ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์โดยการครอบด้วยพลาสติก

Plastic Packaging Machine

ชื่อนักศึกษา

1. นายจักรพันธ์ สุวรรณา	รหัสประจำตัว	46035424
2. นายณัฐวุฒิ พงศ์นวเลิศปัญญา	รหัสประจำตัว	46035427
3. นายธรรมศักดิ์ ศรีเผด็จ	รหัสประจำตัว	46035430
4. นายอรรถพล ธรรมสอน	รหัสประจำตัว	46035457

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
2. อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี	
3. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
4. อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี	
5. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2547 เวลา 12.45 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<BT4710232>

เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์โดยการครอบด้วยพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

PLASTIC PACKAGING MACHINE

T 059512

นายจักรพันธ์ สุวรรณา
นายณัฐวุฒิ พงศ์นวเลิศปัญญา
นายธรรมศักดิ์ ศรีเผด็จ
นายอรรถพล ธรรมสอน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

ลขหมู่.....
ลขทะเบียน.....59512
วัน,เดือน,ปี.....- 7 มิ.ย. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

Plastic Packaging Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของภาคต่างๆ ของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก
2. เพื่อออกแบบเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก
3. เพื่อประกอบสร้างเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก
4. เพื่อทดลองและทดสอบการทำงาน การใช้งานของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์โดยการครอบด้วยพลาสติก
5. เพื่อนำเครื่องจักรไปใช้งานจริงอย่างมีประสิทธิภาพ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ศึกษาการทำงานและการใช้งานของภาคต่างๆ ของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก
2. ได้ศึกษาการออกแบบระบบของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก
3. ได้ศึกษาชิ้นส่วนและส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก
4. ได้รับความรู้และทักษะในการทดลองเพื่อนำไปใช้งานจริง
5. ได้รับความรู้ในการออกแบบวางแผนในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก
นักศึกษา	นายจักรพันธ์ สุวรรณา
	นายณัฐวุฒิ พงศ์นวเลิศปัญญา
	นายธรรมศักดิ์ ศรีเผด็จ
	นายอรรถพล ธรรมสอน
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการสร้างเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก โครงงานประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนระบบความร้อน ส่วนระบบนิวแมตริก และส่วนระบบไฟฟ้า เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก สามารถขึ้นรูปชิ้นงานที่มีขนาดความกว้างไม่เกิน 9 นิ้ว ยาวไม่เกิน 13 นิ้ว และ ความสูงไม่เกิน 1 นิ้ว เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้ และสามารถนำไปใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ระดับขนาดเล็กถึงระดับขนาดกลางได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Plastic Packaging Machine	
Students	Mr.Jukkapun	Suwanna
	Mr.Nattavut	Pongnavalaspaya
	Mr.Tammasak	Sripadet
	Mr.Attapon	Tummason
Advisor	Mr.Surapong	Siripongdee
Co-Advisor	Asst.Prof.Wisuit	Atiporntum
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Industrial Instrument Technology	
Academic Year	2004	

ABSTRACT

This thesis presents the project of plastic packaging machine. This project consists of 3 parts; heat radiation, control pneumatic system, and electric control system. The project can pack in 9×13×1 (width × length × helght) inches-dimension. The project could be applied to use in the industry as a small – medium economic.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องมาจากความอนุเคราะห์ของ อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี ผศ. วิสุทธิ์ อธิพรธรรม อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์ อาจารย์โกศล ตราชู คณาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม และ คณาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมทุกท่าน เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำข้อเสนอต่างๆ ตลอดจนคอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ และขอกราบพระคุณ บิดา มารดาที่ให้การอบรมเลี้ยงดูและให้การสนับสนุนทุกอย่างที่เกี่ยวกับการศึกษาของลูกๆ ทุกคน จนลูกๆ ได้มีโอกาสกระทำในสิ่งที่ถูกต้องเสมอมา ตลอดจนเพื่อนๆ และรุ่นน้อง ที่คอยให้กำลังใจตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆทุกๆ สาขาวิชา ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 พลาสติก	3
2.2.1 แหล่งกำเนิดของพลาสติก	3
2.2.2 วัตถุดิบพลาสติกที่ใช้ผลิต	4
2.2.3 คุณสมบัติของพลาสติก	4
2.2.4 พลาสติกที่ใช้ในการขึ้นรูป	5
2.3 การขึ้นรูปด้วยสูญญากาศ	5
2.3.1 การขึ้นรูปด้วยสูญญากาศโดยตรง	6
2.3.2 การขึ้นรูปโดยวิธีใช้แม่พิมพ์กดยึด	7
2.3.3 การขึ้นรูปโดยใช้ปลั๊กกดช่วย	8
2.3.4 วิธีการขึ้นรูปโดยใช้ปลั๊กและลมอัดช่วย	10
2.4 หลักการของสูญญากาศ	11
2.5 ปั๊มสูญญากาศ	12
2.5.1 ชนิดของปั๊มสูญญากาศ	12
2.5.2 การเลือกปั๊มสูญญากาศ	15
2.5.3 หน่วยสูญญากาศ	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 การพาความร้อน	17
2.7 คุณสมบัติของนิวเมตริกเมื่อเปรียบเทียบกับไฮดรอลิก	20
2.8 กระบอกสูบลม	21
2.8.1 กระบอกสูบลมทำงานทางเดียว	23
2.8.2 กระบอกสูบลมเบรกทางเดียวชนิดไดอะแฟรม	23
2.8.3 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง	25
2.8.4 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบมีก้านสูบสองข้าง	27
2.8.5 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบสองตอน	28
2.8.6 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบมีเบรกก้านสูบ	28
2.8.7 กระบอกสูบชนิดช่วงชักหลายตำแหน่ง	29
2.8.8 กระบอกสูบแบบก้านสูบอยู่กับที่ลูกสูบเคลื่อนที่	30
2.9 สัญลักษณ์พิเศษของกระบอกสูบแบบต่างๆ	30
2.10 ลักษณะการออกแบบการซีลของกระบอกสูบ	32
2.11 ลักษณะการซีล	33
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	34
3.1 กล่าวนำ	34
3.2 การออกแบบโครงสร้าง	34
3.2.1 แนวทางในการออกแบบ	35
3.2.2 การเลือกใช้วัสดุ	36
3.3 การดำเนินงานในส่วนประกอบโครงสร้าง	36
3.3.1 ชุดจับแผ่นพลาสติก	36
3.3.2 ขนาดของโต๊ะชิ้นงานทางด้านข้าง	36
3.3.3 ชุดขึ้นรูปชิ้นงาน	37
3.3.4 ชุดให้ความร้อน(ฮีตเตอร์)	37
3.3.5 ชุดควบคุม	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 วงจรควบคุม	39
3.4.1 วงจรควบคุมของระบบชุดให้ความร้อน51	39
3.4.2 วงจรควบคุมของระบบชุดตัวจับพลาสติก	40
3.4.3 วงจรควบคุมของระบบชุดยกถาดชิ้นงานและขึ้นรูป	41
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	42
4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง	42
4.2 อุปกรณ์ในการทดลอง	42
4.3 ขั้นตอนการทดลอง	43
4.4 บันทึกการทดลอง	44
4.5 สรุปผลการทดลอง	45
บทที่ 5 บทสรุป	46
5.1 สรุป	46
5.2 ปัญหาและการแก้ไข	46
5.3 แนวทางการพัฒนา	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	49
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	53
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	56
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน	59
ภาคผนวก จ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	65
ประวัติผู้แต่ง	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของปั๊ม	16
2.2 เปรียบเทียบค่าความดันสูญญากาศในหน่วยต่าง ๆ	16
2.3 ประมาณค่าของความร้อนสำหรับวัตถุชนิดต่างๆ	18
2.4 ระยะกันกระแทกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	22
2.5 สัญลักษณ์ของกระบอกสูบลมชนิดมีกันกระแทกลักษณะต่างๆ	27
2.6 สัญลักษณ์พิเศษของกระบอกสูบแบบ	31
2.6 (ต่อ)สัญลักษณ์พิเศษของกระบอกสูบแบบ	32
4.1 การให้ความร้อนและการใช้เวลาในการขึ้นรูป	44
4.2 บันทึกผลการทดลองที่ปริมาณลม 6 บาร์	44
ค.1 รายงานอุปกรณ์ของชุดให้ความร้อน	57
ค.2 รายงานอุปกรณ์ของชุดจับพลาสติก	57
ค.3 รายงานอุปกรณ์ของชุดขึ้นรูปชิ้นงาน	57
ค.4 รายงานอุปกรณ์ของชุดควบคุม	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การจับยึดและให้ความร้อนจนพลาสติกอ่อนตัว	6
2.2 การวางพลาสติกบนแม่พิมพ์	6
2.3 พลาสติกที่ถูกดูดตามแม่พิมพ์	6
2.4 ชิ้นงานหลังจากนำออกจากแม่พิมพ์	7
2.5 การจับยึดและให้ความร้อนจนอ่อนตัว	7
2.6 การกดยึด	7
2.7 การดูดอากาศเพื่อให้พลาสติกแนบกับแม่พิมพ์	8
2.8 ชิ้นงานหลังนำออกจากแม่พิมพ์	8
2.9 การยึดแผ่นพลาสติกและให้ความร้อน	8
2.10 การวางแผ่นพลาสติกบนแม่พิมพ์	9
2.11 การใช้ปลั๊กกดลงบนแผ่นพลาสติก	9
2.12 การดูดอากาศออก	9
2.13 หลังนำปลั๊กออก	10
2.14 การจับยึดพลาสติกและให้ความร้อนจนอ่อนตัว	10
2.15 การวางแผ่นพลาสติกลงบนแม่พิมพ์	10
2.16 การกดปลั๊กลงบนแผ่นพลาสติก	11
2.17 การอัดอากาศกดแผ่นพลาสติก	11
2.18 หลังจากนำปลั๊กออก	11
2.19 ก่อนเป็นสูญญากาศ	12
2.20 หลังเป็นสูญญากาศ	12
2.21 ปั๊มสูญญากาศแบบโรตารี่เวน	14
2.22 หลักการทำสูญญากาศของเรียนเนอเรตีฟ โบลเวอร์	14
2.23 การเปลี่ยนแปลงของค่าความร้อนของสารชนิดต่าง ๆ	19
2.24 ลักษณะโครงสร้างของกระบอกสูบลม	22
2.25 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทำงานทางเดียว	23
2.26 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทางเดียวชนิดไดอะแฟรม	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทางเดียวชนิดไดอะแฟรมม้วน	24
2.28 ลักษณะของกระบอกสูบลมแบบสองทาง	25
2.29 ลักษณะของกระบอกสูบลมแบบสองทางมีเบาะลมกันกระแทก	26
2.30 ลักษณะของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทางแบบมีก้านสูบสองข้าง	28
2.31 ลักษณะของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทางแบบสองตอน	28
2.32 ลักษณะของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทางแบบมีเบรกก้านสูบ	29
2.33 ลักษณะของกระบอกสูบชนิดช่วงชักหลายตำแหน่ง	29
2.34 ลักษณะและการนำไปใช้งานของกระบอกสูบแบบก้านสูบอยู่กับที่ลูกสูบเคลื่อนที่	30
3.1 ระบบการทำงาน	34
3.2 โครงสร้างของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก	35
3.3 การประกอบชุดจับพลาสติกจากเหล็กแผ่น	36
3.4 ประกอบโต๊ะชิ้นงาน(มองทางด้านข้าง)	37
3.5 ชุดขึ้นรูปและวางชิ้นงาน	37
3.6 ด้านข้างของฮีตเตอร์	38
3.7 ด้านบนของฮีตเตอร์	38
3.8 แผงควบคุมของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก	39
3.9 วงจรควบคุมของชุดให้ความร้อน	39
3.10 วงจรควบคุมของชุดจับพลาสติก	40
3.11 วงจรควบคุมของชุดยกถาดชิ้นงานและขึ้นรูป	41
4.1 เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก	42
ก.1 เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก	50
ก.2 ด้านข้างของเครื่องเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก	50
ก.3 ภาคการทำงานชุดจับพลาสติก	51
ก.4 ภาคทำงานชุดให้ความร้อน	51
ก.5 ภาคการทำงานชุดขึ้นรูปและวางชิ้นงาน	52
ก.6 อุปกรณ์ภายในเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก	52
ข.1 วงจรชุดให้ความร้อน	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.2 วงจรชุดจับพลาสติก	54
ข.3 วงจรชุดยกถาดชิ้นงานและขึ้นรูปพลาสติก	55
ข.4 วงจรรวมของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก	55
ง.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่อง	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นกล่องใส่อาหารภาชนะต่างๆ ตลอดจนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งล้วนแต่มีกรรมวิธีการผลิตที่ต่างกันออกไป การผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทบรรจุภัณฑ์ที่ทำด้วยพลาสติกมีความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์ตามความเหมาะสมกรรมวิธีขึ้นรูปพลาสติกที่นิยมมีหลายวิธี เช่น การฉีด อัด เป่า สูญญากาศ เหวี่ยง เป็นต้น

ทั้งนี้จากการศึกษาโครงงานของนักศึกษารุ่นก่อนๆ ที่ผ่านมา นั้นพบว่าได้มีการสร้างเครื่องบรรจุน้ำดื่มชนิดถ้วยพลาสติกได้แล้ว ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำโครงงานได้เล็งเห็นว่า เพื่อให้มีการสอดคล้องกับ การสร้างเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์โดยการครอบด้วยพลาสติก ซึ่งเป็นกรรมวิธีขึ้นรูปพลาสติกที่เหมาะสมที่สุด

ปัจจุบันมีการแข่งขันในเชิงการตลาดมากมาย ผู้ผลิตจึงมีการแข่งขันตกแต่งผลิตภัณฑ์และบรรจุผลิตภัณฑ์ แบบครอบด้วยพลาสติกนั้น จะขึ้นตามรูปทรงที่กำหนด ทั้งยังต้องการลดอันตรายจากกลิ่นพลาสติก ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ให้น้อยที่สุด และปรับปรุงเวลาการทำงานให้มีความคงที่มากที่สุด เพื่อนำไปใช้งานกับผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมในครัวเรือน เพราะรัฐบาลได้เน้น หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้า

เครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศที่สามารถทำงานในปัจจุบัน มีราคาค่อนข้างสูง หากได้มีการออกแบบสร้างเพื่อเป็นต้นแบบ และใช้พัฒนาต่อไป จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตลงได้ไม่มากก็น้อย ดังนั้นคณะผู้จัดทำโครงงานจึงมีความประสงค์ที่จะทำการออกแบบสร้างเครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศดังกล่าว

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1. ความหนาของพลาสติก แบบ เทอร์โมพลาสติก ความหนาพลาสติกตั้งแต่ 1 มม. ขึ้นไป
2. สามารถครอบพลาสติกขนาด กว้าง 9 นิ้ว ยาว 13 นิ้ว สูง 1 นิ้ว
3. สามารถครอบพลาสติก ได้ครั้งละไม่เกิน 1 ชิ้นต่อครั้ง
4. วัตถุที่นำมาครอบด้วยพลาสติก สามารถทนต่อความร้อน
5. วัตถุที่นำมาครอบพลาสติก มีโครงสร้างซับซ้อน เช่น คีม ไขควง ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบไปด้วยทฤษฎีและหลักการ กล่าวถึง ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวกับพลาสติก ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการขึ้นรูปพลาสติกในแบบต่างๆ ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับระบบสูญญากาศ ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อน ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับอุปกรณ์นิวแมติก และ ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับวงจรต่าง ๆ ในภาคควบคุม

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจร และ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น กระบอกสูบนิวเมติกส์ โครงสร้าง วงจรควบคุม โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบของส่วนต่างๆโดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลอง มีเนื้อหาเกี่ยวกับการตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของอุปกรณ์ และวงจร ภาคต่างๆ ผลที่ได้รับ และการทดลองเมื่อนำเอาส่วนต่าง ๆ ร่วมเข้าด้วยกัน

บทที่ 5 บทสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาแนวทางการแก้ไข และพัฒนา กล่าวถึงสมรรถภาพการทำงาน, ความผิพลาดที่เกิดขึ้น และจุดบกพร่องที่พบ รวมถึงที่มาของสาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่นำมาใช้ประกอบในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งเนื้อหาต่างๆ จะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

2.2 พลาสติก

พลาสติกคือ สารสังเคราะห์ (Synthetic Materials) ที่มนุษย์คิดค้นขึ้นมา มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่มาก (Macromolecule) จะประกอบด้วยธาตุสำคัญ คือ คาร์บอนไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน คลอรีน ฟลูออรีน ฯลฯ พลาสติกเป็นสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) ชนิดหนึ่ง เพราะพลาสติกส่วนมากมีแหล่งกำเนิดจากน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ มีพลาสติกหลายชนิดที่มีเฉพาะธาตุไฮโดรเจนและคาร์บอนล้วนๆ ผสมอยู่แต่พลาสติกส่วนมากยังประกอบด้วยธาตุชนิดอื่น ๆ อีก เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟลูออรีน ฟอสฟอรัส กำมะถัน ฯลฯ

พลาสติกสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน ทั้งของใช้ใกล้ตัวและอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ เช่น ภาชนะบรรจุอาหาร อุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์ ผลิตภัณฑ์ ทางการแพทย์ ของเล่นเด็ก ฯลฯ

2.2.1 แหล่งกำเนิดของพลาสติก

พลาสติกมีแหล่งกำเนิด 5 แหล่ง ใหญ่ ๆ คือ

1. ผลิตผลทางเกษตร เช่น เซลลูโลสไนเตรท (Cellulose Nitrate) เซลลูโลสอาซิเตรท (Cellulose Acetate) เซลลูโลสแอคเตรทบูตีเรท (Cellulose Acctrate Butyrate) เชลแลค (Shellac) เอทเทิลเซลลูโลส (Ethyl Cellulose) ฯลฯ
2. ผลิตผลทางเกษตรน้ำมัน มีน้อยมาก เช่น ฟูรัน(Furan)
3. น้ำมันและถ่านหิน เป็นแหล่งที่ใช้ผลิตพลาสติกชนิดต่างๆ ได้มากที่สุด เช่น โพลิเอสเทอร์ลีน (Polyethylene) โพลิโพรพิลีน (Polypropylene) โพลิสไตรีน (Polystyrene) ไนล่อน(Nylon) โพลิเอสเทอร์ (Polyester) อะคริลิก (Acrylic) อีพอกซี(Epoxy) ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. น้ำมันและสินแร่ เช่น โพลีไวนิลบูทิรัล (Polyvinyl Butyral) โพลีไวนิลคาร์ บาซอล (Polyvinyl Carbazole) โพลีไวนิลแอคเตรท (Polyvinyl Acetate) ซิลิโคน (Silicone) โพลีไวนิลแอคเตรท-คลอไรด์ (Polyvinyl Acetate-Chloride) ฯลฯ

5. สินแร่ เช่น แคลเซียม-อลูมินั่มซิลิเคท (Calcium-Aluminium Silicate)

2.2.2 วัตถุดิบพลาสติกที่ใช้ผลิต

วัตถุดิบพลาสติกที่ใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกมี 3 ชนิด

1. ผง (Powder)

2. เม็ด (Pellet & Granule)

3. เหลว (Liquid)

วัตถุดิบพลาสติกที่มีรูปร่างแตกต่างกันไปเพื่อความเหมาะสมกับกรรมวิธีการผลิต ชนิดผงและเม็ดเหมาะสำหรับการผลิตที่ใช้เครื่องจักรมีปริมาณการผลิตเป็นจำนวนมาก ต้องลงทุนในเรื่องเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง ซึ่งนิยมใช้พลาสติกเกือบทุกชนิด

ชนิดเหลวเหมาะสำหรับประกอบเป็น อุตสาหกรรมขนาดเล็ก อุตสาหกรรมในครอบครัว หรืออุตสาหกรรมขนาดกลาง เช่น โพลิเอสเตอร์ (Unsaturated polyester) นิยมนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส และผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ ผลิตภัณฑ์ไม้อัดเคลือบผิวพลาสติก (กรอบรูปวิทยาศาสตร์) อะคริลิก (Acrylic) ใช้หล่อทำเป็นแผ่นอะคริลิก โพลิยูริเทน ใช้ทำโฟมฟองน้ำและไม้แกะสลักเทียมชนิดต่าง ๆ

2.2.3 คุณสมบัติของพลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษดีเด่นกว่าวัสดุที่ได้จากธรรมชาติหรือสังเคราะห์ขึ้นมา เช่น ไม้ โลหะ แก้ว กระดาษ ฯลฯ ที่นิยมใช้กันมาก่อนอย่างมากมาย ทั้งนี้เพราะพลาสติกมีคุณสมบัติหลายๆ อย่างรวมกันในตัวของมันเองและยังมีคุณสมบัติ สามารถใช้แทนวัสดุอื่นได้ดีเท่าเทียม หรือดีกว่าวัสดุเดิม เช่น

1. แข็ง

2. อ่อนนุ่ม

3. ยืดตัว

4. เหนียวทนทาน

5. ใสทึบ

6. เบา

7. ลอยน้ำได้

8. ทนความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทนการสึกกร่อน

10. ทนสารเคมี

11. เป็นฉนวนไฟฟ้า

12. กันน้ำ

13. ไม่ติดง่าย

14. หล่อลื่นในตัว

15. ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้

พลาสติกมีคุณสมบัติทางโครงสร้างพิเศษที่มีโมเลกุล ที่เชื่อมต่อกันยาวกว่าชนิดอื่นมากมาย นับเป็นพันเท่า ด้วยเหตุดังกล่าว จึงทำให้พลาสติกมีคุณสมบัติพิเศษหลาย ๆ อย่าง พร้อมกันไป คือ

1. คุณสมบัติทางกายภาพ (Mechanical) มีความแข็งแรง เหนียว ยืดหยุ่น ฯลฯ

2. คุณสมบัติทางไฟฟ้า (Electrical) เป็นฉนวนไฟฟ้า

3. คุณสมบัติทางเคมี (Chemical) ทนกรด ด่าง และสารเคมี

2.2.4 พลาสติกที่ใช้ในการขึ้นรูป

พลาสติกที่จะใช้ในการขึ้นรูป ด้วยความร้อนจะต้องเป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกเท่านั้น สำหรับพลาสติกประเภทเทอร์โมเซท (Thermosets) จะไม่สามารถขึ้นรูปด้วยความร้อนได้ แผ่นเทอร์โม-พลาสติกเกือบทุกชนิด สามารถนำไปขึ้นด้วยความร้อนได้และที่นิยมขึ้นรูปกันมาก คือ โพลิสไตรีน (Polystyene) อะครีลิค (Acryiles) เวลลูโลซิคส์ (Cellulosics) และ พีวีซี (PVC) แผ่นพลาสติกที่ใช้ในการขึ้นรูปด้วยความร้อนนั้น จะมีเป็นแผ่นพลาสติกที่ผ่านกรรมวิธีการอัดรีด (Extrusion) ทั้งนี้ เพราะราคาถูกและยืดตัวได้ดีกว่านอกจากนี้ยังมี เทอร์โมพลาสติกชนิดอื่นอีกที่สามารถขึ้นรูปด้วยความร้อนได้

2.3 การขึ้นรูปด้วยสูญญากาศ

การขึ้นรูปพลาสติก โดยวิธีสูญญากาศเป็นกรรมวิธีที่นิยม ใช้กับการขึ้นรูปกับพลาสติกที่มีแผ่นบางประเภทเทอร์โมพลาสติก โดยอาศัยแรงลมของสูญญากาศ (Vacuum) เดินทางผ่านช่องว่างของแม่พิมพ์ที่มีรูปทรงตามต้องการ โดยที่โมล (Mold) มีรูพรุนเล็กๆ เพื่อให้แรงของสูญญากาศกระจายให้ทั่วแม่พิมพ์ และในการขึ้นรูปจะต้องให้ความร้อนกับพลาสติกก่อน เพื่อให้พลาสติกอ่อนตัว ทำให้การขึ้นรูปทำได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

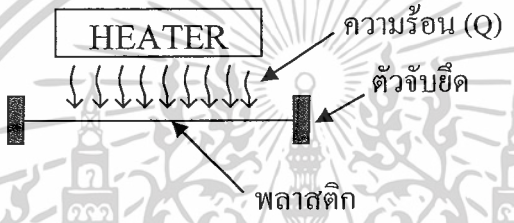
ประเภทและวิธีการ

กรรมวิธีการขึ้นรูปพลาสติกแผ่นด้วยสูญญากาศที่นิยมใช้โดยทั่วไปสามารถจำแนกลักษณะวิธีการได้ดังนี้

2.3.1 การขึ้นรูปด้วยสูญญากาศโดยตรง

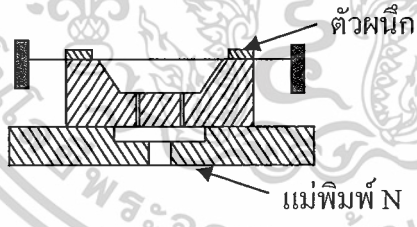
เป็นวิธีการขึ้นรูปที่นิยมแพร่หลายมากที่สุด มีความคล่องตัวในการขึ้นรูปสูง การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้

1. จับยึดพลาสติกและให้ความร้อนจนถึงจุดอ่อนตัว



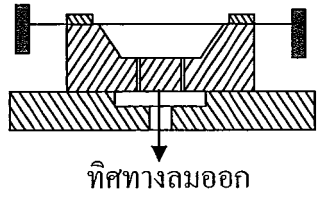
รูปที่ 2.1 การจับยึดและให้ความร้อนจนพลาสติกอ่อนตัว

2. นำพลาสติกที่อ่อนตัววางบนแม่พิมพ์ และผนึกให้เรียบร้อย



รูปที่ 2.2 การวางพลาสติกบนแม่พิมพ์

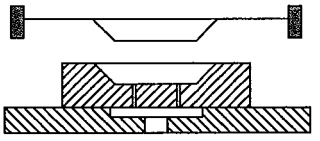
3. ดูดอากาศภายในแม่พิมพ์ออก



รูปที่ 2.3 พลาสติกที่ถูกดูดตามแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัวแล้วนำออกจากแม่พิมพ์

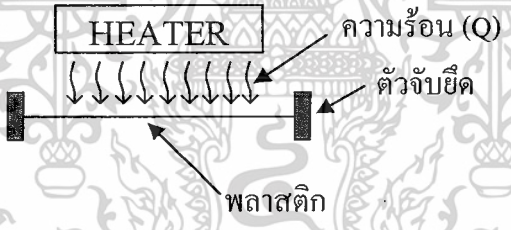


รูปที่ 2.4 ชิ้นงานหลังจากนำออกจากแม่พิมพ์

2.3.2 การขึ้นรูปโดยวิธีใช้แม่พิมพ์กดยึด

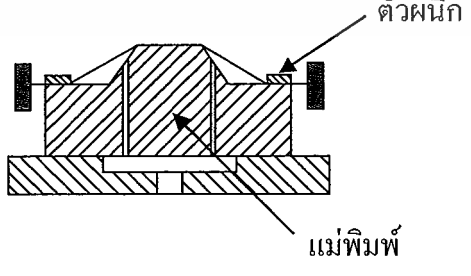
เป็นการขึ้นรูปด้วยสูญญากาศชนิดหนึ่ง โดยใช้แม่พิมพ์ชนิดตัวผู้ (Male mold) ดันหรือกดให้แผ่นพลาสติกที่อ่อนตัว ยืดออกจนได้ความลึกตามขนาดของแม่พิมพ์จากนั้นจึงดูดอากาศในช่องว่างระหว่างแผ่นพลาสติกพับแม่พิมพ์ออก ทำให้แผ่นพลาสติกแนบกันแม่พิมพ์ดังแสดงในขั้นตอนต่อไปนี้

1. จัดยึดชิ้นงาน และให้ความร้อนจนถึงจุดอ่อนตัว



รูปที่ 2.5 การจับยึดและให้ความร้อนจนอ่อนตัว

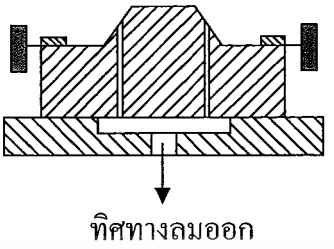
2. กดแผ่นพลาสติกลงบนแม่พิมพ์ หรือยกแม่พิมพ์ขึ้น และผนึกโดยรอบแม่พิมพ์



รูปที่ 2.6 การกดยึด

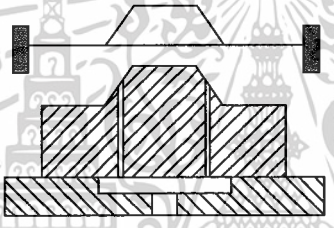
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ดูดอากาศเพื่อให้แผ่นพลาสติกแนบติดกับแม่พิมพ์



รูปที่ 2.7 การดูดอากาศเพื่อให้พลาสติกแนบกับแม่พิมพ์

4. ปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัว แล้วนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

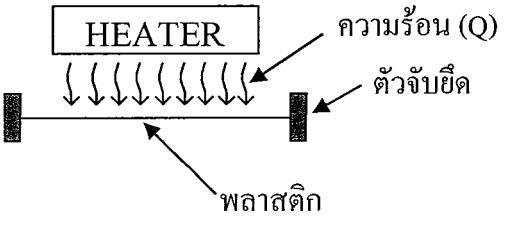


รูปที่ 2.8 ชิ้นงานหลังนำออกจากแม่พิมพ์

2.3.3 การขึ้นรูปโดยใช้ปลั๊กกดช่วย

เป็นวิธีการขึ้นรูปด้วยความร้อน ที่มีกรรมวิธีขึ้นรูปด้วยสุญญากาศ โดยตรงมาผสมผสานกับวิธีขึ้นรูปโดยใช้อุปกรณ์กดยึดวิธีขึ้นรูปโดยการใช้ปลั๊กและสูญญากาศนี้ จะมีลักษณะคล้ายกับการขึ้นรูปด้วยสูญญากาศโดยตรง ต่างกันตรงวิธีการขึ้นรูปโดยใช้ปลั๊กและสุญญากาศจะมีปลั๊กเป็นตัวช่วยกดให้พลาสติกยืดตัวก่อนที่จะดูดอากาศภายในแม่พิมพ์ออก ดังขั้นตอนต่อไปนี้

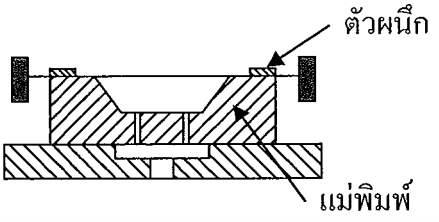
1. จัดยึดแผ่นพลาสติก และให้ความร้อนจนถึงจุดอ่อนตัว



รูปที่ 2.9 การยึดแผ่นพลาสติกและให้ความร้อน

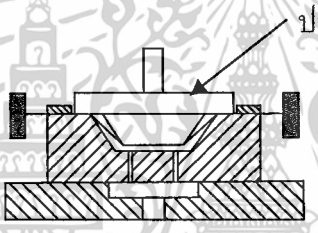
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำพลาสติกที่อ่อนตัววางลงบนแม่พิมพ์ และผนึกให้เรียบร้อย



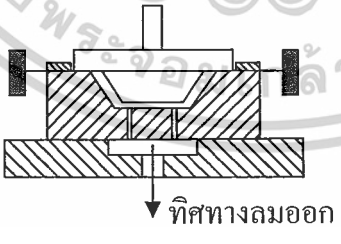
รูปที่ 2.10 การวางแผ่นพลาสติกบนแม่พิมพ์

3. กดปลั๊กลงบนแผ่นพลาสติก



รูปที่ 2.11 การใช้ปลั๊กกดลงบนแผ่นพลาสติก

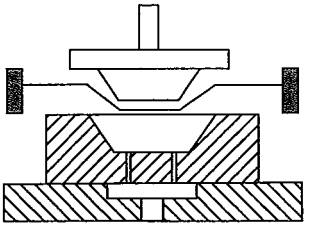
4. ดูดอากาศภายในแม่พิมพ์ออกจนแผ่นพลาสติกแนบติดกับผิวแม่พิมพ์



