บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

3.1 สำรวจรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงานนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องปั๊มขึ้นรูปสบู่โดยใช้ระบบนิวแมติกส์ให้มีคุณภาพ เหมาะสมสำหรับการใช้งาน ซึ่งแหล่งของข้อมูลต่างๆ ได้มาจากโรงงานอุตสาหกรรม หนังสือและอินเตอร์เน็ต ข้อมูลที่ได้สำรวจรวบรวมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 การขึ้นรูป

ในกระบวนการผลิตสบู่นั้นสิ่งที่สำคัญอีกอย่าง คือ กระบวนการขึ้นรูป กระบวนการขึ้นรูปมีอยู่หลายวิธีเช่น การตี การหล่อ การใช้สุญญากาศในการขึ้นรูป เป็นต้น การขึ้นรูปเป็นการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการ เพื่อรูปลักษณ์ และขนาดที่เหมาะสม ในการที่จะจัดจำหน่ายต่อไป

ในงานอุตสาหกรรมจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยกระบวนการขึ้นรูปไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมเซรามิก เนื่องจากกระบวนการขึ้นรูปเป็นตัวกำหนดรูปร่าง ขนาด ของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งกระบวนการนี้ยังสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแข็งแรงมากขึ้น กล่าวคือ ภายในกระบวนการนี้จะมีการทำให้ขนาดของโมเลกุลภายในผลิตภัณฑ์เกิดความหนาแน่นมากขึ้นเนื่องจากเกิดจากการกดทับและเกิดจากแรงกระแทกของเครื่องจักรที่เหมาะสม จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความคงทนแข็งแรงมากขึ้น

ในงานอุตสาหกรรมชั้นสูง จะมีการเพิ่มความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ควบคู่กับกระบวนการขึ้นรูปไปด้วย เช่น การขึ้นรูปด้วยพลังงานความร้อน ซึ่งอยู่ในอุตสาหกรรมด้านการผลิตโลหะ จะเห็นได้ว่ากระบวนการขึ้นรูปนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมทุกด้าน แต่จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของวัสดุที่นำมาทำการขึ้นรูปว่ามีคุณสมบัติอย่างไร ทนความร้อน ทนแรงกด ทนแรงดัน ได้ดีเพียงใด เพื่อให้ได้การขึ้นรูปที่สมบูรณ์จำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบต่างๆนี้ด้วย

3.1.2 กระบอกสูบ

การปั๊มขึ้นรูปสบู่โดยใช้ระบบนิวแมติกส์กระบอกสูบเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ เพราะกระบอกสูบทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ลักษณะในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบเป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ในสมัยก่อนที่ลูกสูบลมจะเข้ามามีบทบาทในงานอุตสาหกรรม ยังคงใช้กลไกทางกลและทางไฟฟ้าทำให้มี ความยุ่งยากในการควบคุม และเกิดปัญหาของช่วงชักมีระยะจำกัด ดังนั้นในอุตสาหกรรมสมัยใหม่จึงพัฒนาลูกสูบมาใช้ในงานจนถึงปัจจุบัน

3.1.3 เครื่องปั๊มสบู่สมุนไพรแบบใช้เท้าเหยียบ

มีลักษณะการทำงานเหมือนกับระบบนิวแมติกส์ แต่ทำการเปลี่ยนจากใช้แรงลมมาเป็นแรงจากเท้าแทน การทำงาน คือ นำก้อนสบู่ที่ทำการตัดเรียบร้อยแล้ว ไปวางไว้ในแม่พิมพ์ จากนั้นทำการเหยียบแป้นเหยียบ ซึ่งอยู่ด้านล่างของเครื่อง ทำให้ตัวของแม่พิมพ์สบู่ส่วนบนดันตัวขึ้นไปจนสุดระยะ เมื่อเหยียบแป้นเหยียบจนสุดแม่พิมพ์สบู่ส่วนบนจะดิ่งลงมาประกบกับแม่พิมพ์ส่วนล่างตามแรงโน้มถ่วงของโลก หลังจากนั้น นำสบู่ที่ได้ออกจากแม่พิมพ์ แล้วนำไปทำการลบรอยตะเข็บต่อไป

ข้อดีของเครื่องปั๊มสบู่สมุนไพรแบบใช้เท้าเหยียบ

1) ราคาไม่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบนิวแมติกส์
2) ชุดอุปกรณ์ไม่มีการเปรอะเปื้อนน้ำมันมากนัก
3) การติดตั้งอุปกรณ์ไม่ยุ่งยาก เนื่องจากมีอุปกรณ์เพียงชุดเดียว
4) การบำรุงรักษาง่าย
5) เครื่องปั๊มมีความเร็วคงที่

ข้อเสียของเครื่องปั๊มสบู่สมุนไพรแบบใช้เท้าเหยียบ

1) ไม่มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
2) ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความอ่อนล้า เนื่องจากต้องใช้แรงในการเหยียบมาก
3) อุปกรณ์มีการใช้แรงกระแทก หากปฏิบัติงานเป็นเวลานาน อาจทำให้แม่พิมพ์เกิดความเสียหาย
4) อาจเกิดการติดขัดในอุปกรณ์ หากไม่มีการหล่อลื่นของกลไกบริเวณแป้นเหยียบ

รูปที่ 3.1 เครื่องปั๊มสบู่สมุนไพรแบบใช้เท้าเหยียบ

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ การคำนวณ และการดำเนินการสร้าง

การสร้างเครื่องปั๊มขึ้นรูปสบู่มีขั้นตอนการออกแบบ การคำนวณและการดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ปัญหาและความต้องการ

จากการที่ได้สำรวจรวบรวมและทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าปัญหาหลัก ๆ ที่เกิดขึ้นในการปั๊มขึ้นรูปสบู่นั้นมีอยู่ 3 ด้าน คือ 1.อัตราการผลิตสบู่ต่ำ 2.เครื่องปั๊มสบู่แบบเก่าสามารถทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงาน 3.ใช้เวลาในการผลิตสบู่สูง

จากปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องปั๊มขึ้นรูปสบู่ให้สามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ ช่วยเพิ่มปริมาณการผลิต ลดอันตรายที่อาจเกิดกับผู้ใช้ ช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ได้สบู่ตามขนาดที่ต้องการ

2. ศึกษารายละเอียดของสิ่งที่ทำการออกแบบ

เริ่มต้นการออกแบบนั้นพิจารณาขนาดของสบู่ ซึ่งกำหนดให้มีขนาด 50 mm × 75 mm× 20 mm (กว้าง × ยาว × สูง) ก้อนสบู่มีน้ำหนัก 80 กรัม โดยพิจารณาจากความต้องการของตลาดและจำหน่ายโดยทั่วไปในปัจจุบันเพื่อที่จะได้สร้างแม่พิมพ์ และพิจารณาแรงกดที่ใช้กดสบู่ โดยได้

ทำการใช้เครื่องทดสอบแรงกด (UTM) ดังรูปที่ 3.2 เพื่อต้องการหาแรงกดสบู่ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นที่ใช้ในการคำนวณออกแบบกระบอกสูบของระบบนิวแมติกส์ เพื่อนำค่าต่าง ๆ ไปเป็นข้อจำกัดในการออกแบบและคำนวณหาขนาดต่างๆ ของส่วนประกอบ

รูปที่ 3.2 เครื่องทดสอบแรงกด (UTM)

3. ออกแบบหลักการทำงาน

เครื่องปั๊มขึ้นรูปสบู่โดยใช้ระบบนิวแมติกส์ มีหลักการทำงานคล้ายเครื่องปั๊มแบบใช้ระบบไฮดรอลิก คือ มีกระบอกสูบทำหน้าที่เปลี่ยนรูปของพลังงานลมอัดหรือพลังงานน้ำมันอัดให้อยู่ในรูปของพลังงานกล ระบบควบคุมใช้ระบบไฟฟ้า โดยใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าขนาด 220 V เมื่อทำการป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าไปวาล์วเปลี่ยนทิศทางลมจะปล่อยลมไหลผ่านไปยังกระบอกสูบ และเมื่อทำการตัดกระแสไฟฟ้าลมที่ยังค้างอยู่ภายในกระบอกสูบจะไหลย้อนกลับไปสู่ถังเก็บลม เครื่องปั๊มขึ้นรูปสบู่นี้ สามารถปั๊มขึ้นรูปสบู่ที่มีขนาด 50mm×75mm×21mm (กว้าง×ยาว×สูง) ออกแบบให้สามารถใช้งานได้ทั้งในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และในครัวเรือน ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องปั๊มขึ้นรูปสบู่มีดังนี้

1) แม่พิมพ์ (เบ้า)
2) หน้าแปลน
3) ระบบนิวแมติกส์
4) ระบบควบคุม
5) โครงสร้าง

4. คำนวณและออกแบบรายละเอียด

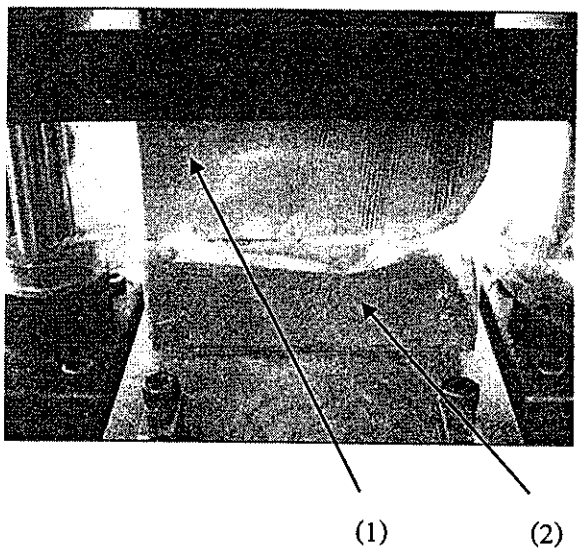
จากการออกแบบหลักการทำงานจะได้แบบร่าง แล้วนำมาคำนวณหาขนาดชิ้นส่วนวัสดุที่ใช้และเขียนแบบรายละเอียดของชุดอุปกรณ์

5. สร้างเครื่องต้นแบบ

เมื่อออกแบบเครื่องปั๊มขึ้นรูปสบู่โดยใช้ระบบนิวแมติกส์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการสร้าง และนำไปทดสอบ

3.2.1 แม่พิมพ์ (เบ้า)

การเลือกเบ้าโดยพิจารณาจากขนาดของสบู่ที่ต้องการ โดยกำหนดขนาดสบู่ 50 mm × 75 mm × 20 mm (กว้าง×ยาว×สูง) ก้อนสบู่มีน้ำหนัก 80 กรัม ซึ่งมีใช้และจำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน แม่พิมพ์ (เบ้า)ที่ใช้ ทำมาจากทองเหลือง จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังรูปที่ 3.3 ขนาดของแม่พิมพ์ทั้ง 2 ส่วนจะเท่ากัน แม่พิมพ์ ที่เลือกใช้ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพจากผู้ผลิตมาเรียบร้อยแล้ว ซึ่งจะมีคุณภาพและความคงทนในการใช้งาน

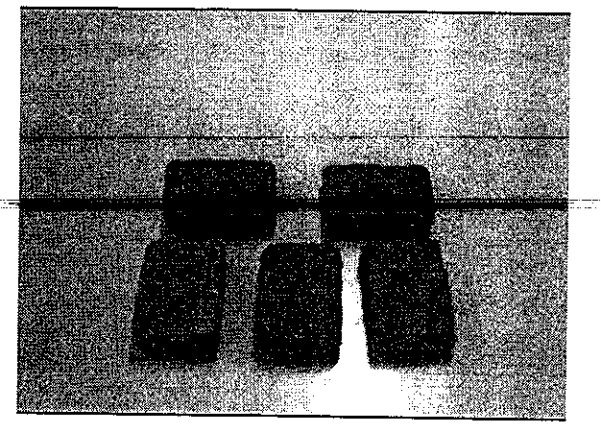


รูปที่ 3.3 แม่พิมพ์ (เบ้า)

(1) ชุดแม่พิมพ์ส่วนบน (2) ชุดแม่พิมพ์ส่วนล่าง

3.2.2 สบู่

เนื่องจากสบู่ที่จะทำการปั๊มขึ้นรูปนั้นจะต้องผ่านกระบวนการผสมเม็ดสบู่และสมุนไพรเพื่อให้สบู่เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งสบู่ที่เลือกใช้ทดสอบเป็นสบู่ผสมขมิ้น จากนั้นต้องนำมาเข้าเครื่องอัดเพื่อที่ให้สบู่เป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 50 mm×75 mm×21 mm (กว้าง×ยาว×สูง) ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ขนาดรูปร่างสบู่ก่อนปั๊มทำการขึ้นรูป

