บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของเครื่อง

เครื่องขึ้นรูปพลาสติกแผ่นแบบสุญญากาศ (The Vacuum Thermoforming Machine)นี้ จะมีหลักการทำงานหลักคือ

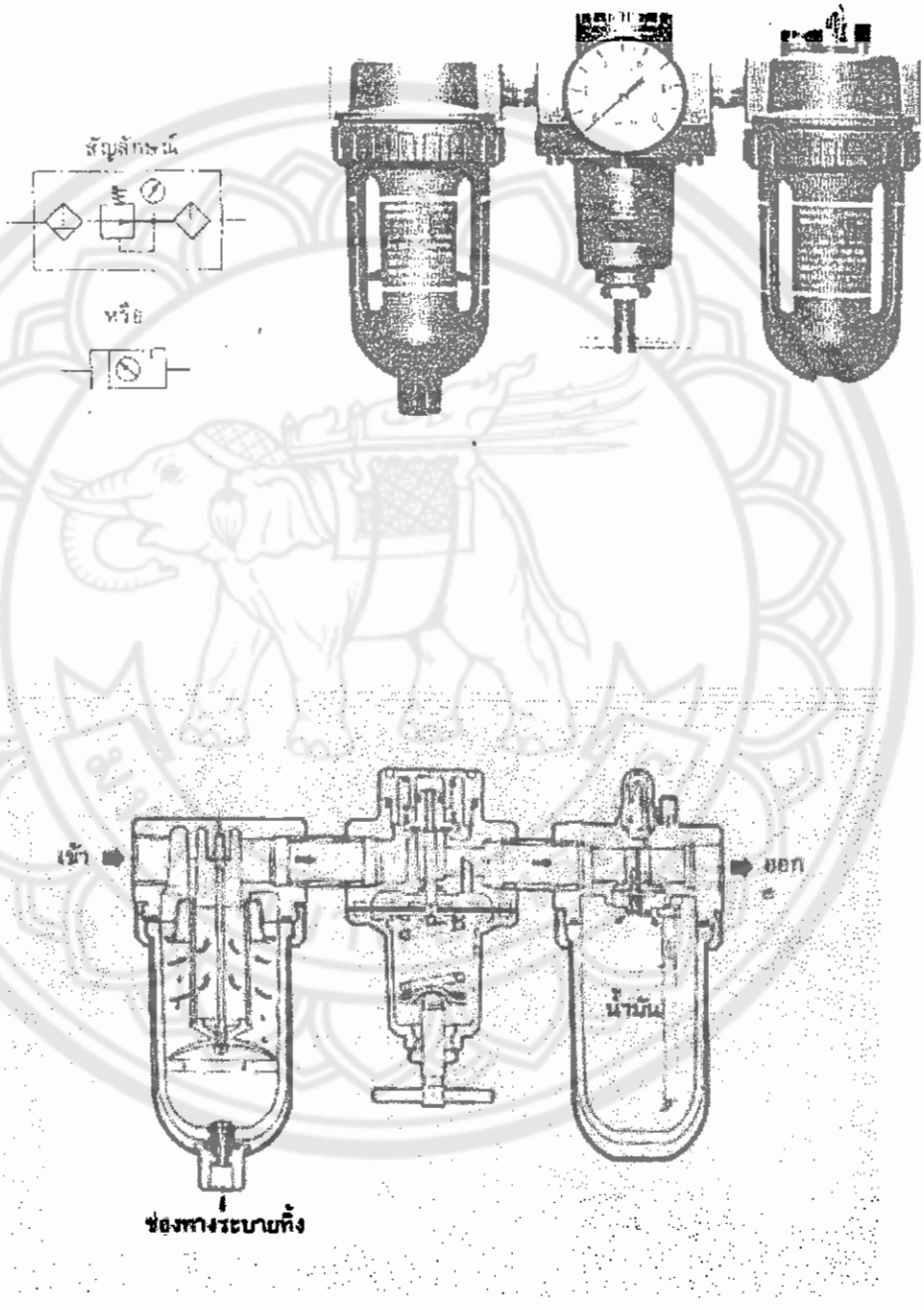
- ระบบนิวแมติกส์
- ระบบสุญญากาศ (The Vacuum Pump)

3.1.1 ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatics System)

อุปกรณ์หลักที่สำคัญในระบบนิวแมติกส์ที่ได้ศึกษา

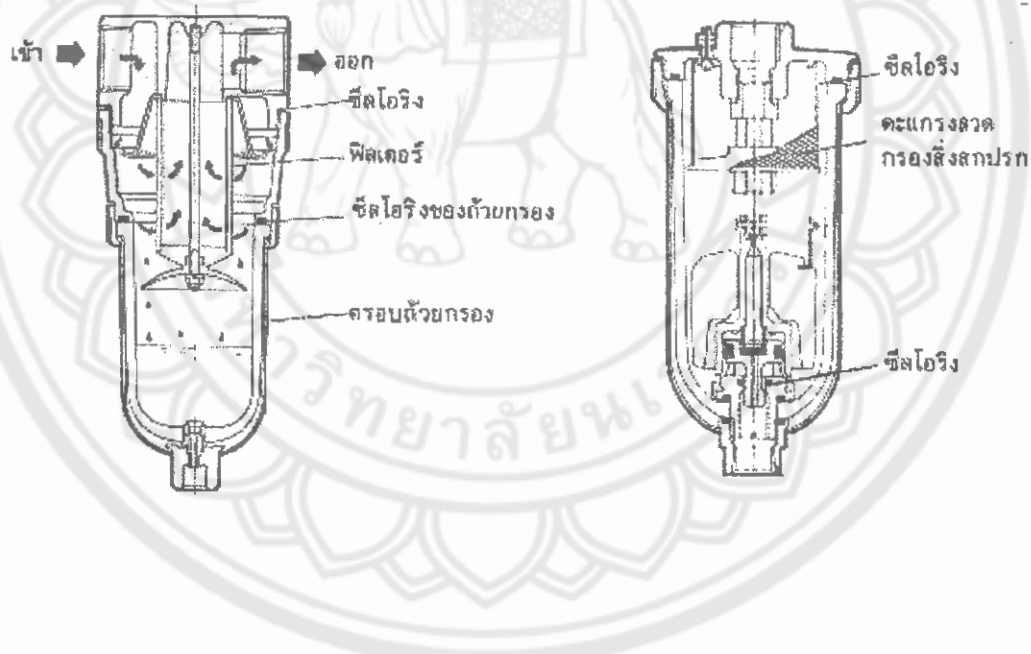
3.1.1.1 ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด

เนื่องจากในระบบนิวแมติกส์ ลมอัดถือว่าเป็นสารตัวกลางที่ต้องใช้ในการทำงานเพื่อไปดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ อากาศที่ส่งเข้าไปในระบบนิวแมติกส์จะต้องผ่านท่อทาง อุปกรณ์ และลิ้นควบคุมต่าง ๆ ลมอัดที่จะนำไปใช้งานจึงต้องปราศจากสิ่งสกปรกต่าง ๆ และปราศจากน้ำด้วย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กรองฝุ่นและน้ำ ออกจากลมอัดก่อน ถึงแม้ว่าในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จะมีเครื่องกำจัดน้ำออกจากลมอัดบ้างแล้วก็ตาม แต่ไม่สามารถกำจัดได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ จึงจำเป็นที่จะต้องชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด (service unit) ก่อนเข้าเครื่องจักรอีกทีหนึ่งก่อน สำหรับอุปกรณ์ของเครื่องจักรบางประเภทจำเป็นจะต้องมีการหล่อลื่น ก็ต้องติดอุปกรณ์ช่วยเหลือหล่อลื่นด้วย ซึ่งอุปกรณ์ชุดปรับปรุงคุณภาพประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ใช้กรองเศษฝุ่นผง น้ำ เรียกว่า ฟิลเตอร์ (filter) อุปกรณ์ที่ใช้ปรับหรือควบคุมความดันในระบบลม เรียกว่า เรกูเลเตอร์ (regulator) อุปกรณ์ที่ช่วยการหล่อลื่น ภายในระบบลมเรียกว่า ลูบริเคเตอร์ (lubricator)

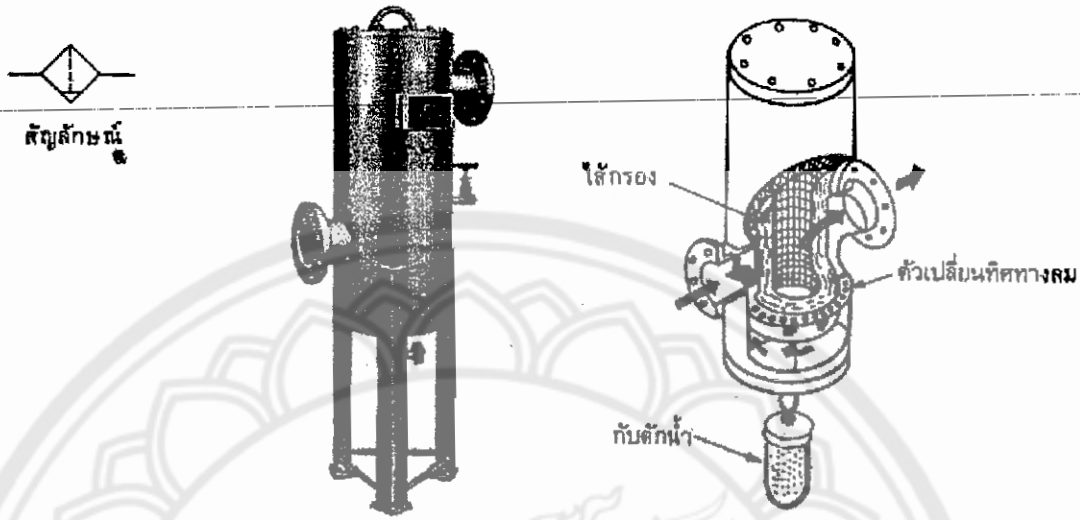


รูปที่ 3.1 ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด

ฟิลเตอร์ หรือ ตัวกรอง จะทำหน้าที่กรองเศษผง และน้ำ (ดูรูปที่ 3.2) ลมอัดจะผ่านเข้ามาทางซ้ายมือ (ตามลูกศร) ลมอัดที่เข้ามานี้จะมีความดัน และไหลผ่านลงไปในตัวกรองที่เป็นรูปกรวย ทำให้ลมอัดวิ่งหมุนวนเพื่อเหวี่ยงฝุ่นละอองและน้ำที่ปนมากับลมอัดออก น้ำจะตกลงด้านล่างของถ้วย ส่วนฝุ่นละอองจะตกค้างอยู่ที่ไส้กรอง ปล่อยให้อากาศที่สะอาดไหลผ่านออกไปใช้งาน ด้านล่างจะมีแป้นเพื่อจะให้ลมมาปะทะ เป็นการดักสิ่งสกปรกที่ปนมากับลมอัดออก ตัวกรองที่ใช้ระบบนิวแมติกส์ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป ยังจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ ตัวกรองก่อนเข้าเครื่องจักร ตัวกรองเมน และตัวกรองชนิดกำจัดน้ำมันรวมทั้งน้ำมันดิน

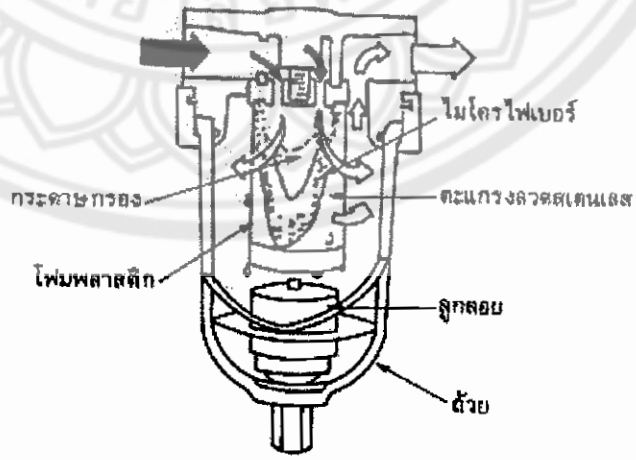


รูปที่ 3.2 รูปโครงสร้างของตัวกรองและตัวระบายทิ้งอัตโนมัติ



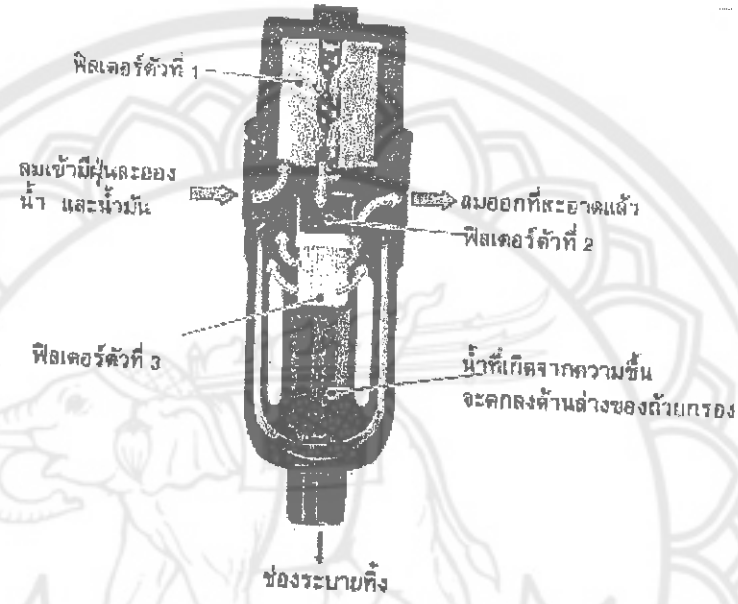
รูปที่ 3.3 โครงสร้างตัวกรองเมน

รายละเอียดตัวกรองก่อนเข้าเครื่องจักรนิวแมติกได้กล่าวแล้วในขั้นต้น สำหรับตัวกรองเมน ดังรูปที่ 3.3 ติดตั้งท่อทางเมนของลมอัด เพื่อกรองลมอัดให้สะอาดทีหนึ่งก่อนที่จะไปเข้าตัวกรองเครื่องจักรสำหรับอุตสาหกรรมที่ไม่ต้องการให้มีละอองน้ำมันที่ปนมากับลมอัดไปทำปฏิกิริยาและสร้างความเสียหายให้แก่ผลิตภัณฑ์ จำเป็นจะต้องติดตั้งตัวกรองชนิดกำจัดน้ำมันและน้ำมันดิน ดังรูปที่ 3.4

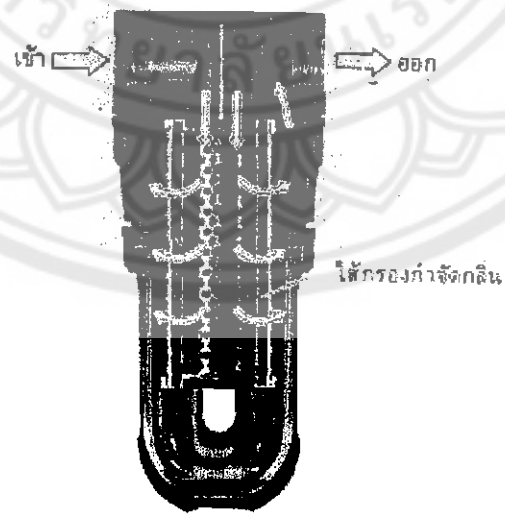


รูปที่ 3.4 โครงสร้างตัวกรองชนิดกำจัดน้ำมันและน้ำมันดิน

นอกจากตัวกรองชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวแล้ว ในงานอุตสาหกรรมบางประเภทยังมีความจำเป็นที่จะต้องกำจัดหมอกควัน และกลิ่น ดังนั้นจึงต้องติดตั้งตัวกรองประเภทนี้เข้าไปในระบบอีกด้วย (ดูรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6)



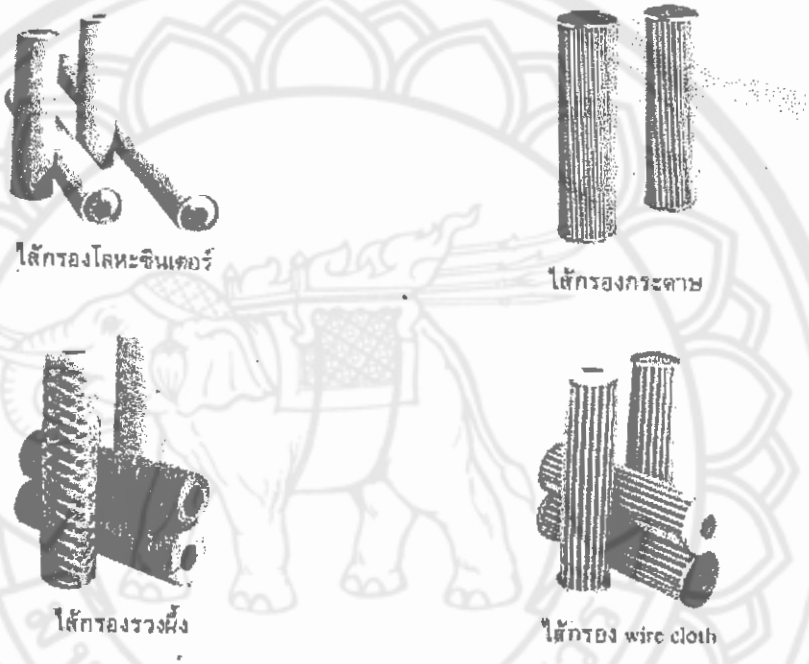
รูปที่ 3.5 ตัวกรองที่สามารถกำจัดควัน



รูปที่ 3.6 ตัวกรองที่สามารถกำจัดกลิ่น

วัสดุและชนิดของไส้กรอง วัสดุที่ใช้ทำไส้กรองมีอยู่หลายชนิดดังรูปที่ 3.7

1. ไส้กรองที่ทำจากโลหะซินเตอร์ ความสามารถในการกรองอยู่ระหว่าง 2 ถึง 120 um แทนอุณหภูมิระหว่าง -180 ° C ถึง 350 ° C ใช้กับงานจำพวกก๊าซ โรงงานทางด้านนิวเคลียร์ และพวกงานประเภทลมอัดที่มีอุณหภูมิสูงและเร็วสูง



รูปที่ 3.7 ลักษณะไส้กรองที่ใช้ระบบนิวแมติกส์

2. ไส้กรองทำคล้ายกับรวงผึ้ง ความสามารถอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 50 um ทนอุณหภูมิแล้วแต่วัสดุที่ใช้ทำ เช่น ไหมเทียมและฝ้ายทนอุณหภูมิได้ระหว่าง -20 ° C ถึง 100 ° C ส่วน Polypropyleme ทนอุณหภูมิได้ระหว่าง 0 ° C ถึง 50 ° C และถ้าต้องก ารให้ทนความร้อนได้สูงมาก คืออยู่ระหว่าง 0 ° C ถึง 400 ° C จะใช้วัสดุที่ทำด้วยไฟเบอร์กลาสส์(Fiber Glass)

3. ไส้กรองที่ทำจากกระดาษ จะมีความละเอียดในการกรองอยู่ระหว่าง 5 ถึง 20 um ทนอุณหภูมิระหว่าง 0 ° C ถึง 80 ° C

4. ไส้กรองที่ทำจาก Wire Cloth Element จะมีความละเอียดในการกรองอยู่ระหว่าง 5 ถึง 105 um ทนอุณหภูมิระหว่าง -180 ° C ถึง 400 ° C

ไส้กรองแบ่งขนาดได้ตามความละเอียดของการกรอง มีขนาดตั้งแต่ 0.01 ถึง 5 μm ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ดูตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2 โดยทั่วไปไส้กรองในงานด้านนิวแมติกส์ จะมีความสามารถการกรอง 5 μm

ตารางที่ 3.1 การแบ่งลำดับของการกรอง

ชนิด	ขนาดการกรอง	ความสามารถ
ไส้กรองลมมาตรฐาน	5 μm	ติดตั้งใช้กับระบบลมทั่วไป กำจัดฝุ่นละออง และน้ำภายในท่อ
ไส้กรองไฟเบอร์ (ไส้กรอง X)	3 μm	กำจัดน้ำมัน
ไส้กรองลม submicron (ไส้กรอง Y)	0.3 μm	กำจัดคาร์บอน และน้ำมันดินในลมอัด
ไส้กรองแยกละอองน้ำมัน (ไส้กรอง micronaught)	0.01 μm	กำจัดฝุ่น น้ำมัน ความชื้นในลมอัด
ไส้กรองแยกละอองน้ำมัน (ไส้กรอง odornaugth)	-	กำจัดกลิ่นในลมอัด

ตารางที่ 3.2 ความละเอียดของไส้กรองลักษณะต่างๆ

ชนิดไส้กรอง	การกรอง	ขนาดไส้กรอง
สักหลาด กระดาษ	กรองภายใน กรองภายนอก	หยาบ (5 μm)
โลหะ	กรองภายใน	ละเอียดปานกลาง
ตาข่าย	กรองภายนอก	หยาบ (ยังไม่มีการผลิต)

ไส้กรองละอองน้ำมัน คาร์บอน น้ำมันดิน ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 3 μm จะใช้ไส้กรองชนิดธรรมดาไม่ได้ จะต้องใช้ไส้กรองขนาด 0.01 ถึง 3 μm แต่ไส้กรองชนิดนี้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก

การทำความสะอาดไส้กรองสำหรับไส้กรองที่ทำด้วยกระดาษหรือสักหลาด เมื่อเกิดการอุดตันจะทำความสะอาดโดยการใช้ลมเป่าย้อนทางลมอัดที่เข้ามา แต่ถ้าเป็นไส้กรองประเภทโลหะซินเตอร์ จะใช้วิธีการต้มในน้ำและล้างทำความสะอาด จากนั้นจะใช้ลมเป่าไล่น้ำออกให้หมด

หลักการในการเลือกไส้กรอง จะต้องให้เหมาะสมกับปริมาณลมและความดันลมอัด เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของระบบอัดดียิ่งขึ้น ซึ่งจะต้องพิจารณาดังนี้

1. จะต้องให้มีการสูญเสียความดันน้อยที่สุด โดยปกติทั่วไปไม่เกิน 1 kgf/cm^2 ถ้าเกินกว่านี้ควรจะเปลี่ยนไส้กรองใหม่

2. มีอายุการใช้งานนาน และไม่เกิดการอุดตัน โดยทั่วไปอายุการใช้งานของไส้กรองควรมีอายุประมาณ 1 ปี ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพของสิ่งแวดล้อม

3. มีพื้นที่การกรองกว้างขวางพอ เพื่อที่จะให้ปริมาณการไหลของอากาศเป็นไปอย่างรวดเร็ว

4. มีความสามารถในการกำจัดความชื้นได้สูง

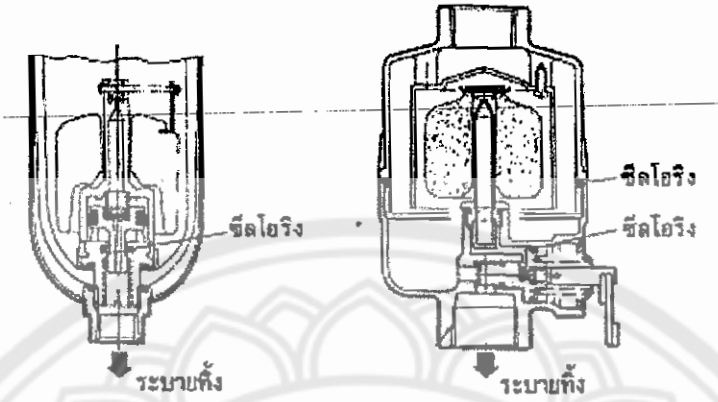
5. สามารถเปลี่ยนไส้กรองได้สะดวก

การระบายน้ำ มีวิธีการระบายออกได้ 2 วิธีคือ การระบายด้วยมือ คือใช้มือเปิดวาล์วระบายทิ้ง ดังรูปที่ 3.2 และการระบายโดยอัตโนมัติ ซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด คือ

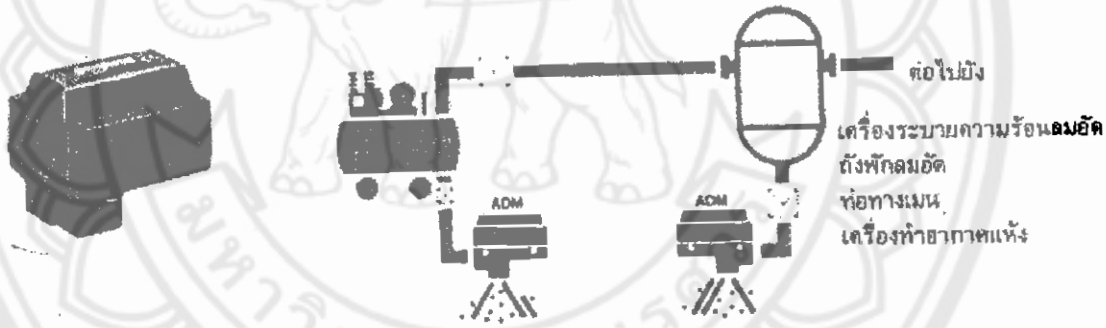
1. ชนิดลูกลอย การระบายน้ำทิ้งชนิดนี้จะระบายออกโดยอัตโนมัติ เมื่อระดับน้ำถึงที่ตั้งไว้ดังรูปที่ 3.8

2. ชนิดไฟฟ้า แบบนี้ขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาในการระบายทิ้ง ปกติทั่วไปในเวลา 1 นาที จะมีการระบายน้ำทิ้ง 2 วินาที ดังรูปที่ 3.9 แบบนี้นิยมติดที่ถังพักลม เครื่องระบายความร้อน และเครื่องทำให้อากาศแห้ง

3. ชนิดใช้ความแตกต่างของความดัน ความแตกต่างของระดับการไหลในท่อเป็นตัว**กำหนดการเปิด-ปิดวาล์วระบายโดยไม่ขึ้นกับระดับน้ำ**



รูปที่ 3.8 การระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติโดยใช้ลูกลอย

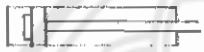


รูปที่ 3.9 การระน้ำทิ้งแบบใช้ไฟฟ้า

วาล์วลดความดันลมอัด ในบางครั้งเรียกว่าเรกูเลเตอร์ โดยปกติเครื่องอัดลมจะป้อนลมอัดให้มีค่าความดันสูงกว่าระดับของความดันใช้งาน ดังนั้นวาล์วลดความดันจึงทำหน้าที่ปรับความดันให้ค่าความดันของลมอัดมีความดันเท่ากับความดันใช้งานในระบบนิวแมติก เพราะถ้าไม่ลดความดันก่อนนำไปใช้งาน อุปกรณ์ต่าง ๆ จะเกิดปัญหาในการทำงาน เช่น การทำงานของวงจรเกิดการผิดพลาด อุปกรณ์ นิวแมติกส์อาจเกิดการชำรุดเสียหาย หรืออาจจะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์นิวแมติกมีอายุการใช้งานสั้นลง จากเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นที่จะต้องเลือกวาล์วปรับลดความดันให้เหมาะสมกับการใช้งาน ดังตารางที่ 3.3

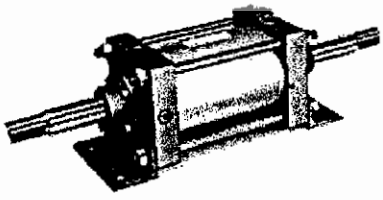
ลักษณะของกระบอกสูบลมชนิดที่มีเบาะลมกันกระแทกที่ใช้ในงานจริงก็ยังจำแนกออกเป็นอีกหลายแบบ โดยดูได้จากสัญลักษณ์ในตารางที่ 3.6

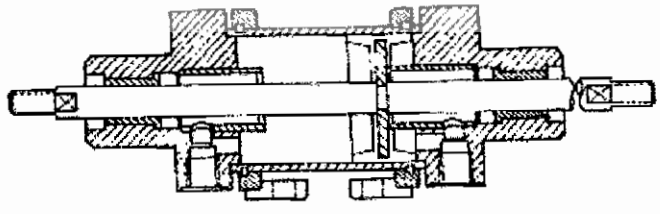
ตารางที่ 3.6 สัญลักษณ์ของกระบอกสูบลมชนิดมีกันกระแทกลักษณะต่าง ๆ

สัญลักษณ์	ความหมาย
	กระบอกสูบลมที่มีกันกระแทกทั้งสองข้างแต่ไม่สามารถปรับความเร็วกันกระแทกได้
	กระบอกสูบลมที่มีกันกระแทกด้านเดียวคือตอนลูกสูบกลับสุด แต่ไม่สามารถปรับความเร็วกันกระแทกได้
	กระบอกสูบลมที่มีกันกระแทกด้านเดียวหรือตอนลูกสูบกลับสุด และสามารปรับความเร็วกันกระแทกได้
	กระบอกสูบลมที่มีกันกระแทกทั้งสองข้าง และสามารถปรับความเร็วกันกระแทกได้

กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบมีก้านสูบสองข้าง กระบอกสูบแบบนี้ไม่ว่าจะเคลื่อนที่ไปหรือกลับ แรงที่ได้ทั้งสองข้างจะมีค่าเท่ากัน เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดทั้งสองข้างมีขนาดเท่ากันและที่ปลายขุดรองรับของก้านสูบทั้งสองข้างจะมีแบริ่งรองรับก้านสูบอยู่ ดังนั้นปัญหาที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากแรงกระทำด้านข้างของก้านสูบจึงน้อยมาก ไม่เหมือนกับกระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง ลักษณะของกระบอกสูบนี้ดูได้จากรูปที่ 3.19

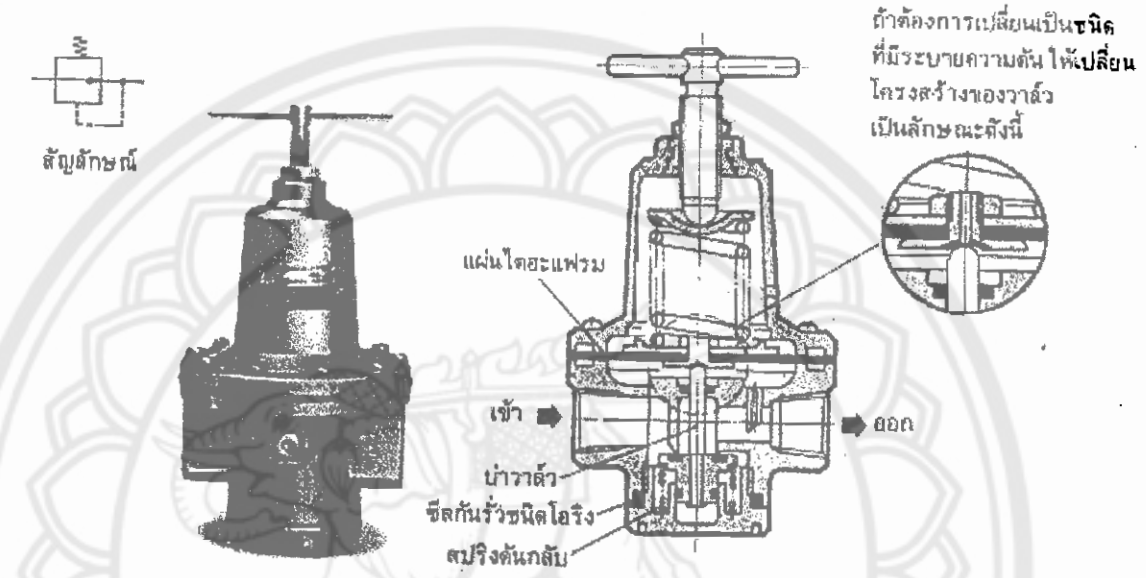
สัญลักษณ์



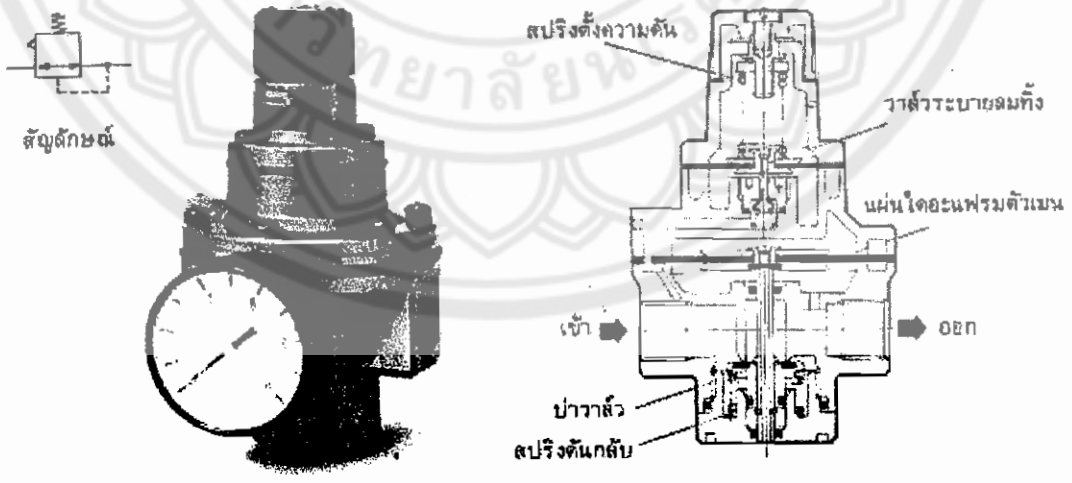


รูปที่ 3.19 ลักษณะของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทางแบบสองตอน

การทำงานของวาล์วลดความดันแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ชนิดที่ใช้แรงดันของสปริงสมดุลกับแรงดันให้ระบบ (ดูรูปที่ 3.10) และชนิดที่ใช้ความดันสมดุลทั้งสองข้าง (ดูรูปที่ 3.11)



รูปที่ 3.10 วาล์วลดความดันชนิดที่ใช้แรงดันของสปริงสมดุลกับแรงดันในระบบ



รูปที่ 3.11 วาล์วลดความดันชนิดใช้แรงดันสมดุลทั้งสองข้าง

ชนิดที่ใช้แรงดันของสปริงสมดุลกับแรงดันในระบบ การทำงานเมื่อหมุนมือหมุนจะกดสปริงปรับความดันและจะส่งแรงถ่านทอดไปเปิดวาล์วให้ลมจากทางไหลเข้า ไหลผ่านห้องลมใต้แผ่นไดอะแฟรมออกไปทางด้านใช้งาน เมื่อความดันสูงถึงระดับที่ตั้ง ลมอัดทางด้านส่งออกไปใช้งานจะมีความดันย้อนกลับมากระทำกับแผ่นไดอะแฟรม ทำให้เกิดแรงยกขึ้นจนกระทั่งแรงที่เกิดขึ้นสูงพอชนะแรงดันของสปริง แผ่นไดอะแฟรมจะเลื่อนขึ้นจากระดับเดิมทำให้วาล์วไม่ให้ลมไหลผ่านวาล์วไปได้ จนกระทั่งความดันใช้งานในระบบต่ำกว่าความดันที่กำหนด แผ่นไดอะแฟรมจะเลื่อนลงมาอีกครั้ง ทำให้วาล์วปิดบ่าวาล์วให้ลมไหลผ่านไปอีก จะทำงานเช่นนี้สลับไปสลับมา วาล์วลดความดันชนิดใช้แรงดันของสปริงสมดุลกับแรงดันในระบบยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดไม่ระบายลมทิ้ง (ดูรูปที่ 3.10) เหมาะกับงานที่ใช้วาล์วลดความดันกับก๊าซอะเซทิลีน เป็นต้น ส่วนอีกชนิดหนึ่งเป็นแบบระบายลมทิ้ง ลักษณะดังรูปที่ 3.10 แต่เปลี่ยนโครงสร้างของวาล์วในวงกลมไปใส่แทนที่เหมาะสมกับงานที่ใช้ระบบลมอัดทั่วไป

ชนิดที่ใช้ความดันสมดุลทั้งสองข้าง วาล์วชนิดนี้การทำงานจะไม่ใช้แรงดันของสปริงไปเปิดทางลมให้ลมที่ไหลจากทางเข้าผ่านไปทางด้านออกโดยตรง แต่จะใช้ลมทางด้านเข้าไปกดแผ่นไดอะแฟรมด้าน โดยผ่านวาล์วชนิดปอปเปตที่แรงสปริงปรับความดันกดให้เปิดอยู่ เมื่อปริมาณลมไหลเข้ามาเต็มห้องไดอะแฟรมจนกระทั่งมีแรงกระทำเกิดขึ้นพอที่จะกดให้แผ่นไดอะแฟรมเคลื่อนลง ลมจากทางเข้าก็จะไหลออกไปยังทางออกได้ เมื่อเกิดความดันย้อนกลับ ลมจะไหลผ่านรูด้านล่างของแผ่นไดอะแฟรมข้างออกไปใช้งาน ทำให้เกิดมีแรงกระทำกับแผ่นไดอะแฟรมด้านล่างขึ้น ถ้าแรงของแผ่นไดอะแฟรมด้านล่างมีแรงกระทำสูงกว่าแรงด้านบน ก็สามารถที่จะยกแผ่นไดอะแฟรมขึ้นทำให้บ่าวาล์วที่จ่ายลมปิดไม่ยอมให้ลมไหลผ่านไปได้ ซึ่งจะทำงานเช่นนี้สลับกันไปมา วาล์วชนิดนี้มีข้อดีที่ความดันในระบบจะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ซึ่งจะให้ค่าความดันค่อนข้างละเอียดกว่าแบบแรก

นอกจากนี้ยังมีการทำงานของวาล์วลดความดันแบบต่าง ๆ อีก แต่ไม่นิยมใช้ในระบบนิวแมติกส์มากนัก เช่น วาล์วลดความดันชนิดบังคับระยะห่าง วาล์วระบายความดัน และวาล์วลดความดันพร้อมวาล์วกันกลับ

การแบ่งช่วงระดับการปรับของวาล์วลดความดัน การเลือกใช้วาล์วระบายลดความดันต้องเลือกตามข้อกำหนดในการใช้งาน เช่น ช่วงของความดันที่ต้องการใช้งาน และความละเอียดเที่ยงตรงในการปรับของวาล์วลดความดันขนาดนั้น ๆ โดยทั่วไปแบ่งออกตามช่วงระดับการปรับและความละเอียดในการปรับดังตาราง ที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การแบ่งช่วงระดับการปรับของวาล์วลดความดัน

ชนิด	ช่วงการปรับ	ความละเอียด
	(kgf/cm^2)	(kgf/cm^2)
ความดันสูง	0.7 - 17.5	±0.4
ความดันปานกลาง	0.5 - 8.5	±0.2
ความดันต่ำ	0.2 - 3.5	±0.1
ปรับละเอียดปานกลาง	0.11 - 2.5	±0.05
ละเอียด	0.05 - 2.0	±0.005

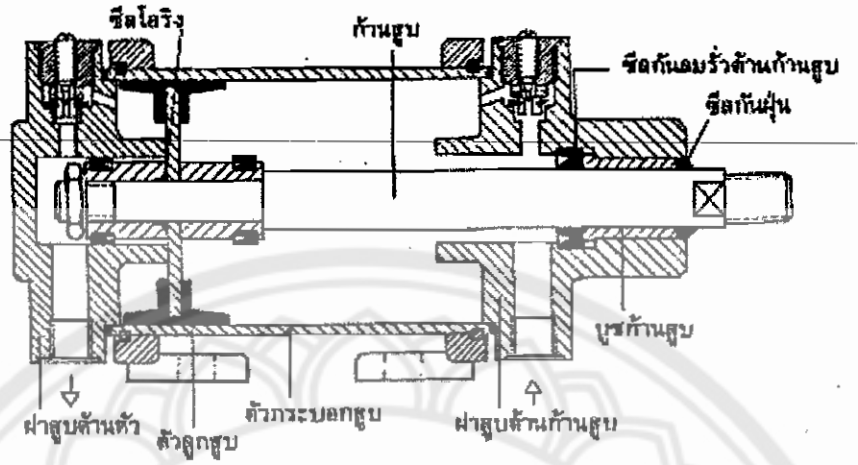
ความละเอียดในการตั้งความดันของวาล์วลดความดันชนิดละเอียดและชนิดละเอียดปานกลางจะเพิ่มขึ้นเมื่อการไหลคงที่ ปริมาตรการไหลของวาล์วเหล่านี้ต่ำกว่า 400 ลิตรต่อนาที

การพิจารณาเลือกคุณภาพของวาล์วลดความดัน สามารถดูได้จากแคตาล็อกของบริษัทผู้ผลิตวาล์วชนิดนั้น โดยใช้ความสัมพันธ์ของความดันลมอัดเข้า กับความดันลมอัดออก สังเกตดูจากค่าความดันแตกต่างเมื่อปรับความดันลมอัดเข้า ความดันลมอัดทางออกจะเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด ถ้าความดันทางออกเปลี่ยนแปลงมาก แสดงว่าวาล์วปรับลดความดันนั้นมีคุณภาพต่ำ

3.1.1.2 กระบอกสูบ

กระบอกสูบลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ลักษณะในการเคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ในสมัยก่อนที่สูกสูบลมจะเข้ามามีบทบาท ในงานอุตสาหกรรมยังใช้กลไกทางกลและทางไฟฟ้า มีความยุ่งยากในการควบคุม และปัญหาของช่วงชักจำกัด ดังนั้น ในอุตสาหกรรมสมัยใหม่จึงพัฒนาลูกสูบมาใช้ในงานจนถึงปัจจุบัน

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



รูปที่ 3.12 ลักษณะโครงสร้างของกระบอกสูบลม

การทำงานของกระบอกสูบลมตามรูปที่ 3.12 เป็นกระบอกสูบแบบมีระบบลมกันกระแทก ซึ่งส่วนใหญ่จะนิยมใช้กระบอกสูบลมแบบดังกล่าวในงานอุตสาหกรรมอย่างมาก อาจจะมีด้านเดียวหรือสองด้านก็ตาม เพื่อช่วยลดความเร็วหรือลดอัตราหน่วยของลูกสูบเมื่อสุดระยะชัก เป็นการป้องกันการกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบกับฝากระบอกสูบลม โดยการใช้วาล์วเข็ม (needle valve) กับวาล์วกันกลับ (check valve) ทำให้เกิดเบาะลมขึ้นระหว่างลูกสูบกับฝากระบอกสูบลม ลมที่มีความดันสูงก็จะทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความลำบาก และจะเป็นการหน่วงความเร็วของลูกสูบลงตอนใกล้สุดระยะชัก ทำให้ไม่เกิดกระแทก โดยทั่วไประยะกันกระแทกจะอยู่ระหว่าง 15 ถึง 40 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตามตารางที่ 3.5 ที่ตัวกระบอกสูบจะมีวาล์วเข็ม เมื่อก้านสูบเลื่อนไปถึงช่องกันกระแทกลมที่อยู่หน้าลูกสูบไม่สามารถผ่านออกไปได้อิสระ จะต้องผ่านออกไปทางวาล์วเข็มเท่านั้น ความเร็วของลูกสูบก็จะถูกหน่วงให้ลดลงตอนใกล้สุดระยะชัก ในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ออก ลมส่วนหนึ่งจะผ่านวาล์วกันกลับเข้ามาได้ ทำให้ลมไปกระทำกับหน้าตัดของลูกสูบได้เต็มที่ ลูกสูบจะเคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็ว แต่พอใกล้จะสุดระยะชัก **คือเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ไปถึงเบาะลม ลูกสูบก็จะเคลื่อนที่ช้าอีกเช่นเดย การทำให้เกิดแรงกันกระแทกได้มากน้อย สามารถทำได้โดยการปรับวาล์วเข็มที่อยู่ตรงปลายของกระบอกสูบลมนั่นเอง**

TJ
940
ว312ก
2541

2 8 มี.ค. 2543

4340074

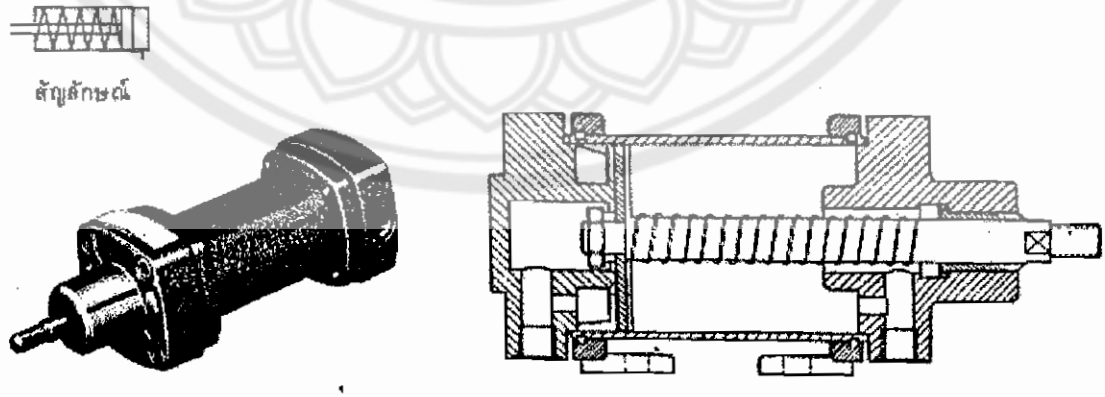
สำนักหอสมุด

ตารางที่ 3.5 ระยะกระแทกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

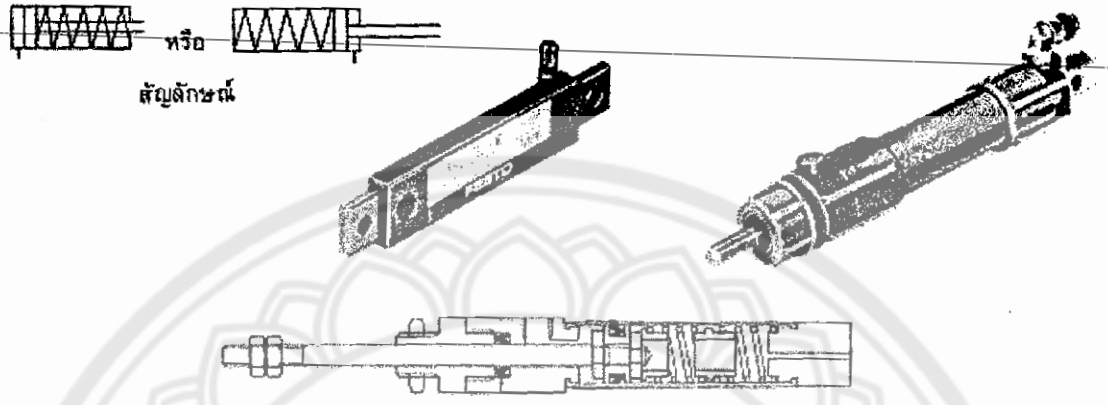
เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ (mm)	ระยะกันกระแทก (mm)
10 50 63	15 ~ 20
80 100 125	20 ~ 30
140 160 180	25 ~ 40

ในปัจจุบันได้มีการนำกระบอกสูบลมแบบต่าง ๆ เข้ามาใช้ในงานอุตสาหกรรม ซึ่งแต่ละแบบก็มีลักษณะการทำงาน และการนำไปใช้งานแตกต่างกันไปดังต่อไปนี้

กระบอกสูบลมทำงานอย่างเดียว จะใช้ลมดันทางด้านหัวของลูกสูบเพื่อดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมา ส่วนในจังหวะลูกสูบลมเคลื่อนที่กลับนั้น เมื่อปล่อยลมทางด้านหัวลูกสูบระบายทิ้ง สปริงที่อยู่ภายในกระบอกสูบจะดันให้ก้านสูบเคลื่อนที่กลับมาเอง ดูรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทำงานทางเดียว

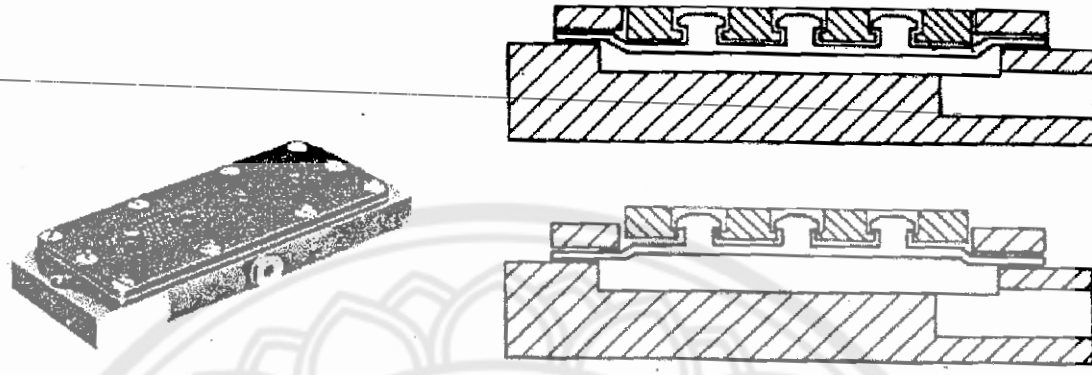


รูปที่ 3.14 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทางเดียวที่มีใช้ในการทำงานทั่วไป

ภายในกระบอกสูบลมจะมีสปริงเพื่อดอยดันให้ก้านลูกกลับ ดังนั้นความยาวของระยะชักจึงมีขอบเขตจำกัด โดยทั่วไประยะชักของกระบอกสูบประเภทนี้ยาวสุดอยู่ระหว่าง 80 ถึง 100 มิลลิเมตร ลักษณะการนำไปใช้งานจะใช้ดันหรือดึงเพียงทิศทางเดียวเท่านั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้งสปริงดันภายในกระบอกสูบลม ตัวอย่างงานที่ใช้เช่น งานจับยึด งานป้อนหรือผลักชิ้นงาน

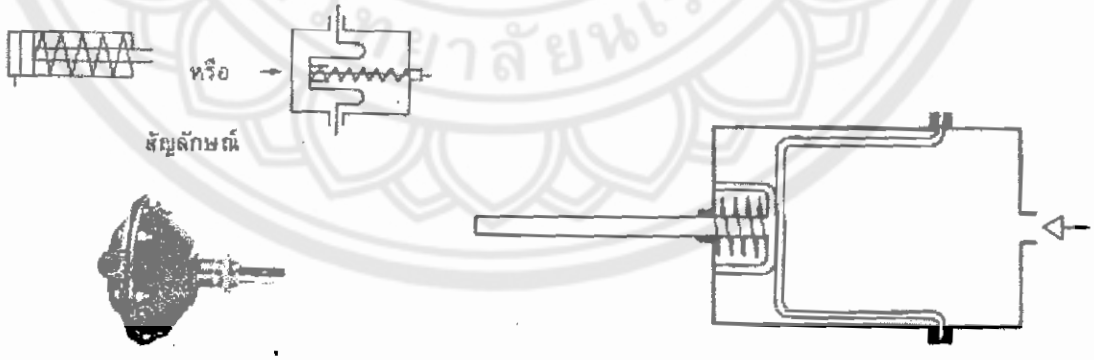
การเลือกใช้กระบอกสูบควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานและการจับยึด กระบอกสูบแบบทางเดียวนี้มีทั้งก้านสูบเป็นแท่งกลมและแท่งเหลี่ยม ตามรูปที่ 3.14 นอกจากนั้นยังมีกระบอกสูบลมทำงานโดยใช้จังหวะเลื่อนออกดันด้วยสปริง การเลื่อนออกในลักษณะดังกล่าวไม่สามารถไปดันโหลดในการทำงานได้แต่กระบอกสูบแบบนี้จะทำงานโดยใช้ลมอัดดันให้หัวลูกสูบเคลื่อนเข้า ซึ่งจะให้ช่วงการทำงานไปดึงโหลด เช่น หม้อลมเบรกในรถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่

กระบอกสูบลมแบบทางเดียวชนิดไดอะแฟรม กระบอกสูบแบบนี้หัวลูกสูบจะทำเป็นแผ่นไดอะแฟรมซึ่งวัสดุที่ใช้ทำได้แก่ ยาง พลาสติก หรือเยื่อสังเคราะห์โลหะ ก้านสูบที่ต่อออกมาใช้งานจะติดอยู่กับแผ่นไดอะแฟรม กระบอกสูบแบบนี้ไม่จำเป็นต้องมีการหล่อลื่น และมีระยะชักสั้น ๆ ประมาณ 2 มิลลิเมตรขึ้นไป (รูปที่ 3.15) เหมาะกับอุตสาหกรรมผลิตอาหารและเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการให้ลมอัดมีน้ำมันหล่อลื่นผสมเข้าไป และแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นก็มีน้อยมาก แต่ปัจจุบันนี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมในวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากกระบอกสูบทั่วไปในปัจจุบันนี้ส่วนมากก็ไม่ต้องการน้ำมันหล่อลื่นเหมือนกระบอกสูบลมแบบเก่า ๆ แล้ว



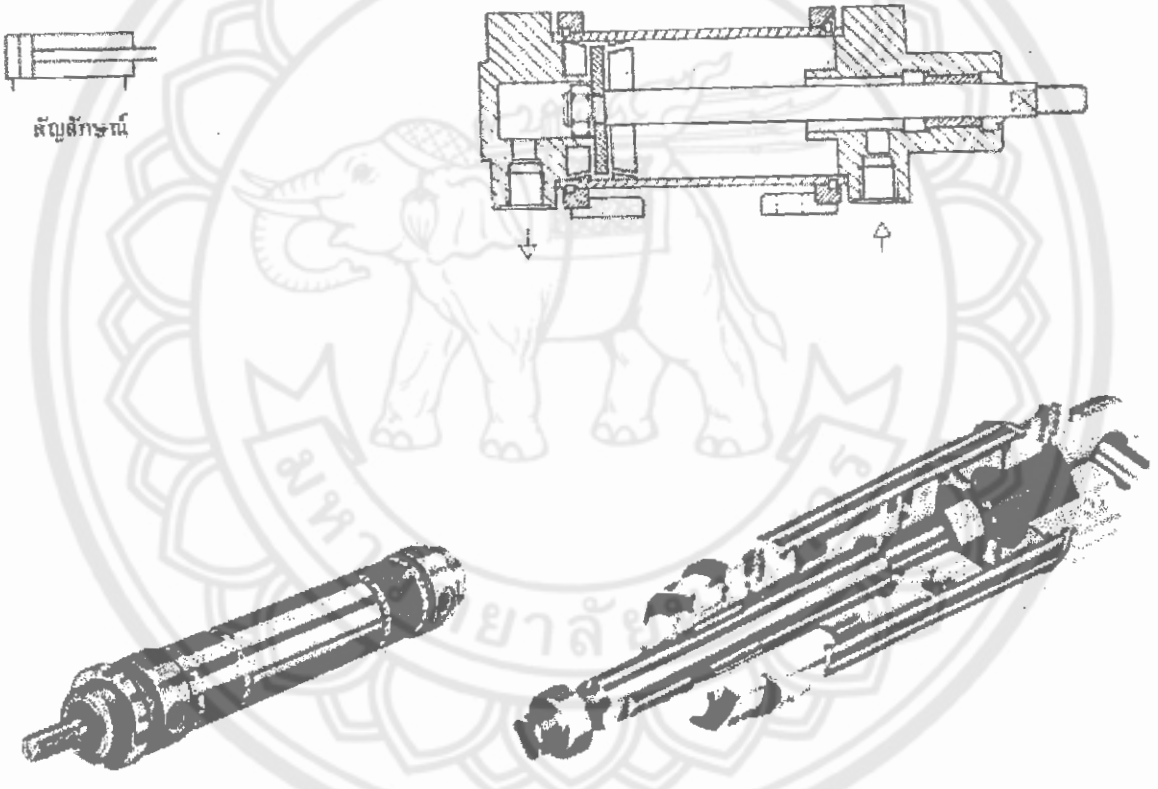
รูปที่ 3.15 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทางเดียวชนิดไดอะแฟรม

นอกจากนี้ยังมีกระบอกสูบลมแบบทางเดียวชนิด ไดอะแฟรมม้วน (ดูรูปที่ 3.16) การทำงานก็คล้ายกับแบบไดอะแฟรม คือเมื่อมีลมป้อนเข้าทางด้านหัวของลูกสูบ ก้านสูบจะเคลื่อนที่ออก แผ่นไดอะแฟรมที่ม้วนอยู่จะคลายออกไปดันให้ก้านสูบเคลื่อนที่ ระยะชักของกระบอกสูบลมแบบไดอะแฟรมม้วนจะมีระยะชักยาวกว่าแบบไดอะแฟรม คืออยู่ระหว่าง 50 ถึง 80 มิลลิเมตร ส่วนลักษณะการนำไปใช้งานก็คล้ายกับแบบไดอะแฟรม



รูปที่ 3.16 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทางเดียวชนิดไดอะแฟรมม้วน

กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง จะใช้ลมดันหัวลูกสูบทั้งตอนที่เคลื่อนที่ออกและเคลื่อนที่กลับ ทำให้ได้แรงทั้งสองทิศทาง เหมาะกับงานที่จะต้องการใช้แรงในตอนลูกสูบเลื่อนออกและเลื่อนเข้ารวมทั้งลักษณะงานที่ต้องการช่วงระยะชักยาว ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีที่ช่วงยาวเกินไปจะทำให้ก้านสูบเกิดการโก่งงอได้ ดังนั้นช่วงชักของกระบอกสูบแบบนี้จะต้องมีการคำนวณหาระยะชักช่วงชักที่อนุญาตให้ใช้งานได้ ซึ่งจะกล่าวในตอนท้ายของบทนี้ นอกจากปัญหาดังกล่าวถ้ากระบอกสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตเกินไป จะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองลมมาก

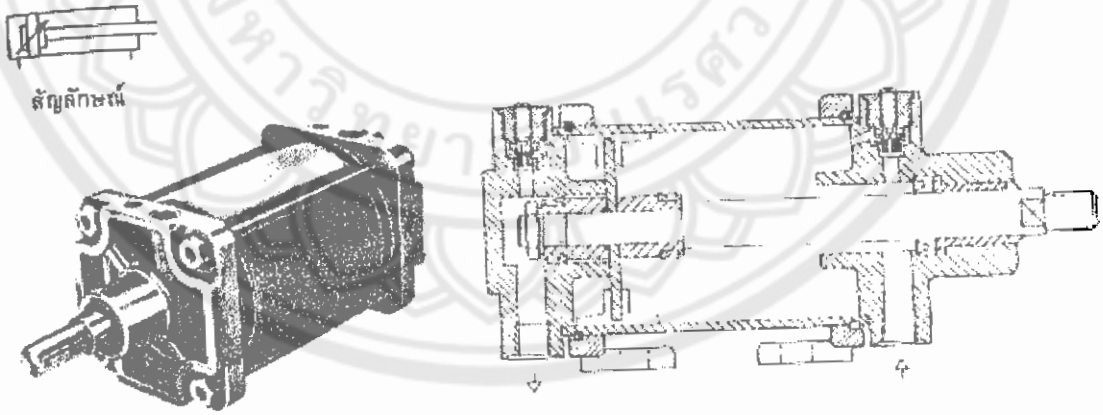


รูปที่ 3.17 ลักษณะกระบอกสูบลมแบบสองทาง

ลักษณะของกระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด เช่น

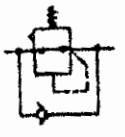
1. กระบอกสูบลมชนิดที่ไม่มีเบาะลมกันกระแทก กระบอกสูบลมชนิดนี้ (รูปที่ 3.17) เป็นกระบอกสูบลมที่มีราคาถูก เหมาะกับงานที่ใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มากนัก ถ้านำไปใช้ กับงานที่มีการเคลื่อนที่เร็ว จะทำให้ไนปลายช่วงชักและตอนกลับสุดของลูกสูบเกิดการกระแทกกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบทำให้เกิดความเสียหายได้

2. กระบอกสูบลมชนิดที่มีเบาะลมกันกระแทก ถูกสร้างเพื่อแก้ปัญหาของกระบอกสูบลมชนิดไม่มีเบาะกันกระแทก(ดูรูปที่ 3.18) เบาะลมกันกระแทกมีไว้เพื่อช่วยลดความเร็วหรือลดอัตราหน่วงของลูกสูบเมื่อสุดระยะชัก เป็นการป้องกันการกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบกับผนังหัวท้ายกระบอกสูบ โดยการปรับสกรูกันกระแทกที่ติดตั้งไว้ที่หัวท้ายของกระบอกสูบเมื่อหัวลูกสูบเคลื่อนเข้ามาถึงเบาะกันกระแทก ลมที่ถูกระบายทิ้งจะผ่านออกไปได้ยากมาก จะต้องผ่านทางสกรูปรับกันกระแทกได้ทางเดียวเท่านั้น ทำให้เกิดความดันต้านกลับ ในตำแหน่งนี้ลูกสูบจะเคลื่อนที่ช้าลงเนื่องจากความดันต้านกลับ ในทำนองเดียวกันถ้าลูกสูบเคลื่อนที่กลับ เมื่อใกล้สุดระยะชักเข้าก็จะเกิดอาการเช่นเดียวกันขึ้น โดยทั่วไประยะชักกันกระแทกจะอยู่ประมาณ 10 ถึง 30 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางระยะชักของกระบอกสูบ

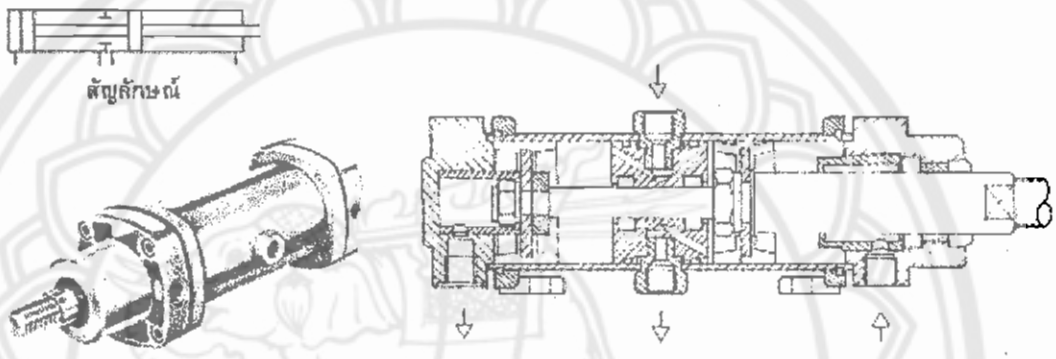


รูปที่ 3.18 ลักษณะของกระบอกสูบลมแบบสองทางมีเบาะลมกันกระแทก

ตารางที่ 3.3 การแบ่งชนิดของวาล์วลดความดัน

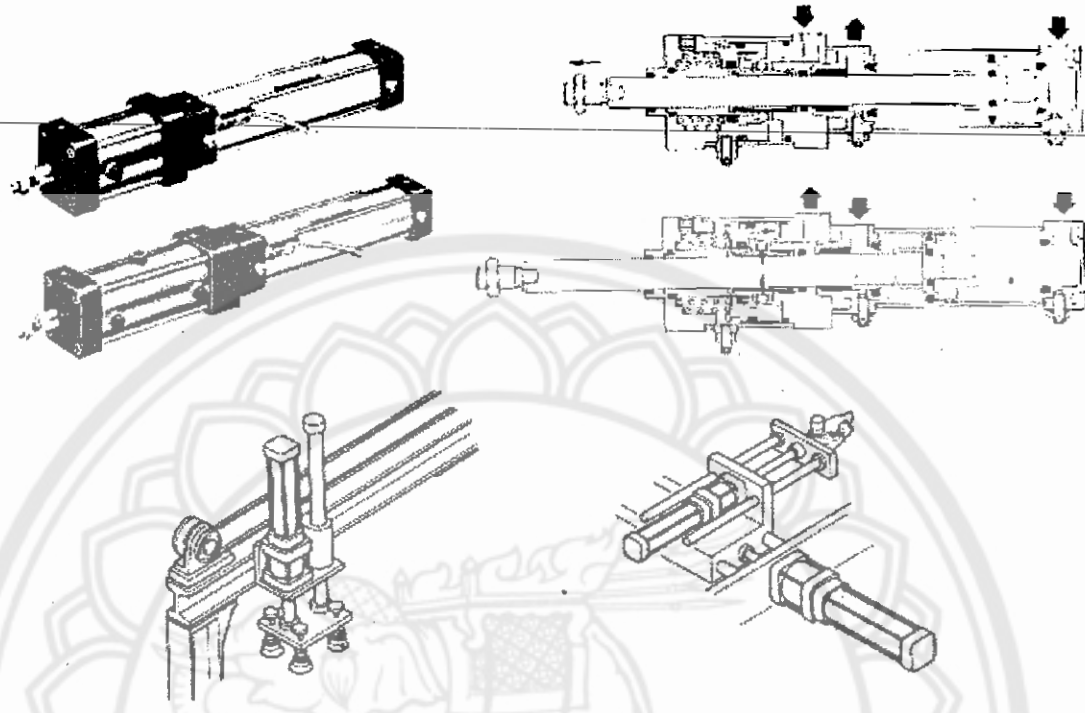
วาล์ว	ลักษณะและความสามารถในการทำงาน	สัญลักษณ์
วาล์วลดความดันชนิดระบายความดัน	ปรับความดันลมอัดให้ต่ำกว่ากำหนดและรักษาระดับความดันให้คงที่โดยไม่ขึ้นกับการไหลของลม เมื่อความดันด้านใช้งานสูงกว่าระดับที่กำหนดวาล์วจะระบายความดันส่วนที่เกินออกสู่บรรยากาศภายนอก	
วาล์วลดความดันชนิดไม่ระบายความดัน	ปรับความดันลมอัดให้ต่ำกว่ากำหนด และรักษาระดับความดันให้คงที่โดยไม่ขึ้นกับการไหลของลม ถึงแม้ว่าความดันด้านใช้งานจะสูงกว่าระดับที่กำหนด วาล์วนี้จะไม่ระบายความดันส่วนที่เกินนั้นออกไป	
วาล์วลดความดันชนิดใช้สัญญาณบังคับจากระยะห่าง	การทำงาน จะใช้สัญญาณลมจากวาล์วลดความดันอีกตัวหนึ่งมาบังคับ	
วาล์วระบายความดัน	เมื่อความดันภายในระบบนิวแมติกส์สูงกว่าปรกติตามที่ตั้งความดันไว้ เนื่องจากความบกพร่องของวาล์วหรือทำงานเกินกำลัง (Overload) วาล์วระบายความดันจะระบายความดันส่วนเกินออกจนกระทั่งความดันในระบบกลับคืนสู่ความดันปรติที่ตั้งไว้ โดยทั่วไปจะติดตั้งวาล์วระบายความดันชนิดนี้ไว้ที่ถังพักลมอัด	
วาล์วลดความดันพร้อมวาล์วกันกลับ	วาล์วนี้ใช้ปรับความดันให้ได้ระดับตามที่กำหนดเพียงทิศทางเดียวเท่านั้น ส่วนอีกทิศทางหนึ่งจะไม่มีการบังคับ	

กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบสองตอน กระบอกสูบแบบนี้ถูกออกแบบมาเนื่องจากปัญหามีเนื้อที่ในการติดตั้งกระบอกสูบจำกัด แต่แรงที่กระบอกสูบจะต้องกระทำนั้นมีมากกว่าที่กระบอกชนิดสองทิศทางจะกระทำได้ เนื่องจากมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กเกินไป ถ้าจะเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางให้กระบอกสูบชนิดสองทิศทางมีขนาดโตขึ้น ก็จะมีปัญหาเรื่องเนื้อที่ในการติดตั้ง จึงจำเป็นต้องใช้กระบอกสูบชนิดสองทางแบบสองตอนมาใช้แทนดังรูปที่ 3.20



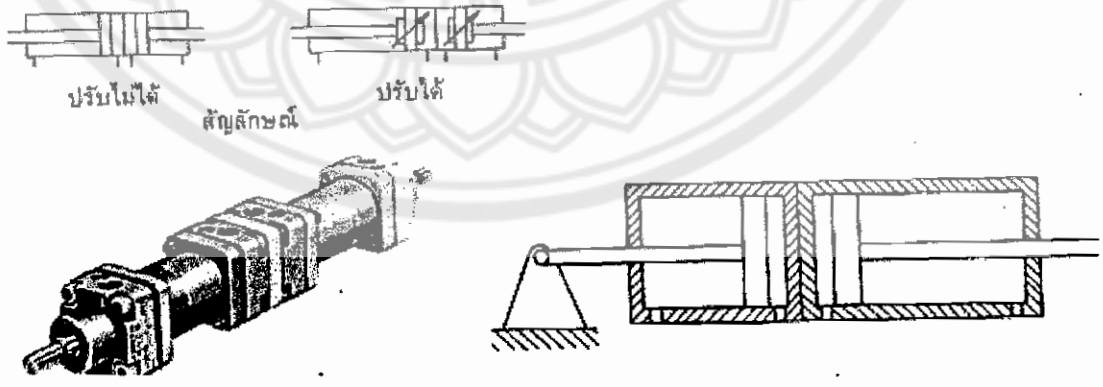
รูปที่ 3.20 ลักษณะของกระบอกสูบทำงานแบบสองตอน

กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบมีเบรกก้านสูบ กระบอกสูบแบบนี้ออกแบบมา เพื่อใช้กับงานที่ต้องการการหยุดของก้านสูบที่ตำแหน่งแน่นอน โดยติดตั้งชุดเบรกไว้ที่ด้านหัวของกระบอกสูบ ดังรูปที่ 3.21 การทำงานของกระบอกสูบกระทำดังต่อไปนี้ ในขณะที่ก้านสูบเคลื่อนที่ออก สัญญาณลมอัดในระบบจะเข้าทางรูที่ 1 และในเวลาเดียวกันจะต้องมีสัญญาณจ่ายลมอัดไปเข้ารูที่ 2 ก้านสูบจะเคลื่อนออกปกติ แต่เมื่อต้องการหยุดการเคลื่อนของก้านสูบ จะต้องตัดสัญญาณลมที่เข้ารู 3 ทิ้งทันที และป้อนสัญญาณลมเข้าที่รู 2 ก้านสูบก็จะหยุดค้างอยู่กับที่ด้วยแรงต้านของลมอัดที่เข้าทางรูที่ 2 และแรงกดของลูกปืนที่กดซีลเบรกลูกสูบเอาไว้ สำหรับวงจรควบคุมการทำงานของกระบอกสูบชนิดนี้จะกล่าวในภายหลัง



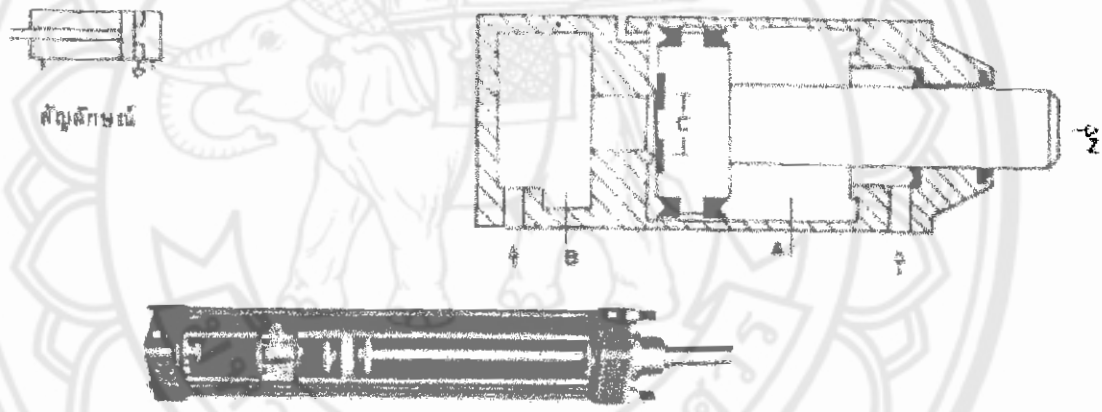
รูปที่ 3.21 ลักษณะและการนำไปใช้งานของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทาง

กระบอกสูบชนิดช่วงชักหลายตำแหน่ง การออกแบบกระบอกสูบชนิดช่วงชักหลายตำแหน่งก็เพื่อที่สามารถนำไปใช้งานที่ต้องการให้กระบอกสูบเดียวกันหยุดได้หลายตำแหน่ง โดยนำเอากระบอกสูบชนิดสองทางสองกระบอกมาประกอบรวมกันเป็นกระบอกเดียว ดังรูปที่ 3.22



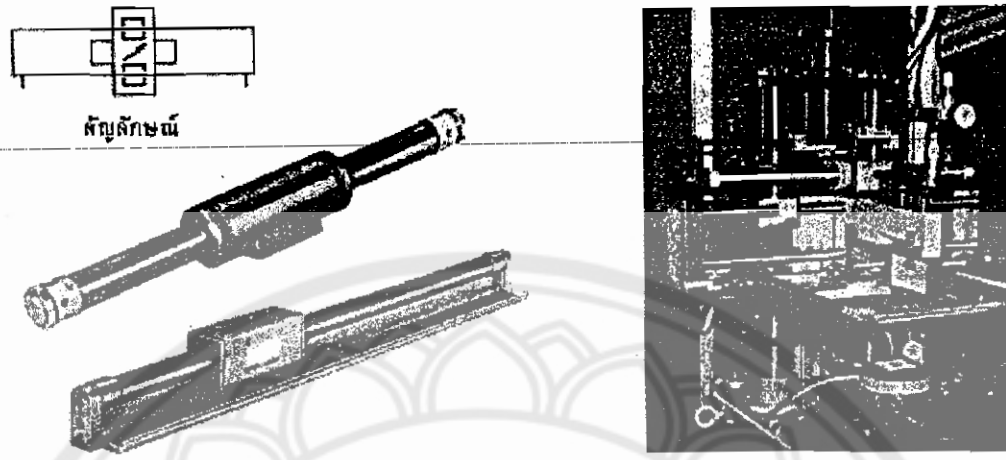
รูปที่ 3.22 ลักษณะของกระบอกสูบชนิดช่วงชักหลายตำแหน่ง

กระบอกสูบแบบกระแทก กระบอกสูบแบบนี้เหมาะกับงานประเภทตัดชิ้นงาน งานขึ้นรูปชิ้นงานและงานย้ำหมุด ซึ่งงานเหล่านี้ต้องการแรงกระแทกในการทำงาน ความเร็วของก้านสูบแบบนี้อยู่ระหว่าง 7.5 ถึง 10 เมตร/วินาที ซึ่งความเร็วของกระบอกสูบลมทั่วไปมีความเร็วประมาณ 1 ถึง 2 เมตร/วินาที และแรงที่กระบอกสูบกระแทกทำได้อยู่ระหว่าง 25 ถึง 500 นิวตัน เมตร การทำงานของกระบอกสูบแบบนี้จะให้ลมอัดเข้าไปทางห้องลมอัด B ในห้องลมอัด B จะต้องสร้างความดันให้สูงเพื่อที่จะไปดันพื้นที่หน้าตัด C ให้ลูกสูบสามารถเคลื่อนที่ได้ ในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่เปลี่ยนพื้นที่หน้าตัดทันทีทันใด จะทำให้เกิดแรงดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่เร็วอย่างฉับพลัน ทำให้มีแรงกระแทกเกิดขึ้น แต่ระยะชักของการกระแทกจะมีระยะสั้น ๆ (ดูรูปที่ 3.23)



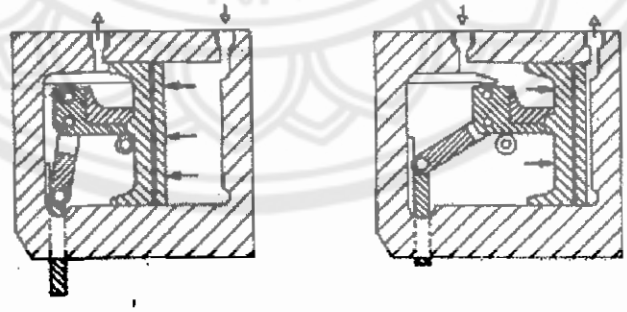
รูปที่ 3.23 ลักษณะของกระบอกสูบแบบกระแทก

กระบอกสูบแบบก้านสูบอยู่กับที่ลูกสูบเคลื่อนที่ กระบอกสูบแบบนี้ตัวก้านสูบจะอยู่กับที่ส่วนตัวลูกสูบนั้นจะเคลื่อนที่ เหมาะกับลักษณะงานที่ต้องการช่วงชักยาว และถ้านำกระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางมาใช้จะเกิดปัญหาก้านสูบเล็กเกินไป อาจเกิดการโก่งงอเกิดขึ้นได้ ระยะชักกระบอกสูบแบบนี้สูงสุดถึง 5000 มิลลิเมตร ความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด 400 มิลลิเมตร/วินาที (ดูรูปที่ 3.24) การทำงานของกระบอกสูบแบบนี้จะใช้ลมอัดไปดันให้แม่เหล็กเคลื่อนและตัวแม่เหล็กนี้จะดึงให้ลูกสูบเคลื่อนตามไปด้วยตัวอย่างงานที่ใช้กระบอกสูบประเภทนี้ได้แก่ งานประเภทเคลื่อนย้ายของจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง



รูปที่ 3.24 ลักษณะและการนำไปใช้งานของกระบอกสูบแบบก้านสูบอยู่กับที่ลูกสูบเคลื่อนที่

กระบอกสูบชนิดพิเศษที่ใช้กับลักษณะเฉพาะ กระบอกสูบแบบนี้ได้แก่กระบอกสูบที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงาน เช่น จับจิ๊ก เพื่อประสานชิ้นงานเข้าด้วยกัน ตัวอย่างงานได้แก่การประสานชิ้นงานของโครงสร้างรถยนต์ การทำงานคล้ายกับกระบอกสูบแบบสองทิศทางทั่ว ๆ ไป แต่ลักษณะดังกล่าวไม่ต้องการช่วงชักในการทำงานยาวมากนัก แต่จำเป็นจะต้องใช้แรงในการจับยึดสูง นอกจากลักษณะที่ได้ยกตัวอย่างไว้แล้ว ยังสามารถนำไปใช้กับงานประเภทดัด ปั๊มขึ้นรูป ย้ำหมุดทำเครื่องหมาย และงานเฉือน



รูปที่ 3.25 กระบอกสูบลักษณะพิเศษเฉพาะงาน

3.2 ศึกษาวิธีการทำงานของเครื่อง

3.2.1 รายละเอียดของเครื่อง

3.2.1.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องที่ใช้ขึ้นรูปพลาสติกบาง โดยการให้ความร้อนบนแผ่นงานแล้วใช้ระบบ ดูด(Vacuum)ให้ชิ้นงานขึ้นรูปตามที่ระบบ โครงสร้างประกอบด้วยฐานที่มั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือนขณะทำงาน มีชุดควบคุมอุณหภูมิและตั้งเวลาทำงาน การเคลื่อนที่ของงานและชุดความร้อน ควบคุมระบบ PNEUMATIC

3.2.1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- พื้นที่โต๊ะงานมีขนาดไม่น้อยกว่า 300*300 ตร.มม.
- สามารถดูดชิ้นงานได้ทรงสูงไม่น้อยกว่า 100 มม.
- ชุดให้ความร้อนประกอบด้วยแท่งให้ความร้อนไม่น้อยกว่า 6 อัน
- มีชุดพัดลมระบายความร้อน 1 ชุด
- มีชุด VACUUM PUMP ทำงานได้ไม่น้อยกว่า 150 ลิตร/นาที
- ขนาดของฐาน 12"*12"

3.2.2 ขั้นตอนการใช้งาน

3.2.2.1 ขั้นตอนการเปิดเครื่อง

- เปิดเบรคเกอร์ข้างเครื่อง(ขวามือ)
- เปิดสวิตซ์ฮีตเตอร์ที่หน้าปัทม์(หลอดไฟฮีตเตอร์จะโชว์)
- เปิดสวิตซ์มอเตอร์แวคคั่มที่หน้าปัทม์(หลอดไฟแวคคั่มจะโชว์)

3.2.2.2 ขั้นตอนการตั้งเครื่อง

- ตั้งที่ความร้อน 280 องศาเซลเซียล
- **ตั้งเวลาฮีตเตอร์ว่า อังพลาสติกนานเท่าไหร่ ขึ้นอยู่กับความหนาของพลาสติก**
- **ตั้งเวลาแวคคั่ม ว่านานเท่าใด ขึ้นอยู่กับความสูงของชิ้นงาน (โมล หรือแม่พิมพ์)**
- **ตั้งเวลาเป่าลมหล่อเย็น ว่านานเท่าไร ขึ้นอยู่กับความหนาของพลาสติก**

3.2.2.3 ขั้นตอนการยึดโมล์

- ยกโมล์ (แม่พิมพ์) ขึ้นยึดบนถาดดูด โดยใช้ผ้าเทปติดโดยรอบให้แน่น (เหตุที่ต้องใช้ผ้าเทปติดโดยรอบเพราะเพื่อป้องกันการรั่วของลม ในจังหวะแวคดั่มชิ้นงานและจะช่วยในเวลาใช้ลมอัดถอดโมล์)

3.2.2.4 ขั้นตอนการทำงานของเครื่อง

- กดสวิตซ์ยกเฟรมขึ้น
- เอามือบิดคันโยกล็อคเฟรมออก พร้อมเปิดเฟรมขึ้นไปยึดกับแม่เหล็ก
- ดึงวัตถุดิบ (แผ่นพลาสติก) เข้า พร้อมกับปิดเฟรมลงและล็อกให้แน่น

3.2.2.5 ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงาน

- กดสวิตซ์เดินหน้า (เมื่อเตาเดินหน้า เครื่องจะทำงานเองอัตโนมัติ ตามเวลาที่ตั้งไว้ในข้อ 2 ทุกอย่าง จะทำงานเอง เมื่อแวคดั่มเสร็จ พัดลมเป่าหล่อเย็นโมล์และชิ้นงานก็จะทำงานเอง ขณะที่พัดลมเป่าหล่อเย็นโมล์ก็ให้โยกวาล์วเป่าลมถอดโมล์ด้านข้างซ้ายของเครื่อง ไปมา 2-3 ครั้ง โดยให้สังเกตดูว่าพลาสติกที่หุ้มโมล์ถูกลมดันขยับออกจากตัวโมล์ ก็หยุดโยกวาล์วเป่าลมเมื่อพัดลมเป่าเสร็จ เฟรมก็จะยกขึ้นถอดโมล์ออกเอง)

- คลายล็อคเปิดเฟรมออกขึ้นไปล็อคกับแม่เหล็ก พร้อมดึงพลาสติกที่ขึ้นรูปแล้วออก พร้อมกับปิดเฟรมและล็อกให้แน่น พร้อมที่จะทำงานในขั้นตอนต่อไป ซึ่งต้องเริ่มทำเหมือนข้อ 5

3.3 การจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ

ส่วนประกอบของเครื่องขึ้นรูปพลาสติกแผ่นแบบสุญญากาศนี้ประกอบอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

3.3.1 ส่วนโครงสร้างของเครื่อง มีดังนี้

1. เหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว
2. อะลูมิเนียมแผ่น
3. เหล็กขนาด 1.5*3 นิ้ว
4. **เหล็กแผ่นขนาด 2 มม.**
5. **เหล็กเส้นแบบขนาด 0.5*1 นิ้ว**
6. **Screw และ Nut ขนาดต่าง ๆ**
7. **ล้อเลื่อน**

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานของเครื่องมีดังนี้

1. มอเตอร์พัดลม
2. กระบอกสูบ
3. ปั๊มลม
4. ปั๊มลมสุญญากาศ
5. วาล์วโซลินอยด์
6. ท่อลม
7. สายไฟ
8. Pressure Gage
9. ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด
10. แบบ Mould
11. สวิตซ์ Push Bottom
12. สวิตซ์ On-Off
13. ข้อต่อลม

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยมีดังนี้

1. เครื่องตัดเหล็ก
2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
3. เครื่องกลึง
4. เครื่องเจียร
5. เครื่อง Milling
6. เครื่องเจาะ

3.4 ทำการสร้างและติดตั้งอุปกรณ์

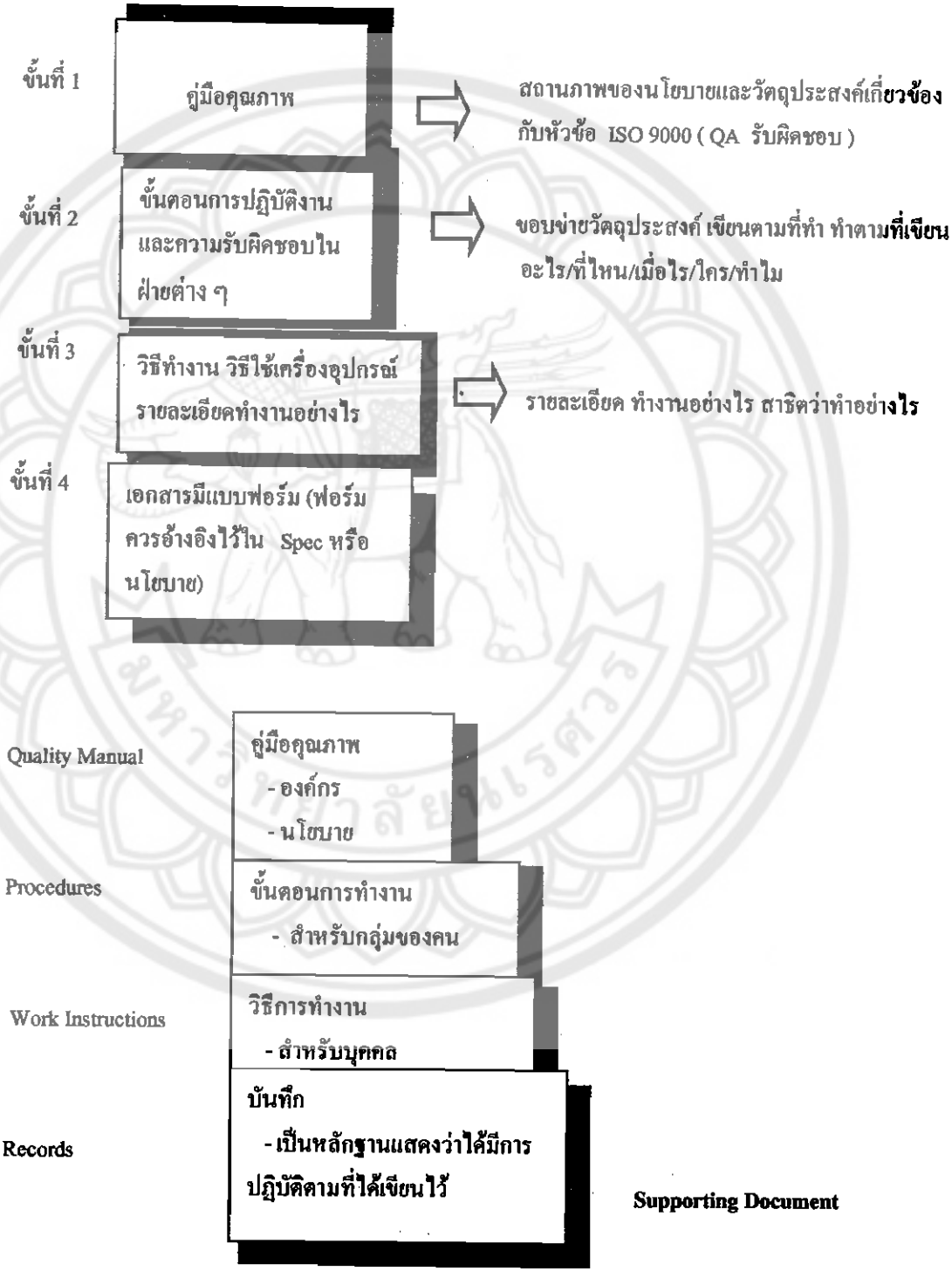
3.5 ทดลองใช้งานและแก้ไขข้อบกพร่อง

3.6 สรุปผลการทำงาน

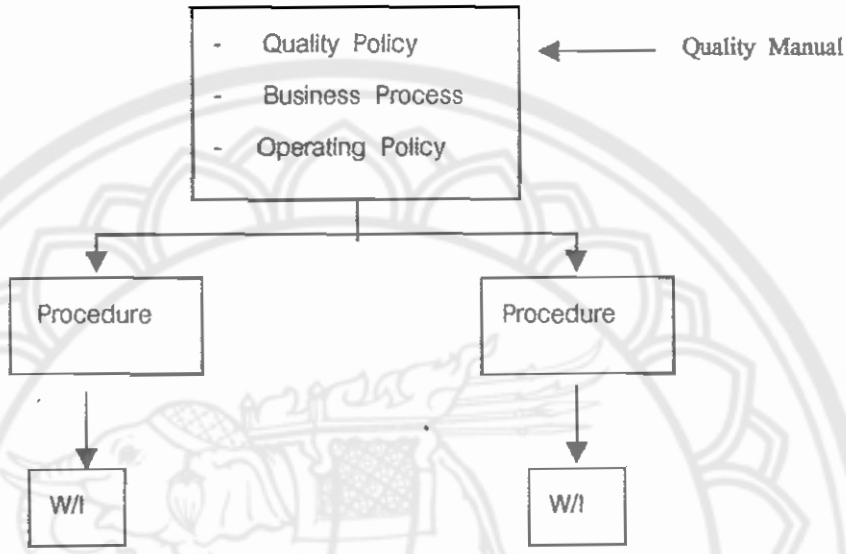
ในการศึกษาวิธีการใช้งานของเครื่องขึ้นรูปพลาสติกแผ่นแบบสุญญากาศ และจากหลักการจัดทำเอกสารสนับสนุนในระบบของ ISO 9000 ในส่วนของการทำคู่มือวิธีการทำงาน-สำหรับบุคคล(Work Instruction)

3.6.1 หลักการจัดทำเอกสารวิธีการทำงาน(Work Instructions)

3.6.1.1 โครงสร้างระบบเอกสาร ของระบบ ISO 9000



รูปที่ 3.26 แสดงโครงสร้างของเอกสารคุณภาพ



รูปที่ 3.26 (ต่อ) แสดงโครงสร้างของเอกสารคุณภาพ

3.6.1.2 การจัดทำเอกสารวิธีการทำงาน

Work Instructions เป็นรายละเอียดที่เกี่ยวกับกิจกรรม หรือวิธีการปฏิบัติงานของแต่ละตำแหน่งงาน ซึ่งจะไม่มีรูปแบบที่กำหนดที่ชัดเจน จึงสามารถเขียนได้หลายลักษณะตามความเหมาะสมของงาน

ข้อควรคำนึงถึงการเขียนเอกสารในระบบคุณภาพคือ ควรให้เข้าใจง่าย มีความยืดหยุ่นและรัดกุม หลีกเลี่ยงคำศัพท์ยาก ๆ ใช้คำศัพท์ให้เหมาะสมกับผู้ใช้เอกสารนั้น และเอกสารที่เกิดขึ้นทั้งหมดนั้น จะต้องนำไปทดลองปฏิบัติและปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมในการปฏิบัติให้มากที่สุด

เป็นเอกสารที่อธิบายการทำงานที่เป็นงานงานหนึ่งโดยเฉพาะ และมีผู้เกี่ยวข้องเพียงผู้เดียว วิธีการทำงานนี้บางกรณีที่ไม่สะดวกในการเขียนเป็นเอกสารหรือทำความเข้าใจได้ยาก อาจทำขึ้นเป็นรูปภาพ วีดีโอ สไลด์ หรือสิ่งอื่น ๆ ได้

จากตัวอย่างได้นำเอา Procedure (การรับ Order ในประเทศ) ซึ่งมีกิจกรรมรับใบสั่งซื้อ (ลูกค้าภายในประเทศ) เอกสาร W/I 001 มาเขียน Work Instruction ซึ่งจะนำมาเขียนได้เป็นรายละเอียด 4 ข้อ ดังตัวอย่าง

การเขียน W/I

เอกสารเลยที่ W/I 001

การรับใบสั่งซื้อ(ลูกค้าภายในประเทศ)

1. ตรวจสอบรายละเอียดในใบสั่งซื้อของลูกค้า ตามรายการต่อไปนี้
   - รหัสสินค้า หรือSpecification
   - ปริมาณ
   - ราคา
   - กำหนดส่งมอบและสถานที่ส่งมอบ
   - เงื่อนไขอื่น (ถ้ามี)
2. ตรวจสอบเครดิตลูกค้า เทียบยอดค้างชำระ
3. ตรวจสอบสต๊อกว่ามีเพียงพอจำหน่ายหรือไม่
4. สรุปรายละเอียดลงใน F001 เพื่อเสนอผู้จัดการส่วนขาย,อนุมัติ

1. ชื่อเรื่องของการทำงาน
2. ผู้ปฏิบัติงาน โดยระบุตำแหน่งผู้ที่ทำงาน ที่เขียนเอกสาร
3. เครื่องมือหรือเอกสารที่ใช้ในการทำงาน (ถ้ามี)
4. อุปกรณ์ความปลอดภัยที่ต้องใช้ในการทำงานนั้น ๆ (ถ้ามี)

หรือบางกิจกรรม มีรูปแบบการเขียนไม่แน่นอน อาจจะเป็นขั้นตอนการทำงานมีลักษณะเป็น Checklist สาธิตการทำงาน วิธีใช้เครื่องมืออุปกรณ์ หรือบอกว่าทำสำเร็จลุล่วงอย่างไร หรือเป็นการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ว่าทำอย่างไรเกี่ยวกับตรา ยี่ห้อ ตรวจสอบ ทดสอบ บำรุงรักษา ป้องกันการขนส่ง การเก็บ การปรับแต่ง การซ่อมแซม

ดังนั้น วิธีการทำงานจะเป็นการบอกกล่าวถึงการทำงานของบุคคล ซึ่งในการเขียนวิธีการทำงานนั้นจะต้องเขียนโดยผู้ทำงานนั้น ๆ เขียนเป็นภาษาที่ผู้ที่ทำงานนั้นใช้อยู่ให้เข้าใจได้ง่าย

อาจจะเขียนแบบเชิงพรรณนาหรือแผนภาพ (Flow Chart) หรือแผนภาพประกอบการบรรยาย คือใช้เป็นภาพและบรรยายตามภาพ เพื่อช่วยความเข้าใจ หัวเรื่องที่เขียนมักเริ่มด้วยคำว่า วิธีการ (How to)

การเขียน Work Instruction

Work Instruction : รายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรม/ควบคุมกิจกรรม

Work Instruction : ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน อาจจะเป็นขั้นตอนการทำงาน หรือมีลักษณะเป็น Checklist ฯลฯ

Work Instruction : เกี่ยวข้องกับตำแหน่งงานเดียว

วิธีการทำงาน

เรื่อง	แผนก	เอกสารเลขที่
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX
ผู้ทำงาน		

ความปลอดภัยของผู้ทำงาน : - สวมแว่นตากันฝุ่น
- ใส่หมวกและรองเท้านิรภัย

วิธีทำ

1.

2.

3.

4.

5.

รูปแบบของวิธีการทำงาน

แก้ไขปรับปรุง	โดย	อนุมัติ	วันที่	หน้า
			XX/XX/XX	.....ของ.....

WORK INSTRUCTION

หัวข้อ : ..... **เลขที่อ้างอิง :** .....

..... ฝ่าย : .....

แผนก : .....

โรงงาน : .....

วัตถุประสงค์ : .....

.....

ผู้รับผิดชอบ : .....

เครื่องจักร/สถานที่	เครื่องมือ/อุปกรณ์

มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง :

บันทึก :

แบบ :

วัสดุ :

คุณภาพที่กำหนด :

ลำดับขั้น	ขั้นตอนการทำงาน	หมายเหตุ

3.6.1.3 ประโยชน์ของเอกสารวิธีการทำงาน

มีดังนี้

1. **ผู้ทำงานทราบรายละเอียดและทำงานได้อย่างถูกต้องชัดเจน**
2. **ทราบถึงตำแหน่งงานที่รับผิดชอบ**
3. ทราบถึงเทคนิควิธีการทำงาน
4. ผู้ทำงานทราบถึงวิธีการป้องกันเพื่อความปลอดภัยในขณะทำงาน
5. เป็นเอกสารอ้างอิงในการทำงาน
6. ใช้เป็นสื่อในการประสานงาน