รูปที่ 2.12 ภาพการดูดอากาศออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัวและยกปลั๊กขึ้น



รูปที่ 2.13 หลังนำปลั๊กออก

การขึ้นรูปโดยใช้ปลั๊กและสูญญากาศนี้ จะเห็นได้ว่าปลั๊กเป็นตัวช่วยกดให้พลาสติกยืดตัวเพิ่ม ช่วยให้สามารถขึ้นรูปได้ความลึกที่มากกว่า และยังผลให้ชิ้นงานมีความหนาที่ใกล้เคียงกันอีกด้วย

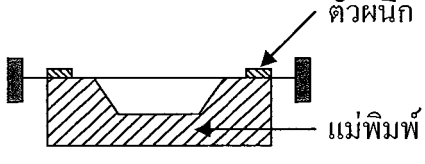
2.3.4 วิธีการขึ้นรูปโดยใช้ปลั๊กและลมอัดช่วย

เป็นการขึ้นรูปโดยอาศัยปลั๊ก เป็นตัวช่วยกดให้พลาสติกยืดตัวอีกวิธีหนึ่งคล้ายกับการขึ้นรูปโดยใช้ปลั๊กและลมอัดนี้ ทำให้แผ่นพลาสติกเข้าแนบติดกับผิวของแม่พิมพ์โดยการอัดอากาศให้ผ่านเข้าปลั๊ก ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. จับแผ่นพลาสติกและให้ความร้อนจนอ่อนตัว

รูปที่ 2.14 การจับยึดพลาสติกและให้ความร้อนจนอ่อนตัว

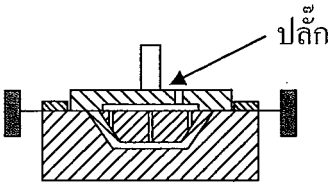
2. นำแผ่นพลาสติกวางลงบนแม่พิมพ์ และผนึกให้เรียบร้อย



รูปที่ 2.15 การวางแผ่นพลาสติกลงบนแม่พิมพ์

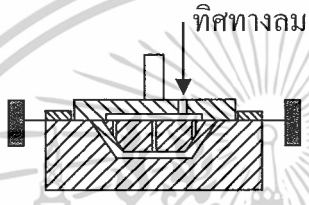
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กดปลั๊กลงบนแผ่นพลาสติก



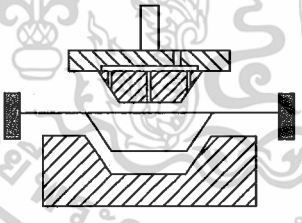
รูปที่ 2.16 การกดปลั๊กลงบนแผ่นพลาสติก

4. อัดอากาศเข้าทางบนของปลั๊ก เพื่อให้แรงดันอากาศกดแผ่นพลาสติก



รูปที่ 2.17 การอัดอากาศกดแผ่นพลาสติก

5. ปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัว และยกปลั๊กออก



รูปที่ 2.18 หลังจากนำปลั๊กออก

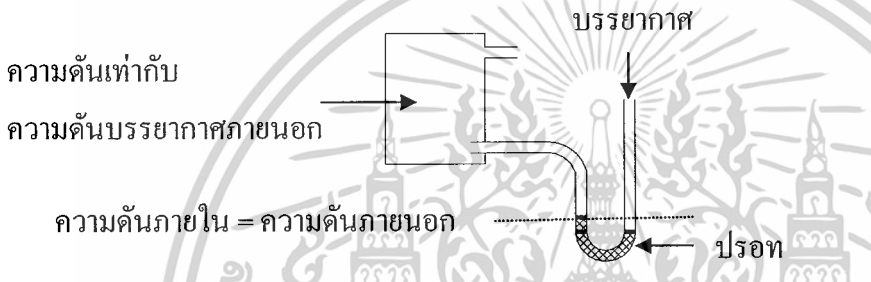
2.4 หลักการของสูญญากาศ

สูญญากาศ ใช้หลักการของเวนจูรี (Vanturi Principle) เพื่อทำให้เกิดสูญญากาศในบริเวณจำกัดซึ่งมีความกดดันต่ำกว่า 0.5 บาร์ ดังนั้น การทำให้เกิดสูญญากาศ และระดับของสูญญากาศที่เกิด จะขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศที่ทำให้พุ่งเข้ามา สูญญากาศสูงอาจทำได้โดยการเพิ่มความเร็วของอากาศ ลักษณะรูปร่างและขนาดของทางออกอากาศและเนื้อที่ของบริเวณขยายตัวเป็นปัจจัยที่สำคัญที่เป็นตัวกำหนดระดับของสูญญากาศหรือการเกิดสูญญากาศ

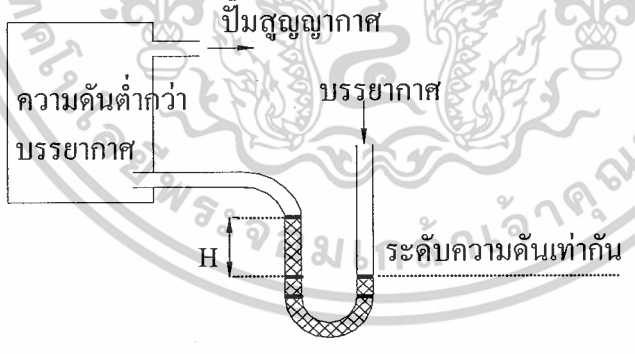
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ปั๊มสูญญากาศ

ปั๊มสูญญากาศ คือ ปั๊มอัดอากาศแบบหนึ่งทำหน้าที่ดูดอากาศจากความดันต้นทางที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ อัดให้มีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศเล็กน้อยเพื่อปล่อยออกไปหาเราเอาถังใบหนึ่งที่ปิดบังมาต่อท่อเข้ากับปั๊มนั้น อากาศในถังจะถูกดูดออกไปเรื่อย ทำให้ความดันภายในลดลง ซึ่งหมายถึงเกิดสภาวะสูญญากาศนั่นเอง การคำนวณทางเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับปั๊มทั้งสองชนิดดังกล่าวจึงเหมือนกันทุกอย่าง แต่วิธีการสรรหาชนิดของปั๊มสูญญากาศที่เหมาะกับงานนั้นต่างออกไป



รูปที่ 2.19 ก่อนเป็นสูญญากาศ



รูปที่ 2.20 หลังเป็นสูญญากาศ

2.5.1 ชนิดของปั๊มสูญญากาศ

ปั๊มสูญญากาศ มีทั้งแบบดูด–อัด (Positive Displacement) และแบบดูดเหวี่ยงหรือไดนามิก (Noon – Positive Displacement of Dynamic) ปั๊มแบบดูดอัด มีขนาดปริมาณของห้องอัดที่คงที่ เช่น ปั๊มแบบลูกสูบ ปั๊มแบบโรตารี่เวน ปั๊มแบบโหลบ (Lobe Rotor) และสกรูส่วนปั๊มแบบดูดเหวี่ยงจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการดูดอากาศโดยวิธีเปลี่ยนพลังงานศักย์ให้เป็นพลังงานจลน์ (Kinetic Energy) ดูดอากาศออกจากระบบ ปั๊มพวกนี้ให้อัตราการไหลที่สูงแต่จะให้ระดับสูญญากาศไม่มากนัก ปั๊มแบบนี้ เช่น ปั๊มแรงเหวี่ยงแบบหลายสเตจ และปั๊มรีเยนเนอเรตีฟโบลเวอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ปั๊มแบบลูกสูบ (Reciprocating Piston Pumps)

ปั๊มแบบนี้เป็นชนิดที่สามารถทำสูญญากาศได้สูง แสดงให้เห็นลักษณะของปั๊มซึ่งอาจจะมีลูกสูบต่อกับเพลาข้อเหวี่ยงอยู่ 1 หรือ 2 ลูก อาการเคลื่อนที่ของลูกสูบทำให้อากาศถูกดูดผ่านลิ้นกันกลับ และเกิดสูญญากาศขึ้นที่ช่องพอร์ททางเข้า ปั๊มแบบนี้สามารถทำสูญญากาศได้สูง 685.8 หรือ 723.9 มิลลิเมตรปรอท ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน มีข้อเสียคือ มีเสียงดัง และสั่นสะเทือนขณะทำงาน ดังนั้นจะต้องติดตั้งเครื่องให้มั่นคงและแข็งแรง

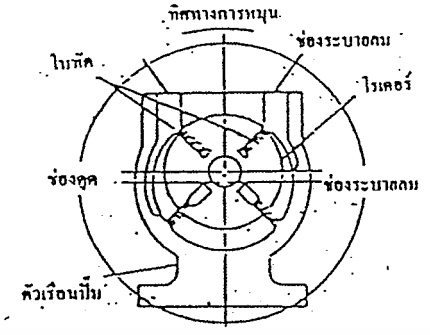
2. ปั๊มแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Pump)

ปั๊มแบบไดอะแฟรม เป็นปั๊มแบบชักขึ้นลงอีกชนิดหนึ่ง ที่สร้างสูญญากาศด้วย การเคลื่อนที่ขึ้น–ลง ของแผ่นไดอะแฟรมที่อยู่ในห้องอัดที่อยู่ภายในปั๊ม แผ่นไดอะแฟรมทำด้วยวัสดุสังเคราะห์อีลาสโตเมอร์ (Elastomer) หรือยางสังเคราะห์ มีคุณสมบัติในการยืดหยุ่น ดังนั้นการทำงานจึงไม่ต้องการน้ำมันปั๊มแบบนี้ มีทั้งสเตจเดียวที่สามารถทำสูญญากาศได้ 609.6 มิลลิเมตรปรอทและสองสถานะที่ทำสูญญากาศได้ 736.6 มิลลิเมตรปรอท

3. ปั๊มแบบโรตารี่ (Rotary Vane Pumps)

ปั๊มแบบนี้เหมือนกับเครื่องอัดอากาศ จะมีเพลาสวมอยู่ในกระบอกปั๊มและ เมื่อใบพัดหมุนจะดูดเอาอากาศออก จากช่องทางเข้าไปออกที่ช่องพอร์ททางออกทำให้เกิดสูญญากาศ ขึ้นที่ช่องทางเข้า ปั๊มชนิดนี้นับว่ามีอัตราการดูดอากาศสูงมาก ปั๊มมีขนาดกะทัดรัดค่าใช้จ่ายต่ำ ต้องการทอร์ดที่ใช้สำหรับเริ่มเดินปั๊มต่ำ ระดับความสั่นสะเทือนขณะเดินเครื่อง และเสียงรบกวนต่ำมาก อัตราการไหลของอากาศเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ข้อดีอีกอย่างหนึ่งก็คือ สามารถทำสูญญากาศที่สูงได้ ในระยะเวลาสั้น ดังนั้นจึงสามารถเดินปั๊มได้แบบเดินๆ หยุดๆ ส่วนข้อจำกัดของการใช้ปั๊มแบบนี้ คือ เรื่องของอุณหภูมิและการระบายความร้อน ความสามารถในการทำสูญญากาศของปั๊มแบบนี้ ชนิดสเตจเดียว คือ 711.2 มิลลิเมตรปรอท แต่ถ้ามีการหล่อลื่นและระบายความร้อน ที่ดีจะเพิ่มระดับสูญญากาศได้อีก 25.4 มิลลิเมตรปรอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



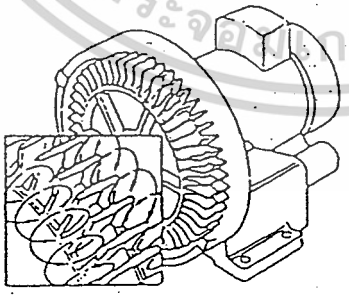
รูปที่ 2.21 ปั๊มสูญญากาศแบบโรตารี่เวน

4. ปั๊มแบบโหลบ (Lobed Rotor Pumps)

เป็นปั๊มที่ทำงานทั้งดูด–อัด และดูดเหวี่ยง โครงสร้างจะประกอบด้วยตัวโหลบหรือใบพัดหมุน 2 ตัว ตัวหมุนไปทิศทางตรงกันข้ามกัน ดูดอากาศจากระบบที่ต้องการสูญญากาศ ตัวใบพัดหมุนไม่สัมผัสกันแต่จะมีช่องว่างอยู่เล็กน้อย ปั๊มแบบนี้มีข้อจำกัดในการทำสูญญากาศในระดับ 254 ถึง 381 มิลลิเมตรปรอท

5. ปั๊มแบบรีเยนเนอเรทีฟ โบลเวอร์ (Regenerative Blower)

เป็นปั๊มที่มีราคาถูกที่สุด ลักษณะของปั๊มจะมีใบพัดที่จะให้อัตราการดูดอากาศออกได้มากกว่า 28.32 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และสร้างสูญญากาศได้ในระดับ 177.8 มิลลิเมตรปรอท โดยสูญญากาศจะเกิดหลายๆ สเตจในขณะที่ใบพัดหมุนไปเพียงรอบเดียว เนื่องจากอากาศถูกดูดออกตลอดอย่างต่อเนื่องโดยแรงเหวี่ยงที่เกิดขึ้นรอบๆตัวใบพัด



รูปที่ 2.22 หลักการทำสูญญากาศของเรียนเนอเรตีฟ โบลเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การเลือกปั๊มสูญญากาศ

การเลือกปั๊มสูญญากาศมีข้อพิจารณาอยู่หลายอย่าง ดังนี้

1. ค่าความต้องการสูญญากาศสูงสุดของระบบ สิ่งสำคัญแรกในการเลือกปั๊มสูญญากาศก็ คือ เปรียบเทียบการทำงานของปั๊มสูญญากาศ กับค่าความต้องการ

2. ค่าความต้องการอัตราการดูดอากาศออกมาก สิ่งสำคัญอันดับที่สอง ในการเลือกใช้ปั๊ม สูญญากาศก็เห็นจะได้แก่ ค่าความต้องการการดูดอากาศ (Air Flow Requirements) ของระบบ สูญญากาศ ซึ่งเป็นข้อระบุขีดความสามารถ

3. ต้นกำลังที่ใช้ขับปั๊ม สำหรับข้อพิจารณาอันดับต่อมาก็คือ ความต้านทานการต้นกำลังที่จะ นำมาใช้ขับปั๊ม เมื่อเปรียบเทียบกับระบบลมอัดแล้วจะพบว่า ปั๊มสูญญากาศต้องการพลังงานที่ใช้ใน การขับเคลื่อนน้อยกว่าโดยทั่วไป การเลือกต้นกำลังที่ใช้ขับปั๊มขึ้นอยู่กับว่ามีกำลังเพียงพอหรือไม่ที่จะ ทำให้ปั๊มทำงาน

4. ผลของความร้อนเป็นสิ่งสำคัญเหมือนกันที่จะต้องนำมาพิจารณาในการเลือกปั๊สูญญา-กาศ ความร้อนที่เพิ่มมากขึ้นทั้งภายในและภายนอกปั๊มจะมีผลให้สมรรถนะของปั๊มและอายุการใช้ งานน้อยลง

5. ข้อพิจารณาอื่นๆ การเลือกใช้ปั๊มสูญญากาศ นอกจากจะมีข้อต่างๆ ที่ได้แนะนำไปแล้วนั้น ยังมีข้อพิจารณาอื่นๆ ที่ได้กล่าวดังนี้

5.1 คุณภาพของลม

5.2 อัตราการไหลของอากาศที่ราบเรียบ

5.3 ความยากง่ายในการบำรุงรักษา

5.4 เรื่องของเสียงและความสั่นสะเทือน

5.5 พื้นที่ในการติดตั้ง

5.6 เหมาะสมกับการใช้งาน

5.7 สภาพแวดล้อมในการใช้งาน

5.8 อุณหภูมิในการใช้งาน

5.9 คุณภาพของปั๊มสูญญากาศ

5.10 การใช้แรงของปั๊มสูญญากาศเกินพิกัด

5.11 การใช้งานที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

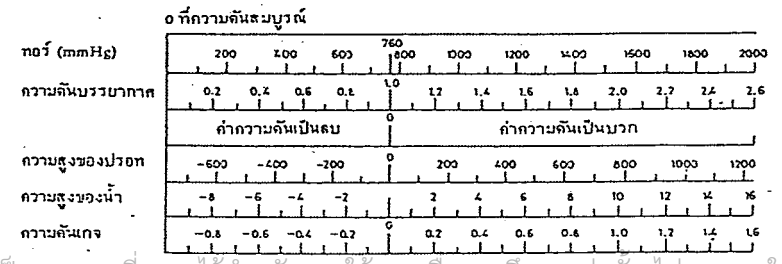
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของปั๊ม

ชนิดของปั๊ม	ข้อดี	ข้อเสีย
ปั๊มลูกสูบ	-อัดอากาศได้สูง	-มีเสียงดัง -มีการสั่นสะเทือนขณะทำงาน
ปั๊มไดอะแฟรม	-สร้างสูญญากาศได้สูง -มีความทนทาน -ไม่ต้องใช้น้ำมัน	-ราคาสูง -ติดตั้งยาก
ปั๊มโรตารี	-อัตราการดูดอากาศสูง -เสียงรบกวนน้อยมาก -การสั่นสะเทือนน้อย	-อุณหภูมิและการระบายความร้อนไม่ดี
ปั๊มโหลบ	-ราคาถูก -มีขนาดเล็ก	-สร้างสูญญากาศได้น้อย -ไม่เป็นที่นิยม
ปั๊มโบลเวอร์	-ราคาถูก -ดูดอากาศออกได้มาก -สร้างสูญญากาศได้น้อย	-มีเสียงดัง -มีการสั่นสะเทือน

2.5.3 หน่วยสูญญากาศ

หน่วยที่นิยมใช้วัดค่าความเป็นสูญญากาศคือมิลลิเมตรปรอท (Mercury–mmHg) ในตารางที่ 2.2 ได้แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบค่าความเป็นสูญญากาศในหน่วยต่างๆ โดยที่จุดความดันบรรยากาศมีค่าเป็น 0 มิลลิเมตรปรอท (0.5 บาร์) ในทางกลับกันที่จุดอ้างถึง 0.5 บาร์สัมบูรณ์ (Psia) จะเป็นจุดที่เรียกว่าสูญญากาศสัมบูรณ์ (Perfect Vacuum) ส่วนมากแล้วบนหน้าปัดของเกจวัดความดันจะแสดงค่าความดันที่ 0 แต่ในระบบสูญญากาศนั้นมีค่าความดันจะต่ำกว่า 0 หรือมีค่าลบ ซึ่งเป็นตัวแสดงความแตกต่างระหว่างแรงดันของระบบสูญญากาศกับแรงดันบรรยากาศ

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบค่าความดันสูญญากาศในหน่วยต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.6 การพาความร้อน

การพาความร้อน คือ วิธีการที่ความร้อนเคลื่อนที่ระหว่างผิวของของแข็งและของไหล ของไหลจะเป็นตัวพาความร้อนมาให้ หรือพาความร้อนจากผิวของของแข็งจาก กลไกที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพาได้นั้น เกิดจากผลรวมของการนำความร้อน การสะสมพลังงานและการเคลื่อนที่ของ ของไหล การพายังแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ การพาโดยการบังคับ (Forced Convection) และการพาตามธรรมชาติ (Natural หรือ Free Convection)

การพาโดยบังคับ (Forced Convection) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของของแข็งและของไหล โดยสิ่งที่ของไหลถูกบังคับให้เคลื่อนที่ไปสัมผัสกับผิวของของแข็งโดยกลไกภายนอก เช่น พัดลม หรือเครื่องสูบน้ำ

การพาตามธรรมชาติ (Natural หรือ Free Convection) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของของแข็งและของไหล โดยที่ไม่มีกลไกใดๆ ที่ทำให้ของไหลเคลื่อนที่ แต่ของไหลที่อยู่ใกล้กับผิวของของแข็งก็อาจเคลื่อนที่ได้โดยแรงลอยตัวของของไหลเองได้ แรงลอยตัวนี้เกิดจากความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหล เมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิในชั้นของของไหลขึ้น

การคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพานั้นเป็นสิ่งที่ยุ่งยาก เมื่อพิจารณาแล้วมีหลายสิ่งหลายอย่างที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของความร้อนแบบการพานี้ เป็นต้นว่า คุณสมบัติต่างๆ ของของไหล เช่น ความหนาแน่น ความร้อนจำเพาะ ความหนืด ฯลฯ ความเร็วของของไหลความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของพื้นผิวของของแข็ง และของไหลเป็นต้น นิวตัน (Newton) ได้ตัดปัญหาความยุ่งยากเหล่านี้ โดยเสนอสมการสำหรับคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพาดังนี้ คือ

$$q = h\,(T_h - T_c) \qquad (2.1)$$

เมื่อ

h = สัมประสิทธิ์การพาความร้อน มีหน่วยเป็น วัตต์ / ม^2 เควิล

q = อัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ของของแข็งสัมผัสกับของไหล

T_h = อุณหภูมิที่ร้อนกว่า (ของของไหลหรือพื้นผิวของของแข็ง)

T_c =อุณหภูมิที่เย็นกว่า (ของของไหล หรือ พื้นผิวของของแข็ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

59512

2.6.1 การแผ่รังสี

ในการแผ่รังสี ความร้อนเคลื่อนที่ได้โดยมิต้องอาศัยตัวกลางดังเช่นในการนำและการพาในการแผ่รังสี ความร้อนจะเคลื่อนที่ได้ดีที่สุดในสูญญากาศ การที่จะอธิบายว่า ความร้อนเคลื่อนที่ได้อย่างไรนั้น เป็นสิ่งที่จะอธิบายให้เห็นพฤติกรรมทางกายภาพได้ มีผู้พยายามเสนอ ทฤษฎีเกี่ยวกับการแผ่รังสีมาหลายราย แต่ไม่ค่อยเป็นที่น่าพอใจนัก ทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับมากที่สุดในขณะนี้เป็นทฤษฎีที่เสนอโดย ไอสไตน์ (Einstein) ซึ่งกล่าวว่า ในการแผ่รังสี ความร้อนเคลื่อนที่โดยอาศัยกลไกของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. ค่าความร้อน

เราวัดความสามารถในการนำความร้อนของสาร ด้วยปริมาณที่เรียกว่า ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity) หรือใช้ตัวย่อว่า k ซึ่งมีหน่วยเป็น วัตต์ / ม^2 เควิล สารที่มีความสามารถในการนำความร้อน เช่น โลหะ จะมีค่าของ k สูง ส่วนสารที่มีความสามารถในการนำความร้อนต่ำ เช่น สารจำพวกอโลหะก็จะมีค่า k ต่ำ k จึงเป็นคุณสมบัติประจำตัวของสารที่สำคัญมากในการที่จะศึกษาถึงการเคลื่อนที่ของความร้อนในสารนั้น เราสามารถเปรียบเทียบความสามารถในการนำความร้อนของสารต่างๆ โดยการเปรียบเทียบค่าของ k ของสารเหล่านั้น ค่า k ของสารต่างๆ ได้แสดงไว้ในและตารางที่ 2.2 สารที่มีค่า k สูง จะเรียกกันว่า ตัวนำ (Conductor) สารที่มีค่า k ต่ำ จะเรียกว่า (Insulator)

ตารางที่ 2.3 ประมาณค่าของความร้อนสำหรับวัตถุชนิดต่างๆ

วัตถุ	ค่าความร้อน (k) (วัตต์ / ม^2 เควิล)
โลหะบริสุทธิ์	35 – 430
โลหะผสม	20 – 200
โลหะเหลว	9 – 90
ของเหลว (เอโลหะ)	0.2 – 2.0
ของแข็ง (อโลหะ)	0.02 – 20
ฉนวน	0.02 – 0.40
ก๊าซ	0.002 – 0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สมการของโฟริเออร์ (Fourier Rate Equation)

โจเซฟ โฟริเออร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้เป็นผู้ที่ศึกษาการนำความร้อนอย่างละเอียด และจากการเก็บข้อมูลจากการทดลองได้พบว่า อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำ แปรผันตรงกับค่าการนำความร้อน พื้นที่ที่ตั้งฉากกับการไหล และอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับระยะทาง (temperature gradient) ในกรณีที่ค่าการนำความร้อนมีค่าคงที่ (ไม่เปลี่ยน- แปลงกับอุณหภูมิ) โฟริเออร์ได้เสนอสมการ ที่ใช้ในการคำนวณอัตราการนำความร้อน ซึ่งเรียกว่า สมการโฟริเออร์ (Fourier Rate Equation)

$$Q_x = - kA (dT/dx) \qquad (2.2)$$

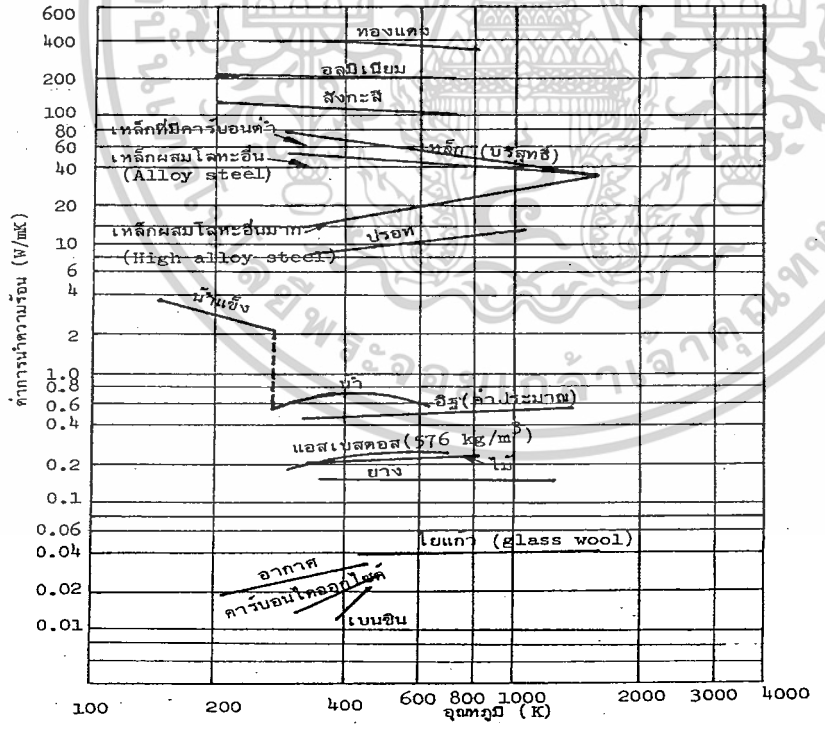
โดยที่

Q_x คือ อัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนในทิศทางของแกน x

k คือ ค่าการนำความร้อน

A คือ พื้นที่ที่ความร้อนเคลื่อนที่ผ่านและตั้งฉากกับทิศทางของแกน x

dT/dx คือ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับระยะทาง เครื่องหมายลบ ความร้อนเคลื่อนที่ไปทิศทางที่อุณหภูมิลดลงเสมอ



รูปที่ 2.23 การเปลี่ยนแปลงของค่าความร้อนของสารชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการของโฟริเออร์อาจเขียนให้อยู่ในรูปของอัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ได้ดังนี้คือ

$$q_x = Q/A = - k (dT/dx) \quad (2.3)$$

สมการ $Q = - kA (dT/dx)$ แสดงว่า ความร้อนเคลื่อนที่ในทิศทางของ x โดยที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงในทิศทางของ x เท่านั้น โดยทั่วๆไปแล้ว อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 ทิศทางคือ x,y และ z ดังนั้น การเคลื่อนที่ของความร้อนจึงเกิดขึ้นทั้ง 3 ทิศทาง ในการหาอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนในทิศทางเหล่านี้ เราอาจสมมติว่า ตัวกลางที่ความร้อนเคลื่อนผ่าน มีการนำความร้อน (k) คงที่ สมมติฐานนี้เป็นจริงสำหรับวัตถุที่เราใช้ในทางวิศวกรรมศาสตร์ทั่วๆไป

อัตราการถ่ายเทความร้อนทั้งสามทิศทางสามารถหาได้จากสมการของโฟริเออร์ดังนี้ คือ

$$q = - k (\partial T/\partial x)$$

$$q = - k (\partial T/\partial y)$$

$$q = - k (\partial T/\partial z)$$

2.7 คุณสมบัติของนิวแมตริกเมื่อเปรียบเทียบกับไฮดรอลิก

เนื่องจากระบบนิวแมตริก และระบบไฮดรอลิกมีความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นลักษณะของพลังงานของไหลเหมือนกัน เมื่อนำเอาระบบนิวแมตริกเปรียบเทียบกับระบบไฮดรอลิก จะมีข้อแตกต่างกันดังนี้

1. ความดันใช้งานของลมอัดในระบบนิวแมตริก มีค่าอยู่ระหว่าง 6 ถึง 7 บาร์ แต่ถ้าต้องการความดันใช้งานสูงกว่านี้ก็ได้แต่ไม่เกิน 10 บาร์ ซึ่งน้อยกว่าความดันใช้งานของระบบไฮดรอลิก มาก จึงเหมาะกับการใช้งานเบา ๆ เท่านั้น

2. ลมอัดมีการยุบตัวมากกว่าน้ำมันในระบบไฮดรอลิก ดังนั้น เมื่อมีการหยุดค้าง ตำแหน่งในระหว่างระยะชักจึงไม่ดีเท่าที่ควร

3. ความต้านทานการไหลของลมอัดในท่อทางส่ง มีค่าน้อยกว่าความต้านทานการไหลของน้ำมันในระบบไฮดรอลิก จึงสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า

4. ระบบนิวแมตริกมีความสะอาดมากกว่าระบบไฮดรอลิกมาก เพราะระบบไฮดรอลิกมีการรั่วไหลของน้ำมันเกิดขึ้น และอาจเกิดอันตรายจากการติดไฟของน้ำมันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม มักจะใช้ลมอัดใช้งานประเภทอื่นอยู่แล้ว ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกที่จะนำเอาระบบนิวแมตริกมาใช้ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการเดินท่อทางส่งลมอัดมีราคาถูกกว่า ถ้าต้องการจะนำเอาระบบไฮดรอลิกมาใช้ในโรงงาน จะต้องหาปั๊มไฮดรอลิกมาใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการเดินท่อทางส่งน้ำมันไฮดรอลิกมีราคาสูงมาก

6. ระบบนิวแมตริกสามารถใช้งานในขณะที่อุณหภูมิของลมอัดได้ถึง 160 องศาเซลเซียส โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและอุปกรณ์การทำงาน ส่วนในระบบไฮดรอลิก น้ำมันที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจะมีอุณหภูมิสูงไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส

2.8 กระบอกสูบลม

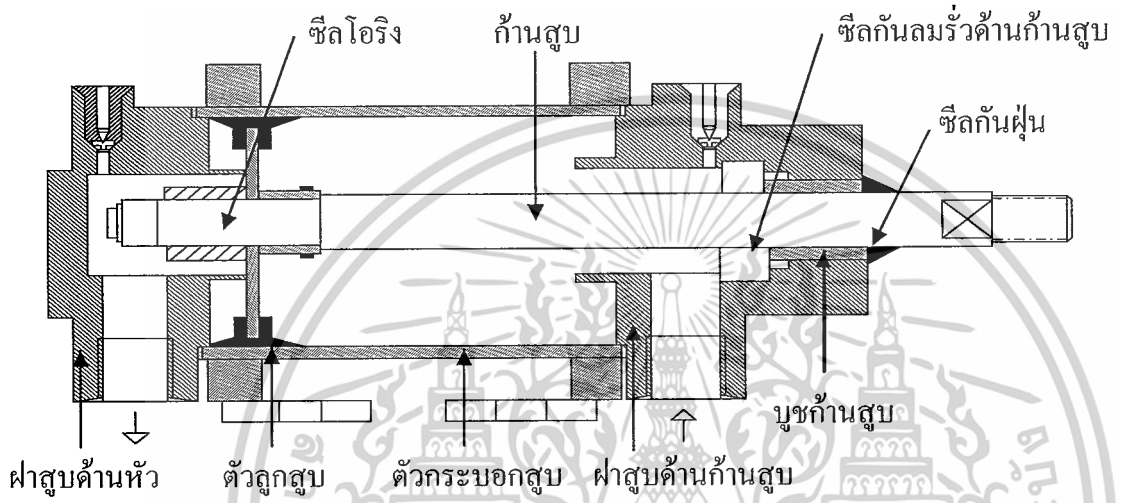
กระบอกสูบลมจะทำหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ลักษณะในการเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ในสมัยก่อนที่ลูกสูบลมจะเข้ามามีบทบาท ในงานอุตสาหกรรมยังใช้กลไกทางกลและทางไฟฟ้า มีความยุ่งยากในการควบคุม และปัญหาของช่วงชักจำกัด ดังนั้นในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ จึงพัฒนาลูกสูบลมมาใช้ในงานจนถึงปัจจุบัน

ตัวกระบอกสูบลมมักจะทำด้วยท่อชนิดไม่มีตะเข็บ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ทองเหลือง สแตนเลส ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ ภายในท่อจะต้องเจียรนัยให้เรียบ เพื่อลดการสึกหรอของซีลที่จะเกิดขึ้น และยังลดแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบอีกด้วย ตัวฝาสูบทั้งสองด้านส่วนใหญ่นิยมการหล่อขึ้นรูป บางแบบอาจใช้การอัดขึ้นรูป การยึดตัวกระบอกสูบลมเข้ากับฝาอาจใช้เกลียวขันเหมาะสำหรับกระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 25 มิลลิเมตรลงมา ถ้าโตกว่านี้นิยมใช้สกรูร้อยขันรัดหัวท้ายไว้ สำหรับก้านสูบอาจทำด้วยสแตนเลสหรือเหล็กชุบผิวโครเมียม ที่เกลียวปลายก้านสูบจะทำด้วยกรรมวิธีรีดขึ้นรูป

การทำงานของกระบอกสูบลมตามรูปที่ 2.24 เป็นกระบอกสูบแบบมีระบบลมกันกระแทก ซึ่งส่วนใหญ่จะนิยมใช้กระบอกสูบลมแบบดังกล่าว ในงานอุตสาหกรรมอย่างมาก อาจจะมีด้านเดียวหรือสองด้านก็ตาม เพื่อช่วยลดความเร็วหรือลดอัตราหน่วงของลูกสูบเมื่อสุดระยะชัก เป็นการป้องกันการกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบกับฝากระบอกสูบลม โดยการใช้วาล์วเข็ม (Needle Valve) กับ วาล์วดันนกลับ (Check Valve) ทำให้เกิดเบาะลมขึ้นระหว่างลูกสูบกับฝากระบอกสูบลม ลมที่มีความดันสูงก็จะทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความยากลำบาก และจะเป็นการหน่วงความเร็วของลูกสูบลงตอนใกล้สุดระยะชัก ทำให้ไม่เกิดกระแทก โดยทั่วไประยะกันกระแทกจะอยู่ระหว่าง 15 ถึง 40 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตามตารางที่ 2.4 ที่ตัวกระบอกสูบจะมีวาล์วเข็ม เมื่อก้านสูบเลื่อนไปถึงช่องกันกระแทกลมที่อยู่หน้าลูกสูบไม่สามารถผ่านออกไปได้อิสระ จะต้องผ่านออกไปทางวาล์วเข็มเท่านั้น ความเร็วของลูกสูบก็จะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วงให้ลดลงตอนใกล้ระยะชัก ในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ออก ลมส่วนหนึ่งจะผ่านวาล์วกันกลับเข้ามาได้ ทำให้ลมไปกระทำกับหน้าตัดของลูกสูบได้เต็มที่ ลูกสูบจะเคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็ว แต่พอใกล้จะสุดระยะชัก คือเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ไปถึงเบาะลม ลูกสูบก็จะเคลื่อนที่ช้าอีกเช่นเคย การทำให้เกิดแรงกันกระแทกได้มากน้อย สามารถทำได้โดยการปรับวาล์วเข็มที่อยู่ตรงปลายของกระบอกสูบลมนั่นเอง



รูปที่ 2.24 ลักษณะโครงสร้างของกระบอกสูบลม

ตารางที่ 2.4 ระยะกันกระแทกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

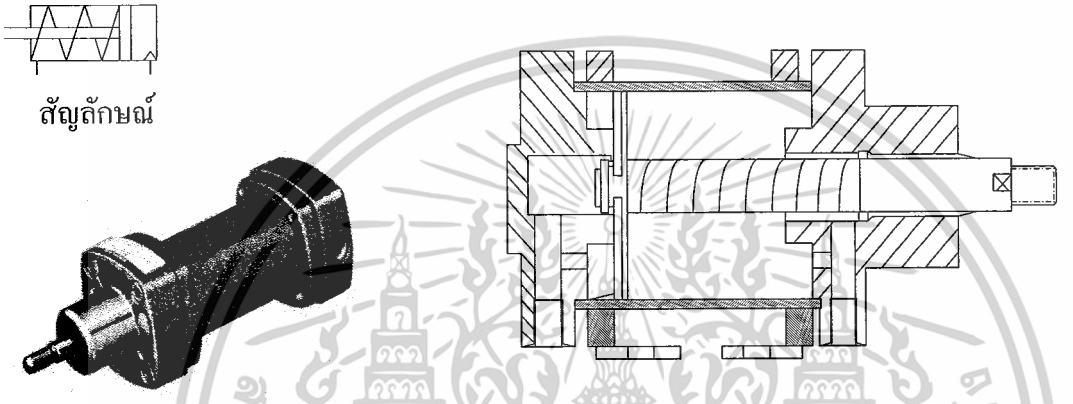
เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ (mm)	ระยะกันกระแทก (mm)
10 50 63	15 ~ 20
80 100 125	20 ~ 30
140 160 180	25 ~ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันได้มีการนำกระบอกสูบลมแบบต่าง ๆ เข้ามาใช้ในงานอุตสาหกรรม ซึ่งแต่ละแบบก็มีลักษณะการทำงาน และการนำไปใช้งานแตกต่างกันดังต่อไปนี้

2.8.1 กระบอกสูบลมทำงานทางเดียว

จะใช้ลมดันทางด้านหัวของลูกสูบ เพื่อดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมา ส่วนในจังหวะลูกสูบเคลื่อนที่กลับนั้น เมื่อปล่อยลมทางด้านหัวลูกสูบระบายทิ้ง สปริงที่อยู่ภายในกระบอกสูบจะดันให้ก้านสูบเคลื่อนที่กลับมาเอง ดูรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทำงานทางเดียว

ภายในกระบอกสูบลมจะมีสปริง เพื่อคอยดันให้ก้านสูบกลับ ดังนั้นความยาวของระยะชักจึงมีขอบเขตจำกัด โดยทั่วไประยะชักของกระบอกสูบประเภทนี้ ยาวสุดอยู่ระหว่าง 80 ถึง 100 มิลลิเมตร ลักษณะการนำไปใช้งานจะใช้ดัน หรือดึงเพียงทิศทางเดียวเท่านั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้งสปริงดันภายในกระบอกสูบลม ตัวอย่างงานที่ใช้ เช่น งานจับยึด งานป้อนหรือผลักชิ้นงาน

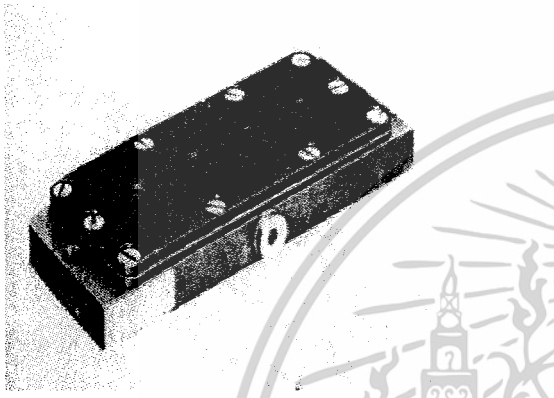
การเลือกใช้กระบอกสูบ ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานและการจับยึด กระบอกสูบแบบทางเดียวนี้มีทั้งก้านสูบเป็นแท่งกลมและแท่งเหลี่ยม นอกจากนั้นยังมีกระบอกสูบลมทำงานโดยใช้จังหวะเลื่อนออกดันด้วยสปริง การเลื่อนออกในลักษณะดังกล่าวไม่สามารถไปดันโหลดในการทำงานได้ แต่กระบอกสูบแบบนี้จะทำงาน โดยใช้ลมอัดดันให้หัวลูกสูบเคลื่อนเข้า ซึ่งจะให้ช่วงการทำงานไปดึงโหลด เช่น หม้อลมเบรกในรถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่

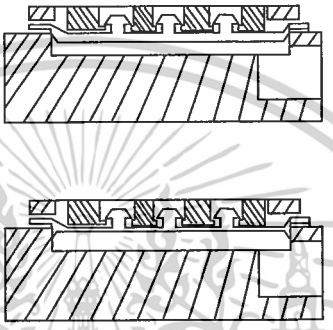
2.8.2 กระบอกสูบลมแบบทางเดียวชนิดไดอะแฟรม

กระบอกสูบแบบนี้หัวลูกสูบจะทำเป็นแผ่นไดอะแฟรม ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำได้แก่ ยาง พลาสติก หรือเยื่อสังเคราะห์โลหะ ก้านสูบที่ต่อออกมาใช้งานจะติดอยู่กับแผ่นไดอะแฟรม กระบอกสูบแบบ

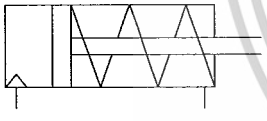
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้ไม่จำเป็นต้องมีการหล่อลื่น และมีระยะชัก สั้น ๆ ประมาณ 2 มิลลิเมตรขึ้นไป (ดูรูปที่ 2.26) เหมาะอุตสาหกรรมผลิตอาหารและเคมีภัณฑ์ต่างๆ ที่ไม่ต้องการให้ลมอัดมีน้ำมันหล่อลื่นผสมเข้าไป และแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นก็มีน้อยมาก แต่ปัจจุบันนี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมในวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากกระบอกสูบลมทั่วไปในปัจจุบันนี้ส่วนมากก็ไม่ต้องการน้ำมันหล่อลื่นเหมือนกระบอกสูบลมแบบเก่า ๆ แล้ว

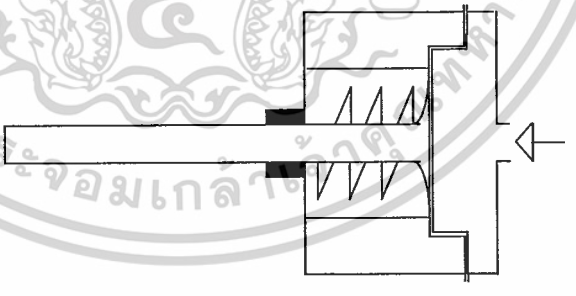


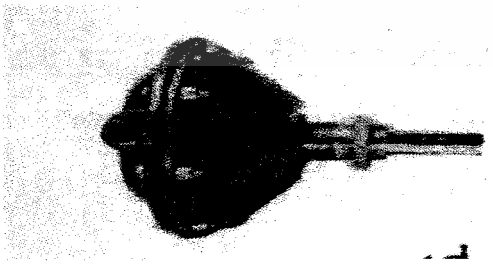


รูปที่ 2.26 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทางเดียวชนิดไดอะแฟรม



สัญลักษณ์





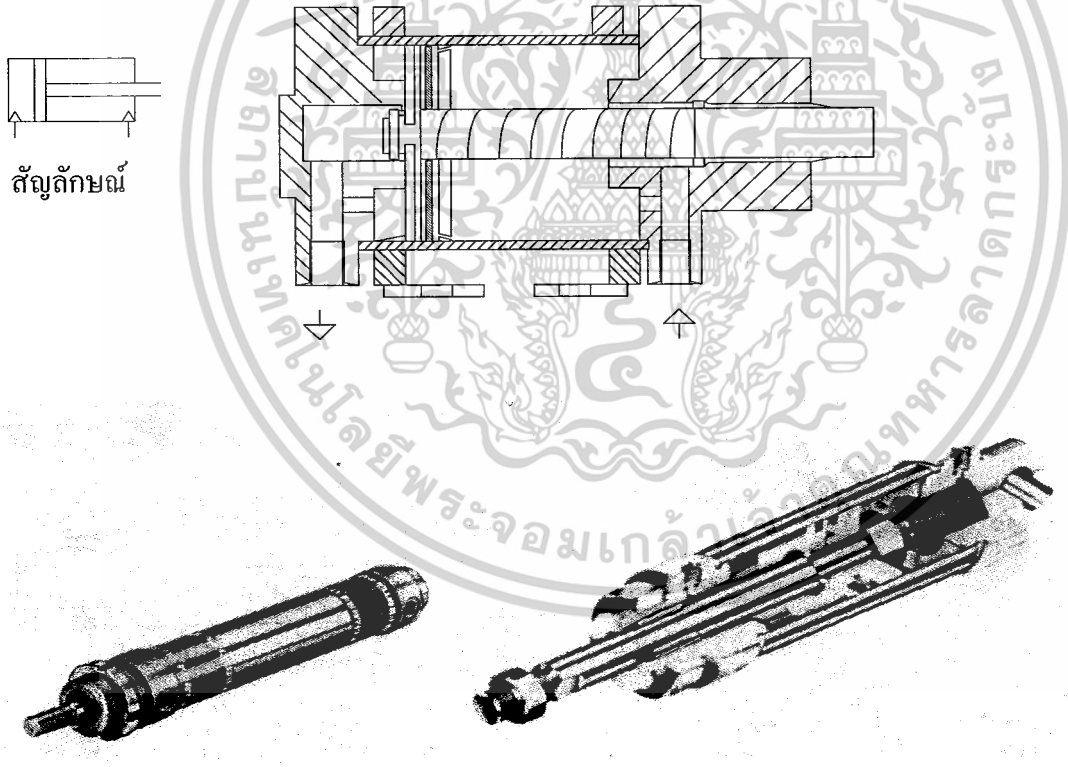
รูปที่ 2.27 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทางเดียวชนิดไดอะแฟรมม้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ยังมีกระบอกสูบลมแบบทางเดียวชนิด ไดอะแฟรมม้วน (ดูรูปที่ 2.27) การทำงาน ก็คล้ายกับแบบไดอะแฟรม คือ เมื่อมีลมป้อนเข้าทางด้านหัวของลูกสูบ ก้านสูบจะเคลื่อนที่ออก แผ่นไดอะแฟรมม้วนจะมีระยะชักยาวกว่าแบบไดอะแฟรม คืออยู่ระหว่าง 50 ถึง 80 มิลลิเมตร ส่วนลักษณะการนำไปใช้งานก็คล้ายกับแบบไดอะแฟรม

2.8.3 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง

จะใช้ลมดันหัวลูกสูบทั้งตอนเคลื่อนที่ออกและเคลื่อนที่กลับ ทำให้ได้แรงทั้งสองทิศทาง เหมาะกับงานที่จะต้องการใช้แรงในตอนลูกสูบเลื่อนออกและเลื่อนเข้า รวมทั้งลักษณะงานที่ต้องการช่วงชักยาว ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีที่ช่วงชักยาวเกินไปจะทำให้ก้านสูบเกิดการโก่งงอได้ ดังนั้นช่วงชักของกระบอกสูบแบบนี้จะต้องมีการคำนวณหาระยะช่วงชักที่อนุญาตให้ใช้งานได้ ซึ่งจะกล่าวในตอนท้ายของบทนี้ นอกจากปัญหาดังกล่าว ถ้ากระบอกสูบมีขาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตเกินไปจะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองลมมาก



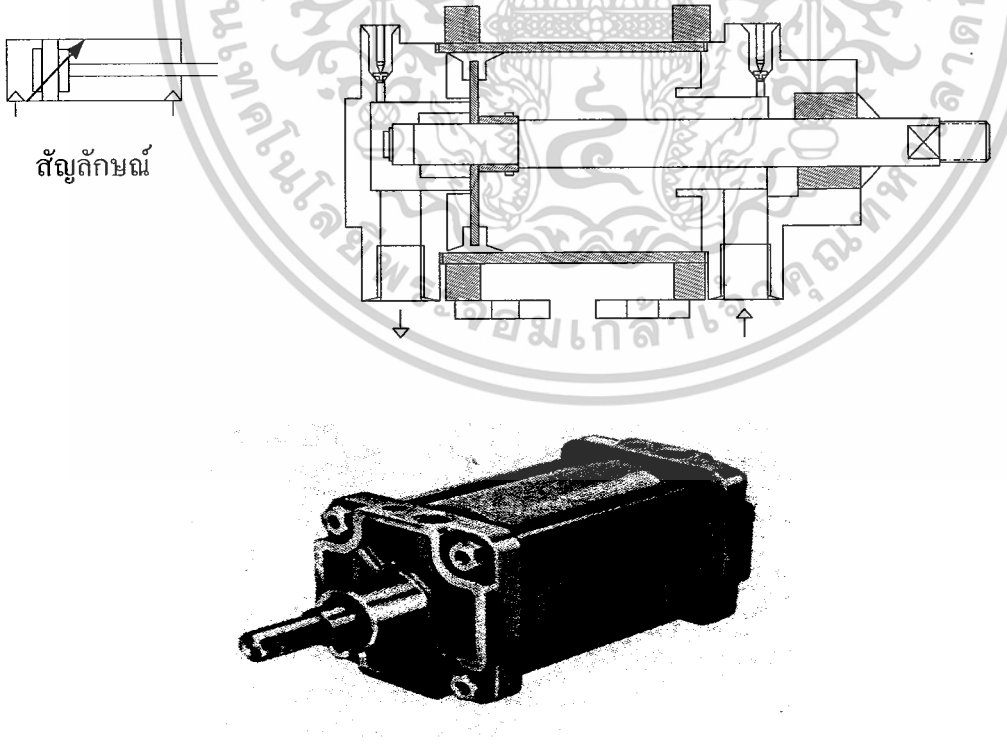
รูปที่ 2.28 ลักษณะของกระบอกสูบลมแบบสองทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของกระบอกสูบลมชนิดทำงานทั้งสองทาง ที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด เช่น

1. กระบอกสูบลมชนิดที่ไม่มีเบาะลมกันกระแทก กระบอกสูบลมแบบนี้ ดังรูปที่ 2.28 เป็นกระบอกสูบลมที่มีราคาถูก เหมาะกับงานที่ใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มากนัก ถ้านำไปใช้กับงานที่มีการเคลื่อนเร็ว จะทำให้ในปลายช่วงชักและตอนกลับสุดของลูกสูบเกิดการกระแทกกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบ ทำให้เกิดความเสียหายได้

2. กระบอกสูบลมชนิดที่มีเบาะลมกันกระแทก ถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาของกระบอกสูบลมชนิดไม่มีเบาะลมกันกระแทก (ดูรูปที่ 2.29) เบาะกันกระแทกมีไว้เพื่อช่วยลดความเร็วหรือลดอัตราหน่วงของลูกสูบเมื่อสุดระยะชัก เป็นการป้องกันการกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบ โดยการปรับสกรูกันกระแทกที่ติดตั้งไว้ที่หัวท้ายของกระบอกสูบ เมื่อหัวลูกสูบเคลื่อนเข้ามาถึงเบาะกันกระแทก ลมที่ถูกระบายทิ้งจะผ่านออกไปได้ยากมาก จะต้องผ่านทางสกรูปรับกันกระแทกได้ทางเดียวเท่านั้น ทำให้เกิดความดันต้านกลับ ในตำแหน่งนี้ลูกสูบจะเคลื่อนที่ช้าลงเนื่องจากความดันต้านกลับ ในทำนองเดียวกัน ถ้าลูกสูบเคลื่อนที่กลับเมื่อใกล้สุดระยะชักเข้าก็จะเกิดอาการเช่นเดียวกันขึ้น โดยทั่วไประยะกันกระแทกจะอยู่ประมาณ 10 ถึง 30 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางระยะชักของกระบอกสูบ

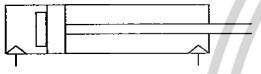


รูปที่ 2.29 ลักษณะของกระบอกสูบลมแบบสองทางมีเบาะลมกันกระแทก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของกระบอกสูบลมชนิดที่มีเบาะลมกันกระแทกที่ใช้ในงานจริงก็ยังจำแนกออกเป็นอีกหลายแบบ โดยดูได้จากสัญลักษณ์ในตารางที่ 2.5

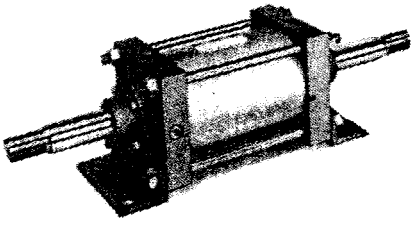
ตารางที่ 2.5 สัญลักษณ์ของกระบอกสูบลมชนิดมีกันกระแทกลักษณะต่างๆ

สัญลักษณ์	ความหมาย
	กระบอกสูบลมที่มีกันกระแทกทั้งสองข้าง แต่ไม่สามารถปรับความเร็วกันกระแทกได้
	กระบอกสูบลมที่มีกันกระแทกด้านเดียวคือตอนลูกสูบกลับสุด แต่ไม่สามารถปรับความเร็วกันกระแทกได้
	กระบอกสูบลมที่มีกันกระแทกด้านเดียวคือตอนลูกสูบกลับสุด แต่สามารถปรับความเร็วกันกระแทกได้
	กระบอกสูบลมที่มีกันกระแทกทั้งสองข้าง และสามารถปรับความเร็วกันกระแทกได้

2.8.4 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบมีก้านสูบสองข้าง

กระบอกสูบแบบนี้ไม่ว่าจะเคลื่อนที่ไปหรือกลับ แรงที่ได้ทั้งสองข้างจะมีค่าเท่ากัน เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดทั้งสองข้างมีขนาดเท่ากัน และที่ปลายจุดรองรับของก้านสูบทั้งสองข้างจะมีแบริ่งรองรับก้านสูบอยู่ ดังนั้นปัญหาที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากแรงกระทำด้านข้างของก้านสูบจึงน้อยมาก ไม่เหมือนกับกระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง ลักษณะของกระบอกสูบนี้ ดูได้จากรูปที่ 2.30

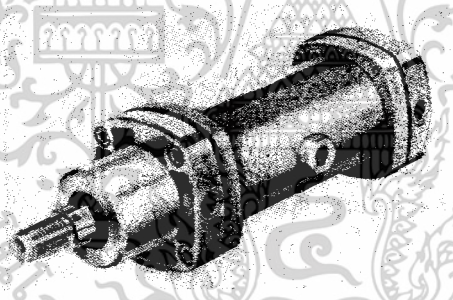
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 ลักษณะของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทางแบบมีก้านสูบสองข้าง

2.8.5 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบสองตอน

กระบอกสูบแบบนี้ถูกออกแบบมา เนื่องจากปัญหามีเนื้อที่ในการติดตั้งกระบอกสูบจำกัด แต่แรงที่กระบอกสูบจะต้องกระทำนั้นมีมากกว่าที่กระบอกชนิดสองทิศทางจะกระทำได้ เนื่องจากมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กเกินไป ถ้าจะเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางให้กระบอกสูบชนิดสองทิศทางมีขนาดโตขึ้น ก็จะมีปัญหาเรื่องเนื้อที่ในการติดตั้ง จึงจำเป็นต้องใช้กระบอกสูบชนิดสองทางแบบสองตอนมาใช้แทน ดังรูปที่ 2.34

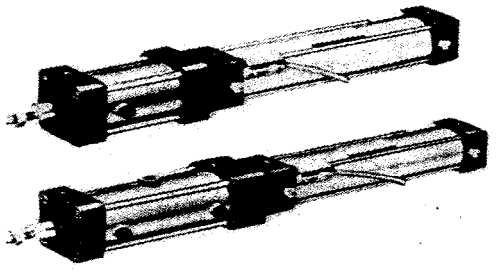


รูปที่ 2.31 ลักษณะของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทางแบบสองตอน

2.8.6 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบมีเบรกก้านสูบ

กระบอกสูบแบบนี้ออกแบบมา เพื่อใช้กับงานที่ต้องการการหยุดของก้านสูบที่ตำแหน่งแน่นอน โดยติดตั้งชุดเบรกไว้ที่ด้านหัวของกระบอกสูบ ดังรูปที่ 2.32 การทำงานของกระบอกสูบกระทำดังต่อไปนี้ ในขณะที่ก้านสูบเคลื่อนที่ออก สัญญาณลมอัดในระบบจะเข้าทางรูที่ 1 และในเวลาเดียวกันจะต้องมีสัญญาณจ่ายลมอัดไปเข้ารูที่ 3 ก้านสูบจะเคลื่อนออกปกติ แต่เมื่อต้องการหยุดการเคลื่อนของก้านสูบ จะต้องตัดสัญญาณลมที่เข้ารู 3 ทิ้งทันที และป้อนสัญญาณลมเข้าที่รู 2 ก้านสูบก็จะหยุดค้างอยู่กับที่ด้วยแรงต้านของลมอัดที่เข้าทางรูที่ 2 และแรงกดของลูกปืนที่กดซีลเบรกลูกสูบเอาไว้

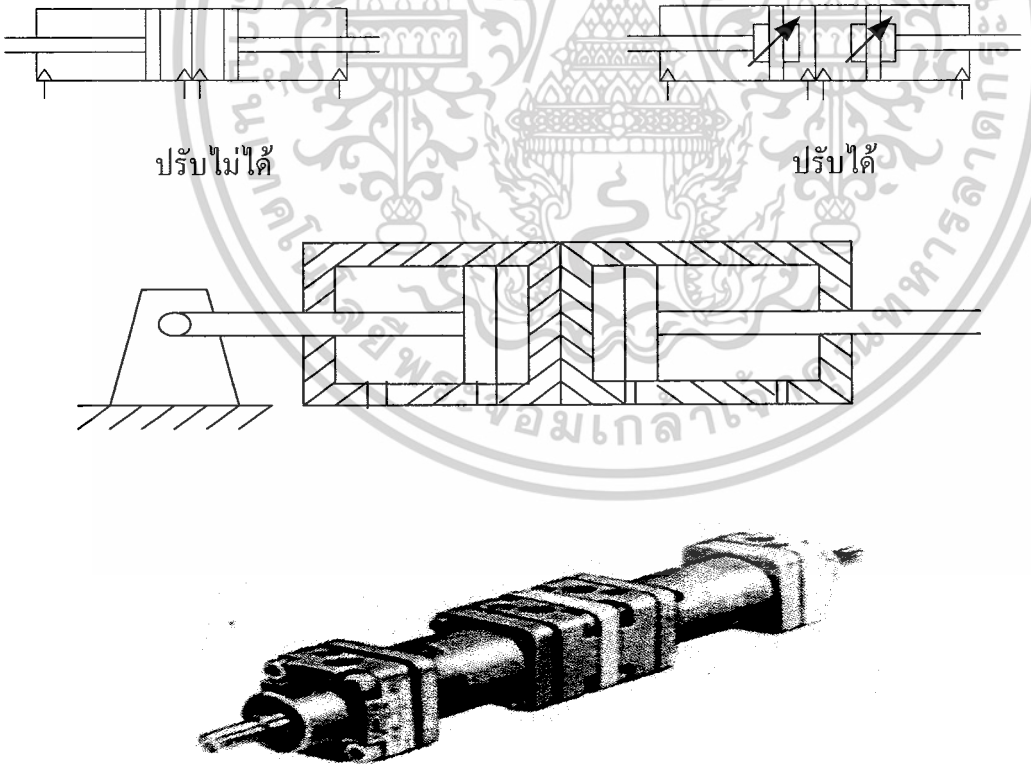
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 ลักษณะของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทางแบบมีเบรกก้านสูบ

2.8.7 กระบอกสูบชนิดช่วงชักหลายตำแหน่ง

การออกแบบกระบอกสูบชนิดช่วงชักหลายตำแหน่งก็เพื่อสามารถนำไปใช้งานที่ต้องการให้กระบอกสูบกระบอกเดียวกันหยุดได้หลายตำแหน่ง โดยนำเอากระบอกสูบชนิดสองทางสองกระบอกมาประกอบรวมกันเป็นกระบอกเดียว ดังรูปที่ 2.33

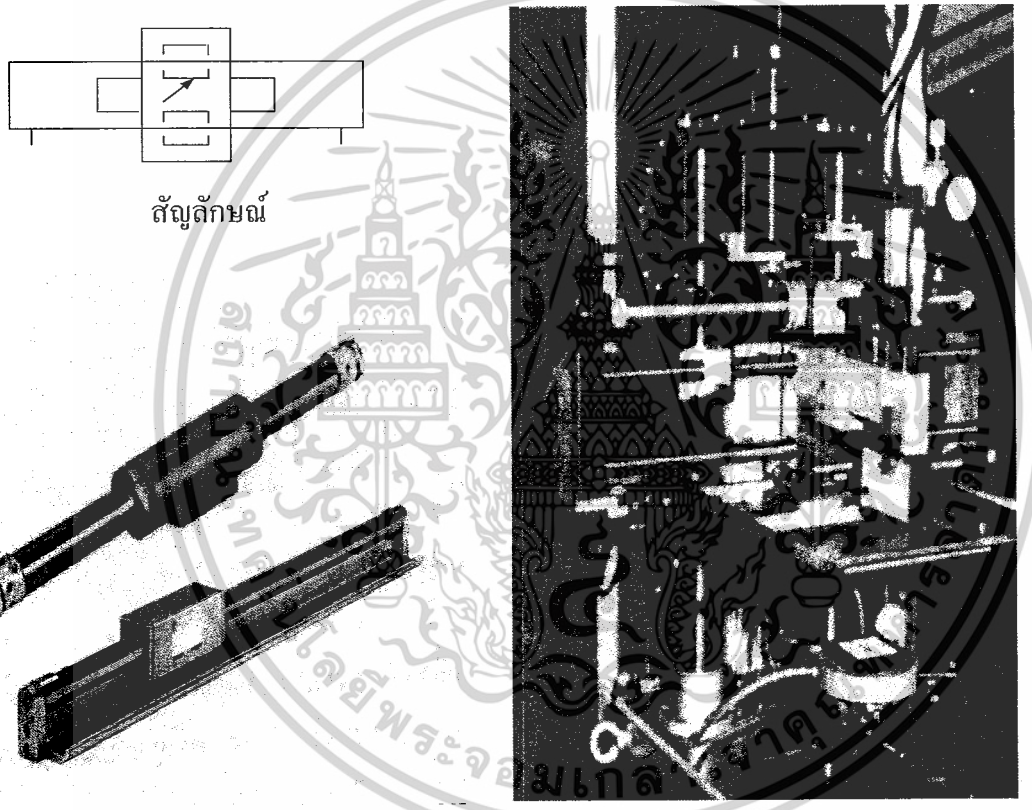


รูปที่ 2.33 ลักษณะของกระบอกสูบชนิดช่วงชักหลายตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.8 กระบอกสูบแบบก้านสูบอยู่กับที่ลูกสูบเคลื่อนที่

