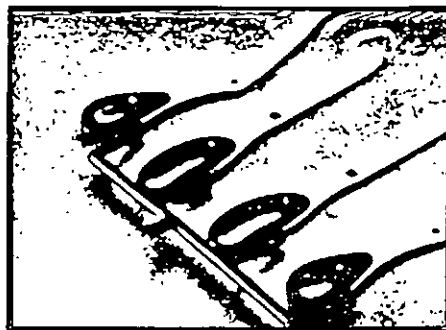
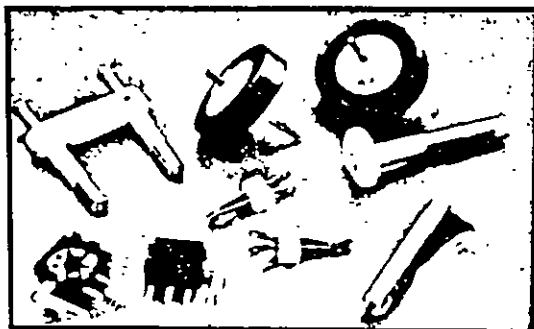
ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้ภายในบ้าน เป็นต้น โลหะที่ใช้ฝัง จะวางที่แม่พิมพ์ส่วนล่างหรือส่วนที่อยู่กับที่ ดังนั้นไม่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษช่วยจับและโลหะที่ฝังจะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องในขณะที่แม่พิมพ์ปิด ดัง ภาพประกอบ 15

เครื่องฉีดพลาสติกบางแบบจะมีชุดฉีดที่หมุนจากแนวนอนไปเป็นแนวตั้งได้ (เครื่องฉีดอาเบरिक) อย่างไรก็ตามเครื่องฉีดแบบนี้ยังคงมีแรงประกบแม่พิมพ์และปริมาณการฉีดขนาดปานกลาง



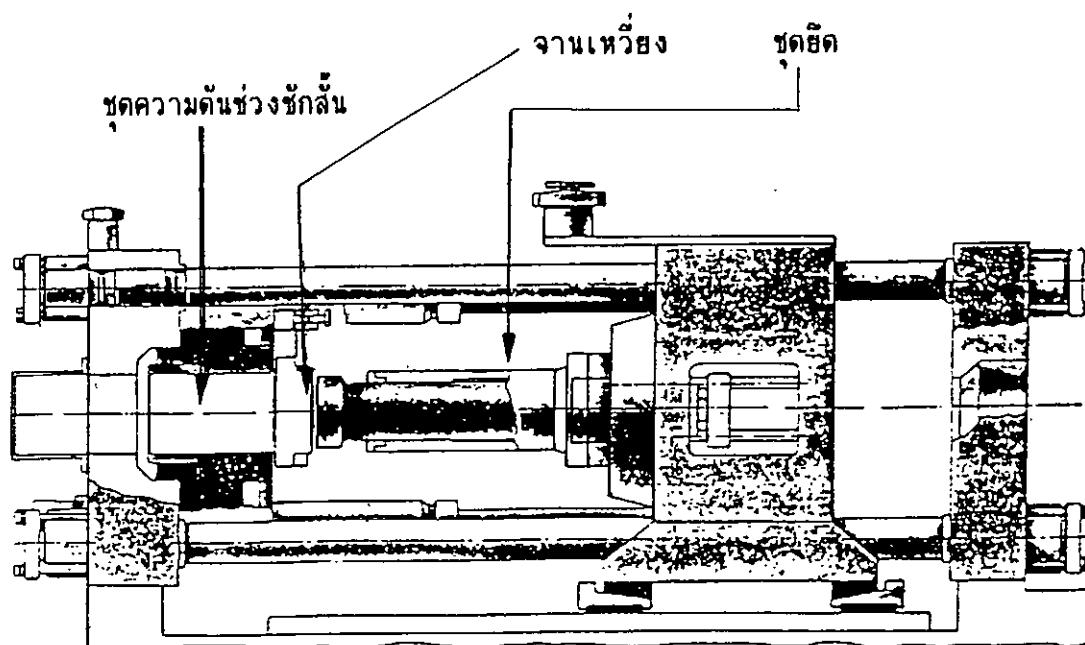
ภาพประกอบ 15 เครื่องฉีดที่มีชุดฉีดตั้งฉากกับการเลื่อนเปิดแม่พิมพ์ (การวางลักษณะนี้ มักใช้กับการฉีดชิ้นงานที่มีโลหะฝัง เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น)
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 13)

เครื่องฉีดแบบล่าสุดจะมีลักษณะเฉพาะ คือ ระบบไฮดรอลิกส์ ที่ประกบแม่พิมพ์เป็นแบบสองจังหวะ ทำให้การตั้งแรงประกบแม่พิมพ์ทำได้แน่นอน พร้อมทั้งเพิ่มความถูกต้องของการฉีดและควบคุมกลไกการป้องกันแม่พิมพ์ด้วยความแม่นยำ ประกอบกับอุปกรณ์ป้องกันการเกิดครีบลบ ซึ่งจะหยุดการฉีดหากการปรับตั้งไม่ถูกต้อง หรือเมื่อแม่พิมพ์รับแรงเกินปกติทั้งชุดประกบแม่พิมพ์และชุดฉีดจะถูกควบคุมโดย hydraulic accumulator แยกชุดกันซึ่งทำให้อัตราการฉีดสูง และเคลื่อนที่ได้เร็วโดยใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ การทำงานของเครื่องแบบนี้จะช่วยลดการใช้พลังงานลงไปได้มาก เพราะระบบประกบแบบไฮดรอลิกส์สองจังหวะ

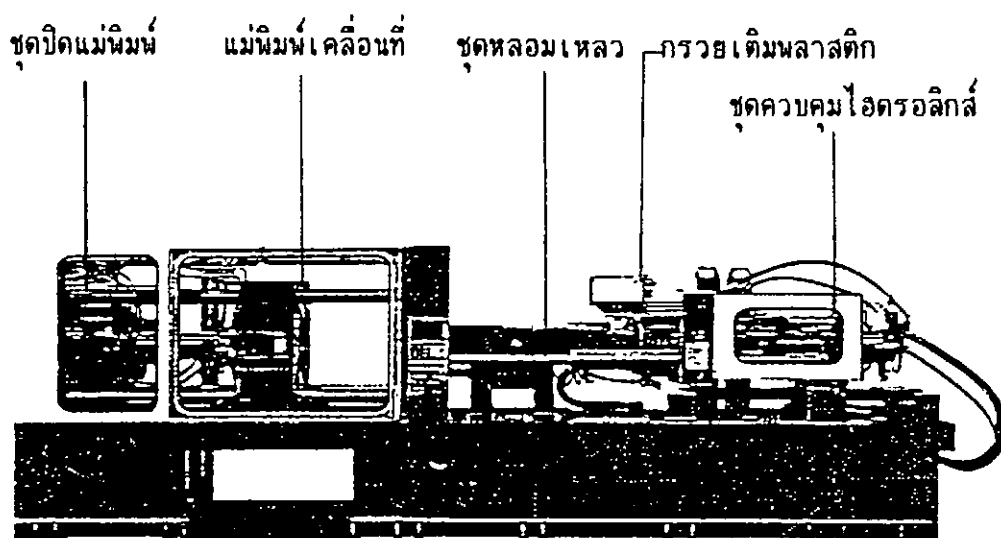


ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างของชิ้นงานที่ฉีดโดยมีโลหะฝัง
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 13)

พร้อมด้วยจานเหวี่ยง ต้องการปริมาณน้ำมันเพียงเล็กน้อย นอกจากนั้นแบบของเครื่องยัง
กระทำได้ใช้เนื้อที่น้อย ลูกสูบของชุดประกบแม่พิมพ์สามารถผ่านเข้าไปในลูกสูบที่กลวงของ
short stroke pressure box ได้เมื่อเปิดแม่พิมพ์ ดังภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 ระบบไฮดรอลิกส์สองจังหวะที่มี short stroke pressure box
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 14)



ภาพประกอบ 18 เครื่องฉีดพลาสติกในยุคน้ำมัน
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 15)

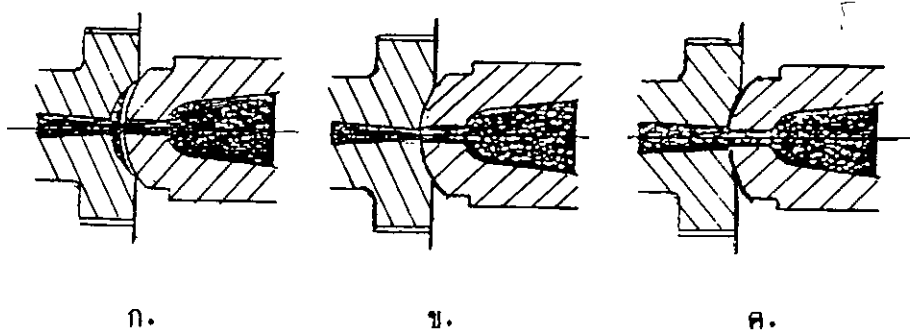
2.3.3 เครื่องฉีดพลาสติกชนิดพิเศษ (special purpose injection moulding machine) เครื่องฉีดพลาสติกชนิดพิเศษสำหรับการฉีด เทอร์โมพลาสติก ที่มี ส่วนผสมของตัวฟู หรือที่รู้จักทั่วไปว่า การฉีดโฟมเป็นแบบที่ใช้ฉีด เทอร์โมพลาสติก ที่มี ตัวฟู โดยวิธีผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ลักษณะพิเศษของเครื่องฉีดชนิดนี้ ก็คือชุดฉีด จะมีชุด รวบรวมน้ำพลาสติกในระบบนี้จะควบคุมการหลอมละลายของน้ำพลาสติกได้อย่างถูกต้องแล ะน้ำพลาสติกหลอมเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี อีกทั้งความยาวที่ใช้งานของเกลียว จะคงที่ตลอด เวลาของการส่งน้ำพลาสติกเกลียวจะไม่มีการเลื่อนไปมาดังเช่นเครื่องฉีดทั่วไป พลาสติก จะถูกอัดเข้าไปในชุดรวบรวมน้ำพลาสติก ซึ่งต่อถึงแม่พิมพ์โดยผ่านทางรูของ needle shut-off valve ที่ควบคุมด้วยไฮดรอลิกส์วาล์ว ที่มีรูกว้างกับระบบไฮดรอลิกที่ได้ขนาด จะทำให้เวลาในการฉีดลดลงได้

3. ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง

เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้งจะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญดังนี้

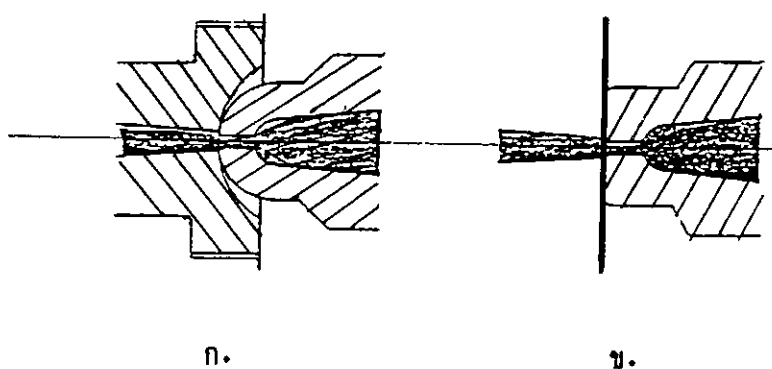
3.1 หัวฉีด (nozzle) เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ส่วนปลายของกระบอกสูบ ทำหน้าที่รีด พลาสติกเหลวเข้าไปในแม่พิมพ์ รูของหัวฉีดจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 มิลลิเมตร

สำหรับฉีดงานครึ่งละ 20-30 กรัม สำหรับชิ้นงานใหญ่ ที่มีผนังตามหน้าของชิ้นงานไม่เท่ากัน อาจใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูฉีด ที่มีขนาดใหญ่ถึง 6 มิลลิเมตร หัวฉีดโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบหัวโค้งกับแบบหน้าราบ หัวฉีดแบบหัวโค้ง



ภาพประกอบ 19 แสดงรัศมีที่หัวฉีด
(พยุง บุษปภุช. 2538 : 113)

- รูป ก. ปลอกนำฉีดมีรัศมีโต กว่ารัศมีของหัวฉีด จะทำให้เกิดครีบริดค้างอยู่
รูป ข. รัศมีของปลอกนำฉีดและรัศมีของหัวฉีดเท่ากัน แต่รูของหัวฉีดใหญ่กว่าจะปลดยาก
รูป ค. รูของหัวฉีดเล็กกว่า และรัศมีของปลอกนำฉีดโตกว่า ซึ่งเป็นแบบที่ถูกต้อง



ภาพประกอบ 20 แสดงหัวฉีดแบบหน้าโค้งและหน้าราบ
(พยุง บุษปภุช. 2538 : 113)

- รูป ก. หัวฉีดแบบหน้าโค้ง ใช้กับแม่พิมพ์ที่มีปลอกนำฉีด
รูป ข. หัวฉีดแบบหน้าราบ ใช้กับแม่พิมพ์ที่ไม่มีปลอกนำฉีด

หัวฉีดเป็นชิ้นส่วนหนึ่งของชุดหลอมพลาสติก ซึ่งจะถูกดันให้แนบกับ แนวทางในการฉีดของแม่พิมพ์ก่อนทำการฉีดและจะแนบสนิทกันโดยมีแรงประกบ ปลายหัวฉีดต้องมีรัศมีความโค้งใหญ่เพื่อรองรับแรงที่หัวฉีดโดยไม่เกิดการสึกหรอ (ดูตารางที่ 2) ในประเทศอเมริกาใช้รัศมีทรงกลมของปลายหัวฉีด ขนาด $1/2, 3/4$ นิ้ว เป็นมาตรฐาน ในขณะที่มาตรฐานของยุโรปที่กำหนดไว้ก่อน (EUROMAP 2) จะใช้รัศมี 10, 15, 20 และ 35 มม.

ตาราง 2 แรงสัมผัสที่หัวฉีดที่เหมาะสมกับแรงประกบแม่พิมพ์ขนาดต่างๆ
(วิวัฒน์ ดันติขจร โทคล. 2538 : 46)

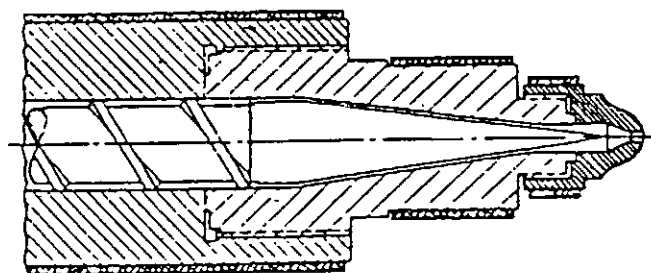
แรงประกบแม่พิมพ์ (kN)	แรงสัมผัสที่หัวฉีด (kN)
500	50-80
1,000	60-90
5,000	170-220
10,000	220-280
20,000	280-350

การจัดแยกประเภทสามารถทำได้ตามตารางที่ 2 ขนาดของหัวฉีดผลิตในอเมริกาเพิ่มขนาดขึ้นทีละ $1/32$ นิ้วและมีขนาดเล็กกว่าขนาดของ sprue bush มาตรฐานที่ใช้ด้วยกันคือ $5/32, 7/32, 9/32$ และ $11/32$ นิ้ว การกำหนดมาตรฐานดังกล่าว มีผลให้ใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ความร้อนจะถูกดึงจากหัวฉีดไปยังส่วนที่ต่อออกไป โดยผ่านผิวที่สัมผัสกับแม่พิมพ์ที่เย็นกว่า เพื่อลดเซยความร้อนที่สูญเสียไป อาจให้ความร้อนที่หัวฉีดและมีอุปกรณ์วัดความผิดปกติของอุณหภูมิหัวฉีดจะแยกออกจาก ทางเข้า ทันทีที่สิ้นสุดการเซย ชนิดของหัวฉีดที่ควรใช้ สำหรับพลาสติกเฉพาะประเภท ได้ให้ไว้ในตารางที่ 3

ตาราง 3 รัศมีทรงกลมและขนาดรูของหัวฉีดตามมาตรฐานยุโรป (EUROMAP 2)
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 47)

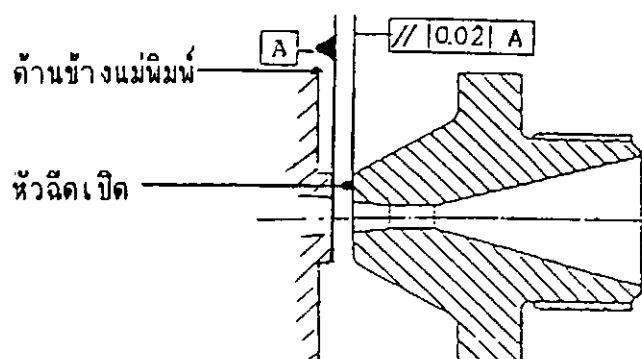
แรงประกบ แม่พิมพ์ (kN)	รัศมีทรงกลมของหัวฉีด (mm.)			ขนาดรูของหัวฉีด (mm.)		
	เทอร์โม พลาสติก	เทอร์โม เซต	อีลาส โตเมอร์	เทอร์โม พลาสติก	เทอร์โม เซต	อีลาส โตเมอร์
500	10 (35)	10 (35)	10 (35)	3-5	5-8	4-6
500-1,000	10 (35)	15 (35)	15 (35)	4-6	6-8	5-7
1,000-5,000	35	35	35	5-8	8-10	6-8
5,000-10,000	35	35	35	10-12	8-10	8-10
10,000	35	35	35	10-12	-	-

3.1.1 หัวฉีดแบบเปิด (open nozzle) เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะสามารถทำให้สั้นที่สุดได้ ควรใช้เมื่อการฉีดนั้นมีความเหมาะสม หัวฉีดแบบเปิด แสดงไว้ในภาพประกอบ 21 หัวฉีดแบบนี้ใช้กับพลาสติกที่มีความหนืดต่ำ ข้อดี คือการไหล ของน้ำพลาสติกเป็นทางตรง โดยไม่เปลี่ยนทิศทางการไหล ส่วนมากผิวสัมผัสของหัวฉีด กับ ทางเข้า มักจะเป็นรูปทรงกลม



ภาพประกอบ 21 หัวฉีดแบบเปิดที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 47)

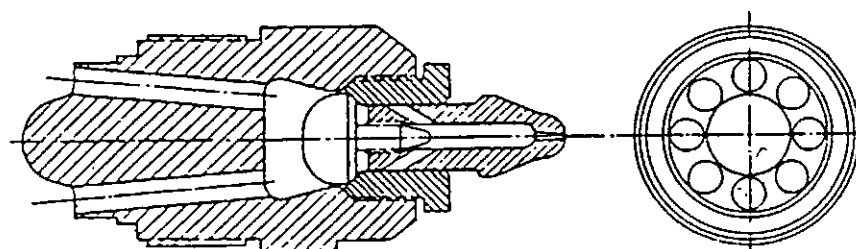
ในกรณี ยกเว้นอาจมีผิวระนาบก็ได้ ภาพประกอบ 22 ในกรณีนี้ต้องทำให้ผิวของทางเข้า กับหัวฉีดขนานกันอย่างสมบูรณ์ มิฉะนั้นจะเกิดการรั่วของน้ำพลาสมาติกและทำให้แรงดันลดภายในปริมาตรหัวฉีด ระบายนี้จะใช้เมื่อมีการฉีดพลาสมาติกผ่านเข้าทาง เส้นแบ่งส่วนของแม่พิมพ์ เช่นการฉีดขึ้นงานพลาสมาติกสองสี การทำขึ้นงานสำหรับแม่พิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดีด หรือคอมพิวเตอร์



ภาพประกอบ 22 หัวฉีดแบบเปิดที่มีผิวระนาบ

(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 47)

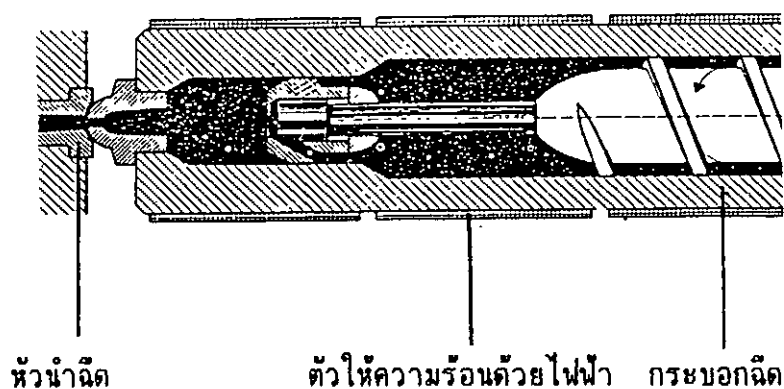
3.1.2 หัวฉีดแบบปิด (shut-off nozzle) ใช้เพื่อหลีกเลี่ยงการรั่วของน้ำพลาสมาติกและสามารถถอยกลับ เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียความร้อน มีอยู่สองแบบคือ หนึ่งเป็นการควบคุมในระหว่างรอบของการฉีดอีกแบบหนึ่ง เป็นการควบคุมที่แยกต่างหาก ภาพประกอบ 23 แสดงตัวอย่างของแบบแรก เป็นหัวฉีดที่มีชิ้นส่วนกันรั่วเลื่อนไปมาได้เมื่อหัวฉีดเลื่อนไปชนกับ ทางเข้าก็จะเปิดและปิดโดยแรงดันของน้ำพลาสมาติกในกระบอกฉีด



ภาพประกอบ 23 หัวฉีดแบบเลื่อนปิดโดยใช้แรงดันของน้ำพลาสมาติก

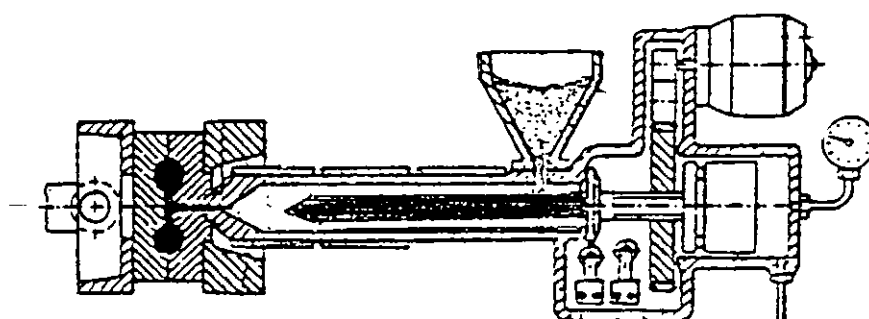
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 48)

หัวฉีดที่แสดงในภาพประกอบ 24 เป็นหัวฉีดแบบปิดได้ด้วยเข็ม (needle) เข็มนี้จะยันกับรูภายในของหัวฉีด โดยใช้สปริงที่อยู่ภายนอก แรงดันฉีดต้องสูงพอที่จะเอาชนะแรงดันสปริง นอกจากหัวฉีดมีชิ้นส่วนเลื่อน ซึ่งคิดแรงดันลดจากหน้าตัดของช่องว่าง และความยาวแล้วยังต้องรวมแรงจากสปริงเข้าไว้ด้วย ซึ่งหมายถึงแรงดันที่เพิ่มขึ้น และเป็นผลให้พลาสติกร้อนขึ้น อาจเป็นผลเสียที่เห็นได้ชัด ถ้าต้องการหลีกเลี่ยงจากปัญหาดังกล่าวก็สามารถใช้หัวฉีดแบบปิดได้ที่มีเข็มควบคุมการปิดจากภายนอก ดัง ภาพประกอบ 25 แสดงหัวฉีดแบบปิด ความยาวรวมของหัวฉีดแบบนี้ค่อนข้างยาวกว่าหัวฉีดแบบปิด ได้ที่มีสลักเลื่อนหรือหมุนได้ก็สามารถใช้ได้เช่นกัน ดังภาพประกอบ 26



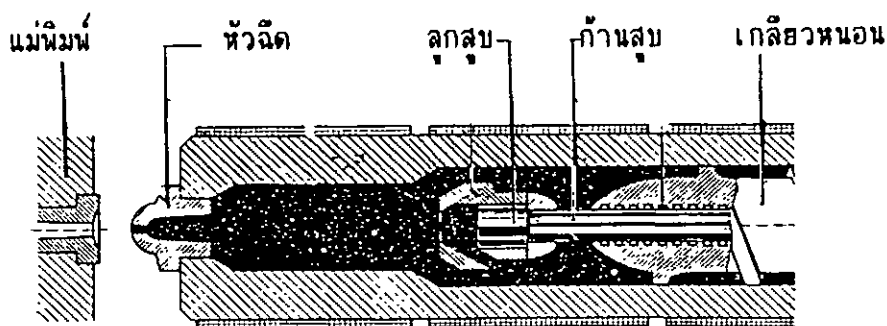
ภาพประกอบ 24 กระบอกฉีด

(บรรเลง ครนิล. 2525 : 83)



ภาพประกอบ 25 หัวฉีดแบบปิดได้ที่เข็มควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิกส์

(พลู โสหารขุน. 2534 : 4-2)



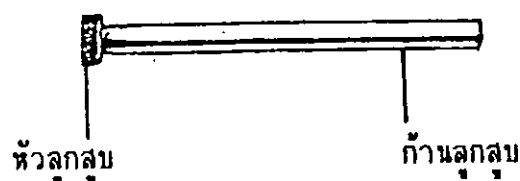
ภาพประกอบ 26 หัวฉีดแบบเลื่อนปิดใต้ที่ใช้สลักเลื่อน

(บรรเลง ครนิล. 2525 : 83)

3.2 กระบอกฉีด (cylinder) ทำจากท่อเหล็กหนา เป็นโลหะแข็งทนต่อการกัดกร่อนและไม่เป็นสนิม รูภายในผ่านกระบวนการชุบแข็งและขัดมันผิวเรียบมีความผิดน้อยที่สุด ภายนอกของกระบอกฉีด จะมีตัวให้ความร้อนรัดอยู่เป็นช่วง ๆ ตลอด แต่ช่วงจะมีชุดควบคุมอุณหภูมิระดับต่างๆ กันฮีตเตอร์เป็นตัวให้ความร้อนแก่พลาสติกภายในกระบอกฉีดพลาสติกภายในกระบอกฉีดค่อย ๆ ร้อนขึ้นผสมเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสม่ำเสมอ

3.3 ลูกสูบ (piston) ทำหน้าที่อัดพลาสติกที่หลอมเหลวได้ที่แล้วในกระบอกฉีด ผ่านหัวฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ ลูกสูบแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบทรงกระบอกและแบบสกรู

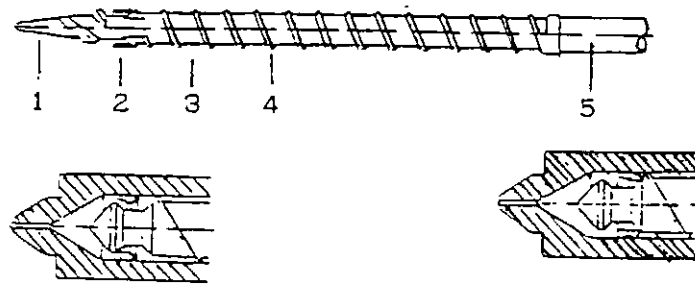
3.3.1 ลูกสูบแบบทรงกระบอก ทำหน้าที่อัดพลาสติกเหลวเข้าไปในแม่พิมพ์ ลูกสูบชนิดนี้ ทำหน้าที่อัดพลาสติกเหลวเข้าแม่พิมพ์อย่างเดียว แต่ไม่สามารถผสมเนื้อพลาสติกให้เข้ากันได้ วิธีที่จะช่วยให้เนื้อพลาสติกหลอมเหลวได้ดี แก๊สได้โดยทำตัวตอร์ปิโดไว้ที่ส่วนปลายของกระบอกฉีด เพื่อลดพื้นที่ของพลาสติกที่อยู่ภายในกระบอกฉีดให้เหลือน้อยลง เพื่อให้พลาสติก เบียดตัวติดกับผิวภายในของกระบอกฉีด ซึ่งจะทำให้พลาสติกที่ไหลผ่านช่องเล็กๆ มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับผิวกระบอกฉีดมากที่สุด พลาสติกจะร้อนทั่วกันและหลอมละลายพร้อมที่จะฉีดเข้าแม่พิมพ์



ภาพประกอบ 27 ลูกสูบแบบทรงกระบอก

(บรรเลง ครนิล. 2525 : 83)

3.3.2 ลูกสูบแบบสกรู

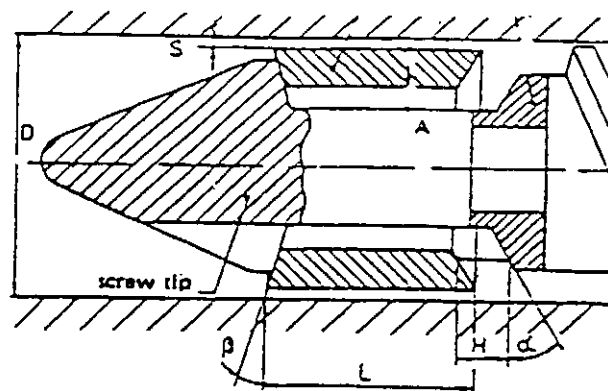


1. ปลายสกรู 2. แหวนกันไหลกลับ 3. โคนสกรู 4. เกลียวสกรู 5. เพลาสกรู

ภาพประกอบ 28 ลูกสูบแบบสกรู

(พยุ่ง บุชปกฤษ์. 2538 : 113)

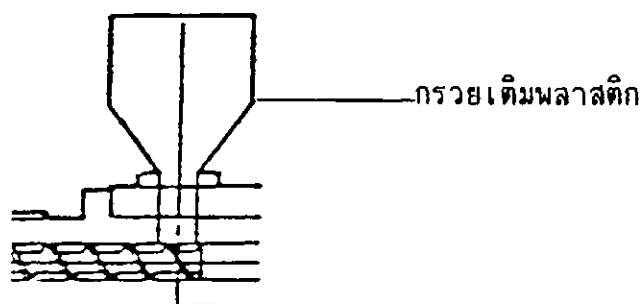
3.3.3 ลูกสูบแบบเกลียวหนอน เป็นลูกสูบที่มีเกลียวสกรูตลอดความยาว ตัวเกลียวสกรูจะหมุนขณะทำงาน โดยพาเม็ดพลาสติก จากกรวยเคลื่อนไปภายในกระบอกสูบ อย่างช้าๆ พร้อมกับนั้นความร้อนที่รับจากผิวกระบอกสูบจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากอุณหภูมิต่ำถึงสูง ตามความยาวของกระบอก โดยเพิ่มเป็นช่วงๆ ตามอีทเตอร์ ซึ่งตั้งอุณหภูมิไว้ที่ปลายของ เกลียวหนอนจะมี "แหวน" กันพลาสติกไหลกลับ แหวนนี้จะเคลื่อนตัวไปและกลับตามจังหวะ การทำงานของเกลียวหนอน เกลียวสกรูหมุนเพื่อลำเลียงเม็ดพลาสติกไปด้านหน้า แหวนจะ ทำหน้าที่เปิดให้พลาสติกไหลผ่านไปรวมอยู่ที่ปลายของสกรู เมื่อถึงจังหวะฉีดเกลียวสกรูจะ หยุดหมุน ชุดส่งกำลังจะดันสกรูไปข้างหน้า แหวนจะปิดไม่ให้พลาสติกไหลกลับ ทำให้ พลาสติกเหลวถูกอัดผ่านหัวฉีดเข้าแม่พิมพ์ต่อไป ดัง ภาพประกอบ 29



ภาพประกอบ 29 ลูกสูบแบบเกลียวหนอน แหวนกันไหลกลับ

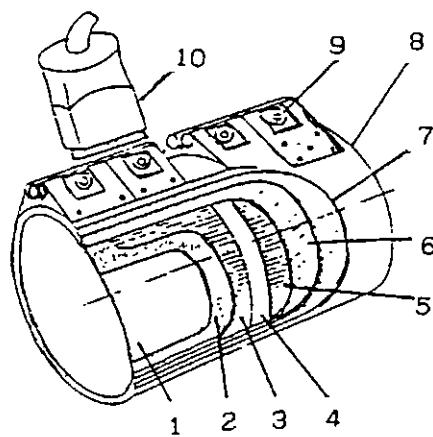
(พยุ่ง บุชปกฤษ์. 2538 : 113)

3.4 กรวยเติมพลาสติก (hopper) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้บรรจุ เม็ดพลาสติกที่จะส่งไป หลอมต่อไปในกระบอกสูบ เพื่อส่งไปยังหัวฉีดที่จะฉีดในแม่พิมพ์ โดยสภาพทั่วไปจะมีปริมาตร ของพลาสติกที่จะส่งไปยังกระบอกสูบ



ภาพประกอบ 30 กรวยเติมพลาสติก

3.5 ตัวให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า (heater) คือชุดให้ความร้อนจากไฟฟ้าประกอบ ไปด้วยฉนวนในเป็นแผ่นโลหะไร้สนิม ชั้นต่อมาจะเป็นแผ่นฉนวนหุ้มโดยรอบ และพันด้วย ขดลวดบนแผ่นฉนวนทั้งหมด แล้วพันฉนวนหุ้มทับขดลวดอีกครั้ง ด้านบนสุดหุ้มด้วยแผ่นโลหะ ไร้สนิม ยึดด้วยสกรูเพื่อให้บีบรัดแน่นกับผิวของกระบอกสูบ โดยที่ผิวของกระบอกสูบ จะต้อง สะอาดปราศจากสิ่งอื่น ๆ อยู่บนผิวกระบอกสูบ ทั้งนี้เพื่อให้ความร้อนถ่ายเทไปยังกระบอกสูบ ได้ดีที่สุด การให้ความร้อนกระบอกสูบของเครื่องฉีดพลาสติก สามารถทำได้หลายแบบด้วยกัน เช่น ใช้ไฟฟ้า น้ำมันร้อน ก๊าซร้อน เครื่องฉีดพลาสติกส่วนใหญ่ใช้ไฟฟ้า เพราะควบคุมอุณหภูมิ ได้ง่าย ความร้อนที่ได้จากขดลวดความร้อนทางไฟฟ้านั้น สามารถส่งผ่านไปยังวัสดุที่ต้องการ ความร้อนได้ทุกชนิด แต่อย่างไรก็ตามความร้อนอาจสูญเสียไป จากการแผ่รังสีของความร้อน ไปยังบรรยากาศภายนอก ดังนั้นการควบคุมความร้อนกระบอกสูบจะต้องให้ขนาดของฮีเตอร์ เหมาะสมกับขนาดของเครื่องฉีดด้วย ดัง ภาพประกอบ 31

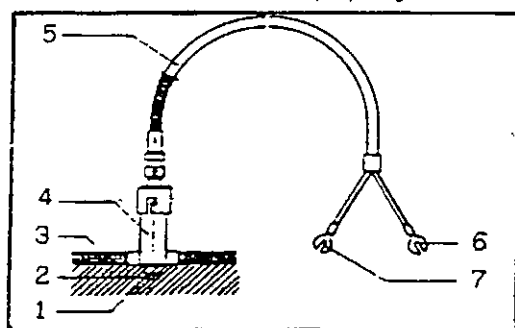


1. ผนังโลหะด้านใน 2. ฉนวน 3. และ 5. ลวดความร้อน 4. และ 6. ฉนวน
7. แผ่นโลหะ 8. แผ่นโลหะหุ้มด้านนอก 9. สกรูยึด 10. ปลั๊ก

ภาพประกอบ 31 แผ่นความร้อน

(พยง บุษปภักษ์. 2538 : 117)

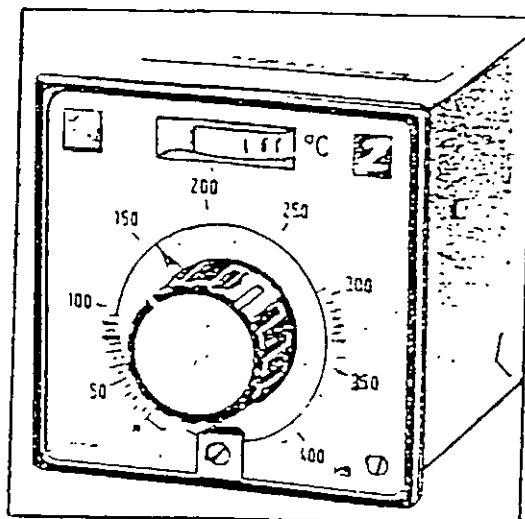
3.6 อุปกรณ์วัดและควบคุมอุณหภูมิ สำหรับงานฉีดยาสติกเข้าแม่พิมพ์มีช่องแคบมาก ในการควบคุมอุณหภูมิให้ความร้อนในกระบอกลด จึงมีความจำเป็นมาก เพราะถ้าความร้อนมากเกินไป อาจทำให้สติกเหลวมากหรืออาจทำให้สติกไหม้ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า จุดหลอมตัวของพลาสติก ก็จะทำให้สติกไหลเข้าแบบยาก ต้องออกแรงฉีดมากเกินไป ความจำเป็น เมื่อพลาสติกที่อยู่ในกระบอกลด หลอมละลายด้วยความร้อน ความร้อนจะผ่าน ผิวกระบอกลดไปจนถึงเม็ดพลาสติกความร้อนจากฮีตเตอร์ จะมีจุดควบคุมปรับอุณหภูมิได้ตาม ต้องการ โดยใช้เทอร์โมอีลีเมนต์ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ดัง ภาพประกอบ 32



1. กระบอกลด 2. จุดวัดอุณหภูมิ 3. เทอร์โมอีลีเมนต์ 4. กระเปาะรับความร้อน
5. สายต่อ 6. และ 7. ขั้วต่อเข้าเครื่องวัด

ภาพประกอบ 32 ชุดแผ่นความร้อน

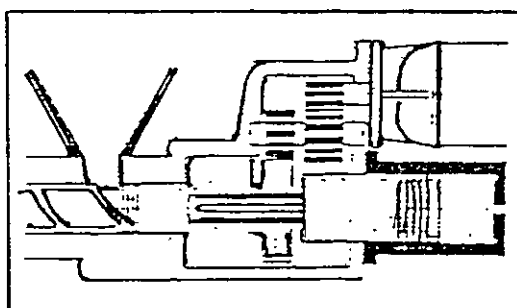
(พยง บุษปภักษ์. 2538 : 118)



ภาพประกอบ 33 ชุดควบคุมระบบอิเล็กทรอนิกส์
(พยุ่ง บุษปภักษ์. 2538 : 118)

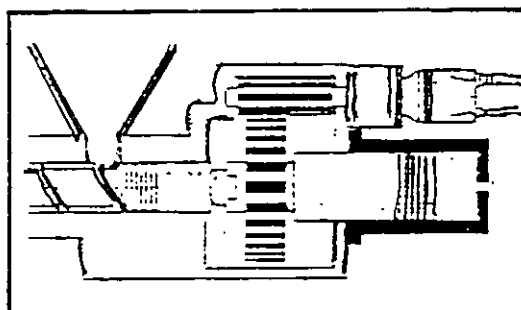
สำหรับเครื่องฉีดพลาสติกรุ่นใหม่ ๆ จะใช้การควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความเที่ยงตรงสูง ค่าความแตกต่าง (ค่า+) ของอุณหภูมิแต่ละจุดบนกระบอกสูบจะร้อนมาก ทำให้การทำการฉีดพลาสติก เป็นไปอย่างถูกต้อง และได้ผลดีต่อการฉีดพลาสติก ที่ต้องการคุณภาพสูงได้ดียิ่ง ดัง ภาพประกอบ 33

3.7 ระบบส่งกำลัง (transmit) เป็นสกรู จะทำงานด้วยการส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือไฮดรอลิกส์มอเตอร์ เพื่อพาเม็ดพลาสติกจากกรวยให้เคลื่อนไปยังหน้า และหลอมเหลวพร้อมที่จะทำการฉีดเข้าแม่พิมพ์ เมื่อพลาสติกหลอมเหลว มีจำนวนพอฉีด ที่ตั้งไว้สกรูจะหยุด และส่งกำลังดันสกรูไปยังหน้าฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ กำลังที่ใช้ดันนี้ส่ง กำลังด้วยไฮดรอลิกส์ กำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้านั้น ต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบควบคู่กับ มอเตอร์ไฟฟ้าหรือจะใช้ระบบควบคุมความเร็วรอบแบบไม่มีขั้นตอนก็ได้ ดัง ภาพประกอบ 34



ภาพประกอบ 34 รูปส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
(บรรณ เลง ทรนิล. 2525 : 89)

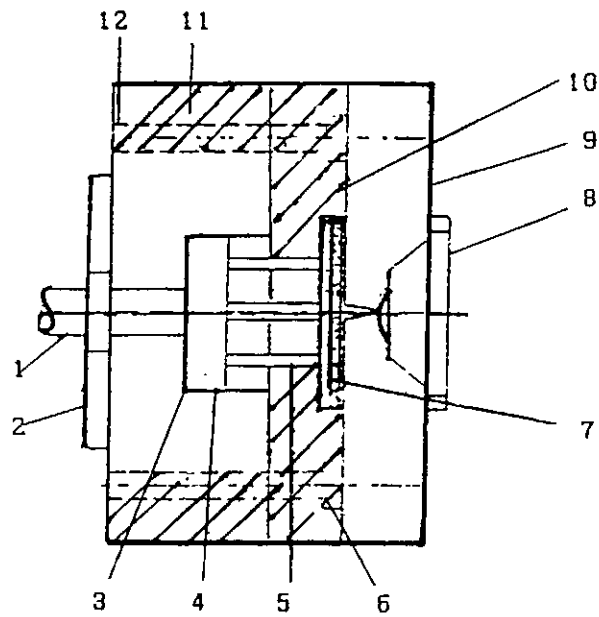
ส่วนการหมุนส่งกำลังขับเคลื่อนไฮดรอลิกส์มอเตอร์นั้น สามารถปรับความเร็วรอบได้ง่ายกว่าเพราะใช้ระบบปรับความเร็วรอบด้วยลิ้น (valve) ความคุมซึ่งปรับความเร็วรอบได้ทุกขั้นตอน



ภาพประกอบ 35 รูปส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิกส์มอเตอร์
(บรรณานุกรม ครุฑ. 2525 : 89)

4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องฉีดพลาสติก

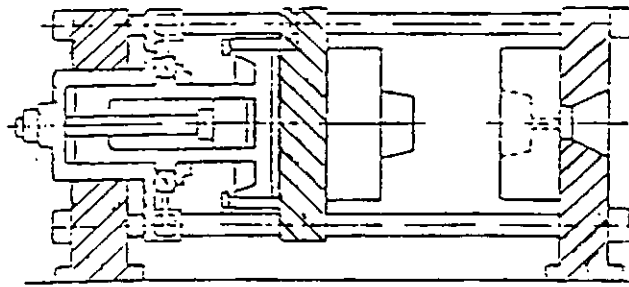
4.1 ชุดจับยึดแม่พิมพ์ เป็นชุดเปิด-ปิดแม่พิมพ์ฉีด ทำหน้าที่ยึดแม่พิมพ์และเคลื่อนที่เปิด-ปิดแม่พิมพ์ ขณะทำงานแม่พิมพ์มีด้านฉีด จะมีแหวนตั้งศูนย์ สำหรับยึดติดกับแผ่นยึดด้านคงที่ ซึ่งมีขั้วรับแหวนตั้งศูนย์ ส่วนแม่พิมพ์อีกส่วนหนึ่งจะยึดกับแผ่นเคลื่อนที่ เข้าออกบนเพลาซึ่งมี 2 หรือ 4 อัน การยึดแม่พิมพ์ติดกับแผ่นยึดทำด้วยสลัก



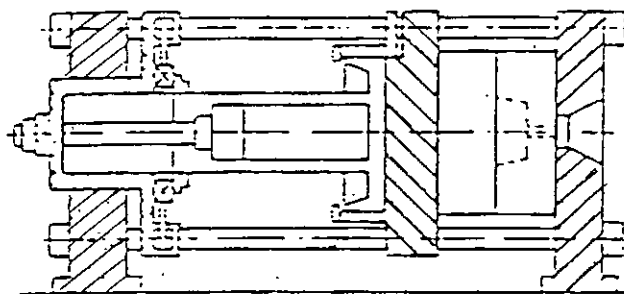
1. เพลาปลดขึ้นงาน 2. และ 8 แหวนตั้งศูนย์ 3. และ 4. แผ่นปลดขึ้นส่วน 5. สลักปลดขึ้นส่วน
6. เพลาน้ำ 7. ขึ้นงาน 9. แผ่นยึดหัวน้ำกัด 10. แผ่นประกอบ 11. แผ่นฐาน 12. ปลอกน้ำ

ภาพประกอบ 36 แสดงส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์กัด

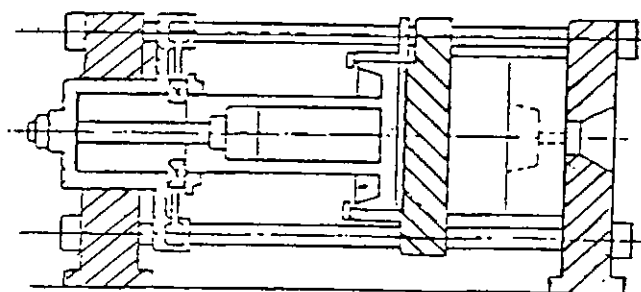
(พยง บุษปภักษ์. 2538 : 120)



ก. จังหวะเปิดแม่พิมพ์

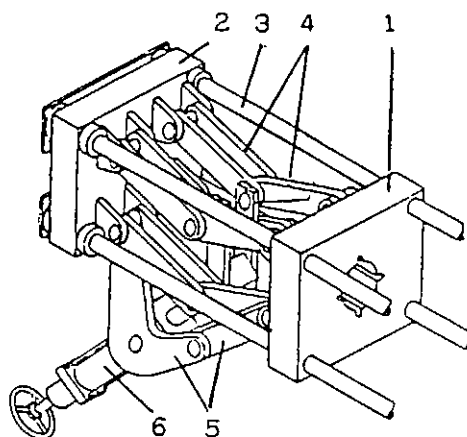


ข. จังหวะเริ่มปิดแม่พิมพ์



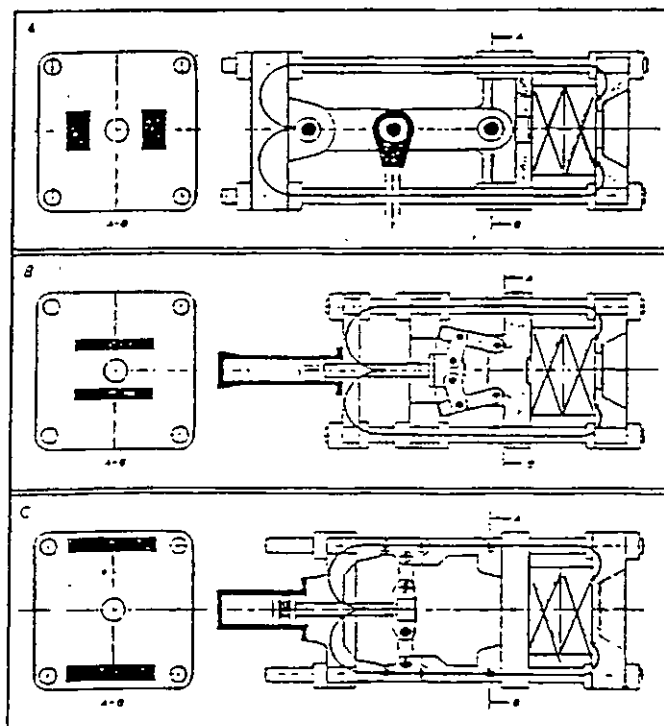
ค. จังหวะแม่พิมพ์ปิด

ภาพประกอบ 37 ชุดเปิด-ปิดแม่พิมพ์ด้วยไฮดรอลิกส์โดยตรง
(พยุ่ง บุชปกฤษ์. 2538 : 121)



1. แผ่นเลื่อน 2. แผ่นอยู่กับที่ 3. แกนนำเลื่อน 4. แขนต่อหน้าและหลัง
5. กระบอกฉีด 6. กระบอกไฮดรอลิกส์

ภาพประกอบ 38 ชุดเปิด-ปิดแม่พิมพ์ด้วยแขนกล
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 55)



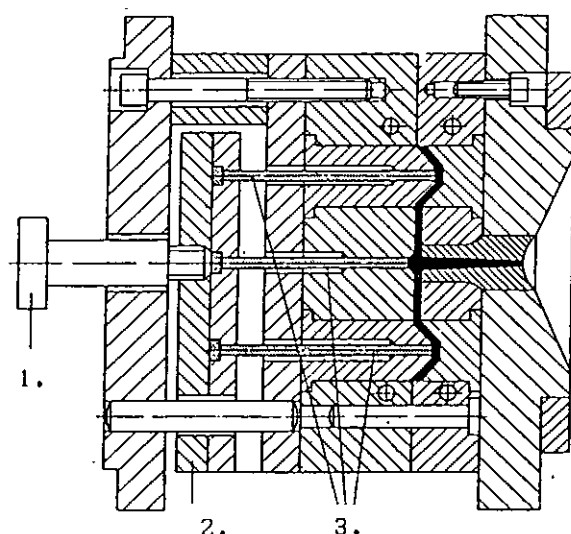
ภาพประกอบ 39 การเปิด-ปิดแม่พิมพ์แบบไฮดรอลิกส์ร่วมกับแขนกล
(พยุ่ง บุชปภุช. 2538 : 122)

4.2 แม่พิมพ์ (mould) แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ที่ใช้ในอุตสาหกรรมฉีดพลาสติกทุกรูปแบบนั้นมีอยู่หลายชนิด ทำให้ยากแก่การแบ่งชนิดให้ชัดเจน อย่างไรก็ตาม สามารถแบ่งแม่พิมพ์ออกเป็นกลุ่ม ซึ่งมีโครงสร้างพื้นฐานต่างกัน แต่เพื่อความชัดเจน เกี่ยวกับชนิดของแม่พิมพ์ จะอธิบายเฉพาะแม่พิมพ์แบบที่มีใช้กันทั่วไป

การแบ่งชนิดของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ตามแบบโครงสร้างพื้นฐานและหน้าที่การทำงานนั้นเป็นวิธีที่สะดวกที่สุด ซึ่งจะแบ่งตาม ชนิดของรูเข้าและระบบ ทางวิ่ง ชนิดของการปลดชิ้นงาน มีหรือไม่มี รอยเว้าและแกนข้าง ชนิดของตัวกระทุ้งชิ้นงาน หลักการที่สำคัญในการแบ่งแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

การแบ่งชนิดของแม่พิมพ์อาจแบ่งตามโครงสร้างพื้นฐาน ดังนี้คือ

4.2.1 แม่พิมพ์สองแผ่น (two plate mould) ภาพประกอบ 41 แสดงการทำงานของแม่พิมพ์สองแผ่น ในระหว่างรอบการฉีด แม่พิมพ์จะเปิดออกระยะเดียว ระยะของการเปิดหรือที่เรียกว่า "เส้นแบ่ง (parting line)" จะระบุไว้บนแบบของแม่พิมพ์ (mould-assembly drawing) โดยสัญลักษณ์ที่นิยมใช้กันอยู่สองแบบคือ เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้กันอยู่ในประเทศอังกฤษหรือได้รับอิทธิพลจากประเทศที่ใช้ภาษาอังกฤษ (P/L=Parting Line) ขณะที่ประเทศอื่นใช้สัญลักษณ์เป็นหัวลูกศรชี้เข้าหาแม่พิมพ์



1. สลักยึดแผ่นประกอบแท่งยันปลดชิ้นงาน
2. แผ่นประกอบแท่งยันปลดชิ้นงาน
3. แท่งชิ้นงานออก

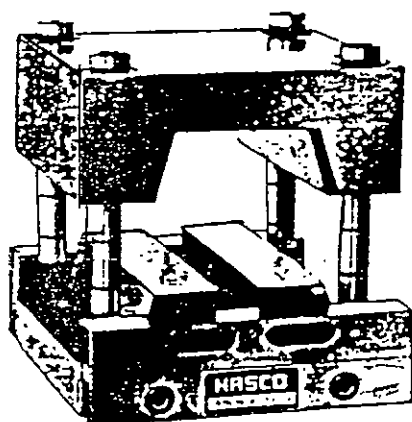
ภาพประกอบ 40 การทำงานของแม่พิมพ์สองแผ่น

(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 179)

แม่พิมพ์สองแผ่นจะใช้ในกรณีที่ การฉีดขึ้นงานจำนวนน้อย และการตัดส่วนรูเข้า ไม่เสียค่าใช้จ่ายสูงเกินไป ใช้สำหรับขึ้นงานที่มีผนังและบาง ทำให้พลาสติกส่วน รูฉีด และ ทางวิ่ง ทุกครั้งที่ฉีด จะนำมาบดและผสมกับเม็ด พลาสติกเก่าและใหม่ในปริมาณที่เหมาะสม (ปกติสัดส่วนพลาสติกเก่ากับใหม่ไม่ควรเกิน 25% ต่อ 75% ตามลำดับ เพื่อให้ขึ้นงานที่ฉีดได้มี คุณสมบัติทางกายภาพที่แน่นอน) เมื่อการตัดส่วนรูเข้า สามารถทำได้หลังจากการฉีดขึ้นงาน เสร็จแล้ว ยกเว้นกรณี ที่สามารถใช้รูเข้าได้ผิว

4.2.2 แม่พิมพ์สามแผ่น (three plate mould) ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัด ของแม่พิมพ์สามแผ่นคือ แม่พิมพ์เปิดออกในสองระนาบ ส่วนที่อยู่กับที่ของแม่พิมพ์ จะประกอบด้วยแผ่นสองแผ่น แม่พิมพ์สามแผ่นมักใช้รูเข้าแบบเข็ม ซึ่งยอมให้เห็นรอย ทางเข้าได้เพียง เล็กน้อยบนชิ้นงานที่ใช้แม่พิมพ์สามแผ่นก็คือ ใช้เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่สามารถใช้ รูฉีด แบบอื่นได้และจำนวนชิ้นงานที่ต้องการมากพอ ที่จะใช้แม่พิมพ์สามแผ่น ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงกว่า แม่พิมพ์สองแผ่น ปกติใช้เฉพาะกับชิ้นงานที่มีผนังบาง มีพลาสติกส่วนที่เป็น รูฉีดและ ทางวิ่ง เกิดขึ้นทุกครั้งที่ฉีด และมักจะมีปริมาตรใหญ่กว่าที่เกิดจากการใช้แม่พิมพ์สองแผ่น ซึ่งอาจนำ มาบดและผสมกับเม็ดพลาสติกใหม่ การตัดส่วน รูฉีด จะทำโดยอัตโนมัติ จนสามารถควบคุม การทำงานของเครื่องฉีดสอง เครื่องหรือมากกว่าได้ด้วยผู้คุมเครื่องคนเดียว

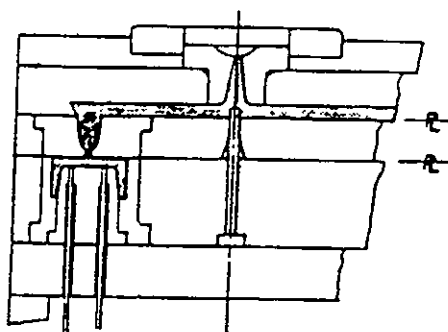
4.2.3 แม่พิมพ์แบบแยก (split mould) แม่พิมพ์แบบแยกจะออกแบบ ให้มี ปาก ที่ติดอยู่ที่ส่วนเคลื่อนที่ของแม่พิมพ์ โดยเปิดและปิดได้ด้วยการเปิดและปิดแม่พิมพ์ แม่พิมพ์ชนิดนี้สามารถมีปาก ตั้งแต่สองอันขึ้นไป ตัวอย่างของแม่พิมพ์ชนิดนี้ก็คือ แม่พิมพ์สำหรับ ฉีดล้างขวด ในกรณีที่แม่พิมพ์ประกอบด้วย ปากลิ้น เพื่อขึ้นรูปส่วนรอบนอกของลิ้น ซึ่งมี รอยเว้า ที่ลึกและต่างกัน ภาพประกอบ 41 แม่พิมพ์แบบแยกที่มี ปากสองอัน



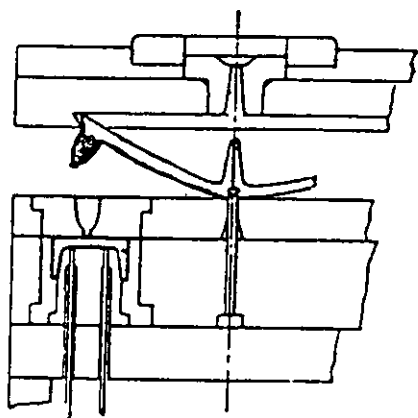
ภาพประกอบ 41 แบบของแม่พิมพ์แบบแยกที่มี ปาก สองอัน

(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 182)

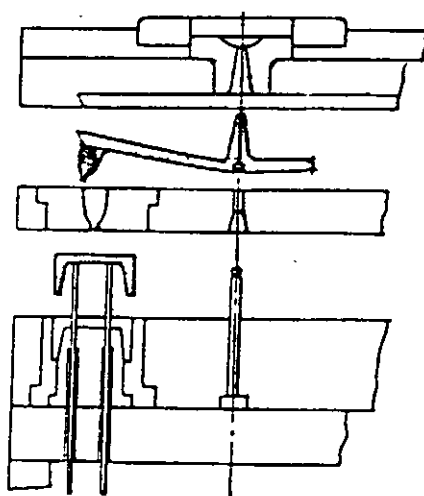
แม่พิมพ์แบบแยกจะใช้ในกรณีที่ เมื่อ เกิดรอยเว้าบนชิ้นงาน ทำให้จำเป็นต้องใช้แม่พิมพ์แบบนี้ และยอมให้มีรอยเส้นแบ่ง (parting line) บนผิวด้านนอกของชิ้นงานได้ เมื่อการปลดชิ้นงานด้วยแกนด้านข้างไม่อาจทำได้ เนื่องจากแห้งเกินไป การเคลื่อนที่ของปาก สามารถทำเป็นแบบเชิงกล ภาพประกอบ 42 หรือด้วยสปริง หรือทำงานด้วยนิวแมติก หรือ ไฮดรอลิกส์



ก) แม่พิมพ์ปิดและฉีดพลาสติกเข้าจนเต็ม



ข) แยกส่วน รันเนอร์ และ ทางเข้า
ให้ขาดออกจากชิ้นงาน

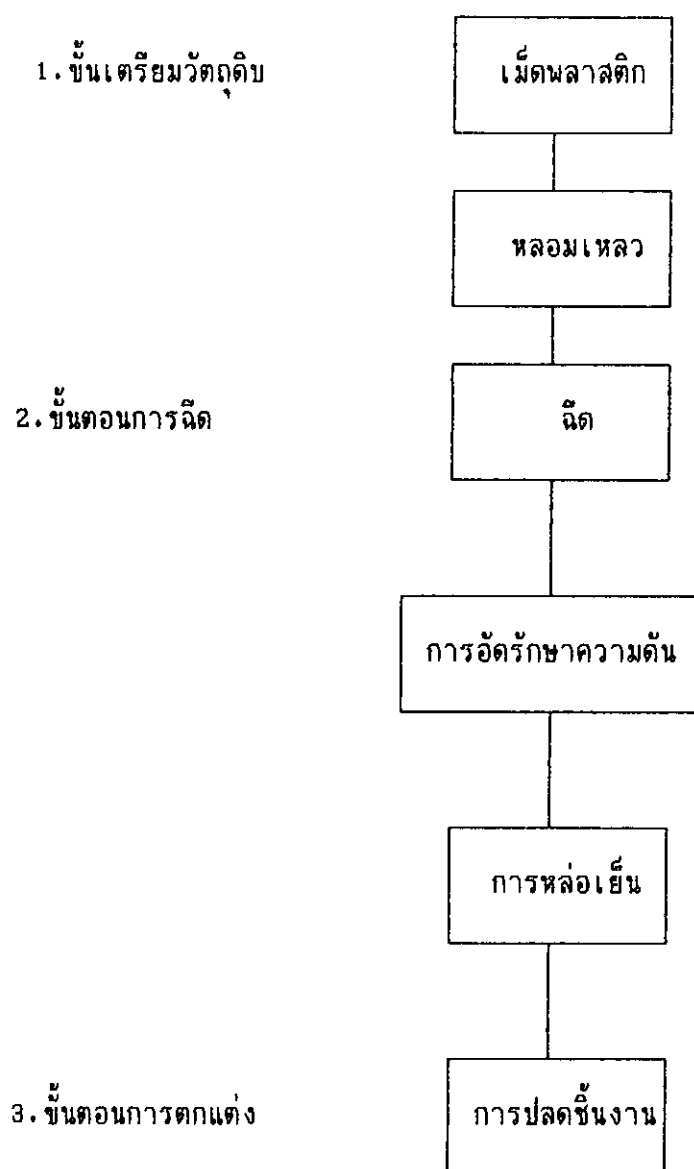


ค) ส่วนของ รันเนอร์ และ ทางเข้าหลุด
ออกจากแม่พิมพ์แล้วปลดชิ้นงาน

ภาพประกอบ 42 การทำงานของแม่พิมพ์สามแผ่น
(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. 2538 : 182)

5. กระบวนการฉีดพลาสติกในแนวตั้งโดยใช้คั่นโยก

กระบวนการฉีดพลาสติกในแนวตั้ง จะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ในการทำงาน หลายขั้นตอน ซึ่ง ดัง ภาพประกอบ 43 ซึ่งสรุปได้เป็นขั้นตอนหลักได้ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ ขั้นตอนการฉีดพลาสติก ขั้นตอนตกแต่งชิ้นงาน



ภาพประกอบ 43 แสดงลำดับขั้นตอนกระบวนการฉีด
(กรมอาชีวศึกษา. 2536 : 8)

5.1 ชั้นเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการฉีดพลาสติกในแนวตั้ง ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

5.1.1 วัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยกประกอบด้วย เม็ดพลาสติกชนิด โพลีเอทิลีน ก่อนที่จะเลือกวัตถุดิบนั้น จำเป็นจะต้องทราบถึง ชนิดของพลาสติกเสียก่อน โพลีเอทิลีน เป็นพลาสติกที่นำมาทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มากที่สุดในการฉีดพลาสติก จัดอยู่ในประเภทเทอร์โมพลาสติก เพราะมีน้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม ผสมสิ่ง่าย ราคาเม็ดพลาสติกค่อนข้างถูก ถ้าต้องการจำนวนมาก ๆ ก็สามารถผลิตได้รวดเร็วเช่น งานฉีด งานเป่า เป็นต้น

โพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ใช้ทำของใช้ในครัวเรือน ของเด็กเล่น ถังน้ำ ถังใส่ของภาชนะบรรจุของเหลวและน้ำ ท่อน้ำ ท่ออ่อนระบบส่งน้ำดื่ม หุ้มลวด ถังใส่ของ อุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์กีฬาต่างๆ โพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงใช้ทำของใช้ในครัวเรือน ของเด็กเล่น แก้วน้ำ ถ้วย จานชาม ถังใส่ของ ถังใส่ขวดน้ำ ถังใส่ผลไม้ ตลอดจนจนถึงสำหรับใส่ของในการขนส่งขนาดใหญ่

5.1.2 อุปกรณ์ การเตรียมอุปกรณ์ สำหรับการฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ประกอบด้วย แม่พิมพ์สำหรับฉีดในแนวนอน และในแนวตั้ง

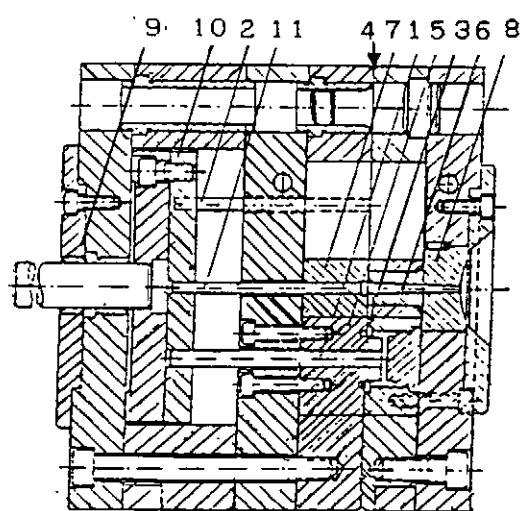
5.1.2.1 ชนิดของแม่พิมพ์ฉีด แม่พิมพ์ฉีดเป็นแม่พิมพ์ที่มีการนำมาใช้ในการผลิตชิ้นงานพลาสติกกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะกับพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก และในปัจจุบันมีการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องฉีดพลาสติก และแม่พิมพ์ฉีด ให้สามารถฉีดชิ้นงานพลาสติกที่ทำมาจากพลาสติก ประเภทเทอร์โมเซตติง ได้อีกด้วย ทำให้ขอบเขตการใช้งานของแม่พิมพ์ฉีดกว้างขวางยิ่งขึ้น การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดมักจะพิจารณาจาก ลักษณะรูปร่างของชิ้นงานเป็นหลัก ซึ่งลักษณะรูปร่างของชิ้นงานสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ดังนี้

- ก. ชิ้นงานที่ปราศจากร่องหรือบ่าเช่น ถ้วยแก้ว ชาม หวี
- ข. ชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านนอกเช่น เกลียวตัวผู้ หลอดด้าย
- ค. ชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านใน เช่น ฝาเกลียว เป็นต้น
- ง. ชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าทั้งด้านนอกและด้านในเช่น ชิ้นส่วนของปากกาหมึกซึมที่มีทั้งเกลียวนอกและเกลียวใน เป็นต้น

ของปากกาหมึกซึมที่มีทั้งเกลียวนอกและเกลียวใน เป็นต้น

จากลักษณะของชิ้นงานดังกล่าว ทำให้มีการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดชนิดต่างกันไปเพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างตามต้องการได้ ดังนี้

1. แม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่น (two-plate injection mold) เป็นแม่พิมพ์แบบง่าย ๆ ที่ใช้ผลิตชิ้นงานที่ปราศจากร่องหรือขา ลักษณะของแม่พิมพ์แบบนี้จะมีเส้นแบ่งส่วนแม่พิมพ์เพียงเส้นเดียวหรือมีช่องเปิดสำหรับปลดชิ้นงาน แกนรูวิ่งและแกนรูฉีดเพียงช่องเดียวเท่านั้น ดังแสดงในภาพประกอบ 44



1. สลักปลด 2. สลักดันกลับ 3. รูเข้าแบบเข็ม 4. แนวลูกศร 5. คอร์ 6. แกนรูฉีด
7. แม่พิมพ์ 8. ปลอกกรุฉีด 9. เพลาดันปลด 10. แผ่นยึดตัวปลด 11. สลักดันแกนรูฉีด

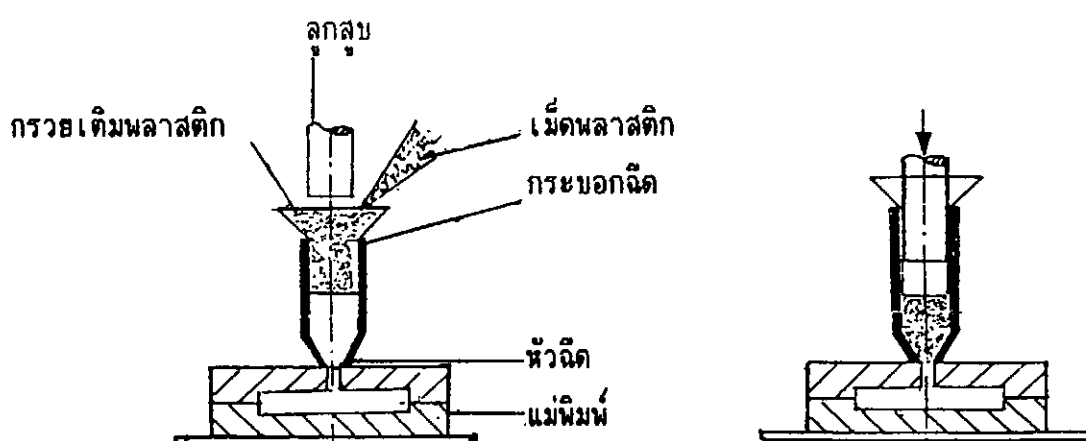
ภาพประกอบ 44 แสดงลักษณะของแม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่น

(วิวัฒน์ ดันติขจร โภคส. 2538 : 182)

จากภาพประกอบแสดงลักษณะของแม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่น ซึ่งออกแบบให้มีรูเข้าแบบเข็มที่จุด (3) เมื่อพลาสติกหลอมไหลเข้าเต็มอิมเพรสชั่นแล้วก็เป็อันว่าสิ้นสุดขบวนการฉีด แม่พิมพ์จะเลื่อนเปิดตามแนวลูกศร(4) ส่วนของแม่พิมพ์ด้านขวาจะอยู่กับที่และส่วนของแม่พิมพ์ด้านซ้ายจะเลื่อนเปิดออก ชิ้นงานจะติดอยู่กับส่วนคอร์ (5) ในแผ่นแม่พิมพ์(7) จะทำเป็นร่องวงแหวนเรียวไว้ในตำแหน่งที่ตรงกันกับรูของปลอกกรุฉีด(8)ทำให้แกนรูฉีด(6)ถูกดึงออกจากปลอกกรุฉีด (8)เมื่อแม่พิมพ์เลื่อนเปิดออก เมื่อแม่พิมพ์เลื่อนเปิดต่อไปเพลาดันปลด(9)จะปะทะกับกเพลากระทุ้งของเครื่องฉีดพลาสติกทำให้แผ่นยึดตัวปลด (10)ที่ประกอบอยู่กับเพลาดันปลด(9)หยุดเคลื่อนที่ชิ้นงานที่ติดอยู่กับส่วนคอร์ (5) ก็จะถูกสลักปลด (1)ดันออก