3.2.3 กระบอกสูบนิวแมติกส์

สำหรับการเลือกกระบอกสูบนิวแมติกส์นั้น ได้ทำการทดสอบหาแรงกดที่ใช้ในการปั๊มสบู่ เพื่อไม่ให้สบู่เสียหายในขณะปั้ม โดยทดสอบหาแรงกดจากเครื่อง (UTM) ดังรูปที่ 3.2

วิธีการทดสอบ

1.นำแม่พิมพ์ทั้งสองส่วนยึดติดกับเครื่อง UTM

2.นำสบู่สมุนไพรที่จะทำการทดสอบขนาด 50mm×75 mm×21mm (กว้าง×ยาว×สูง) นำไปวางในแม่พิมพ์สบู่

3.ทำการตั้งระยะเซนเซอร์ให้อยู่ตรงบริเวณที่ผิวสบู่

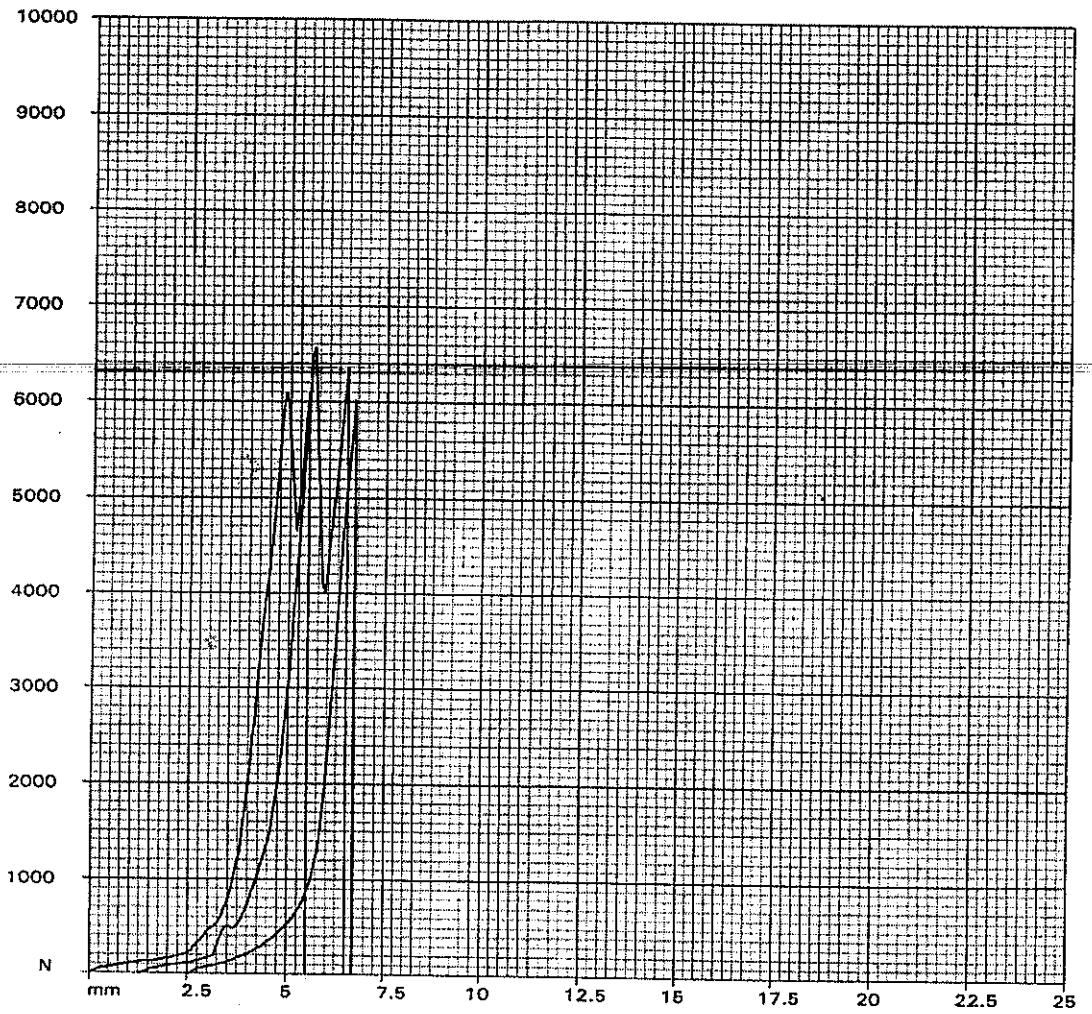
4.ทำการเดินเครื่อง (เครื่อง UTM จะหยุดเมื่อถึงบริเวณจุดเซนเซอร์ที่ตั้งไว้)

5. ทำการเดินเครื่องต่อไปจนถึงระยะแม่พิมพ์สัมผัสกัน

6. หยุดเดินเครื่อง

7. ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

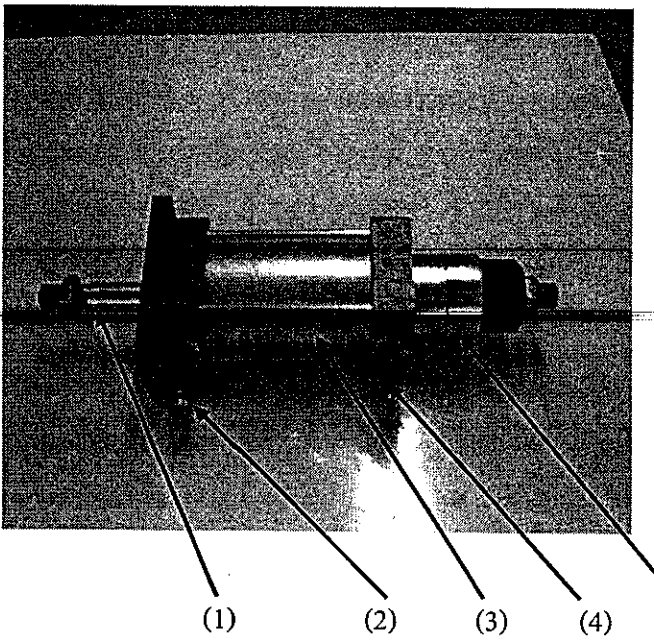
8.อ่านค่าที่ได้จากกราฟ



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงแรงกดสบู่ที่ได้จากการทดสอบ

จากกราฟจะได้ค่าแรงกด สามารถนำค่าทั้งหมดมาเฉลี่ยหาค่าแรงกดที่เหมาะสมเมื่อทำการเฉลี่ยแล้วได้ค่าแรงกด 6300 N จากค่าที่ได้ เพื่อความปลอดภัย จึงเลือกใช้แรงขนาด 9000 N เมื่อได้ขนาดของแรง จึงเลือกซื้อกระบอกสูบ โดยตามท้องตลาดมีจำหน่ายตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ซึ่งเลือกใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 mm

กระบอกสูบที่เลือกซื้อ มีลักษณะ ทำงานสองทาง และมีวาล์วควบคุมอัตราการไหลอยู่ที่กระบอกสูบ เพื่อสามารถปรับอัตราการไหลลมเข้า-ออก ได้



รูปที่ 3.6 กระบอกสูบนิวแมติกส์

1. ก้านสูบ เคลื่อนที่ขึ้นลงเมื่อมีลมไหลเข้า ออก ในกระบอกสูบ
2. วาล์วบังคับลมออก ปล่อยลมออกจากกระบอกสูบ
3. กระบอกสูบ รองรับอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ภายในกระบอกสูบ
4. วาล์วบังคับลมเข้า ปล่อยลมไหลผ่านเข้าไปในกระบอกสูบ
5. ชุดแหวน รับหน้าที่กันกระแทกกระบอกสูบ

ตารางที่ 3.1 การหาจุดบกพร่องและการแก้ไขกระบอกสูบชนิดทำงานสองทาง

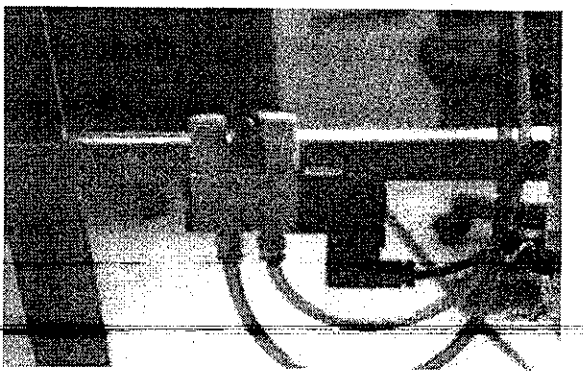
จุดบกพร่อง	สาเหตุ	การแก้ไข
ก้านสูบไม่เคลื่อนที่	1. ความดันลมอัดไม่พอ 2.ไม่มีสัญญาณสั่งเมนวาล์วบังคับให้ก้านสูบวิ่งออก 3. ติดตั้งกระบอกสูบไม่ได้ศูนย์ 4. ซีลลูกกสูบชำรุด(รั่ว)	1. ปรับความดันให้เพียงพอ 2. ตรวจสอบวงจร 3. แก้ไข 4. เปลี่ยนซีล
การเคลื่อนที่ไม่เรียบ	1.ความเร็วในการเคลื่อนที่ต่ำเกินไป 2. ติดตั้งกระบอกสูบไม่ได้ศูนย์ 3.โหลดกระทำด้านข้างมากเกินไป 4. รับโหลดมากเกินไป	1. ควรเปลี่ยนเป็นระบบไฮดรอนิวแมติกส์ 2. แก้ไข 3.ใช้นำร่อง หรือเปลี่ยนการจับยึดใหม่ 4.เพิ่มความดันหรือเปลี่ยนกระบอกสูบใหม่
เกิดความเสียหายกับกระบอกสูบ	1.เกิดการกระแทกเนื่องจากความเร็วสูงเกินไป 2.โหลดกระทำด้านข้าง	1. ปรับกันกระแทกใหม่ 2. ใช้นำร่อง

(ที่มา: นิวแมติกส์อุตสาหกรรม, ปานเพชร ชินินทร)

3.2.4 วาล์วควบคุมทิศทางลม

เนื่องจากชุดอุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์มีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ เช่น กระบอกนิวแมติกส์เลื่อนออกหรือเลื่อนเข้า ดังนั้นวาล์วเปลี่ยนทิศทางลมเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของชุดอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์

วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของเครื่องปั๊มสบู่ มีลักษณะคือ วาล์วควบคุม 5ทิศทาง 2 ตำแหน่ง (5/2) มีรูระบายลมทิ้ง 2 รู รูลมเข้า 1 รู รูนำไปใช้งาน 2 รู



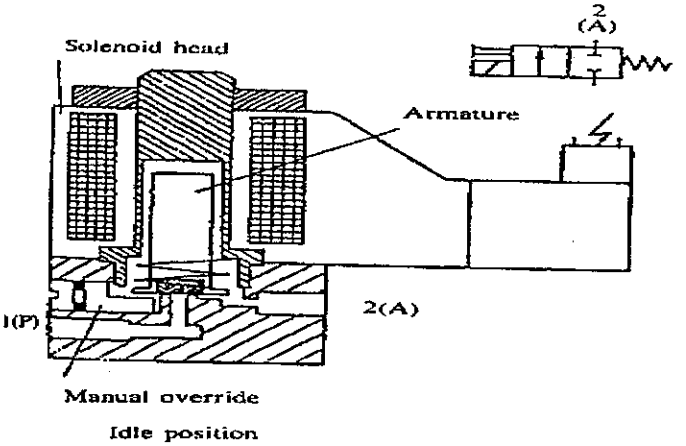
รูปที่ 3.7 วาล์วควบคุมทิศทางลม

การออกแบบวาล์วจำเป็นจะต้องคำนึงถึงการใช้งานขนาดของวาล์ว ความสามารถในการให้ลมอัดไหลผ่าน แรงที่ใช้ดันหรือกดให้วาล์วเคลื่อนที่ วาล์วควบคุมทิศทางลมมีหลายแบบต่างกันที่รูปแบบการนำไปใช้งาน ส่วนมากวาล์วประเภทนี้ใช้ลมอัดที่ความดันต่ำกว่า 10 บาร์ แต่ในวงการอุตสาหกรรมบางชนิดอาจใช้ความดันถึง 50 บาร์

3.2.4.1 โครงสร้างและหลักการทำงานของโซลีนอยด์วาล์ว

โครงสร้างของวาล์วควบคุมทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ คือ วาล์วแบบนั่งบ่า(poppet valve) หรือ seat valve และวาล์วแบบลูกสูบเคลื่อนที่ piston slide valve วาล์วแต่ละอย่างมีข้อดีข้อเสียต่างกัน

วาล์วแบบนั่งบ่า แบบลูกบอล



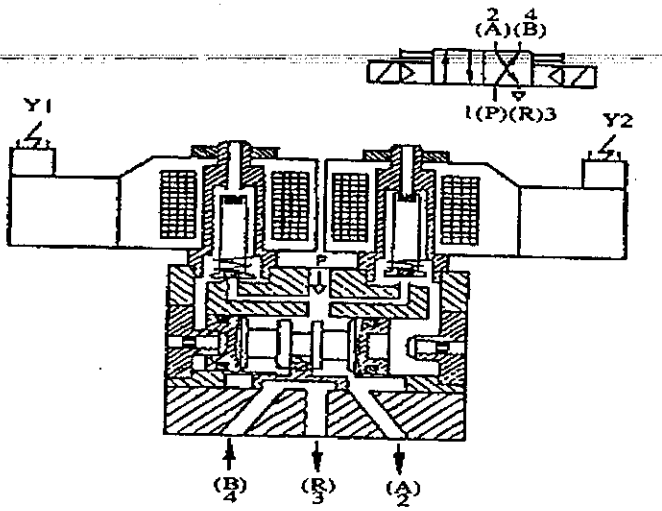
โซลีนอยด์วาล์วแบบนั่งบ่า

รูปที่ 3.8 วาล์วแบบนั่งบ่า แบบลูกบอล
(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)

ข้อดี ปัญหาเรื่องซีลชำรุดน้อย

ข้อเสีย แรงที่ใช้ในการเลื่อยวาล์วมาก เนื่องจากต้องเอาชนะสปริงแรงดันลม

วาล์วแบบลูกสูบเลื่อน



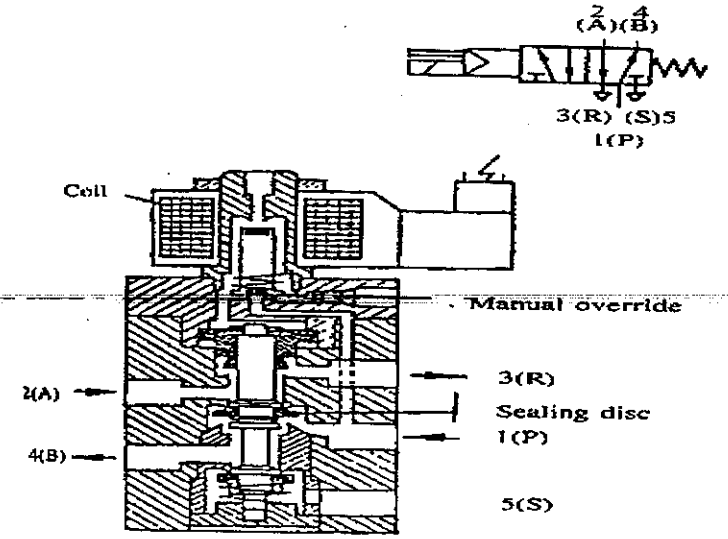
โซลีนอยด์วาล์วแบบลูกสูบเลื่อน

รูปที่ 3.9 วาล์วแบบลูกสูบเลื่อน
(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)

ข้อดี แรงที่ใช้ในการเลื่อนวาล์วน้อยกว่าวาล์วแบบนั่งบ่า เพราะแรงที่ใช้เพียงเอาชนะแรงสปริงเท่านั้น

ข้อเสีย ซีลของวาล์วจะเสียดสีกับโครงอยู่ตลอดเวลาที่มีการเลื่อนวาล์ว ทำให้อายุการทำงานของซีลสั้นลง

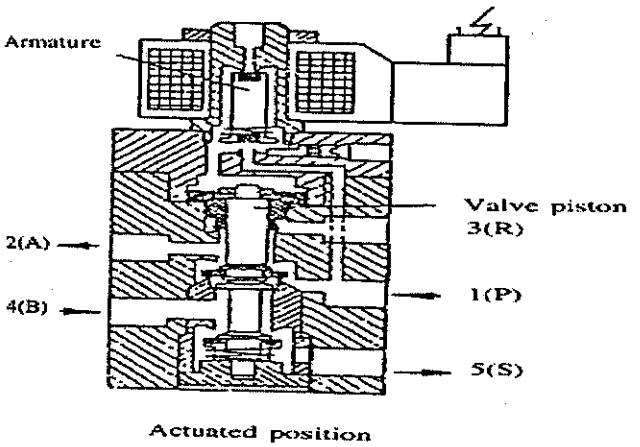
การออกแบบเครื่องปั้มสบู่สมุนไพร เลือกใช้วาล์ว 5 ทาง 2 ตำแหน่ง ใช้โซลีนอยด์เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์ว กลับสู่สภาพเดิมด้วยสปริง



รูปที่ 3.10 วาล์ว 5 ทาง 2 ตำแหน่ง โซลีนอยด์เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วกลับสู่สภาพเดิม ด้วย สปริง

(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)

ในสภาวะปกติ เมื่อยังมีมีกระแสไหลผ่านขดลวดโซลีนอยด์ โซลีนอยด์จะยังไม่มีอำนาจแม่เหล็กแรงสปริงจะดันให้ลิ้นเล็กด้านบนปิดทางลมจาก P ลิ้นใหญ่จะไม่ถูกเลื่อน เป็นผลทำให้รู P ต่อถึงรู B รู A ต่อถึงรูR ส่วนรู S จะถูกปิด



รูปที่ 3.11 วาล์ว 5 ทาง 2 ตำแหน่ง โซลีนอยด์เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วกลับสู่สภาพเดิม ด้วยสปริง

(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)

ในสภาวะทำงาน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดโซลีนอยด์ จะทำให้โซลีนอยด์เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นเล็กด้านบนให้เปิดทางลม ลมจาก P จะไหลผ่านลิ้นเล็กนี้ไปเลื่อนลิ้นใหญ่ เป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P เปลี่ยนทิศทางการไหล คือ รู P ต่อถึงรู A รู B ต่อถึงรู S ส่วนรู R จะถูกปิด

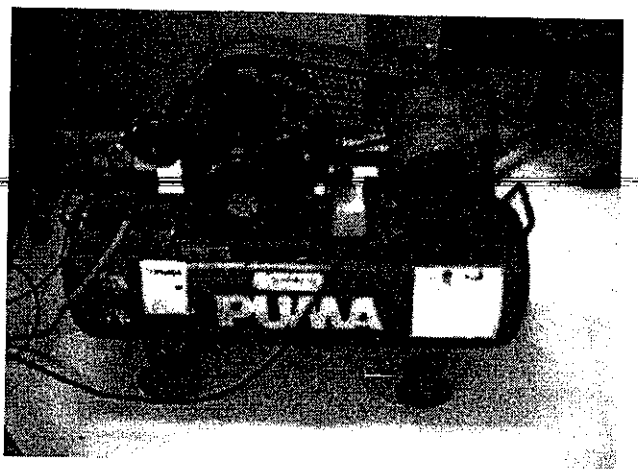
ตารางที่ 3.2 การหาจุดบกพร่องและการแก้ไข โซลีนอยด์วาล์ว

จุดบกพร่อง	สาเหตุ	การแก้ไข
ไม่เปิดให้ลมผ่าน	1. ไม่มีกระแสไฟเข้า 2.โวลต์ต่ำเนื่องจากกระแสไฟตรง 3. ขดลวดไหม้หรือเสีย 4. เกิดคราบสกปรกภายใน 5. แกนวาล์วติดขัด เลื่อนไม่ได้หรือชำรุด	1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3. เปลี่ยนขดลวดคอลย์ใหม่ 4. ทำความสะอาดแกนวาล์ว 5.เปลี่ยนแกนวาล์วและปลอกวาล์วใหม่
ลมเปิดค้าง	1. กระแสไฟเข้าโซลีนอยด์ค้าง 2. เกิดคราบสกปรกภายใน 3. แกนวาล์วติดขัด เลื่อนไม่ได้หรือชำรุด	1. ตรวจสอบกระแสไฟ 2. ทำความสะอาดแกนวาล์ว 3. .เปลี่ยนแกนวาล์วและปลอก
ลมรั่ว	1.บ่าวาล์วเป็นรอย 2.คราบสกปรกจับที่บ่าวาล์ว	1. เปลี่ยนวาล์วใหม่ 2. ทำความสะอาด
ลมรั่วที่รูลม 1	1. แกนหรือบ่าวาล์วเป็นรอย 2. ซีลสึก	1. เปลี่ยนแกน 2. เปลี่ยนซีล
ลมรั่วที่รูลม 2,3,4,5	1. ซีลสึก 2. คราบสกปรก	1. เปลี่ยนซีล 2.ล้างทำความสะอาดแกนวาล์ว
มีเสียงคราง	1. โวลต์ต่ำเกินไป 2. ผิวสัมผัสแกนวาล์วไม่เรียบ 3.มีคราบสกปรก 4.หน้าสัมผัสมีคราบสกปรก 5.นอตหลวม	1. ตรวจสอบกระแสไฟ 2. เปลี่ยนแกนวาล์ว 3. ทำความสะอาด 4. ล้างทำความสะอาด 5. ขันนอตให้แน่น

(ที่มา: นิวแมติกส์อุตสาหกรรม,มนูญ ชื่นชม)

3.2.5 ถังเก็บลม

ถังเก็บลมที่ใช้รุ่นเล็กยี่ห้อ PUMA ขนาด 1/2 แรงม้า ซึ่งเป็นระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ กำลังเครื่องอัดลมอยู่ที่ 0.4 กิโลวัตต์ กำลังอัด 2.0 MPa ถังเก็บลมให้แรงดันสูงสุด 2.9 MPa



รูปที่ 3.12 ถังเก็บลม

3.2.6วาล์วควบคุมทิศทางการไหล

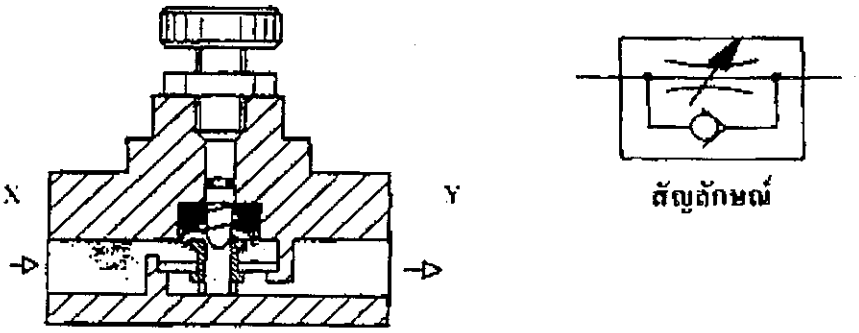
เลือกใช้โซลีนอยด์วาล์ว 5ทาง 2 ตำแหน่ง ซึ่งเป็นวาล์วตัวเดียวกันกับหัวข้อ 3.2.4 เนื่องจากระบบของเครื่องปั๊มสบู่สมุนไพรใช้ระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าเข้ามาใช้งานด้วย อีกทั้งต้องการให้ได้ลมออก 2 ทาง ด้วยเหตุนี้จึงเลือกใช้โซลีนอยด์วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลม

3.2.7 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วของกระบอกสูบ

การเลือกอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของกระบอกสูบในเครื่องปั๊มสบู่สมุนไพร เลือกใช้วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว (One way flow control valve) จำนวน 2 ตัว ทั้งนี้เนื่องจาก ต้องการควบคุมอัตราการไหลลมด้านเข้า และออก ให้สม่ำเสมอกัน และป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับก้านสูบ

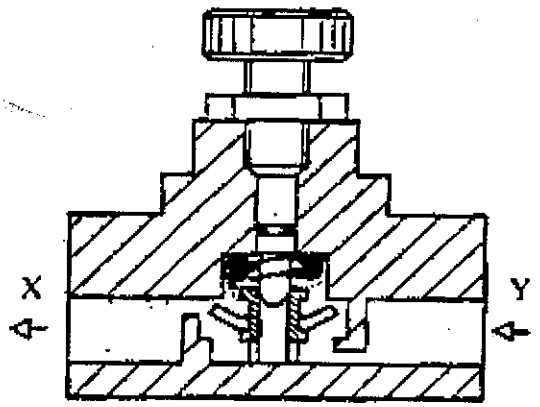
3.2.7.1 วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว (One way flow control valve)

วาล์วชนิดนี้จะเป็นวาล์วที่ควบคุมอัตราการไหลของลมได้ทางเดียว ส่วนในทางตรงข้ามกันจะยอมให้ลมไหลปกติไม่มีการควบคุมความเร็ว ประโยชน์ของวาล์วชนิดนี้จะใช้ควบคุมความเร็วของก้านสูบด้านใดด้านหนึ่ง คือ ควบคุมก้านสูบเคลื่อนที่ออกหรือควบคุมก้านสูบเคลื่อนที่เข้า



รูปที่ 3.13 แสดงสภาวะการทำงานของวาล์วเมื่อแรงดันลมเข้ามาทางด้าน X จะเห็นว่าปริมาณของลมที่ไหลผ่านไปยังด้าน Y จะถูกควบคุมด้วยการปรับสกรูตรงกลาง

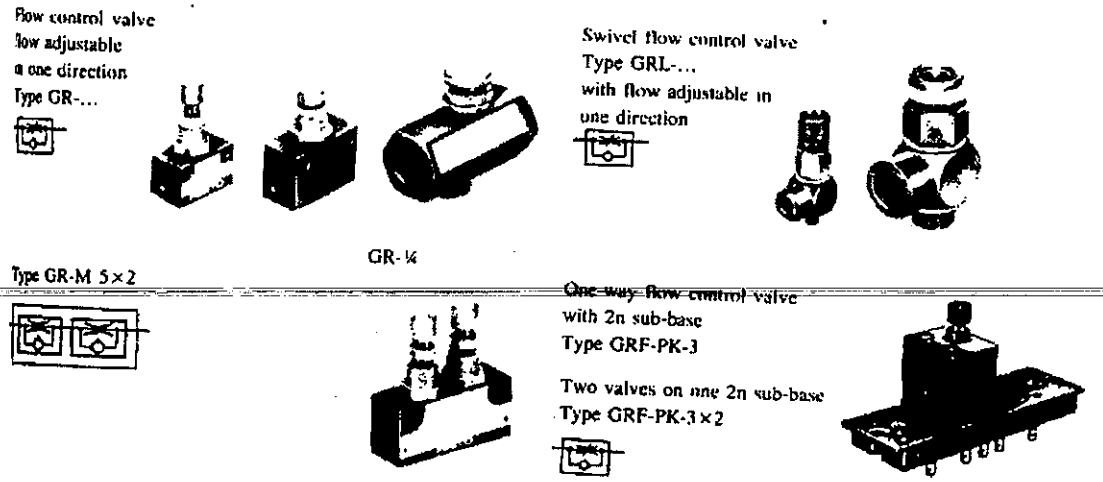
(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)



รูปที่ 3.14 แสดงสภาวะการทำงานของวาล์วเมื่อแรงดันลมเข้ามาทางด้าน Y จะเห็นว่าปริมาณของลมที่ไหลผ่านไปยังด้านXไม่สามารถควบคุมได้ เนื่องจากลมสามารถไหลผ่านทางด้าน check valve ได้

(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)

3.2.7.2 วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว (One way flow control valve) แบบต่างๆ

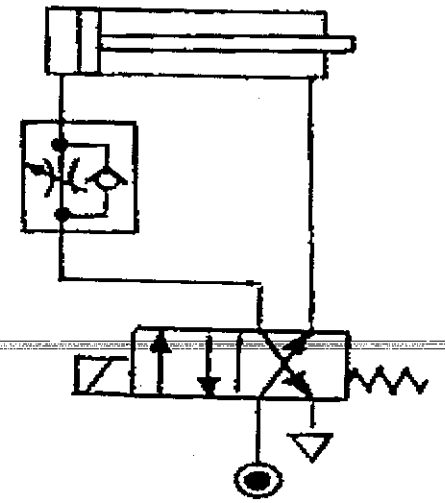


รูปที่ 3.15 วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว (One way flow control valve) แบบต่างๆ
(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)

3.2.7.3 วิธีการควบคุมความเร็วก้านสูบแบบต่างๆ

วิธีที่ 1 การควบคุมปริมาณลมไหลเข้า(Meter in method หรือ Inlet air controller)

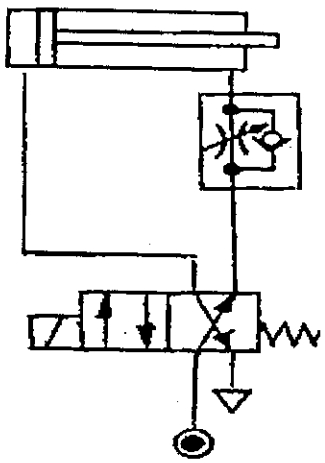
การควบคุมความเร็วของก้านสูบวิธีนี้จะเป็นการควบคุมปริมาณลมเข้ากระบอกสูบ ส่วนปริมาณลมออกจากกระบอกสูบจะไม่ถูกควบคุม การควบคุมวิธีนี้จะมีข้อดี คือ แรงกระทำก้านสูบจะมีค่ามาก แต่ก็มีข้อเสีย คือ ถ้ามีการควบคุมปริมาณลมให้เข้ากระบอกสูบน้อย (ต้องการให้ก้านสูบเคลื่อนที่ช้ามาก) การเคลื่อนที่ของก้านสูบจะไม่สม่ำเสมอและเคลื่อนที่สะดุดไม่เรียบ เนื่องจากในขณะที่ก้านสูบเคลื่อนที่ออกนั้นจะทำให้เกิดช่องว่างของห้องสูบซ้ายมือ ซึ่งก้านสูบจะเคลื่อนที่ต่อไปได้ต้องให้ปริมาณลมเข้ามาเต็มห้องสูบอีกครั้งหนึ่งก่อนจึงจะเคลื่อนที่ต่อไปได้ ผลนี้เองจะทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ไม่เรียบ การควบคุมแบบนี้เหมาะสำหรับงานบางกรณีเท่านั้น เช่น ใช้ควบคุมความเร็วของกระบอกสูบทางเดียว (Single aeting cylinder) หรือกระบอกสูบที่มีขนาดเล็กเป็นต้น



รูปที่ 3.16 การควบคุมปริมาณลมไหลเข้า(Meter in method หรือ Inlet air controller)
(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)

วิธีที่ 2 การควบคุมปริมาณลมไหลออก(Meter out method หรือ outlet air controller)

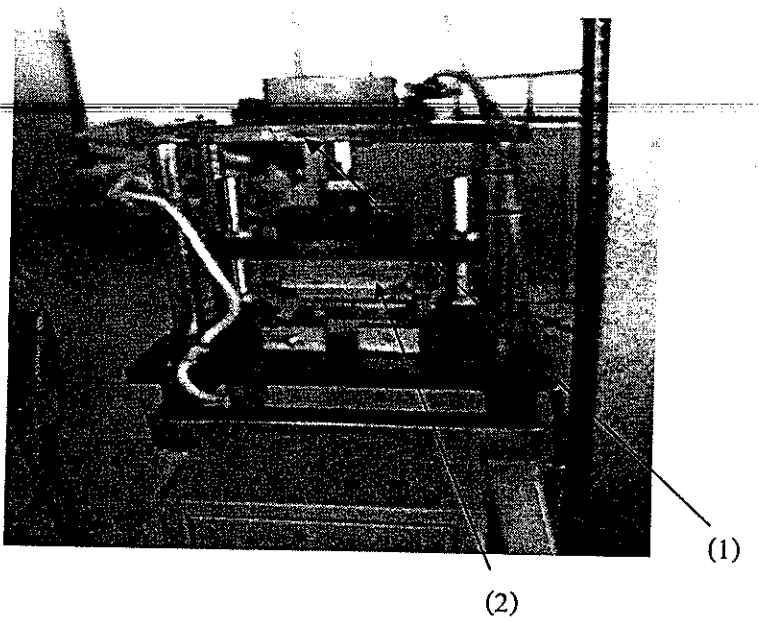
การควบคุมความเร็วของก้านสูบวิธีนี้จะเป็นการควบคุมปริมาณลมออกกระบอกสูบ (ควบคุมลมไหลออก) ส่วนปริมาณลมที่เข้ากระบอกสูบจะมาถูกควบคุม การควบคุมแบบนี้จะมีข้อดีกว่าวิธีที่ 1 คือ การเคลื่อนที่ของก้านสูบจะเคลื่อนที่สม่ำเสมอและเรียบ เนื่องจากปริมาณลมที่เข้ากระบอกสูบจะเข้าเต็มที่ การควบคุมแบบนี้มีข้อเสียอยู่บ้างเหมือนกัน คือ แรงกระทำที่ก้านสูบจะมีค่าน้อยกว่าแบบที่ 1 เพราะการควบคุมลมออกนั้นจะทำให้เกิดแรงต้านการเคลื่อนที่ของก้านสูบ และการควบคุมความเร็วแบบนี้จะไม่เหมาะกับลูกสูบช่วงชักระยะสั้นๆหรือขนาดเล็กๆ แรงดันที่เป็นแรงต้านลมระบาย อาจไม่เพียงพอ ฉะนั้นการควบคุมวิธีแรกจึงเหมาะกว่า (สำหนับกระบอกสูบช่วงชักสั้นๆ หรือขนาดเล็ก)



รูปที่ 3.17 การควบคุมปริมาณลมไหลออก(Meter out method หรือ outlet air controller)
(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)

3.2.8 คานรับน้ำหนักกระบอกสูบ

เป็นส่วนประกอบที่อยู่บนเสา สามารถรับน้ำหนักกระบอกสูบ และน้ำหนักของชุดแม่พิมพ์ส่วนบน 140.82 N โดยไม่เกิดการโก่ง คานมีความยาว 280 mm.

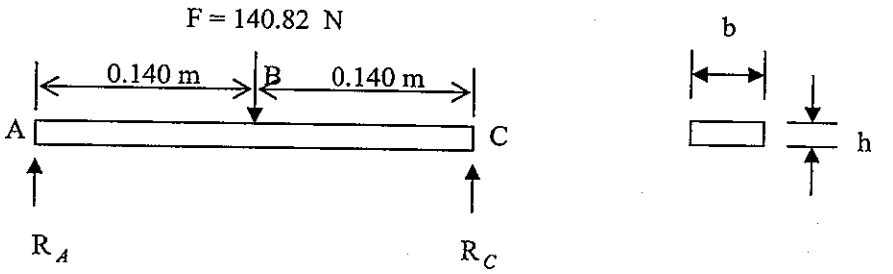


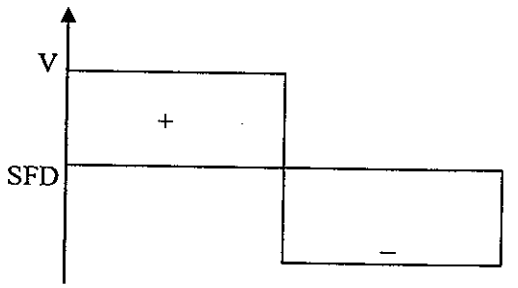
รูปที่ 3.18 (1) คาน (2) ชุดแม่พิมพ์ส่วนบน

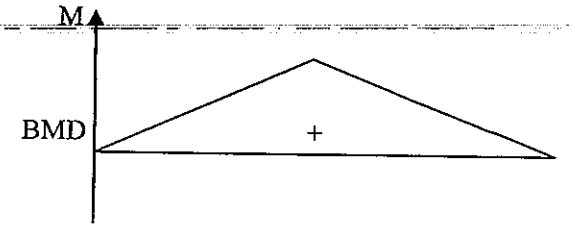
1) ข้อจำกัดในการออกแบบ

- คานมีความยาว 280 mm
- รับน้ำหนักกระบอกสูบและน้ำหนักของชุดแม่พิมพ์ส่วนบน F = 140.82 N

2) วิธีการคำนวณ







$[\Sigma M_A = 0 , + \circlearrowleft]$

$$-140.82(0.14) + R_C(0.28) = 0$$

$$R_C = 70.41 \text{ N}$$

$[\Sigma y = 0 , + \uparrow]$

$$R_A + 70.41 - 140.82 = 0$$

$$R_A = 70.41 \text{ N}$$

ที่หน้าตัด $0 < x < 0.140$

$$v = R_A = 70.41 \text{ N}$$

$$M = R_A \, x = 70.41 \, (x) \text{ Nm}$$

$x = 0$ m ; $M = 0$ Nm

$x = 0.140$ m ; $M = 70.41 \, (0.140)$

$= 9.85$ Nm

ที่หน้าตัด $0.140 < x < 0.280$

$$v = 70.41 - 140.82 = -70.41 \text{ N}$$

$$M = 70.41(x) - 140.82(x - 0.140) \text{ Nm}$$

$x = 0.140$ m ; $M = 70.41(0.140) - 140.82(0.140 - 0.140)$

$= 9.85$ Nm

$x = 0.280$ m ; $M = 70.41(0.280) - 140.82 \, (0.280 - 0.140)$

$= 0$ Nm

ดังนั้นโมเมนต์สูงสุดเท่ากับ 9.85 Nm กระทำที่จุดห่างจาก A = 0.140 m ไปทางขวามือ เนื่องจากคานทำด้วยเหล็กกล้า AISI 1010 HR จากตาราง ก 1 (ภาคผนวก ก) ใช้แรงดึงคราก เป็นหลัก

σ_y = 42 ksi = 42 × 6.895 = 289.59 N/mm^2

จากตาราง 2.22 เลือกใช้ $N_y = 2$ แรงอยู่นิ่ง ; C = h/2 ให้ h = 20 mm ; C = 20/2 = 10 mm ; b = 170 mm ; $I = (1/12) \times b \times h^3$

ความเค้นสูงสุดของคาน

จากสูตร

$$\sigma_y / N_y = MC/I$$

โดยที่ M = โมเมนต์ , Nm

F = น้ำหนักรวมของกระบอกสูบกับแม่พิมพ์ส่วนบน , N

L = ความยาวของคาน , m

N_y = ค่าความปลอดภัย

C = ระยะจากแกนสะเทินถึงผิว ; mm

I = โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนสะเทิน ; mm^4

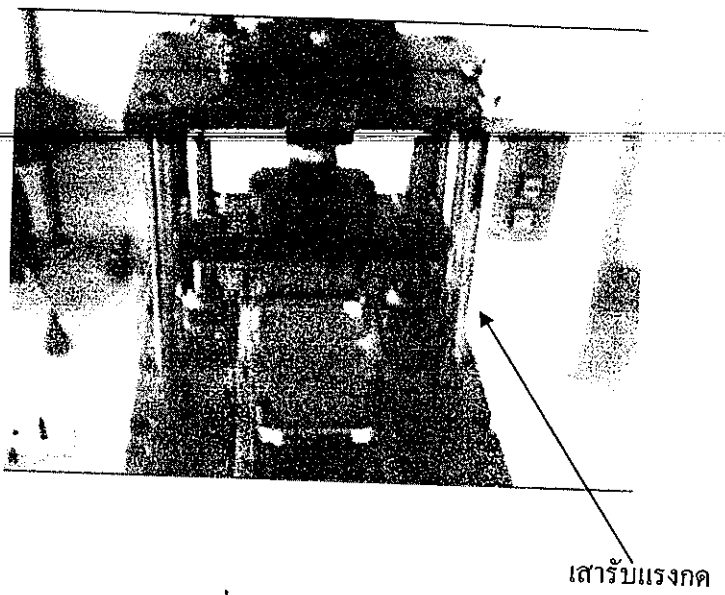
แทนค่า $(289.59/2) = (9.85 \times 1000 \times 10) / ((1/12) \times b \times 20^3)$

b = 1.02 mm

จากค่าที่ได้ ถ้าคานมีความกว้างน้อยกว่า 1.02 mm คานจะเกิดความเสียหาย ซึ่งเหล็กที่เรานำมาทำคานรับน้ำหนักของกระบอกสูบนี้ มีขนาดความกว้าง 170 mm ดังนั้นสามารถรับน้ำหนักของกระบอกสูบได้โดยไม่เกิดความเสียหาย และเหล็กที่ใช้ทำคานชนิดนี้ สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด

3.2.9 เสา

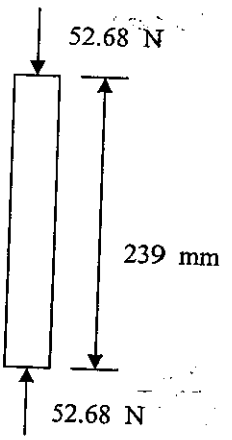
เสาทำหน้าที่รับแรงกด ซึ่งแรงกดในที่นี้ก็คือน้ำหนักของคาน กระบอกสูบนิวแมติกส์และน้ำหนักของเบ้าส่วนบนโดยแรงกดรวมกับน้ำหนักของคานเท่ากับ 210.71N เสามีความยาว 239 mm



รูปที่ 3.19 เสารับแรงกด

1) ข้อจำกัดในการออกแบบ
   - เสามี 4 ต้น ดังนั้นเสาแต่ละต้นต้องรับน้ำหนัก 52.68 N
   - เสามีความยาว 239 mm

2) วิธีการคำนวณ



สำหรับความยาวสมมูลของเสาปลายยึดแน่นสองข้าง

จากสูตร

$$L_e = L_{colum}/2$$

โดยที่ L_e = ค่าความยาวสมมูล (mm)

แทนค่า $L_e = 239/2$

$L_e = 119$ mm

เสาเป็นเหล็ก AISI 1010 HR จากตาราง ก 1 (ภาคผนวก ก) หน้าตัดกลมตันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm

จะได้ว่า โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนสะเทิน ; mm^4

เส้นผ่านศูนย์กลางของเสา 25 mm

จากสูตร

$$I = \frac{\pi D^4}{64}$$

โดยที่ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของเสา ; mm

แทนค่า $I = 3.14\times(25^4)/64$

$I = 19174.76$ mm^4

หาพื้นที่หน้าตัดของเสา

จากสูตร

$$A = \frac{\pi}{4}D^2$$

แทนค่า $A = (\pi\times25^2)/4$

$A = 490.63$ mm^2

คำนวณหารัศมีไจเรชั่น (k)

จากสูตร

$$k = \left(\frac{I}{A}\right)^{\frac{1}{2}}$$

แทนค่า $k = \left(\frac{19174.76}{490.63}\right)^{\frac{1}{2}}$

$k = 6.25$ mm

หาอัตราส่วนความเพรียวของเสา

จากสูตร

$$\text{อัตราส่วนความเพรียว} = \frac{L_e}{k}$$

แทนค่า อัตราส่วนความเพรียว = 119.5/6.25

อัตราส่วนความเพรียว = 19.116

เนื่องจาก $\frac{L_e}{k} < 40$ ใช้สูตร $\sigma_c = \frac{F}{A}$

โดยที่ F = แรงกดทั้งหมด; N

σ_c = ความเค้นอัด

แทนค่า σ_c = 210.71/490.63

σ_c = 0.43 N/mm^2

คำนวณหาโมเมนต์

จากสูตร M = FL/4

โดยที่ M = โมเมนต์ , Nm

F = น้ำหนักรวมของกระบอกสูบกับแม่พิมพ์ส่วนบน , N

L = ความยาวของคาน

N_y = ค่าความปลอดภัย

แทนค่า M = (210.71×239)/4

M = 12589.92 N/mm

คำนวณหาความเค้นดัดสูงสุด ให้ C = D/2 = 25/2 = 12.5 mm

จากสูตร

σ_b = MC/I

โดยที่ C = ระยะจุดสะเทิน ; mm

I = โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนสะเทิน ; mm^4

แทนค่า σ_b = (12589.92×12.5) / 19174.76

σ_b = 8.21 N/mm^2

ดังนั้น $\sigma_{totol} = \sigma_b + \sigma_c$

แทนค่า $\sigma_{totol} = 8.64\ \text{N/mm}^2$

เนื่องจากเหล็กที่ทำเสานั้นเป็นวัสดุ AISI 1010 HR จากตาราง ก 1 (ภาคผนวก ก) ใช้ค่าความต้านแรงดึงครากเป็นหลัก จากตาราง 2.22 เลือกใช้ $N_y = 2$ แรงอยู่นิ่ง

$\sigma_y = 42\ \text{ksi} = 42 \times 6.895 = 289.59\ \text{N/mm}^2$

เนื่องจากได้กำหนดขนาดของชิ้นงานมาแล้ว

ค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน = ความต้านแรงดึงครวก / ความเค้นที่คำนวณได้

ค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน = $\sigma_y / \sigma_{totol}$

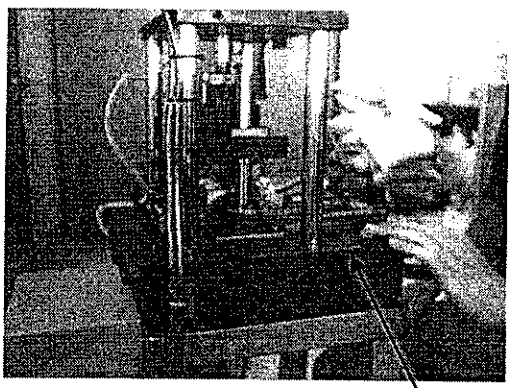
= 289.59/8.64

= 33.52

ดังนั้นเมื่อนำค่าความปลอดภัยของชิ้นงานที่ได้จากการคำนวณ มาเปรียบเทียบกับค่าความปลอดภัย, N_y ที่ได้จากตาราง 2.22 จะเห็นว่าค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน = 33.52 ที่ได้จากการคำนวณประสิทธิภาพของเสา ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าความปลอดภัย, N_y ดังนั้นเสาสามารถรับน้ำหนักกระบอกสูบ ชุดแม่พิมพ์ส่วนบน และคาน โดยไม่เกิดความเสียหาย เหล็กที่ใช้ทำเสาชนิดนี้ เป็นชนิดเดียวกับคานรับน้ำหนักกระบอกสูบ แต่เสาจะเคลือบด้วยโครเมี่ยม เพื่อป้องกันการเกิดสนิม ซึ่ง สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด

3.2.10 คานรองรับชุดปั๊มขึ้นรูป

ทำหน้าที่เป็นฐานให้กับชุดปั๊มขึ้นรูป ลักษณะของคานรองรับชุดปั๊มขึ้นรูป ดังรูป 3.20



คานรองรับชุดปั๊มขึ้นรูป

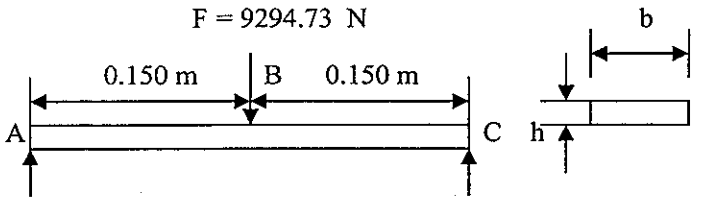
รูปที่ 3.20 คานรองรับชุดปั๊มขึ้นรูป

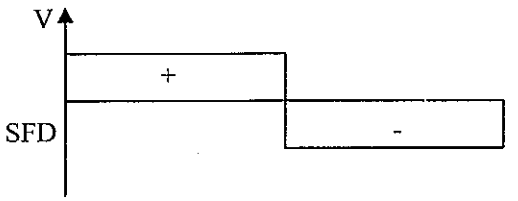
1) ข้อจำกัดในการออกแบบ

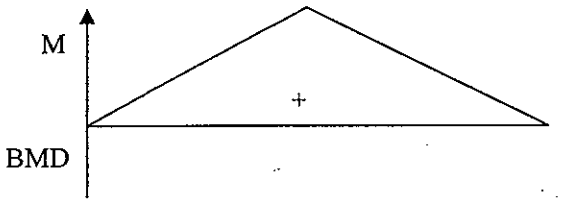
- คานมีความยาว 300 mm
- แรงทั้งหมดที่กระทำต่อคานมีดังนี้

1. น้ำหนักคานตัวบนได้จากการชั่ง 7.125 ×9.81 = 69.89 N
2. น้ำหนักเสาทั้งสี่เสาได้จากการชั่ง 3.5×9.81 = 34.34 N
3. น้ำหนักกระบอกสูบได้จากการชั่ง 7.68×9.81 = 75.34 N
4. น้ำหนักเบ้าส่วนบนได้จากการชั่ง 10.825×9.81 = 106.19 N
5. แรงกดจากกระบอกสูบ = 9000N
6. ตัวนำร่อง ได้จากการชั่ง 0.915×9.81 = 8.97 N

นำค่าที่ได้มารวมกันจะได้แรง F = 9294.73 N







$[\Sigma M_A = 0 , \circlearrowleft +]$

$$-9294.73(0.150) + R_C(0.300) = 0$$

$$R_C = 4647.36 \text{ N}$$

$[\Sigma y = 0, \ + \uparrow \ ]$

$R_A + 4647.36 - 9294.73 = 0$

$R_A = 4647.36 N$

ที่หน้าตัด $0 < x < 0.150$

$v = R_A = 4647.36 N$

$M = R_A \ x = 4647.36(x) \ Nm$

$x = 0 \ m \quad ; \ M = 0 \ Nm$

$x = 0.150 \ m \ ; \ M = 4647.36(0.150)$

$= 697.10 \ Nm$

ที่หน้าตัด $0.150 < x < 0.300$

$v = 4647.36 - 10294.73 = -4647.36 \ N$

$M = 4647.36(x) - 9294.73(x-0.150) \ Nm$

$x = 0.150 \ m \ ; \ M = 4647.36(0.150) - 9294.73 \ (0.150-0.150)$

$= 697.10 Nm$

$x = 0.300 \ m \ ; \ M = 4647.36(0.300) - 9294.73 \ (0.300-0.150)$

$= 0 \ Nm$

ดังนั้นโมเมนต์สูงสุดเท่ากับ 697.10 Nm กระทำที่จุดห่างจาก A = 0.150 m ไปทางขวามือ เนื่องจากคานทำด้วยเหล็กกล้า AISI 1040 CD จากตาราง ก 1 (ภาคผนวก ก) ใช้แรงดึงดรากเป็นหลัก

$\sigma_y = 42 \ ksi = 88 \times 6.895 = 606.76 \ N/mm^2$

จากตาราง 2.22 เลือกใช้ $N_y = 3$ เพราะเป็นแรงซ้ำทิศทางเดียวหรือแรงกระแทกเล็กน้อย ; C = h/2 ให้ h = 20 mm ; C = 20/2 = 10 mm ; $I = (1/12) \times b \times h^3$

ความเค้นสูงสุดของคาน

จากสูตร

$\sigma_y / N_y = MC/I$

โดยที่ M = โมเมนต์ , Nm

F = น้ำหนักรวมของกระบอกสูบกับแม่พิมพ์ส่วนบน , N

L = ความยาวของคาน , m

N_y = ค่าความปลอดภัย

C = ระยะจากแกนสะเทินถึงผิว ; mm

I = โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนสะเทิน ; mm^4

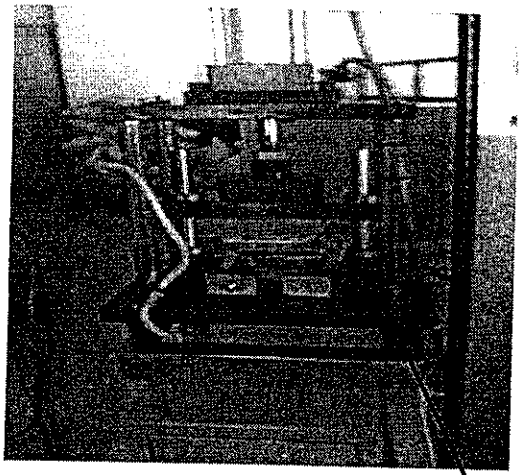
แทนค่า $(606.76/3) = (697.10 \times 1000 \times 10) / ((1/12) \times b \times 20^3)$

$b = 51.70mm$

ดังนั้นคานมีความกว้างอย่างน้อย 51.70 mm

เนื่องจากได้มีการกำหนดขนาดของคานรองรับชุดปั๊มมาแล้วเป็นขนาด h = 20 mm และ b = 350 mm ซึ่งจากการคำนวณความหนาของคาน คานสามารถรับน้ำหนักชุดปั๊มขึ้นรูปสบู่ โดยไม่เกิดความเสียหาย เหล็กที่ใช้ทำคานชนิดนี้สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด

3.2.11 เสารับแรงทั้งหมด



รูปที่ 3.21 เสารับแรงทั้งหมด

1) ข้อจำกัดในการออกแบบ

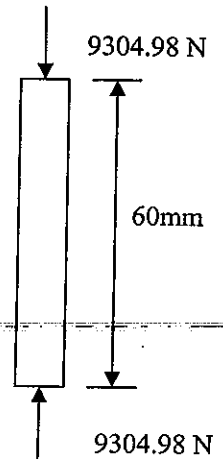
-รับแรงสูงสุด = 9294.73+น้ำหนักคาน

= 9294.73+10.25

= 9304.98 N

- เสามีความยาว 60 mm

2) วิธีการคำนวณหาแรงที่กระทำต่อเสา



สำหรับความยาวสมมูลของเสาปลายยึดแน่นสองข้าง

จากสูตร

$$L_e = L_{column}/2$$

โดยที่ L_e = ค่าความยาวสมมูล (m)

แทนค่า $L_e = 60/2$ mm

$L_e = 30$ mm

เสาเป็นเหล็ก AISI 1040 CD จากตาราง ก 1 (ภาคผนวก) ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

จะได้ว่า โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนสะเทิน ; mm^4

จากสูตร

$$I = (1/12)\times b\times h^3$$

โดยที่ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของเสา ; mm

แทนค่า $I = (1/12)\times 240\times 60^3$

$I = 432\times 10^4\ mm^4$

หาพื้นที่หน้าตัดของเสา

จากสูตร A = กว้าง × ยาว

แทนค่า $A = 20\times 240$

$A = 4800\ mm^2$

คำนวณหารัศมีไจเรชั่น (k)

จากสูตร

$$k = \left(\frac{I}{A}\right)^{\frac{1}{2}}$$

แทนค่า $$k = \left(\frac{432\times10^4\, mm^4}{4800 mm^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$k = 30\ \text{mm}$$

หาอัตราส่วนความเพรียวของเสา

จากสูตร

$$\text{อัตราส่วนความเพรียว} = \frac{L_e}{k}$$

แทนค่า อัตราส่วนความเพรียว = 30/30

อัตราส่วนความเพรียว = 1

เนื่องจาก $\frac{L_e}{k} < 40$ ใช้สูตร $\sigma_c = \frac{F}{A}$

โดยที่ F = แรงกดทั้งหมด; N

σ_c = ความเค้นกด

แทนค่า σ_c = 9294.73/4800

σ_c = 1.93 N/mm^2

ดังนั้นค่าความเค้นกดที่กระทำต่อเสา = 1.93 N/mm^2

วัสดุที่ทำเสาเป็นเหล็กชนิด 1040 CD จากตาราง ก1 (ภาคผนวก ก) ให้ความต้านแรงดึงครากเป็นหลัก

$$\sigma_y = 88\ \text{ksi} = 88\times6.895 = 606.76\ \text{N/mm}^2$$

จากตาราง 2.22 เลือกใช้ $N_y = 3$ เพราะเป็นแรงซ้ำทิศทางเดียวหรือแรงกระแทกเล็กน้อย เนื่องจากได้กำหนดขนาดของชิ้นงานมาแล้ว

ค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน = ความต้านแรงดึงคราก / ความเค้นที่คำนวณได้

ค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน $= \sigma_y / \sigma_c$

$= 606.76/1.93$

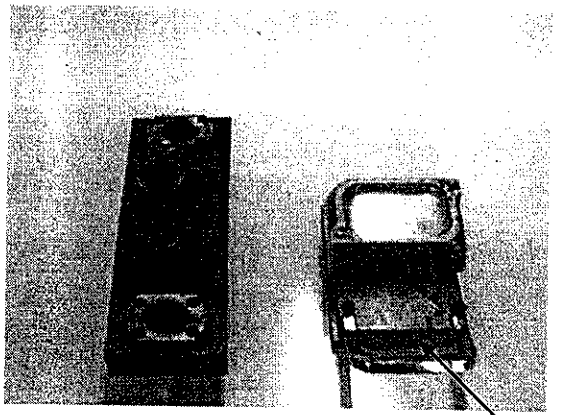
$= 314.38$

ดังนั้นเมื่อนำค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน มาเปรียบเทียบกับค่าความปลอดภัย, N_y ที่ได้จากตาราง 2.22 จะเห็นว่าค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน = 314.38 ที่ได้จากการคำนวณประสิทธิภาพของเสา ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าความปลอดภัย, N_y จากค่าที่ได้ จะเห็นได้ว่าเหล็กที่นำมาทำเสารับแรง

ทั้งหมดมีความคงทน แข็งแรง และสามารถรับแรงที่มากกว่านี้ได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายซึ่งเป็นเหล็กชนิดเดียวกับคานส่วนล่าง สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด

3.2.12 ฐานรองรับแม่พิมพ์ส่วนล่าง

ทำหน้าเป็นฐานเพื่อให้แม่พิมพ์ยึดติด โดยตัวฐานจะมีที่จับไว้สำหรับถอด เข้า - ออกเมื่อทำการปั๊มขึ้นรูปเสร็จดังรูปที่ ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ฐานรองรับแม่พิมพ์ส่วนล่าง

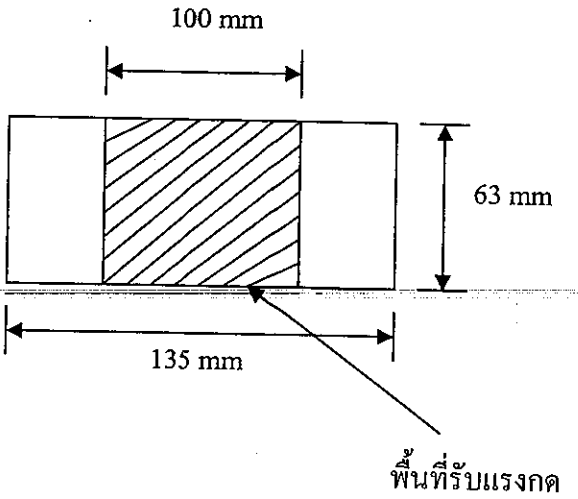
1) ข้อจำกัดในการออกแบบ

- ขนาดของฐาน 63 mm × 135 mm × 23 mm (กว้าง × ยาว × สูง)
- รับแรงกดทั้งหมดที่กระทำต่อฐานรองรับมีดังนี้

1. แรงจากการกด = 9000 N
2. น้ำหนักชุดแม่พิมพ์ส่วนบนได้จากการชั่ง = 10.825 × 9.81 = 106.19 N
3. น้ำหนักแม่พิมพ์ตัวล่างได้จากการชั่ง = 3.14 × 9.81 = 30.9N

นำค่าที่ได้มารวมกันจะได้ F = 9000+106.19+30.9 = 9137.09 N

2) วิธีการคำนวณ



หาพื้นที่รับแรงกด

จากสูตร $A = 100\ mm \times 63\ mm$

$A = 6300\ mm^2$

คำนวณความเค้นที่กระทำต่อฐาน

จากสูตร $\sigma = \frac{F}{A}$

แทนค่า $\sigma = 9137.09/6300$

$= 1.45\ N/mm^2$

วัสดุที่ใช้ทำฐานเป็นเหล็กกล้า AISI 1020 HR จากตาราง ก1 (ภาคผนวก ก) ให้ความต้านแรงดึงครากเป็นหลัก

$\sigma_y = 43\ ksi = 43 \times 6.895 = 296.48\ N/mm^2$

เนื่องจากเป็นแรงซ้ำทิศทางเดียว หรือแรงกระแทกเล็กน้อย ค่าความปลอดภัยที่ยอมรับได้ , $N_y = 3$ จากตาราง 2.22 เนื่องจากได้กำหนดขนาดของชิ้นงานมาแล้ว

ค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน = ความต้านแรงดึงคราก / ความเค้นที่คำนวณได้

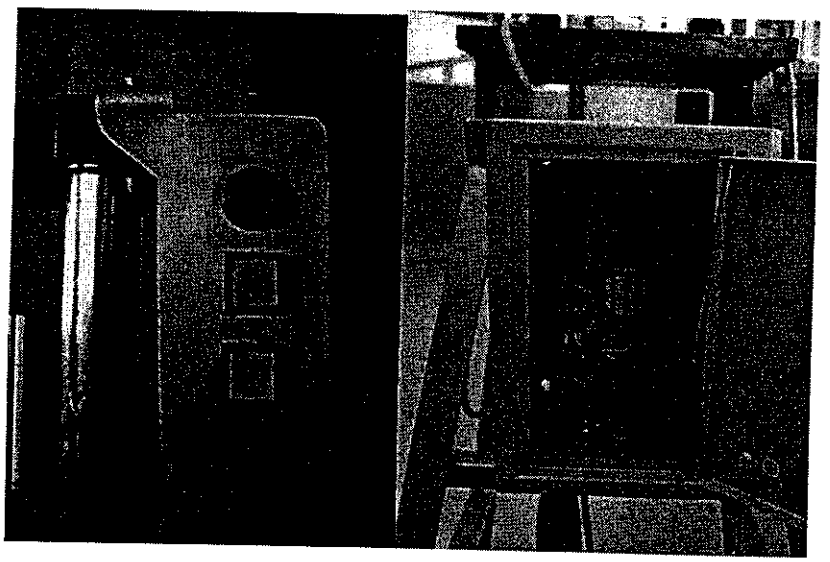
ค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน $= \sigma_Y / \sigma$

$= 296.48/1.45 = 204.46$

ดังนั้นเมื่อนำค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน มาเปรียบเทียบกับค่าความปลอดภัย, N_y ที่ได้จากตาราง 2.22 จะเห็นว่าค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน = 204.46 ที่ได้จากการคำนวณประสิทธิภาพของเสา ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าความปลอดภัยที่ยอมรับได้, N_y ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำฐานนี้สามารถรับแรงได้โดยไม่มีความเสียหาย และสามารถรับแรงที่มากกว่านี้ได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายซึ่งสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด

3.2.13 ระบบควบคุม

ในการควบคุมเครื่องปั๊มสบู่ใช้ระบบไฟฟ้าควบคุมการจ่ายลม โดยมีปุ่มเปิด-ปิด ทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน อุปกรณ์ที่เป็นตัวกำหนดการจ่ายลมอีกอย่าง คือ ปุ่มเดินเครื่อง และวาล์วปรับทิศทางลม ซึ่งภายในวาล์วปรับทิศทางลม มีการต่อเข้าไปในวงจรไฟฟ้าด้วย เมื่อทำการกดปุ่มเดินเครื่อง ต้องทำการเหยียบแป้นที่เท้าด้วยเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านครบวงจร ในวงจรไฟฟ้ามีการติดตั้ง Breaker ซึ่งทำหน้าที่ตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร ดังรูป 3.23



รูปที่ 3.23 ระบบควบคุม

การพิจารณาว่าระบบควบคุมมีคุณภาพดีหรือไม่นั้น สามารถพิจารณาโดยเปรียบเทียบการตอบสนองของระบบใน 3 ด้านหลัก คือ

ความแม่นยำ (accuracy) ของระบบในการควบคุมกระบวนการให้ได้ผลลัพธ์ตรงกับความต้องการมากที่สุด หรือมีความผิดพลาดน้อยที่สุด

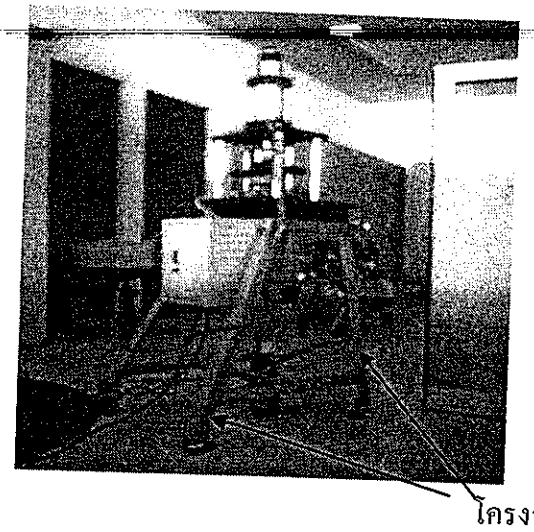
ความรวดเร็ว (speed) หรือเวลาในการทำให้ระบบเข้าสู่สภาพที่ต้องการโดยระบบที่มีคุณภาพดีนั้น ควรใช้เวลาน้อยที่สุด ในการปรับกระบวนการให้เข้าสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ

เสถียรภาพ (stability) ของระบบ ซึ่งก็คือ ความสามารถในการควบคุมกระบวนการให้ดำเนินไปตามปกติ หรือปรับให้สู่สมดุลเดิมภายหลังการถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายนอก

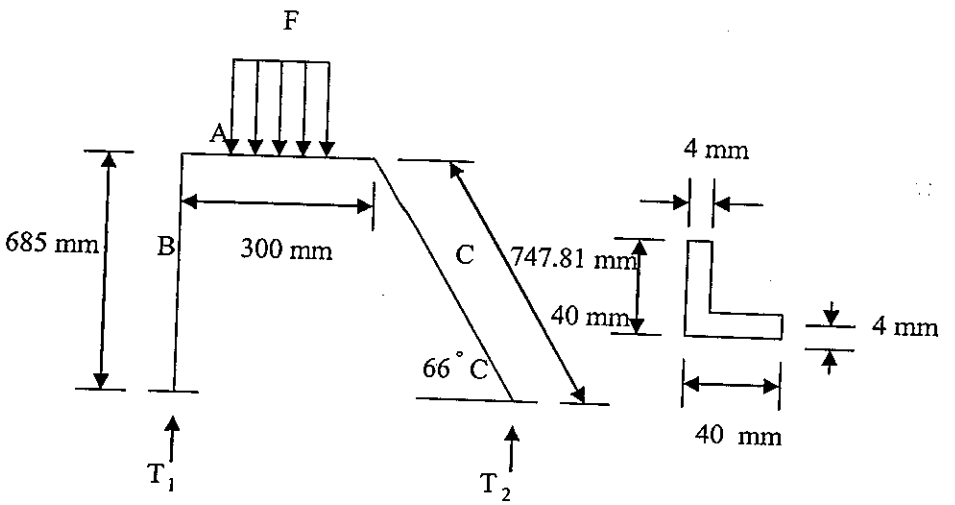
ระบบควบคุมของเครื่องปั๊มสบู่จัดว่าเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ คือ ระบบที่สามารถควบคุมการทำงานของกระบวนการต่างๆ ให้มีการทำงานเป็นไปตามเงื่อนไขที่ผู้ออกแบบระบบต้องการ โดยระบบควบคุมจะทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการให้สร้างผลลัพธ์ออกมาตามเป้าหมายที่

ต้องการ และคอยปรับกระบวนการเพื่อลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น เมื่อมีปัจจัยภายนอกรบกวนการทำงานของระบบ เช่น หากมีน้ำมาสัมผัสกับวงจรไฟฟ้า ระบบจะตัดโดยอัตโนมัติ โดยไม่เกิดความเสียหายแก่เครื่อง เนื่องจากเครื่องได้ติดตั้ง Breaker ไว้แล้ว

3.2.14 โครงสร้าง



รูปที่ 3.24 โครงสร้าง



คิดที่แผ่น A หาความเค้นเฉือน

โครงสร้างทำจากเหล็กฉาก AISI 1050 HR จากตาราง ก 1 (ภาคผนวก ก) ใช้แรงดึงครากเป็นหลัก

$$\sigma_y = 67 \text{ ksi} = 67 \times 6.895 = 451.96 \text{ N/mm}^2$$

จากตาราง 2.22 เลือกใช้ $N_y = 1$ แรงอยู่นิ่ง

จากสูตร $\tau = \frac{F}{2A}$

โดยที่ A = พื้นที่หน้าตัด mm^2

τ = ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้น = $0.6\sigma_y$

จัดสมการใหม่จะได้ $F_1 = 2\tau A$

พื้นที่ $A = (4\times36) + (4\times32) = 272\ mm^2$

ดังนั้น $\tau = 0.6\times451.96$

$= 271.17\ N/mm^2$

หาแรงเฉือนที่ทำให้แผ่น A ขาด

จะได้ $F_1 = 271.17\times272\times2$

$F_1 = 147516.48\ N$ ..... (1)

คิดความเสียหายที่จะทำให้แผ่น A งอตรงกลางโดยยอมให้โก่งงอได้ 2 mm

จากสูตร $F_2 = \frac{48yEI}{\frac{4L^3}{8} - \frac{3L^3}{2}}$

โดยที่ y = คือระยะโก่ง (mm)

E = โมดุลัสความยืดหยุ่น; kN/mm^2

L = ความยาว ; mm

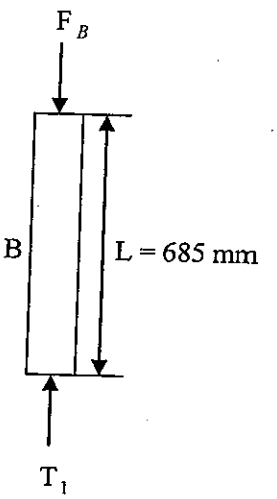
I = โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนสะเทิน; mm^4

จากตาราง ก 5 (ภาคผนวก ก) $I = 4.38\times10^4\ mm^4$

แทนค่า $F_2 = \frac{48\times2\times190000\times4.38\times10^4}{\frac{4(300)^3}{8} - \frac{3(300)^3}{2}}$

$F_2 = -2958.93\ N$ .....(2)

คิดที่เสา B



หาแรงที่ทำให้เหล็ก B เสียรูป

โครงสร้างทำจากเหล็กฉาก AISI 1050 HR จากตาราง ก 1 (ภาคผนวก ก) ใช้แรงดึงดรากเป็นหลัก

$$\sigma_y = 67 \text{ ksi} = 67 \times 6.895 = 451.96 \text{ N/mm}^2$$

พื้นที่ $A = (4\times36) + (4\times32) = 272 \text{ mm}^2$; $I = 4.38\times10^4 \text{ mm}^4$ จากตาราง ก 5 (ภาคผนวก ก)

สำหรับความยาวสมมูลของเสาปลายยึดแน่นอิสระ

จากสูตร

$$L_e = L_{column} \times 2$$

โดยที่ L_e = ค่าความยาวสมมูล (m)

แทนค่า $L_e = 685\times2 \text{ mm}$

$L_e = 1370 \text{ mm}$

คำนวณหารัศมีไจเรชั่น (k)

จากสูตร $$k = \left(\frac{I}{A}\right)^{\frac{1}{2}}$$

แทนค่า $$k = \left(\frac{4.38\times10^4 mm^4}{272 mm^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$k = 161.02 \text{ mm}$

หาอัตราส่วนความเพรียวของเสา

จากสูตร

$$\text{อัตราส่วนความเพรียว} = \frac{L_e}{k}$$

แทนค่า อัตราส่วนความเพรียว = 1370/161.02

อัตราส่วนความเพรียว = 8.5

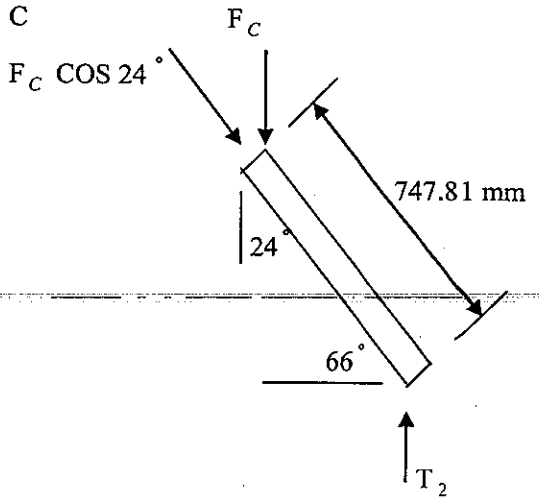
เนื่องจาก $\frac{L_e}{k} < 40$ ใช้สูตร $\sigma_c = \frac{F}{A}$

โดยที่ F = แรงกดทั้งหมด; N

σ_c = ความเค้นกด

แทนค่า $F_B = 451.96\times272 = 122933.12 \text{ N}$.....(3)

คิดที่เสา C



คำนวณหาแรง F_C ที่กระทำในแนวเดียวกับเสา C

$$F_C \cos 24^\circ = \sigma_y A \quad \text{.....(4)}$$

$$= (451.96 \times 272)/ \cos 24^\circ$$

$$= 134567.05 \text{ N}$$

$$T_2 = \frac{\pi^2 EI}{(2L)^2} \quad \text{.....(5)}$$

$$= \frac{\pi^2 190000 \times 4.38 \times 10^4}{(1495.62)^2}$$

$$= 3671.85 \text{ N}$$

พิจารณา แรงที่มากที่สุดที่จะทำให้โครงสร้างเสียหายคือ

$$F_1 = 147516.48 \text{ N}$$

คำนวณหาความเค้น

จากสูตร

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$= 147516.48/272$$

$$= 542.34 \text{ N/mm}^2$$

จากตาราง 2.22 เลือกใช้ $N_y = 1$ แรงอยู่นิ่ง

ดังนั้น ค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน = ความต้านแรงดึงคราก / ความเค้นที่คำนวณได้

$$\text{ค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน} = \frac{\sigma_y}{\sigma}$$

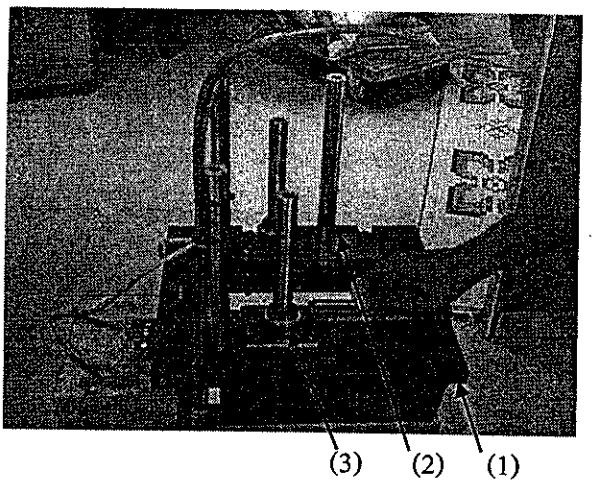
$$= 542.34 / 451.96$$

$$= 1.19$$

ดังนั้นจากค่าความปลอดภัยของชิ้นงานที่คำนวณได้ นำมาเปรียบเทียบกับค่าความปลอดภัยที่ยอมรับได้ , N_y ที่ได้จากตาราง 2.22 จะเห็นว่าค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน ที่ได้จากการคำนวณประสิทธิภาพของโครงสร้าง ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าความปลอดภัย , N_y ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างนี้สามารถรับแรงได้โดยไม่มีความเสียหาย เหล็กที่ทำโครงสร้างหาซื้อได้ตามท้องตลาด ซื้อมาเป็นชิ้นแล้วนำมาทำการเชื่อมด้วยไฟฟ้า

3.2.15 การประกอบเครื่องปั๊มขึ้นรูปสบู่

การประกอบชิ้นส่วนเครื่องปั๊มขึ้นรูปสบู่มีขั้นตอนดังนี้ ดูรูปที่ 3.25



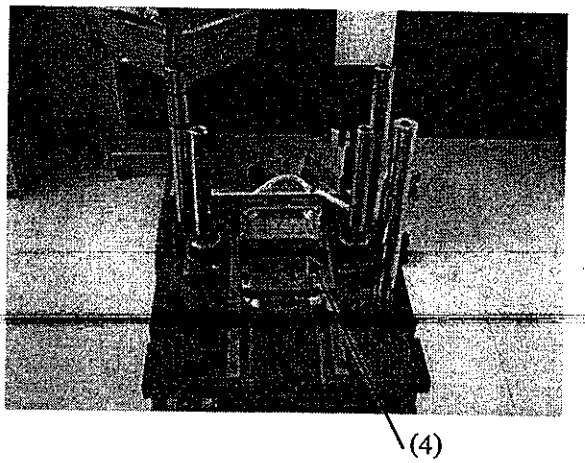
รูปที่ 3.25 เครื่องปั๊มสบู่

1) ใส่คานดังรูปที่ 3.25 ใส่นัตแล้วขันให้แน่น

2) นำเสา 4 เสา ขันเข้าไปในรูเกลียว ที่คานด้านล่าง และใส่นัตด้านล่างแล้วขันให้แน่น

3) นำ Guide ทั้งสองขันเข้าไปในรูเกลียว ที่คานด้านล่าง และใส่นัตขันให้แน่น

4) นำแม่พิมพ์ส่วนล่างเข้าไปใส่ในร่องสำหรับใส่แม่พิมพ์ ดังรูป 3.26



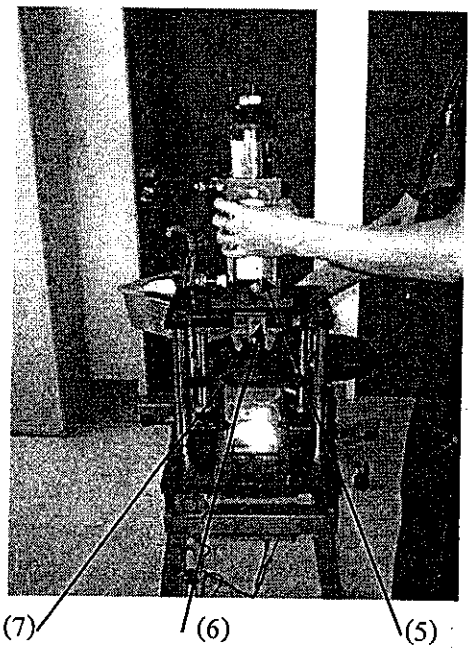
รูปที่ 3.26 การใส่แม่พิมพ์ส่วนล่าง

5) ประกอบแม่พิมพ์ส่วนบนเข้าไปใน Guide Line

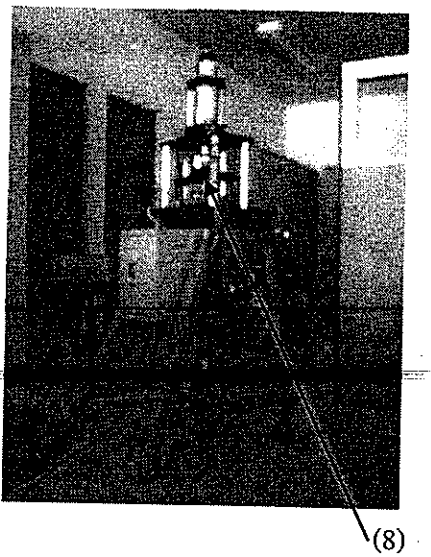
6) ประกอบคานส่วนบนเพื่อทำหน้าที่รองรับกระบอกสูบ ใส่นัตแล้วขันให้แน่น

7) นำชุดกระบอกสูบประกอบเข้ากับคานส่วนบน ใส่นัตแล้วขันให้แน่น แล้วขันแกนกระบอกสูบเข้ากับแม่พิมพ์ส่วนบน ดังรูปที่ 3.27

8) ทำการต่อสายส่งลมจากถังอัดลมเข้าไปยังวาล์วเปลี่ยนทิศทางลม ดังรูปที่ 3.28

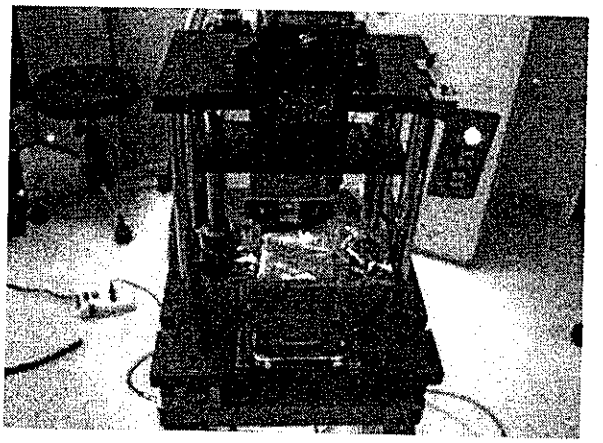


รูปที่ 3.27 การประกอบชุดกระบอกสูบกับแม่พิมพ์ส่วนบน



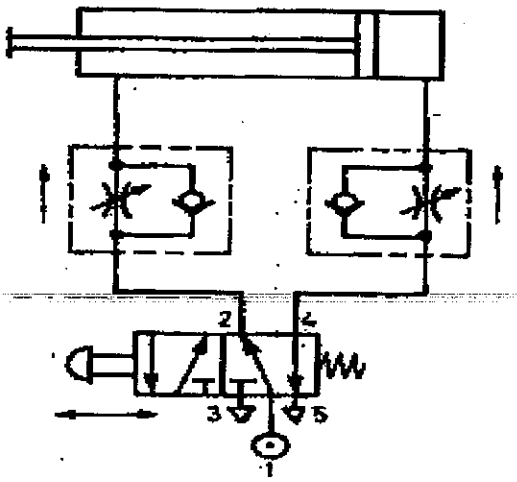
รูปที่ 3.28 การประกอบสายส่งลมไปยังตัวเครื่อง

จากนั้นเมื่อประกอบเสร็จ ทำการทดสอบเดินเครื่องเพื่อตรวจเช็คความเรียบร้อยและการทำงานโดยนำสบู่ที่จัดเตรียมไว้ ทำการปั๊มขึ้นรูป ดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 การทดสอบขณะเครื่องทำงาน

3.3 วงจรการทำงานของเครื่องปั๊มสบู่สมุนไพร



รูปที่ 3.30 วงจรการทำงานของเครื่องปั๊มสบู่สมุนไพร
(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)

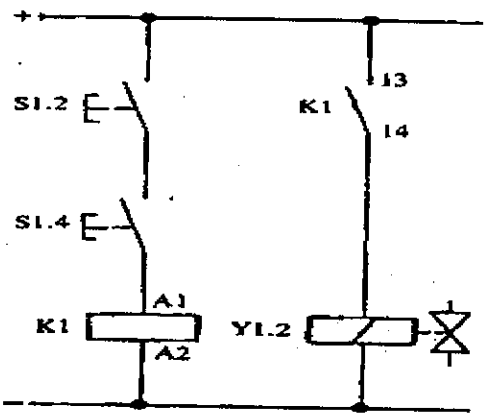
คำอธิบายอุปกรณ์

1.0 : กระบอกสูบทำงานสองทาง(Double acting cylinder) ควบคุมการขึ้นลงของแม่พิมพ์ เพื่อใช้ในการปั๊มสบู่สมุนไพร

1.1 : วาล์ว 5/2 โซลีนอยด์เปิดทางลมและลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วกลับสู่สภาพเดิมด้วยสปริง

1.01 : วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว (One way flow control valve) ควบคุมอัตราไหลของลมเข้า

1.02 : วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว (One way flow control valve) ควบคุมอัตราการไหลของลมออก



รูปที่ 3.31 วงจรควบคุม
(ที่มา: นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น,มนูญ ชื่นชม)

S1.2 : สวิตช์ pushbotton มือกด ควบคุมการทำงานของ โซลีนอยด์วาล์ว Y1.2

S1.4 : สวิตช์ pushbotton เหยียบ ควบคุมการทำงานของ โซลีนอยด์วาล์ว Y1.2

Y1.2 : โซลีนอยด์วาล์วควบคุมให้แม่พิมพ์เคลื่อนที่ขึ้น ลง

K1 : รีเลย์ช่วย ใช้ในกรณีที่สวิตช์ทนกระแสโซลีนอยด์วาล์วไม่ได้ และช่วยควบคุมระบบไฟ (แบบแยกระบบไฟ)

จากวงจรรูปที่ 3.31

เมื่อกดสวิตช์ pushbutton SI.2 หรือ SI.4 เพียงตัวเดียว วงจรจะไม่ทำงาน จะต้องกดสวิตช์ทั้งสองตัวเท่านั้น จึงจะทำให้กระแสไหลผ่านรีเลย์ช่วย K1 คอนแทค K1 จะต่อวงจรให้มีกระแสไหลผ่านโซลีนอยด์วาล์ว Y1.2 โซลีนอยด์จะมีอำนาจแม่เหล็กเลื่อนเมนวาล์วเป็นผลทำให้กระบอกสูบเคลื่อนที่ออก และเมื่อปล่อยสวิตช์ pushbutton ตัวใดตัวหนึ่ง สวิตช์จะตัดวงจรไม่ให้มีกระแสไหลผ่านรีเลย์ช่วย K1 คอนแทค K1 จะตัดวงจรโซลีนอยด์วาล์ว Y1.2 โซลีนอยด์จะหมดสภาพการเป็นเหล็กสปริง จะเลื่อนเมนวาล์วให้กลับสู่ที่เดิม เป็นผลทำให้กระบอกสูบเคลื่อนที่เข้า ลักษณะการใช้งาน การนำสวิตช์มาต่ออนุกรมกันนั้นมักจะใช้ในงานที่ป้องกันการเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ เช่น งานปั๊มชิ้นงาน งานป้องกันการทำงานของเครื่องจักรเช่น ต้องปิดฝาก่อนจึงจะสตาร์ทให้เครื่องจักรทำงานได้เป็นต้น

3.4 การทดสอบ มีวิธีการทดสอบดังต่อไปนี้

3.4.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

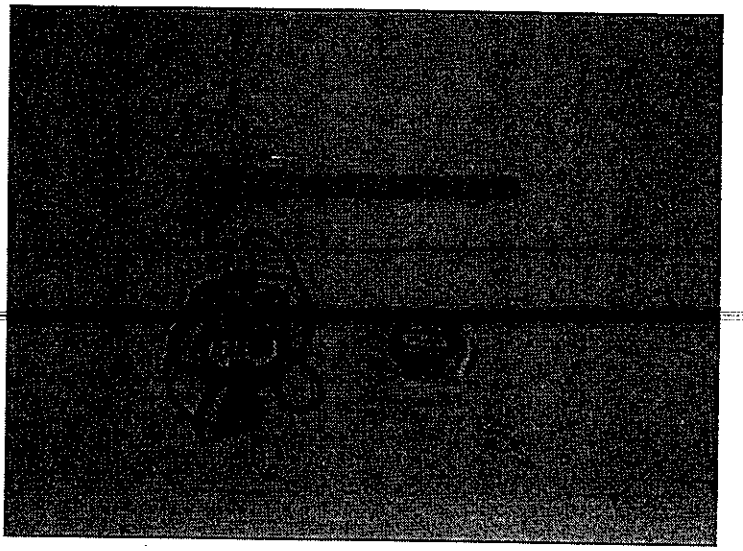
1) สบู่สมุนไพรตัวอย่างที่ผสมขมิ้นขนาด 50 mm×75 mm×21 mm (กว้าง×ยาว×สูง) น้ำหนักของสบู่ก้อน 80 กรัม

2) ปลั๊กไฟสามตาจำนวน 1 ปลั๊ก

3) เวอร์เนียร์ 1 อัน

4) นาฬิกาจับเวลา 1 เครื่อง

5) ตลับเมตร 1 อัน



รูปที่ 3.32 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

3.3.2 การทดสอบหาเวลาในการปั๊มขึ้นรูปสบู่

เพื่อหาเวลาในการปั๊มขึ้นรูปสบู่แต่ละก้อน โดยแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ขณะแม่พิมพ์เคลื่อนที่ลง และขณะแม่พิมพ์เคลื่อนที่ขึ้นลง มีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

1) นำสบู่ตัวอย่างบรรจุในถุงพลาสติก เพื่อไม่ให้สบู่ติดกับแม่พิมพ์
2) ทำการปั๊มขึ้นรูป พร้อมทั้งจับเวลาในขณะแม่พิมพ์เคลื่อนที่ลง
3) ทำการจับเวลาในขณะแม่พิมพ์เคลื่อนที่ขึ้น-ลง
4) ทำการทดสอบใหม่ทุกขั้นตอน 3 ครั้ง