กระบอกสูบแบบนี้ตัวก้านสูบจะอยู่กับที่ส่วนตัวลูกสูบนั้นจะเคลื่อนที่ เหมาะกับลักษณะงานที่ต้องการช่วงชักยาว และถ้านำกระบอกลมชนิดทำงานสองทางมาใช้จะเกิดปัญหาก้านสูบเล็กเกินไป อาจเกิดการโก่งงอเกิดขึ้นได้ ระยะชักของกระบอกสูบแบบนี้สูงสุดถึง 5000 มิลลิเมตร ความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด 400 มิลลิเมตร/วินาที (ดูรูปที่ 2.34) การทำงานของกระบอกสูบนี้จะใช้ลมอัดไปดันให้แม่เหล็กเคลื่อน และแม่เหล็กนี้จะดึงให้ลูกสูบเคลื่อนตามไปด้วย ตัวอย่างงานที่ใช้กระบอกสูบประเภทนี้ได้แก่งานประเภทเคลื่อนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง



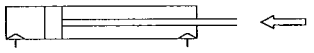
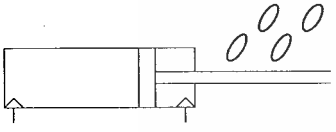
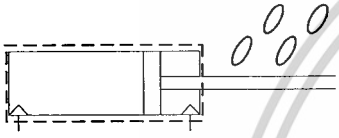
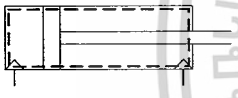
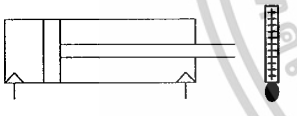
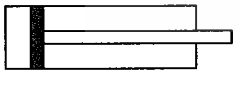
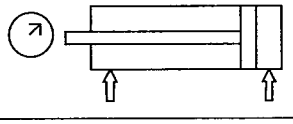
รูปที่ 2.34 ลักษณะและการนำไปใช้งานของกระบอกสูบแบบก้านสูบอยู่กับที่ลูกสูบเคลื่อนที่

2.9 สัญลักษณ์พิเศษของกระบอกสูบแบบต่าง ๆ

ในเครื่องจักรนิวแมตริกมักจะมีวงจรเขียนกำกับเครื่องจักรเกือบทุกเครื่อง ซึ่งในเครื่องจักรอาจจะมีกระบอกสูบที่นำมาใช้งานหลายประเภทด้วยกัน ดังนั้น เพื่อให้เข้าใจการทำงานของเครื่องจักรได้ดี และรู้ว่าอุปกรณ์ตัวใดทำงานเกี่ยวกับอะไรบ้าง จึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดสัญลักษณ์พิเศษของกระบอกสูบให้ต่างกันออกไป ซึ่งจะดูได้จากในตารางที่ 2.6

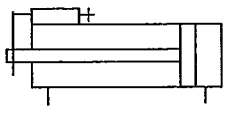
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 สัญลักษณ์พิเศษของกระบอกสูบแบบต่าง ๆ

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ลูกสูบชนิดทำงานสองทาง ก้านสูบรีดแข็ง
	ลูกสูบชนิดทำงานสองทาง ก้านสูบทำด้วยเหล็กชนิดทนกรด
	ลูกสูบชนิดทำงานสองทาง ตัวกระบอกสูบเคลือบพลาสติก ก้านสูบทำด้วยเหล็กชนิดทนกรด
	ลูกสูบชนิดทำงานสองทาง ภายในกระบอกสูบเคลือบนิเกิล
	ลูกสูบชนิดทำงานสองทาง ทนความร้อนสูงถึง 150°C
	ลูกสูบชนิดทำงานสองทาง ตัวกระบอกสูบทำด้วยทองเหลือง
	ลูกสูบชนิดทำงานสองทาง ตัวกระบอกสูบทำด้วยสแตนเลส
	ลูกสูบชนิดทำงานสองทางทนความดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 สัญลักษณ์พิเศษของกระบอกสูบแบบต่างๆ (ต่อ)

	ลูกสูบชนิดทำงานสองทางประกอบร่วมกับวาล์วควบคุมทิศทาง

หมายเหตุ ในลักษณะงานบางประเภทอาจจำเป็นจะต้องบังคับให้ก้านอยู่ในตำแหน่งเดิมหมุนไปมาไม่ได้ จำเป็นจะต้องใช้ก้านยาวแบบหกเหลี่ยม จึงเหมาะกับลักษณะงานประเภทดังกล่าว แต่มีข้อเสียคือเกิดการรั่วได้ง่าย

2.10 ลักษณะการออกแบบการซีลของกระบอกสูบ

การรั่วต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบนิวแมตริก ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง หรือบางครั้งอาจจะทำให้กระบอกสูบเสียได้ เนื่องจากลมรั่วถึงกันได้ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีการซีสภายใน เพื่อป้องกันการรั่วของลม วัสดุที่ใช้ในการซีสมีดังนี้

1. หนัง เป็นวัสดุที่มีข้อจำกัดในการใช้งาน ซีลที่ทำด้วยหนังจะมีผิวไม่เรียบ มีความเสียดทานน้อย และไม่ต้องการหล่อลื่น อุณหภูมิในการทำงานไม่เกิน 75 องศาเซลเซียส แต่ถ้าชุบด้วย Polyurethane จะทำให้ทนความร้อนได้ถึง 210 องศาเซลเซียส ในปัจจุบันจึงไม่นิยมใช้

2. ยางสังเคราะห์ มีอยู่หลายชนิดได้แก่ Buna-N Polyurethane Viton Buna-S Sutyle และ Neoprene และในปัจจุบันนิยมใช้ Polyurethane ผสมกับยางเพราะช่วยลดการสึกหรอได้ดี

3. ยางธรรมชาติ เหมาะกับงานสำหรับน้ำมันที่ไม่มีส่วนผสมของปิโตรเลียม

4. เทฟลอน เป็นสารที่แข็งและไม่คืนตัวเมื่อเปลี่ยนรูปไปแล้ว ในกรณีที่ใช้เป็นซีลแบบเคลื่อนที่จะใช้แรงเสียดทานต่ำ ทนความร้อนสูงและมีอายุการใช้งานยาวนาน

2.11 ลักษณะการซีล

การซีสกระบอกสูบลมที่ใช้ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายแบบดัง ซึ่งแต่ละแบบก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป รายละเอียดของการซีลแต่ละแบบ เป็นดังต่อไปนี้

Ring Seals ไม่นิยมใช้กับกระบอกสูบลมทั่วไปเท่าไรนัก เพราะการป้องกันการรั่วต่ำในขณะที่มีแรงเสียดทานมากและอายุการใช้งานสั้น ถ้ากระบอกสูบมีขาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 100 มิลลิเมตร จะมีปัญหาเกิดการบิดเบี้ยวขึ้นได้ ทำให้เกิดการรั่วได้ จึงอาจนำมาใช้กับกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูบลมที่มีราคาถูก แต่ไม่ควรใช้กับกระบอกสูบลมทั่วไป เพราะถ้ามีการหล่อลื่นไม่เพียงพอ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะทำให้ซีลชำรุดอย่างรวดเร็ว

Shaped Ring Seals ลักษณะทั่วไปคล้ายกับ O-Ring Seals วัสดุที่ใช้ทำซีลประเภทนี้ส่วนใหญ่ทำจากยางสังเคราะห์ แต่การซีลแบบนี้มีการบิดตัวน้อยกว่าแบบ O-Ring Seals

Square Ring Seals การซีลแบบนี้เป็นการพัฒนาการซีลแบบ O-Ring ให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันการรั่วได้ดีขึ้น และแรงเสียดทานที่จะเกิดขึ้นให้ลดลงอีกด้วย แต่การป้องกันการรั่วจะดีกว่า เนื่องจากมีจุดสัมพันธ์กับกระบอก 2 จุด และเนื้อที่สัมผัสน้อยมาก

Groove Ring on Both Side Seals การซีลแบบนี้นิยมใช้มากกับกระบอกสูบที่ต้องการใช้ซีลแบบนิ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบอกสูบที่ทำงานกับความดันปานกลางจนถึงความดันสูง ข้อดีของซีลแบบนี้ คือไม่ต้องมีสปริงหรือนอตสำหรับปรับและไม่ต้องใช้เหล็กกรอบ วัสดุที่ใช้ทำ ทำมาจาก Polyurethane มีอายุการใช้งานนาน แต่ถ้าใช้กับอุณหภูมิสูง ๆ จะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

Cup Packing ซีลประเภทนี้ทำจากวัสดุประเภทหนังสือหรือยางสังเคราะห์หลายชนิด เพื่อให้สามารถทนต่ออุณหภูมิต่าง ๆ ซีลแบบนี้ทำจากยางแข็ง ซึ่งเหมาะกับกระบอกสูบลม ถ้าระดับความดันปานกลางจนถึงความดันสูงจะทำจากยางที่มีความนิ่ม เหมาะกับกระบอกสูบลมประเภททำงานด้านเดียว

Buttoned-In Groove Ring Packing ซีลแบบนี้ทำงานคล้ายกับซีลแบบ Groove Ring on Both Sides เพียงแต่ซีลประเภทนี้จะครอบหัวลูกสูบไว้ทั้งหมด เหมาะกับกระบอกสูบลมประเภททำงานด้านเดียว

Double-Cup Packing ซีลประเภทนี้ทำจากยางสังเคราะห์ เป็นการซีลทั้ง 2 ทาง เหมาะกับกระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง นอกจากนั้นยังช่วยรับน้ำหนักด้านข้างได้ดีขึ้นอีกด้วย

Supported Groove Rings With Slide Ring การซีลประเภทนี้เป็นการซีลที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด นอกจากนั้นแล้วยังสามารถรับแรงด้านข้างดีกว่าแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว

L-Ring เป็นการซีลกระบอกสูบลมอีกแบบหนึ่งที่มีอยู่ในกระบอกสูบ ซึ่งจะดีกว่าแบบ O-Ring

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

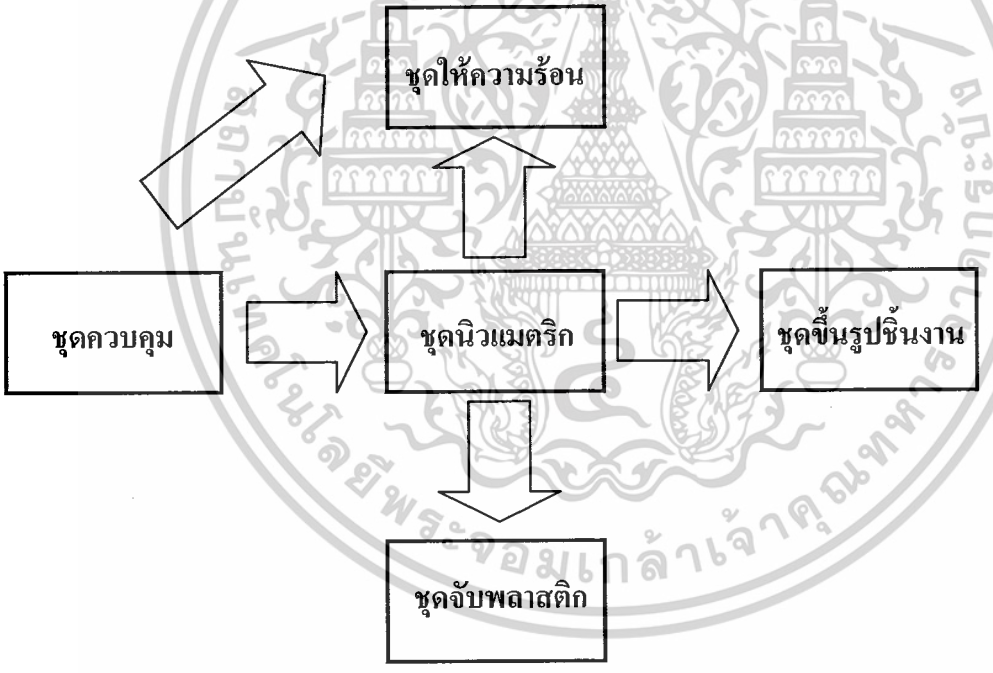
บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

การวางแผนและการดำเนินงานจริงที่ผ่านมา สามารถที่จะแจกแจงการทำโครงงานเรื่อง เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์โดยการครอบด้วยพลาสติกได้ดังนี้

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบโครงงาน การสร้างและการทำงาน ของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์โดยการครอบด้วยพลาสติก (Plastic Packaging Machine) มีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้ชุดควบคุม ชุดให้ความร้อน ชุดที่ใช้ในการขึ้นรูป ชุดจับพลาสติก และชุดควบคุมนิวแมตริก



รูปที่ 3.1 ระบบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ

แนวความคิดการทำงานของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

เครื่องขึ้นรูปพลาสติก ด้วยระบบสูญญากาศ ทำงานโดยอาศัยแรงลมสูญญากาศจากปั๊มส่งผ่านมายังแท่นแม่พิมพ์ขึ้นรูป ซึ่งในตัวแท่นแม่พิมพ์เจาะรูพรุนเอาไว้ เพื่อให้อากาศไหลผ่านได้ โดยที่ฮีตเตอร์จะเป็นให้ความร้อน จนพลาสติกอ่อนตัว แล้วจึงใช้สูญญากาศดูดเนื้อพลาสติกเข้าไปในแม่พิมพ์ทำให้แผ่นพลาสตริกขึ้นรูปตามรูปทรง

3.2.1 แนวทางในการออกแบบ

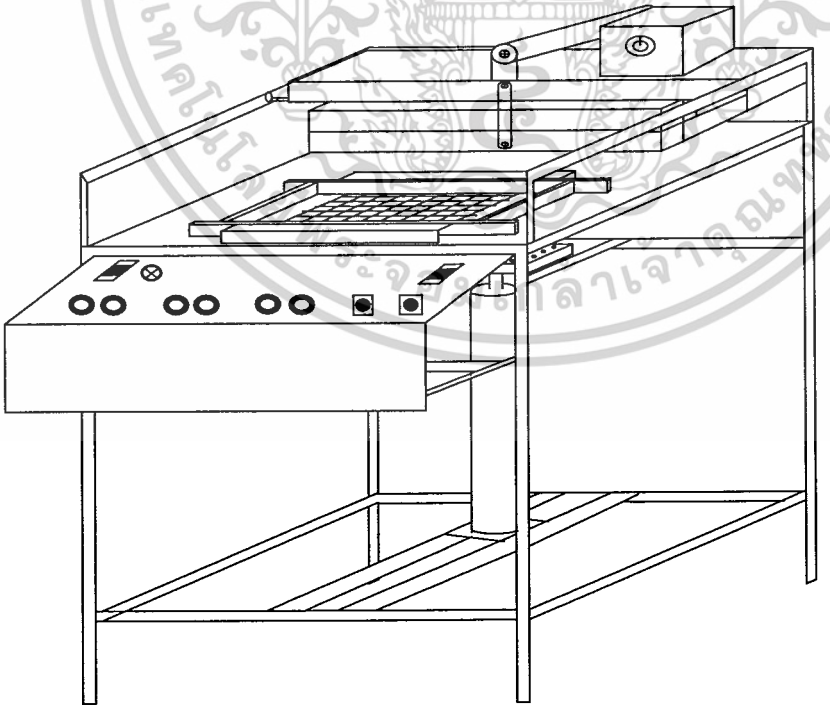
1.โครงสร้างออกแบบให้เกิดความแข็งแรง โดยดูจากน้ำหนักของอุปกรณ์ต่าง ๆ และจุดรับที่ต้องรับแรง จากนั้นจะนำมาคำนวณหาขนาดของเหล็กฉากที่จะนำมาสร้างโครงเครื่อง ในตัวเครื่องและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

2.ในการออกแบบจะคำนึงถึงค่าใช้จ่าย ในการออกแบบ และความสวยงามให้เหมาะกับการใช้งาน

3.2.2 การเลือกใช้วัสดุ

1.ใช้เหล็กฉาก มาตรฐานตามท้องตลาด

2. เหล็กเส้นกลม มาตรฐานตามท้องตลาด



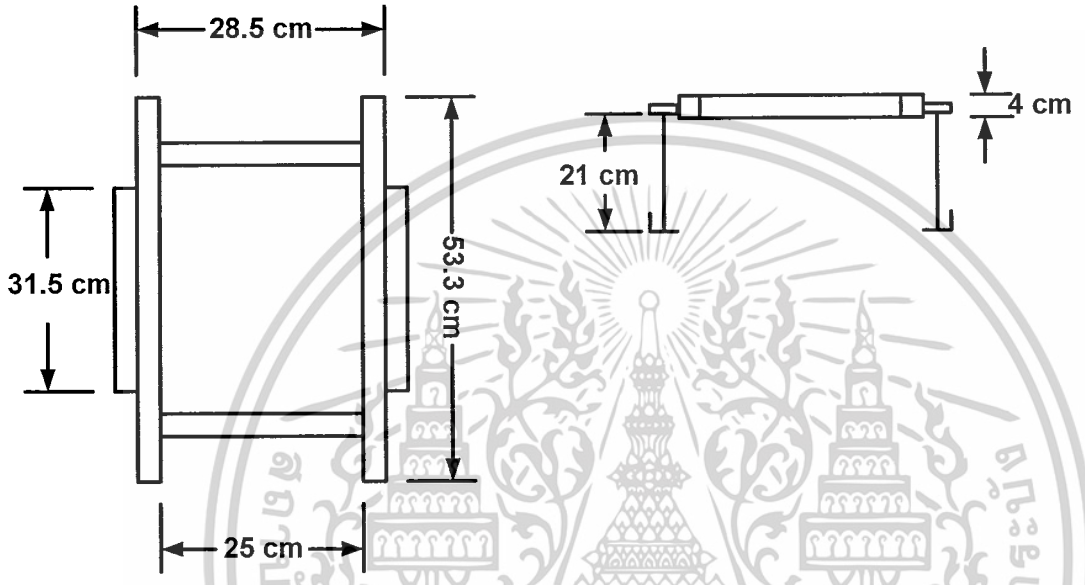
รูปที่ 3.2 โครงสร้างของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 ชุดจับแผ่นพลาสติก

ชุดจับแผ่นพลาสติกจะทำด้วยเหล็กที่มีความยาว 53.3 เซนติเมตร และความกว้าง 28.5 เซนติเมตร เหล็กที่ใช้ทำฉากเป็นรูปทรงกระบอกดังรูป

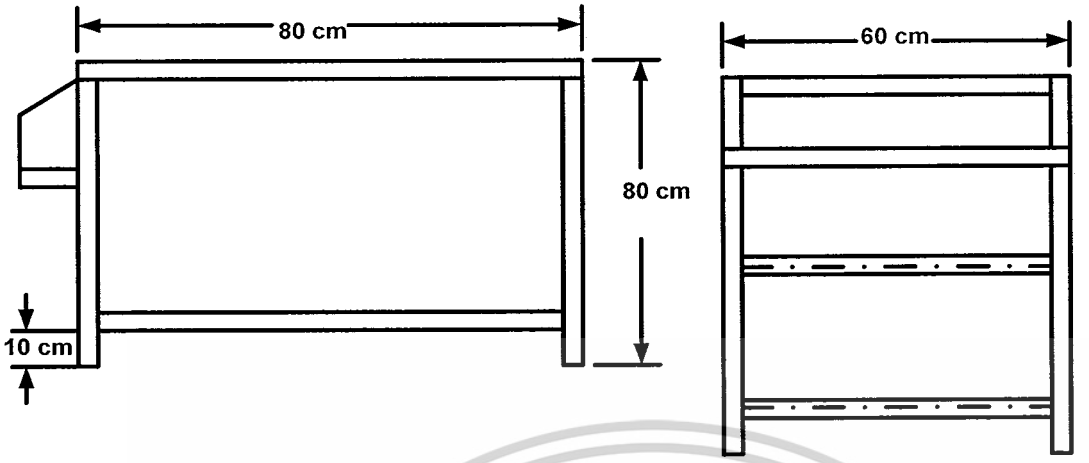


รูปที่ 3.3 การประกอบชุดจับพลาสติกจากเหล็กแผ่น

3.3.2 ขนาดของโต๊ะชิ้นงานทางด้านข้าง

ขนาดของโต๊ะชิ้นงาน จะทำด้วยเหล็กฉากสำเร็จรูป ขนาด 2.54 เซนติเมตร มีความกว้าง 60 เซนติเมตร ความยาว 80 เซนติเมตรและความสูงขนาด 80 เซนติเมตร ในการประกอบโต๊ะชิ้นงานจะโดยวิธีการเชื่อมเพื่อความแข็งแรง เพิ่มให้มีความสวยงามและมีความทนทานต่อแรงกดของอุปกรณ์ต่างๆ ของโต๊ะที่สามารถรับแรงของอุปกรณ์ได้ดังรูปข้างล่าง

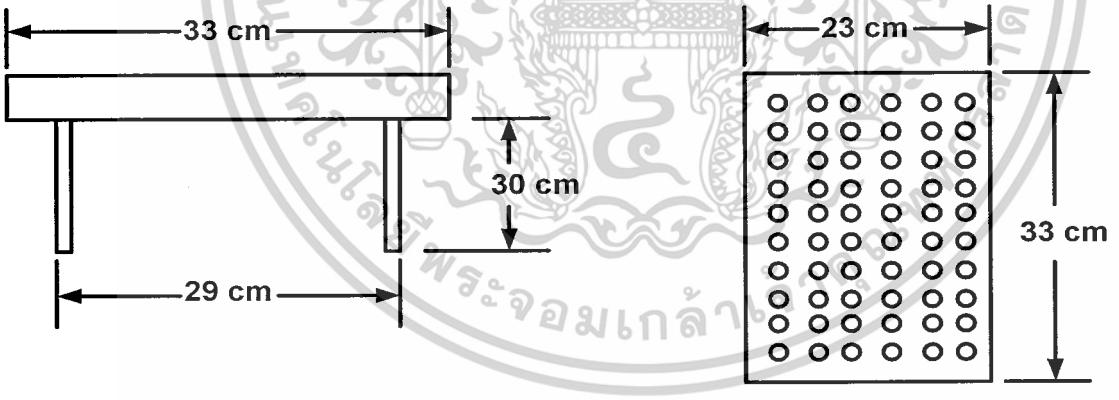
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.4 ประกอบโต๊ะชิ้นงาน(มองทางด้านข้าง)

3.3.3 ชุดขึ้นรูปชิ้นงาน

ชุดขึ้นรูปชิ้นงานนี้จะทำด้วยเหล็กสเตเลส มีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร มีความกว้าง 23 เซนติเมตร ความยาว 33 เซนติเมตร และหนา 5.5 เซนติเมตร ด้านบนโต๊ะวางวัตถุชิ้นงานจะมีรูเล็กๆ กว้างประมาณ 4.5 มิลลิเมตร เพื่อทำหน้าที่ในการดูดพลาสติกในการขึ้นรูป

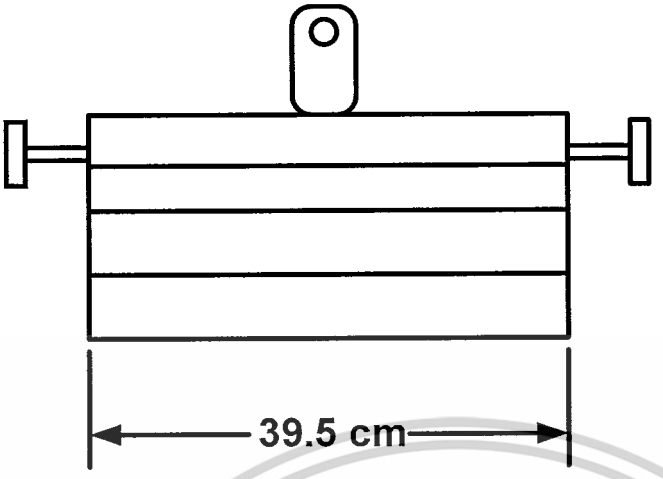


รูปที่ 3.5 ชุดขึ้นรูปและวางชิ้นงาน

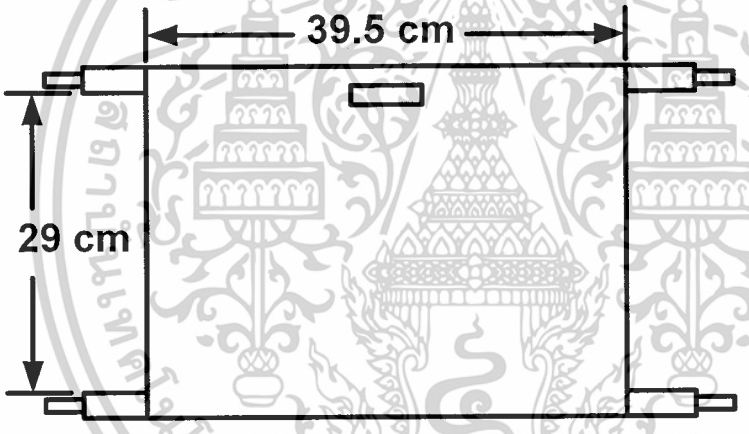
3.3.4 ชุดให้ความร้อน(ฮีตเตอร์)

โครงสร้างตัวให้ความร้อนของฮีตเตอร์ จะทำด้วยเหล็กฉากทรงกระบอกด้านบนปิด ด้วยเหล็กแผ่น มีความกว้าง 39.5 เซนติเมตร ความยาว 29 เซนติเมตร ความสูง 12 เซนติเมตร ภายในตัวถัง ของตัวให้ความร้อนของฮีตเตอร์จะติดตั้งตัวฮีตเตอร์ที่ให้ความร้อน ฮีตเตอร์ที่ให้จะเป็นแบบขดลวดสปริง 220 V 1000 W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ด้านข้างของฮีตเตอร์

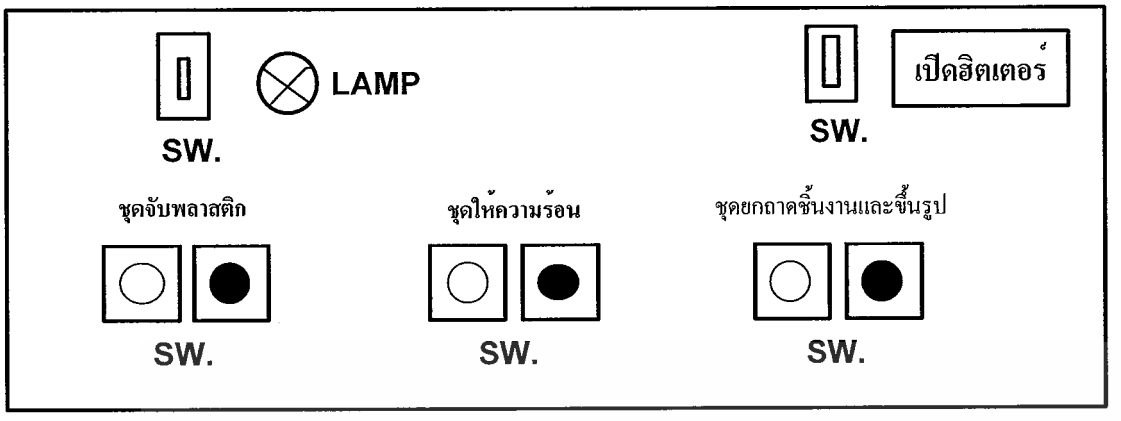


รูปที่ 3.7 ด้านบนของฮีตเตอร์

3.3.5 ชุดควบคุม

ของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติกจะประกอบไปด้วยสวิตช์ควบคุมระบบไฟฟ้า สวิตช์ควบคมระบบฮีตเตอร์ สวิตช์ควบคุมแท่นว่างวัตถุ สวิตช์ควบคุมตัวจับพลาสติก และสวิตช์ควบคุมระบบนิวแมตริก

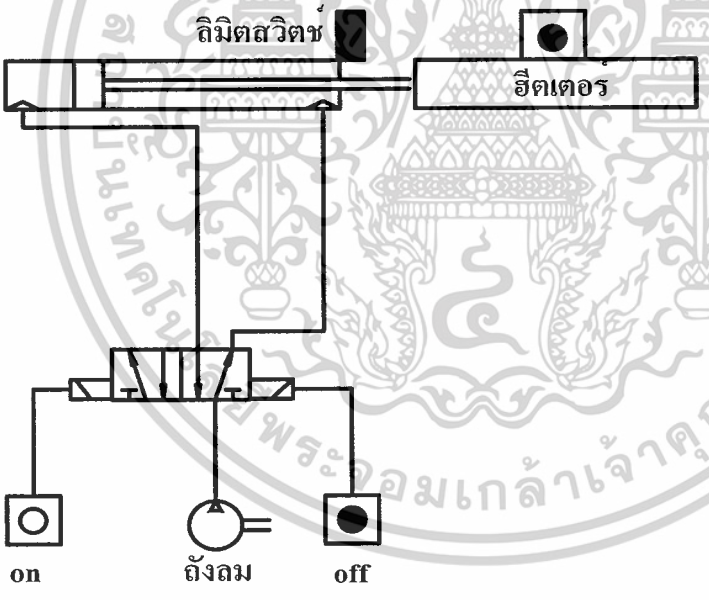
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แผงควบคุมของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

3.3 วงจรควบคุม

3.3.1 วงจรควบคุมของระบบชุดให้ความร้อน



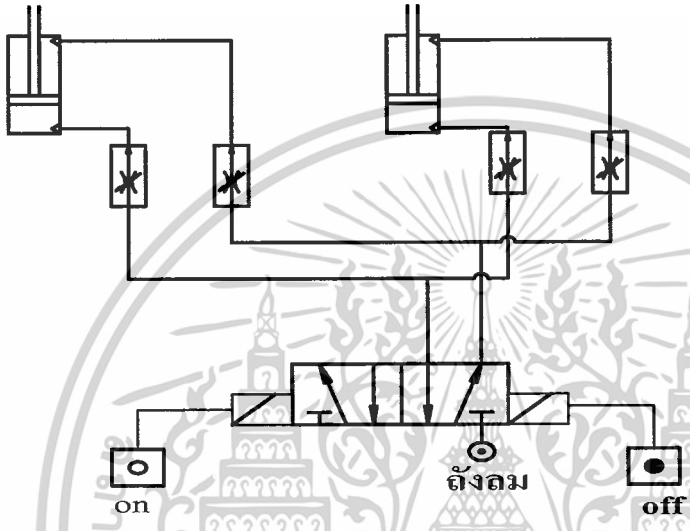
รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมของชุดให้ความร้อน

เมื่อกดสวิตช์ **on** แล้ว 1 ครั้ง จะทำให้จ่ายไฟฟ้า 24 V จ่ายไปที่คอยล์ จะทำให้ลมที่จ่ายมาจากถังลมมารออยู่ที่คอยล์นั้น ไหลผ่านไปตามท่อลมไปสู่กระกอบสูบ กระบอกสูบจะเลื่อนฮีลเตอร์ออกมา ที่ชุดจับพลาสติกเพื่อให้ความร้อน ดูพลาสติกว่ามีความยืดหยุ่น เหมาะสำหรับการขึ้นรูปพลาสติก พอกำลังขึ้นรูปแล้ว ให้กดสวิตช์ **off** 1 ครั้ง จะทำให้จ่ายไฟฟ้า 24 V จ่ายไปที่คอยล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอยล์ทำงานอีกครั้ง กระบอกสูบจะเลื่อนเข้ามา จะทำให้ชุดฮีลเตอร์เลื่อนเข้ามาอยู่ในที่ ที่กำหนดไว้ เพื่อพร้อมใช้งานอีกครั้ง

3.3.2 วงจรควบคุมของระบบชุดตัวจับพลาสติก

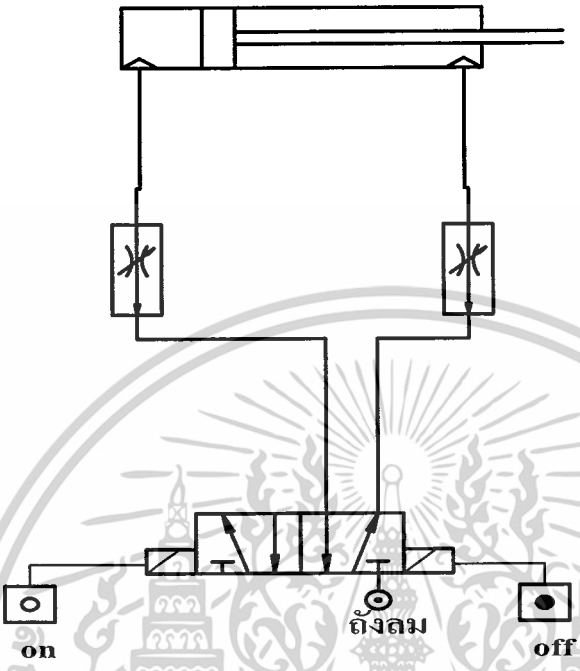


รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมของชุดจับพลาสติก

เมื่อกดสวิตช์ **on** แล้ว 1 ครั้ง จะทำให้จ่ายไฟฟ้า 24 V จ่ายไปที่คอยล์ จะทำให้ลมที่จ่ายมาจากถังลมมารออยู่ที่คอยล์นั้น ไหลผ่านไปตามท่อลมไปสู่กระกอบสูบ ทั้ง 2 กระบอกสูบจะเลื่อนขึ้นมา นำพลาสติกที่จะนำมาขึ้นรูปสอดเข้าไปในช่อง ระหว่างที่ล็อคให้พอดีและเหมาะสม ดูจากพลาสติกว่ามีความยืดหยุ่น เหมาะสำหรับการขึ้นรูปพลาสติกหรือไม่ ให้กดสวิตช์ **off** 1 ครั้ง จะทำให้จ่ายไฟฟ้า 24 V จ่ายไปที่คอยล์ คอยล์ทำงานอีกครั้ง กระบอกสูบจะเลื่อนลงมา จะทำให้ตัวล็อคพลาสติกกดลงมา เพื่อยึดพลาสติกไว้ ให้อยู่ในที่ ที่กำหนดไว้ เพื่อพร้อมขึ้นรูปชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 วงจรควบคุมของระบบชุดยกถาดชิ้นงานและขึ้นรูป



รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมของชุดยกถาดชิ้นงานและขึ้นรูป

เมื่อกดสวิตช์ **on** แล้ว 1 ครั้ง จะทำให้จ่ายไฟฟ้า 24 V จ่ายไปที่คอยล์ จะทำให้ลมที่จ่ายมาจากถังลมมารออยู่ที่คอยล์นั้น ไหลผ่านไปตามท่อลมไปสู่กระกอบสูบ กระบอกสูบจะเลื่อนถาดวางชิ้นงานขึ้นมา ที่ชุดจับพลาสติกที่ให้ความร้อนอย่างเหมาะสม ดูจากพลาสติกว่ามีความยืดหยุ่นเหมาะสำหรับการขึ้นรูปพลาสติก พอขึ้นรูปเสร็จแล้ว รอเวลาสักครู่ เพื่อให้พลาสติกเย็นตัว ให้กดสวิตช์ **off** 1 ครั้ง จะทำให้จ่ายไฟฟ้า 24 V จ่ายไปที่คอยล์ คอยล์ทำงานอีกครั้ง กระบอกสูบจะเลื่อนเข้ามา จะทำให้ชุดถาดชุดงานเลื่อนลงมาอยู่ในที่ ที่กำหนดไว้ เพื่อพร้อมใช้งานในครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

บทที่ 4 นี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองจากเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์โดยการครอบด้วยพลาสติก ก็เพื่อที่จะให้ทราบถึงคุณสมบัติและการทำงานของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่และ ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร

รูปที่ 4.1 เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

4.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

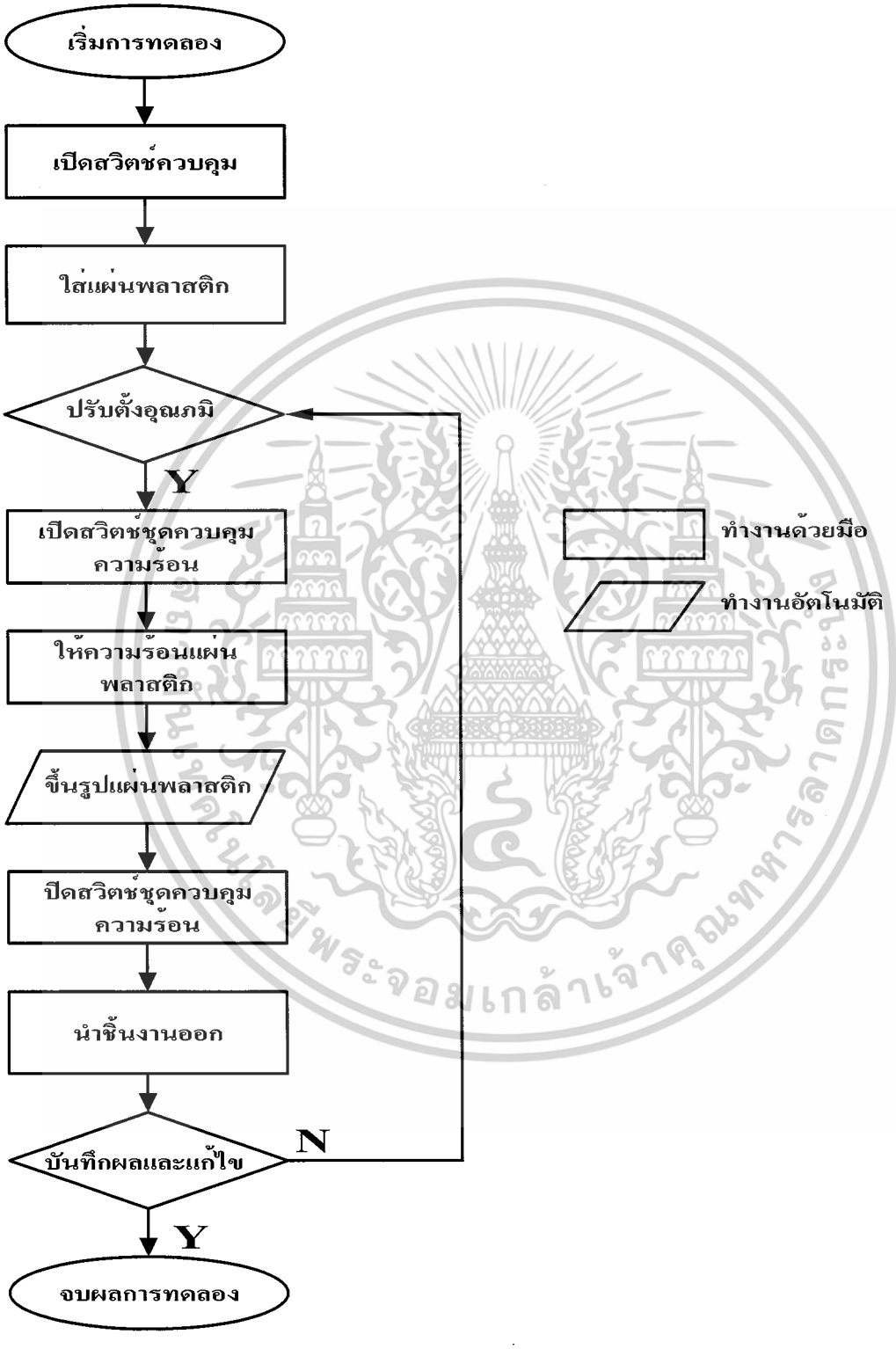
1. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องขึ้นรูปพลาสติก ด้วยระบบสูญญากาศว่าทำงานได้ตามต้องการหรือไม่
2. เพื่อทดสอบหาอุณหภูมิ เวลา และความดันที่เหมาะสมในการขึ้นรูป
3. ทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องของการทำงาน และแนวทางการแก้ไข

4.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. พลาสติกแผ่นชนิด พีวีซี หนา 1 มิลลิเมตร
2. เครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศ
3. ปั๊มลม
4. ตารางบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ขั้นตอนการทดลอง



รูปที่ 4.1 ลำดับขั้นตอนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 บันทึกการทดลอง

1. วันที่ทำการทดลอง 10 ตุลาคม 2547
2. อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส
3. ปริมาณลมที่ 6 บาร์
4. ค่าความผิดพลาดในการจับเวลา ± 5 วินาที
5. พลาสติกชนิด พีวีซี

ตารางที่ 4.1 การให้ความร้อนและการใช้เวลาในการขึ้นรูป

เวลา / ครั้งที่	อุณหภูมิที่ให้ความร้อน(องศาเซลเซียส)								
	60	80	100	120	140	160	180	200	220
1	84 S	77 S	61 S	51 S	44 S	33 S	25 S	13 S	5 S
2	83 S	72 S	60 S	52 S	46 S	35 S	27 S	14 S	6 S
3	87 S	76 S	69 S	55 S	42 S	35 S	24 S	15 S	5 S

ตารางที่ 4.2 บันทึกผลการทดลองที่ปริมาณลม 6 บาร์

ครั้งที่	อุณหภูมิที่ทำการทดลอง(องศาเซลเซียส)								
	60	80	100	120	140	160	180	200	220
1	Y	Y	Y	OW	O	O	IX	OW	IX
2	Y	Y	OW	Y	OW	OW	OW	IX	OW
3	Y	Y	Y	OW	OW	OI	W	O	OW

หมายเหตุ

S = หน่วยของเวลาเป็น “วินาที”
W = เนื้อพลาสติกเกิดรอยย่น
I = เนื้อพลาสติกฉีกขาด
X = ไม่เกิดรูปทรง
O = เกิดรูปทรง
Y = ชิ้นงานสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง พบว่า ในการขึ้นรูปให้ได้ผลจำเป็นต้องมีความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณลม และอุณหภูมิที่เหมาะสม จึงสามารถขึ้นรูปได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพดี

จากตารางการทดลองจะเห็นว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปพลาสติกนั้นอยู่ที่ 60-100 องศาเซลเซียส ซึ่งจะสามารถขึ้นรูปได้อย่างสมบูรณ์ที่สุด และเมื่อใช้อุณหภูมิยิ่งสูงขึ้น ทำให้การขึ้นรูปนั้น เป็นไปได้รวดเร็ว แต่ความสมบรูณ์ของชิ้นงานนั้นไม่มีความสมบรูณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

โครงงานนี้นำเสนอการสร้างเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติกโครงงานประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนระบบความร้อน ส่วนระบบนิวแมตริกและส่วนระบบไฟฟ้า เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก สามารถขึ้นรูปชิ้นงานที่มีขนาด ความกว้างไม่เกิน 9 นิ้ว ยาวไม่เกิน 13 นิ้ว และ ความสูงไม่เกิน 1 นิ้ว เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้ และสามารถนำไปใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ระดับขนาดเล็กถึงระดับขนาดกลางได้ เพื่อเพิ่มมูลค่าของตัวผลิตภัณฑ์

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการออกแบบ สร้างและทดสอบ โครงงานเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก พบว่าเกิดปัญหาหลายประการสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา การควบคุมความร้อนยังไม่คงที่

แนวทางแก้ไข การแก้ไขนั้นเป็นไปไม่ได้ เพราะเป็นมาตรฐานการผลิต ที่ไม่สามารถให้ร้อนออกมาได้คงที่ เช่น ต้องการ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ตัวให้ความร้อนจะมีเครื่องวัดอุณหภูมิ เป็นตัวจ่ายไฟฟ้าให้ ตัวให้ความร้อนทำงาน เมื่อ อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ก็จ่ายไฟฟ้าให้ตัวให้ความร้อนทำงาน ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ก็จะหยุดจ่ายไฟฟ้าให้แก่ตัวให้ความร้อน ก็จะหยุดทำงาน

2. ปัญหา การควบคุมลมที่ใช้ในระบบนิวแมตริกค่อนข้างควบคุมได้ยาก การทำงานของเครื่อง จึงอาจมีการสะดุดเล็กน้อยเป็นบางครั้ง

แนวทางแก้ไข ควรใส่วาวล์ปรับความเร็วลมที่ตัวกระบอกสูบนิวแตริก จะทำให้กระบอกสูบนิวแมตริก เข้าและออกได้คงที่

3. ปัญหา การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ มีขนาดที่จำกัด

แนวทางแก้ไข สร้างชุดขึ้นรูปชิ้นงานให้มีใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก สามารถเลือกพัฒนาได้หลายวิธี ดังนี้

1. การควบคุมของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก เป็นการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งมีความยุ่งยากและซับซ้อน จึงควรปรับปรุงเป็นแบบอัตโนมัติ โดยใช้ PLC หรือไมโครคอนโทเลอร์

2. สามารถพัฒนาให้มีปริมาตรบรรจุผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นได้ โดยการออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปใหม่ หรืออาจออกแบบแม่พิมพ์ตัดใหม่ด้วย

3. ติดตั้งอุปกรณ์ช่วยต่างๆ เพื่อการทำงานที่สะดวกขึ้น เช่น จอแสดงขั้นตอนการทำงาน อุปกรณ์นับจำนวน ไฟเตือนเหตุฉุกเฉิน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์. "**กลศาสตร์และพลศาสตร์ของเครื่องจักรกล.**" กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2533

รศ.บรรเลง ศรนิล และ ผศ.ประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์. "**ตารางงานโลหะ.**" กรุงเทพมหานคร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2539

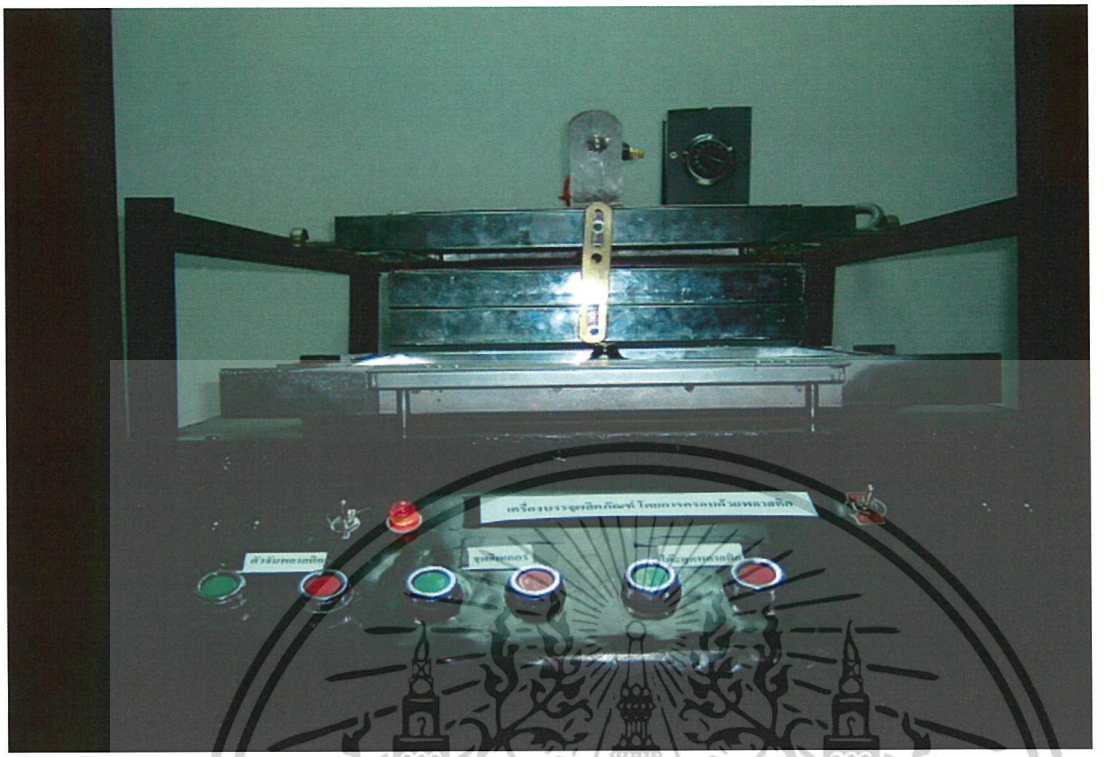
พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. "**พลาสติก.**" กรุงเทพมหานคร พิมพ์ครั้งที่ 13:2539

นักสิทธิ์ คูวัฒนาชัย. "**การถ่ายเทความร้อน.**" กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2535

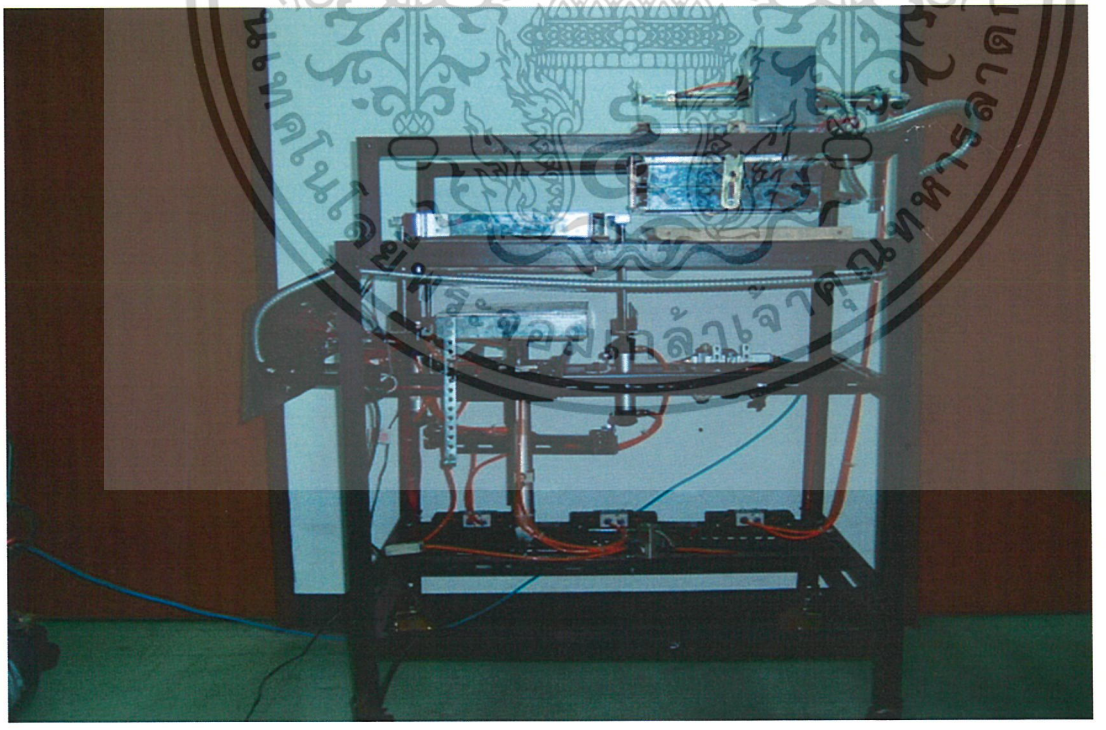
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

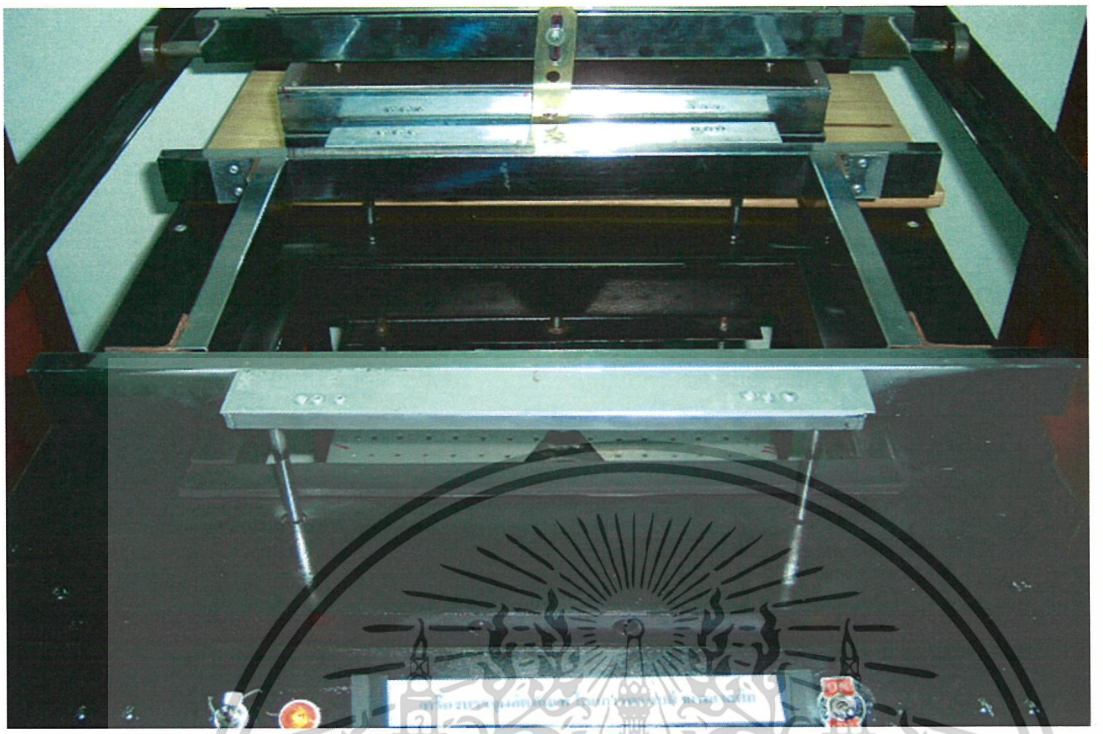


รูปที่ ก.1 เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก



รูปที่ ก.2 ด้านข้างของเครื่องเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

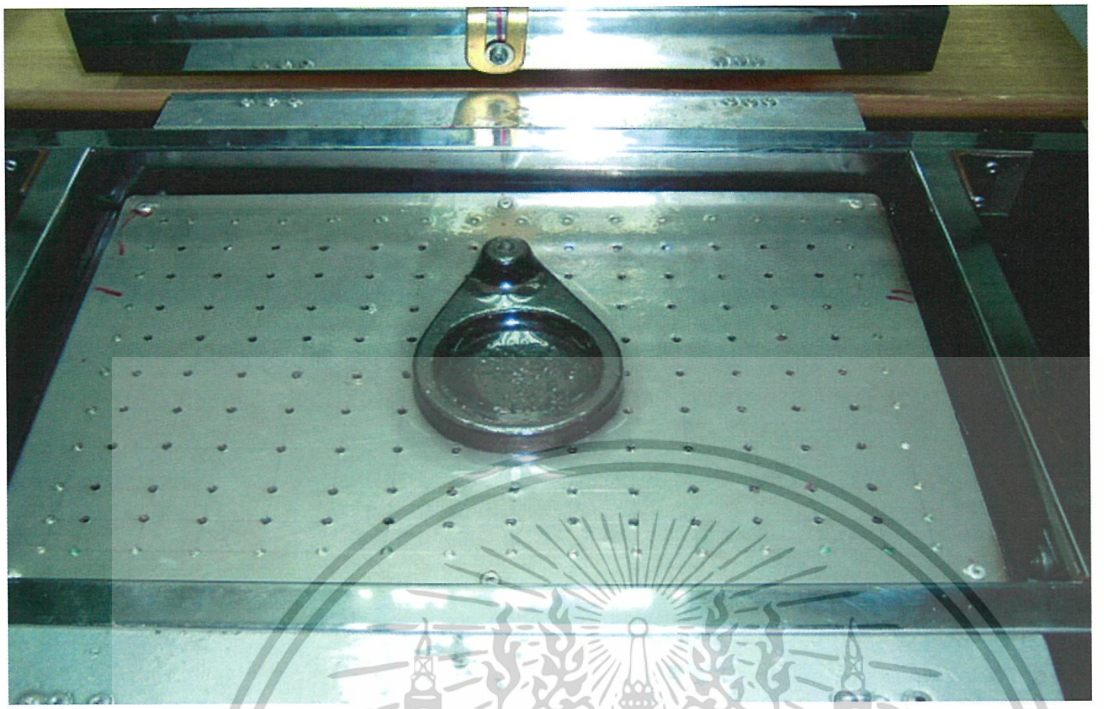
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



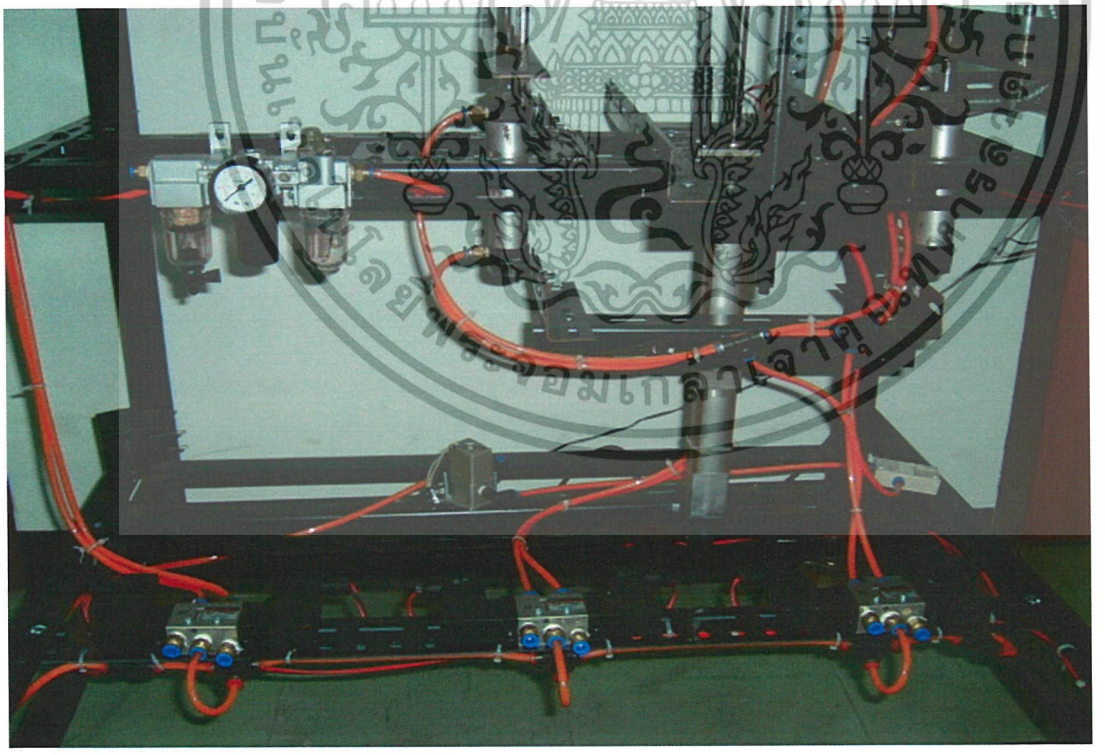
รูปที่ ก.3 ภาคการทำงานชุดจับพลาสติก

รูปที่ ก.4 ภาคทำงานชุดให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 ภาคการทำงานชุดขึ้นรูปและวางชิ้นงาน



รูปที่ ก.6 อุปกรณ์ภายในเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

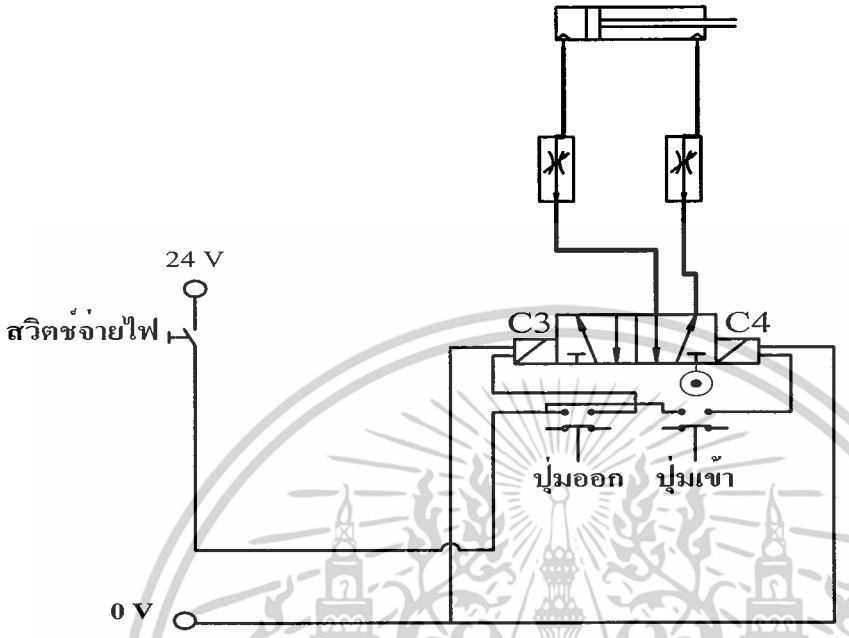
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

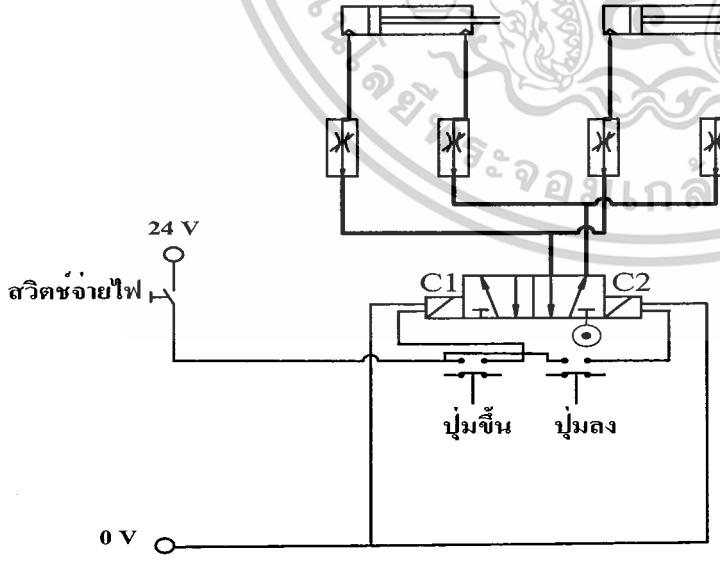
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดให้ความร้อน



รูปที่ ข.1 วงจรชุดให้ความร้อน

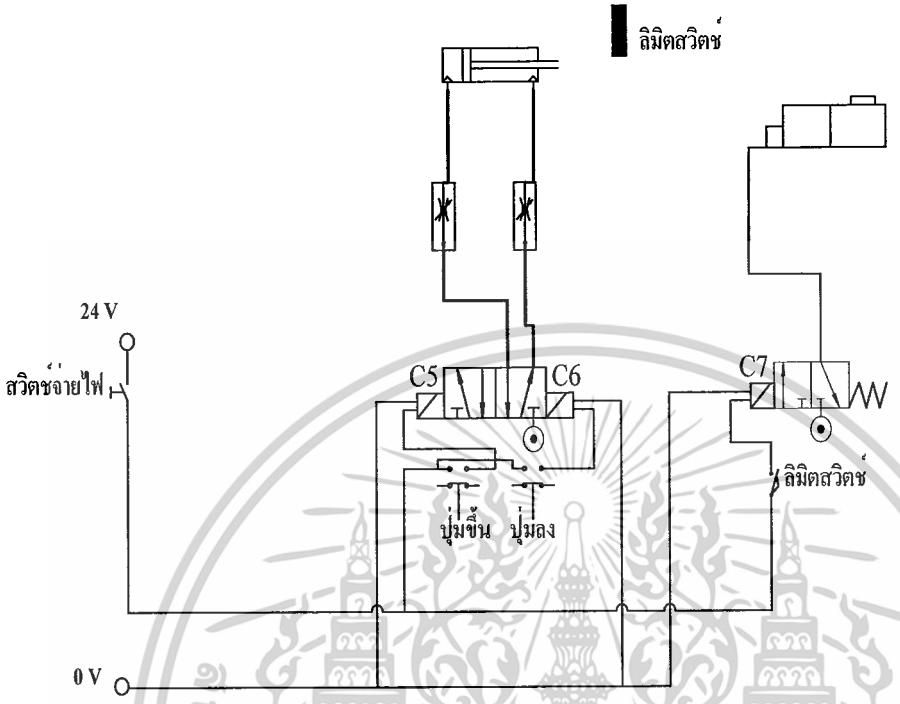
ชุดตัวจับพลาสติก



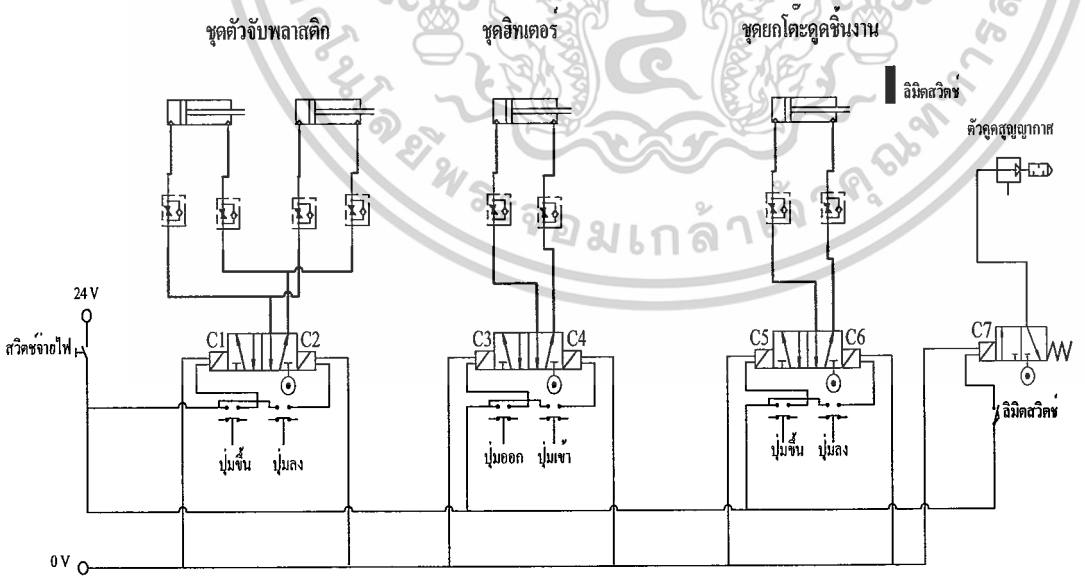
รูปที่ ข.2 วงจรชุดจับพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดยกถาดชิ้นงานและขึ้นรูปชิ้นงาน



รูปที่ ข.3 วงจรชุดยกถาดชิ้นงานและขึ้นรูปพลาสติก



รูปที่ ข.4 วงจรรวมของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายงานอุปกรณ์ของชุดให้ความร้อน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์ให้ความร้อน		
ขดลวดให้ความร้อน	ฮิทเตอร์ขนาด 2000 W	1 เส้น
IOZ-2	กระบอกสูบ ช่วงชัก 300 มิลลิเมตร	1 ตัว
VF 32030	วาล์ว 3/2	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
สายลม แบบ HOSE	HOSE 6X4	4 เส้น
สายไฟฟ้า	AC 220 V	1 เส้น

ตารางที่ ค.2 รายงานอุปกรณ์ของชุดจับพลาสติก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์		
CMIN25-75	กระบอกสูบ ช่วงชัก 100 มิลลิเมตร	2 ตัว
VF 32030	วาล์ว 3/2	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
สายลม แบบ HOSE	HOSE 6X4	1 เส้น

ตารางที่ ค.3 รายงานอุปกรณ์ของชุดขึ้นรูปชิ้นงาน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์		
A3VRFI1/BX4	กระบอกสูบ ช่วงชัก 200 มิลลิเมตร	1 ตัว
VF 32030	วาล์ว 3/2	1 ตัว
ZH10B	คอนวูวม์(ตัวปล่อยลม)	1 ตัว
VT301	วาล์ว 1/2	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
สายลม แบบ HOSE	HOSE 6X4	6 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายงานอุปกรณ์ของชุดควบคุม

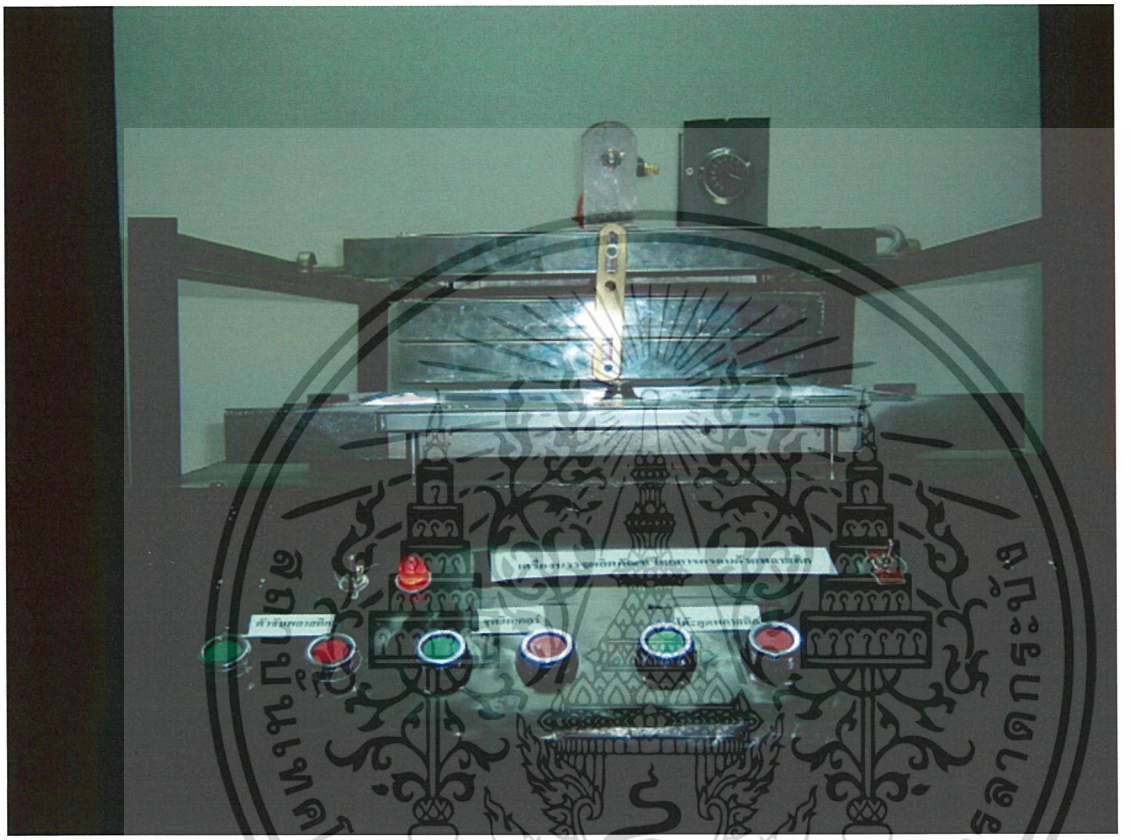
ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์		
S1	สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ	6 ตัว
SW1	สวิตช์โยกแบบเปิด-ปิด	2 ตัว
LED	สีแดง 24 V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	หม้อแปลง 220/24-0-24 3A	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก



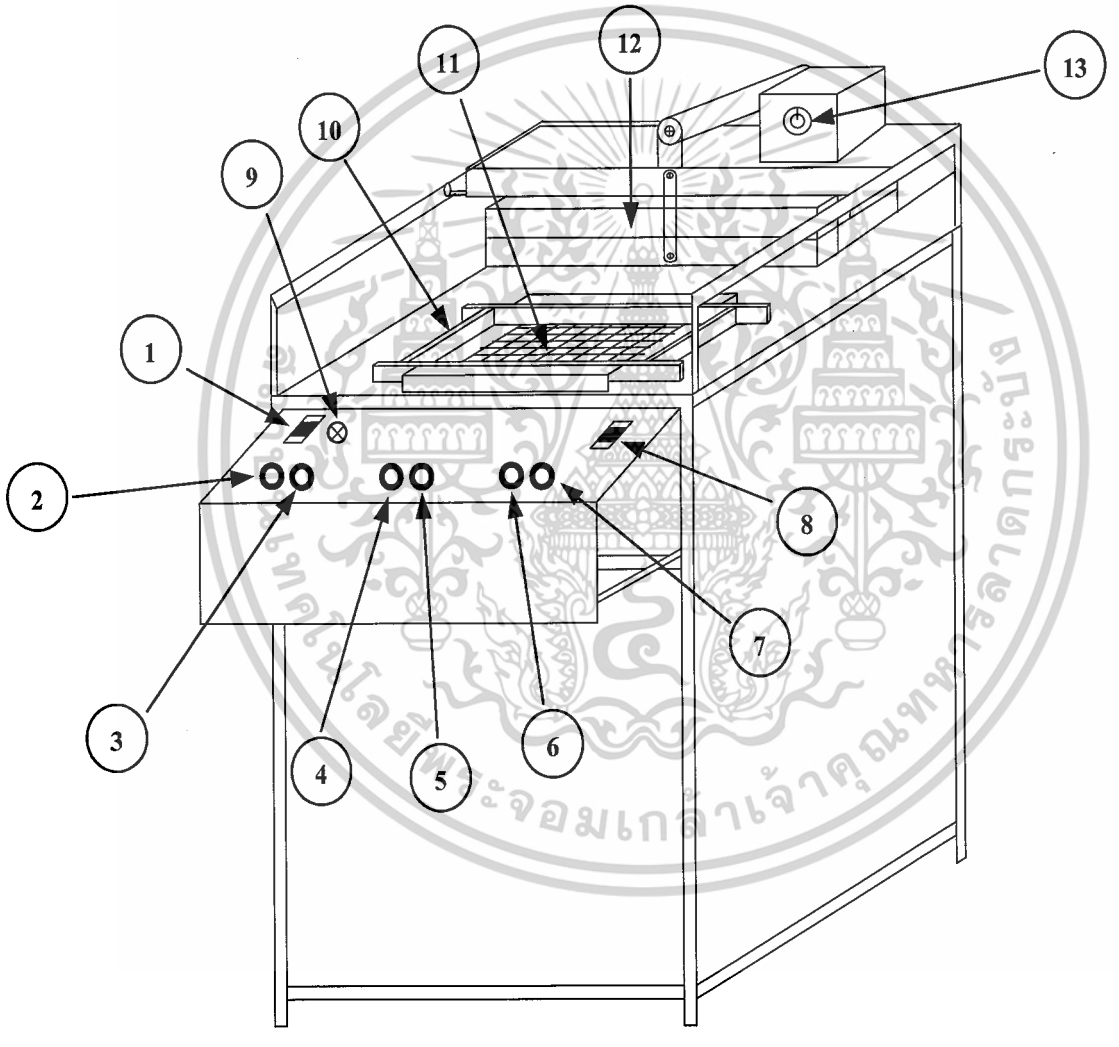
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจเพื่อจะได้ผลงานที่ถูกต้อง และเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ ง.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยการครอบด้วยพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ง.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. สวิตช์ ปิด-เปิด เครื่อง
2. สวิตช์ ยกเพื่อจับพลาสติก
3. สวิตช์ กดเพื่อจับพลาสติก
4. สวิตช์เลื่อนฮีลเตอร์ เพื่อให้ความร้อนกับพลาสติก
5. สวิตช์ เลื่อนฮีลเตอร์กลับ
6. สวิตช์ยกถาดชิ้นงานขึ้นมา เพื่อขึ้นรูป
7. สวิตช์ เลื่อนถาดชิ้นงานลง
8. สวิตช์ปิด-เปิด ฮีลเตอร์
9. หลอด LED แสดงว่ามีไฟฟ้าเข้ามาเลี้ยงวงจร
10. ชุดจับพลาสติก
11. ชุดวางชิ้นงานและขึ้นรูป
12. ชุดให้ความร้อน(ฮีลเตอร์)
13. สวิตช์ตั้งอุณหภูมิของชุดให้ความร้อน

3. การติดตั้งและใช้งาน

3.1 ตรวจสอบก่อนใช้งาน ว่าอุปกรณ์ทุกอย่างพร้อมที่จะใช้งานและอยู่ในที่กำหนดไว้

3.2 เสียบปลั๊กไฟเข้ากับระบบไฟฟ้า 220 V และเสียบระบบลมเข้ากับเกดปรับความดัน โดยปรับความดันอยู่ที่ประมาณ 6 บาร์

3.3 เปิดสวิตช์การทำงานของเครื่องเพื่อจ่ายไฟให้กับระบบ

3.4 กดปุ่ม ยก เพื่อยกตัวจับพลาสติกแล้วจึงใส่พลาสติก จากนั้นกดปุ่ม ลง เพื่อจับแผ่นพลาสติก

3.5 ปรับตัวตั้งอุณหภูมิเพื่อให้ความร้อนตามขนาดของพลาสติก ให้เหมาะสมกับการขึ้นรูป

3.6 เปิดสวิตช์ตัวตั้งอุณหภูมิเพื่อให้ความร้อนตามขนาดของพลาสติก

3.7 ปรับตัวตั้งเวลาในการดูดพลาสติกตามความเหมาะสม

3.8 กดปุ่ม ออก เพื่อให้ชุดความร้อนให้ความร้อนกับพลาสติกจนพลาสติกอ่อนตัว

3.9 กดปุ่ม ตัวดูด เพื่อให้โต๊ะวางชิ้นงานเลื่อนขึ้นมาดูดแผ่นพลาสติก

3.10 กดปุ่ม เข้า เพื่อให้ชุดความร้อนเลื่อนเข้ามาอยู่กับที่ เพื่อเตรียมพร้อมใช้งานต่อไป

3.11 ปิดสวิตช์การทำงานตัวตั้งอุณหภูมิเพื่อให้ความร้อน

3.12 กดปุ่ม หยุดดูด หรือรอตัวตั้งเวลาดูดสั่งหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.13 กดปุ่ม ยกตัวจับพลาสติกขึ้น เพื่อนำพลาสติกที่ขึ้นรูปออก

3.14 เมื่อทำการขึ้นรูปเสร็จแล้ว ให้ทำการปิดสวิตช์ทั้งหมดก่อน แล้วจึงถอดสายไฟฟ้าออกจากเครื่องและเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์โดยการครอบด้วยพลาสติก สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
กระสูบนิวแมตริกไม่ทำงาน	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง ไม่ได้เปิดสวิตช์กำลังที่หน้าเครื่อง ไม่ได้เปิดถังจ่ายลม
ชุดขึ้นรูปไม่ทำงาน	ตรวจสอบสายลมที่ต่อ ตรวจสอบคอลย์ ตรวจสอบแหล่งจ่าย
ชุดให้ความร้อนไม่ทำงาน	ตรวจสอบฮีลเตอร์(แบบสปริง) ว่าขาดหรือเปล่า ตรวจสอบแหล่งจ่ายว่ามีไฟฟ้ามาเลี้ยงวงจรหรือเปล่า
ชุดจับพลาสติกไม่ทำงาน	ตรวจสอบสายลมที่ต่อ ตรวจสอบคอลย์ ตรวจสอบแหล่งจ่าย

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ถอดสายไฟฟ้าออกจากจุดต่อด้านหลังเครื่องทุกครั้งหลังจากใช้งานเสร็จ
- เช็ดทำความสะอาดตัวเครื่องด้วยผ้านุ่ม อย่าใช้สารใดๆ ที่เป็นตัวทำละลายเพราะอาจทำให้ตัวเครื่องเป็นรอยเสียหาย
- ตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งานทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อควรระหวัง

- อย่าเปิดสวิตช์ชุดให้ความร้อนทิ้งไว้
- ห้ามสัมผัสชุดให้ความร้อน ขณะที่ยังให้ความร้อน
- อย่าเปิดสวิตช์ทิ้งไว้ เพราะจะทำให้อุปกรณ์มีอายุการใช้งานสั้นลง
- อย่านำพลาสติกออกจากชุดจับพลาสติก ขณะที่ยังร้อนอยู่ จะเป็นอันตรายได้
- อย่ากดปุ่ม การทำงานพร้อมกันตั้งแต่ 2 ปุ่มขึ้นไป

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
หลักการตั้งอุณหภูมิ	แบบโทเมอร์สตัก
หลักการควบคุม	แบบกึ่งอัตโนมัติ
หลักการให้ความร้อน	การแผ่ความร้อน
แหล่งจ่าย	
- ชุดให้ความร้อน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
- คอลย์	ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
- ถังจ่ายลม	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

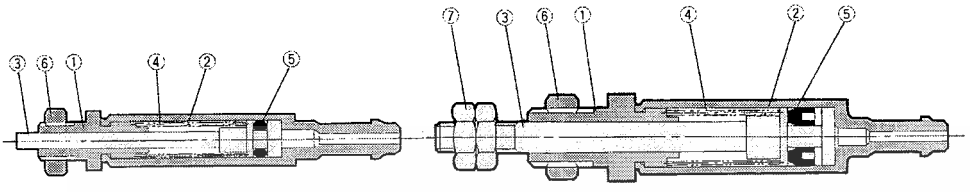
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Air Cylinder/Single Acting (Spring Return) *Series CJ1*

Construction

CJ1B2-□SU4

CJ1B4-□SU4

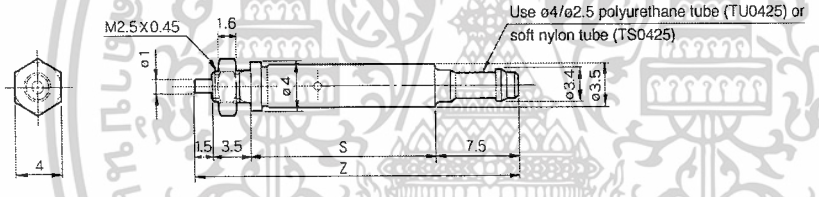


Component Parts (Impossible to disassemble)

No.	Description	Material	Note
①	Rod cover	Brass	Electroless nickel plated
②	Cylinder tube	Brass	Electroless nickel plated
③	Piston rod	Stainless steel	
④	Spring	Stainless steel wire	
⑤	Piston seal	NBR	
⑥	Mounting nut	Brass	Black zinc chromate
⑦	Rod end nut	Steel	Electroless nickel plated

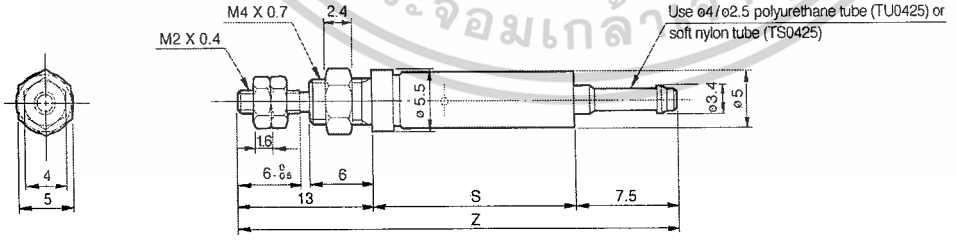
Dimentions: Basic style

Bore size: ø2.5/CJ1B2-□SU4



Bore (mm) \ Symbol / Stroke	S		Z	
	5	10	5	10
2.5	16.5	25.5	29	38

Bore size: ø4/CJ1B4-□SU4



Bore (mm) \ Symbol / Stroke	S				Z			
	5	10	15	20	5	10	15	20
4	19.5	28.5	37.5	46.5	40	49	58	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Armaturen

Drosselrückschlagventil in Schwenkarmatur

Zum Direkteinschrauben in Gewindebohrungen an Ventilen und Zylindern sind M5- und G1/8-Drosselrückschlagventile lieferbar.
Standardmäßig als Abluftdrossel und Zuluftdrossel festgelegt.
Die Ventile sind sowohl mit integrierten Steckanschlüssen (für Schlauch 4 und 6 mm Außen-Ø), als auch mit Überwurfmutter (für Schlauch 5 x 1 und 6 x 1) lieferbar.

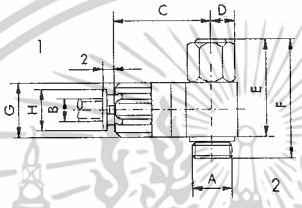
Fittings

One-Way Flow Restrictor as Banjo Fitting

One-way flow restrictor with M5 and G1/8 connections are available for direct insertion into the tapped holes of valves and cylinders.
The standard version is designed as exhaust and inlet restrictor.
The valves can be supplied with integrated instant push-in connections (for 4 and 6 mm tubing) and with (for 5 mm and 6 mm tubing) and retaining ferrule.

Steckarmatur

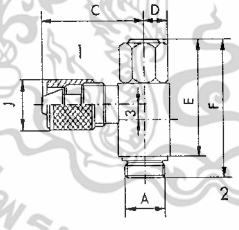
Push-in fitting



Bestell-Nr./Order No.	A	B	C	D	E	F	G	H	J	
47.075	M5	4*	17	4	18	21	8,5	8		
47.090	G 1/8	6*	24,5	7	27	32	14	10		
47.076	M5	4*	17	4	18	21	8,5	8		
47.091	G 1/8	6*	24,5	7	27	32	14	10		

Überwurfmutter

Barbed push-on end



Bestell-Nr./Order No.	A	B	C	D	E	F	G	H	J	
47.070	M5	5x1	14,5	4	18	21			8	
47.080	M5	6x1	14,5	4	18	21			9	
47.085	G 1/8	6x1	21	7	27	32			9	
47.071	M5	5x1	14,5	4	18	21			8	
47.081	M5	6x1	14,5	4	18	21			9	
47.086	G 1/8	6x1	21	7	27	32			9	

* Schläuche für Steckarmaturen (außen kalibriert)

* Tubes for instant push-in fittings (out-side calibration)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sperr- und Stromventile 47
Zubehör

Check Valves and Flow Regulators 47
Accessories

Befestigungszubehör

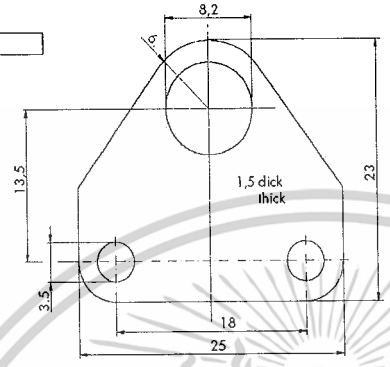
Mounting Accessories

Befestigungsflansch

Bestell-Nr.	38.305

Mounting flange

Order No.	38.305

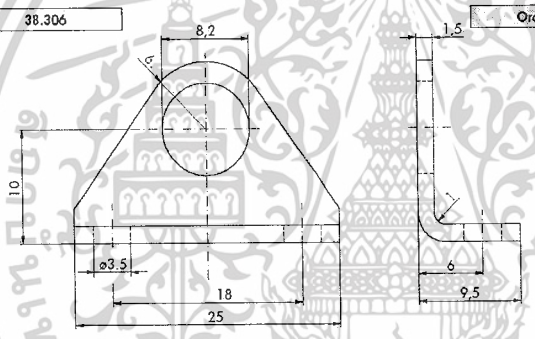


Befestigungswinkel

Bestell-Nr.	38.306

Mounting bracket

Order No.	38.306

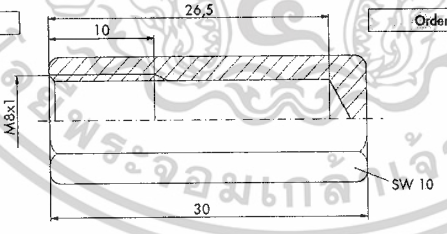


Schutzkappe (für Spindel der Drossel- und Drosselrückschlagventile)

Bestell-Nr.	47.266

Protective cover (for spindle of restrictor and one-way-restrictor)

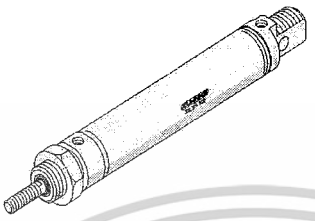
Order No.	47.266



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zylinder
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Technische Daten

Diese Zylinder entsprechen der Norm CETOP RP 52P und DIN ISO 6432. Die Ausführung "S" ist nicht Bestandteil der Norm.



Technische Daten:
Druckbereich:

Kolben Ø	Betriebsdruck (bar)	
mm	ew	dw
8	2 - 10	1.5 - 10
10	1.5 - 10	1.5 - 10
12	1.5 - 10	1 - 10
16	1.5 - 10	1 - 10
20	1.5 - 10	0.5 - 10
25	1.5 - 10	0.5 - 10

Umgebungstemperatur: - 20 °C...+ 70 °C**

Werkstoffe: Zylinderrohr: CrNi-Stahl, korrosionsbeständig
Zylinderdeckel: Aluminium
Kolbenstange: CrNi-Stahl, korrosionsbeständig
Dämpfungsscheibe: Elastomer, schlagfest

Dichtungen: Perbunan, ölbeständig

Schmiermittel: Shell Tellus Öl C10 oder gleichwertig

Medium: Druckluft, gewartet*

Hubbegrenzung: möglichst extern (optimale Lebensdauer)

Hubtoleranz: max. + 1,5 mm

Federkraft: ausgelegt für Rückbewegung des Kolbens, nicht für angekoppelte Massen.
Flächenverhältnis der Kolben bei doppeltwirkenden Zylindern (bedingt durch Abzug der Kolbenstangenquerschnitte)

Zylinder 8, 12 mm 4:3
Zylinder 10 mm 6:5
Zylinder 16, 20, 25 mm 7:6

Befestigung: Ausführung "S": Schraubbefestigung am Zylinderdeckel der Kolbenstangenseite
Ausführung "U": Universalbefestigung (Schraubbefestigung an beiden Zylinderdeckeln, Schwenkbefestigung)

Sonderzylinder nach Ihren Angaben und Zylinder mit doppelseitiger Kolbenstange, sowie Zylinder mit Zwischen- und Überlängen bitten wir anzufragen.

*, ** siehe Technische Information

Cylinders
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Technical Data

These cylinders have been designed in conformity with CETOP RP 52P and with DIN ISO 6432 standards. Version "S" is not considered in above standards.

Technical Data:
Pressure range:

Piston dia.	Operating pressure (bar)	
mm	sa	da
8	2 - 10	1.5 - 10
10	1.5 - 10	1.5 - 10
12	1.5 - 10	1 - 10
16	1.5 - 10	1 - 10
20	1.5 - 10	0.5 - 10
25	1.5 - 10	0.5 - 10

Ambient temperature range: - 20 °C...+ 70 °C**

Materials: cylinder tube: brass
cylinder covers: aluminium
piston rod: CrNi-steel, corrosion-resistant
cushioning: plastic, impact-resistant

Seals: Perbunan, oil-resistant

Lubricant: Shell Tellus Oil C10 or equivalent

Operating medium: compressed air, prepared*

Stroke limitation: if possible external (for optimum life)

Stroke tolerance: max. + 1.5 mm

Spring force: designed for return of piston, not for any coupled mass.
area ratio of piston with double acting cylinders (due to reduction of piston rod sections)

Cylinders 8-12 mm 4:3
Cylinders 10 mm 6:5
Cylinders 16, 20, 25 mm 7:6

Mounting: version "S": threaded mounting on cylinder cover at piston rod end.
version "U": universal mounting (threaded attachment on both cylinder covers, trunnion mounting)

Please enquire about special cylinders to your own requirements and cylinders with double-sided piston rod as well as intermediate and extra long dimensions.

*, ** see Technical Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

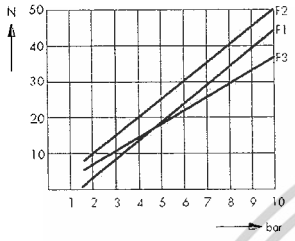
Zylinder
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Technische Daten

Cylinders
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Technical Data

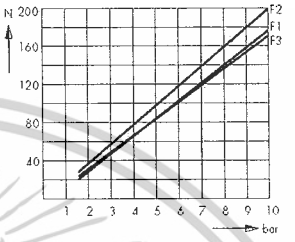
Statische Zylinderkennlinien*
Kolbendurchmesser

Static Cylinder Characteristics*
Piston Diameter

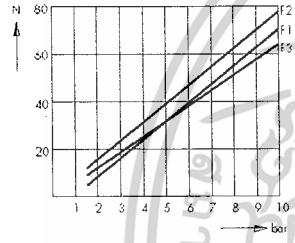
Ø 8 mm



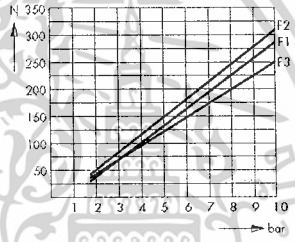
Ø 16 mm



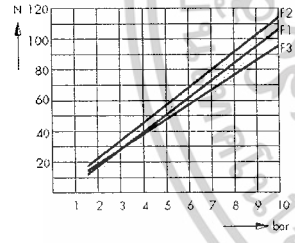
Ø 10 mm



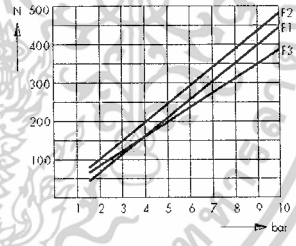
Ø 20 mm



Ø 12 mm



Ø 25 mm



* Für das dynamische Verhalten sind die Zylinderkennlinien mit dem Faktor 0,5 - 0,7 zu multiplizieren.

F1 = einfachwirkende Zylinder
F2 = doppeltwirkende Zylinder im Vorlauf
F3 = doppeltwirkende Zylinder im Rücklauf

* The cylinder characteristics are to be multiplied by a factor of 0.5 - 0.7 for the dynamic behaviour.

F1 = single acting cylinders
F2 = double acting cylinders in forward stroke
F3 = double acting cylinders in return stroke

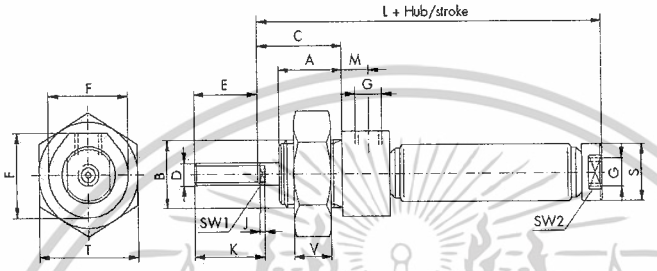
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zylinder
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Doppeltwirkend, mit/ohne Magnetkolben
Ø 8 ... 25 mm

Cylinders
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Double Acting, with/without Magnetic Piston
Diameter 8 ... 25 mm

Ausführung S, ohne Magnetkolben

Type S without magnetic piston



Maßtabelle

Dimensions

Kolben-Ø Piston dia. mm	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	S Ø	T	U	V	X	SW1	SW2
8	12	M12x1,25	16	M4	12	15	M5				55	5					10	19		7			8
10	12	M12x1,25	16	M4	12	15	M5				56	5					12	19		7			10
12	17	M16x1,5	22	M6	16	20	M5		3,5	19,5	64	5					14	24		8		5	12
16	17	M16x1,5	22	M6	16	20	M5		3,5	19,5	74	5					18	24		8		5	16
20	20	M22x1,5	24	M8	20	27	G1/8		4	23	82	8					22	32		10		7	19
25	22	M22x1,5	28	M10x1,25	22	27	G1/8		4	26	90	8					27	32		10		9	24

Kolben Ø Piston dia. mm	Bestell-Nr. *) Order No. *) Standard-Hübe (mm) Standard strokes (mm)								
	10	25	40	50	80	100	125	160	
8	23.25.010	23.25.025	23.25.040	23.25.050	23.25.080	23.25.100			<– Max. Hub/stroke 150
10	24.25.010	24.25.025	24.25.040	24.25.050	24.25.080	24.25.100			<– Max. Hub/stroke 150
12	25.25.010	25.25.025	25.25.040	25.25.050	25.25.080	25.25.100	25.25.125		– Max. Hub/stroke 300 –>
16	26.25.010	26.25.025	26.25.040	26.25.050	26.25.080	26.25.100	26.25.125	26.25.160	– Max. Hub/stroke 350 –>
20	27.25.010	27.25.025	27.25.040	27.25.050	27.25.080	27.25.100	27.25.125	27.25.160	– Max. Hub/stroke 500 –>
25	28.25.010	28.25.025	28.25.040	28.25.050	28.25.080	28.25.100	28.25.125	28.25.160	– Max. Hub/stroke 500 –>

* Zwischenhübe sind auf Wunsch lieferbar bis zum max. Hub lt. Tabelle. Der Hub geht in die Bestell-Nr. in den letzten drei Ziffern ein.

Beispiel:

26	2	5	125
Kennzahl f. Kolben Ø	dw	S	Hub mm

* Intermediate strokes are optionally available up to a max. stroke (see techn. table). The stroke appears as the last three digits in the order no.

Example:

26	2	5	125
key for piston dia.	da	S	stroke mm

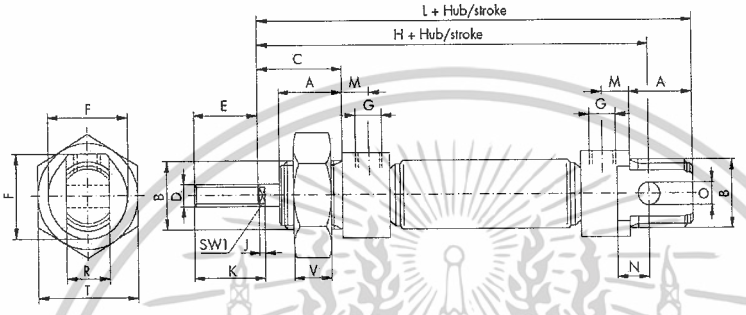
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zylinder
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Doppeltwirkend, mit/ohne Magnetkolben
Ø 8 ... 25 mm

Cylinders
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Double Acting, with/without Magnetic Piston
Diameter 8 ... 25 mm

Ausführung U, ohne Magnetkolben

Type U without magnetic piston



Maßtabelle

Dimensions

Kolben Ø Piston dia. mm	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O H9	P	R d13	S Ø	T	U	V	X	SW1	SW2
8	12	M12x1,25	16	M4	12	15	M5	64			72	5	6	4		8		19		7			
10	12	M12x1,25	16	M4	12	15	M5	64			72	5	6	4		8		19		7			
12	17	M16x1,5	22	M6	16	20	M5	75	3,5	19,5	85	5	9	6		12		24		8		5	
16	17	M16x1,5	22	M6	16	20	M5	82	3,5	19,5	95	5	9	6		12		24		8		5	
20	20	M22x1,5	24	M8	20	27	G1/8	95	4	23	110	8	12	8		16		32		10		7	
25	22	M22x1,5	28	M10x1,25	22	27	G1/8	104	4	26	119	8	12	8		16		32		10		9	

Kolben Ø Piston dia.	Bestell-Nr. *) Standard-Hübe (mm)								Order No. *) Standard strokes (mm)
mm	10	25	40	50	80	100	125	160	
8	23.29.010	23.29.025	23.29.040	23.29.050	23.29.080	23.29.100			<- Max. Hub/stroke 150
10	24.29.010	24.29.025	24.29.040	24.29.050	24.29.080	24.29.100			<- Max. Hub/stroke 150
12	25.29.010	25.29.025	25.29.040	25.29.050	25.29.080	25.29.100	25.29.125		- Max. Hub/stroke 300 ->
16	26.29.010	26.29.025	26.29.040	26.29.050	26.29.080	26.29.100	26.29.125	26.29.160	- Max. Hub/stroke 350 ->
20	27.29.010	27.29.025	27.29.040	27.29.050	27.29.080	27.29.100	27.29.125	27.29.160	- Max. Hub/stroke 500 ->
25	28.29.010	28.29.025	28.29.040	28.29.050	28.29.080	28.29.100	28.29.125	28.29.160	- Max. Hub/stroke 500 ->

* Zwischenhübe sind auf Wunsch lieferbar bis zum max. Hub lt. Tabelle. Der Hub geht in die Bestell-Nr. in den letzten drei Ziffern ein.

Beispiel:

26	2	9	125
Kennzahl f. Kolben Ø	dw	U	Hub mm

* Intermediate strokes are optionally available up to a max. stroke (see techn. table). The stroke appears as the last three digits in the order no.

Example:

26	2	9	125
key for piston dia.	da	U	stroke mm

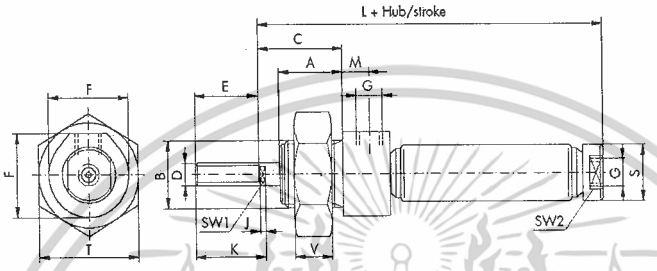
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zylinder
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Doppeltwirkend, mit/ohne Magnetkolben
Ø 8 ... 25 mm

Cylinders
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Double Acting, with/without Magnetic Piston
Diameter 8 ... 25 mm

Ausführung S, mit Magnetkolben

Type S with magnetic piston



Maßtabelle

Dimensions

Kolben Ø Piston dia. mm	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	S Ø	T	U	V	X	SW1	SW2
8	12	M12x1,25	16	M4	12	15	M5				55	5					10	19		7			8
10	12	M12x1,25	16	M4	12	15	M5				56	5					12	19		7			10
12	17	M16x1,5	22	M6	16	20	M5		3,5	19,5	64	5					14	24		8		5	12
16	17	M16x1,5	22	M6	16	20	M5		3,5	19,5	74	5					18	24		8		5	16
20	20	M22x1,5	24	M8	20	27	G1/8		4	23	82	8					22	32		10		7	10
25	22	M22x1,5	28	M10x1,25	22	27	G1/8		4	26	90	8					27	32		10		9	24

Kolben Ø Piston dia.	Bestell-Nr. *) Standard-Hübe (mm)								Order No. *) Standard strokes (mm)
mm	10	25	40	50	80	100	125	160	
8	23.251.010	23.251.025	23.251.040	23.251.050	23.251.080	23.251.100			<– Max. Hub/stroke 150
10	24.251.010	24.251.025	24.251.040	24.251.050	24.251.080	24.251.100			<– Max. Hub/stroke 150
12	25.251.010	25.251.025	25.251.040	25.251.050	25.251.080	25.251.100	25.251.125		– Max. Hub/stroke 300 –>
16	26.251.010	26.251.025	26.251.040	26.251.050	26.251.080	26.251.100	26.251.125	26.251.160	– Max. Hub/stroke 350 –>
20	27.251.010	27.251.025	27.251.040	27.251.050	27.251.080	27.251.100	27.251.125	27.251.160	– Max. Hub/stroke 500 –>
25	28.251.010	28.251.025	28.251.040	28.251.050	28.251.080	28.251.100	28.251.125	28.251.160	– Max. Hub/stroke 500 –>

Mindesthübe zur beidseitigen Endlagenabfrage			zur einseitigen Abfrage	
Mindesthub	Kabelvariante	Steckervariante	Kabelvariante	Steckervariante
	25 mm	50 mm	10 mm	50 mm

(kürzere Hübe auf Anfrage)

Min. strokes for both sided piston sensor			for single sided sensor	
Min.	Cable version	Plug version	Cable version	Plug version
stroke	25 mm	50 mm	10 mm	50 mm

(shorter strokes on request)

* Zwischenhübe sind auf Wunsch lieferbar bis zum max. Hub lt. Tabelle. Der Hub geht in die Bestell-Nr. in den letzten drei Ziffern ein.

Beispiel:

26	2	5	1	125
Kennzahl f. Kolben Ø	dw	S	M	Hub mm

* Intermediate strokes are optionally available up to a max. stroke (see techn. table). The stroke appears as the last three digits in the order no.

Example:

26	2	5	1	125
key for piston dia.	da	S	M	stroke mm

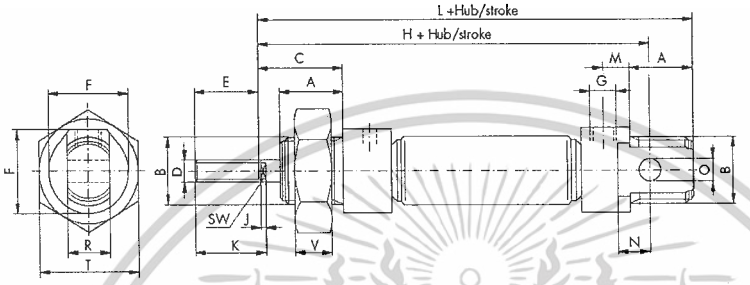
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zylinder
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Doppeltwirkend, mit/ohne Magnetkolben
Ø 8 ... 25 mm

Cylinders
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Double Acting, with/without Magnetic Piston
Diameter 8 ... 25 mm

Ausführung U, mit Magnetkolben

Type U, with magnetic piston

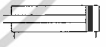


Maßtabelle

Dimensions

Kolben Ø Piston dia. mm	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O H9	P	R d13	S Ø	T	U	V	X	SW1	SW2
8	12	M12x1,25	16	M4	12	15	M5	64			72	5	6	4		8		19		7			
10	12	M12x1,25	16	M4	12	15	M5	64			72	5	6	4		8		19		7			
12	17	M16x1,5	22	M6	16	20	M5	75	3,5	19,5	85	5	9	6		12		24		8		5	
16	17	M16x1,5	22	M6	16	20	M5	82	3,5	19,5	95	5	9	6		12		24		8		5	
20	20	M22x1,5	24	M8	20	27	G1/8	95	4	23	110	8	12	8		16		32		10		7	
25	22	M22x1,5	28	M10x1,25	22	27	G1/8	104	4	26	119	8	12	8		16		32		10		9	

Kolben Ø Piston dia.	Bestell-Nr. *) Standard-Hübe (mm)								Order No. *) Standard strokes (mm)	
mm	10	25	40	50	80	100	125	160		
8	23.291.010	23.291.025	23.291.040	23.291.050	23.291.080	23.291.100			<– Max. Hub/stroke 150	
10	24.291.010	24.291.025	24.291.040	24.291.050	24.291.080	24.291.100			<– Max. Hub/stroke 150	
12	25.291.010	25.291.025	25.291.040	25.291.050	25.291.080	25.291.100	25.291.125		– Max. Hub/stroke 300 –>	
16	26.291.010	26.291.025	26.291.040	26.291.050	26.291.080	26.291.100	26.291.125	26.291.160	– Max. Hub/stroke 350 –>	
20	27.291.010	27.291.025	27.291.040	27.291.050	27.291.080	27.291.100	27.291.125	27.291.160	– Max. Hub/stroke 500 –>	
25	28.291.010	28.291.025	28.291.040	28.291.050	28.291.080	28.291.100	28.291.125	28.291.160	– Max. Hub/stroke 500 –>	



Mindesthübe zur beidseitigen Endlagenabfrage			zur einseitigen Abfrage	
Mindesthub	Kabelvariante	Steckervariante	Kabelvariante	Steckervariante
	25 mm	50 mm	10 mm	50 mm

(kürzere Hübe auf Anfrage)

Min. strokes for both sided piston sensor			for single sided sensor	
Min.	Cable version	Plug version	Cable version	Plug version
stroke	25 mm	50 mm	10 mm	50 mm

(shorter strokes on request)

* Zwischenhübe sind auf Wunsch lieferbar bis zum max. Hub lt. Tabelle. Der Hub geht in die Bestell-Nr. in den letzten drei Ziffern ein.

Beispiel:

26	2	9	1	125
Kennzahl f. Kolben Ø	dw	U	M	Hub mm

* Intermediate strokes are optionally available up to a max. stroke (see techn. table). The stroke appears as the last three digits in the order no.

Example:

26	2	9	1	125
key for piston dia.	da	U	M	stroke mm

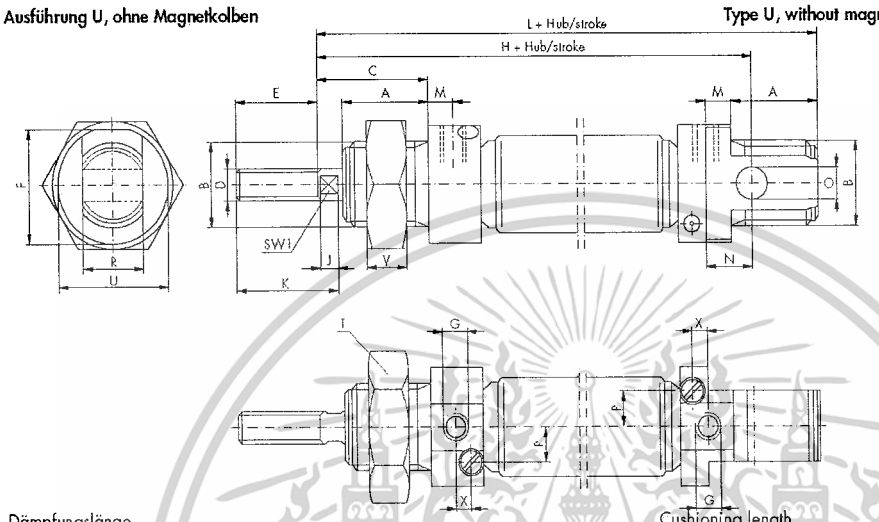
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zylinder
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Doppeltwirkend, mit/ohne Magnetkolben
Ø 16 ... 25 mm

Cylinders
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Double Acting, with/without Magnetic Piston
Diameter 16 ... 25 mm

Ausführung U, ohne Magnetkolben

Type U, without magnetic piston



Dämpfungslänge
Zylinder-Ø 16 mm 13,5 mm
Zylinder-Ø 20 u. 25 mm 16,0 mm

Cushioning length
Cylinders Ø 16 mm 13.5 mm
Cylinders Ø 20 and 25 mm 16.0 mm

Maßtabelle

Dimensions

Kolben Ø Piston dia. mm	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O H9	P	R d13	S Ø	T	U	V	X	SW1	SW2
16	17	M16x1,5	22	M6	16	21	M5	82	3,5	19,5	95	5	9	6	6,5	12		24	22	8	3	5	
20	20	M22x1,5	24	M8	20	27	G1/8	95	4	22,5	110	8	12	8	8	16		32	27	10	4	7	
25	22	M22x1,5	28	M10x1,25	22	27	G1/8	104	4	26	119	8	12	8	9	16		32	27	10	4	9	

Kolben Ø Piston dia.	Bestell-Nr. *) Standard-Hübe (mm)								Order No. *) Standard strokes (mm)	
mm	10	25	40	50	80	100	125	160		
16		26.24.025	26.24.040	26.24.050	26.24.080	26.24.100	26.24.125	26.24.160		– Max Hub/stroke 350 –>
20		27.24.025	27.24.040	27.24.050	27.24.080	27.24.100	27.24.125	27.24.160		– Max Hub/stroke 500 –>
25		28.24.025	28.24.040	28.24.050	28.24.080	28.24.100	28.24.125	28.24.160		– Max Hub/stroke 500 –>

* Zwischenhübe sind auf Wunsch lieferbar bis zum max. Hub lt. Tabelle. Der Hub geht in die Bestell-Nr. in den letzten drei Ziffern ein.

Beispiel:

26	2	4	125
Kennzahl f. Kolben Ø	dw	U	Hub mm

* Intermediate strokes are optionally available up to a max. stroke (see techn. table). The stroke appears as the last three digits in the order no.

Example:

26	2	4	125
key for piston dia.	da	U	stroke mm

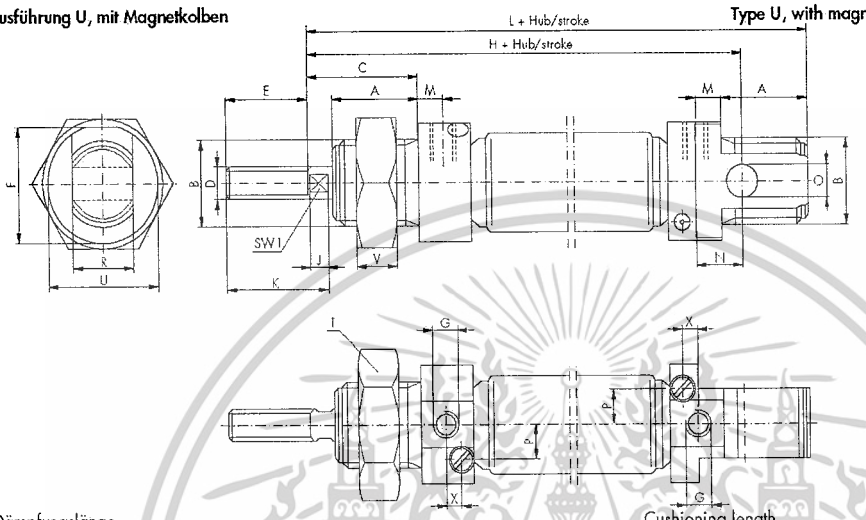
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zylinder
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Doppeltwirkend, mit/ohne Magnetkolben
Ø 16 ... 25 mm

Cylinders
ISO 6432/CETOP RP 52 P
Double Acting, with/without Magnetic Piston
Diameter 16 ... 25 mm

Ausführung U, mit Magnetkolben

Type U, with magnetic piston



Dämpfungslänge
Zylinder-Ø 16 mm 13.5 mm
Zylinder-Ø 20 und 25 mm 16.0 mm

Cushioning length
Cylinders Ø 16 mm 13.5 mm
Cylinders Ø 20 and 25 mm 16.0 mm

Maßtabelle

Dimensions

Kolben-Ø Piston dia. mm	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O H9	P	R d13	S Ø	T	U	V	X	SW1	SW2
16	17	M16x1,5	22	M6	16	21	M5	82	3,5	19,5	95	5	9	6	6,5	12		24	22	8	3	5	
20	20	M22x1,5	24	M8	20	27	G1/8	95	4	22,5	110	8	12	8	8	16		32	27	10	4	7	
25	22	M22x1,5	28	M10x1,25	22	27	G1/8	104	4	26	119	8	12	8	9	16		32	27	10	4	9	

Kolben Ø Piston dia. mm	Bestell-Nr. *) Standard-Hübe (mm) 10	25	40	50	80	100	125	160	Order No. *) Standard strokes (mm)
16				26.241.050	26.241.080	26.241.100	26.241.125	26.241.160	– Max. Hub/stroke 350 –>
20				27.241.050	27.241.080	27.241.100	27.241.125	27.241.160	– Max. Hub/stroke 500 –>
25				28.241.050	28.241.080	28.241.100	28.241.125	28.241.160	– Max. Hub/stroke 500 –>

Mindesthübe zur beidseitigen Endlagenabfrage			zur einseitigen Abfrage	
Mindesthub	Kabelvariante	Steckervariante	Kabelvariante	Steckervariante
	25 mm	50 mm	10 mm	50 mm

(kürzere Hübe auf Anfrage)

Min. strokes for both sided piston sensor			for single sided sensor	
Min.	Cable version	Plug version	Cable version	Plug version
stroke	25 mm	50 mm	10 mm	50 mm

(shorter strokes on request)

* Zwischenhübe sind auf Wunsch lieferbar bis zum max. Hub lt. Tabelle. Der Hub geht in die Bestell-Nr. in den letzten drei Ziffern ein.

Beispiel:

26	2	4	1	125
Kennzahl F. Kolben Ø	dw	U	M	Hub mm

* Intermediate strokes are optionally available up to a max. stroke (see techn. table). The stroke appears as the last three digits in the order no.

Example:

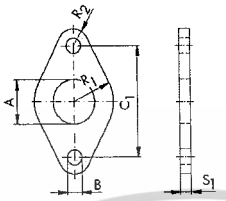
26	2	4	1	125
key for piston dia.	da	U	M	stroke mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zubehör
Befestigungszubehör Zylinder
ISO 6432/CETOP

Accessories
Mounting Accessories Cylinders
ISO 6432/CETOP

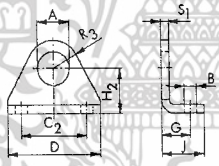
Befestigungsflansch*
Werkstoff: Stahl, Oberfläche schwarz



Mounting Flange*
Materials: steel, black surface

Best.-Nr. Order No.	Kolben Ø Piston dia.	A	B	C1	C2	D	E	F	G	H1	H2	J	P	R1	R2	R3	S1	T	U	V	W	X	Z
26.305	12, 16	16	5,5	40										15	6		4						
28.305	20, 25	22	6,6	50										20	8		5						

Befestigungswinkel*
Werkstoff: Stahl, Oberfläche schwarz



Mounting Bracket*
Materials: steel, black surface

Best.-Nr. Order No.	Kolben Ø Piston dia.	A	B	C1	C2	D	E	F	G	H1	H2	J	P	R1	R2	R3	S1	T	U	V	W	X	Z
23.312	8, 10	12	4,5		26	36			11		16	16				10	3						
26.302	12, 16	16	5,5		32	42			14		20	20				13,5	4						
28.302	20, 25	22	6,6		40	54			17		25	25				18	5						

* Empfehlung:
Bei 1 Befestigungswinkel/Flansch nur bis $Hub_{max.}$ = 50 mm.

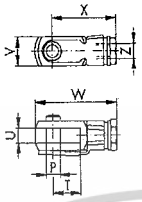
* Recommendation:
When using one mounting bracket/flange to $stroke_{max.}$ = 50 mm only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zubehör
Befestigungszubehör Zylinder
ISO 6432/CETOP

Accessories
Mounting Accessories Cylinders
ISO 6432/CETOP

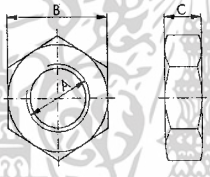
Gabelkopf*
Werkstoffe: Gabelkopf:
Stahl, verzinkt
Sicherungsbolzen:
Stahl, phosphatiert
Mutter:
Stahl, verzinkt



Clevis*
Materials: clevis:
steel, galvanized
safety bolt:
steel, phosphorized
nut:
steel, galvanized

Best.-Nr. Order No.	Kolben Ø Piston dia.	A	B	C1	C2	D	E	F	G	H1	H2	J	P	R1	R2	R3	S1	T	U	V	W	X	Z
23.314	8, 10												4					8	4	8	23,2	18,2	M4
19.008.07	12, 16	18	5,5	40	32	42	6	21	14	27	20	20	6	15	6	14	4	12	6	12	34	27	M6
19.008.08	20												8					16	8	16	42	32	M8
19.008.09	25												10					20	10	20	52	40	M10x1,25

Befestigungsmutter
Werkstoffe: Stahl, verzinkt



Fixing Nut
Materials: steel, galvanized

Best.-Nr. Order No.	Kolben Ø Piston dia.	A	B	C
311.160.936.908	8, 10	M12x1,25	19	7
311.160.936.907	12, 16	M16x1,5	24	8
311.160.936.906	20, 25	M22x1,5	32	10
311.300.934.909	25	M10x1,25	17	8

* Gabelköpfe für Zylinder 20 und 25 mm werden ohne Mutter geliefert. Sicherung z. B. durch Loctite o. ä.

* Clevis 20 and 25 mm cylinders are supplied without nuts. Secure with Loctite or equivalent.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mikro-Magnetventile Typ MPP91
NW 3,0
3/2-, 5/2- und 5/3-Wege Schieberventile
Vorgesteuert

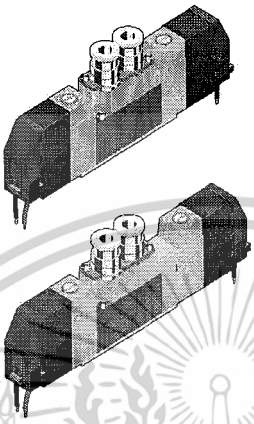
Micro-Solenoid Valves Type MPP91
3.0 mm Orifice
3/2-, 5/2- and 5/3-Way Spool Valves
Pilot Controlled

Einzelventile, Flanschausführung

5/2-Wege Ventil
Betätigung: Elektromagnet
Hand-Notbetätigung
Rückstellung: Elektromagnet
Hand-Notbetätigung

5/3-Wege Ventil
Betätigung: Elektromagnet
Hand-Notbetätigung
Rückstellung: Feder
(druckunterstützt)

Elektr. Anschluss: vertikal



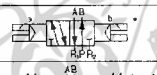
Single valves for direct mounting

5/2-way valve
Actuation: solenoid
manual override
Return: solenoid
manual override

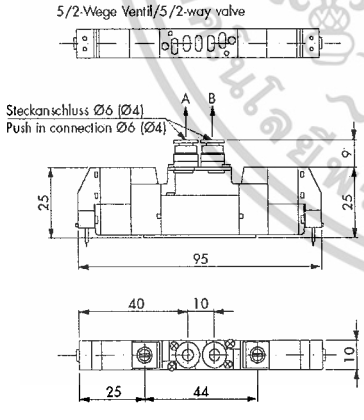
5/3-way valve
Actuation: solenoid
manual override
Return: spring
(pressure assisted)

Electrical
connection: vertical

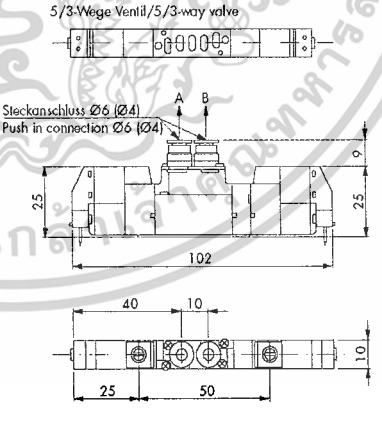
Bestell-Nr. **Order no.**

5/2- und 5/3-Wege Ventil		5/2- and 5/3-way valve
MPP91 - 4VE - .. - .. - ..VDC		MPP91 - 4VE - .. - .. - ..VDC
MPP91 - 5VE - .. - .. - ..VDC		MPP91 - 5VE - .. - .. - ..VDC
MPP91 - 6VE - .. - .. - ..VDC		MPP91 - 6VE - .. - .. - ..VDC
MPP91 - 7VE - .. - .. - ..VDC		MPP91 - 7VE - .. - .. - ..VDC

5/2-Wege Ventil/5/2-way valve



5/3-Wege Ventil/5/3-way valve



* **Kodierung der Anschlüsse**
P (1) = Druckluftanschluss
A, B (4, 2) = Arbeits- bzw. Ausgangsleitungen
R_1, R_2 (5, 3) = Entlüftungen

* **Connection codes**
P (1) = Main air inlet
A, B (4, 2) = Output ports
R_1, R_2 (5, 3) = Exhaust ports

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mikro-Magnetventile Typ MPP91
NW 3,5
3/2-, 5/2- und 5/3-Wege Schieberventile
Vorgesteuert

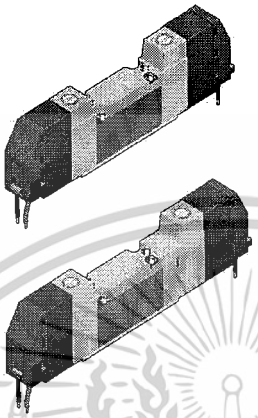
Micro-Solenoid Valves Type MPP91
3.5 mm Orifice
3/2-, 5/2- and 5/3-Way Spool Valves
Pilot Controlled

Einzelventile, Flanschausführung

5/2-Wege Ventile
Betätigung: Elektromagnet
Hand-Notbetätigung
Rückstellung: Elektromagnet
Hand-Notbetätigung

5/3-Wege Ventile
Betätigung: Elektromagnet
Hand-Notbetätigung
Rückstellung: Feder
(druckunterstützt)

Elektr. Anschluss: vertikal



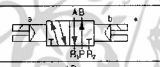
Single valves for direct mounting

5/2-way valve
Actuation: solenoid
manual override
Return: solenoid
manual override

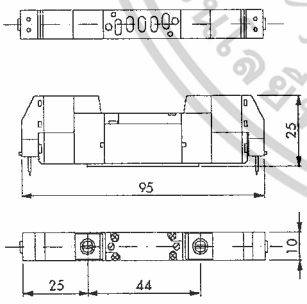
5/3-way valve
Actuation: solenoid
manual override
Return: spring
(pressure assisted)

Electrical
connection: vertical

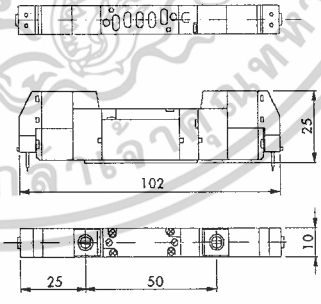
Bestell-Nr. **Order no.**

5/2- und 5/3-Wege Ventil		5/2- and 5/3-way valve
MPP91 - 4HE - 18 - .. - ..VDC		MPP91 - 4HE - 18 - .. - ..VDC
MPP91 - 5HE - 18 - .. - ..VDC		MPP91 - 5HE - 18 - .. - ..VDC
MPP91 - 6HE - 18 - .. - ..VDC		MPP91 - 6HE - 18 - .. - ..VDC
MPP91 - 7HE - 18 - .. - ..VDC		MPP91 - 7HE - 18 - .. - ..VDC

5/2-Wege Ventil/5/2-way valve



5/3-Wege Ventil/5/3-way valve



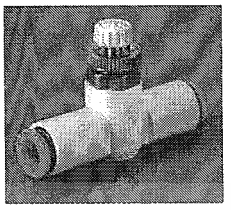
* Kodierung der Anschlüsse
P (1) = Druckluftanschluss
A, B (4, 2) = Arbeits- bzw. Ausgangsleitungen
R_1, R_2 (5, 3) = Entlüftungen

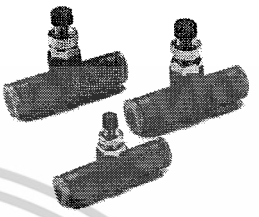
* Connection codes
P (1) = Main air inlet
A, B (4, 2) = Output ports
R_1, R_2 (5, 3) = Exhaust ports

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPEED CONTROLLER WITH ONE-TOUCH FITTINGS: IN-LINE TYPE SERIES (N)AS1001-4001

- Minimizes Installation Time and Cost
- Accepts Nylon and Polyurethane Tubing
- Wide Variety Of Sizes
- Speed may accurately be controlled even at low velocity
- Constant Speed easily set
- Retaining prevents accidental loss of needle

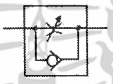




TECHNICAL SPECIFICATIONS

Proof Pressure	1.05MPa / 150PSI
Max Operating Pressure	0.7MPa / 100PSI
Min Operating Pressure	0.1MPa / 14.5PSI
Ambient and Fluid Temp	0 ~ 60°C / 32 ~ 140°F
No Of Needle Revolutions	10 Turns / 8 Turns (AS1001F)
Applicable Tube Material	Nylon, Soft Nylon, Polyurethane

SYMBOLS



HOW TO ORDER (N)AS1000-4000

NAS ○ 1F — ○○

AREA CODE
- Japanese
- N North American

BODY SIZE

10#	M5 (04, 06)
20#	1/8 (04, 06)
20S	1/4 (06, 08)
30#	3/8 (06, 08, 10, 12)
40#	1/2 (10, 12)

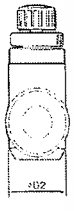
WITH ONE-TOUCH FITTINGS

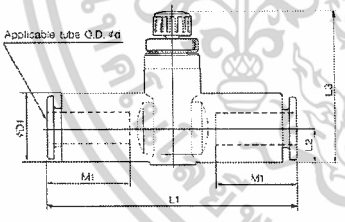
OPTION
- None
- F Lock Nut Hexagonal Width across flat (Special Order)
- N Nickel Plating

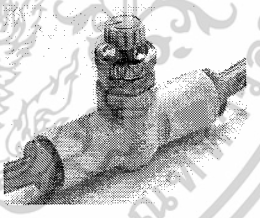
APPLICABLE TUBE OD

mm		Inch	
23	ø32	01	ø1/8"
04	ø4	03	ø5/32"
06	ø6	05	ø3/16"
08	ø8	07	ø1/4"
10	ø10	09	ø5/16"
12	ø12	11	ø3/8"
		13	ø1/2"

DIMENSIONS (N)AS1000-4000







Model (Metric)	Applicable Tube OD : d	D1	D2	L1	L2	L3 Max	L3 Min	M1	Weight gf
	3.2	7.8		41.1	4.4	23.4	20.6	14.5	5.8
AS1001F	4	8.9	10	42.3	4.9	24	21.2		6.2
	6	11		47	6	25	22.2	15.5	7.2
AS2001F	4	8.9	11.8	43.8	5.2	32.6	27.6	14.5	11.4
	6	11		48.5	6.3	33.7	28.7	15.5	12.4
AS2051F	6	11	14.8	50.7	6	34.4	29.4	15.5	19.4
	8	15.2		55.8	8.1	36.5	31.5	18	30.3
	6	13.2		59	7.4	38.3	33.3	17	40.8
AS3001F	8	15.2	19.8	64.4	8.2	39.1	34.1	18	45.5
	10	18.5		71.6	9.8	40.6	35.6	21	54.3
	12	20.9		76	11	41.8	36.8	22	60.2
AS4001F	10	18.5	26.5	82.1	11.3	51.1	43.6	21	97.3
	12	20.9				52.1	44.6	22	103.4

Model (Unch)	Applicable Tube OD : d	D1	D2	L1	L2	L3 Max	L3 Min	M1	Weight gf
NAS1001F	1/8"	7.8	10	41.1	4.4	23.4	20.6	14.5	5.8
	5/32"	8.9		42.3	4.9	24	21.2		6.2
	5/32"	8.9		43.8	5.2	32.6	27.6	14.5	11.4
NAS2001F	3/16"	11.4	11.8	50	6.2	33.6	28.6	15.5	17.1
	1/4"	13.2		52.2	7.1	34.5	29.5	17	20.1
	3/16"	11.4		52.2	6.2	34.6	29.6	15.5	24
NAS2051F	1/4"	13.2	14.8	54.4	7.1	35.5	30.5	17	25.1
	5/16"	15.2		59.8	8.1	36.5	31.5	18	30.3
	1/4"	13.2		59	7.4	38.3	33.3	17	41.2
NAS3001F	5/16"	15.2	19.8	64.4	8.2	39.1	34.1	18	45.5
	3/8"	17.9		70.8	9.5	40.3	35.3	21	52.9
NAS4001F	3/8"	17.9	26.5	76.9	10.3	51	43.5	21	96.3
	1/2"	21.7		83.1	11.6	52.4	44.9	22	105.9

Courtesy of Steven Engineering, Inc. • 230 Ryan Way, South San Francisco, CA 94080-8370 • Main Office: (650) 588-9200 • Outside Local Area: (800) 258-9200 • www.stevenengineering.com

FOR FURTHER TECHNICAL DETAILS ON THIS PRODUCT REQUEST CATALOG REFERENCE E201, E505 & N372

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

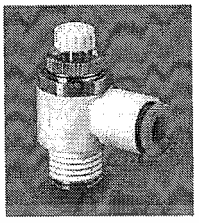
3.2 FLOW CONTROL EQUIPMENT
SPEED CONTROLLERS

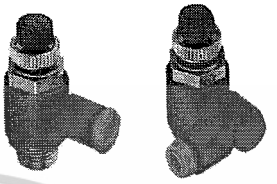
SMC

SPEED CONTROLLERS WITH UNI* ONE-TOUCH FITTINGS

- Minimizes Installation Time and Cost
- Accepts Nylon and Polyurethane Tubing
- Wide Variety Of Sizes
- Body swivels 360°
- Speed may accurately be controlled even at low velocity
- Constant Speed easily set
- Retaining prevents accidental loss of needle

* Note) Except M5 Threaded Type





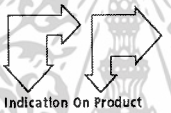
TECHNICAL SPECIFICATIONS

Fluid	Air
Max Operating Pressure	1MPa / 1145PSI
Min Operating Pressure	0.1MPa / 14.5PSI
Proof Pressure	1.5MPa / 220PSI
Ambient and Fluid Temperature	0 ~ 60°C / 32 ~ 140°F
No Of Needle Revolutions	10 Turns / 8 Turns *
Applicable Tube Material	Nylon, Soft Nylon, Polyurethane
Mounting Thread	Uni Thread
Thread Sealant	Gasket

* Note) AS12*1F, 13*1F

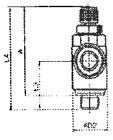
SYMBOLS

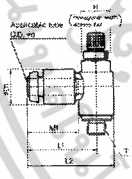
Meter-out Meter-in



Indication On Product

DIMENSIONS (MM) AS SERIES WITH ONE TOUCH FITTINGS ELBOW TYPE





Model Elbow Type (Metric)	Applicable Tube OD ød mm	T Uni Thread	H	øD1	øD2	L1	L2	L3	L4 Max	L4 Min	*A Max	*A Min	M	Weight g
AS22□1F-U01-23	3.2	1/8	12	7.8	14.2	20.8	27.9	14.3	36.1	31.1	30.5	25.5	14.5	16.1
AS22□1F-U01-04	4			8.9		21.1	28.2						14.5	16.2
AS22□1F-U01-06	6			11		22.5	29.6						15.5	16.5
AS22□1F-U01-08	8			15.2		25.3	32.4						18.5	19
AS22□1F-U01-10	10			18.5		33.1	40.2	15					21	20.9
AS22□1F-U02-04	4	1/4	17	8.9	18.5	23.3	32.5	17.2	39.4	34.4	32	26.6	14.5	31.1
AS22□1F-U02-06	6			11		23.9	33.1						15.5	31.3
AS22□1F-U02-08	8			15.2		27.2	35.4						18.5	33.6
AS22□1F-U02-10	10			18.5		33.9	43.2	19					21	35.5
AS32□1F-U03-06	6	3/8	19	11	23	26.4	37.9	19.4	45	40	37.6	32.6	15.5	52.5
AS32□1F-U03-08	8			15.2		29.5	41						18.5	54.9
AS32□1F-U03-10	10			18.5		31.8	43.3						21	56.8
AS32□1F-U03-12	12			20.9		32.8	44.3						22	58.4
AS42□1F-U04-10	10	1/2	24	18.5	28.6	33.6	47.9	22.4	54.6	47.1	44.5	37	21	93.7
AS42□1F-U04-12	12			20.9		34.6	48.9						22	95

DIMENSIONS (INCH) AS SERIES WITH ONE TOUCH FITTINGS ELBOW TYPE

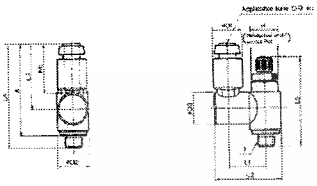
Model Elbow Type (Inch)	Applicable Tube OD ød inch	T Uni Thread	H	øD1	øD2	L1	L2	L3	L4 Max	L4 Min	*A Max	*A Min	M	Weight g
NAS22□1F-U01-01	1/8"	1/8	12	7.8	14.2	20.8	27.9	14.3	36.1	31.1	30.5	25.5	14.5	16.1
NAS22□1F-U01-03	5/32"			8.9		21.1	28.2						14.5	16.2
NAS22□1F-U01-05	3/16"			11.4		23.1	30.2						16.5	17.5
NAS22□1F-U01-07	1/4"			13.2		23.9	31						17	18.1
NAS22□1F-U02-09	5/16"			15.2		25.3	32.4						18.5	19
NAS22□1F-U02-03	5/32"	1/4	17	8.9	18.5	23.3	32.5	17.2	39.4	34.4	32	26.6	14.5	31.1
NAS22□1F-U02-05	3/16"			11.4		24.9	34.2						16.5	32.4
NAS22□1F-U02-07	1/4"			13.2		25.2	34.5						17	32.9
NAS22□1F-U02-09	5/16"			15.2		27.2	36.4						18.5	33.6
NAS32□1F-U02-11	3/8"	3/8	19	17.9	23	33.9	43.2	19					21	35.3
NAS32□1F-U03-07	1/4"			13.2		27.8	39.3	19.4	45	40	37.6	32.6	17	53.9
NAS32□1F-U03-09	5/16"			15.2		29.5	41						18.5	54.9
NAS32□1F-U03-11	3/8"			17.9		31.8	43.3						21	56.6
NAS42□1F-U04-11	3/8"	1/2	24	17.9	28.6	33.6	47.9	22.4	54.6	47.1	44.5	37	21	93.6
NAS42□1F-U04-13	1/2"			21.7		35.2	49.5						22	95.4

Courtesy of Steven Engineering, Inc. • 230 Ryan Way, South San Francisco, CA 94080-6370 • Main Office: (650) 588-9200 • Outside Local Area: (800) 258-9200 • www.stevenengineering.com

FOR FURTHER TECHNICAL DETAILS ON THIS PRODUCT REQUEST CATALOG REFERENCE F201, F505 & N372

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIMENSIONS (MM)
AS SERIES WITH ONE TOUCH FITTINGS
UNIVERSAL TYPE



Model Elbow Type (Matric)	Applicable Tube OD ød mm	Thread	H	øD1	øD2	øD3	L1	L2	L3	L4	L5 Max	L5 Min	*A Max	*A Min	M	Weight g
AS22□1F-U01-23	3.2	1/8	12	7.8	14.2	9.3	13.4	24.8	18.9	33.2	36.1	31.1	30.5	25.5	14.5	16.9
AS22□1F-U01-04	4			8.9		9.3	13.4	24.8	18.9	33.2					14.5	17
AS22□1F-U01-06	6			11		10.9	14.5	27.1	20.6	34.9					15.5	17.7
AS22□1F-U01-08	8			15.2		12.9	16.2	30.9	24.7	36.2					16.5	20.9
AS22□1F-U02-04	4	1/4	17	8.9	18.5	9.3	15.6	29.2	18.9	36.1	39.4	34.4	32	26.6	14.5	31.7
AS22□1F-U02-06	6			11		10.9	16.7	31.4	20.6	37.6					15.5	32.4
AS22□1F-U02-08	8			15.2		12.9	18.3	35.2	24.4	40.8					16.5	35.2
AS22□1F-U02-10	10			18.5		12.9	19.6	38.1	26.8	43.2					21	39.2
AS32□1F-U03-06	6	3/8	19	11	23	10.9	18.9	35.9	20.6	41.6	45	40	37.6	32.6	15.5	53.6
AS32□1F-U03-08	8			15.2		12.9	20.6	39.7	24.4	42.8					16.5	56.9
AS32□1F-U03-10	10			18.5		16.2	22.5	43.3	26.3	47.7					21	60.4
AS32□1F-U03-12	12			20.9		16.2	23.5	45.5	29.3	48.7					22	62.2
AS42□1F-U04-10	10	1/2	24	18.5	28.6	16.2	25.3	48.9	28.3	50.7	54.6	47.1	44.5	37	21	97.1
AS42□1F-U04-12	12			20.9		19.4	26.8	51.6	30.8	53.2					22	98.8

DIMENSIONS (INCH)
AS SERIES WITH ONE TOUCH FITTINGS
UNIVERSAL TYPE

Model Elbow Type (Inch)	Applicable Tube OD d Inch	Thread	H	øD1	øD2	øD3	L1	L2	L3	L4	L5 Max	L5 Min	*A Max	*A Min	M	Weight g
NAS23□1F-U01-01	1/8"	1/8	12	7.8	14.2	9.3	13.4	24.8	18.9	33.2	36.1	31.1	30.5	25.5	14.5	16.9
NAS23□1F-U01-03	5/32"			8.9		9.3	13.4	24.8	18.9	33.2					14.5	17
NAS23□1F-U01-05	3/16"			11.4		10.9	14.2	27	21.5	35.5					16.5	18.6
NAS23□1F-U01-07	1/4"			13.7		11.4	15.2	28.9	22.3	36.3					17	19.4
NAS23□1F-U01-09	5/16"			15.2		12.9	16.7	30.9	24.7	38.2					18.5	20.9
NAS23□1F-U02-03	5/32"	1/4	17	8.9	18.5	9.3	15.6	29.2	18.9	36.1	39.4	34.4	32	26.6	14.5	31.7
NAS23□1F-U02-05	3/16"			11.4		10.3	16.4	31.1	21.5	38.8					16.5	33.2
NAS23□1F-U02-07	1/4"			13.7		11.4	17.4	33.2	22.3	39.5					17	33.9
NAS23□1F-U02-09	5/16"			15.2		12.9	18.9	35.2	24.4	40.8					18.5	35.7
NAS23□1F-U02-11	3/8"	3/8	19	17.9	23	12.9	19.6	38.1	26.8	43.2					29.4	39
NAS33□1F-U03-07	1/4"			13.7		11.4	19.6	37.7	22.3	43.3	45	40	37.6	32.6	17	55.4
NAS33□1F-U03-09	5/16"			15.2		12.9	20.6	39.7	24.4	42.8					18.5	56.9
NAS33□1F-U03-11	3/8"			17.9		16.2	22.5	42.9	28.3	47.7					21	60.2
NAS43□1F-U04-11	3/8"	1/2	24	17.9	28.6	16.2	25.3	48.6	28.3	50.7	54.6	47.1	44.5	37	21	96.4
NAS43□1F-U04-13	1/2"			21.7		19.4	26.8	52.5	30.8	53.2					22	99.9

HOW TO ORDER
(N)AS SERIES WITH ONE-TOUCH FITTINGS

NAS □□□ 1F — □□

AREA CODE
- ..... Japan, Asia, Australia, UK
N ... Canada, USA

BODY SIZE
1 ..... M5
2 ..... 1/8, 1/4 Standard
3 ..... 3/8 Standard
4 ..... 1/2 Standard

TYPE
2 ... Elbow
3 ... Universal

WITH ONE-TOUCH FITTINGS

CONTROL METHOD
0 ... Meter Out
1 ..... Meter In

APPLICABLE TUBE OD

MM	Inch
23 ... ø3.2	01 ... 1/8
04 ... ø4	03 ... 5/32
06 ... ø6	05 ... 3/16
08 ... ø8	07 ... 1/4
10 ... ø10	09 ... 5/16
12 ... ø12	11 ... 3/8
	13 ... 1/2

THREAD PORT SIZE

M5 ... M5	U32 ... 10-32UNF
U01 ... 1/8	01 ... 1/8
U02 ... 1/4	02 ... 1/4
U03 ... 3/8	03 ... 3/8
U04 ... 1/2	04 ... 1/2

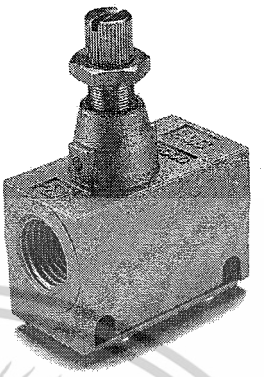
Courtesy of Steven Engineering, Inc. • 230 Ryan Way, South San Francisco, CA 94080-6370 • Main Office: (650) 588-9200 • Outside Local Area: (800) 258-9200 • www.stevenengineering.com
FOR FURTHER DETAILS ON THE PRODUCT REQUEST CATALOG REFERENCE E201 & N372

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMC

SPEED CONTROLLER IN-LINE TYPE
SERIES (N)AS1000-4000

- Compact Size saves space
- Speed may accurately be controlled even at low velocity
- Constant Speed easily set
- Retaining prevents accidental loss of needle
- Panel Mount Option available



SYMBOLS

Meter-out

HOW TO ORDER
SERIES (N)AS1000-4000

NAS ◎ 000 — ◎◎ — 3

AREA CODE
- ... Japan, Asia, Australia, UK
N ... Canada, USA

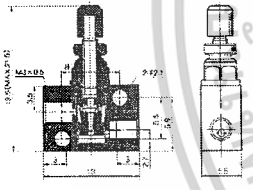
BODY SIZE
1 ... M3, M5
2 ... 1/8, 1/4 Standard
3 ... 3/8 Standard
4 ... 1/2 Standard

PORT THREAD
- ... R(PT)
N ... NPT

PORT SIZE
M3 M3x0.5
M5 M5x0.8
01 1/8 (10-32UNF)
02 1/4
03 3/8
04 1/2

PANEL MOUNT VERSION

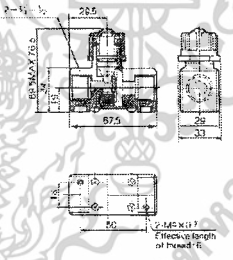
DIMENSIONS
SERIES (N)AS1000-M3



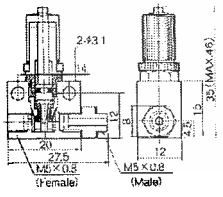
TECHNICAL SPECIFICATIONS

Proof Pressure	1.5MPa / 220PSI
Max Operating Pressure	1MPa / 145PSI
Min Operating Pressure	0.05MPa / 7.8PSI
Ambient and Fluid Temperature	5 ~ 60°C / 40 ~ 140°F
No. Of Needle Rotations	8 ~ 10turns
Panel Cut Out Dimensions	
AS1000	Not Applicable
AS2000	ø16.5
AS3000	ø16.5
AS4000	ø25

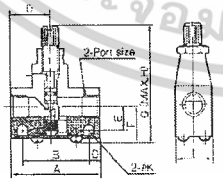
DIMENSIONS
SERIES (N)AS4000



DIMENSIONS
SERIES (N)AS1000-M5



DIMENSIONS
SERIES (N)AS2000, 3000

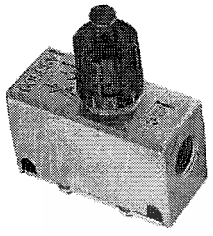


Model	Port Size	A	B	C	D	E	F	G	H	I	øK
(N)AS2000-01	1/8	40	30	5	17	10	15.5	50	54.5	16	4.5
(N)AS2000-02	3/4	40	30	5	23	11.5	17	51.5	56	20	4.5
(N)AS3000-02, 03	1/4, 3/8	56	45.5	5.25	25	13.2	20.6	61	68	25	5.5

Courtesy of Steven Engineering, Inc. • 230 Ryan Way, South San Francisco, CA 94080-6370 • Main Office: (650) 588-9200 • Outside Local Area: (800) 258-9200 • www.stevenengineering.com

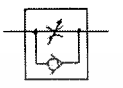
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPEED CONTROLLER: IN-LINE LOCKING TYPE: SERIES (N)AS3500



- Lock Speed Setting at the touch of a button
- Speed Control Setting clearly marked for Repeatability
- Speed may accurately be controlled even at low velocity
- Constant Speed easily set
- Control Knob constructed of metal to withstand heavy usage
- Retaining prevents accidental loss of needle

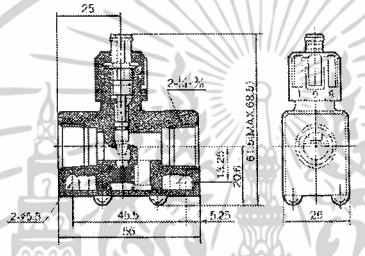
SYMBOLS



TECHNICAL SPECIFICATIONS

Proof Pressure	1.5MPa / 220PSI
Maximum Operating Pressure	1MPa / 145PSI
Minimum Operating Pressure	0.5MPa / 8PSI
Ambient and Fluid Temperature	5~60°C / 40~140°F
Number of Needle Rotations	8 Turns

DIMENSIONS (N)AS3500



HOW TO ORDER (N)AS3500 LOCKING TYPE

AS3500-02 ..... 1/4PT
AS3500-03 ..... 3/8PT
NAS3500-N02 ..... 1/4NPT
NAS3500-N03 ..... 3/8NPT

SPEED CONTROLLER: HIGH FLOW IN-LINE TYPE SERIES (N)AS500-600

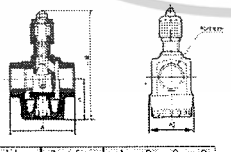
- Even at low speeds may be accurately controlled
- Constant Speed easily set
- Retaining prevents accidental loss

SYMBOLS

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Proof Pressure	1.5MPa / 220PSI
Maximum Operating Pressure	1MPa / 145PSI
Minimum Operating Pressure	0.05MPa / 8PSI
Ambient and Fluid Temperature	5 ~ 60°C / 40~140°F
Number of Needle Rotations	10 Turns

DIMENSIONS (N)AS500-600



Model	Port Size	A	B	C	øD
(N)AS500	3/4	74	115	42	50
(N)AS600	1	90	158	55	62

HOW TO ORDER (N)AS500-600

NAS ○○ 0 — ○○

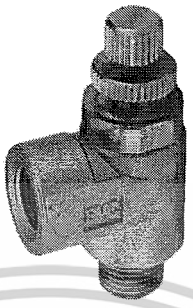
- Port Size: 06 ... 3/4, 10 ... 1
- Type: ... R(PT), N ... NPT
- Body Size: 50 ... 3/4, 60 ... 1
- Area Code: N ..... North America

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMC

SPEED CONTROLLER BODY PORTED: ELBOW TYPE SERIES (N)AS1000-4000

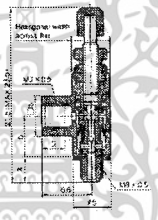
- Minimizes Installation Time and Cost
- Body swivels 360°
- Speed may be accurately controlled even at low velocity
- Constant Speed easily set
- Retaining prevents accidental loss of needle
- Tamper-Resistant Type Available



TECHNICAL SPECIFICATIONS

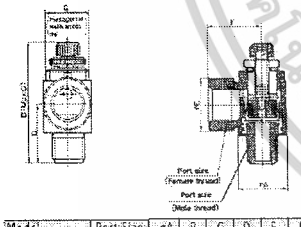
Proof Pressure	1.5MPa / 220PSI
Maximum Operating Pressure	1MPa / 145PSI
Minimum Operating Pressure	0.1MPa / 14.5PSI
Ambient and Fluid Temperature	5 - 60°C / 40-140°F
Number of Needle Rotations	8 Turns

DIMENSIONS (N)AS1200-M3 ELBOW TYPE



SYMBOLS

DIMENSIONS (N)AS1200, 2200, 3200, 4200



Model	Port Size	øA	B	C	D	E	F	G
(N)AS1200-M5	M5x0.8	9	28.3	25.5	10.3	⊡9	10	8
(N)AS2200-01	1/8	14.6	36.4	31.4	14.1	14.3	18	12
(N)AS2200-02	1/4	19.5	40.8	35.8	18	18	27.2	17
(N)AS3200-03	3/8	24.3	46.9	41.9	20.8	22.6	30	19
(N)AS4200-04	1/2	28.5	55.6	49.4	26.7	27.5	33.5	24

HOW TO ORDER (N)AS1000-4000

NAS ○ 200 — ○ — ○ — ○ — ○

AREA CODE
N ..... North America

BODY SIZE
1 ... M3, M5
2 ... 1/8, 1/4
3 ... 3/8
4 ... 1/2

DIRECT CONNECTION TYPE

PORT THREAD
- ... R(PT)
N ... NPT

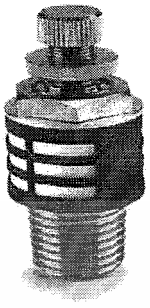
PORT SIZE
M3 ... M3x0.5
M5 ... M5x0.8
01 ... 1/8
02 ... 1/4
03 ... 3/8
04 ... 1/2

OPTION
- ... Nil
S ... Sealant

OPTION
- ... Nil
T ... Tamper-Resistant
D ... Tamper-Resistant Flat Head Screw Driver Adjustment Type

FOR FURTHER TECHNICAL DETAILS ON THIS PRODUCT REQUEST CATALOG REFERENCE E201, E505 & N372

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



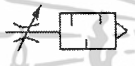
EXHAUST RESTRICTOR WITH SILENCER SERIES (N)ASN2

- Over 20dB Sound Reduction
- Cylinder Speed easily set
- Retaining prevents accidental loss of needle
- Increased Flow
- Increased Silencing Effect
- Overall Length reduced

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Proof Pressure	1.5MPa / 220 PSI
Operating Pressure Range	0 ~1MPa / 145PSI
Ambient & Fluid Temperature	5 ~ 60°C / 40~140°F
Number of Needle Rotations	8 Turns

SYMBOLS



HOW TO ORDER SERIES (N)ASN2

NASN2 — ○ ○ — ○

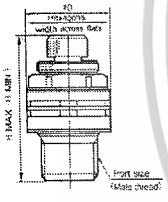
AREA CODE
- ... Japanese
- N ... North America

PORT THREAD
- ... R(PT)
- N ... NPT

PORT SIZE
- M5 ... M5x0.8
- 01 ... 1/8
- 02 ... 1/4
- 03 ... 3/8
- 04 ... 1/2

OPTION
- S ... W/Sealant

DIMENSIONS SERIES (N)ASN



Model	Port Size	øD	H		Hexagonal Width
			Min	Max	Across Flats
(N)ASN2-M5	M5x0.8	10	20.5	23.3	5
(N)ASN2-01	1/8	15	30	34	14
(N)ASN2-02	1/4	20	34.2	38.2	17
(N)ASN2-03	3/8	25	37	41	21
(N)ASN2-04	1/2	30	49	55	24

FOR MORE TECHNICAL INFORMATION ON THIS SERIES, PLEASE REFER TO CATE201 & N372

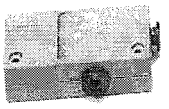
Courtesy of Steven Engineering, Inc. • 230 Ryan Way, South San Francisco, CA 94080-6370 • Main Office: (650) 588-9200 • Outside Local Area: (800) 258-9200 • www.stevenengineering.com

DETAILS ON THE PRODUCT REQUEST CATALOG REFERENCE E201 & N372

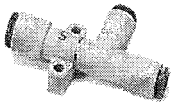
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NZH VACUUM EJECTOR

- Box type and body ported
- 7 nozzle diameters
- Large flow type
- One touch or threaded connection
- Built-in silencer (box type only)



BOX TYPE



BODY TYPE

HOW TO ORDER
NZHI VACUUM EJECTOR

(N)ZHI ○ ○ ○ — ○ — ○ — ○

MODEL
N ... Canada, USA
... Other (PI)

NOZZLE DIAMETER
05 ... 0.5mm
07 ... 0.7mm
10 ... 1.0mm
13 ... 1.3mm

TYPE
S ... Box type
B ... Body type

VACUUM PRESSURE
S ..... 660mm Hg
L ..... 360mm Hg

INLET PORT
06 ... 6mm Tube
08 ... 8mm Tube
01 ... Rc1/8
02 ... Rc1/4
07 ... 1/4 Tube
09 ... 5/16 Tube
T01 ... 1/8NPT

VACUUM PORT
06 ... 6mm Tube
08 ... 8mm Tube
01 ... Rc1/8
02 ... Rc1/4
07 ... 1/4 Tube
11 ... 3/8 Tube
T01 ... 1/8NPT
T02 ... 1/4NPT

EXHAUST PORT (BODY TYPE ONLY)

06	6mm Tube	07	1/4
08	8mm Tube	09	5/16
10	10mm Tube	11	3/8 Tube
01	Rc1/4	T01	1/8NPT
02	Rc1/4	T02	1/4NPT

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Fluid	Air
Operating Pressure Range	2.5~6 Bar / 37~90PSI
Max Operating Pressure	7 Bar / 100PSI
Operating Temperature Range	5 ~ 60°C / 40~140°F
Lubrication	Forbidden

SYMBOLS

Box type (Built-in silencer) ZHOOB

Body ported type (Without silencer) ZHOOD

DIMENSIONS
MAXIMUM SUCTION FLOW RATE/ AIR CONSUMPTION UNIT (ℓ/min)

Specifications	Max Vacuum Pressure* mmHg (Torr)	Nozzle Diameter mm 0.5	0.7	1.0	1.3
Max Suction Flow Rate	S Type - 660 (100)	5	12	24	40
	L Type - 360 (400)	8	20	34	70
	L Type - 400 (400)	/	/	/	/
Air Consumption	S Type - 660 (100)	10	20	34	66
	L Type - 360 (400)	10	20	34	66

*Vacuum pressure is quoted as mmHg below atmospheric (Torr Absolute)
1 Torr = 0.0197PSI

HOW TO ORDER
ZH VACUUM EJECTOR

ZH ○ D ○ — ○ — ○ — ○

NOZZLE DIAMETER
15 ø1.5mm
18 ø1.8mm
20 ø2 mm

TYPE
Body Ported

VACUUM PRESSURE
S ... 660mm Hg
L ... 400mm Hg

INLET PORT
10 ... 10mm Tube
12 ... 12mm Tube
02 ... Rc1/4
03 ... Rc3/8
T02 ... 1/4NPTF
T03 ... 3/8NPTF

VACUUM PORT
10 ... 10mm Tube
12 ... 12mm Tube
16 ... 16mm Tube
03 ... Rc3/8
04 ... Rc1/2
T03 ... 3/8NPTF
T04 ... 1/2NPTF

EXHAUST PORT
12 ... 12mm Tube
16 ... 16mm Tube
03 ... Rc3/8
04 ... Rc1/2
T03 ... 3/8NPTF
T04 ... 1/2NPTF

DIMENSIONS
MAXIMUM SUCTION FLOW RATE/ AIR CONSUMPTION UNIT (ℓ/min)

Specifications	Max Vacuum Pressure mmHg (Torr)	Nozzle Diameter mm 1.5	1.8	2.0
Max Suction Flow Rate SCFM (ℓ/min)	S Type - 26" (660)	55	65	85
	L Type - 16" (400)	75	110	135
Air Consumption SCFM (ℓ/min)	S Type - 26" (660)	95	130	175
	L Type - 16" (400)	95	130	175

1 Torr = 0.0197PSI

For more Dimensions and Technical Information, please refer to CAT.ES804 and N400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายจักรพันธ์ สุวรรณา
วัน เดือน ปีเกิด	15 สิงหาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	81/14 ถ.ปราบไตรจักร ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 0-5524-6779
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนเซนต์นิโกลาส
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดยาง(มีมานะวิทยา)
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก
ปริญญาตรี	สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	วันนี้ยังมีหวังจงสู้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายณัฐวุฒิ พงศ์นวเลิศปัญญา

วัน เดือน ปีเกิด 12 มิถุนายน พ.ศ. 2523

ภูมิลำเนา 49/55 หมู่ 10 ม. พรบดินทร ซ.สิงห์เสณี 2 ถ.สุขาภิบาล
แขวง คลองกุ่ม เขต บึงกุ่ม กรุงเทพฯ
โทรศัพท์ 0-9494-4096

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านคลองปราบ

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านนาสาร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ มองไปยังข้างหน้าและทิ้งอดีตไว้ข้างหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายธรรมศักดิ์ ศรีเผด็จ

วัน เดือน ปีเกิด 9 มกราคม พ.ศ 2524

ภูมิลำเนา 91/1 ม.4 ต.ปากนคร อ.เมือง
จ.นครศรีธรรมราช 80000 โทรศัพท์ 0-9155-4601

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวัดท่านคร

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนท่านครญาณรวโรภาสอุทิศ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ รักที่จะชอบ ชอบที่จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายอรรถพล ธรรมสอน
วัน เดือน ปีเกิด	16 ธันวาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	97 ซ.5 ถ.ลำปาง-แม่ทะ ต.พระบาท อ.เมือง
	จ.ลำปาง 52000 โทรศัพท์ 0-5422-3564
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านปงสนุก
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาวิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
ปริญญาตรี	สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ทำในสิ่งที่ต้องการและเลือกที่จะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้