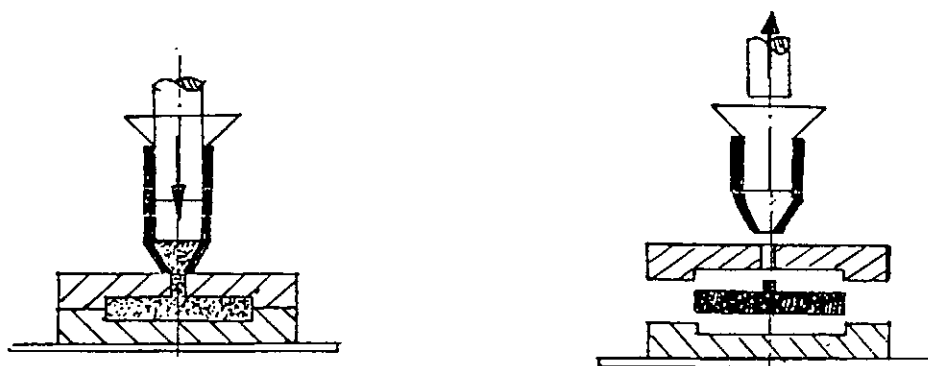
และสลักดันแกนรูฉีด (11) ก็จะดันแกนรูฉีด (6) ให้หลุดออกจากร่องวงแหวนเรียวพร้อม ๆ กับชิ้นงาน ในจังหวะที่แม่พิมพ์เลื่อนเปิด สลักดันกลับ (2) ซึ่งประกอบอยู่กับแผ่นยึด ตัวปลดปลายสลักดันกลับจะปะทะกับแผ่นแม่พิมพ์ด้านที่อยู่กับที่และดันให้แผ่นยึดตัวปลด (10) , สลักปลด (1) และสลักดันแกนรูฉีด (11) กลับไปยังตำแหน่งเดิม

5.2 ขั้นตอนการฉีดพลาสติก คือ การทำให้พลาสติกหลอมละลายด้วยความร้อนจนกระทั่งกลายเป็นของแข็งแล้ว ทำการฉีดพลาสติกที่หลวมนั้นเข้าสู่แม่พิมพ์ ด้วยความดันสูง หลังจากนั้น พลาสติกจะค่อยๆ เย็นตัวจนกระทั่งกลายเป็นรูปร่าง ตามแบบแม่พิมพ์ ก็จะเปิดชิ้นงาน ดันออกมานำไปตบแต่งเป็นชิ้นงานสำเร็จ ซึ่งในการกระทุ้งนั้น ทางเข้าและทางวิ่งที่เย็นตัวพร้อมกับชิ้นงานก็จะหลุดออกมาด้วยกัน ดังภาพประกอบ 45



1. นำเม็ดพลาสติกใส่ในกรวยเติมพลาสติก

2. เม็ดพลาสติกกำลังหลอมเหลว



3. การฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์

4. การถอดแม่พิมพ์

ภาพประกอบ 45 การแสดงขั้นตอนการฉีดพลาสติก ด้วยเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง

ในขั้นตอนการฉีดพลาสติก โดยใช้ค้ำโยก ผู้วิจัยจะเสนอรายละเอียดเป็นขั้นตอน เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้โดยง่าย ซึ่งมีขั้นตอนดังภาพประกอบ 46 ในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

5.2.1 ขั้นตอนการเลือกเม็ดพลาสติก ในขั้นนี้ สิ่งแรกที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้ในเรื่องของพลาสติก คือ ชนิดของพลาสติก ที่จะนำมาใช้และคุณสมบัติต่างๆ สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้วัสดุ เป็นเม็ดพลาสติก ชนิดโพลีเอทิลีน เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก มีคุณสมบัติดังนี้ ค่าการหดตัวเฉลี่ย : 1.5-3.0% ขึ้นอยู่กับเกรดที่ใช้ อุณหภูมิหลอมเหลว : PE-LD ผึ่งบาง 220-260 °C, PE-LD ผึ่งหนา 180-220 °C อุณหภูมิแม่พิมพ์ 30-70 °C ความหนาแน่น : PE-LD=0.92 g/cm³

ดังนั้นในขั้นของการเลือกเม็ดพลาสติก เพื่อเตรียมนำไปใส่ในถังเติมเม็ดพลาสติก ซึ่ง สามารถบรรจุได้ครั้งละ 6,600 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ดังภาพประกอบ 45 ที่ 1

5.2.2 ขั้นการหลอมละลายพลาสติก ในขั้นนี้ จะเป็นการส่งเม็ดพลาสติกเข้าไปสู่ กระบอกลดเพื่อหลอมเหลวพลาสติก ด้วยความร้อนจาก ฮีทเตอร์โดยควบคุมอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 220-260 องศาเซลเซียสในกระบอกลด นั้นสามารถบรรจุพลาสติกได้ถึง 11,600 ลูกบาศก์มิลลิเมตร

5.2.3 การฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ ในขั้นการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ จะเป็นขั้นตอนที่ทำต่อเนื่อง จากขั้นตอนการหลอมพลาสติก การฉีดพลาสติก จะมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ความเร็วในการฉีดโดยทั่วไป ใช้ความเร็วในการฉีดปานกลาง แต่ถ้าชิ้นงานที่บางประมาณ 1 มิลลิเมตร ต้องใช้ความเร็วในการฉีดสูง เพื่อให้เต็มแบบและเข้าได้ลึกก่อนที่จะแข็งตัว มิฉะนั้นจะเกิดการฉีดไม่เต็มและบิดงอไปมา สำหรับองค์ประกอบอีกอันหนึ่ง คือ หัวฉีด ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ชิ้นงานในการฉีดนั้นไม่ติ ดังนั้นควรที่จะเลือกหัวฉีดให้เหมาะสมกับลักษณะการฉีด โดยเลือกเป็นแบบเปิดในการฉีดพลาสติก ใช้แรงกดเพื่อส่งลูกสูบให้ไปอัดพลาสติกเหลวในกระบอกลด โดยใช้แรง 15-25 กิโลกรัมผ่านหัวฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ก็จะได้ชิ้นงานตามต้องการดัง ภาพประกอบ 45 ที่3 และเมื่อเลิกทำการฉีดพลาสติก ทุกครั้ง จะต้องทำความสะอาดกระบอกลด เพื่อจะได้สะดวกในการทำงานครั้งต่อไป

5.2.4 การถอดแม่พิมพ์ ในขั้นถอดแม่พิมพ์ จะสิ้นสุดของงานฉีดขึ้นรูปตามปกติ แรงที่ใช้ในการเปิดแม่พิมพ์ จะเปลี่ยนแปลงไปตามคุณสมบัติของพลาสติกที่ใช้และความละเอียดของผิวแม่พิมพ์ สภาพแข็งตัวของผลิตภัณฑ์ และลักษณะของผลิตภัณฑ์ ปัจจัยดังกล่าว ข้างต้น จะเป็นตัวกำหนด แรงที่ใช้ในการถอดแม่พิมพ์ ดังภาพประกอบ 4 ซึ่งการถอดแม่พิมพ์มี 2 ลักษณะ คือ ในแนวนอน และในแนวตั้ง แต่ในแบบที่ทำการทดลองนั้นเป็นแบบในแนวนอน

5.3 ขั้นตอนการตกแต่งชิ้นงาน เป็นขั้นตอนสุดท้ายของงานฉีดยาสีพลาสติก จะพบว่าชิ้นงานที่ได้ออกมาจะมีครีบ จะต้องทำการตกแต่งเพื่อให้ชิ้นงานที่ได้ออกมา เรียบร้อยตามที่ต้องการ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตั้งรายละเอียดเป็นข้อดังนี้

1. วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย
2. สถานที่และเวลาในการวิจัย
3. การดำเนินการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นวิธีการวิจัยด้วยแบบทดลอง ซึ่งต้องใช้วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์เป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1.1 วัสดุ

- 1.1.1 แผ่นเหล็ก st37 ขนาด 305x305x20 มม. จำนวน 1 แผ่น
- 1.1.2 แท่งเหล็ก st37 ขนาด 46x46x25 มม. จำนวน 6 ท่อน
- 1.1.3 เหล็กเพลลา st45 ขนาด 32x755 มม. จำนวน 2 ท่อน
- 1.1.4 แผ่นเหล็ก st37 ขนาด 300x100x10 มม.จำนวน 1 แผ่น
- 1.1.5 แท่งเหล็ก st37 ขนาด 83x83x115 มม. จำนวน 1 ท่อน
- 1.1.6 แท่งเหล็ก st45 ขนาด 30x30x205 มม. จำนวน 1 ท่อน
- 1.1.7 แผ่นเหล็ก st37 ขนาด 82x82x10 มม. จำนวน 1 แผ่น
- 1.1.8 เหล็กเพลลา st45 ขนาด 50.8x205 จำนวน 1 ท่อน
- 1.1.9 เหล็กเพลลา st37 ขนาด 25.4x55.5 จำนวน 1 ท่อน
- 1.1.10 เหล็กเพลลา st37 ขนาด 25.4x155 จำนวน 1 ท่อน
- 1.1.11 แผ่นทำความร้อนด้วยไฟฟ้า (heater)ขนาด 400 องศา

จำนวน 1 แผ่น

- 1.1.12 อุปกรณ์วัดและควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด

1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1.2.1 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- 1.2.2 เครื่องกลึงโลหะพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 เครื่อง

- 1.2.3 เครื่องกัด โลหะ พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 เครื่อง
- 1.2.4 เครื่องเจาะ ตีพื้น จำนวน 1 เครื่อง
- 1.2.5 เครื่องเลื่อยกล ขนาด 14 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง
- 1.2.6 เครื่องเจียรไนกลม จำนวน 1 เครื่อง

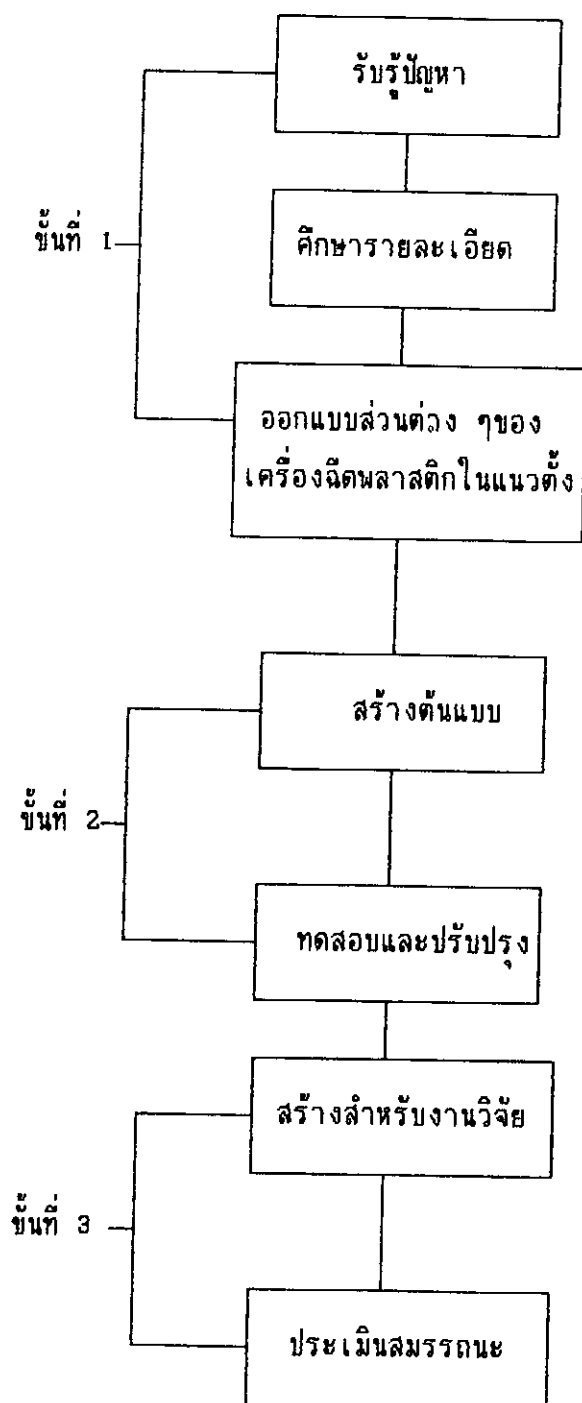
2. สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

สถานที่สำหรับการทดลองงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิต สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา กม.5-6 ถนนรามอินทรา เขตลาดพร้าว 10230 โทรศัพท์ 5100063-5 และภาควิชาโลหะ สถาบันราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานครและแผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก อำเภอหนองจอก มีนบุรี

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2539 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2539 เป็นเวลา 9 เดือน

3. การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นตอน ที่ 1 ประกอบด้วย การรับรู้ปัญหา ศึกษารายละเอียดและออกแบบส่วนต่างๆ ของเครื่องฉัดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก ขั้นตอนที่ 2 การสร้างต้นแบบ ทดสอบและปรับปรุง ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเครื่องฉัดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก เนื่องงานวิจัยและการประเมิน สมรรถนะ ดัง ภาพประกอบ 46



ภาพประกอบ 46 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นที่ 1 การออกแบบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องฉีดพ่นสารในแนวตั้งและในชั้นตอนนี้ ประกอบไปด้วยการรับรู้ปัญหา การศึกษารายละเอียดของเครื่องฉีดพ่นสารในแนวตั้ง เพื่อหาข้อมูลในการออกแบบเครื่องฉีดพ่นสารในแนวตั้ง เป็นกระบวนการสุดท้ายของการทดลองในขั้นที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยจะได้แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ศึกษาปัญหากระบวนการฉีดพ่นสาร ในการฝึกปฏิบัติงานของนักศึกษา ระดับ ปวช.3 ของแผนช่างกลโรงงาน

2. ศึกษาและค้นคว้าจากวารสารและตำรา ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฉีดพ่นสาร

3. ศึกษาส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องฉีดพ่นสารเพื่อจัดหาวัสดุ ที่เหมาะสมสำหรับการนำมาผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ เหล่านั้น

4. ออกแบบ ร่างแบบและเขียนแบบ ชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องฉีดพ่นสารในแนวตั้งขนาด 10 กรัม แบบคั่นโยก ในการเขียนแบบ ผู้วิจัย ได้ดำเนินการเขียนแบบ เป็นรายละเอียดแบบภาพประกอบและภาพแยกชิ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ชุดส่งกำลัง เป็นส่วนที่ใช้ส่งกำลังโดยคั่นโยก ใช้ระบบลูกสูบ มีส่วนประกอบ คือ ฐานยึดระบบส่งกำลัง ตัวส่งกำลัง คั่นโยก แผ่นประคองคั่นโยก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1 ฐานยึดระบบส่งกำลัง ผู้วิจัยเลือกใช้เหล็ก ๔๕37 ซึ่งเป็นเหล็กที่มีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย มีความแข็งแรงพอเพียงต่อการรับน้ำหนักของชุดส่งกำลัง

4.1.2 ตัวส่งกำลัง เป็นส่วนที่ใช้ส่งกำลังมีลักษณะเป็นลูกสูบ และมีแกนยื่นออกมา เพื่อใช้ส่งกำลังเคลื่อนที่ไปมา ผู้วิจัยเลือกใช้ ๔๕45 มีความแข็งแรงพอในการทำงานฉีด

4.1.3 คั่นโยก ผู้วิจัยได้เลือกใช้เหล็ก ๔๕37 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มม. และความยาวประมาณ 550 มม. เพราะว่าแรงที่ใช้ในการกด ต้องเหมาะสม ในการฉีด ขนาด 10 กรัม

4.1.4 แผ่นประคองคั่นโยก ผู้วิจัยเลือกใช้เหล็ก ๔๕37 เพราะมีหน้าที่ในการประคองให้คั่นโยก เคลื่อนที่ขึ้นลงตามที่กำหนด

4.2 ชุดฉีด เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ ในการฉีดพ่นสารที่หลอมเหลวในกระบอกฉีด เข้าไปในแม่พิมพ์ มีส่วนประกอบ คือ ลูกสูบ กรวยเติมพ่นสาร ครอบฉีด สปริงอัด แขนยึดกระบอกฉีด แผ่นกันความร้อน หัวฉีด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.2.1 ลูกสูบ ผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุเป็นเหล็ก st37 เพราะมีหน้าที่เพียงนำเม็ดพลาสติกเข้าไป เพื่อหลอมเหลวและทำการฉีด ส่วนความยาวของลูกสูบ มีระยะ 155 มม. จะเป็นช่วงการอัดที่เหมาะสม ตลอดจนผิวที่สัมผัสกับกระบอกฉีดจะเป็นผิวละเอียด

4.2.2 กรวยเติมพลาสติก ผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุ st37 ส่วนขนาดของกรวยเส้นผ่านศูนย์กลางก้นกรวย 60 มม. และเส้นผ่านศูนย์กลางปากกรวย 95.25 มม. ความสูงกรวย 65 มม. ในขนาดดังกล่าวจะสามารถบรรจุเม็ดพลาสติก เพื่อส่งไปในกระบอกฉีดได้เพียงพอ

4.2.3 กระบอกฉีด ผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุ st37 มีขนาดบรรจุพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในกระบอก 20 มม. และความยาว 170 มม. ซึ่งออกแบบขนาดนี้เพื่อให้ปริมาณพลาสติกหลอมเหลวในกระบอกฉีดเพียงพอสำหรับการฉีดในแต่ละครั้ง และผิวภายในกระบอกฉีดได้ออกแบบให้ผิวละเอียดและขัดมัน เพื่อให้ น้ำพลาสติกนั้นไหลได้คล่องตัวในขณะทำการฉีด

4.2.4 สปริงอัด ผู้วิจัยได้เลือกใช้เหล็กสปริง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวด 3.2 มม. และระยะฟรี 40 มม. ความยาว 82 มม. ขนาดดังกล่าวสามารถยกกระบอกฉีดและหัวฉีดกับสู่ตำแหน่งเดิม

4.2.5 แขนยึดกระบอกฉีด ผู้วิจัยเลือกวัสดุที่ใช้ทำเป็นเหล็ก st37 ซึ่งสามารถรับน้ำหนักของกระบอกฉีดและหัวฉีดได้โดยใช้ความหนา 10 มม.

4.2.6 แผ่นกันความร้อน เป็นส่วนที่ใช้กันความร้อน จากตัวทำความร้อนด้วยไฟฟ้า ที่กระบอกฉีดจะส่งผ่านความร้อน ไปที่สปริงและแขนยึดกระบอกฉีดโดย ใช้วัสดุ เบเกอร์ไรท์

4.2.7 แผ่นทำความร้อนด้วยไฟฟ้า ผู้วิจัยเลือกใช้ชนิดเป็นแผ่น ขนาดความกว้าง 160 มม. และมีความยาว 100 มม. และให้ความร้อนได้ $400\text{ }^{\circ}\text{C}$

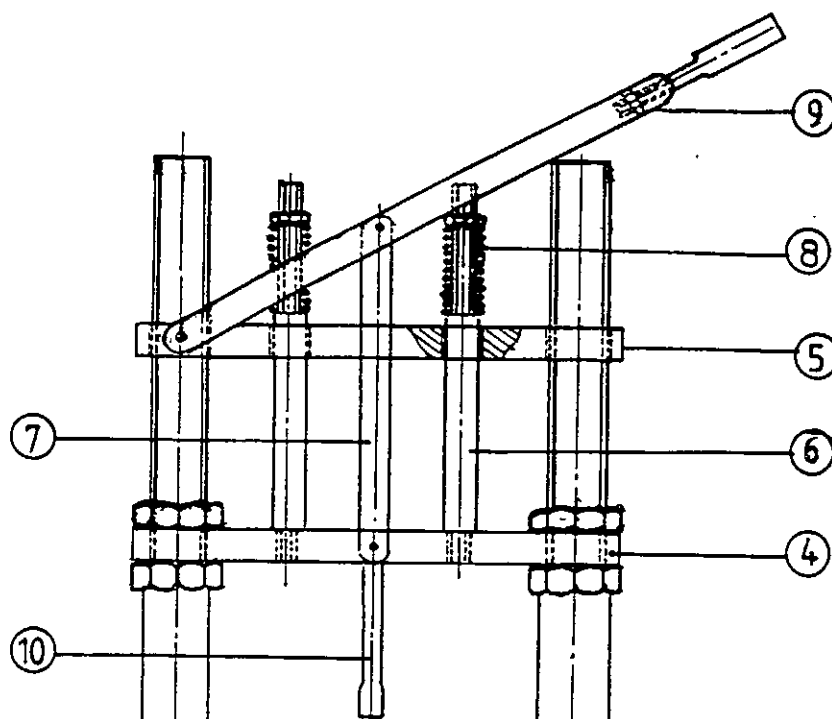
4.2.8 อุปกรณ์วัดและควบคุมอุณหภูมิ ผู้วิจัยเลือกใช้อุปกรณ์วัดเป็นลักษณะฝังหัวขนาดความยาว 1500 มม. ส่วนอุปกรณ์ควบคุมใช้แบบระบบดิจิตอล

4.2.9 หัวฉีด ผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุเป็นเหล็ก st37 โดยใช้ของรูที่หัวฉีดประมาณ 3 มม. ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับลักษณะการฉีดในแนวตั้ง ส่วนช่วงโคนของหัวฉีดจะทำการเป็นเกลียวขนาด M37x2 ซึ่งสามารถจะถอดหัวฉีดออกจากกระบอกฉีดเพื่อการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนขนาด

4.3 ชุดปิด-เปิด แม่พิมพ์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ ในการจับยึดแม่พิมพ์ในขณะทำการฉีดพลาสติกตลอดจนการเปิดแม่พิมพ์เพื่อเอาชิ้นงานออก การออกแบบชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ ทำจากวัสดุและประกอบด้วยปากกาจับยึดเพื่อให้สะดวกในขณะทำงานและปลดออกของแม่พิมพ์

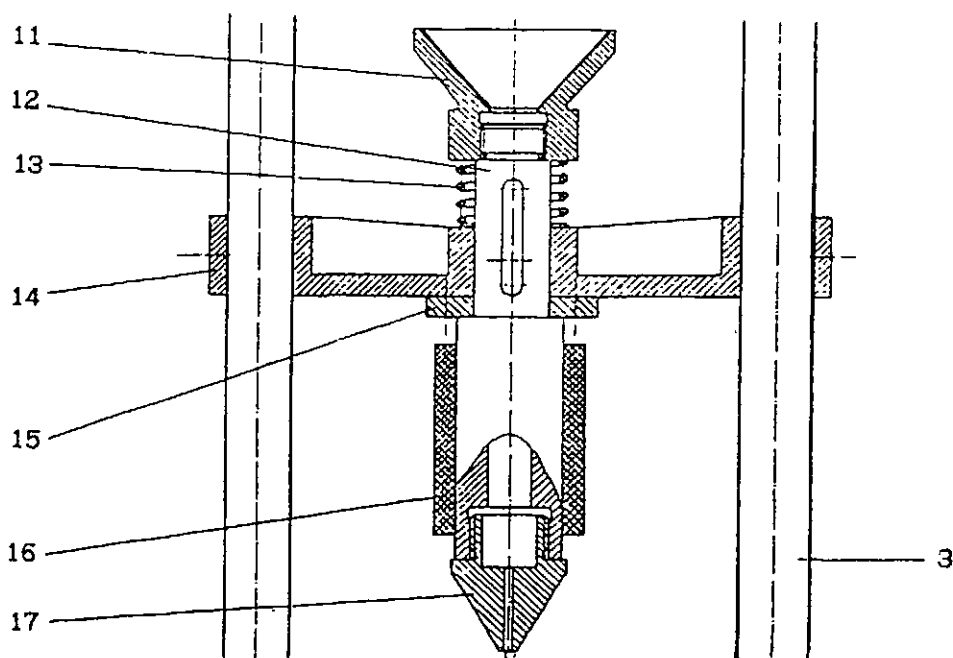
ขั้นที่ 2 การดำเนินการสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง และนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ในขั้นที่ 2 จะกล่าวถึงการนำชิ้นส่วนที่สร้างจากแบบนั้น มาประกอบเป็นชุดคือชุดส่งกำลัง ชุดฉีด ชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ และการประกอบเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง การติดตั้งตัวทำความร้อนด้วยไฟฟ้า การติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิ การทดลองทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก

1. ชุดส่งกำลัง คือ ส่วนที่ใช้ส่งกำลังในการฉีดพลาสติก จะประกอบด้วย ชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบคือ ขั้นที่ 4 ฐานยึดแกนประคอง ขั้นที่ 5 แผ่นประคองแกน ขั้นที่ 6 แกนประคอง ขั้นที่ 7 แขนส่งกำลัง ขั้นที่ 8 สปริงอัด ขั้นที่ 9 แขนโยก จะนำชิ้นงานประกอบเข้าด้วยกัน ดังภาพประกอบ 47 ในส่วนที่ต้องระวังคือการร่วมศูนย์ของแต่ละชิ้น



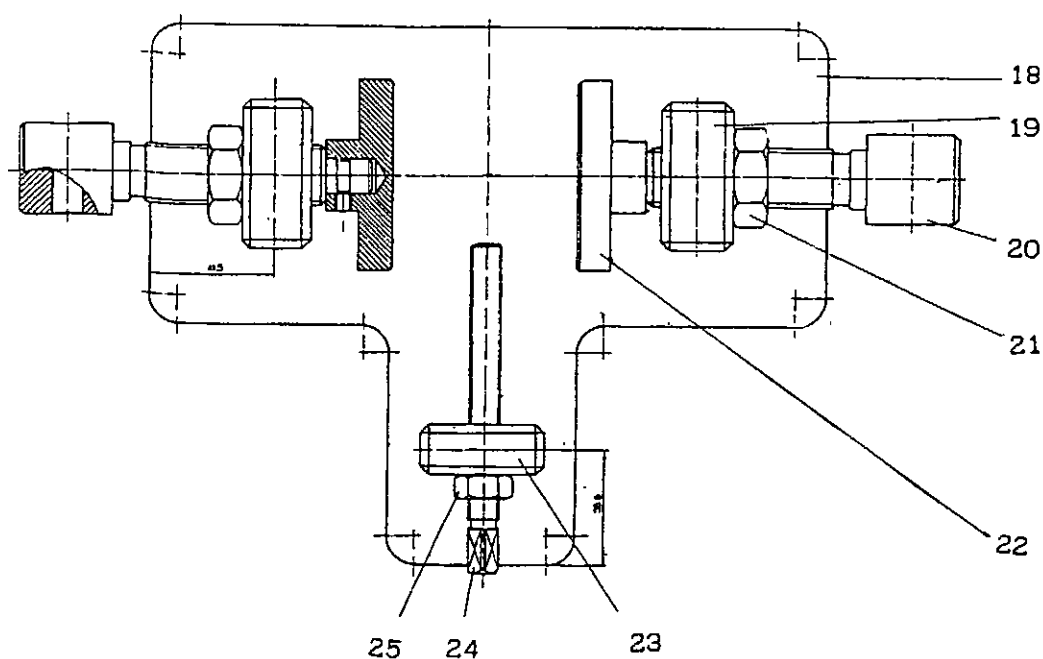
ภาพประกอบ 47 แสดงการประกอบชุดส่งกำลัง

2. ชุดฉีด คือ อุปกรณ์ที่ใช้การฉีดพลาสติก มีส่วนที่ใส่เม็ดพลาสติก และส่วนที่หลอมเหลวเพื่อใช้ในการฉีด จะประกอบด้วยชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบ คือ ชิ้นที่ 11 กรวยเติมพลาสติก ชิ้นที่ 12 กระบอกฉีด ชิ้นที่ 13 สปริงอัด ชิ้นที่ 14 แขนยึดกระบอกฉีด ชิ้นที่ 15 แผ่นกันความร้อน ชิ้นที่ 16 ตัวทำความร้อนด้วยไฟฟ้า ชิ้นที่ 17 หัวฉีด จะนำชิ้นงานประกอบเข้าด้วยกัน ดัง ภาพประกอบ 48



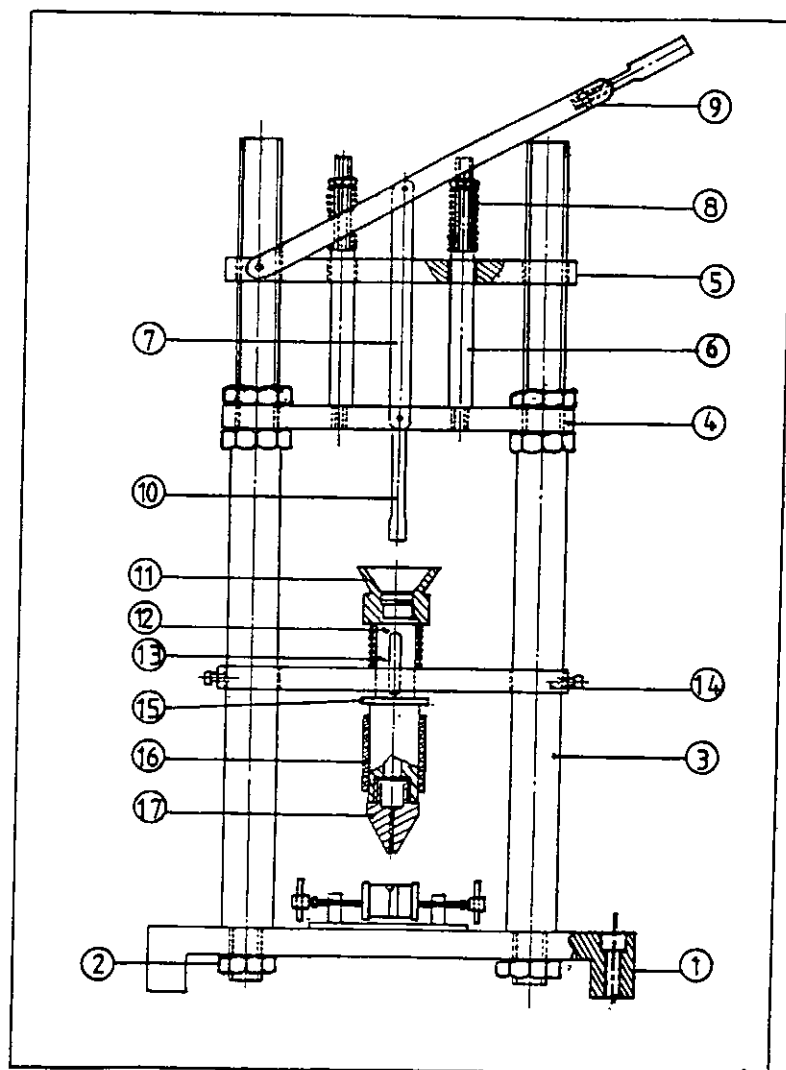
ภาพประกอบ 48 แสดงการประกอบชุดฉีด

3. ชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการ จับยึดแม่พิมพ์สำหรับการฉีดจะประกอบด้วยชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบ คือ ชิ้นที่ 18 ฐานปากกา ชิ้นที่ 19 ฐานสกรูยึดแม่พิมพ์ ชิ้นที่ 20 สกรูยึดแม่พิมพ์ ชิ้นที่ 21 นัต ชิ้นที่ 22 หน้าฐานยึดแม่พิมพ์ ชิ้นที่ 23 ฐานสกรูตั้งระยะแม่พิมพ์ ชิ้นที่ 24 สกรูตั้งระยะแม่พิมพ์ ชิ้นที่ 25 นัต ดัง ภาพประกอบ 49 ในการประกอบชิ้นส่วนดังกล่าว จะปรับตำแหน่งยึดแม่พิมพ์ให้ได้ที่ต้องการและทำการเชื่อมยึดฐานตำแหน่งต่างๆ ติดกับฐานปากกา



ภาพประกอบ 49 แสดงการประกอบ ชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์

4. การประกอบเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง นำชิ้นงานประกอบจาก ชุดส่งกำลัง ชุดฉีด ประกอบกับฐานเครื่องฉีด ดังภาพประกอบ 50 ต้องพิจารณาว่า การเคลื่อนที่ของ ชุดส่งกำลังและชุดฉีดสามารถเคลื่อนตัวได้ดี ถ้าเกิดการขัดข้องปรับแต่งเสียก่อนจึงจะลอค ตำแหน่งให้อยู่ตายตัว ด้วยนัต ดังภาพประกอบ 50



ภาพประกอบ 50 แสดงการประกอบ เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง

5. การติดตั้งตัวทำความร้อนด้วยไฟฟ้า เข้ากับกระบอกฉีด เลื่อนไปยังตำแหน่งปลายสุดและขันสลักล็อก ตำแหน่งให้แน่น

6. การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ต่อสายเข้ากับอีเทอร์ พร้อมกับขันสลักให้แน่น เพื่อกันการอาร์ค ในขณะที่ทำการฉีด

7. ทดลองการทำงานของเครื่องฉีดพลาสมา ตรวจสอบจุดบกพร่องต่างๆ เพื่อทำการทดสอบความพร้อมของเครื่องฉีดพลาสมา และดำเนินในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 3 ทดสอบและประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดพลาสมาในแนวตั้ง ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้น โดยสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ และสำหรับการสร้างแบบประเมินผลมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการและข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินสมรรถนะ
2. สร้างแบบประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดพลาสมา ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย

ด้วย 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นคำชี้แจงวัตถุประสงค์และการตอบแบบประเมินสมรรถนะ

ตอนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า

(Rating Scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท(เพวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2535:114)

5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก

4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี

3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้

2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง

1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

สมรรถนะที่ใช้ประเมิน ประกอบด้วย 5 ด้าน ดังนี้

1. ลักษณะกายภาพทั่วไป

2. ลักษณะการใช้งาน

3. ลักษณะการบำรุงรักษา

4. สมรรถนะการฉีดพลาสมาเข้าไปในแม่พิมพ์

5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน

ตอนที่ 4 เป็นคำถามแบบปลายเปิด สำหรับผู้ตอบแบบประเมินแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบแบบประเมิน จะดำเนินการดังนี้

1. นำแบบประเมินเสนอต่อกรรมการผู้ควบคุมปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
2. นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่งสำหรับผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่
 - 2.1 ศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1รามอินทรา กรุงเทพฯ จำนวน 2 ท่าน
 - 2.2 หัวหน้าคณะ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิต สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา 1รามอินทรา กรุงเทพฯ จำนวน 1 ท่าน
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำด้วยตนเองดังนี้
 - 3.1 ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน ไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
 - 3.2 มอบคู่มือการใช้ให้ผู้เชี่ยวชาญก่อนการทดสอบ 10 วัน
 - 3.3 แนะนำส่วนประกอบและการใช้งานก่อนผู้เชี่ยวชาญทดสอบ
 - 3.4 เมื่อทดสอบแล้ว ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นลงในแบบประเมินสมรรถนะ เพื่อนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบทดสอบและประเมินผลมาดำเนินการวิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องฉีดพ่นสารในแนวตั้ง แบบคั่นโยก ด้วยวิธีการทางสถิติดังนี้

1. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานฉีดพ่นสาร เกี่ยวกับการใช้งาน ลักษณะทางกายภาพทั่วไป ลักษณะการใช้งาน ลักษณะการบำรุงรักษา สมรรถนะการฉีดพ่นสารและความเหมาะสมด้านการนำไปใช้
2. นำคะแนนที่ได้มาคำนวณ
 - 2.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 - 2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยต่างๆ ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	แปลความ
4.50-5.00	ดีมาก
3.50-4.49	ดี
2.50-3.49	พอใช้
1.50-2.49	ต้องปรับปรุง
1.00-1.49	ใช้ไม่ได้

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล จัดกระทำ 2 แบบดังนี้

1. เสนอเป็นการบรรยายเกี่ยวกับสมรรถนะ ทั้ง 5 ด้านของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก ตารางแปลความหมายเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นการประเมินหาสมรรถนะของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยกของผู้เชี่ยวชาญด้าน งานฉีดพลาสติก
2. ส่วนข้อมูลจากคำถามปลายเปิดแสดงความเห็นอิสระ ผู้วิจัยนำคำตอบและข้อเสนอแนะมารวบรวมเรียงลำดับเสนอเป็นข้อ จากข้อที่มีความถี่ของผู้ตอบมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุดตามลำดับ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง ตามขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 การออกแบบส่วนต่างๆ ของเครื่องฉีดพ่นลวดสี ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบและปรับปรุงเครื่องฉีดพ่นลวดสี ขั้นตอนที่ 3 ประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดพ่นลวดสี ผู้วิจัยดำเนินการเสร็จทั้ง 3 ขั้นตอนแล้ว ได้นำข้อมูลการประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดพ่นลวดสี ในขั้นตอนที่ 3 มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องฉีดพ่นลวดสี

จากการประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดพ่นลวดสีนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สมรรถนะ 5 ด้านดังนี้คือ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะการใช้งาน ลักษณะการบำรุงรักษา สมรรถนะการฉีดพ่นลวดสี และความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้านดังต่อไปนี้

ตาราง 4 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของ เครื่องฉีดพ่นลวดสีในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{X}$	SD	แปลความ
1.1 ขนาดของเครื่องฉีดพ่นลวดสี ในแนวตั้ง กระทัดรัด สวยงาม	4.30	.67	ดี
1.2 ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้มี รูปร่างลักษณะที่ สามารถ แยกชิ้นส่วนและประกอบได้	4.40	.51	ดี
1.3 ชิ้นส่วนทุกชิ้นมีความแข็งแรง	4.20	.42	ดี
1.4 ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบและสร้างให้มีความปลอดภัย ขณะใช้งาน	3.70	.48	ดี

ตาราง 4 (ต่อ)

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{X}$	SD	แปลความ
1.5 ลักษณะเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง ออกแบบ ได้อย่างเหมาะสม	4.10	.56	ดี
รวม	4.14	.52	ดี

จากตาราง 4 สามารถวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ตามรายละเอียดสมรรถนะดังนี้

ขนาดของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง กระทัดรัด สวยงาม ข้อมูลจากตาราง แสดงว่าขนาดของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง กระทัดรัด สวยงามอยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.30

ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะที่สามารถแยกชิ้นส่วนและประกอบได้ ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะที่สามารถแยกชิ้นส่วนและประกอบได้ อยู่ในระดับดี คือ มีค่าเฉลี่ย 4.40

ชิ้นส่วนทุกชิ้นมีความแข็งแรง ข้อมูลจาก ตารางแสดงว่าชิ้นส่วนทุกชิ้น มีความแข็งแรง อยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.20

ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบและสร้างให้มีความปลอดภัยขณะใช้งาน ข้อมูลจากตาราง แสดงว่าชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบและสร้างให้มีความปลอดภัยขณะใช้งาน อยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 3.70

ลักษณะ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง ออกแบบได้อย่างเหมาะสม ข้อมูลจาก ตาราง แสดงว่า เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้งออกแบบได้อย่างเหมาะสม อยู่ในระดับดีคือ มีค่าเฉลี่ย 4.10

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะทางกายภาพ ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะทางกายภาพทั่วไปอยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.14

ตาราง 5 การวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของ เครื่องฉีดยาฆ่าแมลงในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{X}$	SD	แปลความ
2.1 การเตรียมวัตถุดิบสามารถทำได้สะดวก	4.70	.48	ดีมาก
2.2 การอุ่นเครื่องฉีดยาฆ่าแมลงในแนวตั้ง สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว	4.20	.63	ดี
2.3 ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน	4.20	.78	ดี
2.4 การใส่วัตถุดิบเข้าเครื่องฉีดยาฆ่าแมลงในแนวตั้งทำได้สะดวก	4.20	.78	ดี
2.5 การหยุดการปฏิบัติงานของ เครื่องฉีดยาฆ่าแมลงในแนวตั้งสามารถทำได้ โดยตัดกระแสไฟฟ้า	4.20	.42	ดี
รวม	4.30	.61	ดี

4

จากตาราง 5 สามารถวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของเครื่องฉีดยาฆ่าแมลงในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ตามรายละเอียดสมรรถนะดังนี้

การเตรียมวัตถุดิบสามารถทำได้สะดวก ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า การเตรียมวัตถุดิบสามารถทำได้สะดวก อยู่ในระดับ ดีมาก คือมีค่าเฉลี่ย 4.70

การอุ่นเครื่องฉีดยาฆ่าแมลงในแนวตั้ง สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า การอุ่นเครื่องฉีดยาฆ่าแมลงในแนวตั้ง สามารถทำได้อย่างรวดเร็วอยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.20

ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน ข้อมูลจากตารางแสดงว่า การประหยัดเวลาในการปฏิบัติงานอยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.20

การใส่วัตถุดิบเข้าเครื่องฉีดยาฆ่าแมลงในแนวตั้ง ทำได้สะดวก ข้อมูลจากตาราง แสดงว่าการใส่วัตถุดิบเข้าเครื่องฉีดยาฆ่าแมลงในแนวตั้ง ทำได้สะดวก อยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.20

การหยุดการปฏิบัติงานของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้งสามารถทำได้ โดยตัดกระแสไฟฟ้า ข้อมูลจากตารางแสดงว่า การหยุดการปฏิบัติงานของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้งสามารถทำได้ โดยตัดกระแสไฟฟ้า อยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.20

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยรวมเพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะการใช้งาน จึงสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะการใช้งานอยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.30

ตาราง 6 การวิเคราะห์ลักษณะการบำรุงรักษา ของเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{X}$	SD	แปลความ
3.1 การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงานทำได้อย่างเหมาะสม	4.00	.66	ดี
3.2 การประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นไม่ก่อให้เกิดความชำรุดเสียหาย	4.20	.42	ดี
3.3 เมื่อ กระบอกฉีดพ่นสารเคมีชำรุด สามารถนำออกมาซ่อมแซมได้	4.60	.69	ดีมาก
3.4 วัสดุที่ใช้ทำกระบอกฉีดพ่นสารเคมี หาได้ง่ายและราคาถูก	4.70	.48	ดีมาก
3.5 ถ้าหัวฉีดชำรุดก็สามารถซ่อมแซมได้	4.50	.52	ดีมาก
รวม	4.40	.55	ดี

จากตาราง 6 สามารถวิเคราะห์ลักษณะการบำรุงรักษาของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ตามรายละเอียดสมรรถนะดังนี้

การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงานทำได้อย่างเหมาะสม ข้อมูลจากตารางแสดงว่า การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงานทำได้อยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.00

การประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นไม่ก่อให้เกิดความชำรุดเสียหาย ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า การประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นไม่ก่อให้เกิดความชำรุดเสียหาย อยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.20

เมื่อ กระบอกฉีดพลาสติกรีไซเคิลสามารถนำออกมาซ่อมแซมได้ ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า เมื่อ กระบอกฉีดพลาสติกรีไซเคิลสามารถนำออกมาซ่อมแซมได้ อยู่ในระดับดีมากคือ มีค่าเฉลี่ย 4.60

วัสดุที่ใช้ทำ กระบอกฉีดพลาสติกรีไซเคิลหาได้ง่ายและราคาถูก ข้อมูลจากตารางแสดงว่า วัสดุที่ใช้ทำกระบอกฉีดพลาสติกรีไซเคิลหาได้ง่ายและราคาถูก อยู่ในระดับดีมาก คือมีค่าเฉลี่ย 4.70

ถ้าหัวฉีดชำรุดสามารถซ่อมแซมได้ ข้อมูลจากตาราง แสดงว่าหัวฉีดชำรุดสามารถซ่อมแซมได้อยู่ในระดับดีมาก คือมีค่าเฉลี่ย 4.50

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยรวม เพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะการบำรุงรักษา จึงสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะการบำรุงรักษาอยู่ในระดับดี คือ มีค่าเฉลี่ย 4.40

ตาราง 7 การวิเคราะห์สมรรถนะการฉีดพลาสติกรีไซเคิล เครื่องฉีดพลาสติกรีไซเคิลในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{X}$	SD	แปลความ
4.1 การฉีดพลาสติกรีไซเคิล ได้ไม่น้อยกว่า 10 กรัม	2.30	.48	ต้องปรับปรุง
4.2 เวลาในการหลอมละลายพลาสติกรีไซเคิล ในกระบอกฉีด ไม่เกิน 30 นาที	4.50	.52	ดีมาก
4.3 ทำให้ พลาสติกรีไซเคิลที่หลอมละลาย มีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงสามารถฉีดเข้าแม่พิมพ์ได้	4.30	.67	ดี
4.4 หลอมละลายพลาสติกรีไซเคิลในกลุ่มเทอร์โมพลาสติกรีไซเคิลได้	4.50	.52	ดีมาก
4.5 ประหยัดพลังงานที่ใช้	4.50	.70	ดีมาก
รวม	4.02	.57	ดี

จากตาราง 7 สามารถวิเคราะห์สมรรถนะการฉีกพลาสติก แบบใช้คันโยก ตามรายละเอียดสมรรถนะดังนี้

การฉีกพลาสติก ได้ไม่น้อยกว่า 10 กรัม ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า การฉีกพลาสติก ได้ไม่น้อยกว่า 10 กรัม อยู่ในระดับต้องปรับปรุง คือ มีค่าเฉลี่ย 2.30

เวลาในการหลอมละลายพลาสติก ในกระบอกฉีก ไม่เกิน 30 นาที ข้อมูลจากตารางแสดงว่า เวลาในการหลอมละลายพลาสติก ในกระบอกฉีก ไม่เกิน 30 นาที อยู่ในระดับดีมาก คือมีค่าเฉลี่ย 4.50

ทำให้พลาสติกที่หลอมละลาย มีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง สามารถฉีกเข้าแม่พิมพ์ได้ ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า ทำให้ พลาสติกที่หลอมละลาย มีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง สามารถฉีกเข้าแม่พิมพ์ได้ อยู่ในระดับดี คือ มีค่าเฉลี่ย 4.30

หลอมละลายพลาสติกในกลุ่มเทอร์โมพลาสติกได้ ข้อมูลจากตาราง แสดงว่าการหลอมละลายพลาสติกในกลุ่มเทอร์โมพลาสติก อยู่ในระดับดีมาก คือ มีค่าเฉลี่ย 4.50

ประหยัดพลังงานที่ใช้ ข้อมูลจากตารางแสดงว่า ประหยัดพลังงานที่ใช้ อยู่ในระดับดีมาก คือ มีค่าเฉลี่ย 4.50

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยรวมเพื่อเป็นตัวแทนของสมรรถนะการฉีกพลาสติก จึงสามารถสรุปได้ว่า สมรรถนะการฉีกพลาสติก อยู่ในระดับดี คือ มีค่าเฉลี่ย 4.02

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานของ เครื่องฉีกพลาสติก ในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{x}$	SD	แปลความ
5.1 ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน สามารถปฏิบัติงานได้	4.70	.48	ดีมาก
5.2 สามารถนำไปใช้ในห้องทดลอง	4.50	.52	ดีมาก
5.3 สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกนักศึกษา	4.60	.51	ดีมาก
5.4 สามารถนำไปใช้ในการฉีกพลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติกได้	4.60	.51	ดีมาก

ตาราง 8 (ต่อ)

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{X}$	SD	แปลความ
5.5 การเคลื่อนย้ายไปปฏิบัติงานในที่ต่างๆ ได้	4.80	.42	ดีมาก
รวม	4.64	.48	ดีมาก

จากตาราง 8 สามารถวิเคราะห์ความเหมาะสมด้าน การนำไปใช้งานของ เครื่องฉีคลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ตามรายละเอียดสมรรถนะดังนี้

ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน สามารถปฏิบัติงานได้ ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน สามารถปฏิบัติงานได้อยู่ในระดับดีมาก คือ มีค่าเฉลี่ย 4.70

สามารถนำไปใช้ในห้องทดลอง ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า สามารถนำไปใช้ใน ห้องทดลองได้ในระดับดีมาก คือ มีค่าเฉลี่ย 4.50

สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกนักศึกษา ข้อมูลจากตาราง แสดงว่าการ นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกนักศึกษา สามารถทำได้ในระดับดีมาก คือมีค่าเฉลี่ย 4.60

สามารถนำไปใช้ในการ ฉีคลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติกได้ ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า นำไปใช้ในการ ฉีคลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติกได้ อยู่ในระดับดีมาก คือ มีค่าเฉลี่ย 4.60

การเคลื่อนย้ายไปปฏิบัติงานในที่ต่างๆ ข้อมูลจากตารางแสดงว่า การเคลื่อนย้าย ไปปฏิบัติงานในที่ต่างๆ สามารถทำได้ในระดับดีมาก คือ มีค่าเฉลี่ย 4.80

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย รวมเพื่อเป็นตัวแทนความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน เครื่องฉีคลาสติกในแนวตั้ง แบบ ใช้คันโยก จึงสามารถสรุปได้ว่า ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานอยู่ในระดับดีมาก คือ มีค่าเฉลี่ย 4.64

หลังจากทราบผลการวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องฉีคลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้ คันโยก ทั้ง 5 ด้านแล้ว ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์สมรรถนะทั้ง 5 ด้าน รวมเข้าด้วยกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยดังนี้

ตาราง 9 การวิเคราะห์สมรรถนะของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{X}$	SD	แปลความ
1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป	4.14	.52	ดี
2. ลักษณะการใช้งาน	4.30	.61	ดี
3. ลักษณะการบำรุงรักษา	4.40	.55	ดี
4. สมรรถนะการฉีดพ่นสารเคมี	4.02	.57	ดี
5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน	4.64	.48	ดีมาก
รวม	4.30	.54	ดี

จากตาราง 9 สามารถวิเคราะห์สมรรถนะของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ได้ดังนี้

ผลรวมค่าเฉลี่ยสมรรถนะ ที่เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพทั่วไป เท่ากับ 4.14 ลักษณะการใช้งาน 4.30 ลักษณะการบำรุงรักษา 4.40 สมรรถนะ การฉีดพ่นสารเคมี 4.02 และความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน 4.64 รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.30 โดยมีจำนวนสมรรถนะทั้งหมด 5 ด้าน จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดหาค่าเฉลี่ย จึงสามารถสรุปได้ว่า สมรรถนะของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก อยู่ใน ระดับดี ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับข้อมูลจากคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระเกี่ยวกับสมรรถนะของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ผู้วิจัยได้นำ คำตอบและข้อเสนอแนะมารวบรวมและเรียงลำดับเป็นรายชื่อ จากข้อที่มีผู้เชี่ยวชาญตอบ มากที่สุดไปจนถึงข้อที่มีผู้เชี่ยวชาญตอบน้อยที่สุดดังนี้

ตาราง 10 จัดลำดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน ที่มีต่อสมรรถนะของ
เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก

ลำดับความคิดเห็น	จำนวนผู้แสดงความคิดเห็น
1. ควรใช้ระบบส่งกำลังเป็นไฮดรอลิกส์เพื่อควบคุมระยะการฉีดเข้าแม่พิมพ์	4
2. ควรหุ้มฉนวนที่ ตัวทำความร้อนเพื่อป้องกันความร้อนสูญเสีย	3
3. เพิ่มปริมาตรการฉีด	3
4. ที่ปลายหัวฉีด ควรใส่วาล์วกันกลับ	2
5. ฐานรองรับ เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก ควรยึดให้มั่นคงก่อนทำการฉีด	2
6. ปรับระบบส่งกำลังให้คล่องตัว	2
7. การถอด-ประกอบแม่พิมพ์ ไม่ได้มาตรฐาน	1
8. ควรใส่บูชที่เส้าเพื่อช่วยลดความเสียดทาน	1
9. การบำรุงรักษากระบอกฉีด	1
10. ควรมีตัวทำความร้อนอุ่นแม่พิมพ์ก่อนทำการฉีดขึ้นงาน	1

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเกี่ยวกับการสร้าง เครื่องฉลบลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยกและทดสอบเพื่อประเมินสมรรถนะ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในงานฉลบลาสติก จำนวน 10 ท่าน เป็นผู้ประเมินสมรรถนะ ได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

จุดมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องฉลบลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก
2. เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะของเครื่องฉลบลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

ความสำคัญของการวิจัย

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ฝึกภาคปฏิบัติ ในกระบวนการฉลบลาสติก เพื่อการเรียนการสอน ในโรงงานของสถานศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะของเครื่องฉลบลาสติกในแนวตั้ง ขนาด 10 กรัม แบบใช้คันโยก อยู่ในเกณฑ์ดี

การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ คือ
ขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วย การรับรู้ปัญหาทั้งในโรงงานฉลบลาสติกและโรงฝึกงานสถานศึกษา จากนั้นศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องฉลบลาสติก และสัปดาห์ออกแบบ ร่างแบบ และเขียนแบบส่วนต่างๆ ของเครื่องฉลบลาสติกในแนวตั้งแบบใช้คันโยก

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการสร้างส่วนประกอบต่างๆของเครื่องฉลบลาสติกในแนวตั้งแบบใช้คันโยกและนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นต้นแบบ ผู้วิจัยได้นำเครื่องฉลบลาสติกใน

แนวตั้ง แบบใช้คันโยก ต้นแบบนี้ ทำการทดสอบเพื่อปรับปรุงส่วนต่างๆ โดยเฉพาะส่วนของ กระจกฉีกและหัวฉีกเป็นส่วนสำคัญที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงต้นแบบของเครื่องฉีกพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ใน ขั้นตอนที่ 2 เพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน ฉีกพลาสติกไม่น้อยกว่า 5 ปี ประเมินสมรรถนะ ซึ่งการประเมินสมรรถนะนั้นประเมิน 5 ด้าน ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป
2. ลักษณะการใช้งาน
3. ลักษณะการบำรุงรักษา
4. สมรรถนะการฉีกพลาสติก
5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน

ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้นำผลการวิจัยมานำเสนอเป็นหัวข้อเพื่อให้ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้

1. การออกแบบและสร้างเครื่องฉีกพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก มีความสามารถในการฉีกพลาสติก ชนิดโพลิเอทิลีนได้เพียง 4 กรัม ความสามารถในการฉีก อยู่ในระดับต้องปรับปรุง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้
2. ผลการประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีกพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก สมรรถนะอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้

อภิปรายผล

จากสมมติฐานการวิจัยที่ได้ตั้ง ปรากฏผลการวิจัยที่ได้มาคือสมรรถนะของเครื่อง ฉีกพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก อยู่ในระดับดี เป็นผลการประเมินรวมของสมรรถนะ ทั้ง 5 ด้าน คือ ลักษณะทางกายภาพทั่วไป, ลักษณะการใช้งาน, ลักษณะการบำรุงรักษา, สมรรถนะการฉีกพลาสติก, ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน, สอดคล้องกับสมมติฐานที่ ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ แต่ผู้วิจัยเห็นว่า ถ้าวิเคราะห์รายละเอียด สมรรถนะเป็นหัวข้อย่อยจะพบว่า สมรรถนะการฉีกพลาสติก ในข้อ 4.1 เรื่องการฉีกพลาสติกได้ไม่น้อยกว่า 10 กรัม ยังคง

ต้องปรับปรุงเพราะ ผลการวิจัยสามารถฉีดได้เพียง 4 กรัม ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การวิจัยนี้สมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะบางสิ่งบางอย่างเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ๆ เกี่ยวกับงานวิจัยนี้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอนาคตดังนี้

1. การปรับปรุงเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ ควรปรับปรุงในส่วนที่ยังมีสมรรถนะอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง ทำได้โดย

1.1 เพิ่มอัตราการฉีดให้มากขึ้น จาก 4 กรัม เป็น 10 กรัม โดยเพิ่มความยาวของการกดให้มากขึ้น

1.2 ระบบส่งกำลังควรใช้ไฮดรอลิกส์ เพื่อจะได้ควบคุมระยะการฉีดพลาสติก เข้าแม่พิมพ์

1.3 ระบบจับยึดแม่พิมพ์พลาสติก ควรทำให้คล่องตัวโดยการโยกเข้าออกขณะจับยึดแม่พิมพ์ขณะฉีดและปลดชิ้นงานออก

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาวิจัยการสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวนอน แบบใช้ไฮดรอลิกส์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- คอส, ซอลส์. แม่พิมพ์ฉีดยาลาสติก. กรุงเทพฯ: บริษัท ที.พี. พรินท์จำกัด, 2538.
- จุมพล เทียนเมืองแพน. ศึกษาลักษณะและปัญหาการใช้เครื่องจักรในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ สาขาช่างกลโรงงาน แผนกช่างกลโรงงานวิทยาลัยเทคนิค สังกัดกรมอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2532. อัดสำเนา.
- ชาลี ตระการกุล. การออกแบบแม่พิมพ์ฉีด. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: บริษัท ประชาชน จำกัด, 2538.
- ชวลิต เชียงกุล. การสร้างเตาหลอมละลายอลูมิเนียมขนาด 1 กิโลกรัม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา.
- ชวลิต ตาแก้ว. งานพลาสติก. กรุงเทพฯ: โอเอส พรินท์ติ้งเฮ้าส์ จำกัด, 2525.
- ชัชวาลย์ สุรัสวดี. "วิเคราะห์แยกแยะข้อหยาบเครื่องฉีด." วารสารพลาสติก. 10(5):29; มีนาคม 2537.
- ชูชุกี, ชีโร. เทคโนโลยีแม่พิมพ์ฉีดยาลาสติกและการออกแบบเชิงวิเคราะห์. แปลโดย พลุโธหารชน และคนอื่นๆ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ ศจก. ภาพพิมพ์, 2534.
- บรรเลง ศรีนิล. เทคโนโลยีพลาสติก. กรุงเทพฯ: หจก. ภาพพิมพ์, 2525.
- ประจวบศิริพันธ์, วิทยาลัยเทคนิค. วัสดุพลาสติก. ประจวบศิริพันธ์: สมบัติการพิมพ์, 2536.
- . งานฉีดยาลาสติก. ประจวบศิริพันธ์: สมบัติการพิมพ์, 2536.
- ภยง บุขปฤกษ์. วิชาพลาสติกเทคนิค. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา, 2538.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. ศัพท์บัญญัติผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพลาสติก. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.
- ราชภัฏพระนคร, สถาบัน. ทศวรรษใหม่ในการพัฒนาอุตสาหกรรมไทย. คณะอุตสาหกรรม, 2537.
- วินัย ตรีไพชนศักดิ์. การศึกษาองค์ประกอบของความรู้และทักษะเชิงวิศวกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก กรณีศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกด้วยกรรมวิธีการฉีด. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536. อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. แผนพัฒนาอาชีวศึกษา ระยะที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ของกรมอาชีวศึกษา กรุงเทพฯ: กรมอาชีวศึกษา, 2534.

ศึกษาธิการ,กระทรวง. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 กรุงเทพฯ :
กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2530.

ศึกษาธิการ,กระทรวง. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรุงเทพฯ :
กรมอาชีวศึกษา, 2538.

Baird, Ronald and David T. Baird. Industrial Plastics. Illionois:
Goodheart-Willcox, 1982.

Kunststoff-Verarbeitung. Spritzgie Ben. Ludwigshafen.
BASF Aktiengesellschaft, 1987.

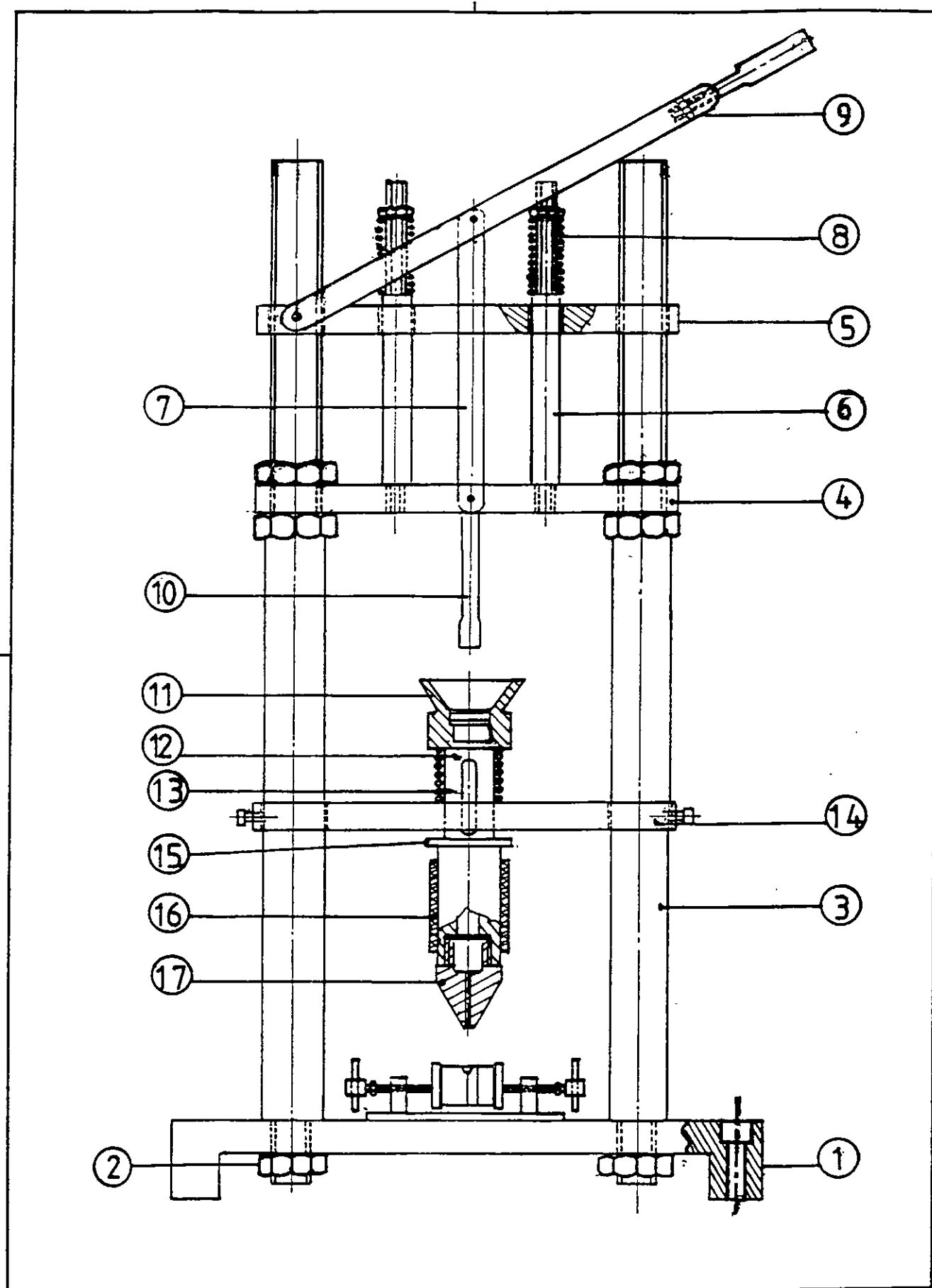
Laszlo, Sors, Laslo Bardocz and Istvan Radnoti. Plastic Molds and
Dies. New York: Van Nostrand Reinhold, 1981.

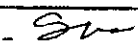
Pye, R.C.W. Injection Mould Design. 2nd ed. London: George Godwin,
1978.

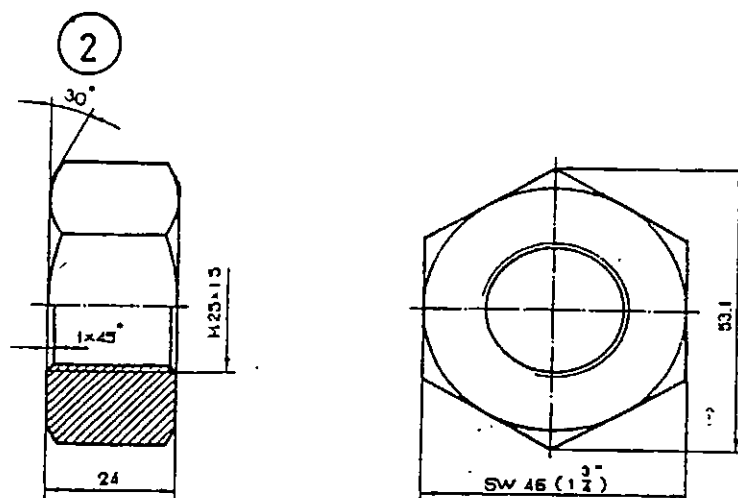
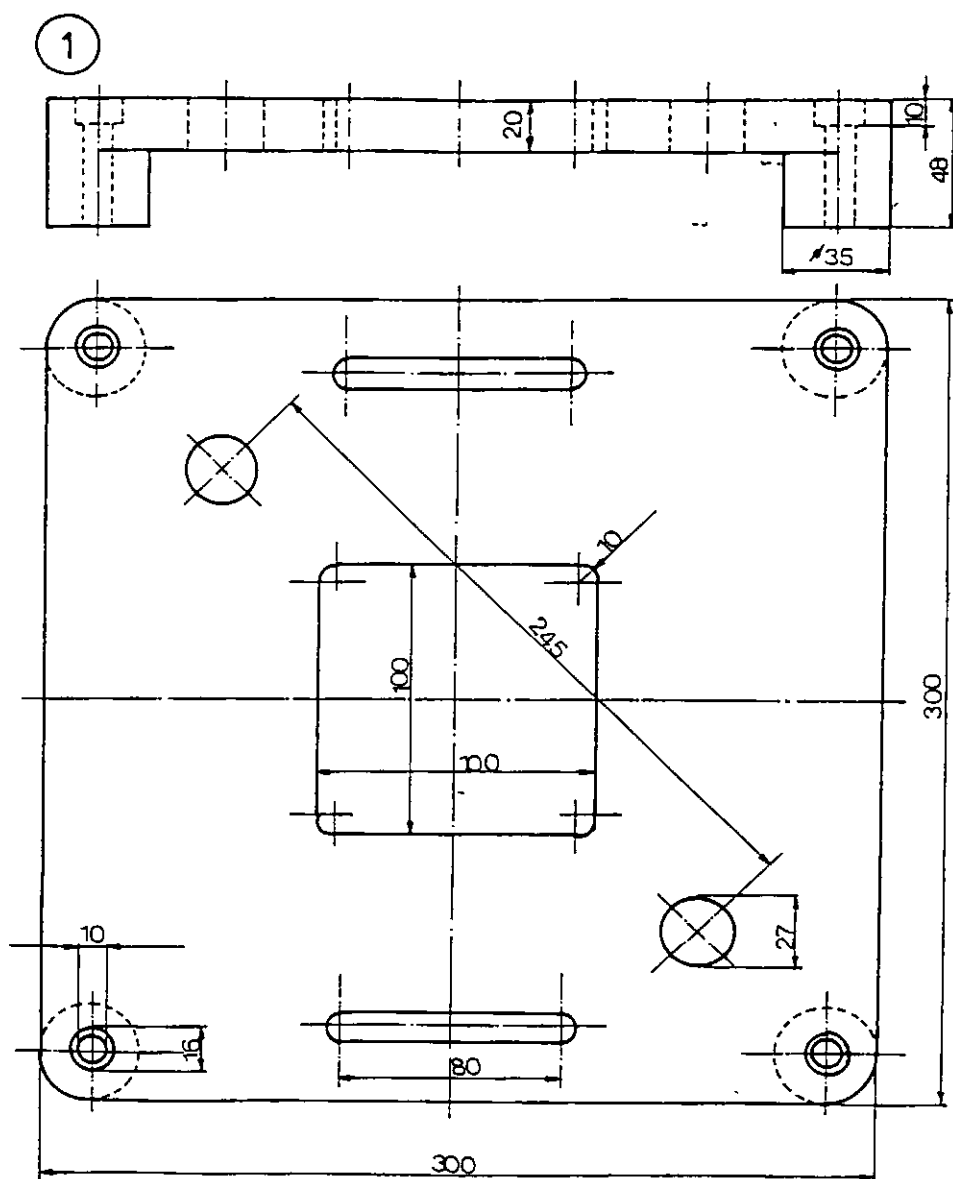
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ส่วนประกอบของเครื่องฉีดพ่นลวดในแนวตั้ง

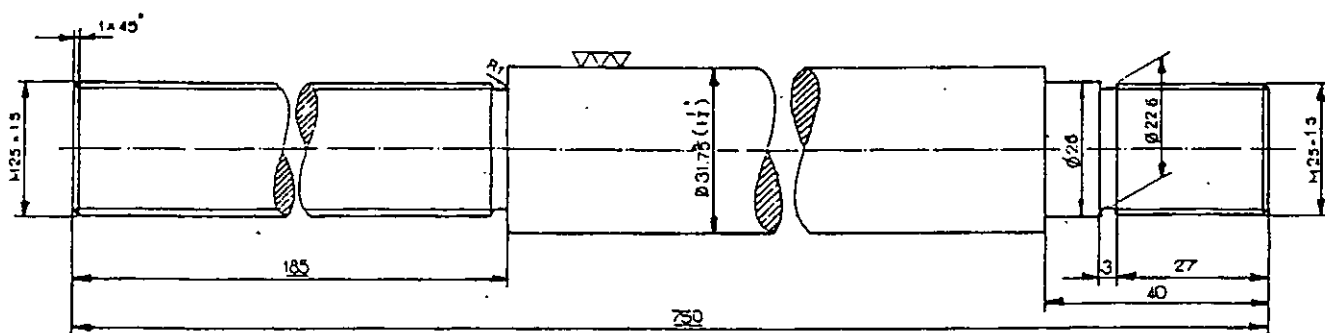


17	หัวฉีด	O 40x66	ส137	1
16	ตัวทำความร้อน	แผ่นทำความร้อน	-	1
15	แผ่นกันความร้อน	60x85x90	เบซอร์ไรท์	1
14	แขนยึดกระบอบกึ่ง	300x120x40	ส137	1
18	สปริงยึด	O 20x70	ส137	1
12	กระบอบกึ่ง	O 50.8x215	ส137	1
11	กรวยเติมพลาสติก	O 95.25x65	ส137	1
10	ลูกสูบ	O 21x210	ส137	1
9	แขนโยก	340x140x20	ส137	2
8	สปริงยึด	O 32x40x82	เหล็กสปริง	2
7	แขนส่งกำลัง	450x250x600	ส137	2
6	แกนประคอง	O 15x231	ส137	2
5	แผ่นประคองแกน	300x96x25	ส137	1
4	ฐานยึดแกนประคอง	300x96x25	ส137	1
8	เสา	O 32 X750	SUS 304	2
2	น็อต	S3.1xS3.1x20	ส137	6
1	ฐานเครื่อง	300x300x48	ส137	1
วันที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	จำนวน
ผู้เขียน	- 		มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร	
ผู้ตรวจ	- 			
ผู้ตรวจ ม.ร.	-			
ผู้ออกแบบ	นาย อุดมศักดิ์ ชัยบุญรักษ์			
มาตราส่วน	เครื่อง วัดขนาดหลักในแนวตั้ง		หมายเหตุฉบับ	1
1:1				

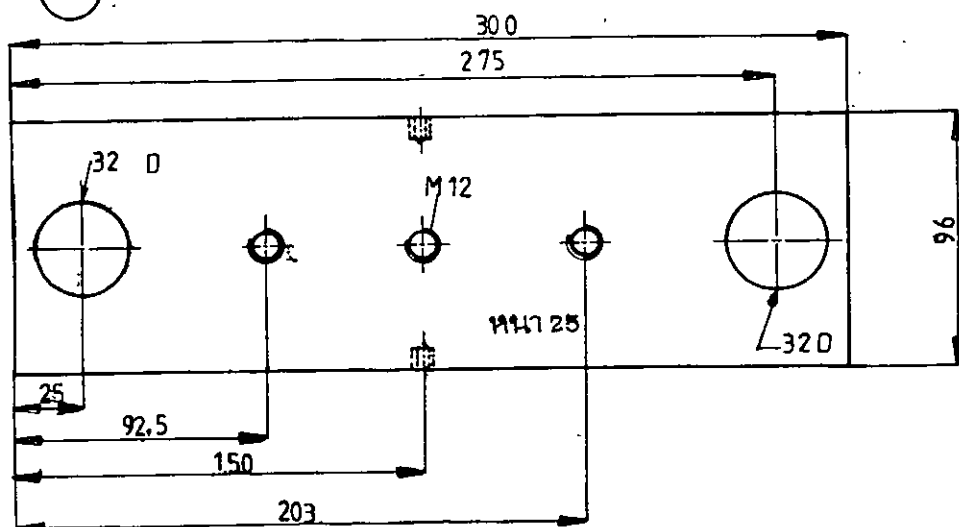


3

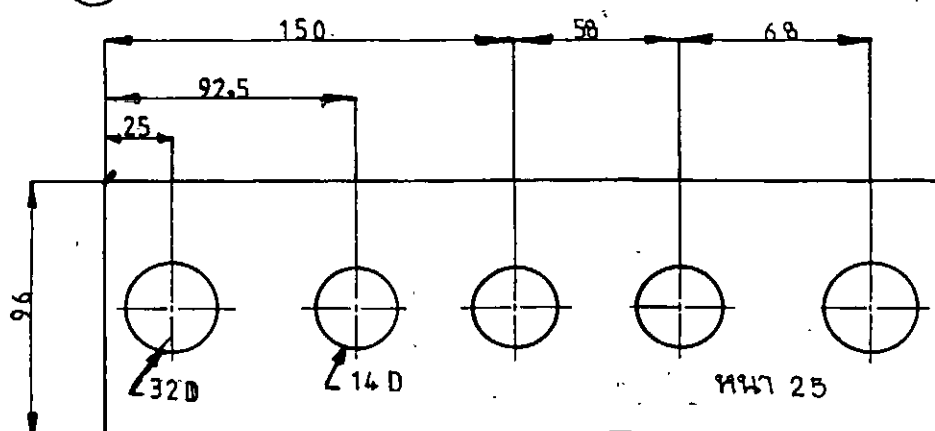
82



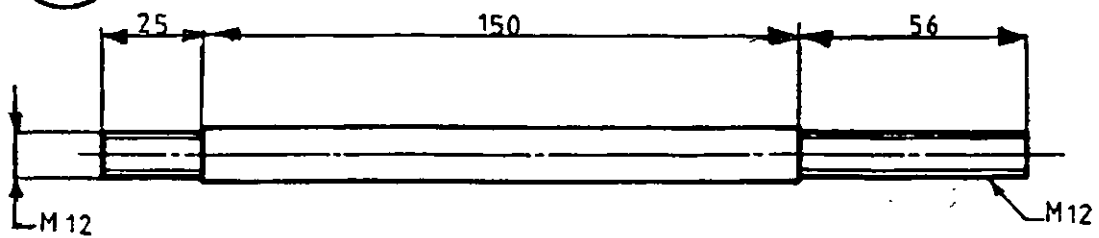
4



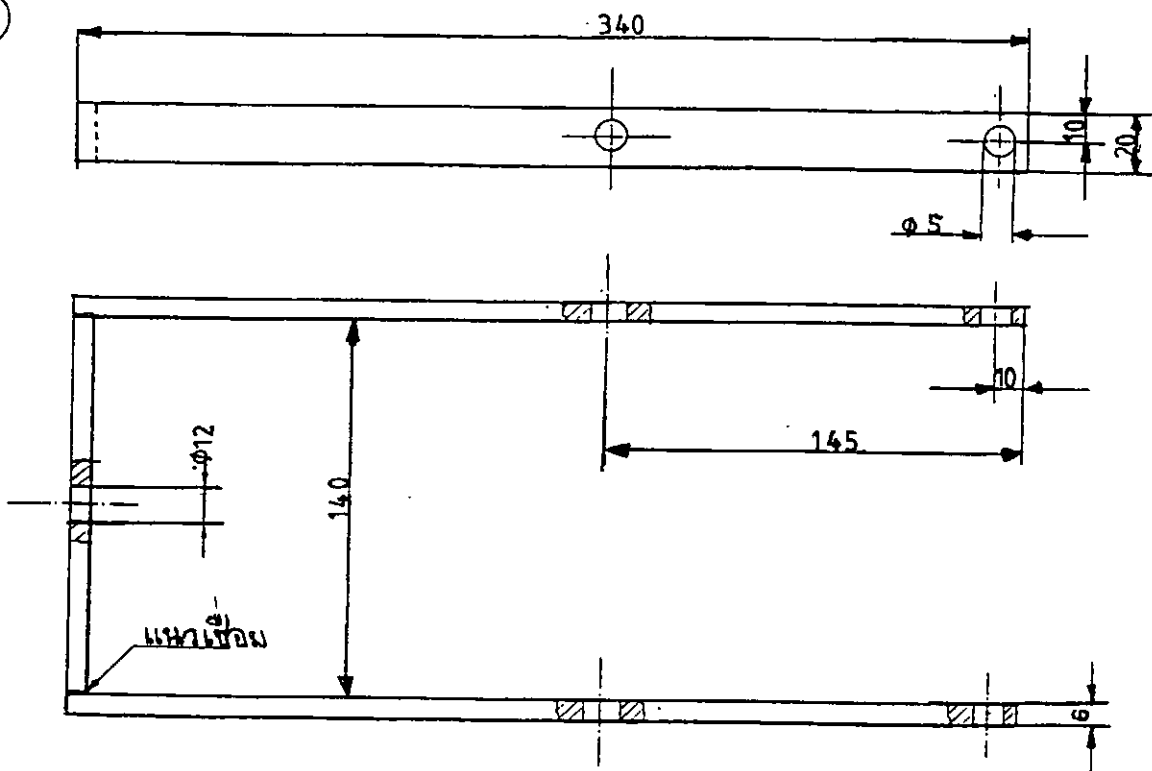
5



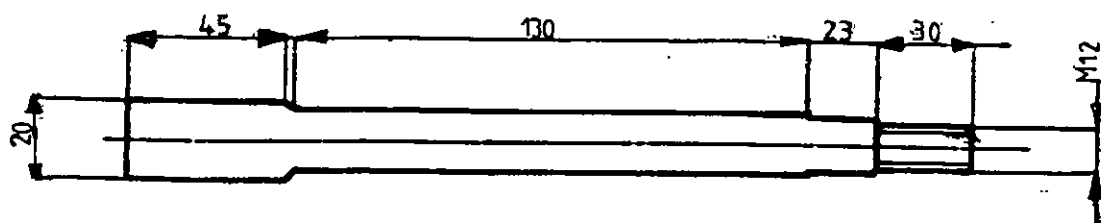
6



9



10



รายการราคาของเครื่องฉีดพลาตติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

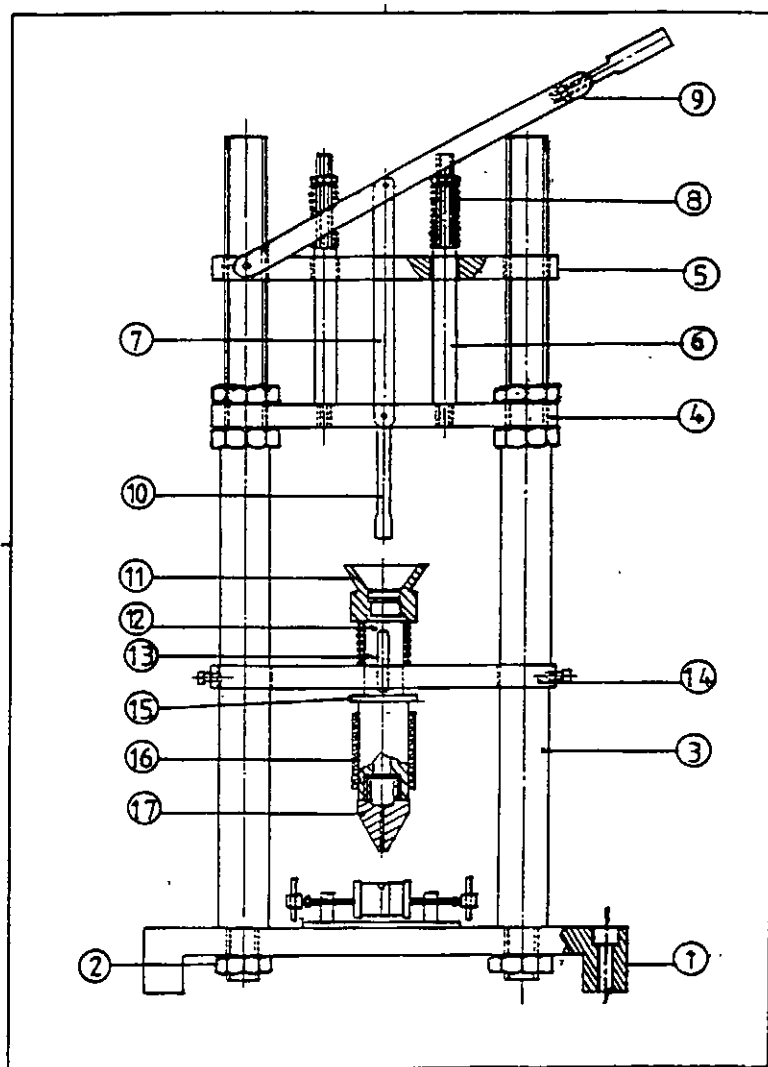
จํานวน	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	ราคา
1	ฐานเครื่อง	300x300x48	st37	1200
2	นํ้า	53.1x53.1x20	st37	300
3	เสา	Ø 32 X750	SUS 304	1500
4	ฐานยึดแกนประคอง	300x96x25	st37	300
5	แผ่นประคองแกน	300x96x25	st37	300
6	แกนประคอง	Ø 15x231	st37	200
7	แขนส่งกำลัง	450x250x600	st37	150
8	สปริงยึด	Ø 32x40x82	เหล็กสปริง	100
9	แขนโยก	340x140x20	st37	300
10	ลูกสูบ	Ø 21x210	st37	300
11	กรวยฉีดพลาตติก	Ø 95.25x65	st37	1000
12	กระบอกฉีด	Ø 50.8x215	st37	750
13	สปริงยึด	Ø 20x70	st37	30
14	แขนยึดกระบอกฉีด	300x120x40	st37	700
15	แผ่นกันความร้อน	60x85x90	เบตาอโรไฟร์	20
16	ตัวทำความร้อน	แผ่นความร้อน	-	600
17	หัวฉีด	Ø 40x66	st37	400
18	ชุดจับยึดแม่พิมพ์	420X250	-	600
19	สายวัดอุณหภูมิ	ความยาว 150	-	250
20	อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ	ขนาด 500 องศา	-	4500
			รวม	13,500

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้เครื่องฉีดยาในแนวตั้ง

คู่มือ

การใช้ เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง



คำนำ

เครื่องฉีดยาสีในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับสาธิตให้เห็นหลักการทำงานของหลักการฉีดยาสี ซึ่งสามารถใช้ฉีดชิ้นงานได้จริง ซึ่งต้องใช้เทคนิควิธีการใช้และการจับยึดแม่พิมพ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เขียนคู่มือการใช้เครื่องฉีดยาสีขึ้นประกอบด้วย หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ และอธิบายขั้นตอนการเตรียมการใช้เครื่องฉีดและการบำรุงรักษาตลอดจนความปลอดภัยในการใช้เครื่องฉีด

ท้ายนี้ผู้วิจัย หวังว่า คู่มือการใช้เครื่องฉีดยาสีในแนวตั้งแบบคันโยก จะช่วยให้ผู้อ่านได้ใช้เครื่องนี้ได้ดียิ่งขึ้น

อุดมศักดิ์ อัญญรักษ์

สารบัญ

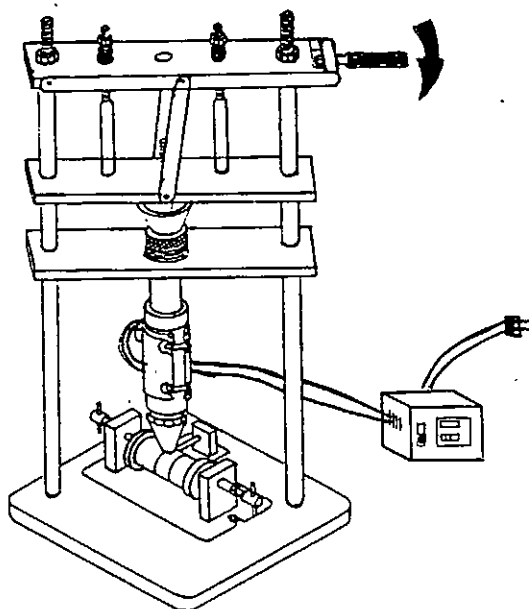
	หน้า
ลักษณะเฉพาะของเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง	1
ส่วนประกอบของเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง	3
หน้าที่ ของ ส่วนประกอบ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง	3
อุปกรณ์ร่วมปฏิบัติงาน	4
ขั้นตอนการเตรียมงาน	4
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4
ขั้นตอนการบำรุงรักษา	5
ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	5

(1)

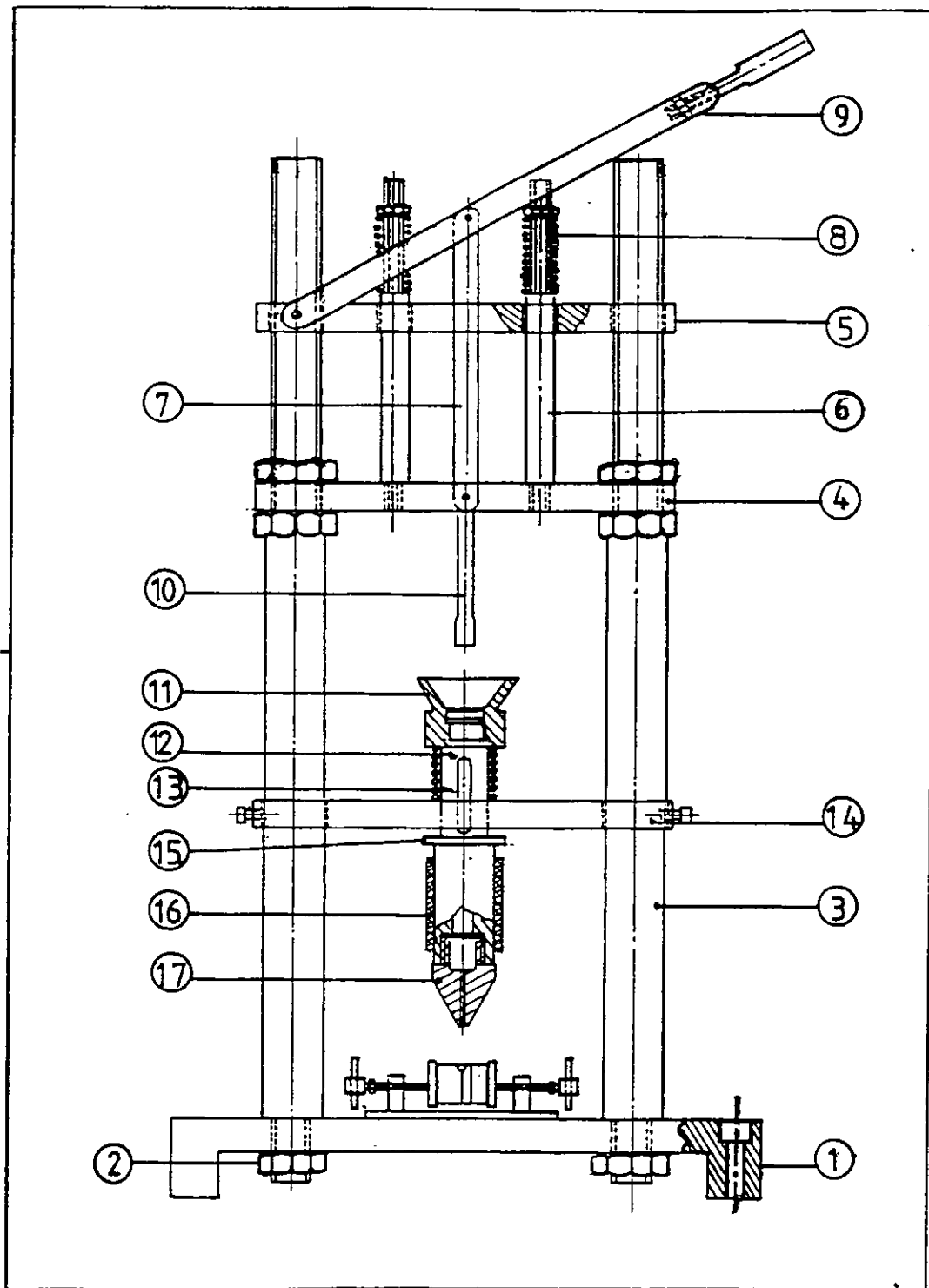
เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก เป็นเครื่องที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ ในการ
สาธิตในการเรียนการสอนและใช้ในห้องปฏิบัติการ เกี่ยวกับงานฉีดพลาสติก โดยสามารถใช้
ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน

ลักษณะเฉพาะของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง

<u>ชื่อ</u>	เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง
<u>ชนิด</u>	เป็น เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง
<u>วัสดุที่ใช้</u>	พลาสติก ชนิด LDPE
<u>ความสามารถในการฉีด</u>	4 กรัม ต่อ การฉีด 1 ครั้ง
<u>การนำไปใช้งาน</u>	ใช้ในโรงฝึกงานและห้องปฏิบัติงาน



ภาพประกอบ 1 ภาพเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง



ภาพประกอบ 2 แสดงส่วนประกอบของ เครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง

ส่วนประกอบของเครื่องฉีดพ่นพลาสติกในแนวตั้ง

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. ฐานเครื่อง | 2. นัต |
| 3. เสา | 4. ฐานยึดแกนประคอง |
| 5. แผ่นประคองแกน | 6. แกนประคอง |
| 7. แขนส่งกำลัง | 8. สปริงอัด |
| 9. แขนโยก | 10. ลูกสูบ |
| 11. กรวยเติมพลาสติค | 12. กระบอกฉีด |
| 13. สปริงอัด | 14. แขนยึดกระบอกฉีด |
| 15. แผ่นกันความร้อน | 16. ตัวทำความร้อน |
| 17. หัวฉีด | |

หน้าที่ ของ ส่วนประกอบ เครื่องฉีดพ่นพลาสติกในแนวตั้ง

- | | |
|---------------------|---|
| 1. ฐานเครื่อง | เป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักของโครงสร้าง ของ เครื่องฉีดพ่นพลาสติก ทั้งหมด |
| 2. นัต | เป็นตัวยึดระหว่างเสาและแผ่นประคองแกน |
| 3. เสา | เป็นตัวยึดโครงสร้างทั้งหมดของเครื่องฉีดพ่นพลาสติก |
| 4. ฐานยึดแกนประคอง | เป็นตัวประคองให้แขนส่งกำลังวิ่งได้สะดวก และเป็นตัวนำลูกสูบอัดลงในกระบอก |
| 5. แผ่นประคองแกน | เป็นแผ่นสำหรับยึดตัวประคอง เพื่อให้แขนส่งกำลังวิ่งได้สะดวก |
| 6. แกนประคอง | เป็นตัวประคองฐานยึดแกนและแผ่นประคองแกนให้แขนส่งกำลังวิ่งได้สะดวก |
| 7. แขนส่งกำลัง | ใช้ในการส่งกำลัง ให้ลูกสูบอัดลงในกระบอกฉีด |
| 8. สปริงอัด | ใช้ประคองให้แขนส่งกำลังวิ่งได้สะดวกในขณะที่ทำการฉีดพ่นพลาสติก |
| 9. แขนโยก | เป็นต้นกำลัง ที่ใช้ส่งกำลังไปยังลูกสูบเพื่ออัดลงในกระบอกฉีด |
| 10. ลูกสูบ | เป็นตัวนำพามาเม็ดพลาสติคในกระบอกสูบอัดลงไปในแม่พิมพ์ |
| 11. กรวยเติมพลาสติค | เป็นภาชนะที่บรรจุเม็ดพลาสติคเพื่อเตรียมป้อนเข้าไปในกระบอกฉีด |
| 12. กระบอกฉีด | เป็นภาชนะที่หลอมละลายพลาสติคเพื่อเตรียมฉีดลงในแม่พิมพ์ |
| 13. สปริงอัด | เป็นตัวที่รองรับน้ำหนักของกรวย, กระบอกฉีดและหัวฉีด |

(4)

14. แขนยึดกระบอกลัด เป็นตัวประคองกระบอกลัดให้เคลื่อนขึ้นลงในขณะนำการฉีกพลาสติกลงในแม่พิมพ์
15. แผ่นกันความร้อน เป็นแผ่นกันความร้อนที่ไม่ให้ความร้อนผ่านไปที่สปริงอัดโดยตรง
16. ตัวทำความร้อน เป็นตัวให้ความร้อน เพื่อไปหลอมละลายเม็ดพลาสติกในกระบอกลัดเพื่อเตรียมฉีกลงในแม่พิมพ์
17. หัวฉีก เป็นตัวบังคับให้น้ำพลาสติกไหลผ่านลงในแม่พิมพ์

อุปกรณ์ร่วมการปฏิบัติงาน

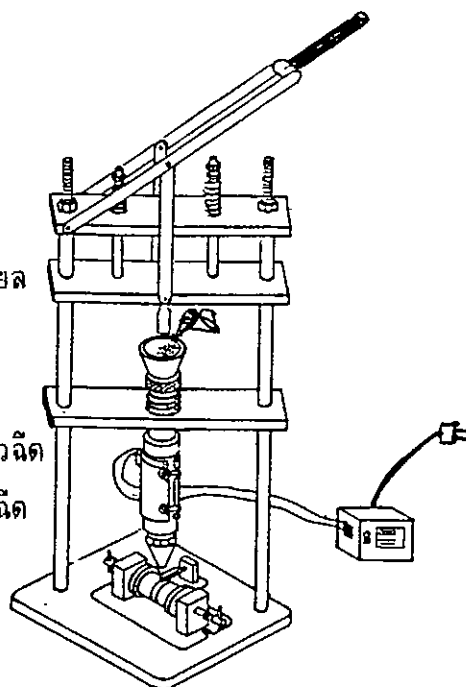
1. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ทำหน้าที่ตรวจสอบอุณหภูมิของพลาสติกในกระบอกลัด

ขั้นตอนการเตรียมงาน

1. เตรียมชุดควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้า
2. เตรียมเครื่องฉีกพลาสติกในแนวตั้งให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
3. เตรียมแม่พิมพ์ที่จะทำการฉีก
4. เตรียมเม็ดพลาสติกที่จะทำการฉีก

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เสียบปลั๊กซ์เพื่อทำการอุ่นหัวฉีกพลาสติกประมาณครึ่งชั่วโมงโดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 210 องศาเซลเซียส
 2. เทเม็ดพลาสติกเทลงในกรวยเติมพลาสติก
- ดังภาพ
3. รอจนพลาสติกละลายแล้วไหลออกจากปลายหัวฉีก
 4. นำแม่พิมพ์ที่จะทำการฉีกมาอุ่นให้ร้อนโดยการฉีกพลาสติกใส่เข้าไป
 5. เมื่อแม่พิมพ์มีความร้อนได้ที่ก็จะทำการฉีกจริง
 6. นำแม่พิมพ์วางไว้ในตำแหน่งที่จะฉีกแล้วหมุน



(5)

ปากกามาจับแม่พิมพ์ยึดให้แน่น

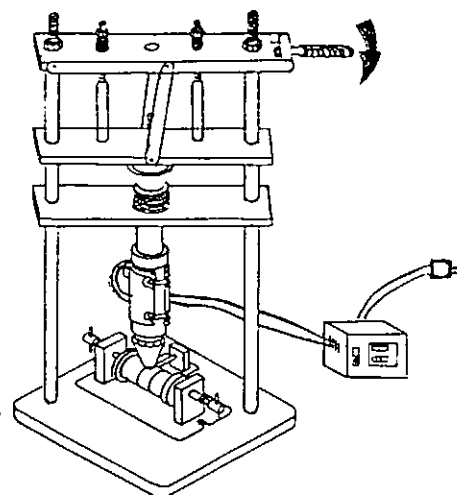
7. กดคันโยกลงเพื่อให้ก้านลูกสูบดันพลาสติกให้ไหลเข้าสู่แม่พิมพ์

8. เมื่อแม่พิมพ์เต็มพลาสติกจะไหลออกจากแม่พิมพ์

9. ยกคันโยกขึ้นพร้อมกับทำการปลดพลาสติกที่เป็นส่วนเกินออก

10. หมุนคลายปากกาเพื่อเอาแม่พิมพ์ออกทิ้งไว้สักครู่

11. แกะแม่พิมพ์ออกจากกันแล้วนำชิ้นงานออกจากพิมพ์



ขั้นตอนการบำรุงรักษา

1. เมื่อใช้งานเสร็จให้ล้างหัวฉีดโดยการฉีดพลาสติกออกให้หมด
2. ใช้น้ำยาทำความสะอาด ฉีดลงไปกระบอกฉีดและส่วนต่างของเครื่องฉีดพลาสติก
3. ใช้ผ้าสะอาดเช็ดทำความสะอาดส่วนต่างของเครื่อง

ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานควรสวมถุงมือป้องกันความร้อนทุกครั้งเมื่อปฏิบัติงานและควรระวังพลาสติกที่หลอมละลายหยดถูกผิวหนัง

ภาคผนวก ค

แบบประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดพ่นลวดพริกในแนวตั้ง

แบบประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดพ่นลวดพริกในแนวตั้ง ขนาด 10 กรัม

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบทดสอบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานฉีดยาสติ๊กเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องฉีดยาสติ๊กในแนวตั้ง ขนาด 10 กรัม

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานฉีดยาสติ๊กเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องฉีดยาสติ๊กในแนวตั้ง ขนาด 10 กรัม จำนวน 25 ข้อ

1. ลักษณะกายภาพทั่วไป 5 ข้อ

2. ลักษณะการใช้งาน 5 ข้อ

3. ลักษณะการบำรุงรักษา 5 ข้อ

4. สมรรถนะการฉีดยาสติ๊ก 5 ข้อ

5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน 5 ข้อ

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 จุดประสงค์ของแบบประเมิน

แบบประเมินชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้าน งานฉีดยาสติ๊กเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องฉีดยาสติ๊กในแนวตั้ง ขนาด 10 กรัม ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

ดังนั้นแบบประเมินนี้ จึงมีสาระครอบคลุมสมรรถนะด้านต่างๆ ของเครื่องฉีดยาสติ๊กในแนวตั้ง ขนาด 10 กรัม 5 ด้าน ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป

2. ลักษณะการใช้งาน

3. ลักษณะการบำรุงรักษา

4. สมรรถนะการฉีดยาสติ๊ก

5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ

กรุณาเขียนเครื่องหมาย (ถูก) ลงในกรอบ [] หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง และ/หรือเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่าง

1. เพศ

[] ชาย

[] หญิง

2. อายุ.....ปี

3. ระดับการศึกษา

[] ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า

[] ปริญญาโท หรือเทียบเท่า

[] อื่นๆ (โปรดระบุ).....

4. ประสบการณ์ด้านงานฉีดยาลาสติกปี

5. ตำแหน่งหน้าที่ในหน่วยงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อื่นๆ (โปรดระบุ)

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานฉีดยาลาสติก ในการทดสอบและประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดยาลาสติกในแนวตั้ง ขนาด 10 กรัม

ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. แบบประเมินในตอนที่ 3 นี้ มีทั้งหมด 25 ข้อ
2. โปรดเขียนเครื่องหมาย (ถูก) ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามความคิดเห็นของท่าน หลังจากทดสอบใช้เครื่องฉีดยาลาสติกในแนวตั้ง
3. ค่าระดับคะแนนกำหนดไว้ดังนี้
 - 5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก
 - 4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี
 - 3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้
 - 2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
 - 1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

ข้อที่		รายละเอียดหัวข้อ	ระดับการประเมิน				
			ดี มาก	ดี	พอใช้	ต้อง ปรับปรุง	ใช้ ไม่ได้
1		ลักษณะทางกายภาพทั่วไป					
	1.1	ขนาดของเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง กระทัดรัด สวยงาม	....	...	....	...	....
	1.2	ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะที่สามารถ แยกชิ้นส่วนและประกอบได้	....	...	....	...	....
	1.3	ชิ้นส่วนทุกชิ้นมีความแข็งแรง	....	...	....	...	....
	1.4	ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบและสร้างให้มีความปลอดภัย ขณะใช้งาน	....	...	....	...	....
2	1.5	ลักษณะเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง ออกแบบได้ อย่างเหมาะสม	....	...	....	...	....
		ลักษณะการใช้งาน					
	2.1	การเตรียมวัตถุดิบสามารถทำได้สะดวก	....	...	....	...	....
	2.2	การอุ่นเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง สามารถทำ ได้อย่างรวดเร็ว	....	...	....	...	....
	2.3	ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน	....	...	....	...	....
3	2.4	การใส่วัตถุดิบเข้าเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง ทำได้สะดวก	....	...	....	...	....
	2.5	การหยุดการปฏิบัติงานของ เครื่องฉีดพ่นสารเคมีใน แนวตั้งสามารถทำได้ โดยตัดกระแสไฟฟ้า	....	...	....	...	....
		ลักษณะการบำรุงรักษา					
	3.1	การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงานทำได้เหมาะสม	....	...	....	...	....
	3.2	การประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นไม่ก่อให้เกิดความชำรุด เสียหาย	....	...	....	...	....

ข้อที่	รายละเอียดหัวข้อ	ระดับการประเมิน				
		ดี มาก	ดี	พอใช้	ต้อง ปรับปรุง	ใช้ ไม่ได้
5	3.3 เมื่อ กระบอกฉีดพลาสติกชำรุด สามารถนำออกมาซ่อมแซมได้	....	...	....	...	....
	3.4 วัสดุที่ใช้ทำกระบอกฉีดพลาสติก หาได้ง่ายและราคาถูก	....	...	....	...	....
	3.5 ถ้าหัวฉีดชำรุดก็สามารถซ่อมแซมได้	....	...	....	...	....
	4 สมรรถนะการฉีดพลาสติก					
	4.1 การฉีดพลาสติก ได้ไม่น้อยกว่า 10 กรัม	....	...	....	...	....
	4.2 เวลาในการหลอมละลายพลาสติกในกระบอกฉีด ไม่เกิน 30 นาที	....	...	....	...	....
	4.3 ทำให้ พลาสติกที่หลอมละลาย มีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงสามารถฉีดเข้าในแม่พิมพ์ได้	....	...	....	...	....
	4.4 หลอมละลายพลาสติกในกลุ่มเทอร์โมพลาสติกได้	....	...	....	...	....
	4.5 ประหยัดพลังงานที่ใช้	....	...	....	...	....
	ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน					
	5.1 ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน ก็สามารถปฏิบัติงานได้	....	...	....	...	....
	5.2 สามารถนำไปใช้ในห้องทดลอง	....	...	....	...	....
	5.3 สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกนักศึกษา	....	...	....	...	....
	5.4 สามารถนำไปใช้ในการฉีดพลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติกได้	....	...	....	...	....
	5.5 เคลื่อนย้ายไปปฏิบัติงานในที่ต่างๆ ได้	....	...	....	...	....

[illegible]

ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์

ที่ ทม 1007/ ๕43๙



บัณฑิตวิทยาลัย

103

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๕ ธันวาคม ๒๕๓๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ ชาญรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความช่วยเหลือในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์

เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

ทั้งนี้อยู่ในการควบคุมของ

ศ.พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ.วิโรจน์ เอ็งสุรสมณ

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณยงยุทธ วิทยดำรง เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกในแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง และแบบใช้คันโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ ๑440



บัณฑิตวิทยาลัย

104

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๘ ธันวาคม 2539

เรื่อง ขอบขออนุญาต

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ รัชฎวรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความช่วยเหลือในการศึกษาค้นคว้า เพื่อหาปริญญาโท

เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก
ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความควบคุมของ

พศ. พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ. วิโรจน์ เอ็งสุรสถน

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความช่วยเหลือ คือ ขอเชิญ คุณพวง บุษปฤกษ์ และ คุณสุชาติ กิจพิทักษ์
เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง
และแบบใช้คันโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 5441



บัณฑิตวิทยาลัย

105

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๖ ธันวาคม 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยช่างกลปทุมวัน

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ วัฒนุรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์

เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คั่นรียก

ทั้งนี้เนื่องในการควบคุมของ

ผศ.พูนเกียรติ ประณมบุตร

ประธาน

อ.วิโรจน์ เอ็งสุรสมณ

กรรมการ

สิ่งที้นิสิตฯขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณภารายไทย ลดาวัลย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกในแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง และแบบใช้คั่นรียก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ ๖44 ง



บัณฑิตวิทยาลัย

106

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๘ ธันวาคม 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้จัดการ อิตาเลียนไทย ดีเวล็พเม้น จำกัด (มหาชน)

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ รัชฎรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์

เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกงานแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

ทั้งนี้อยู่ในการควบคุมของ

ผศ.พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ.วิโรจน์ เอ็งสุรสมณ

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณวสันต์ ดาราวรรณ เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกงานแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกงานแนวตั้ง และแบบใช้คันโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดทำแก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 5443



บัณฑิตวิทยาลัย

107

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

18 ธันวาคม 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ วัฒนวรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์

เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

ทั้งนี้เนื่องในการควบคุมของ

ผศ.พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ.วิโรจน์ เอ็งสุรสมณ

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณชวลิต แสงสวัสดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกในแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง และแบบใช้คันโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 5444



บัณฑิตวิทยาลัย

108

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๘ ธันวาคม 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้จัดการ บริษัท สยามมิ โรลต์ จำกัด

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ รัษฎรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์

เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกงานแนวตั้ง แบบใช้คันโยก

ทั้งนี้เนื่องจากการควบคุมของ

พศ.พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ.วิโรจน์ เอ็งสุรสมณ

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณประจวบ มาตรวิจิตร เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกงานแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกงานแนวตั้ง และแบบใช้คันโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 5445



บัณฑิตวิทยาลัย

109

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๕ ธันวาคม 2539

เรื่อง ขออนุญาตออกรายการ

เรียน ผู้จัดการ บริษัท เค พี เอ็น เอ็นจีเนียริ่ง

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ วัฒนวิทย์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความช่วยเหลือในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกงานแนวตั้ง แบบใช้คันโยก
ทั้งนี้เนื่องจากการควบคุมของ

ผศ. พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ. วิโรจน์ เอ็งสุรสมณ

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความช่วยเหลือ คือ ขอเชิญ คุณทวน จันทระกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกงานแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกงานแนวตั้ง และแบบใช้คันโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 5446



บัณฑิตวิทยาลัย

110

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๘ ธันวาคม 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้จัดการ บริษัท ซี.พี.อี อินเจคชั่น จำกัด

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ รัตนรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกงานแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก
ทั้งนี้อยู่ในการควบคุมของ

ผศ.พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ.วิโรจน์ เอ็งสุรโสภณ

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณฉัตร บุณย เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกงานแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกงานแนวตั้ง และแบบใช้คั่นโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดฯให้แก่ นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 5447



บัณฑิตวิทยาลัย

111

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๕ ธันวาคม 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้จัดการ บริษัท พรินซ์ตัน จำกัด

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ รัตนรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์

เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก
ทั้งนี้อยู่ในการควบคุมของ

ผศ. พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ. วิโรจน์ เอ็งสุรสมณ

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณวีระศักดิ์ น้อยนงเยาว์ เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกในแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง และแบบใช้คันโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 5446



บัณฑิตวิทยาลัย

112

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๘ ธันวาคม 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ รัตนรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์

เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกงานแนวตั้ง แบบใช้คันโยก
ทั้งนี้เนื่องจากการควบคุมของ

ผศ.พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ.วิโรจน์ เอ็งสุรสถณ

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณรพีพงศ์ สุคันธารุณ เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกงานแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกงานแนวตั้ง และแบบใช้คันโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 5449



บัณฑิตวิทยาลัย

113

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๖ ธันวาคม 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ รัชฎวรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์

เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก
ทั้งนี้อยู่ในการควบคุมของ

ผศ. พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ. วิโรจน์ เอ็งสุภสม

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณโรสภณ อนุเดช เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกในแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง และแบบใช้คันโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 5450



บัณฑิตวิทยาลัย

114

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๘ ธันวาคม 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นายอุดมศักดิ์ ธัญญรักษ์ เป็นนิสิตระดับปริญญาตรี
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การสร้างเครื่องมือพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก
ทั้งนี้อยู่ในการควบคุมของ

ผศ.พูนเกียรติ ประถมบุตร

ประธาน

อ.วิโรจน์ เอ็งสุโสมณ

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ ผศ.ชาลี ตระกูลการ เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบเครื่องฉีด
พลาสติกในแนวตั้ง งานวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง และแบบใช้คันโยก

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริกษา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ความเข้มของเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบแบบประเมินสมรรถนะของเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยกเป็นรายหัวข้อ เพื่อให้ทราบว่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลอยู่ในระดับใด โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินสมรรถนะเครื่องฉีดพ่นสารเคมีในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยก

หัวข้อสมรรถนะ	x^2										Σx^2	Σx	s
1.1	25	25	25	25	16	16	16	16	9	16	189	43	.674
1.2	25	25	25	25	16	16	16	16	16	16	196	44	.516
1.3	16	25	16	25	16	16	16	16	16	16	178	42	.421
1.4	16	16	16	16	9	16	9	16	16	9	139	37	.483
1.5	25	16	25	16	16	16	9	16	16	16	171	41	.567
2.1	25	25	25	25	25	16	16	25	25	16	223	47	.483
2.2	16	25	25	16	16	16	9	16	25	16	180	42	.632
2.3	25	25	25	25	16	9	16	16	9	9	182	42	.788
2.4	25	25	25	25	16	9	16	16	9	9	182	42	.788
2.5	16	25	25	16	16	16	16	16	16	16	178	42	.421
3.1	9	16	16	25	16	16	16	9	25	16	164	40	.666
3.2	16	16	25	25	16	16	16	16	16	16	178	42	.421
3.3	25	25	25	25	25	16	9	16	16	16	216	46	.699
3.4	25	25	25	25	25	16	16	16	25	25	223	47	.483
3.5	25	25	25	25	16	16	16	16	25	16	205	45	.527
4.1	4	4	4	9	4	9	4	9	4	4	55	23	.483
4.2	25	25	25	25	16	16	16	16	16	25	205	45	.527
4.3	16	25	25	25	16	16	16	16	9	16	189	43	.670

หัวข้อสมรรถนะ											Σx^2	Σx	S
4.4	25	25	25	25	16	16	16	16	25	16	205	45	.527
4.5	25	25	25	25	25	16	9	16	25	16	207	45	.707
5.1	25	25	25	25	16	16	25	25	16	25	223	47	.483
5.2	25	25	25	25	16	16	16	16	25	16	205	45	.527
5.3	25	25	25	25	16	16	16	25	25	16	214	46	.516
5.4	25	25	25	25	16	16	16	16	25	25	214	46	.516
5.5	25	25	25	25	16	16	25	25	25	25	232	48	.421

จากตาราง 11 สามารถวิเคราะห์ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินสมรรถนะเครื่องฉีดพ่นลวดในแนวตั้ง แบบใช้คั่นโยกเป็นรายข้อดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน มีความคิดเห็นแตกต่างกันเกี่ยวกับ

1.1 ขนาดของเครื่องฉีดพ่นลวดในแนวตั้ง กระดาษวัดสวยงาม คิดเป็นคะแนนได้ .67 คะแนน

1.2 ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบ ให้มีรูปร่างลักษณะที่สามารถแยกชิ้นส่วนและประกอบได้ คิดเป็นคะแนนได้ .51 คะแนน

1.3 ชิ้นส่วนทุกชิ้นมีความแข็งแรง คิดเป็นคะแนนได้ .42 คะแนน

1.4 ชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบและสร้างให้มีความปลอดภัยขณะใช้งาน คิดเป็นคะแนนได้ .48 คะแนน

1.5 ลักษณะเครื่องฉีดพ่นลวดในแนวตั้ง ออกแบบได้อย่างเหมาะสม คิดเป็นคะแนนได้ .56 คะแนน

2.1 การเตรียมวัตถุดิบสามารถทำได้สะดวก คิดเป็นคะแนนได้ .48 คะแนน

2.2 การอุ่นเครื่องฉีดพ่นลวดในแนวตั้ง สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว คิดเป็นคะแนนได้ .63 คะแนน

2.3 ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน คิดเป็นคะแนนได้ .78 คะแนน

2.4 การใส่วัตถุดิบเข้าเครื่องฉีดยาสติกในแนวตั้ง ทำได้สะดวก คิดเป็นคะแนน
ได้ .78 คะแนน

2.5 การหยุดการปฏิบัติงานของเครื่องฉีดยาสติกในแนวตั้ง สามารถทำได้โดย
ตัดกระแสไฟฟ้า คิดเป็นคะแนนได้ .42 คะแนน

3.1 การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงานทำได้เหมาะสม คิดเป็นคะแนนได้
.66 คะแนน

3.2 การประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นไม่ก่อให้เกิดความชำรุด เสียหาย คิดเป็นคะแนน
ได้ .42 คะแนน

3.3 เมื่อกระบอกฉีดยาสติกชำรุด สามารถนำออกมาซ่อมแซมได้ คิดเป็นคะแนน
ได้ .69 คะแนน

3.4 วัสดุที่ใช้ทำกระบอกฉีดยาสติก หาได้ง่ายและราคาถูก คิดเป็นคะแนนได้

3.5 ถ้าหัวฉีดชำรุด สามารถซ่อมแซมได้ คิดเป็นคะแนนได้ .52 คะแนน

4.1 การฉีดยาสติกได้ไม่น้อยกว่า 10 กรัม คิดเป็นคะแนนได้ .48 คะแนน

4.2 เวลาในการหลอมละลายพลาสติกไม่เกิน 30 นาที คิดเป็นคะแนนได้

4.3 ทำให้พลาสติกที่หลอมละลาย มีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงสามารถฉีดเข้าแม่พิมพ์ได้ คิด
เป็นคะแนนได้ .67 คะแนน

4.4 หลอมละลายพลาสติกในกลุ่มเทอร์โมพลาสติกได้ คิดเป็นคะแนนได้

4.5 ประหยัดพลังงานที่ใช้ คิดเป็นคะแนนได้ .70 คะแนน

5.1 ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน ก็สามารถปฏิบัติงานได้ คิดเป็นคะแนนได้ .48 คะแนน

5.2 สามารถนำไปใช้ในห้องทดลอง คิดเป็นคะแนนได้ .52 คะแนน

5.3 สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกนักศึกษา คิดเป็นคะแนนได้ .51

คะแนน

5.4 สามารถนำไปใช้ในการฉีดยาสติกในกลุ่มเทอร์โมพลาสติกได้เป็นคะแนนได้
.51 คะแนน

5.5 เคลื่อนย้ายไปปฏิบัติงานในที่ต่างๆ ได้ คิดเป็นคะแนนได้ .42 คะแนน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นาย อุดมศักดิ์ ธัญญรักษ์
 เกิดวันที่ 2 เดือน ตุลาคม พุทธศักราช 2495
 สถานที่เกิด อำเภอ เมือง จังหวัด ราชบุรี
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 310/1214 ถนน สรวงประภา ต.สีกัน อ.ดอนเมือง
 จ.กรุงเทพมหานคร 10210
 ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ศึกษานิเทศก์ 7
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1 ถนน รามอินทรา
 กม.5-6 เขต ลาดพร้าว จ.กรุงเทพมหานคร 10230

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2512 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนโยธินวิทยา ต.พงสวาย
 อ.เมือง จ.ราชบุรี
 พ.ศ.2515 ปวช.ช่างเชื่อมและโลหะแผ่น จาก วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
 อ.เมือง จ.ราชบุรี
 พ.ศ.2518 ปม.วส. ช่างเชื่อมและโลหะแผ่น จาก วิทยาครูอาชีวศึกษา
 วิทยาเขตเทเวศร์ ถ.สามเสน จ.กรุงเทพมหานคร
 พ.ศ.2525 คอ.บ. เครื่องกล จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระ
 นครเหนือ วิทยาเขตพระนครเหนือ จ.กรุงเทพมหานคร
 พ.ศ.2540 กศ.ม. อดสาหกรรมศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร