

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 8 ว.

เรื่อง

การสร้างเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางฟองน้ำลาเทกซ์
(CONSTRUCTING THE POUNDING MACHINE FOR TESTING LATEX FOAM RUBBER)

โดย

นายอภิรักษ์ อุปการะกุล
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การสร้างเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์

โดย

เลขหมู่	วท/ฟว ๑๑ 3
เลขทะเบียน	14300
วันที่	14 / ต.ค. / 24

นายอภิรักษ์ อุปการะกุล
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

ด้วยอภิพนันทนาการ จาก น.ศ.

โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บทคัดย่อ

การสร้างเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ เพื่อใช้ทดสอบหาคุณลักษณะความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ ตาม มอก.1425-2540 การทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่เป็นการเร่งสภาวะการเสื่อมสภาพของขึ้นตัวอย่างยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ตัดมาจากที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ ด้วยการใช้แผ่นกดรูปสี่เหลี่ยมกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร ที่ติดอยู่กับแกนกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทางกดขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ ให้อยู่ช่วงร้อยละ 20 ของความหนาขึ้นทดสอบ โดยมีตำแหน่งสูงสุดและตำแหน่งต่ำสุดของแผ่นกดที่ความหนาร้อยละ 40 และร้อยละ 60 จากผิวบนของขึ้นทดสอบตามลำดับ ด้วยการปรับชุดปรับตั้งระยะกด มีความเร็วในการกด 60 ครั้งต่อนาที จำนวน 240 ครั้ง นำไปหาค่าความหนาและดัชนีความแข็งเชิงกดด้วยเครื่องทดสอบแรงกดแล้วนำไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงอัดซ้ำคงที่อีกครั้งจนครบ 250,000 ครั้ง หลังจากนั้นนำไปหาค่าความหนาและดัชนีความแข็งเชิงกดที่เปลี่ยนไปด้วยเครื่องทดสอบแรงกด เครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย โครงสร้างของเครื่องทดสอบใช้สำหรับรองรับขึ้นทดสอบและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ระบบนิวแมติกส์จะทำหน้าที่ให้แผ่นกดเคลื่อนที่ขึ้นลงเพื่อกดขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ ระบบไฟฟ้าจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ให้เป็นไปตามความต้องการ

ผลการดำเนินการสร้างเครื่องมือ เมื่อนำไปทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ ที่ส่งมาขอรับการบริการรับรองผลิตภัณฑ์ ปรากฏว่าสามารถใช้ทดสอบเพื่อหาคุณลักษณะความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ ได้ดีตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งยังคงใช้เป็นเครื่องมือทดสอบในหน่วยงานภายในกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ประโยชน์ที่ได้จากการสร้างเครื่องมือ ทำให้มีเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ มีการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ ประหยัดเงินที่ไม่ต้องซื้อเครื่องมือจากต่างประเทศ ซึ่งมีต้นทุนในการสร้างในราคาเครื่องละประมาณ 58,808 บาท เพื่อให้เครื่องมือนี้สามารถใช้ทดสอบผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีการทดสอบแบบเดียวกัน เป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ในหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนและเป็นการยกระดับการพัฒนาเครื่องมือทดสอบที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูป	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	8
1.2 วัตถุประสงค์	9
1.3 ขอบเขต	9
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	9
1.5 ระยะเวลาดำเนินการ	9
บทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน	10
2.1 เครื่องมือที่ใช้	10
2.2 วัสดุ อุปกรณ์ของเครื่องทดสอบ	10
2.3 การประกอบเครื่องทดสอบ	18
2.4 การทดสอบการทำงานของเครื่องทดสอบ	21
2.5 การคำนวณ	23
2.5 การควบคุมคุณภาพของเครื่องทดสอบ	25
2.6 ต้นทุนในการสร้างเครื่องทดสอบ	25
บทที่ 3 ผลการดำเนินงาน	29
บทที่ 4 วิจารณ์ผล	32
บทที่ 5 สรุปผล	33
กิตติกรรมประกาศ	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	36

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงวงจรการทำงานของเครื่องทดสอบแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์	21
รูปที่ 2 แสดงชุดเพื่องโซ่ของเครื่องทดสอบแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์	24

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 คุณสมบัติของน้ำยางชั้นสำหรับใช้ผลิตยางพองน้ำ	2
ตารางที่ 2 อัตราส่วนการผสมน้ำยางและส่วนประกอบสารละลายต่างๆ	5
ตารางที่ 3 ผลการทดสอบของยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ใช้ทำที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์	31

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ นับเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์และผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศที่สำคัญประการหนึ่ง ที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ได้เข้ามามีบทบาทต่อความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวันของเรา อุตสาหกรรม สุขภาพและความสะอาดสบาย

ที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ หมายถึงที่นอนที่ได้จากการนำยางพองน้ำลาเทกซ์ชนิดกลวงหรือชนิดตันเป็นวัสดุที่มีเป็นรูพรุน ยืดหยุ่นได้ ซึ่งทำจากน้ำยางธรรมชาติ น้ำยางสังเคราะห์หรือน้ำยางธรรมชาติผสมน้ำยางสังเคราะห์ มาหุ้มด้วยผ้าสำหรับทำที่นอน แล้วเย็บปิดให้เรียบร้อย

1.1 การผลิตที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ ⁽³⁾

ที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์มีการผลิตดังนี้

1.1.1 น้ำยาง (latex)

อุตสาหกรรมการผลิตภัณฑ์ยางพองน้ำ ในปัจจุบันได้นิยมใช้วัตถุดิบจากน้ำยางชั้นจากธรรมชาติที่มีการเติมแอมโมเนียอยู่โดยประมาณ 0.7% ของน้ำหนักยาง และประกอบด้วยเนื้อยางแห้งประมาณ 60% โดยทั่วไปน้ำยางชั้นจะได้จากการผลิตด้วยการปั่นแยก(centrifugation)น้ำยางสดจากสวนโดยตรงหรือน้ำยางชั้นที่มาจากการผลิตน้ำยางโดยวิธีทำให้เกิดครีม(creaming) แต่วิธีหลังไม่ค่อยแพร่หลายมากนัก แล้วจึงลดแอมโมเนียลงให้เหลือประมาณ 0.2% ของน้ำหนักน้ำยาง การลดแอมโมเนียลงก็เพื่อเติมสารละลายต่างๆลงไป รวมถึงสารที่ทำให้ยางสุก สารทำให้เกิดฟองและสารป้องกันการเสื่อมคุณภาพ ซึ่งล้วนแล้วแต่จะต้องเติมลงในรูปของสารละลายหรืออิมัลชันลงในน้ำยาง น้ำยางผสมที่ได้ต้องบ่มหรือหมักไว้สักระยะหนึ่งก่อน ก่อนที่จะเติมสารประกอบอื่นที่เหลือลงไปอีกทีหนึ่ง (ในบางกรณีต้องเติมสารวัสดุในรูปของสารละลาย โดยเติมได้หลังจากเติมส่วนผสมทำให้ยางเกิดฟองลงไปแล้ว)

น้ำยางชั้นที่ใช้ในการผลิตยางพองน้ำ ควรใช้น้ำยางชั้นที่มีคุณสมบัติตามตารางที่ 1 โดยนำตัวอย่างน้ำยางมาทดสอบดูเสียก่อน เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นน้ำยางชั้นที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ผลิตยางพองน้ำได้ ถ้ามีข้อสงสัยใดๆเกิดขึ้น ต้องมีความระมัดระวังรอบคอบในการทดสอบตัวอย่างน้ำยางชั้นให้ละเอียดยิ่งขึ้น คุณสมบัติที่สำคัญที่ต้องทดสอบ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของแข็ง(%total solid) เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง(%dry rubber content) จำนวนของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์(KOH number) จำนวนแอมโมเนียในน้ำยาง(ammonia content) ความคงตัวของน้ำยาง(mechanical stability) ซึ่งล้วนแต่มีความสำคัญในการผลิตยางพองน้ำ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของน้ำยางชั้นสำหรับใช้ผลิตยางฟองน้ำ⁽³⁾

คุณสมบัติ	แอมโมเนียสูง ร้อยละ 1.6	แอมโมเนียต่ำ ร้อยละ 0.6
ของแข็งทั้งหมด (total solid) , ร้อยละ	61.5	61.5
เนื้อยางแห้ง (dry rubber content) , ร้อยละ	60.0	60.0
แอมโมเนีย (alkalinity) , ร้อยละ	0.7	0.2
จำนวนโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH number) , ร้อยละ	0.45-0.65	0.45-0.95
ความคงตัว (mechanical stability), วินาที	600-800	600-800

1.1.2 การลดจำนวนแอมโมเนียในน้ำยาง

การลดจำนวนแอมโมเนียในน้ำยาง เพื่อปรับปรุงลักษณะวิธีการผลิตและโครงสร้างของผลิตภัณฑ์และโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ยางฟองน้ำให้ดีขึ้น ควรทดสอบจำนวนแอมโมเนียทั้ง 2 ระยะคือก่อนจะลดจำนวนแอมโมเนียลงก่อนการผสมน้ำยางและหลังจากผสมน้ำยางแล้ว (ยกเว้นไม่ทดสอบเมื่อใส่ซิงค์และสารทำให้ฟองน้ำเกาะยึดตัวลงไปแล้ว)

การลดจำนวนแอมโมเนียในน้ำยางให้เหลือ 0.12-0.22% ทำได้โดยเป่าด้วยอากาศชั้นลงบนพื้นผิวหน้าของน้ำยางพร้อมกับการกวนหรือคนด้วยความเร็วประมาณ 10 รอบต่อนาที ระยะนี้ให้เติมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 0.25-0.5% ลงไปด้วยเพื่อป้องกันการแปรสภาพของน้ำยาง โดยคำนวณจากน้ำหนักทั้งหมดของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้การปั่นฟองให้ลดจำนวนแอมโมเนียลงเป็น 0.22% ก็เพียงพอแล้ว แต่สำหรับการปั่นฟองแบบติดต่อกันควรให้เหลือแอมโมเนียเพียง 0.12% ก็สามารถใช้งานได้

1.1.3 การเตรียมส่วนผสมสารละลายต่างๆ

เนื่องด้วยส่วนผสมต่างๆที่จะเติมลงในน้ำยางส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ จึงจำเป็นต้องเตรียมให้เป็นสารละลายหรืออิมัลชัน โดยการบดสารเหล่านั้นกับน้ำที่มีตัวกระจายอยู่ด้วย เช่น ดาร์วาน(darvan) ในหม้อบดบอลมิลล์(ball mill) ในหม้อบดบรรจุด้วยลูกหินหรือกรวดกลมๆครึ่งหนึ่งของปริมาตรของหม้อบด และการใส่สารเคมีที่จะบดให้มีปริมาตรเป็นหนึ่งในสามของปริมาตรหม้อบดด้วย เพื่อป้องกันการปะปนของสารแต่ละชนิด ควรแยกหม้อแต่ละชนิดของสารเคมีนั้นๆดังนี้

1.1.3.1 สารละลายที่ทำให้เกิดฟอง (foaming agent)

ใช้สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 50%แล้วเจือจางด้วยน้ำสะอาดให้เป็น 20%หรือเตรียมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 20% โดยตรงจากส่วนผสมของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์กับกรดโอเลอิกเข้มข้นดังนี้

ส่วนที่ 1	ส่วนโดยน้ำหนัก
กรดโอเลอิก	100
น้ำสะอาด	402

ส่วนที่ 2	ส่วนโดยน้ำหนัก
โบแตลเซียมไฮดรอกไซด์	23.3
น้ำสะอาด	43

เอาส่วนที่ 1 ต้มให้ร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส แล้วเติมส่วนที่ 2 ลงไปคนหรือกวนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้เย็น

1.1.3.2 สารละลายที่ทำให้ยางสุก (vulcanizing agent)

ใช้สารละลายกำมะถัน(sulphur) 50% ดังนี้

ส่วนประกอบ	ส่วนโดยน้ำหนัก	เวลาบดในบอลมิลล์
กำมะถันผง	50	ใช้เวลาบด48ชั่วโมง
ตัวกระจาย(dispersing agent)	1	
ได้แก่ ต่างกับสบู่ของกรดไขมัน เช่น potassium hydroxide กับ potassium caprylate ⁽⁴⁾		
แป้งเบนโทไนท์(bentonite clay)	1	
น้ำสะอาด	48	

1.1.3.3 ตัวเร่งปฏิกิริยา (Accelerators)

ใช้ zinc diethyldithiocarbamate(ZDEC) หรือ zinc mercaptobenthiazole (ZMBT) อย่างใดอย่างหนึ่งบดเป็นสารละลาย 50% ดังนี้

ส่วนประกอบ	ส่วนโดยน้ำหนัก	เวลาบดในบอลมิลล์
ตัวเร่งปฏิกิริยา(ผง ZDEC หรือ ZMBT)	50	ใช้เวลาบด16ชั่วโมง
ตัวกระจาย(dispersing agent) ⁽⁴⁾	1	
แป้งเบนโทไนท์	1	
น้ำสะอาด	48	

1.1.3.4 ตัวป้องกันเสื่อมคุณภาพ (antioxidants)

เป็นผงไม่มีสีบดทำให้เป็นสารละลาย 50% หรือมีรูปเป็นของเหลวก็ใช้ในรูปแบบของอีมีลชัน 50% ได้ดังนี้

ชนิดผง

ส่วนประกอบ	ส่วนโดยน้ำหนัก	เวลาบดในบอลมิลล์
ตัวป้องกันเสื่อมคุณภาพ	50	ใช้เวลาบด24ชั่วโมง
ได้แก่ สารฟีนอล เช่น montaclere (a styrenated phenol monsanto) ⁽⁴⁾		
ตัวกระจาย(dispersing agent) ⁽⁴⁾	1	
แป้งเบนโทไนท์	1	
น้ำสะอาด	48	

ชนิดของเหลว

ส่วนประกอบที่ 1	ส่วนโดยน้ำหนัก
ตัวป้องกันเสื่อมคุณภาพ	100
ได้แก่สารฟีนอล เช่น antioxidant 2246 [2,2'-methylene-bis(4-methyl-6-t-butylphenol),cyanamid] ⁽⁴⁾	
กรดโอเลอิก(oleic acid)	5

ส่วนประกอบที่ 2	ส่วนโดยน้ำหนัก
แอมโมเนียเข้มข้น	5
น้ำสะอาด	90

เอาส่วนที่ 1 ต้มที่ 70 องศาเซลเซียส จึงเติมส่วนประกอบที่ 2 ลงไป คนหรือกวนให้เข้ากัน

1.1.3.5 วัสดุตัวเติม (fillers)

การใส่วัสดุตัวเติมลงในพองน้ำเพื่อลดต้นทุนการผลิตไม่ควรเติมมากเกินไป จะทำให้คุณสมบัติบางประการของพองน้ำเสียไป พวกแป้ง แป้งขาว แป้งทาลต์ ลิโทโปน ไมก้า และแมกนีเซียมซิลิเกต ใช้ได้ในจำนวนที่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่ต้องการ อัตราการใช้อยู่ระหว่าง 25-30 ส่วนโดยน้ำหนัก ใน 100 ส่วน โดยน้ำหนักของยาง ซึ่งนิยมเติมอยู่ในรูปแป้งเปียก เตรียมได้ดังนี้

ส่วนประกอบ	ส่วนโดยน้ำหนัก	วิธีเตรียม
วัสดุตัวเติม(อย่างใดอย่างหนึ่ง)	100	(กวนส่วนประกอบเข้าด้วยกัน
ตัวกระจาย(dispersing agent) ⁽⁴⁾	2	ในหม้ออบดบอลมิลล์จนกระทั่ง
น้ำสะอาด	35-45	ได้ของเหลวคล้ายแป้งเปียก)

1.1.3.6 ตัวเร่งปฏิกิริยา (Activator)

ใช้ซิงค์ออกไซด์(zinc oxide) ช่วยเร่งระบบการกวนวอลแคนไนต์ หรือการอบทำให้ยางสุก (vulcanization) ในรูปสารละลาย 50% ดังนี้

ส่วนประกอบ	ส่วนโดยน้ำหนัก	เวลาอบในบอลมิลล์
ซิงค์ออกไซด์	50	ใช้เวลาอบ 16 ชั่วโมง
ตัวกระจาย(dispersing agent) ⁽⁴⁾	1	
น้ำสะอาด	49	

1.1.3.7 ตัวทำให้พองน้ำยึดตัว (gelling agent)

ใช้โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์(sodium silicofluoride) เป็นสารละลาย 50% ก่อนใช้ทำให้เจือจางด้วยน้ำสะอาดเป็น 20% (หรือใช้สารละลายแอมโมเนียมาซิเตท 20% แทนได้) เตรียมได้ดังนี้

ส่วนประกอบ	ส่วนโดยน้ำหนัก	เวลาอบในบอลมิลล์
โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์	50	ใช้เวลาอบ 24 ชั่วโมง
แป้งเบนโทไนท์	2	
น้ำสะอาด	48	

1.1.4. การผสมน้ำยางและการปฏิบัติงานผลิตพองน้ำ

การผสมน้ำยางดังแสดงอัตราส่วนในตารางที่ 2 เป็นแบบหนึ่งสำหรับการผลิตฟองน้ำที่จะต้องคำนึงถึงการปรับระดับการใช้สารละลายตัวทำให้เกิดฟองและตัวทำให้ฟองน้ำเกาะยึดตัว ซึ่งมักจะเกิดปัญหา เสมอให้กับโรงงานผู้ผลิต การผสมน้ำยางนิยมนำกันไปถึงผสมขนาดใหญ่มีเครื่องปั่น หรือเครื่องกวนที่หมุนได้ด้วยความเร็วตั้งแต่ 10-15 รอบต่อนาที เครื่องที่หมุนด้วยความเร็วต่ำๆจะใช้งานในระหว่างการบ่มหรือการหมักน้ำยางผสม โดยการกวนเบาๆไปเรื่อยๆส่วนพวกความเร็วสูงๆจะใช้ในการผสมในระยะต่างๆในขั้นตอนต่อไปอีกดังนี้

ตารางที่ 2 อัตราส่วนการผสมน้ำยางและส่วนประกอบสารละลายต่างๆ

ส่วนผสมขั้นต้น(ส่วนโดยน้ำหนัก)	น้ำหนักเปียก	น้ำหนักแห้ง
น้ำยางข้นชนิด 60% มีแอมโมเนีย 0.12-0.22%	167	100
สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์(20%)	2.5	0.5
สารละลายกำมะถัน(50%)	3	1.5
สารละลาย ZDEC(50%)	1.5	0.75
สารละลาย ZMBT(50%)	1.5	0.75
สารละลายตัวป้องกันเสื่อมคุณภาพ(50%)	2	1

1.1.4.1 ลำดับการเติมสารละลาย

เติมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำยางก่อน แล้วตามด้วยสารละลายกำมะถันตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวป้องกันเสื่อมคุณภาพตามลำดับ เมื่อกวนสารละลายต่างๆให้เข้ากับน้ำยางให้ดีแล้วควรกวนติดต่อกันไปอีกประมาณ 10 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าส่วนผสมเข้ากันทั่วถึงดีแล้ว

1.1.4.2 การบ่มหรือการหมักส่วนผสม

เมื่อผสมน้ำยางชั้นกับสารละลายต่างๆเรียบร้อยแล้ว จึงหมักส่วนผสมต่อไปอีกประมาณ 16 ชั่วโมง พร้อมกวนด้วยเครื่องกวนที่ความเร็วต่ำในถัง(10 รอบต่อนาที) ซึ่งระยะนี้ควรปรับอุณหภูมิของส่วนผสมในถังให้เป็น 30 องศาเซลเซียส(โดยผ่านน้ำอุ่นไปรอบๆถังหมัก) แล้วจึงค่อยๆลดอุณหภูมิให้เป็น 15-18 องศาเซลเซียส(โดยผ่านน้ำเย็นไปรอบๆถังหมัก) รักษาอุณหภูมิให้อยู่ในระดับนี้ไปจนกว่าจะพร้อมที่จะปฏิบัติในขั้นต่อไป

1.1.4.3 การผสมขั้นต่อไป

เติมสารละลายต่างๆเพิ่มเติมลงในน้ำยางผสมที่หมักเอาไว้ พร้อมกับกวนตามอัตราส่วนของสารละลายที่จะต้องเติมดังต่อไปนี้

สารละลาย

ส่วนโดยน้ำหนัก น้ำหนักเปียก น้ำหนักแห้ง

สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์(20%) ดังนี้

1 ผลิตภัณฑ์หมอน หมอนอิง เครื่องรองรับต่างๆ	2.5	0.5
2 ผลิตภัณฑ์เครื่องรองรับการกระแทกต่างๆ	5	1
3 ผลิตภัณฑ์หมอนหนุน หมอนข้าง หมอนก้น	7.5	1.5
สารละลายกำมะถัน(50%)	2	1
สารละลาย ZDEC(50%)	0.5	0.25
สารละลาย ZMBT(50%)	0.5	0.25

อัตราส่วนของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เติมลงไปขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของฟองน้ำที่ต้องการผลิต ถ้าจะเติมสารละลายวัสดุตัวเติมลงไปด้วย ให้เติมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ในอัตรานี้เช่นเดียวกัน

1.1.5 การปั่นฟอง

1.1.5.1 การปั่นฟองในถัง

การปั่นฟองในถังเหมาะสำหรับในโรงงานขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ซึ่งต้องการความหนาแน่นของฟองน้ำต่างๆกันนิยมทำกันในถังผสมทำด้วยโลหะ และมีเครื่องกวนหรือเครื่องปั่นพร้อมชุดลวดที่หมุนด้วยความเร็วต่างๆกันได้ 3 หรือ 4 ระดับความเร็ว การหมุนของชุดลวดจะทำให้น้ำยางผสมเกิดฟอง ส่วนการควบคุมปริมาตรของฟองน้ำ ทำได้การควบคุมปริมาตรของฟองน้ำได้โดยทำเครื่องหมายบอกระดับไว้จากกันถึงถึงปากถังการปั่นฟองจะใช้ความเร็วสูงเมื่อได้ปริมาตรของฟองน้ำตามที่ต้องการจึงลดความเร็วของเครื่องกวนลงให้อยู่ระดับปานกลาง ขณะเดียวกันก็เติมสารละลายซิงค์ออกไซด์ 50%ลงไป (ประมาณ 10 ส่วนโดยน้ำหนัก) แล้วกวนหรือคนติดต่อกันไปอีก 45-60 วินาทีแล้วจึงลดความเร็วเครื่องกวนลงให้ช้าที่สุด แล้วเติมสารละลายโซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ 20% (ประมาณ 4-5 ส่วนโดยน้ำหนัก) ลงไปช้าๆที่สุดก่อนที่จะถ่ายฟองน้ำลงในแบบพิมพ์ต่อไป

1.1.5.2 การปั่นฟองแบบติดต่อกัน

การปั่นฟองแบบติดต่อกัน เหมาะสำหรับการผลิตฟองน้ำจำนวนมากในโรงงานขนาดใหญ่ และต้องการความหนาแน่นของยางฟองน้ำคงที่ เครื่องปั่นแบบติดต่อกันนี้เป็นการปฏิบัติที่ทำให้ยางผสมกับอากาศผสมเข้าด้วยกันภายใต้แรงดันในกระบอกผสม เมื่อฟองน้ำไหลไปตามความยาวของท่อส่งไปยังที่ผสมพร้อมกันนี้สารละลายซิงค์ออกไซด์และสารละลายทำให้เกาะยึดตัวกัน จะถูกปล่อยออกมาให้ผสมกับฟองน้ำ เมื่อผสมกันดีแล้วจึงผ่านฟองน้ำลงแบบพิมพ์โดยท่อส่งอีกทีหนึ่ง ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย

1.1.6 การเข้าแบบพิมพ์และการเกาะยึดตัวของฟองน้ำ

เมื่อปั่นฟองเรียบร้อยแล้วจึงถ่ายฟองน้ำลงแบบพิมพ์ชนิด 2 ฝา ซึ่งอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียสอยู่ก่อนแล้วตามรูปร่างลักษณะของฟองน้ำที่ต้องการ การผลิตเป็นการค้าขนาดใหญ่ เช่น ผลิตภัณฑ์เบาะนั่ง หมอน หมอนข้าง หมอนก้น ฯ นิยมทำให้ฟองน้ำเป็นรูตามพื้นผิวในแนวราบโดยให้แบบ

พิมพ์ผาบนมีหมุดหรือหลักจมยื่นลงไปในช่วงว่างของฝาล่างของพิมพ์ เมื่อเทพองน้ำลงแบบพิมพ์แล้วปิดฝา แล้วนำไปอบให้สุกจะได้ฟองน้ำมีไส้หรือรูเรียงรายเต็มไปหมดซึ่งเป็นวิธีปรับปรุงคุณสมบัติฟองน้ำตามที่ต้องการหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะช่วยให้ใช้เวลาในการอบฟองน้ำและทำให้ฟองน้ำแห้งเร็วขึ้นและทำให้มีน้ำหนักเบาด้วย

แบบพิมพ์ที่ใช้ทำด้วยอะลูมิเนียมซึ่งช่วยนำความร้อนได้ดี ทนต่อการผุกร่อน น้ำหนักเบา ผิวเรียบ ง่ายต่อการปฏิบัติงานเอาฟองน้ำออกจากพิมพ์ อย่างไรก็ตามฟองน้ำที่อบสุกแล้วมักพบเสมอว่ามีการหดตัวจึงควรทำแบบพิมพ์ให้โตกว่าขนาดที่แท้จริงของฟองน้ำที่ต้องการ โดยทดลองหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของฟองน้ำประเภทเดียวกันเสียก่อนที่จะตัดสินใจผลิตเป็นจำนวนมากต่อไป เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดดังกล่าว

ความทนทานต่อแรงดึง แรงฉีกขาด ของฟองน้ำที่สุกออกมาใหม่ที่ยังร้อนอยู่มักจะฉีกขาดง่าย จึงจำเป็นต้องปฏิบัติด้วยความประณีต การลอกฟองน้ำออกมาจากพิมพ์ควรทำได้ง่ายและสะดวกด้วยการหล่อลื่นแบบพิมพ์ด้วยน้ำมันทาพิมพ์ที่ประกอบด้วย โพลีไกลคอล (polyglycols) ที่เรียกว่าตัวทำให้หลุดง่าย (releasing agent) ใช้พ่นลงไปบนแบบพิมพ์แล้วรอให้แห้งเสียก่อน มิฉะนั้นจะทำให้เสียรูปทรงได้ เช่น ผิวหน้าเป็นรูหรือหดตัว เป็นต้น

การเกาะยึดตัวของฟองน้ำในแบบพิมพ์จะเกิดหลังจากนำเข้าอบด้วยความร้อน ระยะเวลาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ จำนวนของสารทำให้ฟองน้ำยึดตัวและจำนวนของซิงค์ออกไซด์ที่ใส่ลงไป ตลอดจนคุณสมบัติแต่เดิมตามธรรมชาติของน้ำยางด้วย ซิงค์ออกไซด์มีบทบาทสำคัญช่วยให้ฟองน้ำเกาะยึดตัวกัน ช่วยควบคุมไม่ให้อนุภาคของน้ำยางแปรสภาพได้ ซึ่งซิงค์ออกไซด์ละลายได้เพียงเล็กน้อยในน้ำยางที่มีแอมโมเนียอยู่ด้วยทำให้เกิดเกลือแอมโมเนียมเชิงซ้อนของสังกะสี (zinc ammonium complexes) ขึ้น ทำให้ค่าของความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนไป (pH ลดลง) สารประกอบอันนี้จะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันเป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้ความคงตัวบางอย่างของยางลดลง พร้อมกันนั้นจะไปเร่งการเกาะยึดตัวของฟองน้ำให้เร็วขึ้นด้วย ซึ่งการยึดเกาะของยางตามปกติควรจะเรียบร้อยในเวลา 10-15 นาที โดยสังเกตได้จากสภาพของฟองน้ำที่ไหลเกินออกจากแบบพิมพ์นั่นเอง

1.1.7 การอบหรือแข็งยางฟองน้ำ (vulcanization)

เมื่อฟองน้ำเกาะยึดตัวกันในแบบพิมพ์แล้วจึงนำเข้าอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-50 นาที เวลาของการอบขึ้นอยู่กับความหนาของฟองน้ำ ฟองน้ำแผ่นบางใช้เวลา 20-30 นาที หมอนและเบาะนั่งใช้เวลา 25-35 นาที ส่วนที่นอนใช้เวลาถึง 50 นาที ปกติจะอบฟองน้ำในหม้ออบไอน้ำร้อนและเร่งการอบด้วยไอร้อนหรือน้ำร้อน วิธีการอบควรคำนึงถึงการเกาะยึดตัวของฟองน้ำให้เร็วเท่าที่เร็วได้ ทั้งนี้เพื่อลดการหดตัวของฟองน้ำให้น้อยลงด้วย

1.1.8 การล้างฟองน้ำ (washing)

เมื่อพองน้ำที่อบสุกแล้ว จึงนำออกจากตู้อบ เปิดฝาเอาไอน้ำออกจากแบบพิมพ์ แล้วนำไปล้างด้วยน้ำสะอาด ด้วยวิธีการผ่านพองน้ำเข้าเครื่องรีดสองลูกกลิ้ง ปรับช่องห่างให้ได้ตามความหนาของพองน้ำ มีน้ำพ่นลงล่างและรีดเอาน้ำออกไปด้วยในตัว ในที่สุดจึงนำพองน้ำเข้าเครื่องสลัดน้ำ (centrifuge machine) หรือเครื่องสกัดน้ำ (hydro-extractor) จนกระทั่งน้ำออกจากพองน้ำหมดแล้วจึงนำไปอบในตู้อบให้แห้งต่อไป

การล้างพองน้ำเพื่อเอาสารละลายต่างๆที่ตกค้างออกไปนั้น จะช่วยให้กลิ่นหมดไปและยืดอายุของยางพองน้ำให้ยาวนานออกไปก็จริง แต่ระวังเลือกเวลาการผลิตพวกที่นอน หมอนต่างๆ ฟุ้งสิ่งเกตุว่าการล้างจะเกิดผลดีก็ตาม แต่ถ้าล้างมากจนเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสียสารป้องกันการเสื่อมคุณภาพที่มีอยู่ตามธรรมชาติในน้ำยางนั้นไปด้วย

1.1.9 การอบให้แห้ง (drying)

เมื่อล้างพองน้ำเรียบร้อยแล้วจึงนำเข้าตู้อบร้อน ที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนถ่ายเทได้ที่ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสหรืออบแบบติดต่อกันไปในอุโมงอบร้อน ซึ่งจะกระจายความร้อนไปทั่วตามแนวยาวของอุโมง อุณหภูมิของอากาศจะสูงตรงปากอุโมงเข้าและจะต่ำลงไปตามความยาวของอุโมง ชั้นแรกความชื้นจะสูงเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของพองน้ำไม่ให้แห้งแข็งเสียก่อนตรงผิวหน้า อุณหภูมิที่ใช้มักเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อยตามอัตราการไหลพองน้ำเข้าไปในอุโมงร้อนนั้น ตามปกติอุณหภูมิควรให้อยู่ระหว่าง 90 องศาเซลเซียสต่ำลงไปถึง 70 องศาเซลเซียส จะทำให้พองน้ำแห้งอย่างทั่วถึง

ระหว่างการอบควรวางพองน้ำให้ราบลงไปกับสิ่งรองรับ ไม่ควรวางให้ชิดติดกันจะแยกออกจากกันได้ยาก การปฏิบัติที่ถูกต้องจึงควรหลีกเลี่ยงข้อเสียหาดังกล่าวจะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากการฉีกขาดหรือผิวหน้าเสียหายได้ด้วย

1.1.10 การตกแต่ง (finishing)

พองน้ำที่อบแห้งสนิทแล้วให้นำออกจากตู้อบทิ้งไว้ให้เย็นแล้วตัดตกแต่งขลิบริมและตรวจสอบความเสียหายที่เกิดจากการฉีกขาด ผิวหน้าที่เสียหายเพียงเล็กน้อยสามารถแก้ไขได้โดยใช้กาวน้ำยางปะติดต่อกันให้เรียบร้อย เมื่อถึงขั้นตอนนี้ผู้ผลิตสามารถตีตราให้เครื่องหมายการค้าของโรงงาน วันเดือนปี ที่ผลิตลงบนพองน้ำ

1.1.11 การตัดให้ได้ขนาดและการหุ้มผ้า (cutting and covering)

นำพองน้ำที่ได้รับการตกแต่งเรียบร้อยแล้วมาตัดให้ได้ขนาดตามต้องการ แล้วนำผ้าสำหรับหุ้มที่นอนมาหุ้มและเย็บให้เรียบร้อย

1.1.12 การตรวจสอบ (inspection)

นำพองน้ำที่ใช้ทำที่นอนและที่นอนที่ทำเรียบร้อยแล้วไปทำการทดสอบหาคุณลักษณะต่างๆตามที่ได้ระบุไว้ในมาตรฐานการทดสอบและไม่จำเป็นต้องนำมาทดสอบทุกชิ้น แต่ทำได้โดยการสุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนไปทดสอบของการผลิตแต่ละรุ่น

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันได้มีการตั้งโรงงานเพื่อผลิตที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ขึ้นภายในประเทศ เป็นจำนวนมาก และปรากฏว่าคุณภาพของที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ผลิตขึ้นจากโรงงานเหล่านี้ ไม่มีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ว่ามีคุณภาพดีเหมาะกับการนำไปใช้งานหรือไม่ เป็นการเอาเปรียบผู้บริโภคที่ต้องเสี่ยงในการซื้อของที่ไม่ทราบคุณภาพที่แน่นอนไปใช้

ดังนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการทำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และคุ้มครองผู้บริโภครักษาลประโยชน์ของประชาชนโดยทั่วไป กรมวิทยาศาสตร์บริการซึ่งเป็นหน่วยงานให้บริการทดสอบรับรองผลิตภัณฑ์ที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ ที่หน่วยงานของรัฐและเอกชนส่งมาให้ทดสอบ เพื่อหาคุณลักษณะต่างๆของที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ โดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ มอก.1425-2540

การทดสอบเพื่อหาคุณลักษณะของที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ มอก.1425-2540 มีรายการทดสอบที่สำคัญคือการทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ ของยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ ซึ่งมีการกำหนดคุณลักษณะของเครื่องมือ (ภาคผนวก ก.) เป็นการทดสอบเพื่อเร่งสภาวะการเสื่อมสภาพของยางพองน้ำ หลังจากนั้นนำไปทดสอบหาค่าความหนาและดัชนีความแข็งเชิงกดที่เปลี่ยนไป เนื่องจากไม่มีเครื่องทดสอบที่ใช้ในการทดสอบเพื่อหาคุณลักษณะดังกล่าวและเครื่องมือนี้ไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด ดังนั้นจึงได้สร้างเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ ขึ้นใช้งาน

1.3 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ สำหรับใช้ทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ และเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ มอก.1425-2540

1.4 ขอบเขต

1.4.1 สร้างเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์

1.4.2 นำชิ้นตัวอย่างยางพองน้ำลาเทกซ์ไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ หลังจากนั้นนำไปหาค่าความหนาและดัชนีความแข็งเชิงกดที่เปลี่ยนไป

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 มีเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ยางพองน้ำลาเทกซ์

1.5.2 ช่วยประหยัดเงินงบประมาณในการสั่งซื้อเครื่องมือทดสอบจากต่างประเทศได้

1.5.3 เพื่อส่งเสริมให้มีการทำที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

1.6 ระยะเวลาในการดำเนินการ

10 เดือน (มกราคม 2544-ตุลาคม 2544)

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินงาน

2.1 เครื่องมือที่ใช้

- 2.1.1 เครื่องกัดโลหะพร้อมดอก ใช้สำหรับ เจาะ คว้านส่วนบนของรู กัดผิวและขอบของชิ้นงานให้เรียบและได้ขนาด
- 2.1.2 เครื่องกลึง ใช้สำหรับ เจาะ ทำเกลียวนอก, โคน ปาดหน้า, ปอกผิวชิ้นงานให้เรียบและได้ขนาด
- 2.1.3 ชุดทำเกลียวใน
- 2.1.4 ประแจ L ใช้สำหรับขันหรือถอดสกรูแบบหัวจม
- 2.1.5 ไขควง ใช้สำหรับขันหรือถอดสกรูอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า
- 2.1.6 ค้อนและเหล็กสง ใช้สำหรับตอกสลัก(dowel)
- 2.1.7 เวอร์เนียคาลิเปอร์ ใช้สำหรับวัดขนาด

2.2 วัสดุ อุปกรณ์ของเครื่องมือ

การสร้างเครื่องทดสอบแรงอัดซ้ำคองที่ยางพองน้ำลาเทกซ์ สำหรับทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคองที่ยางพองน้ำลาเทกซ์ สำหรับใช้ทำที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 1) มีรายละเอียดและวิธีดำเนินการดังนี้

2.2.1 โครงสร้าง

2.2.1.1 แผ่นฐานส่วนล่าง (ภาคผนวก ข.รูปที่ 2)

ใช้แผ่นเหล็กเจียรนัยมาตรฐาน (finished plate) ที่มีผิวเรียบขนาด 480x480x16 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น

2.2.1.1.1 ที่มุมของแผ่นฐานส่วนล่างมีระยะห่างจากขอบ 19 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู (drill and c bore) M10 ทั้งสี่มุม เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M10 ยึดเสา

2.2.1.1.2 ที่บริเวณส่วนกลางของแผ่นฐานส่วนล่าง เจาะรู M4 แต่ละรูมีระยะห่างกัน 15 มิลลิเมตร จำนวนทั้งหมด 289 รู รูเหล่านี้มีไว้เพื่อระบายอากาศใต้แผ่นยางพองน้ำลาเทกซ์เมื่อได้รับแรงกดจากแผ่นกด

แผ่นฐานส่วนล่างทำหน้าที่เป็นแผ่นฐานส่วนล่างของโครงสร้าง และเป็นแผ่นรองรับชั้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์

2.2.1.2 เสา (ภาคผนวก ข.รูปที่ 3)

ทำการ ปอกผิวเหล็กแท่งทรงกระบอกและปาดหน้า ให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร ยาว 196 มิลลิเมตร จำนวน 4 แท่ง

2.2.1.2.1 เจาะรูและทำเกลียว(drill and tap) M10 ที่ปลายทั้งสองข้างตรงจุดศูนย์กลาง เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M10 ยึดติดกับแผ่นฐานส่วนล่างและแผ่นฐานส่วนบน ที่ด้านข้างของเสา ทั้ง 4 เสา มีระยะห่างจากปลายส่วนบน 9 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียว M4 และจากจุดศูนย์กลางของรูนี้มีระยะห่าง 100 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียว M4 รูที่เจาะนี้เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M4 ยึดแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า และยึดแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์

เสาทำหน้าที่เป็นเสาของของโครงสร้าง ความยาวของเสาจะเป็นส่วนบังคับให้แผ่นกด กดขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ตำแหน่งต่ำสุดของความหนาร้อยละ 60 จากผิวบนของขึ้นทดสอบ เป็นที่ติดแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์

2.2.1.3 แผ่นฐานส่วนบน (ภาคผนวก ข.รูปที่ 4)

ใช้แผ่นเหล็กเจียรนัยมาตรฐาน (finished plate) ที่มีผิวเรียบขนาด480x480x16 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น

2.2.1.3.1 ที่มุมของแผ่นฐานส่วนบนมีระยะห่างจากขอบ 19 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M10 ทั้งสี่มุม เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M10 ยึดเสา

2.2.1.3.2 ที่บริเวณจุดศูนย์กลางของแผ่นฐานส่วนบน เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 มิลลิเมตร เพื่อให้แกนของกระบอกสูบ (air cylinder) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร สอดผ่าน แล้วเจาะรูและทำเกลียว M12 จำนวน 4 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M12 ยึดกระบอกสูบให้ติดกับแผ่นฐานส่วนบน

2.2.1.3.3 ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของแผ่นฐานส่วนบน ไปทางด้านบน และด้านล่าง 90 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 มิลลิเมตร เพื่อให้แท่งเหล็กของชุดปรับตั้งระยะกดส่วนล่างสอดผ่าน และระยะห่างจากจุดศูนย์กลางรูสกรูของชุดปรับตั้งระยะกดส่วนล่างไปทางด้านข้างทั้งสอง 40 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M10 ข้างละ 1 รู โดยรูที่คว้านจะอยู่ทางด้านใต้แผ่นฐานส่วนบน เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M10 ยึดเสาของชุดปรับตั้งระยะกดส่วนบน

2.2.1.3.4 ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของแผ่นฐานส่วนบน ไปทางด้านซ้าย และด้านขวา 110 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 มิลลิเมตร เพื่อให้เสาของชุดไกด์โพสท์ สอดผ่าน ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของรูชุดไกด์โพสท์ไปทางด้านบนและด้านล่าง 33 มิลลิเมตร เจาะรูและทำรูให้กลม(drill and ream) M8 จำนวนด้านละ 2 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สลัก(dowel) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของรูสลักไปทางด้านซ้ายและด้านขวา 15 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียว M8 จำนวนด้านละ 4 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M8 ยึดฐานส่วนบนของชุดไกด์โพสท์

แผ่นฐานส่วนบนทำหน้าที่เป็นแผ่นฐานส่วนบนของโครงสร้าง และเป็นแผ่นรองรับ กระบอกสูบ ชุดปรับตั้งระยะกดส่วนบนและแผ่นฐานส่วนบนของชุดไกด์โพสท์

2.2.1.4 แผ่นกด (ภาคผนวก ข.รูปที่ 5)

ใช้แผ่นเหล็กเจียรนัยมาตรฐาน (finished plate) ที่มีผิวเรียบขนาด 300x300x16 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น

2.2.1.4.1 ที่บริเวณส่วนกลางของแผ่นกด มีชุดยึดแผ่นกดทำด้วยแผ่นเหล็กที่มีผิวเรียบขนาด 100x100x25 มิลลิเมตร ที่บริเวณจุดศูนย์กลางของชุดยึดแผ่นกด เจาะรูและทำเกลียว M25 เพื่อให้แกนสกรูของกระบอกสูบที่มีเกลียว M25 ชันยึดติดกับชุดยึดแผ่นกดนี้ ที่มีมุมของแผ่นมีระยะห่างจากขอบของชุดยึดแผ่นกด 10 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M8 ทั้งสี่มุม และที่แผ่นกดตำแหน่งเดียวกันนี้เจาะรูและทำเกลียว M8 เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M8 ยึดชุดยึดแผ่นกดให้ติดกับแผ่นกด

2.2.1.4.2 ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของแผ่นกด ไปทางด้านบนและด้านล่าง 90 มิลลิเมตร เจาะรูและทำรูให้กลม M8 จำนวนด้านละ 2 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สลักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของรูสลักไปทางด้านบนและด้านล่าง 15 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียว M8 จำนวนด้านละ 4 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M8 ยึดแผ่นฐานของชุดตั้งระยะกดส่วนล่าง

2.2.1.4.3 ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของแผ่นกด ไปทางด้านซ้ายและขวา 110 มิลลิเมตร กำหนดให้เป็นจุดศูนย์กลาง ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางนี้ไปทางด้านบนและด้านล่าง 33 มิลลิเมตร เจาะรูและทำรูให้กลม M8 จำนวนด้านละ 2 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สลักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของรูสลักไปทางด้านซ้ายและด้านขวา 15 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียว M8 จำนวนด้านละ 4 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M8 ยึดฐานส่วนล่างของชุดโกดโพสท์

แผ่นกดทำหน้าที่เป็นแผ่นกดขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์

2.2.1.5 แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 6)

ใช้แผ่นอะลูมิเนียมขนาด 152x480x8 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น

2.2.1.5.1 ที่ระยะห่างจากขอบด้านซ้ายของ แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์ 19 มิลลิเมตร และมีระยะห่างจากขอบด้านบนของแผ่น 26 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 และจากจุดศูนย์กลางของรูนี้ไปทางด้านล่าง 100 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 ที่ระยะห่างจากขอบด้านขวาของแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์ 19 มิลลิเมตร และมีระยะห่างจากขอบด้านบนของแผ่น 26 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 และจากจุดศูนย์กลางของรูนี้ไปทางด้านล่าง 100 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 รูที่เจาะทั้ง 4 รู นี้เพื่อใส่สกรู M4 ยึดติดกับเสา

2.2.1.5.2 ที่ระยะห่างจากขอบด้านซ้าย ของแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์ 105 มิลลิเมตร และมีระยะห่างจากขอบด้านบนของแผ่น 40 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียว M5 และจากจุดศูนย์กลางของรูนี้ไปทางด้านล่าง 70 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียว M5 รูที่เจาะนี้ใช้ใส่สกรู M5 เพื่อใช้ยึดวาล์วโซลินอยด์

2.2.1.5.3 ที่ระยะห่างจากขอบด้านขวาของแผ่น 160 มิลลิเมตร และมีระยะห่างจากขอบด้านบนของแผ่น 60 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียว M5 และจากจุดศูนย์กลางของรูที่เจาะไป

ทางด้านล่าง 43 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียว M5 จำนวน 2 รู เพื่อใช้ใส่สลัก M5 สำหรับยึดชุดบริการ แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์ทำหน้าที่เป็นแผ่นติดตั้ง ชุดบริการและวาล์ว โซลินอยด์

2.2.1.6 แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า (ภาคผนวก ข.รูปที่ 7)

ใช้แผ่นอะลูมิเนียมขนาด 152x610x16 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น

2.2.1.6.1 ที่ระยะห่างจากขอบด้านซ้าย ของแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า 19 มิลลิเมตร และมีระยะห่างจากขอบด้านบนของแผ่น 26 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของรูนี้ไปทางด้านล่าง 100 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 และจากขอบด้านซ้ายของแผ่น 461 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 และจากจุดศูนย์กลางของรูนี้ไปทางด้านล่างซึ่งมีระยะห่าง 100 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 รูที่เจาะทั้ง 4 รูนี้ เพื่อใช้สำหรับใส่สลัก M4 ยึดติดกับเสา

2.2.1.6.2 ที่ระยะห่างจากขอบด้านซ้าย ของแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า 97 มิลลิเมตร และมีระยะห่างจากขอบด้านบนของแผ่น 60 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 และจากจุดศูนย์กลางของรูนี้ไปทางด้านขวา 40 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 เพื่อใช้สำหรับใส่สลัก M4 ยึดลิมิตสวิตซ์ตัวที่ 1 และที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของรูริมขวาไปทางด้านขวาของแผ่น 180 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 และจากจุดศูนย์กลางของรูนี้ไปทางด้านขวา 40 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 รูที่เจาะนี้ เพื่อใช้สำหรับใส่สลัก M4 ยึดลิมิตสวิตซ์ตัวที่ 2

2.2.1.6.3 ที่ระยะกึ่งกลางของลิมิตสวิตซ์ตัวที่ 1 และ 2 มีระยะห่างจากขอบด้านบนของแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า 75 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17 มิลลิเมตร เพื่อให้แกนของชุดลูกเบี้ยวสอดผ่าน และที่แกนของชุดลูกเบี้ยวนี้จะมีเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 10 ฟันติดอยู่ จากจุดศูนย์กลางของ ชุดลูกเบี้ยว 15 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านรูส่วนบน M4 จำนวน 4 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สลัก M4 ยึดแกนของชุดลูกเบี้ยวให้ติดกับแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า

2.2.1.6.4 ที่ระยะจุดศูนย์กลางของชุดลูกเบี้ยว ไปทางด้านขวา 160 มิลลิเมตร และมีระยะห่างจากขอบด้านบน 75 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17 มิลลิเมตร เพื่อใช้สำหรับยึดแกนของชุดเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 16 ฟัน และ 32 ฟัน ซึ่งติดอยู่แกนเดียวกันให้ติดกับแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า

2.2.1.6.5 ที่ระยะจุดศูนย์กลางของชุดเฟืองโซ่ ที่มีจำนวนฟัน 16 ฟัน และ 32 ฟัน ไปทางด้านขวา 160 มิลลิเมตร และมีระยะห่างจากขอบด้านบนของแผ่น 60 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร เพื่อให้แกนของมอเตอร์ทดรอบสอดผ่าน และที่แกนของมอเตอร์ทดรอบนี้จะมีเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 25 ฟันติดอยู่ เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M4 จำนวน 4 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สลัก M4 ยึดมอเตอร์ให้ติดกับแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า

2.2.1.6.6 ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของชุดลูกเบี้ยว 70 มิลลิเมตร และ ระยะห่างจากขอบด้านบนของแผ่น 100 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M5 สำหรับใส่สกรู M5 ยึดแกนของเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 19 ฟัน ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของแกนมอเตอร์ที่ครอบและมีระยะห่างจากขอบด้านบนของแผ่น 90 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M5 สำหรับใส่สกรู M5 ยึดแกนของเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 19 ฟัน เฟืองโซ่ทั้งสองนี้ใช้สำหรับประกอบโซ่ให้ตั้ง

แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นแผ่นติดตั้งมอเตอร์ที่ครอบ ลิ้มิต สวิตช์ แกนหมุนชุดลูกเบี้ยวและเฟืองโซ่

2.2.1.7 ชุดปรับตั้งระยะกวด (ภาคผนวก ข.รูปที่ 8.1,8.2)

2.2.1.7.1 ชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนบน มีจำนวน 2 ชุด

2.2.1.7.1.1 ใช้แผ่นเหล็กขนาด 40x100x20 มิลลิเมตร ทำเป็นแผ่นฐานของชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนบน เจาะรูและทำเกลียว M20 เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M20 ที่ใช้ปรับตั้งระยะกวดทำด้วยทองเหลืองยาว 101 มิลลิเมตร มีช่วงที่เป็นเกลียวยาว 71 มิลลิเมตร ที่ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางรูสกรูของชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนบนไปทางด้านข้างทั้งสองด้าน 40 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M8 ข้างละ 1 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M8 ยึดเสาของชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนบน เสาของชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนบนทำด้วยแท่งทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ยาว 60 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียว M8 ที่ปลายทั้งสองข้าง

2.2.1.7.2 ชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนล่าง มีจำนวน 2 ชุด

2.2.1.7.2.1 ใช้แผ่นเหล็กขนาด 40x100x25 มิลลิเมตร ทำเป็นแผ่นฐานของชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนล่าง ที่บริเวณจุดศูนย์กลางของแผ่นเจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M8 เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M8 ยึดเสาของชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนล่าง ที่มุมทั้งสี่ของแผ่นเหล็กมีระยะห่างจากขอบด้านกว้างของแผ่นเหล็ก 10 มิลลิเมตร และมีระยะห่างจากขอบด้านยาว 5 มิลลิเมตร เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M8 เพื่อใช้สำหรับใส่สกรู M8 ยึดแผ่นเหล็กของชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนล่างให้ติดกับแผ่นกวด และที่ระยะกึ่งกลางของแผ่นฐานของชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนล่างทางด้านกว้าง เจาะรูและทำรูให้กลม M8 ด้านละ 2 รู เพื่อใช้สำหรับใส่สลักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร เสาของชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนล่างมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ยาว 152 มิลลิเมตร เจาะรูและทำเกลียวที่ปลายด้านล่าง M8

ชุดปรับตั้งระยะกวดทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมให้แผ่นกวด กัดขึ้นทดสอบยาง ฟองน้ำลาเท็กซ์ที่ตำแหน่งสูงสุดของความหนาร้อยละ 40 จากผิวบนของขึ้นทดสอบ ด้วยการหมุนสกรูทองเหลืองลงไปจนสุด

2.2.1.8 ชุดไกด์โพสต์ (guide post)⁽⁶⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 9)

ใช้ชุดไกด์โพสต์สำเร็จแบบลูกปืน ชนิดมีรูโดเวล รุ่น GPBP 25-160 มีจำนวน 2 ชุด ซึ่งมีเสา สปริงและปลอกนำเลื่อน ทำหน้าที่ช่วยให้แผ่นกวดเคลื่อนที่ขึ้นลงได้อย่างสะดวก

2.2.2 ระบบนิวแมติกส์⁽⁵⁾

ระบบนิวแมติกส์ หมายถึงระบบส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทางโดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงาน ซึ่งลักษณะของการควบคุมโดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการควบคุมแบบเปิด - ปิด ซึ่งจะหมายรวมไปถึงการควบคุมแบบต่อเนื่องด้วย

การสร้างเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ยางพองน้ำลาเทกซ์ ได้ใช้อุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องมือดังนี้

2.2.2.1 อุปกรณ์ผลิตและปรับปรุงคุณภาพลมอัด

2.2.2.1.1 บี้มลม (air compressure)⁽²⁾ (ภาคผนวก ข. รูปที่ 10)

บี้มลม ทำหน้าที่อัดอากาศที่อยู่บริเวณรอบๆ เข้าเก็บไว้ในถังเก็บลม จากนั้นจะนำเอาลมที่ถูกอัดตัวจนมีความดันเพิ่มสูงขึ้นไปใช้งาน ซึ่งในระบบนิวแมติกส์ของเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ยางพองน้ำลาเทกซ์ ต้องการความดันของลมประมาณ 5 Kg/cm^2 เท่านั้น

บี้มลมที่นำมาใช้งานเป็นแบบลูกสูบชัก และใช้น้ำมันหล่อลื่นบริเวณกระบอกสูบและลูกสูบ โดยใช้พลังงานไฟฟ้าหมุนมอเตอร์ในการอัดลม เพื่อดูดอากาศเข้ามาในกระบอกสูบโดยลูกสูบ แล้วทำการอัดอากาศเพื่อทำการส่งต่อไป มีปริมาตร 0.23 m^3 ความดันลมสูงสุด 10 กก/ซม^2

2.2.2.1.2 ชุดบริการ (service unit) (ภาคผนวก ข. รูปที่ 11)

ในระบบนิวแมติกส์ก่อนที่จะนำลมอัดเอาไปใช้งาน จำเป็นที่จะต้อง มีอุปกรณ์ช่วยทำความสะอาดลมอีกครั้งหนึ่ง รวมทั้งรักษาน้ำหนักของแรงดันให้ได้ตามต้องการ และจ่ายสารหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์ในวงจรนิวแมติกส์อีกด้วย มีส่วนประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.2.2.1.2.1 ตัวกรองอากาศ (air filter)⁽⁵⁾ (ภาคผนวก ข. รูปที่ 12)

ตัวกรองอากาศมีหน้าที่กำจัด ฝุ่นละออง สนิมและละอองไอน้ำภายในท่อ หรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่ติดมากับลมอัด เพื่อป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์

2.2.2.1.2.2 วาล์วควบคุมความดัน (air regulator)⁽²⁾ (ภาคผนวก ข. รูปที่ 13)

วาล์วควบคุมความดันมีหน้าที่รักษาความดันใช้งานให้คงที่ โดยไม่เปลี่ยนแปลงไปตามความดันของแหล่งผลิตลมอัด และรักษาปริมาณลมอัดในการใช้งานให้คงที่ ซึ่งตามปกติแล้วความดันด้านแหล่งผลิตต้องสูงกว่าความดันใช้งานเสมอ และจะต้องปรับความดันให้เท่ากับความดันใช้งานในระบบนิวแมติกส์ ซึ่งจะบอกไว้ที่อุปกรณ์นิวแมติกส์ทุกประเภท

2.2.2.1.2.3 ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่น (air lubricator)⁽²⁾ (ภาคผนวก ข. รูปที่ 14)

ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่นมีหน้าที่จ่ายสารหล่อลื่น ให้กับอุปกรณ์นิวแมติกส์ให้พอเพียง เพื่อลดการสึกหรอของส่วนที่เคลื่อนที่ ลดความฝืดของอุปกรณ์และป้องกัน

การเกิดสนิมในอุปกรณ์ ทำให้อุปกรณ์ทำงานอย่างราบรื่น และช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

2.2.2.1.2.4 เกจวัดความดัน (pressure gauge)⁽²⁾ (ภาคผนวก ข. รูปที่ 15)

เกจวัดความดันใช้สำหรับวัดความดัน ในวงจรมอเตอร์ ดิกส์ ปกติจะติดตั้งอยู่ทางออกของตัวควบคุมความดันลมอัด

ชุดบริการที่นำมาใช้งานเป็นแบบที่มีอุปกรณ์ Filter Regulator รุ่น SAW 3000 Lubricator รุ่น SAL 3000 และ Pressure gauge ที่มี Max. supply pressure 1.5 MPa, Max. Operating Pressure 990 kPa, Regulating range 50-850 kPa และ Pressure range 0-1 Mpa

2.2.2.1.3 ตัวเก็บเสียง (air silencer)⁽²⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 16)

ตัวเก็บเสียงใช้สำหรับช่วยลดเสียงที่เกิดขึ้น จากการระบายลมอัดออก ที่ออกที่รูระบายของวาล์ว ตัวเก็บเสียงจะช่วยลดเสียงที่เกิดขึ้นได้ระดับหนึ่ง

ตัวเก็บเสียงที่นำมาใช้งาน ขนาด 3/8 นิ้ว จำนวน 2 ชิ้น

2.2.2.1.4 ท่อ และการจ่ายลมอัด⁽⁵⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 17)

ท่อทำหน้าที่เป็นทางเดินของลมที่จะนำเอาลมอัดออกไปใช้งาน จึงจำเป็นที่จะต้องต่อท่อจากเครื่องอัดลมผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นไปยังอุปกรณ์ทำงาน หรือเครื่องมือ ลม ซึ่งการที่จะให้ได้ลมอัดที่มีประสิทธิภาพสูง ในการเลือกท่อเพื่อนำมาใช้ทำเป็นท่อลมอัดในระบบนิวแมติกส์นั้น จะต้องเลือกใช้ท่อที่ติดตั้งได้ง่าย ทนทานต่อการเป็นสนิมได้ดีและราคาไม่แพงมากนัก จึงนิยมท่อพลาสติกอ่อนเพราะ ต่อได้ง่าย สะดวก ราคาถูก และบำรุงรักษาง่าย

ท่อที่นำมาใช้เชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ เช่น วาล์ว กระจบอกสูบ เป็นชนิด Polyethylene Tubing และสายท่อลมเป็นชนิด Polyurethane Recoil Air Hose⁽⁸⁾

2.2.2.2 อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์

2.2.2.2.1 กระจบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง (double acting cylinder)⁽⁵⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 18)

กระจบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง เป็นอุปกรณ์ที่ให้แรงในแนวเส้นตรงทั้งจังหวะวิ่งออกและวิ่งเข้า กระจบอกสูบชนิดนี้จะไม่มีสปริงอยู่ในกระจบอกสูบ ดังนั้น การให้ลูกสูบวิ่งออกจึงต้องเอาลมอัดใส่เข้าไปทางด้านลูกสูบ และการให้ลูกสูบหดกลับตำแหน่งเดิมก็ต้องเอาลมอัดใส่เข้าไปทางด้านก้านสูบ ความเร็วของลูกสูบอยู่ในเกณฑ์ 30-2000 มิลลิเมตรต่อวินาที

กระจบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทางที่นำมาใช้งาน เป็นชนิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ 85 mm มีระยะชักของลูกสูบ 125 mm. Max. Press 0.99 MPa

2.2.2.2.2 วาล์ว 5/2 โซลินอยด์เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วทั้ง

สองด้าน⁽⁵⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 19)

วาล์วชนิดนี้เป็นวาล์วที่อนุญาตให้ลมอัดไหลได้ทั้งสองทิศทาง ดังนั้นจึงหวัะปกติจึงสามารถเลือกได้ทั้งปกติปิดและปกติเปิด ใช้กับระบบอกสูบชนิดสองทิศทาง เป็นวาล์วที่เปลี่ยนตำแหน่งโดยใช้ป้อนสัญญาณไฟฟ้าให้กับขดลวดโซลินอยด์ทำงานสลับกัน

วาล์วโซลินอยด์ที่นำมาใช้งาน เป็นชนิด วาล์ว 5/2 โซลินอยด์ เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วทั้งสองด้าน Model DS 5220 0.15 Kg/cm² , AC 200-260 volt /50 Hz

2.2.2.2.3 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียว (one way flow control valve)⁽⁵⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 20)

วาล์วชนิดนี้ จะสามารถควบคุมอัตราการไหลของแรงดันลมได้เพียงทิศทางเดียว ดังนั้นจึงเป็นวาล์วที่ควบคุมความเร็วของระบบอกสูบทอนเคลื่อนที่เข้าออกได้อย่างอิสระ

วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียวที่นำมาใช้งาน มีจำนวน 2 ตัว คือใช้ควบคุมปริมาณลมเข้าและออก รุ่น SC 420 OF 10-1/2

2.2.3 ระบบไฟฟ้า

ในระบบนิวแมติกส์การควบคุมการทำงานของเครื่องมือนั้นสามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนด้วยกัน คือส่วนของวงจรกำลังหรือส่วนที่เป็นวงจรวินิแมติกส์ โดยจะประกอบด้วยอุปกรณ์ทำงานประเภทต่างๆซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโซลินอยด์วาล์ว และอีกส่วนหนึ่งก็คือวงจรรวมหรือส่วนที่เป็นวงจรรไฟฟ้าต่างๆเป็นอุปกรณ์ที่ให้สัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อควบคุมการทำงาน หรือเปลี่ยนตำแหน่งของโซลินอยด์วาล์วในส่วนของวงจรวินิแมติกส์อีกทีหนึ่ง อุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาใช้งานมีดังนี้

2.2.3.1 อุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าควบคุมในระบบนิวแมติกส์

2.2.3.1.1 คอนโทรลฟิวส์

คอนโทรลฟิวส์ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรควบคุมมากผิดปกติ

คอนโทรลฟิวส์ที่นำมาใช้งาน ขนาด 2A,500VAC

2.2.3.1.2 สวิตช์ (switch)⁽⁶⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 21)

สวิตช์เป็นอุปกรณ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า ชนิดที่ตำแหน่งปกติหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน เมื่อบิดเลื่อนตำแหน่งให้หน้าสัมผัสติดกันก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้และจะยังคงค้างตำแหน่งอยู่อย่างนั้น จนกว่าจะบิดเลื่อนหน้าสัมผัสให้กลับมาที่เดิม

สวิตช์ที่นำมาใช้งาน เป็นสวิตช์แบบลูกศร ชนิด 5A,250VAC

2.2.3.1.3 ลิมิตสวิตช์ (limit switch)⁽²⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 22)

สวิตช์ประเภทนี้เป็นสวิตช์ที่ทำงานทางกล คือใช้ลูกเบี้ยวของชุดมอเตอร์ เป็นตัวกดในการเปลี่ยนตำแหน่งหน้าสัมผัส เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของโซลินอยด์ให้

ทำงานสลับกัน

ลิมิตสวิตช์ที่นำมาใช้งานมีจำนวน 2 ตัวรุ่น AZ 8122,5A,250VAC⁽⁷⁾

2.2.3.1.4 รีเลย์ (relay)⁽⁶⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 23)

ในวงจรควบคุมที่อยู่ยากในระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้า จะไม่สามารถใช้สวิตช์เพียงอย่างเดียวในการควบคุม จำเป็นต้องใช้รีเลย์เข้ามาช่วย เพราะภายในตัวรีเลย์จะมีหน้าสัมผัสจำนวนหลายชุดอยู่ภายใน จึงสามารถใช้ควบคุมในการทำงานที่อยู่ยากได้ รีเลย์เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุม โครงสร้างของรีเลย์ ประกอบด้วยแกนเหล็ก 2 ชุด ชุดหนึ่งถูกยึดติดกับที่โดยจะมีขดลวดพันอยู่รอบๆ เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กอีกชุดหนึ่งจะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยแกนเหล็กชุดนี้จะมีหน้าสัมผัสยึดติดอยู่

รีเลย์ที่นำมาใช้งานเป็นแบบที่มีหน้าสัมผัส 2 ชุด ชนิด 5A,250VAC

2.2.3.1.5 ตัวนับแบบตั้งจำนวนนับได้ (counter)⁽⁶⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 24)

ตัวนับแบบตั้งจำนวนนับได้เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัยสัญญาณพัลส์ หรือสัญญาณที่เป็นแบบเปิดปิดทางไฟฟ้าเพื่อสั่งให้มีการนับเกิดขึ้น

ตัวนับแบบตั้งจำนวนนับได้ ที่นำมาใช้เป็นแบบที่นับทีละ 1 เป็นตัวเลขแบบดิจิตอล 6 หลัก 200-240 VAC,50/60 Hz⁽⁷⁾ โดยที่เมื่อตัวนับนับถึงจำนวนที่ตั้งไว้ เช่น 250,000 จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของหน้าสัมผัส จากตำแหน่งปิดเป็นเปิดหรือตำแหน่งเปิดเป็นปิดแล้วแต่ว่าจะนำตำแหน่งใดไปใช้งาน

2.2.3.1.6 มอเตอร์ทดรอบ (gear motor)⁽⁶⁾ (ภาคผนวก ข.รูปที่ 25)

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงาน โดยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลมีอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนที่อยู่กับที่ (stator) ซึ่งมีขดลวดพันอยู่เรียกว่า field coil กับส่วนที่เคลื่อนที่ได้ (rotor) ซึ่งมีขดลวดพันอยู่เรียกว่า rotor coil และเป็นส่วนที่เรานำไปใช้งานเพื่อหมุนอุปกรณ์ต่างๆ

มอเตอร์ทดรอบเป็นมอเตอร์ที่มีการผสมมอเตอร์ และชุดเฟืองทดรอบให้อยู่ในตัวเดียวกัน เพื่อให้สามารถทดรอบของมอเตอร์ให้มีความเร็วรอบต่ำลงและเพิ่มแรงบิดให้สูงขึ้น ซึ่งจะสะดวกในการนำไปใช้งานกับการสร้างเครื่องทดสอบ

มอเตอร์ที่นำมาใช้เป็นมอเตอร์ทดรอบ ชนิด Reversible Motor 10W, 100 VAC, 50/60 Hz, 0.35 A, 4.5 μ F, 120/1450 rpm, Thermally Protected ชุด Gear 3GA 120L-D1 ซึ่งมีความเร็วรอบของแกนเมื่อผ่านชุดเฟืองทดรอบแล้ว 12 รอบต่อนาที เนื่องจากเครื่องมือทดสอบที่สร้างมีความต้องการควบคุมให้แผ่นกด กดขึ้นทดสอบด้วยอัตราเร็ว 60 รอบต่อนาที จึงต้องมีการหาเฟืองโซ่มาใช้ในการทดรอบให้ได้อัตราเร็วตามต้องการ ดังแสดงตามข้อ 2.5.1

2.3 การประกอบเครื่องทดสอบ มีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 นำเสาทั้ง 4 แท่ง วางบนแผ่นฐานส่วนล่าง ใช้สกรู M10 จำนวน 4 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้ที่

แผ่นฐานส่วนล่างแล้วขันยึดให้แน่น

2.3.2 นำเสาของชุดปรับตั้งระยะกคส่วนล่าง วางบนแผ่นฐานของชุดปรับตั้งระยะกคส่วนล่าง ใช้สกรู M8 ขันยึดให้แน่น สำหรับเสาชุดปรับตั้งระยะกคส่วนล่างอีกชุดหนึ่งก็ทำแบบเดียวกัน

2.3.3 นำแผ่นกควางบริเวณส่วนกลางของแผ่นฐานส่วนล่าง นำแผ่นฐานของชุดปรับตั้งระยะกคส่วนล่างขนาด 40x100x20 มิลลิเมตร วางบนแผ่นกค ใช้สกรู M8 จำนวน 4 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้ที่แผ่นฐานของชุดตั้งระยะกคส่วนล่างแล้วขันยึด ใช้สลักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้สำหรับใส่สลักแล้วตอกลงไป แล้วขันยึดสกรู M8 ทั้ง 2 ตัวให้แน่น สำหรับแผ่นฐานของชุดปรับตั้งระยะกคส่วนล่างอีกชุดหนึ่งก็ทำแบบเดียวกัน

2.3.4 นำฐานส่วนล่างของชุดไกด์โพสท์ วางบนแผ่นกค ใช้สกรู M8 จำนวน 4 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้ที่ฐานส่วนล่างของชุดไกด์โพสท์แล้วขันยึด ใช้สลักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้สำหรับใส่สลักแล้วตอกลงไป แล้วขันยึดสกรู M8 ทั้ง 4 ตัวให้แน่น สำหรับฐานส่วนล่างของชุดไกด์โพสท์อีกชุดหนึ่งก็ทำแบบเดียวกัน

2.3.5 นำฐานส่วนบนของชุดไกด์โพสท์ ใส่ในเสาของชุดไกด์โพสท์ โดยให้ส่วนฐานของชุดไกด์โพสท์ หายขึ้น

2.3.6 นำแผ่นฐานส่วนบนวางบนเสาทั้ง 4 แท่ง ใช้สกรู M10 จำนวน 4 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้ที่แผ่นฐานส่วนบน แล้วขันยึดให้แน่น

2.3.7 นำฐานส่วนบนของชุดไกด์โพสท์ ทาบกับแผ่นฐานส่วนบน ใช้สกรู M8 จำนวน 4 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้ที่ฐานส่วนบนของชุดไกด์โพสท์แล้วขันยึด ใช้สลักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้สำหรับใส่สลักแล้วตอกลงไป แล้วขันยึดสกรู M8 ทั้ง 4 ตัวให้แน่น สำหรับฐานส่วนบนของชุดไกด์โพสท์อีกชุดหนึ่งก็ทำแบบเดียวกัน

2.3.8 นำเสาของชุดปรับตั้งระยะกคส่วนบนทั้ง 2 เสา วางบนแผ่นฐานส่วนล่าง ใช้สกรู M8 จำนวน 2 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้ที่แผ่นฐานส่วนบน แล้วขันยึดให้แน่น วางแผ่นฐานของชุดปรับตั้งระยะกคส่วนบนขนาด 40x100x20 มิลลิเมตร บนเสาทั้งสอง ใช้สกรู M8 จำนวน 2 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้ที่แผ่นเหล็ก แล้วขันยึดให้แน่น ใส่สกรูทองเหลือง M20 ในรูที่เจาะและทำเกลียวเอาไว้ที่แผ่นเหล็ก เพื่อใช้เป็นตัวปรับตั้งระยะของแผ่นกค สำหรับชุดปรับตั้งระยะกคส่วนบนอีกชุดหนึ่งก็ทำแบบเดียวกัน

2.3.9 นำกระบอกลูกวางบนแผ่นฐานส่วนบน โดยให้แกนของกระบอกลูกสอดลงในรูที่เจาะเอาไว้ใช้สกรู M12 จำนวน 4 ตัว ใส่ในรูสำหรับยึดสกรูของกระบอกลูก แล้วขันยึดให้แน่น

2.3.10 นำชุดยึดแผ่นกคขนาด 100x100x25 มิลลิเมตร ที่เจาะรูและทำเกลียว M25 ใ้ที่ปลายของแกนกระบอกลูก แล้วขันเกลียวเข้าไปจนเสมอกับปลายของแกนกระบอกลูก

2.3.11 นำชุดยึดแผ่นกคที่ติดกับปลายของแกนกระบอกลูกวางบนแผ่นกค ใช้สกรู M8 จำนวน 4 ตัว ใส่ในรูที่เจาะเอาไว้ที่ชุดยึดแผ่นกค แล้วขันยึดให้แน่น ทำการตรวจสอบระยะห่างระหว่างแผ่นฐานส่วนล่าง

และด้านล่างของแผ่นกด จะต้องมึระยะห่าง 20 มิลลิเมตร ถ้ามีความคลาดเคลื่อนต้องทำการแก้ไขใหม่

2.3.12 นำวาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียว ชั้นเกลียวยึดกับกระบอกสูบทางด้านลูกสูบให้แน่น และนำวาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียวอีกตัวหนึ่ง ชั้นเกลียวยึดกับกระบอกสูบทางด้านก้านสูบให้แน่น

2.3.13 นำแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้ามาทาบกับเสา ไส้สกรู M4 จำนวน 4 ตัว ในรูที่เจาะเอาไว้ที่แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า แล้วขันยึดให้แน่นกับเสา

2.3.14 นำมอเตอร์หดรอบมาทาบกับแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า โดยให้แกนของมอเตอร์หดรอบสอดลงในรูที่เจาะเอาไว้ ไส้สกรู M4 จำนวน 4 ตัว ในรูที่เจาะเอาไว้ที่แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า แล้วขันยึดให้แน่น

2.3.15 นำเฟืองไซ้ที่มีจำนวนฟัน 25 ฟันใส่ในแกนของมอเตอร์หดรอบ แล้วขันยึดให้แน่น

2.3.16 นำลิมิตสวิทช์จำนวน 2 ชุดมาทาบกับแผ่นติดตั้งมอเตอร์หดรอบ,ลิมิตสวิทช์ ไส้สกรู M4 ชุดละ 2 ตัว ในรูที่เจาะเอาไว้ที่แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า แล้วขันยึดให้แน่น

2.3.17 นำแกนของชุดลูกเบี้ยวสอดผ่านลงในรูที่เจาะเอาไว้ ไส้สกรู M4 จำนวน 4 ตัว ในรูที่เจาะเอาไว้ที่แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า แล้วขันยึดอุปกรณ์ประกอบแกนของชุดลูกเบี้ยวให้แน่น แกนของชุดลูกเบี้ยวนี้จะอยู่ระหว่างลิมิตสวิทช์ทั้ง 2 ชุด เมื่อแกนของลูกเบี้ยวหมุนจะไปกดสวอนปลายของลิมิตสวิทช์ให้หน้าสัมผัสทางไฟฟ้าทำงานสลับกันตามจังหวะการหมุนของมอเตอร์หดรอบ ผ่านชุดของระบบไซ้มายังแกนของชุดลูกเบี้ยว

2.3.18 นำเฟืองไซ้ที่มีจำนวนฟัน 10 ฟัน ใส่ในแกนของชุดลูกเบี้ยว แล้วขันยึดให้แน่น

2.3.19 นำเฟืองไซ้ที่มีจำนวนฟัน 16 ฟัน และ 32 ฟัน ซึ่งติดอยู่แกนเดียวกัน โดยให้เฟืองไซ้ที่มีจำนวนฟัน 16 ฟันอยู่ด้านใน สอดผ่านรูที่เจาะเอาไว้ที่แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า ไส้สกรู M4 จำนวน 4 ตัว ในรูที่เจาะเอาไว้แล้วขันยึดอุปกรณ์ประกอบแกนของชุดเฟืองไซ้ให้แน่น

2.3.20 นำโซ่คล้องระหว่างเฟืองไซ้ที่มีจำนวนฟัน 25 ฟัน ที่ติดอยู่กับแกนของมอเตอร์หดรอบ และเฟืองไซ้ที่มีจำนวนฟัน 16 ฟัน

2.3.21 นำโซ่คล้องระหว่างเฟืองไซ้ที่มีจำนวนฟัน 32 ฟัน ที่ติดอยู่แกนเดียวกับเฟืองไซ้ที่มีจำนวนฟัน 16 ฟัน และเฟืองไซ้ที่มีจำนวนฟัน 10 ฟัน ที่ติดอยู่กับแกนของชุดลูกเบี้ยว

2.3.22 นำเฟืองไซ้ที่มีจำนวนฟัน 19 ฟันมาใส่ระหว่างไซ้เพื่อทำให้ไซ้ตึง

2.3.23 นำแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์มาทาบกับเสา ไส้สกรู M4 จำนวน 4 ตัว ในรูที่เจาะเอาไว้ที่แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์ แล้วขันยึดให้แน่นกับเสา

2.3.24 นำชุดบริการมาทาบกับแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์ ไส้สกรู M5 จำนวน 2 ตัว ในรูที่ฐานของชุดบริการ แล้วขันยึดให้แน่น นำข้อต่อมาใส่ที่ทางเข้าและออกของชุดบริการ

2.3.25 นำวาล์วโซลินอยด์มาทาบกับแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์ ไส้สกรู M5 จำนวน 3 ตัว ใน

รู้พื้นฐานของวาล์วโซลินอยด์ แล้วขั้นยึดให้แน่น

2.3.26 นำตัวเก็บเสียงทั้ง 2 ตัว มาใส่ที่รูระบายลมของวาล์วโซลินอยด์

2.3.27 นำท่อ Polyethylene ต่อเชื่อมระหว่างทางออกของชุดบริการ ไปยังทางเข้าของวาล์วโซลินอยด์ ระหว่างทางออกของวาล์วโซลินอยด์ไปยังวาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางด้านลูกสูบ และระหว่างทางออกของวาล์วโซลินอยด์ไปยังวาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางด้านก้านสูบ

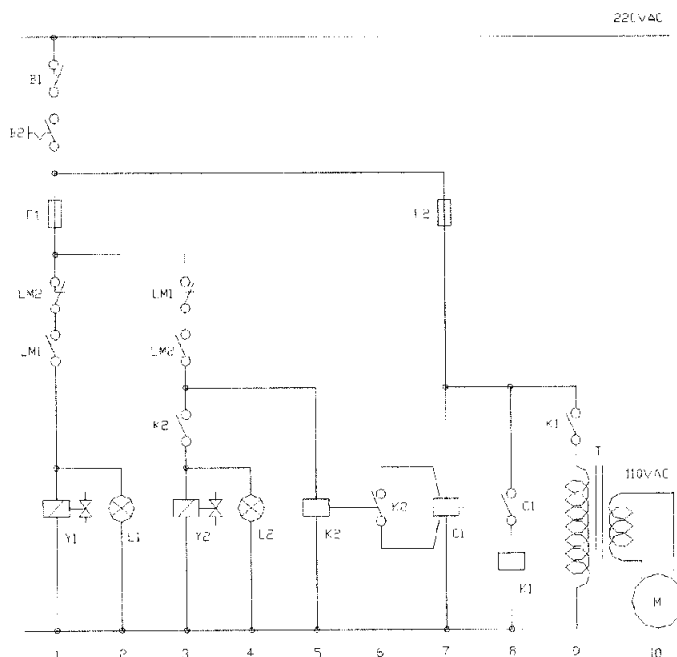
2.3.28 นำท่อ Polyurethane recoil air hose ต่อเชื่อมระหว่างทางเข้าของชุดบริการและปั๊มลม เพื่อเป็นทางเดินของลมเข้าสู่ระบบนิวแมติกส์

2.3.29 ต่อสายไฟเชื่อมโยงระหว่างระบบควบคุมการทำงานของมอเตอร์หดรอบ ระบบควบคุมการทำงานของระบบลิมิตสวิตช์ ระบบควบคุมการทำงานของวาล์วโซลินอยด์ ระบบป้องกันอันตรายเนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลมากเกินไป เพื่อควบคุมให้ระบบนิวแมติกส์ของเครื่องมือทำงานถูกต้องและมีประสิทธิภาพตามต้องการ

2.3.30 เติมน้ำมันหล่อลื่นชนิด SAE 10 ลงในตัวส่งน้ำมันหล่อลื่น (air lubricator) เพื่อใช้ในการหล่อลื่นอุปกรณ์นิวแมติกส์

2.4 การทดสอบการทำงานของเครื่องทดสอบ

เมื่อประกอบเครื่องทดสอบความทนแรงกดซ้ำคังที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์เรียบร้อยแล้ว ได้ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องทดสอบ ด้วยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องทดสอบและปั๊มลม ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานของเครื่องทดสอบได้ตาม รูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงวงจรการทำงานของเครื่องทดสอบแรงอัดซ้ำคังที่ยางพองน้ำลาเทกซ์

2.4.1 รายการอุปกรณ์

S1	Safety Switch	C1	Counter
S2	Switch	L1	Lamp1
F1,F2	Control Fuse	L2	Lamp2
LM1	Limit Switch1	T	Transformer
LM2	Limit Switch2	M	Motor
Y1	Solenoid1	NO	Normally Open
Y2	Solenoid2	NC	Normally Close
K1	Relay1	aux	Auxiliary Contact
K2	Relay2		

2.4.2 ลำดับขั้นการทำงาน

2.4.2.1 เมื่อกด Switch2 มีกระแสไฟไหลใน path7 ทำให้ Counter1 ทำงาน NO Contact ของ Counter1 ใน path8 เปลี่ยนเป็น NC Contact ทำให้ Relay1 ใน path8 ทำงาน

2.4.2.2 เมื่อ Relay1 ทำงาน NO Contact ของ Relay1 ใน path9 เปลี่ยนเป็น NC Contact ทำให้กระแสไฟไหลใน Transformer ใน path9 เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำทำให้มีกระแสไฟไหลใน path10 มอเตอร์ท่ครอบจะหมุนชุดของเฟืองโซ่ ทำให้ลูกเบี้ยวหมุน

2.4.2.3 เมื่อลูกเบี้ยวหมุนไปกด Limit Switch1 NO Contact ของ Limit Switch1 ใน path1 เปลี่ยนเป็น NC Contact aux NC Contact ของ Limit Switch1 ใน path3 เปลี่ยนเป็น NO Contact มีกระแสไฟไหลใน path1 ทำให้ Solenoid1 ทำงาน หลอดไฟ1 ใน path2 ติดสว่าง

2.4.2.4 เมื่อ Solenoid1 ทำงาน เมนวาล์วภายในวาล์วโซลินอยด์ เลื่อนและค้างตำแหน่งเป็นผลทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออก แผ่นกดที่ติดอยู่ที่ปลายของก้านสูบจะกดขึ้นทดสอบ โดยจะกดลงไป 60% ของความหนา 50 มิลลิเมตร หรือสูงจากพื้น 20 มิลลิเมตร

2.4.2.5 เมื่อลูกเบี้ยวหมุนไปกด Limit Switch2 NO Contact ของ Limit Switch2 ใน path2 เปลี่ยนเป็น NC Contact aux NC Contact ของ Limit Switch2 ใน path1 เปลี่ยนเป็น NO Contact มีกระแสไฟไหลใน path5 ทำให้ Relay2 ทำงาน NO Contact ใน path3 เปลี่ยนเป็น NC Contact มีกระแสไฟไหลใน path3 ทำให้ Solenoid2 ทำงาน หลอดไฟ2 ใน path4 ติดสว่าง ในขณะที่ path1 จะไม่มีกระแสไฟไหลผ่าน

2.4.2.6 เมื่อ Solenoid2 ทำงาน เมนวาล์วภายในวาล์วโซลินอยด์จะเลื่อนกลับสู่ตำแหน่งปกติ ก้านสูบเคลื่อนที่เข้า แผ่นกดจะเคลื่อนที่ขึ้น 20% ของความหนา 50 มิลลิเมตรหรือสูงจากพื้น 30 มิลลิเมตร ซึ่งเราสามารถควบคุมระยะเวลาเคลื่อนที่เข้าของก้านสูบ จากการชุดปรับตั้งระยะเวลาบนด้วยการหมุนสกรูทองเหลืองไปในตำแหน่งที่ต้องการ ในขณะที่เดียวกัน NO Contact ใน path6 ที่ต่ออยู่กับ Contact Point

ของ Counter1 เปลี่ยนเป็น NC Contact Counter ก็จะนับ 1

2.4.2.7 เราสามารถปรับลมที่เข้าออกกระบอกสูบให้เหมาะกับการใช้งาน ด้วยการปรับวาล์วควบคุมอัตราการไหลของลม ที่ติดอยู่กับทางเข้าออกกระบอกสูบ

2.4.2.8 เมื่อลูกเบี้ยวหมุนไปกด Limit Switch1 อีกครั้งหนึ่ง NO Contact ของ Limit Switch1 ใน path1 เปลี่ยนเป็น NC Contact และ aux NC Contact ของ Limit Switch1 ใน path3 เปลี่ยนเป็น NO Contact มีกระแสไฟไหลใน path1 ทำให้ Solenoid1 ทำงาน หลอดไฟใน path2 ติดสว่าง เมลวาล์วในวาล์วโซลินอยด์เลื่อนและค้างตำแหน่ง เป็นผลให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกอีกครั้งหนึ่ง แผ่นกดก็จะกดขึ้นทดสอบลงไป 60% ของความหนา 50 มิลลิเมตร ในขณะที่ path3,4,5 ไม่มีกระแสไฟไหลผ่าน

2.4.2.9 เมื่อลูกเบี้ยวหมุนไปกด Limit Switch2 อีกครั้งหนึ่ง มีกระแสไฟไหลใน path3,4,5 Solenoid2 ทำงานเมลวาล์วจะเลื่อนกลับสู่ตำแหน่งปกติก้านสูบเคลื่อนที่เข้า แผ่นกดจะเคลื่อนที่ขึ้น 20% ของความหนา 50 มิลลิเมตร ในขณะเดียวกัน Counter1 ก็จะนับ 2

2.4.2.10 ก้านสูบจะเคลื่อนที่เข้าออกไปเรื่อยๆ ตามการหมุนของลูกเบี้ยวที่ติดอยู่กับชุดเฟืองโซ่และมอเตอร์ทดรอบ Counter1 ก็จะนับไปเรื่อยๆ

2.4.2.11 เมื่อ Counter1 นับไปจนถึงจำนวนครั้งที่ตั้งเอาไว้ที่ 250,000 Counter1 จะตัดกระแสไฟภายในตัวของมันเอง ทำให้ NC Contact ใน path8 เปลี่ยนเป็น NO Contact ทำให้ไม่มีกระแสไฟไหลใน path9,10 มอเตอร์ทดรอบก็จะหยุดหมุน เครื่องทดสอบก็จะหยุดทำงาน

2.5 การคำนวณ

2.5.1 การคำนวณหาเฟืองโซ่

มอเตอร์ที่นำมาใช้งาน เป็นมอเตอร์ 1200/1450 rpm มีชุด Gear ที่มีการทดรอบ 120

หาอัตราทดรอบของมอเตอร์ $1450/120 = 12.08$ rpm

แต่จากการจับเวลาการหมุนของมอเตอร์มีการหมุน 12 rpm

จากความเร็วในการทดสอบที่ต้องการ 60 rpm

หาอัตราทดรอบ $60/12 = 5:1$ rpm

ถ้าใช้เฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 25 ฟันเป็นตัวขับต้องใช้เฟืองโซ่ตัวตามที่มีจำนวนฟัน 125 ฟัน

ปัจจุบันเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 125 ฟัน ไม่มีจำหน่ายในประเทศไทย

ดังนั้นจึงได้หาเฟืองโซ่ที่มีในปัจจุบันมาใช้งาน

$$5/1 = (2/1) \times (2.5/1)$$

$$\text{ถ้า } 2/1 = (2/1) \times (16/16) = 32/16$$

$$\text{และ } 2.5/1 = (2.5/1) \times (10/10) = 25/10$$

ดังนั้นเฟืองโซ่ที่นำมาใช้งาน

ใช้เฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 25 ฟัน เป็นตัวขับเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 16 ฟัน

และใช้เฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 32 ฟัน เป็นตัวขับเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 10 ฟัน

โดยให้เฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 32 ฟันและ 16 ฟัน ติดอยู่บนแกนเดียวกัน

ดังนั้นจะได้ความเร็วรอบในการทดสอบที่ 60 rpm(รอบต่อนาที) ตามต้องการ ซึ่งมีการติดตั้ง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงชุดเฟืองโซ่ของเครื่องทดสอบแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์

จากรูปที่ 2 แสดงชุดเฟืองโซ่ของเครื่องทดสอบแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ จะมีเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 25 ฟัน ยึดติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์หมุนขับเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 16 ฟัน ซึ่งเฟืองโซ่อันนี้จะติดอยู่บนแกนเดียวกับเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 32 ฟัน และเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 32 ฟันนี้จะหมุนขับเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 10 ฟัน ซึ่งยึดติดอยู่กับแกนหมุนของลูกเบี้ยว เมื่อมีการหมุนของลูกเบี้ยวก็จะไปกดปลายสัมผัสของลิ้มิตสวิทช์ให้สลับการทำงานตามที่ต้องการ 60 รอบต่อนาที สำหรับเฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน 19 ฟัน ใช้ในการประกองโซ่ให้ตึง

2.5.2 การหาแรงกดของลูกสูบ

กระบอกสูบที่นำมาใช้งาน มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ 85 มิลลิเมตร

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ} &= (3.14/4) \times (8.5)^2 \quad \text{ซม}^2 \\ &= 56.72 \quad \text{ซม}^2 \end{aligned}$$

$$\text{ความดันของลมที่นำมาใช้งาน} = 5 \quad \text{กก/ซม}^2$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น แรงกดของลูกสูบ} &= 56.72 \times 5 \quad \text{กก} \\ &= 283.6 \quad \text{กก} \end{aligned}$$

$$\text{หรือ} = 2781.3 \quad \text{นิวตัน}$$

ดังนั้น แรงกด 2781.3 นิวตัน สามารถที่กดยางพองน้ำลาเทกซ์ให้สำสารถยุบตัวได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วยางพองน้ำลาเทกซ์มีความแข็งเชิงกดที่ 40% ของความหนา 50 มิลลิเมตร ไม่เกิน 500 นิวตัน

2.5.3 การหาอัตราการใช้พลังงาน

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ} &= (3.14/4) \times (8.5)^2 \quad \text{ซม}^2 \\ &= 56.72 \quad \text{ซม}^2 \end{aligned}$$

$$\text{เครื่องทดสอบมีความต้องการของช่วงชักของลูกสูบ} = 1 \quad \text{ซม}$$

ดังนั้น ปริมาตรของกระบอกสูบ	= 56.72×1	ซม^3
	= 56.72 ซม^3 ที่ความดันลม 5 กก/ซม ² /ซม	
ดังนั้น มีอัตราการสิ้นเปลืองลม	= 56.72×60	$\text{ซม}^3/1\text{นาท}$
	= 3403.2	$\text{ซม}^3/1\text{นาท}$
ปั๊มลมที่นำมาใช้งานมีปริมาตรของถัง 0.23 ม ³	= 0.23×1000	ซม^3
	= 230	ซม^3
ดังนั้น ใน 1 ชม. มีการปั๊มลมเข้าถังเก็บ	= $230/56.72$	ครั้ง
	= 4.055	ครั้ง

2.6 การควบคุมคุณภาพของเครื่องมือทดสอบ

2.6.1 **ระยะช่วงชักของแผ่นกด** ตาม มอก.1425-2540 กำหนดให้ใช้ขึ้นทดสอบที่มีความหนา 50 มิลลิเมตร มิลลิเมตร มีระยะช่วงชักของแผ่นกดกดความหนาของขึ้นทดสอบให้ลดลงต่ำสุดร้อยละ 60 ดังนั้นแผ่นกดจะมีความสูงจากแผ่นฐานส่วนล่าง 20 มิลลิเมตร และเมื่อแผ่นกดเคลื่อนที่ขึ้นสูงสุดของความหนาขึ้นทดสอบร้อยละ 40 แผ่นกดจะมีความสูงจากแผ่นส่วนล่าง 30 มิลลิเมตร จึงได้ทำการสอบเทียบความถูกต้องของระยะของช่วงชักของแผ่นกด ด้วยการใช้นิวเคลียสคาลิปเปอร์ ขนาด 0-200 มิลลิเมตร ซึ่งได้ผ่านการสอบเทียบความถูกต้องแล้ว และได้ผลการสอบเทียบตามภาคผนวก ง เป็นเครื่องมือถ้ายระยะให้กับไม้บรรทัดที่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 0-150 มิลลิเมตร วัดระยะของช่วงชักของแผ่นกด สาเหตุที่ไม่สามารถใช้นิวเคลียสคาลิปเปอร์ วัดระยะของช่วงชักของแผ่นกดได้โดยตรง เนื่องจากระยะห่างระหว่างแผ่นฐานส่วนล่างและแผ่นฐานส่วนบนมีความยาวเท่ากับความยาวของเสาที่ 196 มิลลิเมตร จึงไม่สามารถนำนิวเคลียสคาลิปเปอร์ ที่มีใช้งานอยู่เข้าไปวัดโดยตรงได้

2.6.2 **ขนาดของแผ่นกด** ได้ทำการสอบเทียบขนาดของแผ่นกด ด้วยการใช้นิวเคลียสคาลิปเปอร์ ขนาด 0-450 มิลลิเมตร ซึ่งได้ผ่านการสอบเทียบความถูกต้องแล้ว และได้ผลการสอบเทียบตามภาคผนวก ง

2.6.3 **อัตราเร็วในการกด** ได้ทำการตรวจสอบอัตราเร็วในการกด ด้วยการจับเวลาจำนวนครั้งในการกดจากตัวนับ ซึ่งผลการตรวจสอบเป็นไปตามข้อกำหนดที่ 60 ครั้งต่อนาที

2.6.4 **เครื่องทดสอบแรงกด** ได้ทำการสอบเทียบความถูกต้องของเครื่องทดสอบแรงกด ซึ่งได้ผลการสอบเทียบ ตามภาคผนวก ง

2.7 ต้นทุนในการสร้างเครื่องทดสอบ

2.7.1 ค่าอุปกรณ์

ค่าอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องทดสอบความทนแรงกดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ มีดังนี้

2.7.1.1 แผ่นฐานส่วนล่าง,บน และเสา	5,100	บาท
-----------------------------------	-------	-----

2.7.1.2	แผ่นกดและชุดยึดแป้นกด	6,400	บาท
2.7.1.3	ชุดปรับตั้งระยะกด	1,600	บาท
2.7.1.4	ชุดไกด์โพสท์	2,300	บาท
2.7.1.5	กระบอกกลม	1,800	บาท
2.7.1.6	ชุดบริการ	1,800	บาท
2.7.1.7	ตัวเก็บเสียง	90	บาท
2.7.1.8	วาล์ว 5/2 โซลินอยด์	3,050	บาท
2.7.1.9	วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียว	580	บาท
2.7.1.10	มอเตอร์หดรอบ	500	บาท
2.7.1.11	ลิมิตสวิตช์	680	บาท
2.7.1.12	สวิตช์แบบลูกศร, หลอดไฟ, ชุดฟิวส์	260	บาท
2.7.1.13	รีเลย์	430	บาท
2.7.1.14	ตัวนับ	3,800	บาท
2.7.1.15	เฟืองโซ่และโซ่	1,450	บาท
2.7.1.16	ท่อและสายลม	280	บาท
2.7.1.17	ข้อต่อลม	110	บาท
2.7.1.18	อื่นๆ	1,200	บาท
	รวมค่าอุปกรณ์	31,430	บาท

2.7.2 ค่าเครื่องจักรและค่าไฟฟ้า

2.7.2.1 เครื่องกัดโลหะชนิดควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

เครื่องกัดโลหะชนิดควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ราคา 2,200,000 บาท

$$\text{คิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง} = \frac{2,200,000}{5 \times 12 \times 22 \times 8} = 208.33 \text{ บาท/ชม.}$$

(ที่ 5 ปี / 22 วัน/เดือน วันละ 8 ชม.)

กำลังไฟฟ้า 16 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้า 3 บาท/ยูนิต

$$\text{คิดค่าไฟฟ้า} = 16 \times 3 = 48 \text{ บาท/ชม.}$$

ใช้เครื่องกัดโลหะชนิดควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ทำงาน 12 ชม. เป็นเงิน

$$= 12 \times (208.33 + 48) = 3,075.96 \text{ บาท}$$

2.7.2.2 เครื่องกัดโลหะแนวตั้ง

เครื่องกัดโลหะแนวตั้ง ราคา 609,900 บาท

$$\begin{aligned} \text{คิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง} &= \frac{609,900}{5 \times 12 \times 22 \times 8} = 57.75 \text{ บาท/ชม.} \\ \text{(ที่ 5 ปี / 22 วัน/เดือน วันละ 8 ชม.)} & \\ \text{กำลังไฟฟ้า 3 กิโลวัตต์} & \\ \text{ค่าไฟฟ้า 3 บาท/ยูนิท} & \\ \text{คิดค่าไฟฟ้า} &= 3 \times 3 = 9 \text{ บาท/ชม.} \\ \text{ใช้เครื่องกัดโลหะแนวตั้งทำงาน 40 ชม. เป็นเงิน} & \\ &= 40 \times (57.75+9) = 2,670 \text{ บาท} \end{aligned}$$

2.7.2.3 เครื่องกลึง

$$\begin{aligned} \text{เครื่องกลึง ราคา 535,000 บาท} & \\ \text{คิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง} &= \frac{535,000}{5 \times 12 \times 22 \times 8} = 50.66 \text{ บาท/ชม.} \\ \text{(ที่ 5 ปี / 22 วัน/เดือน วันละ 8 ชม.)} & \\ \text{กำลังไฟฟ้า 1.3 กิโลวัตต์} & \\ \text{ค่าไฟฟ้า 3 บาท/ยูนิท} & \\ \text{คิดค่าไฟฟ้า} &= 1.3 \times 3 = 3.9 \text{ บาท/ชม.} \\ \text{ใช้เครื่องกลึงทำงาน 16 ชม. เป็นเงิน} & \\ &= 16 \times (50.66+3.9) = 872.96 \text{ บาท} \\ \text{รวมค่าเครื่องจักรและค่าไฟฟ้า} &= 3,075.96+2,670+872.96 \text{ บาท} \\ &= 6,618.92 \text{ บาท} \end{aligned}$$

2.7.3 ค่าแรง

$$\begin{aligned} \text{นักวิทยาศาสตร์ 6 ว. 1 คน} &= 16,560 \text{ บาท/เดือน} \\ \text{ลูกจ้างชั่วคราว 1 คน} &= 5,700 \text{ บาท/เดือน} \\ \text{รวมค่าแรง} &= 16,560+5,700 \text{ บาท/เดือน} \\ &= 22,260 \text{ บาท/เดือน} \\ \text{คิดค่าแรงต่อชั่วโมง} &= \frac{22,260}{22 \times 8} = 126.47 \text{ บาท/ชม.} \\ \text{รวมเวลาทำงาน} &= 12+40+16 = 68 \text{ ชม.} \\ \text{รวมค่าแรง} &= 68 \times 126.47 = 8,599.96 \text{ บาท} \end{aligned}$$

2.7.4 ค่ามีดกัด (cutting tools) = 4,160 บาท

$$\begin{aligned} \text{รวมต้นทุนในการสร้างเครื่องทดสอบ} &= \text{ค่าอุปกรณ์} + \text{ค่าเครื่องจักรและค่าไฟฟ้า} + \text{ค่าแรง} + \text{ค่ามีดกัด} \\ &= 31,430 + 6,618.92 + 8,599.96 + 4,160 = 50,808.88 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ดังนั้นต้นทุนในการสร้างเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ ราคาเครื่องละ

ประมาณ 50,808 บาท

บทที่ 3

ผลการดำเนินงาน

เมื่อสร้างเครื่องทดสอบความทนแรงกดซ้ำที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้นำเครื่องทดสอบมาทำการทดสอบขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ ที่ใช้ทำที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ ซึ่งมีดัชนีความแข็งเชิงกตต่างๆ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ มอก.1425-2540 กำหนด ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้

3.1 การทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ 1

เครื่องมือ เครื่องทดสอบแรงอัดซ้ำที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ (ภาคผนวก ค.รูปที่ 1)

นำขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ กว้าง $380 \text{ มิลลิเมตร} + \frac{20}{0} \text{ มิลลิเมตร}$ ยาว $380 \text{ มิลลิเมตร} + \frac{20}{0} \text{ มิลลิเมตร}$ หนา $50 \text{ มิลลิเมตร} + \frac{2}{0} \text{ มิลลิเมตร}$ มีผิวด้านบนและด้านล่างขนานกันจำนวน 2 ชั้น วางขึ้นทดสอบบนแผ่นฐานส่วนล่างของเครื่องทดสอบโดยให้แผ่นกดอยู่บริเวณกึ่งกลางขึ้นทดสอบ เดินเครื่องทดสอบให้กดขึ้นตัวอย่างด้วยความเร็ว 60 ครั้งต่อนาที ปรับระยะช่วงชักของแผ่นกดให้อยู่ในช่วงร้อยละ 20 ของความหนาของขึ้นทดสอบ โดยมีตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดของแผ่นกดกตที่ความหนาร้อยละ 40 และร้อยละ 60 จากผิวบนของขึ้นทดสอบตามลำดับ เป็นจำนวน 240 ครั้ง โดยอ่านจำนวนครั้งจากตัวนับของเครื่องมือ นำขึ้นทดสอบออกจากเครื่องทดสอบ

3.2 การทดสอบหาความหนาและความแข็งเชิงกตครั้งที่ 1

เครื่องมือ เครื่องทดสอบแรงกด (ภาคผนวก ค.รูปที่ 2)

นำขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ผ่านการทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ 1 ปล่อยให้ตั้งไว้เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกด ที่มีแผ่นกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $200 + \frac{3}{0} \text{ มิลลิเมตร}$ และมีรัศมีความโค้งของขอบล่าง $1.0 + \frac{0.5}{0} \text{ มิลลิเมตร}$ เดินเครื่องทดสอบแรงกดให้แผ่นกดกดลงบนขึ้นทดสอบ โดยให้น้ำหนักกด $5 \text{ นิวตัน} - \frac{2}{0} \text{ นิวตัน}$ ให้เครื่องบันทึกค่าความหนา ความหนาที่ได้เป็นความหนาเริ่มต้น เพิ่มแรงกดให้ความหนาของขึ้นทดสอบลดลงร้อยละ $70 \pm \text{ ร้อยละ } 2.5$ ของความหนาเริ่มต้นด้วยความเร็ว 100 มิลลิเมตรต่อนาที แล้วคลายแรงกดด้วยอัตราความเร็วเดิม ปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้อีก 2 ครั้ง แล้วเพิ่มแรงกดให้ความหนาของขึ้นทดสอบลดลงร้อยละ $40 \pm \text{ ร้อยละ } 1$ ของความหนาเริ่มต้นด้วยอัตราเร็ว 100 มิลลิเมตรต่อนาที $\pm 20 \text{ มิลลิเมตรต่อนาที}$ ปล่อยให้ค้างไว้เป็นเวลา 30 วินาที $\pm 1 \text{ วินาที}$ ให้เครื่องบันทึกค่าดัชนีความแข็งเชิงกต

3.3 การทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ 2

นำขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ผ่านการทดสอบหาความหนาและดัชนีความแข็งเชิงกตครั้งที่ 1 มาทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำที่ต่อจนครบ 250,000 ครั้ง แล้วนำขึ้นทดสอบออกจาก

เครื่องทดสอบ

3.4 การทดสอบหาความหนาและความแข็งเชิงกดครั้งที่ 2

นำชิ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ผ่านการทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ 2 ปล่อยให้ตั้งไว้เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปทดสอบหาความหนาและดัชนีความแข็งเชิงกดที่ความหนาลดลงร้อยละ $40 \pm$ ร้อยละ 1 ด้วยเครื่องทดสอบแรงกด ให้เครื่องบันทึกค่าความหนาและดัชนีความแข็งเชิงกด

3.5 การคำนวณ

3.5.1 คำนวณหาค่าดัชนีความแข็งเชิงกดที่เปลี่ยนไป

$$H = \frac{H_1 - H_2}{H_1} \times 100$$

เมื่อ H คือ ดัชนีความแข็งเชิงกดที่เปลี่ยนไป เป็นร้อยละ

H_1 คือ ดัชนีความแข็งเชิงกดที่ความหนาลดลงร้อยละ $40 \pm$ ร้อยละ 1 เมื่อกดขึ้นทดสอบแล้ว 240 ครั้ง เป็นนิวตัน

H_2 คือ ดัชนีความแข็งเชิงกดที่ความหนาลดลงร้อยละ $40 \pm$ ร้อยละ 1 หลังจากทดสอบครบ 250000 ครั้ง เป็นนิวตัน

3.5.2 คำนวณหาค่าความหนาที่เปลี่ยนไป

$$T = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100$$

เมื่อ T คือ ความหนาที่เปลี่ยนไป เป็นร้อยละ

t_1 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบที่ลดลงร้อยละ 5 เป็นมิลลิเมตร

t_2 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบภายหลังทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

จากการใช้เครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่สองของยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ได้สร้างขึ้น ทดสอบตัวอย่างยางพองน้ำลาเทกซ์จำนวน 11 ตัวอย่าง ในรายการความแรงอัดซ้ำครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการเร่งสภาวะการเสื่อมสภาพของยางพองน้ำลาเทกซ์ แล้วใช้เครื่องทดสอบแรงกดในการหาดัชนีความแข็งเชิงกดและความหนา เมื่อทำการคำนวณหาค่าความเปลี่ยนแปลง จะได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดสอบความแข็งแรงเชิงกลและความหนาความหนาที่เปลี่ยนไป ของยางพองน้ำลาเทกซ์

หมายเลข ปฏิบัติการ	ดัชนีความแข็งแรงเชิงกล นิวตัน	ความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่			
		ดัชนีความแข็งแรงเชิงกลลดลง,ร้อยละ		ความหนาเปลี่ยนแปลงไป,ร้อยละ	
		ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2
UU.577	369.5	9.92	9.90	0.34	0.33
UU.879	169.7	9.89	9.85	0.29	0.29
VD.248	303.2	9.78	9.80	0.27	0.28
VD.249	335.2	9.95	9.98	0.32	0.34
VD.420	143.7	9.60	9.59	0.24	0.24
VF.919	151.1	9.95	9.98	0.26	0.27
VH.702	162.0	9.52	9.54	0.31	0.32
VH.703	265.2	9.85	9.81	0.25	0.25
VL.463	171.5	9.86	9.88	0.29	0.30
VK.490	357.5	9.59	9.57	0.28	0.27
VK.491	245.5	9.84	9.80	0.30	0.29

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบของยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ใช้ทำที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ จำนวน 11 ตัวอย่าง ในรายการความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่โดยใช้เครื่องทดสอบที่ได้สร้างขึ้น แล้วนำไปหาค่าดัชนีความแข็งแรงเชิงกลและความหนาที่เปลี่ยนไปด้วยเครื่องทดสอบแรงกด ผลการทดสอบปรากฏว่าชิ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ ทั้ง 11 ตัวอย่าง ซึ่งมีดัชนีความแข็งแรงเชิงกลต่างๆกัน สามารถนำมาทดสอบด้วยเครื่องทดสอบที่สร้างขึ้นได้ โดยเครื่องทดสอบทำงานได้อย่างดีมีประสิทธิภาพ

ผลการทดสอบชิ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ ทั้ง 11 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ มอก.1425-2540 กำหนด ทุกตัวอย่าง ซึ่งตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ยางพองน้ำลาเทกซ์ มีดัชนีความแข็งแรงเชิงกลจะลดลงจากเดิมได้ไม่เกินร้อยละ 20 และความหนาจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้ไม่เกินร้อยละ 5 ดังนั้นชิ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ ทั้ง 11 ตัวอย่าง จึงผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ มอก.1425-2540 ในรายการความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่

บทที่ 4 วิจารณ์ผล

จากการสร้างเครื่องทดสอบแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ เพื่อให้สามารถนำไปทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ ที่ใช้ทำที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ รายการความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ได้ตาม มอก.1425-2540 ได้ เมื่อได้ประกอบเครื่องทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงได้ทำการทดสอบการทำงาน เครื่องทดสอบสามารถทำงานได้ จึงได้ตรวจสอบความถูกต้องของระยะช่วงชักของแผ่นกดให้อยู่ในช่วงร้อยละ 20 ของความหนาขึ้นทดสอบที่ 50 มิลลิเมตร + 2 มิลลิเมตร โดยให้มีตำแหน่งสูงสุดและตำแหน่งต่ำสุดของแผ่นกดกตที่ความหนาร้อยละ 40 และร้อยละ 60 จากผิวบนของขึ้นทดสอบอีกครั้ง ปรากฏว่าในตำแหน่งที่แผ่นกดกดลงมาสูงสุด เมื่อใช้ไม้บรรทัดที่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิมซึ่งได้ถ่ายระยะความถูกต้องมาจากเวอร์เนียที่ได้รับการสอบเทียบแล้ว วัดระยะจากผิวด้านบนของแผ่นฐานส่วนล่างจนถึงผิวด้านล่างของแผ่นกดได้ 20 มิลลิเมตร เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด และที่ตำแหน่งแผ่นกดกดต่ำสุดซึ่งตำแหน่งนี้มีเสาชของชุดปรับตั้งระยะส่วนล่างและสกรูของเหลือของชุดปรับตั้งระยะส่วนบนควบคุมระยะกตต่ำของแผ่นกด เมื่อหมุนสกรูของเหลือลงมาจนสุดเกลียวแล้ว ได้ใช้ไม้บรรทัดทำการวัดระยะจากผิวด้านบนของแผ่นฐานส่วนล่างจนถึงผิวด้านล่างของแผ่นกดได้ 29.5 มิลลิเมตร ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด จึงได้ทำการแก้ไขด้วยการปาดผิวด้านสัมผัสส่วนปลายของสกรูของเหลือออก 0.5 มิลลิเมตร แล้วได้ทำการตรวจสอบระยะใหม่สามารถวัดได้ 30 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด เมื่อทดสอบการทำงานได้เป็นระยะเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ลูกเบี้ยวซึ่งทำหน้าที่กดส่วนปลายของลิ้มิตสวิทซ์ได้ติดขัดกับส่วนปลายของลูกเบี้ยวเครื่องทดสอบจึงหยุดทำงาน สาเหตุเนื่องมาจากสกรูที่ขันยึดติดกับลิ้มิตสวิทซ์กับแผ่นยึดเกิดการคลอนขึ้น จึงได้ทำการแก้ไขด้วยการทำแผ่นยึดลิ้มิตสวิทซ์ขึ้นใหม่โดยใช้วัสดุที่ดีขึ้นกว่าเดิมแล้ว ได้ทดสอบการทำงานอีกครั้ง ปรากฏว่าเครื่องทดสอบสามารถทำงานได้ดี เมื่อนำเครื่องทดสอบมาทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ เครื่องทดสอบสามารถทำงานได้อย่างดีมีประสิทธิภาพ

บทที่ 5

สรุปผล

เครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย โครงสร้างของเครื่องใช้สำหรับรองรับขึ้นทดสอบและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ระบบนิวแมติกส์จะทำหน้าที่ให้แผ่นกดเคลื่อนที่ขึ้นลงเพื่อกดขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ให้อยู่ในช่วงร้อยละ 20 ของความหนาขึ้นทดสอบ มีความเร็วในการกด 60 ครั้งต่อนาที และระบบไฟฟ้าจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ให้เป็นไปตามความต้องการ

เครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ที่สร้างขึ้นนี้สามารถใช้ทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ ที่ใช้ทำที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ ได้ทุกดัชนีความแข็งเชิงกด ผลการทดสอบขึ้นทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์ ทั้ง 11 ตัวอย่าง มีค่าดัชนีความแข็งเชิงกดลดลงจากเดิมสูงสุดที่ร้อยละ 9.98 มีความแข็งเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมสูงสุดร้อยละ 0.34 เป็นไปตามมาตรฐานเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ กำหนดทุกตัวอย่าง ซึ่งตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ยางพองน้ำลาเทกซ์ มีดัชนีความแข็งเชิงกดจะลดลงจากเดิมได้ไม่เกินร้อยละ 20 และความหนาจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้ไม่เกินร้อยละ 5 ดังนั้นจะเห็นได้ว่ายางพองน้ำลาเทกซ์ ที่ใช้ทำที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ มีการเสื่อมสภาพเนื่องจากความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ค่อนข้างน้อย

จากการใช้เครื่องทดสอบความทนแรงกดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ที่ได้สร้างขึ้นนี้ ภายหลังจากได้ประกอบเครื่องทดสอบเรียบร้อยแล้ว ได้ทดสอบการทำงานเพื่อหาข้อบกพร่อง เมื่อทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้วให้สามารถใช้งานได้ดี เมื่อนำไปทดสอบยางพองน้ำลาเทกซ์สามารถให้ทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็น ไปตามวัตถุประสงค์ ไม่มีข้อบกพร่องใดๆ สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกและแข็งแรงทนทาน ซึ่งในขณะนี้เครื่องทดสอบดังกล่าวได้ติดตั้งใช้งานเพื่อทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์ ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ อยู่ที่โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม ภาควิทยาศาสตร์ บริการ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำผลงานขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาที่ให้การสนับสนุน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานด้านสอบเทียบเครื่องมือวัดวิเคราะห์ในการช่วยเหลือและแนะนำในการจัดทำอุปกรณ์ และการสอบเทียบความถูกต้องของเครื่องมือวัด

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์. มอก. 1425-2540. หน้า 5-7.
2. ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. นิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2544, หน้า 21-81.
3. ธานีรินทร์ เลพานนท์. อุตสาหกรรมการผลิตยางพองน้ำธรรมชาติ. วารสารกสิกร, มีนาคม, 2522, ปีที่ 52, เล่ม 3, หน้า 149-159.
4. พายัพ นามประเสริฐ. การทำผลิตภัณฑ์ยางจากน้ำยางชั้น โดยวิธีจุ่ม. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ. พฤษภาคม, 2534, ปีที่ 39, ฉบับที่ 126, หน้า 7-10
5. พรจิต ประทุมสุวรรณ. การควบคุมนิวเมติกส์. เรือนแก้วการพิมพ์ ถ.อรุณอัมรินทร์ บางกอกน้อย กรุงเทพฯ, 2521, หน้า 17-86.
6. สมเกียรติ พึ่งอาตม์. อินดักชั่นมอเตอร์. โรงพิมพ์อักษรประเสริฐ ถ.จักรพรรดิพงษ์ แม้นศรี กรุงเทพฯ, 2516, หน้า 400-401.
7. อินเตอร์ทูลเทคโนโลยี. ชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ. [ม.ป.ท], 2539/2540, หน้า 3.
8. เอ็ม.เอส.ฟลูอิด. CYLINDER AND OTHER. [ม.ป.ท., ม.ป.ป.], หน้า 4-25.

ภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก.	37
ภาคผนวก ข.	38
ภาคผนวก ค.	65
ภาคผนวก ง.	68

ภาคผนวก ก.
การทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ ตามมอก.1425-2540

มอก. 1425-2540

10.5.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

สุ่มตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 50 มิลลิเมตร \pm 1 มิลลิเมตร หนา 25 มิลลิเมตร \pm 1 มิลลิเมตร โดยใช้ความกว้างและความยาวเป็น 2 เท่าของความหนา และมีระนาบของผิวด้านบนและด้านล่างขนานกัน จำนวน 5 ชิ้น

10.5.3 วิธีทดสอบ

10.5.3.1 ใช้เครื่องวัด วัดความหนาของชิ้นทดสอบ ในแนวตั้งฉากกับระนาบทั้งสองของชิ้นทดสอบ 3 ตำแหน่ง โดยไม่ให้มีแรงกด แล้วหาค่าเฉลี่ยความหนาของชิ้นทดสอบ (t_1)

10.5.3.2 วางชิ้นทดสอบไว้บริเวณกึ่งกลางระหว่างแผ่นระนาบของเครื่องกด เลื่อนแผ่นระนาบทั้งสองเข้าหากัน จนกระทั่งชิ้นทดสอบมีความหนาลดลงร้อยละ 50 ของความหนาเดิม ปลดยंत्रังไว้ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส \pm 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 \pm ร้อยละ 5 เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

10.5.3.3 นำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องกด ปลดยंत्रังชิ้นทดสอบให้คืนตัวไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดความหนาของชิ้นทดสอบ (t_2)

10.5.4 วิธีคำนวณ

คำนวณหาค่าการยุบตัวเนื่องจากแรงอัด จากสูตร

$$C = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100$$

เมื่อ C คือ การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด เป็นร้อยละ

t_1 คือ ความหนาเริ่มต้นของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

t_2 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบหลังการทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

10.5.5 การรายงานผล

ให้รายงานผลทุกค่า

10.6 การทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่

10.6.1 เครื่องมือ

10.6.1.1 เครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของที่นอน ประกอบด้วยเป็นกดรูปสี่เหลี่ยมกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร ซึ่งติดอยู่กับแกนที่สามารถปรับช่วงชักได้

10.6.1.2 แผ่นรองรับชิ้นทดสอบที่มีผิวหน้าเรียบและแข็ง มีขนาดใหญ่กว่าชิ้นทดสอบและมีรูระบายอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร แต่ละรูห่างกัน 15 มิลลิเมตร

10.6.1.3 เครื่องวัดความหนาที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร

10.6.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

สุ่มตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบกว้าง 380 มิลลิเมตร \pm 20 มิลลิเมตร ยาว 380 มิลลิเมตร \pm 20 มิลลิเมตร หนา 50 มิลลิเมตร \pm 2 มิลลิเมตร และมีระนาบของผิวด้านบนและด้านล่างขนานกันจำนวน 2 ชิ้น

10.6.3 วิธีทดสอบ

10.6.3.1 ใช้เครื่องวัด วัดความหนาของชิ้นทดสอบตามข้อ 10.5.3.1

ภาคผนวก ข.

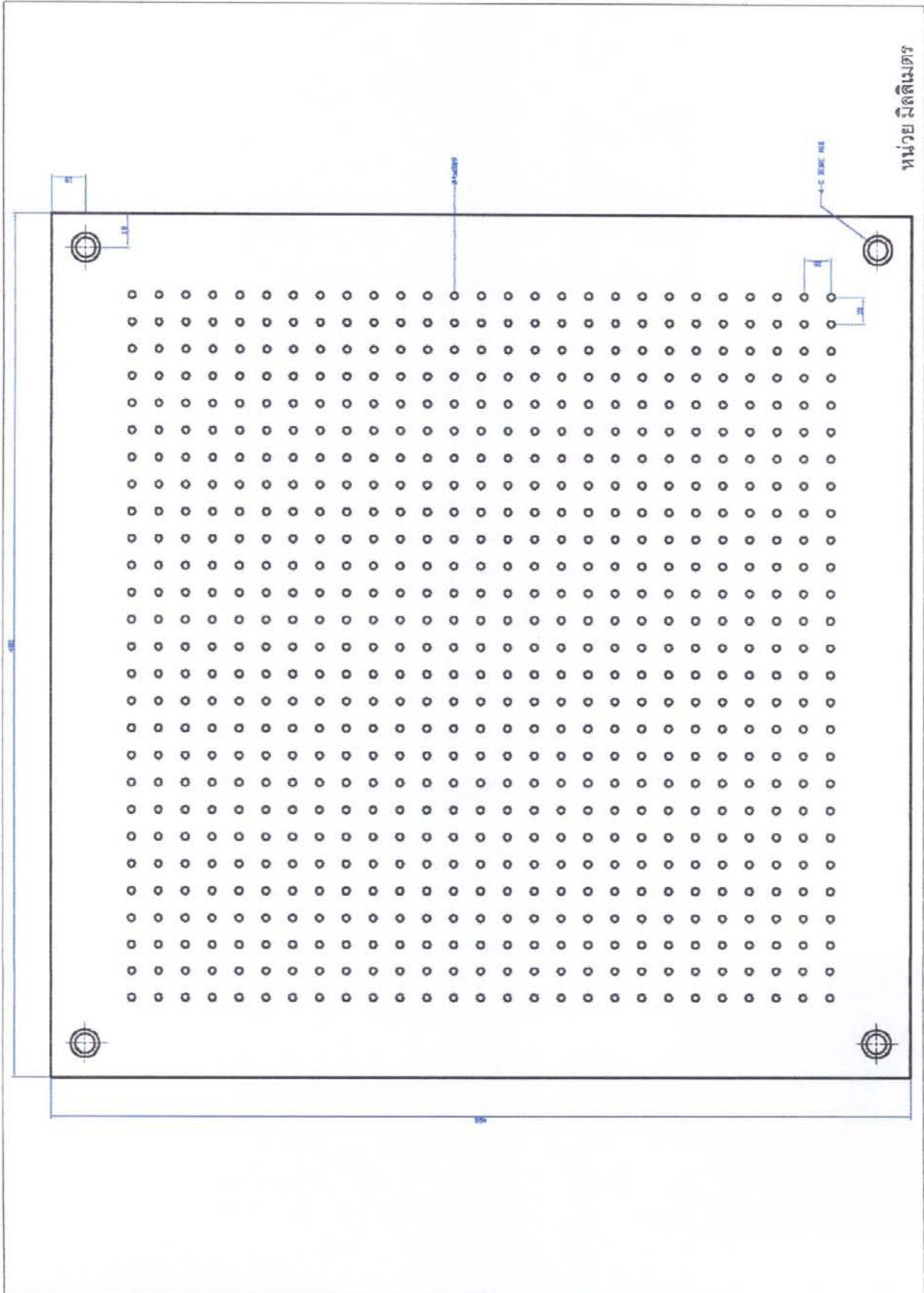
รูปเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์

	หน้า
รูปที่ 1 เครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำครั้งที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์	39
รูปที่ 2 แสดงแผ่นฐานส่วนล่าง	40
รูปที่ 3 แสดงเสา	41
รูปที่ 4 แสดงแผ่นฐานส่วนบน	42
รูปที่ 5 แสดงแผ่นกด	43
รูปที่ 6 แสดงแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์	44
รูปที่ 7 แสดงแผ่นติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า	45
รูปที่ 8.1,8.2 แสดงชุดปรับตั้งระยะกด	46
รูปที่ 9 แสดงชุดไคด์โพสท์	47
รูปที่ 10 ปีมล	48
รูปที่ 11 ชุดบริการ	49
รูปที่ 12 ตัวกรองอากาศ	50
รูปที่ 13 วาล์วควบคุมความดัน	51
รูปที่ 14 ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่น	52
รูปที่ 15 เกจวัดความดัน	53
รูปที่ 16 ตัวเก็บเสียง	54
รูปที่ 17 ท่อทางเดินของลมอัด	55
รูปที่ 18 กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง	56
รูปที่ 19 วาล์ว 5/2 โซลินอยด์เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วทั้งสองด้าน	57
รูปที่ 20 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียว	58
รูปที่ 21 สวิตช์	59
รูปที่ 22 ลิ้มิตสวิตช์	60
รูปที่ 23 รีเลย์	61
รูปที่ 24 ตัวนับแบบตั้งจำนวนนับได้	62
รูปที่ 25 มอเตอร์ทรอบ	63-64

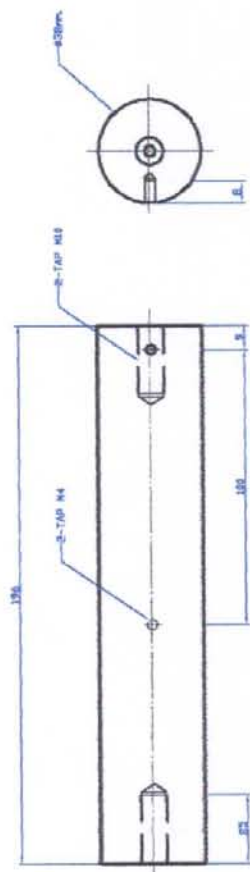


รูปที่ 1 เครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ยางพองน้ำลาเทกซ์

เครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ยางพองน้ำลาเทกซ์ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นโครงสร้างของเครื่องทดสอบคือ แผ่นฐานส่วนล่าง เสา แผ่นฐานส่วนบน แผ่นกด ชุดปรับตั้งระยะกด ชุดไกด์โพสท์ แผ่นติดตั้งอุปกรณ์นิวแมติกส์ แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์คือ บีมลม ชุดบริการ ตัวเก็บเสียง ท่อทางเดินของลมอัด กระจบอกสูบลูกชิ้นทำงานสองทิศทาง วาล์ว 5/2 โซลินอยด์ เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วทั้งสองด้าน วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียว ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าคือ สวิตช์ ลิมิตสวิตช์ รีเลย์ ตัวนับแบบตั้งจำนวนนับได้ มอเตอร์ทอรอบ

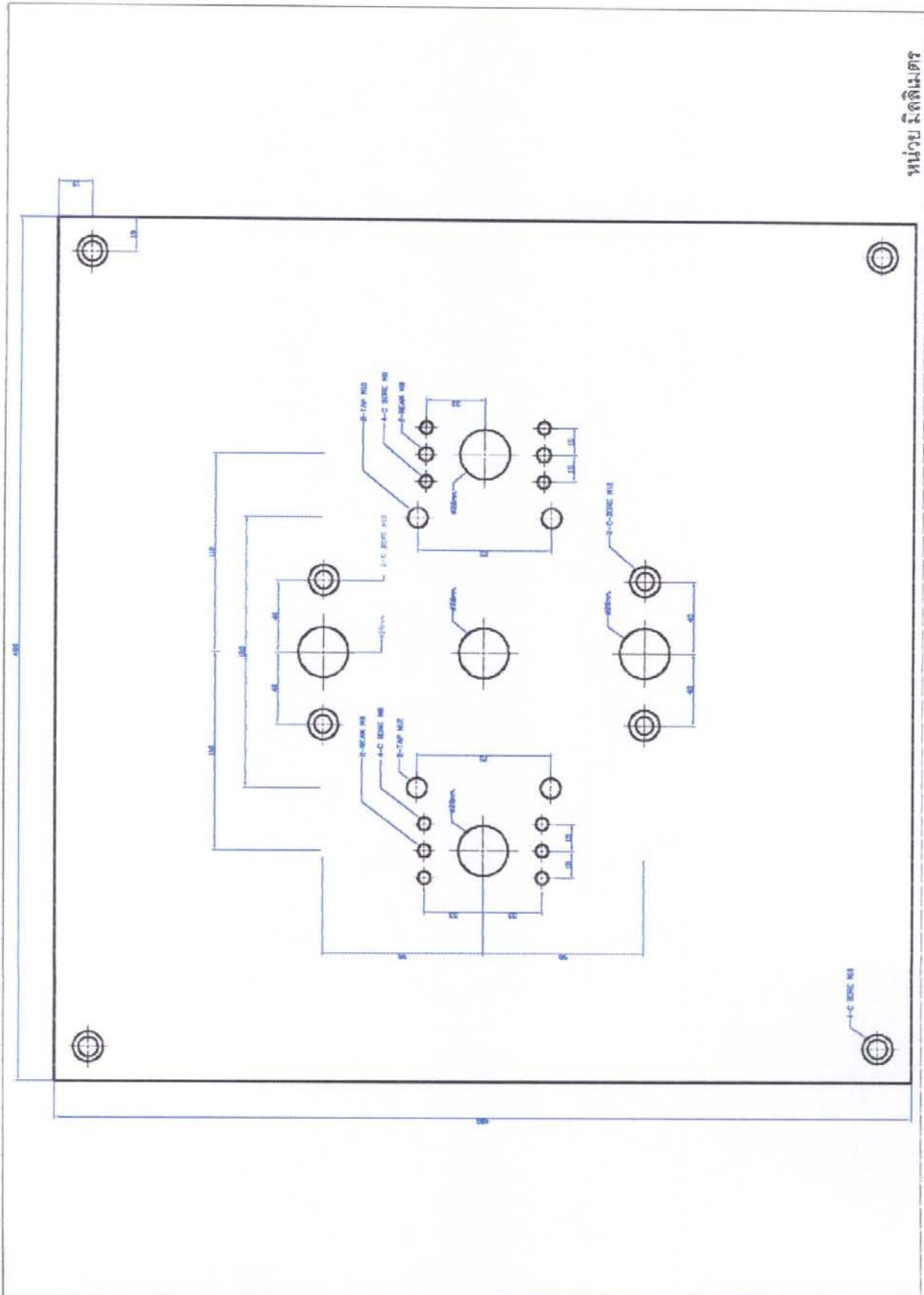


รูปที่ 2 แสดงแผ่นฐานส่วนล่าง ทำด้วยแผ่นเหล็กขนาด 480x480x16 มม. เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M10 จำนวน 4 รู เจาะรู M4 จำนวน 289 รู



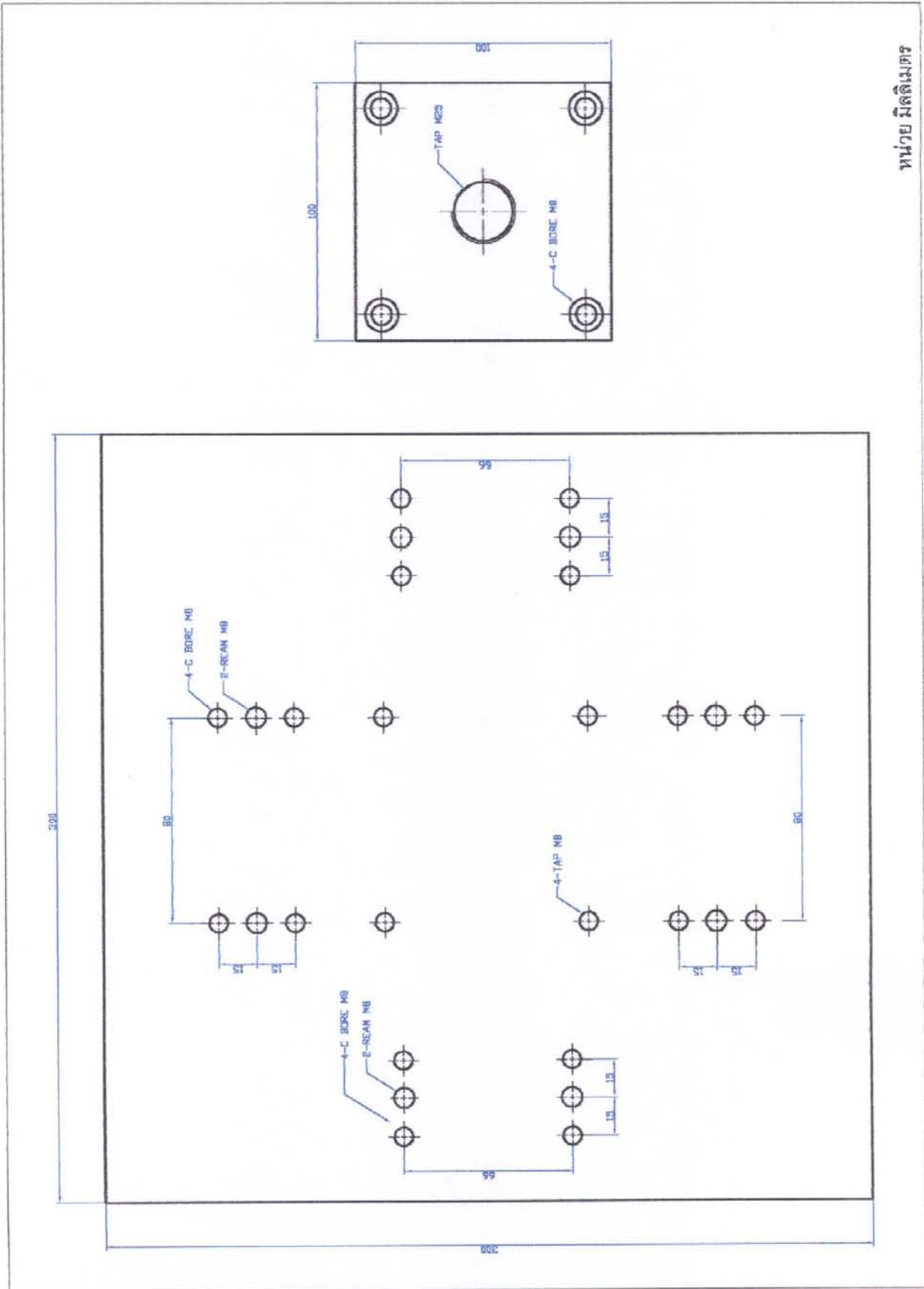
หน่วย มิลลิเมตร

รูปที่ 3 แสดงเสา ทำด้วยแท่งเหล็กกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มม. ยาว 196 มม. เจาะรูและทำเกลียว M10 จำนวน 2 รู เจาะรูและทำเกลียว M4 จำนวน 2 รู



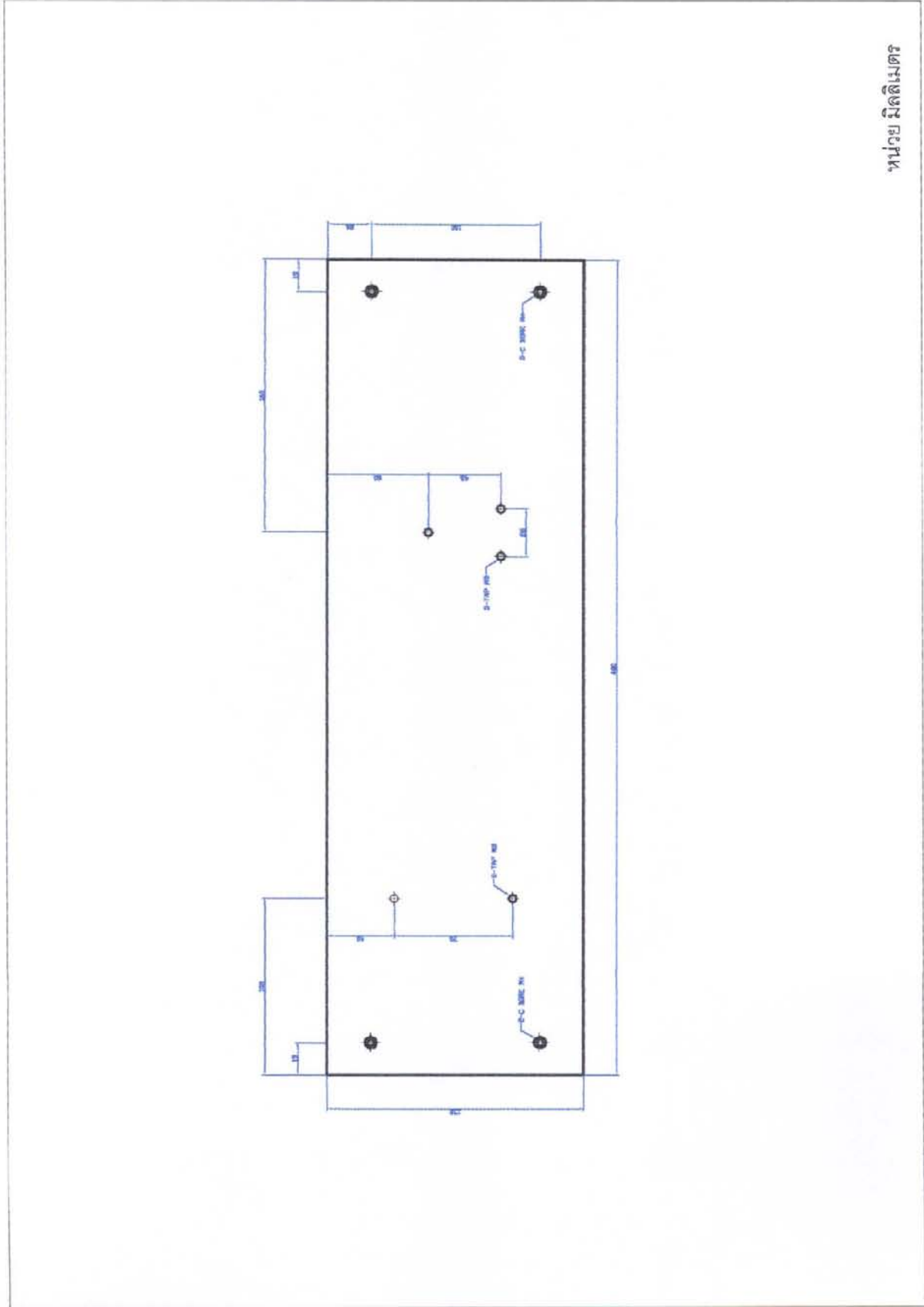
หน่วย มิติเมตร

รูปที่ 4 แสดงแผนฐานส่วนบน ทำด้วยแผ่นเหล็กขนาด 480x480x16 มม. เจาะรูและคว้านส่วนบนของรู M10 จำนวน 8 รู เจาะรู 28 มม. จำนวน 5 รู เจาะรูและทำเกลียว M12 จำนวน 4 รู เจาะรูและทำเกลียว M8 จำนวน 8 รู เจาะรูและทำรูให้กลม M8 จำนวน 4 รู

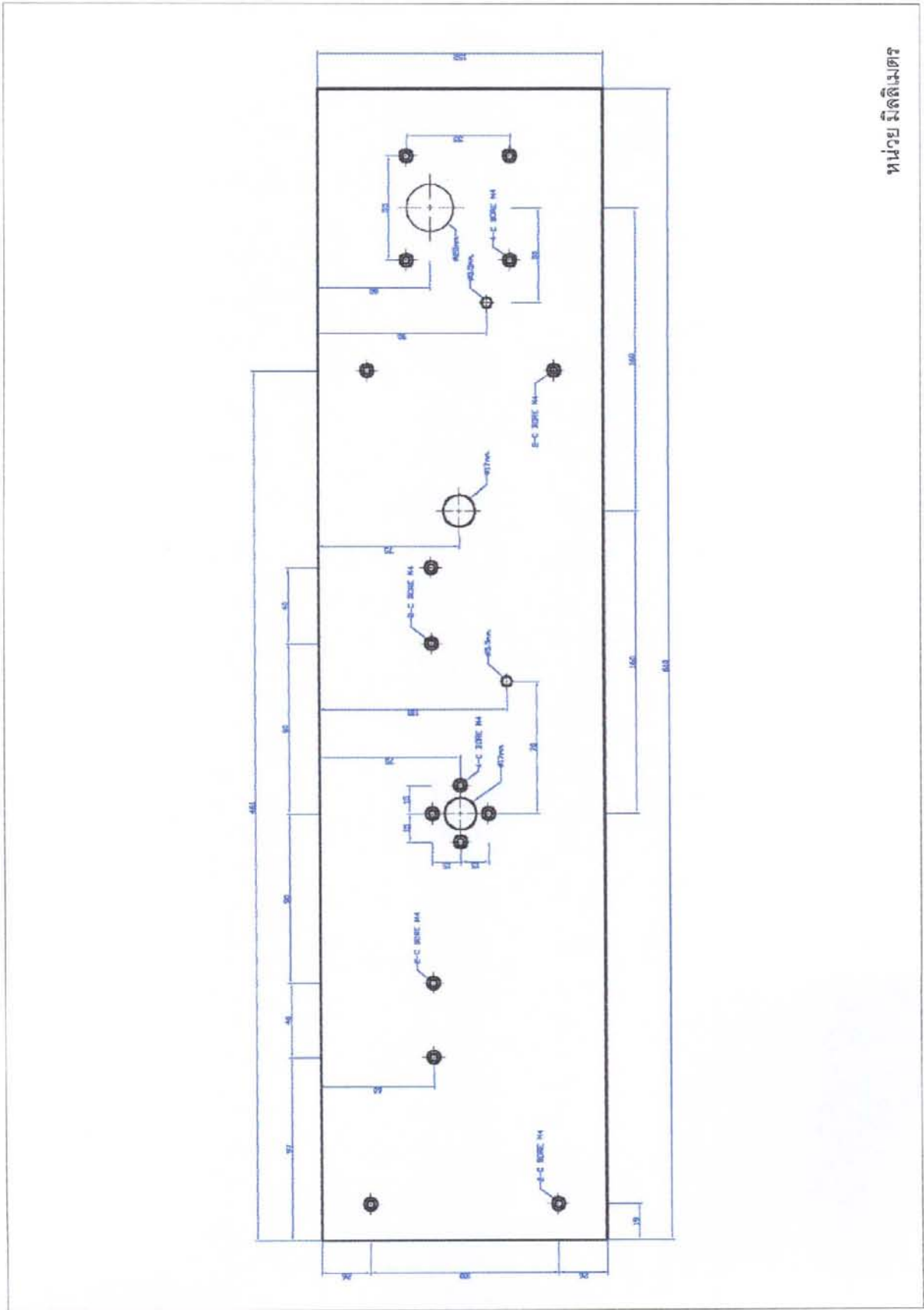


หน่วย มิลลิเมตร

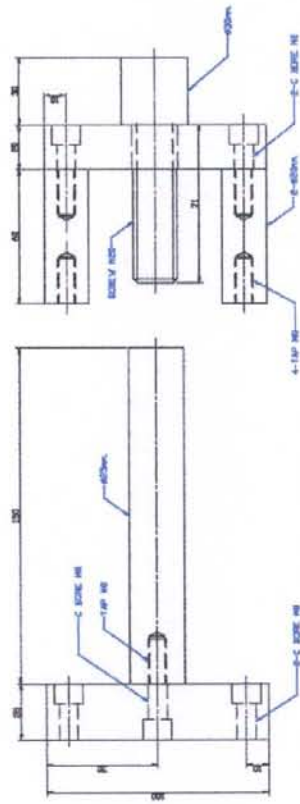
รูปที่ 5 แผ่นกอด ทำด้วยแผ่นเหล็กขนาด 300x300x16 มม. เจาะรูและทำเกลียว M8 จำนวน 20 รู เจาะรูและทำรูให้กลม M8 จำนวน 8 รู และแผ่นสำหรับยึดแผ่นกอด ทำด้วยแผ่นเหล็กขนาด 100x100x25 มม. เจาะรูและตัดก้านรูส่วนบนของรู M8 จำนวน 4 รู เจาะรูและทำเกลียว M25 จำนวน 1 รู



รูปที่ 6 แสดงแผ่นติดตั้งอุปกรณ์นิวแมติกส์ ทำด้วยอะลูมิเนียมขนาด 152x480x8มม. เจาะรูและคว้านส่วนของรูM4จำนวน4รู เจาะรูและทำเกลียวM5จำนวน5รู

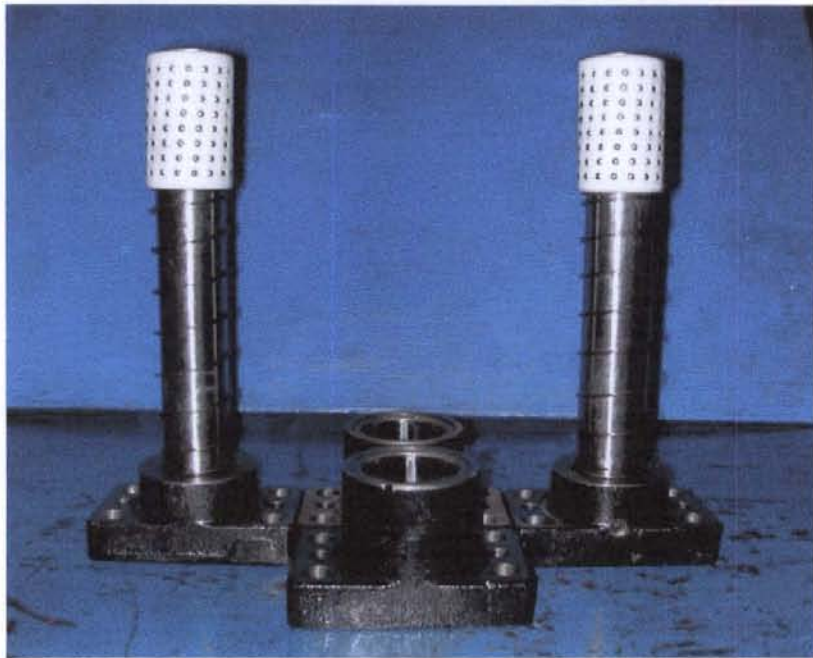


รูปที่ 7 แสดงแผนติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 152x610x16 มม. เจาะรูและคว้านส่วนของรู M4 จำนวน 16 รู เจาะรู Ø5.5 มม. จำนวน 2 รู เจาะรู Ø17 มม. จำนวน 2 รู เจาะรู Ø25 มม. จำนวน 1 รู



หน่วย มิติเมตร

รูปที่ 8 -แสดงชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนบน ทำด้วยแผ่นเหล็กขนาด 40x100x20 มม. เส้าทำด้วยเหล็กขนาด $\varnothing 20$ มม. ยาว 60 มม. และสกรูทองเหลือง M20 มีช่วงของเกลียวยาว 71 มม.
 -แสดงชุดปรับตั้งระยะกวดส่วนล่าง ทำด้วยแผ่นเหล็กขนาด 40x100x25 มม. เส้าทำด้วยเหล็กขนาด $\varnothing 25$ มม. ยาว 152 มม.



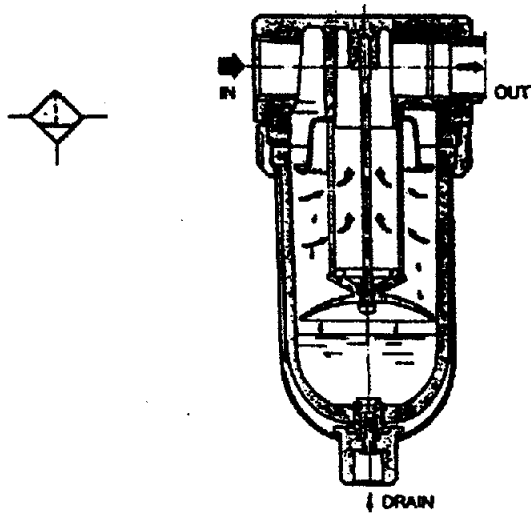
รูปที่ 9 ชุดโกดโพสท์ แบบลูกปืนชนิดมีรูโดเวล ทำหน้าที่เป็นโกดให้แผ่นกดเคลื่อนที่ขึ้นลงได้อย่างสะดวก ประกอบด้วยฐานส่วนล่าง ฐานส่วนบน ปลอกลูกปืน เสาค้ำและสปริง



รูปที่ 10 บี้มลม ทำหน้าที่อัดอากาศเข้าเก็บไว้ในถังเก็บลม และจ่ายลมให้กับเครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์

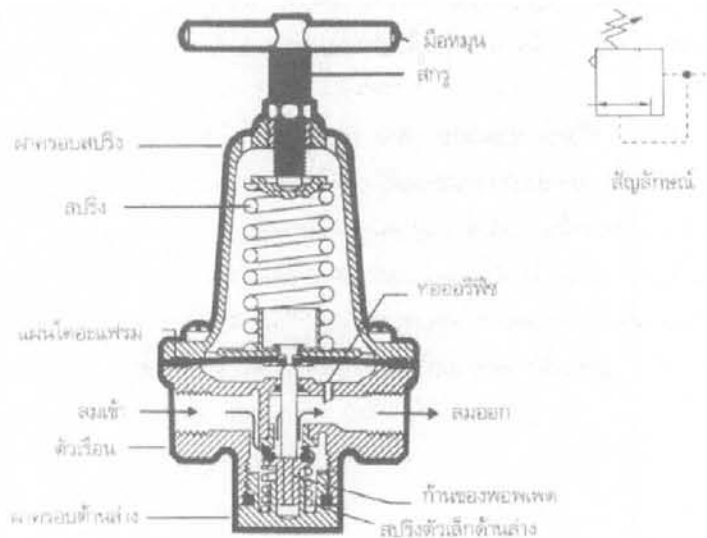


รูปที่ 11 ชุดบริการ ประกอบด้วย ตัวกรองอากาศ, วาล์วควบคุมความดัน, ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่นและเกจวัดความดัน



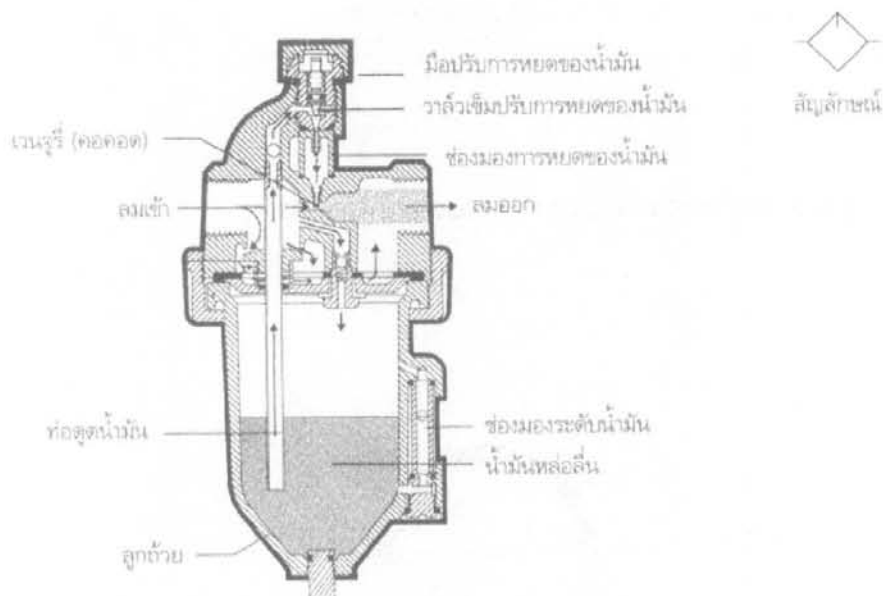
รูปที่ 12 ตัวกรองอากาศ

หลักการทำงาน : ก่อนที่ลมอัดจะไหลผ่านเข้าไปในลูกถ้วย จะต้องผ่านแผ่นบังคับกระแสการไหล ที่ทำเป็นช่อง ซึ่งมีมุมปิดจะทำให้ลมอัดเกิดการหมุน จนหลังจากผ่านช่องมุมปิดนี้จะของน้ำและสิ่งสกปรก ขนาดใหญ่จะได้รับแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เนื่องจากอากาศหมุนวนและถูกเหวี่ยงเข้าไปปะทะกับผนังลูกถ้วย หลังจากนั้นอากาศจะผ่านตัวกรองซึ่งมีขนาดต่างกัน แล้วแต่ชนิดของคุณภาพลมอัด ที่ต้องการตัวกรองจะ กำจัดสิ่งสกปรกที่ไม่สามารถกำจัดได้ด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง



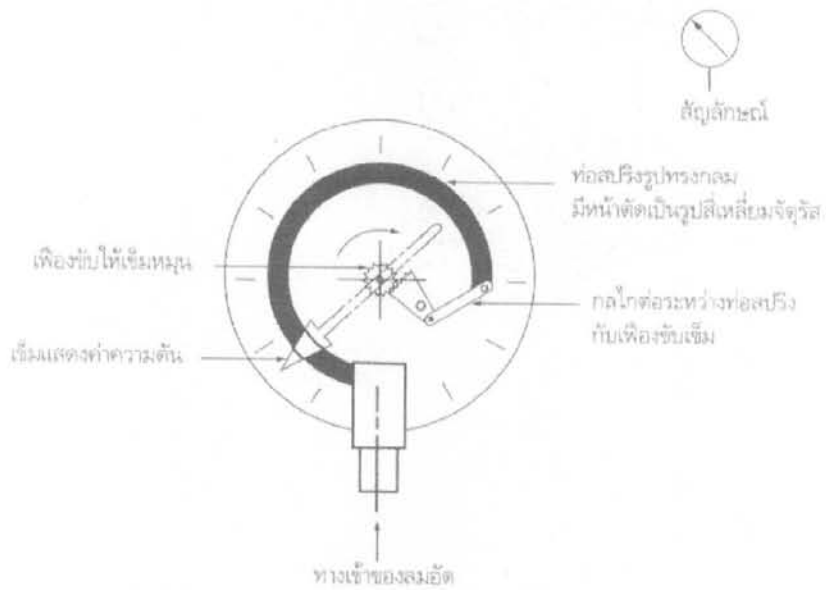
รูปที่ 13 วาล์วควบคุมความดัน

หลักการทำงาน : เมื่อความดันลมออกมาจากตัวกรองลมอัด จะต่อมาเข้าวาล์วควบคุมความดัน เพื่อที่จะปรับความดันลมให้มีค่าคงที่ 5 บาร์ (ค่าเฉลี่ยความดันลมที่ใช้ในระบบนิวแมติก) ความดันลมจะผ่านวาล์วและไหลออกที่ทางออกเพื่อใช้งานต่อไป บริเวณช่องทางออกของลมอัดจะมีออริฟิซค่าของสปริง (ตัวบน) ก็จะดันแผ่นไดอะแฟรมให้ยกขึ้น เป็นผลให้ก้านของพอพเพดซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับชุดของแผ่นไดอะแฟรมถูกยกขึ้นตามไปด้วย ทำให้วาล์วปิดทางลมที่เข้าวาล์ว หมายความว่าค่าของสปริงจะเป็นตัวกำหนดค่าความดันลมที่ออกจากวาล์วนั้นเอง ดังนั้นถ้าต้องการความดันลมใช้งาน 5 บาร์ ก็ต้องปรับค่าสปริงด้วยมือหมุนให้สปริงมีค่าเท่ากับ 5 บาร์ ถ้าตั้งค่าของสปริงของสปริง 5 บาร์ แต่มีความดันลมเข้าเพียง 4.5 บาร์ ก็จะได้ความดันลมออกเพียง 4.5 บาร์ เพราะลม 4.5 บาร์นี้ไม่สามารถไปยกแผ่นไดอะแฟรมซึ่งถูกสปริงกดอยู่ที่ความดัน 5 บาร์ได้ สำหรับสปริงตัวเล็กจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อวาล์วสั่นเนื่องจากการปิด-เปิดของวาล์วที่ความถี่มากในการทำงาน



รูปที่ 14 ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่น

หลักการทำงาน : ลมอัดที่ผ่านการควบคุมจากวาล์วควบคุมความดันมาแล้ว จะไหลเข้าอุปกรณ์ตัวนี้เพื่อที่จะให้มีฝอยน้ำมันหล่อลื่นผสมอยู่ด้วย เมื่อลมอัดที่มีน้ำมันหล่อลื่นนี้เข้าไปดันหรือทำให้อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ในระบบทำงาน เช่น กระบอกลม ก็จะทำให้มีฝอยน้ำมันเป็นตัวหล่อลื่นไม่ให้ชิ้นส่วนสัมผัสกันโดยตรง จะเห็นว่า ลมอัดที่เข้ามาในช่องทางเข้าจะผ่านทางรูลมเข้ามาด้านล่างและตรงออกไปผ่านคอคออด ส่วนที่ไหลลงล่างนั้นจะดันน้ำมันเข้าไปสู่ออดูดน้ำมัน แล้วไปหยดลงที่หัวฉีด เพื่อให้ลมอัดพัดให้แตกเป็นฝอยผสมไปกับลมอัด โดยมีวาล์วปรับขนาดการหยดของน้ำมันว่าหยดมากน้อยเพียงไร ปกติแล้วจะให้น้ำมันหยดที่ 5 หยดต่อนาที หรือใช้กระดาษรองที่รูระบายลม ถ้ามีน้ำมันไหลเป็นทางแสดงว่าปรับน้ำมันมากเกินไป



รูปที่ 15 เกจวัดความดัน

หลักการทำงาน : ความดันลมที่ออกจากวาล์วควบคุมความดัน จะถูกแสดงค่าความดันด้วยเกจวัดความดัน ซึ่งความดันที่เข้ามาในช่องทางเข้าจะมาสะสมอยู่ภายในทอลสปริงโค้งเป็นวงกลม (มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส) อีกด้านหนึ่งต่ออยู่กับชุดกลไกขับเฟืองให้เข็มหมุน เป็นผลให้ความดันลมพยายามจะทำให้ทอลสปริงยืดตัวเป็นเส้นตรง จึงทำให้เข็มหมุนชี้ไปที่ตัวเลขตามค่าของความดันลมที่เข้าเกจวัดนี้ ทำให้ทราบค่าความดันลมเข้าได้



รูปที่ 16 ตัวเก็บเสียง ใช้สำหรับช่วยลดเสียงที่เกิดขึ้นจากการระบายลมอัดออกทิ้ง

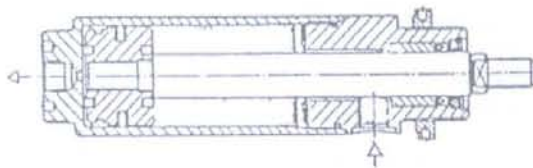


รูปที่ 17 ท่อ ทำหน้าที่เป็นทางเดินของลมไปยังอุปกรณ์ทำงาน หรือเครื่องมือลมสายท่อลมทำหน้าที่นำลมจากปั๊มลมมายังเครื่องมือลมทำด้วยพลาสติกชนิด Polyurathane มีลักษณะเป็นขดคล้ายสปริง ท่อทางเดินของลมทำหน้าที่เชื่อมต่อโยงระหว่างอุปกรณ์ลมต่างๆทำด้วยพลาสติกชนิด Polyathylene

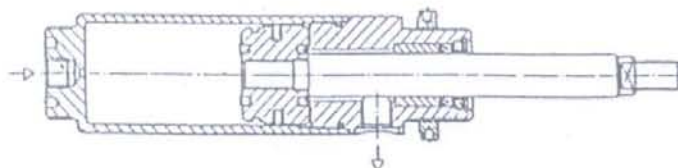


รูปที่ 18 กระบอกลูกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง

สภาวะการทำงาน



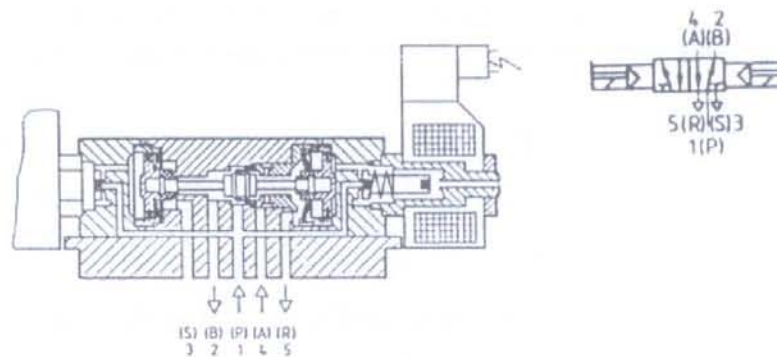
แสดงสภาวะการทำงานของกระบอกลูกสูบ เมื่อมีแรงดันลมเข้าด้านหัวกระบอกลูกสูบ แรงดันลมจะดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้าสุด



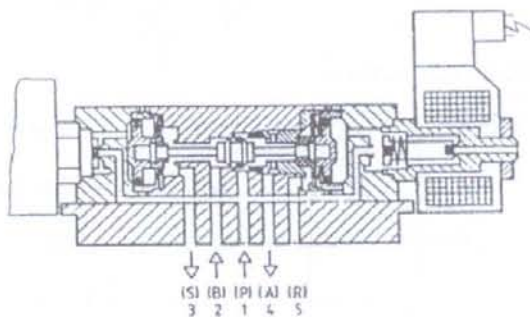
แสดงสภาวะการทำงานของกระบอกลูกสูบ เมื่อมีแรงดันลมเข้าท้ายกระบอกลูกสูบ แรงดันลมจะดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกสุด



รูปที่ 19 วาล์ว 5/2 โซลินอยด์เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วทั้งสองด้าน



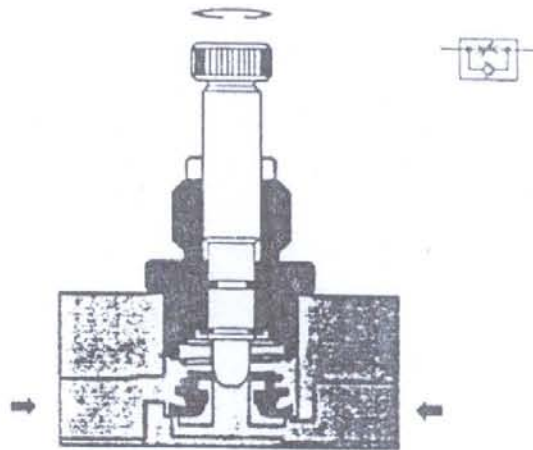
สภาวะการทำงาน : เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ด้านซ้ายมือ จะทำให้โซลินอยด์เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเคลื่อนลิ้นเล็กด้านซ้ายมือให้เปิดทางลม ลมจาก P จะไหลผ่านลิ้นเล็กไปเคลื่อนลิ้นของเมนวาล์วให้เลื่อนไปทางขวามือ เป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P ต่อถึง B และ A จะต่อถึง R ส่วนรู S จะถูกปิด



สภาวะการทำงาน : เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ด้านขวามือ จะทำให้โซลินอยด์เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเคลื่อนลิ้นเล็กด้านขวามือให้เปิดทางลม ลมจาก P จะไหลผ่านลิ้นเล็กไปเคลื่อนลิ้นของเมนวาล์วให้เลื่อนไปทางซ้ายมือ เป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P เปลี่ยนทิศทางการไหลคือ รู P ต่อถึง รู A รู B ต่อถึง รู S ส่วน รู R จะถูกปิด



รูปที่ 20 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียว



หลักการทำงาน : เมื่อแรงดันลมเข้ามาด้านหนึ่งจะไหลผ่านไปโดยปกติ แต่ถ้าแรงดันลมเข้ามาอีกด้านหนึ่งจะสามารถควบคุมปริมาณของลมได้ วาล์วชนิดนี้จึงประกอบด้วยวาล์วควบคุมการไหลทางเดียวและวาล์วหรือปรับค่าได้รวมอยู่ในตัวเดียวกันนั่นเอง จากคุณลักษณะดังกล่าว จึงสามารถนำวาล์วชนิดนี้ไปติดตั้งควบคุมการทำงานของก้านสูบให้เคลื่อนที่เข้าออกช้าเร็วได้ตามต้องการ



รูปที่ 21 สวิตช์

หลักการทำงาน : สวิตช์แบบนี้ในสภาวะปกติสวิตช์จะตัดวงจร กระแสไฟจะไม่สามารถไหลจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งได้ แต่เมื่อสวิตช์ถูกบิดไปอีกด้านหนึ่งจะทำให้หน้าสัมผัสต่อถึงกัน กระแสไฟจึงสามารถไหลผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ และจะอยู่ในตำแหน่งนั้นจนกว่าจะบิดให้กลับมาอยู่ตำแหน่งเดิม



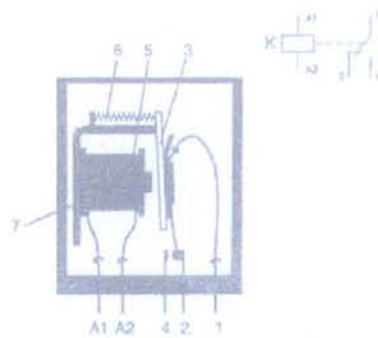
รูปที่ 22 ลิ้มิตสวิตช์



หลักการทำงาน : ในจังหวะปกติของลิ้มิตสวิตช์ จะมีชุดของหน้าคอนแทคติดกันชุดหนึ่งและอีกชุดหนึ่งไม่ติดกัน ชุดที่ติดกันคือ หน้าคอนแทค c และ b ส่วนอีกชุดหนึ่งไม่ติดกันคือ c และ a เมื่อลูกกลิ้งถูกกดทำให้หน้าคอนแทค c ไปติดกับ a เมื่อลูกกลิ้งไม่โดนกดจะทำให้สปริงภายในยกให้เดือยกหน้าคอนแทค c ให้ไปติดกับ b อีกครั้งหนึ่ง ให้สังเกตว่าจุด c จะเป็นจุดกลาง เพื่อให้หน้าคอนแทคไปต่อกับ b หรือ a



รูปที่ 23 รีเลย์



หลักการทำงาน : ในสภาวะปกติแกนเหล็กทั้งสองชุด จะถูกดันออกมาจากกันด้วยแรงของสปริง ชุดของหน้าสัมผัสในสภาวะนี้จะเรียกว่า ชุดหน้าสัมผัสปกติเปิดในกรณีนี้หน้าสัมผัสแยกจากกัน และชุดหน้าสัมผัสปิดในกรณีนี้หน้าสัมผัสต่อถึงกัน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้ามาในขดลวดของรีเลย์ จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กดูดแกนเหล็กทำให้หน้าสัมผัสชุดเคลื่อนที่ได้เปลี่ยนการทำงานทันทีคือ ชุดหน้าสัมผัสที่ต่อถึงกันจะแยกออกจากกัน และชุดหน้าสัมผัสที่แยกจากกันก็จะต่อถึงกัน หรืออาจจะสรุปได้ว่า ชุดหน้าสัมผัสเปิดจะเปลี่ยนเป็นปิด จากปิดจะเปลี่ยนเป็นเปิด และหากไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่ขดลวดชุดหน้าสัมผัส ก็จะคืนกลับสู่ตำแหน่งเดิม

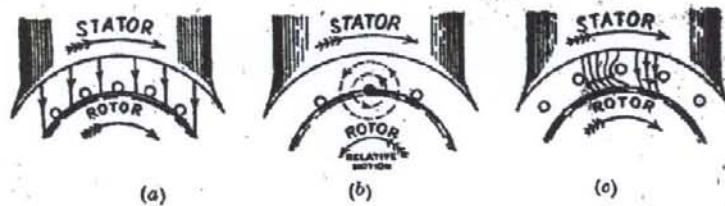


รูปที่ 24 ตัวนับแบบตั้งจำนวนนับได้

หลักการทำงาน : สัญญาณลมที่ป้อนเข้า-ออกกระบอกสูบ แรงดันลมจะดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า-ออก ขณะเดียวกันจะมีสัญญาณไฟฟ้าที่ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมการทำงานเข้า-ออกของกระบอกสูบป้อนเข้าตัวนับ ตัวนับจะนับหนึ่ง เมื่อป้อนสัญญาณลมให้กระบอกสูบครั้งที่สองตัวนับจะนับสอง การทำงานจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เมื่อตัวนับนับถึงค่าจำนวนที่ตั้งไว้ก็จะมีสัญญาณไปยังอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของกระบอกสูบ กระบอกสูบก็จะหยุดการทำงาน



รูปที่ 25 มอเตอร์ที่ครอบ แบบคาปาซิเตอร์



ความสัมพันธ์ของสนามแม่เหล็กหมุนในตัวอยู่กับที่ และสนามแม่เหล็กที่เกิดในตัวหมุน

หลักการทำงาน : จากรูป(a) เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดในตัวที่อยู่กับที่ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น สมมติให้หมุนตามเข็มนาฬิกา ความเร็วสัมพันธ์ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวดในตัวหมุนเมื่อเทียบกับตัวที่อยู่กับที่แล้ว จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา จากการใช้กฎมือขวาก็จะทราบว่าทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในตัวหมุน จะเป็นไปตามรูป(b) ในขณะนี้จากการใช้กฎมือซ้ายหรือจากผลการรวมสนามแม่เหล็กตามรูป(c) จะเห็นได้ว่ามีแรงเกิดขึ้นในตัวนำของตัวหมุน ซึ่งจะพยายามทำให้มันหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เพราะฉะนั้นตัวหมุนจึงหมุนไปในทิศทางเดียวกันกับสนามแม่เหล็กหมุนของตัวที่อยู่กับที่

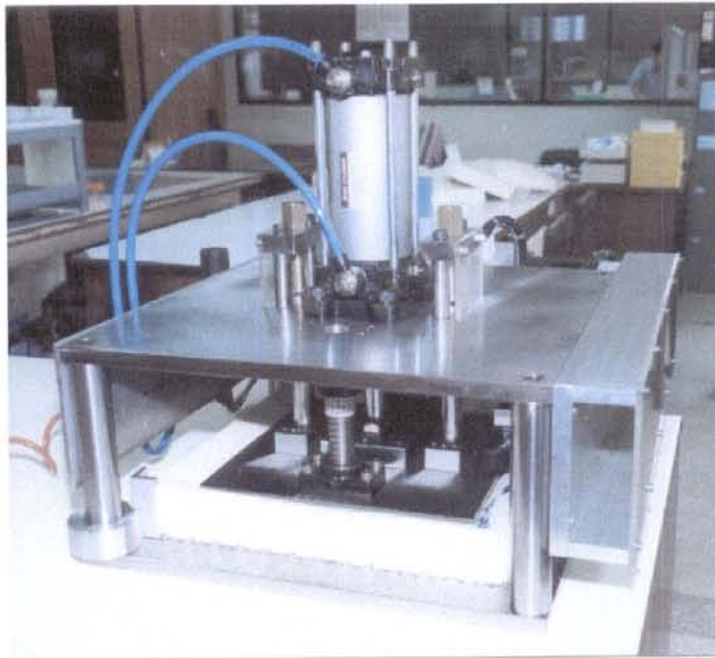
คาปาซิเตอร์จะต่ออยู่กับขดลวดขดหนึ่ง จากจำนวนสองขดของตัวที่อยู่กับที่ ซึ่งพันแยกห่างออกจากกัน 90° ไฟฟ้า ขดลวดทั้งสองต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟ โดยที่มีขดลวดขดหนึ่งจะมีคาปาซิเตอร์ต่ออนุกรมอยู่ด้วย ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดที่มีคาปาซิเตอร์ต่ออยู่นำหน้ากระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในขดลวดอีกขดหนึ่งเป็นมุม 90° ไฟฟ้า เมื่อคิดแรงลัพธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าทั้งสองขดจะเข้าใกล้หรือร่วมเฟสกับแรงเคลื่อน

ไฟฟ้า เพราะฉะนั้นเพาเวอร์เฟคเตอร์จึงเกือบเท่ากับหนึ่ง ทำให้เกิดแรงบิดในการเริ่มเดินออกตัวของมอเตอร์ที่สูงมาก ดังนั้นคาปาซิเตอร์จึงช่วยให้มอเตอร์มีแรงบิดในการออกตัวเริ่มหมุนดีขึ้น

สำหรับชุดทรอบของมอเตอร์ใช้สำหรับทรอบของมอเตอร์ให้หมุนช้าลง เพื่อให้เหมาะกับการนำไปใช้งาน

ภาคผนวก ค.

	หน้า
รูปที่ 1 เครื่องทดสอบความทนแรงอัดซ้ำคงที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์	66
รูปที่ 2 การทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกด	67



รูปที่ 1 การทดสอบความทนแรงอัดซ้ำค้างที่ของยางพองน้ำลาเทกซ์

การทดสอบความทนแรงอัดซ้ำค้างที่ยางพองน้ำลาเทกซ์ เป็นการทดสอบเพื่อเร่งสภาพการเสื่อมสภาพของชิ้นตัวอย่างยางพองน้ำลาเทกซ์ ที่ตัดมาจากที่นอนยางพองน้ำลาเทกซ์ ให้อยู่ในช่วงร้อยละ 20 ของความหนาขึ้นทดสอบ โดยมีตำแหน่งสูงสุดและตำแหน่งต่ำสุดของแผ่นกดที่ความหนาร้อยละ 40 และ ร้อยละ 60 จากผิวบนของชิ้นทดสอบ ตามลำดับ ด้วยความเร็ว 60 รอบต่อนาที จำนวน 240 ครั้ง นำไปหาค่าความหนาและดัชนีความแข็งเชิงกดด้วยเครื่องทดสอบแรงกด แล้วนำไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงอัดซ้ำค้างที่อีกครั้งจนครบ 250000 ครั้ง หลังจากนั้นนำไปหาค่าความหนาและดัชนีความแข็งเชิงกดที่เปลี่ยนไปด้วยเครื่องทดสอบแรงกด



รูปที่ 2 การทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกด

การทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกด เพื่อหาคุณลักษณะความหนาและความแข็งเชิงกดของฟองน้ำลาเทกซ์ ของที่นอนยางฟองน้ำลาเทกซ์ ด้วยการวางชิ้นทดสอบยางฟองน้ำลาเทกซ์บนแผ่นรองรับชิ้นทดสอบ เลื่อนแป้นกดของเครื่องทดสอบแรงกดให้กดลงบนชิ้นทดสอบ โดยให้น้ำหนักกด 5 นิวตัน^0 นิวตัน⁻² บันทึกค่าความหนา ความหนาที่ได้จะเป็นความหนาเริ่มต้น เพิ่มแรงกดให้ความหนาของชิ้นทดสอบลดลง ร้อยละ $70 \pm$ ร้อยละ 2.5 ของความหนาเริ่มต้นด้วยอัตราเร็ว 100 มิลลิเมตรต่อนาที ± 20 มิลลิเมตร แล้วคลายแรงกดด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม ปฏิบัติเช่นนี้อีก 2 ครั้ง เพิ่มแรงกดให้ความหนาชิ้นทดสอบลดลงร้อยละ $40 \pm$ ร้อยละ 1 ของความหนาเริ่มต้นด้วยอัตราเร็ว 100 มิลลิเมตรต่อนาที ± 20 มิลลิเมตรต่อนาที ปล่อยให้เป็นเวลา 30 วินาที ± 1 วินาที แล้วบันทึกความหนาและความแข็งเชิงกด

ภาคผนวก ค.

หน้า

1. รายงานผลการสอบเทียบเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ขนาด 0-200 มม. หมายเลขปฏิบัติการ VS.882 69-71
2. รายงานผลการสอบเทียบเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ขนาด 0-450 มม. หมายเลขปฏิบัติการ WE.6 72-75
3. รายงานผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบแรงกด หมายเลขปฏิบัติการ VN.162 76-77

สำเนา



แบบ วศ. 1 ก

.....	ตัวอย่าง
8	รายการ

ที่ วว 0505/ 2374

ถึง กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 2 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ วัดจุดตัวอย่าง ตาม บันทึกข้อความ

กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 2 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม ลงวันที่ 17 มกราคม 2545

ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ ฯ ได้รับเมื่อวันที่ 23 มกราคม 2545

กอง ฟิสิกส์และวิศวกรรม

โทร. 0-2201-7130



รายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย	หมายเลข
	ตรา ๗๘๗	
ตามและผู้ส่งเรียก	ที่ระบุตัวอย่าง	ปฏิบัติการ
เวอร์เนียร์	Mitutoyo	VS.882
คาลิปเปอร์	S/N : 0049679	

ผลการสอบเทียบโปรดดูหน้า 2

/ รายงานผลการสอบเทียบ

รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
- ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง

รายงานผลการสอบเทียบ

หมายเลขปฏิบัติการ : VS.882

ชื่อตัวอย่าง : เวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ (0.01 - 200 มม.) , Mitutoyo 500172, หมายเลขเครื่อง : 0049679

ผู้ส่งตัวอย่าง : กลุ่มงานเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ 2 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ค่าที่ระบุ มม.	ค่าแก้ มม.	ค่าความไม่แน่นอน มม.
0	0.00	±0.01
1.0	0.00	±0.01
1.1	0.00	±0.01
1.2	+0.01	±0.01
1.3	0.00	±0.01
1.4	0.00	±0.01
1.5	0.00	±0.01
2.0	0.00	±0.01
3.0	0.00	±0.01
4.0	0.00	±0.01
5.0	0.00	±0.01
10.0	0.00	±0.01
20.0	0.00	±0.01
25.0	0.00	±0.01
50.0	0.00	±0.01
100.0	0.00	±0.01
150.0	+0.01	±0.01
200.0	+0.01	±0.01

/หมายเหตุ....

- หมายเหตุ : - เวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ (หมายเลขปฏิบัติการ : VS.882) ได้รับการสอบเทียบมาตรฐานกับแท่งเทียบมาตรฐาน (ใบรับรองเลขที่ MTC.No.MEL.BP.1454-02/41) ที่สอบย้อนมาตรฐานไปยังศูนย์สอบเทียบสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- ค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบที่ระดับความเชื่อมั่น 95%.
 - อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปฏิบัติการขณะทำการสอบเทียบ (20±1)°C และ (55±5)% ตามลำดับ
 - วันที่ทำการสอบเทียบ : 28 มกราคม 2545

ผู้รับรอง

เกษม พิฤทธิบุรณะ

(นายเกษม พิฤทธิบุรณะ)

หัวหน้ากลุ่มสอบเทียบเครื่องมือวัด วิเคราะห์ ทดสอบ

ผู้สอบเทียบ

เขวลักษณ์ ล้อมริน

(นางสาวเขวลักษณ์ ล้อมริน)

นักวิทยาศาสตร์ 5

สำเนาถูกต้อง

(นางสาวสุติมา สุจริตกุล)

หัวหน้าฝ่ายสารบรรณ



๑) ตัวอย่าง
๒) รายการ

ที่ วท 0307/637

ถึง โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ 75/7 ซอยโยธี ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ วัตถุตัวอย่าง บันทึกข้อความ

โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม ลงวันที่ 21 สิงหาคม 2545

ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้รับเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2545

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

โทร. 0-2201-7130



รายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง เครื่องหมาย หมายเลข

ตรา ฯลฯ

ตามที่อยู่ส่งเรียก ที่ระบุตัวอย่าง ปฏิบัติการ

เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ Mitutoyo WE.6

ผลการสอบเทียบ โปรดดูหน้า 2-4

S/N:0003201

Model:500-505-10

/ รายงานผลการสอบเทียบ

หน้า 1/4

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการเป็นลายลักษณ์อักษร

รายงานนี้ รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น

ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรือจัดตั้ง

รายงานผลการสอบเทียบ

ชื่อตัวอย่าง	เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
เครื่องหมายหรือตราที่ระบุ	Mitutoyo
รุ่น	500-505-10
หมายเลขเครื่อง	0003201
ผู้ผลิต	Mitutoyo
พิสัย	0 - 450 มม.
ความละเอียด	0.01 มม.
หมายเลขปฏิบัติการ	WE.6
วันที่สอบเทียบ	24 กันยายน 2545
สถานที่ทำการสอบเทียบ	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
วิธีการสอบเทียบ	หลักการสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 3599-1976 Annex A ข้อ A.1 Measuring Uncertainty และ A.2 Measuring Face
ความสอบกลับได้	Standard Gauge Block ที่ใช้อ้างอิงในการสอบเทียบได้รับการถ่ายทอดค่าความถูกต้องจาก Reference Standard Gauge Block (grade K) ตามมาตรฐาน ISO 3650:1998 ใบรับรองเลขที่ :503.1220 โดย Swiss Calibration Service (SCS) ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
สภาวะแวดล้อม	อุณหภูมิ : $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ : $(50 \pm 5)\%$
ความไม่แน่นอนของการวัด	ค่าความไม่แน่นอน ในรายงานฉบับนี้ ใช้ $k = 2$ ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 %

/รายงานผลการสอบเทียบ

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการเป็นลายลักษณ์อักษร

- รายงานนี้ :
- รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
 - ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง

รายงานผลการสอบเทียบ

หมายเลขปฏิบัติการ : WE.6

1. ความขนาน

ค่าที่ระบุ (มม.)	ค่าความขนาน (มม.)
25	0.00
100	0.00
200	0.00
450	+0.01

2. ความถูกต้องของสเกล

ค่าที่ระบุ (มม.)	ค่าแก้ (มม.)	ค่าความไม่แน่นอน ± (มม.)
0	0.00	0.01
5	0.00	0.01
10	0.00	0.01
15	0.00	0.01
20	0.00	0.01
25	0.00	0.01
50	0.00	0.01
75	0.00	0.01
100	0.00	0.01
125	0.00	0.01
150	+0.01	0.01
175	0.00	0.01
200	+0.01	0.01
250	+0.01	0.01

/รายงานผลการสอบเทียบ

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการเป็นลายลักษณ์อักษร

- รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
 - ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง

รายงานผลการสอบเทียบ(ต่อ)

หมายเลขปฏิบัติการ : WE.6

ค่าที่ระบุ (มม.)	ค่าแก้ (มม.)	ค่าความไม่แน่นอน ± (มม.)
300	+0.01	0.01
400	+0.02	0.01
450	+0.02	0.01

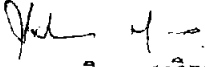
ผู้รับรอง

เกษม พิฤทธิบุรณะ
(นายเกษม พิฤทธิบุรณะ)
นักวิทยาศาสตร์ 8ว

ผู้สอบเทียบ

เขาวลักษณ์ ล้อมริน
(นางสาวเขาวลักษณ์ ล้อมริน)
นักวิทยาศาสตร์ 5

สำเนาถูกต้อง


(นางสาวสุติมา สุจริตกุล)
หัวหน้าฝ่ายสารบรรณ

ห้ามคัดถ่ายไปรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการเป็นลายลักษณ์อักษร

รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
- ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง

สำเนา



แบบ วศ. 1ก

.....ตัวอย่าง
20.....รายการ

ที่ วว 0505/ 11941

ถึง กลุ่มเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ 2

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ วัตถุตัวอย่าง ตาม บันทึกข้อความ
กลุ่มเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ 2 ลงวันที่ 26 กันยายน 2544

ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ ฯ ได้รับเมื่อวันที่ 26 กันยายน 2544

กอง ฟิสิกส์ และวิศวกรรม
โทร. 0-2201-7128-30



รายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย	หมายเลข	LOAD RANGE, N.	ผลการสอบเทียบ
ตามที่ผู้ส่งเรียก	ตรา ฯลฯ	ปฏิบัติกร		
เครื่องทดสอบ	UTM	VN. 162	500	โปรดดูหน้า 2
ทางกล	ZWICK			
	MODEL : Z 010/TN 2S			
	SER.NO. 149616/2001			
	CAP. 5 KN.			

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการเป็นลายลักษณ์อักษร

หน้า 1/2

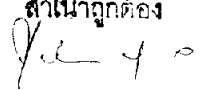
รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
- ไม่รับรองวัตถุที่ยัดสำเนาที่ส่งมาตามนี้ในทางใดทางหนึ่ง

COMPRESSION TEST

ค่าที่อ่าน จากเครื่อง	อุปกรณ์ สอบเทียบ	ค่าความ ไม่แน่นอน
(N.)	(N.)	(±N.)
0	0	0
50.0	50.3	0.4
100.0	100.3	0.4
150.0	150.4	0.4
200.0	200.4	0.4
250.0	250.5	0.4
300.0	300.6	0.4
350.0	350.6	0.5
400.0	400.6	0.5
450.0	450.7	0.5
500.0	500.8	0.5

- หมายเหตุ 1. ทำการสอบเทียบที่กลุ่มเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ 2 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ
แขวงพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ เมื่อวันที่ 26 กันยายน 2544 อุณหภูมิระหว่างการสอบเทียบ $26 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
2. ใช้อุปกรณ์สอบเทียบ ULTRA PRECISION LOAD CELL S/N 83905 A กับ PORTABLE COMPUTER
MODEL : 28097 ซึ่งสอบย้อนความถูกต้องได้กับ NIST. ประเทศสหรัฐอเมริกา
3. สอบเทียบตาม ASTM E4 - 98
4. ระดับความเชื่อมั่นของค่าความไม่แน่นอนที่ใช้คือ 95 %

วิชัย กาญจนพัฒน์
(นาย วิชัย กาญจนพัฒน์)
นายช่างเครื่องกล 5

สำเนาถูกต้อง

(นางสาวสุติมา สุจริตกุล)
หัวหน้าฝ่ายสารบรรณ

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการเป็นลายลักษณ์อักษร

- รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
- ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง