สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับปรุงเครื่องและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป

นางสาวนภาพร รังคุพันธุ์
นายสมเกียรติ นวลเนียม
นายสมศักดิ์ แซ่ลี้

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่ .....
เลขทะเบียน 55632
วัน,เดือน,ปี 20 พ.ค. 2548
.....
.....
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การจำหน่าย จ่ายแจก ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MACHINE IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT OF IMPACT DIE

MISS NAPAPORN RUNGUPHUN

MR. SOMKIAT NUANNIAM

MR. SOMSAK SAELEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRAIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGNEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การปรับปรุงเครื่องและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป

MACHINE IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT OF IMPACT DIE

นักศึกษา	นางสาวนภาพร รังกุพันธุ์	รหัสประจำตัว 44015738
นักศึกษา	นายสมเกียรติ นวลเนียม	รหัสประจำตัว 44015753
นักศึกษา	นายสมศักดิ์ แซ่ลี้	รหัสประจำตัว 44015755

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(อ.พลชัย โชติปรายนกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การปรับปรุงเครื่องและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป
นักศึกษา	นางสาวนภาพร รังกุพันธุ์
	นายสมเกียรติ นวลเนียม
	นายสมศักดิ์ แซ่ลี้
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	อาจารย์พลชัย โชติปรายนกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการออกแบบ ปรับปรุงเครื่องอัดไหลขึ้นรูป และสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป โดยเครื่องจักรและชุดแม่พิมพ์จะถูกไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทำการผลิตหลอดยาหอม จะทำการอัดเหรียญอลูมิเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.2 มม. หนา 2.0 มม. ขึ้นรูปเป็นหลอดยาหอมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 30 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thiesis Title	Machine Improvement and Development of Impact Die	
Student	Miss Napaporn	Runguphun
	Mr. Somkiat	Nuanniam
	Mr. Somsak	Saelee
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering	
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang	
Academic year	2003	
Thesis Advisor	Mr. Pholchai	Chotiprayanakul

Abstract

This project concern about study the design and improvement of impact presses machine and the development of impact die. The machine and die will be used in a factory in order to produce the drug tube containers. It press the aluminum coin that it is 9.2 mm. diameter and 2.0 mm. thickness. It will be a cylinder tube with 10 mm. diameter and 30 mm. long.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจาก อาจารย์ พลชัย โชติปรายนกุล ที่ช่วยให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ

ขอขอบคุณ บริษัท เมททอลโปรดักส์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนในส่วนของเครื่องจักรและเงินทุนในการสร้างเครื่องจักร

ขอขอบคุณ นาย สุรพงษ์ คำเสน ที่ช่วยให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆและทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนและทุกๆท่านที่มีส่วนร่วมในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นภาพร รังกุพันธุ์

สมเกียรติ นวลเนียม

สมศักดิ์ แซ่ลี้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญภาพ..... VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงงาน / ที่มาของโครงงาน..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ..... 1

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์..... 1

1.4 ประโยชน์ของโครงการ..... 1

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องจักร..... 2

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับแม่พิมพ์..... 21

บทที่ 3 การออกแบบ / การดำเนินงาน

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน..... 28

3.2 แผนการทำงาน การปรับปรุงเครื่องและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป..... 28

3.3 วิธีการดำเนินงาน..... 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการปรับปรุงเครื่อง..... 35

4.2 ผลการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป..... 43

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการปรับปรุงและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป..... 46

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข..... 47

บรรณานุกรม

ภาคผนวก ก..... ผ.1

ภาคผนวก ข..... ผ.9

ภาคผนวก ค..... ผ.10

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 อุณหภูมิที่ยอมรับได้และชนิดของฉนวน..... 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงรูปตัดส่วนประกอบของคลัตช์ 2
รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของคลัตช์แบบแผ่นเดียว 2
รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของคลัตช์ 4
รูปที่ 2.4 แสดงแบบสปริง แบบไดอะแฟรม 4
รูปที่ 2.5 แสดงจานคลัตช์แกนสปริง 4
รูปที่ 2.6 เครื่องกรองลมอัดควบคุมลมอัดและเติมสารหล่อลื่นในลมอัดพร้อมเกจวัดความดัน. 5
รูปที่ 2.7 เครื่องกรองลมอัด 6
รูปที่ 2.8 ซีลวงแหวนกลม 6
รูปที่ 2.9 การใช้อุปกรณ์ช่วยทำให้สายพานตึง 7
รูปที่ 2.10 (ก) แสดงมุมโอบ α_2 ที่ล้อพุเล่เล็ก
(ข) อุปกรณ์ช่วยให้สายพานตึงอีกแบบหนึ่งที่ใช้น้ำหนักถ่วงให้ตึง 8
รูปที่ 2.11 โครงสร้างแรงปฏิกิริยาและขนาดของสายพานลิ่ม 8
รูปที่ 2.12 สายพานลิ่มรูปพรรณ 9
รูปที่ 2.13 สายพานลิ่มเส้นบางเปิดด้านข้างและไม่มีการหุ้ม 10
รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการใช้งานของสายพานหน้ากว้าง 10
รูปที่ 2.15 สายพานลิ่มหลายรูปพรรณ 10
รูปที่ 2.16 (ก) ลักษณะล้อสายพานลิ่ม 11
รูปที่ 2.16 (ข) ขนาดล้อสายพานและล้อสายพานที่ถูกต้อง 11
รูปที่ 2.17 ระบบไฮดรอลิกส์ 11
รูปที่ 2.18 ประเภทของปั๊มไฮดรกลิกส์ 12
รูปที่ 2.19 ปั๊มแบบเกียร์ฟันนอก 13
รูปที่ 2.20 ปั๊มเกียร์ 3 ตัว 13
รูปที่ 2.21 ปั๊มเกียร์ฟันใน 13
รูปที่ 2.22 ปั๊มเกียร์ฟันใน 13
รูปที่ 2.23 วาล์วโซลินอยด์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดแกนกระทุ้งรูปตัว T 14
รูปที่ 2.24 วาล์วโซลินอยด์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดแกนกระทุ้งรูปตัว I 15
รูปที่ 2.25 วาล์วโซลินอยด์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดแกนกระทุ้งรูปจาน 15
รูปที่ 2.26 การต่อสายไฟของวาล์วโซลินอยด์ชนิดขั้วไฟฟ้า 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.27 การต่อสายไฟของวาล์วโซลินอยด์ขั้วไฟฟ้า DIN 17
รูปที่ 2.28 การต่อสายไฟของวาล์วโซลินอยด์ชนิดปลั๊ก 17
รูปที่ 2.29 แสดงลักษณะการทำงาน 18
รูปที่ 2.30 รีเลย์แม่เหล็ก 19
รูปที่ 2.31 รีเลย์ 19
รูปที่ 2.32 คอนแทคชนิดต่างๆ 19
รูปที่ 2.34 ไมโครสวิตช์และฝาครอบ 20
รูปที่ 2.33 สวิตช์แบบปุ่มกด 20
รูปที่ 2.35 โครงสร้างของไมโครสวิตช์ 21
รูปที่ 2.36 แสดงผลของความแข็ง, ความแข็งแรง และอัตราการยืดตัว ที่มีปริมาณการรีดเย็น (% Reduction Cold Rolling) 22
รูปที่ 2.37 แสดงผลของความแข็ง, ความแข็งแรง และอัตราการยืดตัว ที่มีปริมาณการรีดเย็น 23
รูปที่ 2.38 แสดงชิ้นส่วนจากการปั๊มไหลตาม 23
รูปที่ 2.39 แสดงชิ้นส่วนจากการปั๊มไหลทวน 24
รูปที่ 2.41 แสดงรูปแบบการปั๊มไหลตาม 24
รูปที่ 2.42 รูปแบบการปั๊มไหลทวน 24
รูปที่ 2.43 แสดงรูปแบบการปั๊มไหลแบบผสม 25
รูปที่ 2.44 แสดงปั๊มไหลตามและทวน 25
รูปที่ 2.45 แสดงปั๊มไหลตามปราศจากหมอนรับ 25
รูปที่ 2.46 แสดงการปั๊มไหลตามพร้อมหมอนรองรับ 26
รูปที่ 2.47 แสดงปั๊มไหลทวน 26
รูปที่ 2.48 แสดงลักษณะตัวกระแทก 26
รูปที่ 2.49 แสดงเครื่องมือปั๊มไหล 27
รูปที่ 2.50 แสดงแหวนรีดงานปั๊มไหล 27
รูปที่ 3.1 ฐานรองเครื่องจักร 31
รูปที่ 3.2 ถาดรองน้ำมัน 31
รูปที่ 3.3 ชุดตั้งระยะสไลด์ 32
รูปที่ 3.4 ฐานชุดตั้งระยะสไลด์ 32
รูปที่ 3.5 เกลียวปรับระยะชุดสไลด์ 33
รูปที่ 3.6 ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องจักร 34
รูปที่ 3.7 รูปวงจรไฟฟ้ากำลัง 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 การทำงานของโซลินอยด์เบรค..... 35
รูปที่ 3.9 ชุดแม่พิมพ์..... 35
รูปที่ 4.1 ภาพด้านข้างก่อนการปรับปรุง..... 36
รูปที่ 4.2 ภาพด้านข้างหลังการปรับปรุง..... 36
รูปที่ 4.3 ภาพด้านบนก่อนการปรับปรุง..... 37
รูปที่ 4.4 ภาพด้านบนหลังการปรับปรุง..... 37
รูปที่ 4.5 ฐานรองเครื่องจักร..... 38
รูปที่ 4.6 ถาดน้ำมัน..... 38
รูปที่ 4.7 ชุดตั้งระยะสไลด์..... 39
รูปที่ 4.8 ชุดล็อคกันคลาย..... 39
รูปที่ 4.9 ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องจักร..... 40
รูปที่ 4.10 ภาพภายในของชุดควบคุม..... 40
รูปที่ 4.11 ปั๊มน้ำมันหล่อเลี้ยงเครื่อง..... 41
รูปที่ 4.12 จุดที่ทำการหล่อเลี้ยงน้ำมัน..... 41
รูปที่ 4.13 การติดตั้งวาล์ว 5/2..... 42
รูปที่ 4.14 แสดงทางเข้าของลม..... 42
รูปที่ 4.15 ชุดแม่พิมพ์..... 43
รูปที่ 4.16 อลูมิเนียมผงอัด..... 43
รูปที่ 4.17 หลังการขึ้นรูปหลอดยาหอม..... 44
รูปที่ 4.18 ชุดส่งเหรียญ..... 44
รูปที่ 4.19 ทางเดินของชุดส่งเหรียญ..... 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงงาน/ที่มาของโครงงาน

เนื่องจากทางบริษัท เมททอลโปรดักส์ จำกัด ต้องการเพิ่มกำลังการผลิต หลอดยาหอมตราห้าเจดีย์ แต่ด้วยจำนวนเครื่องที่ไม่พอเพียง และแม่พิมพ์ที่มีอยู่ไม่สามารถทำการผลิตได้ตามความต้องการของลูกค้า ดังนั้นจึงต้องการจัดหาเครื่องจักรและแม่พิมพ์เพิ่มขึ้นจากเดิม จากเครื่องจักรที่ได้ทำการสร้างไว้เดิมแต่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ทางกลุ่มได้นำมาปรับปรุงและจัดทำแม่พิมพ์นี้ใช้ประกอบกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อปรับปรุงเครื่องอัดไหลให้สามารถใช้งานได้
2. เพื่อออกแบบและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป
3. เพื่อศึกษาเครื่องจักรและการออกแบบแม่พิมพ์

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์

1. สร้างชุดควบคุมด้วยไฟฟ้า
2. สร้างฐานเครื่องและถาดน้ำมัน
3. สร้างชุดตั้งระยะสไลด์ (Slide)
4. สร้างชุดล็อกกันคลาย (Locking capstan)

1.4 ประโยชน์ของโครงการ

1. เพื่อลดงบประมาณในการซื้อเครื่องจักรใหม่ที่มีราคาแพง
2. เพื่อลดเสียงขณะทำการขึ้นรูป
3. เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 30 ชิ้น/นาที
4. สร้างชุดแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูปหลอดยาหอมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 30 มม.
5. ใช้ลมเป็นตัวทำให้ข้อเหวี่ยงทำงาน
6. ใช้อลูมิเนียมในการขึ้นรูปหลอดยาหอม
7. ใช้กำลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ในการทำงานรวม 6 แรงม้า แบ่งเป็นมอเตอร์ 3 ตัว
8. ใช้ระบบน้ำมันหล่อลื่นเพื่อลดการเสียดสีของชิ้นส่วนเครื่องจักร

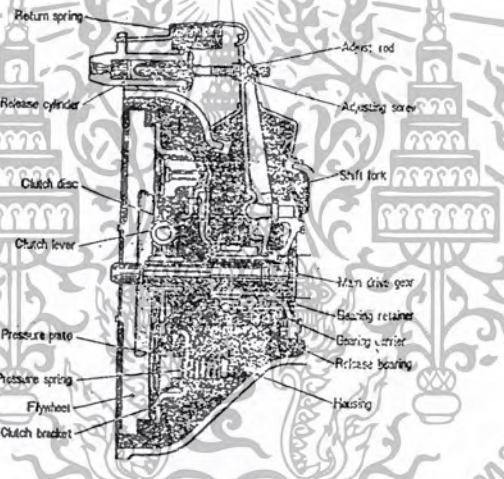
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

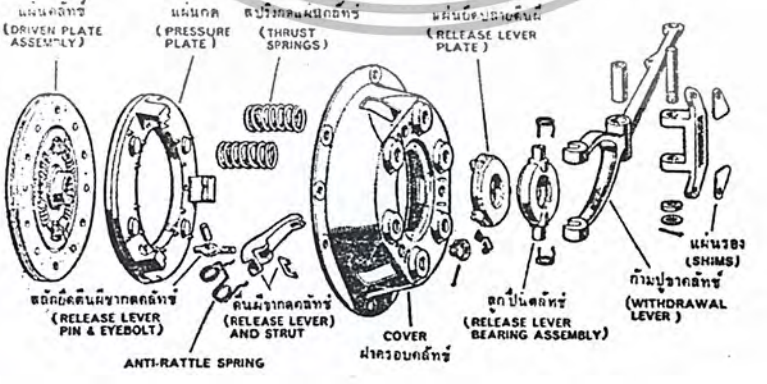
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องจักร

2.1.1 คลัตช์ (CLUTCHES)

หน้าคลัตช์ (Clutch Facing) ส่วนที่ถูกขับของคลัตช์จะติดกับสารที่มีความเสียดทานเพื่อทำให้เกิดแรงเสียดทานพอทำให้การขับเคลื่อนนิ่มนวล เนื่องจากความเสียดทานทำให้เกิดความร้อน หน้าคลัตช์ต้องเป็นตัวกันความร้อน และหน้าคลัตช์เป็นสารที่หล่อหรือทอขึ้นประกอบด้วยใยหิน บางทีมีลวดทองเหลืองอยู่ภายในใยหิน เพื่อเพิ่มความแข็งแรง สารเหล่านี้คล้ายผ้าเบรค (Brake Lining) มีความเสียดทานและป้องกันความร้อนดี หน้าคลัตช์ติดกับแผ่นคลัตช์โดยใช้หมุดย้ำดังรูป 2.1 และ 2.2



รูปที่ 2.1 แสดงรูปตัดส่วนประกอบของคลัตช์



รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของคลัตช์แบบแผ่นเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกปืนนำร่อง (Pilot Bearing) จุดประสงค์เพื่อส่งการเชื่อมต่อระหว่างเพลาของคลัตช์และข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์โดยที่ให้แต่ละตัวหมุนอย่างอิสระ ลูกปืนนำร่องที่ใช้มากเป็นแบบลูกปืนเข็ม (Needle Bearing) อยู่ในช่องรูถ้วย (Hole or Cup) อยู่ตอนท้ายของเพลาข้อเหวี่ยง ตอนปลายของเพลาคลัตช์ถูกลดเส้นผ่าศูนย์กลางให้พอดีกับลูกปืน (Needle Bearing)

การจัดที่ลูกปืนนำร่องมีหลายแบบตามแบบของคลัตช์ลูกปืนแบบเข็ม , ลูกกลม , และลูกกลิ้งถูกแบ่งเป็นลูกปืนต่อต้านความเสียดทาน (Anti Friction Bearing) และถูกใช้ในการส่งกำลัง

ลูกปืนตัวปล่อยคลัตช์ (Clutch Release Bearing) มีหน้าที่ส่งแรงกดของสปริงคลัตช์จากแผ่นขับหรือจาก แผ่นขับไปยังเรือนคลัตช์และแป้นเหยียบคลัตช์ขณะที่คลัตช์จากส่วนมากจะใช้ลูกปืนแบบกลม แต่ใช้แหวนคาร์บอน (Carbon Ring) ในการออกแบบบางอย่างลูกปืนตัวปล่อยคลัตช์อยู่ในเรือน (Housing) มันถูกทำให้เคลื่อนที่โดยกระเดื่องตัวปล่อย (Release Yoke) เพื่อแยกคลัตช์ส่วนที่ขับออกจากส่วนตาม

คลัตช์แบบแผ่น (Plate Clutch) คลัตช์แบบแผ่นหรือแบบงานประกอบด้วยแผ่น 3 แผ่น แผ่นหนึ่งถูกหนีบอยู่ตรงกลางระหว่างอีก 2 แผ่น รูปตัดและรูปแยกส่วนของคลัตช์แบบแผ่นแสดงในรูป 2.1 และ 2.2 เป็นแบบที่ใช้กันเป็นส่วนมากส่วนที่เป็นตัวขับประกอบด้วยล้อช่วยแรง (Fly Wheel) และแผ่นขับ (Driving Plate) ส่วนที่ถูกขับ (Driven Member) ประกอบด้วยแผ่นแผ่นเดียวหรือจาน สวมกับเพลาคลัตช์ และด้านหน้าทั้งสองเป็นแผ่นความเสียดทานเมื่อคลัตช์ประกบกันสนิทแผ่นที่ถูกขับจะถูกหนีบติดระหว่างล้อช่วยแรงและแผ่นขับโดยแรงกดของสปริงคลัตช์ ทำให้เกิดการต่อที่ไม่มีการลื่นระหว่างส่วนขับและส่วนตามในตำแหน่งนี้แผ่นที่ถูกขับจะหมุนเพลาคลัตช์ที่มันสวมอยู่ เพลาคลัตช์จะต่อไปยังล้อโดยผ่านระบบส่งกำลัง, เพลากลางส่วนขับสุดท้าย (Final Drive) ดิฟเฟอร์เรนเชียล และเพลา

เมื่อผู้ใช้ทำให้คลัตช์จากโดยการเหยียบแป้น คลัตช์กระเดื่องตัวปล่อยจะเคลื่อนหมุนและแรงจะถูกส่งผ่านตัวปล่อย (Release Shoe) ซึ่งมีลูกปืนตัวปล่อย (Release Bearing) เป็นส่วนที่อยู่กับที่ และปลอก (Sleeve) ซึ่งหมุนอยู่กับส่วนประกอบของคลัตช์ (Clutch Assembly)

ปลอกทำงานโดยกดกับคานดัน (Pressure Lever) 3 ตัว และทำให้มันเคลื่อนที่ (หมุน) ส่วนปลายของคานดันติดกับแผ่นขับและดันมันกลับ กดสปริงคลัตช์ให้แรงกับแผ่นที่ถูกขับซึ่งอยู่เป็นอิสระ ระหว่างล้อช่วยแรงและแผ่นขับ เมื่อคลัตช์อยู่ในจังหวะจาก แผ่นถูกขับและเพลาคลัตช์จะหยุดอยู่กับที่ขณะที่ส่วนนับยังหมุนอยู่นานเท่าที่คนขับยังเหยียบแป้นคลัตช์ เครื่องยนต์จะทำงานโดยไม่ส่งกำลังไปยังส่วนส่งกำลัง (Transmission)

เรือนคลัตช์ (Clutch Housing) จะหยุดนิ่งตลอดเวลา ก้านปล่อย (Release Lever) เคลื่อนที่อยู่บนจุดหมุนซึ่งติดอยู่กับตัวเรือนโดยอาศัยที่ยึดซึ่งไม่หมุน ส่วนอื่นๆ ของคลัตช์จะหมุนไปกับล้อช่วยแรงเมื่อคลัตช์ติดกัน เมื่อคลัตช์จากส่วนต่างๆ เหล่านี้หมุนไปกับล้อช่วยแรงนอกจากแผ่นขับกับหน้าแผ่นแรงเสียดทานและเพลาคลัตช์

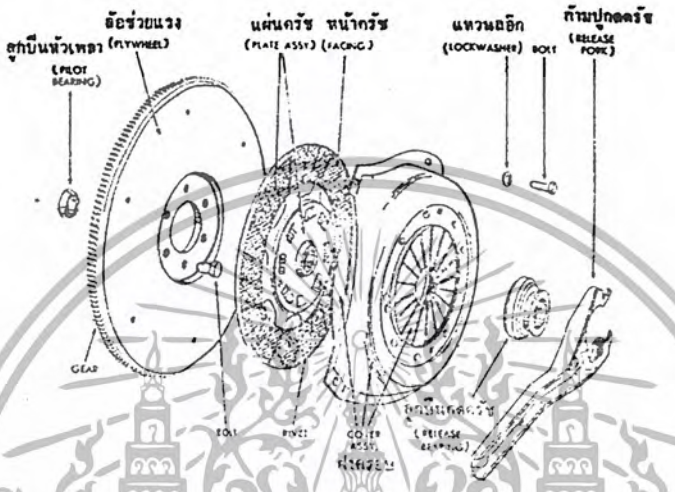
ในคลัตช์แบบแผ่นและแบบอื่นๆ ตัวล้อช่วยแรงจะเป็นตัวขับตัวหนึ่ง การทำแบบนี้มีข้อดี 3 ข้อ

1. ลดจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องการทำให้การสร้างง่าย
2. ล้อช่วยแรงทำด้วยเหล็กซึ่งมีแกรไฟต์ (Graphite) แกรไฟต์ที่อยู่ในเหล็กหล่อจะเป็นตัวหล่อลื่น ซึ่งจะช่วยให้แผ่นหน้าของความเสียดทานติดกัน (Engage) อย่างนิ่มนวลโดยไม่เกิดเสียงเพราะเหตุนี้แผ่นขับมักจะทำด้วยเหล็กหล่อ

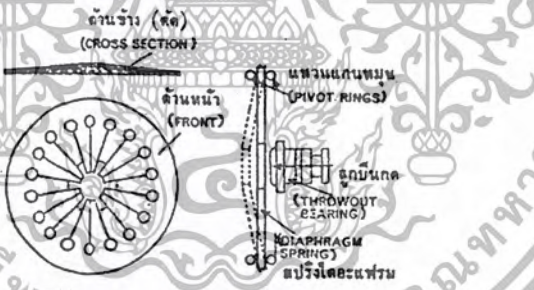
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความเสียดทานทำให้เกิดความร้อนและความร้อนจะแผ่กระจายไปตามชิ้นส่วนใหญ่ๆ มากกว่าชิ้นส่วนเล็กๆ และเบาๆ ดังนั้นในการทำงานปกติแผ่นคลัตช์จะไม่เกิดการร้อนเกินไป (Overheat) โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ทำความเย็น

ในคลัตช์บางชนิดสปริงแบบไดอะแฟรม (Diaphragm spring) ถูกใช้แทนสปริงแบบขด (Coil Spring) มีรูปร่างเป็นแผ่นเหล็กสปริงคล้ายจาน มีความยืดหยุ่นสูงดังแสดงในรูป 2.3 เมื่อคลัตช์ติดกันสปริงเกือบจะแบนและรอบนอกทั้งหมดจะส่งแรงกดไปยังแผ่นขับการกระทำนี้คล้ายกับก้นอ่างน้ำมัน รูป 2.4



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของคลัตช์



รูปที่ 2.4 แสดงแบบสปริงคลัตช์ แบบไดอะแฟรม

รูปที่ 2.5 แสดงจานคลัตช์แกนสปริง

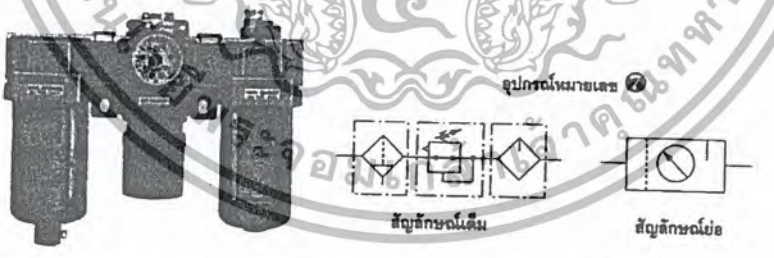
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลัตช์อีกแบบหนึ่งที่นิยมใช้มีคานกดจำนวนมากอัดเรียงกันเป็นวงกลม ซึ่งส่วนแรงไปยังหลายจุดรอบๆ แผ่นกด (Pressure Plate) เมื่อคลัตช์ถูกทำให้จากมันยังมีสปริงแบบกดอยู่ตรงกลาง

การทำให้คลัตช์ติดกันให้นิ่มนวลมากที่สุดขจัดเสียงดัง มีวิธีการหลายอย่างโดยทำให้มีความยืดหยุ่นเล็กน้อยแก่แผ่นขับ วิธีหนึ่งที่ใช้คือตัดแผ่นเป็นช่องเรียงกันให้มุมในและมุมนอกของหน้าสัมผัสกับส่วนที่ขับเคลื่อนก่อน และส่วนที่เหลือของหน้าจะสัมผัสทั้งหมดเมื่อสปริงกดเพิ่มขึ้นทำให้แผ่นแบน ในคลัตช์อีกแบบหนึ่งช่องจะปิดเล็กน้อยซึ่งจะทำให้หน้าสัมผัสกับแผ่นทั้งหมดขณะที่แผ่นแบบราบ อีกแบบหนึ่งช่องจะงอสลับกันเล็กน้อยไปทางด้านหน้าและด้านหลัง เมื่อมีการออกแบบเหล่านี้แผ่นต้องทำด้วยเหล็กสปริงเพื่อมันจะได้คืนรูปเมื่อไม่ได้รับแรงกด

ส่วนที่ถูกขับในคลัตช์แบบแผ่นหลายชนิดจะมีจุดศูนย์กลางที่ไม่ตายตัว ดังแสดงในรูป 2.5 แรงกระแทกของลูกสูบทำให้เพลาเหวี่ยงของเครื่องยนต์และล้อช่วยแรงหมุนด้วยความเร็วที่เปลี่ยนไปทำให้การสั่นและบิด (Torional Vibration) ซึ่งจะถูกส่งไปยังส่วนส่งกำลังถ้ามันไม่ถูกกำจัดเสียก่อน วิธีขจัดวิธีหนึ่งก็คือทำให้แผ่นที่ถูกขับมีจุดศูนย์กลางที่ไม่ตายตัว (รูป 2.1 และ รูป 2.3) ซึ่งรับแรงสั่นโดยยอมให้เกิดการหมุนระหว่างแผ่นที่ถูกขับและจุดศูนย์กลางของมัน แผ่นที่ถูกขับใหญ่ๆ ซึ่งด้านหน้าสัมผัสและแผ่นด้านบน (Top and Bottom Plate) โดยมีช่องว่างตอนแผ่นกลาง สปริงกดวางอยู่ในช่องผ่านแผ่นทั้ง 3 และมีแหวนเหล็กกั้นทั้ง 2 แผ่นถูกขับหมุนตามแกนเล็กน้อยจนกระทั่งสปริงถูกกดจนสุด ก็จะหยุดแล้วแผ่นก็จะหมุนกลับเล็กน้อยเมื่อสปริงสั่นตัว การหมุนไปและกลับเล็กน้อยนี้เกิดจากสปริงที่อยู่ระหว่างแกนและแผ่น ทำให้เพลาคลัตช์หมุนด้วยอัตราสม่ำเสมอมากกว่าเพลาข้อเหวี่ยงดังนั้นจึงขจัดการสั่นเนื่องจากการปิดและป้องกันการส่งกลับไปยังระบบส่งกำลัง เราเรียกสปริงนี้ว่า สปริงกันสะเทือน (Damper Spring) เพราะมันกันการสั่นสะเทือน

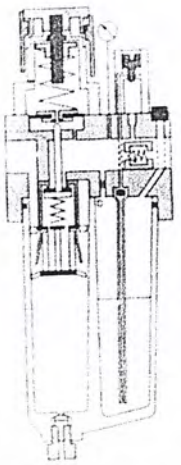
2.1.2 เครื่องกรองลมอัด ควบคุมลมอัด และเติมสารหล่อลื่นในลมอัด พร้อมเกจวัดความดัน (Air Filter, Air Regulator and Air Lubricator with Pressure Gauge)



รูปที่ 2.6 เครื่องกรองลมอัด ควบคุมลมอัด และเติมสารหล่อลื่นในลมอัด พร้อมเกจวัดความดัน

เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเครื่องกรองลมอัด ควบคุมลมอัด และเติมน้ำมันหล่อลื่น พร้อมเกจวัดความดัน รวมเป็นชุดเดียวกันสามารถติดตั้งและใช้งานได้สะดวกกว่าชนิดที่แยกเป็นตัว อุปกรณ์ทั้งหมดนี้รวมเรียกว่า ชุดบริการลมอัด (Service Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

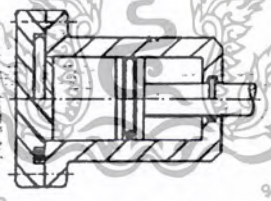


รูปที่ 2.7 เครื่องกรองลมอัด

การรวมชุดบริการลมอัดเข้าเป็นชุดเดียวกันอีกลักษณะหนึ่งคือ รวมเอาเครื่องเติมสารหล่อลื่นเข้ากับชุดของชุดกรองลมอัดและควบคุมลมอัด หรือ FR+L จึงทำให้มีขนาดรูปร่างเล็กกะทัดรัดมากยิ่งขึ้น

2.1.3ซีลวงแหวนกลม (โอ-ริง)

มีภาคตัดขวางเป็นวงกลม ทำจากวัสดุยางยืดหยุ่น ใช้เป็นซีลอุดกันรั่วสำหรับชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่อยู่นิ่งหรือที่เคลื่อนไหวไปมา โดยจะนิยมใช้กันมากกับระบบไฮดรอลิกส์และนิวเมติกส์ ซีลนี้มีรูปร่างที่ง่ายต่อการประกอบและสิ้นเปลืองเนื้อที่น้อย ปฏิกิริยาการซีลจะได้จากการเปลี่ยนรูปของภาคตัดขวางวงแหวน



รูปที่ 2.8 ซีลวงแหวนกลม

2.1.4 สายพาน(Belts)

สายพานเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลประเภทฉุดดึง สายพานและโซ่จะทำหน้าที่ส่งถ่ายโมเมนต์หมุนและการเคลื่อนที่ระหว่างเพลาตั้งแต่ 2 เพลาขึ้นไป ด้วยความเร็วรอบสูงและให้มีระยะห่างกันมากได้

สายพานส่งกำลัง

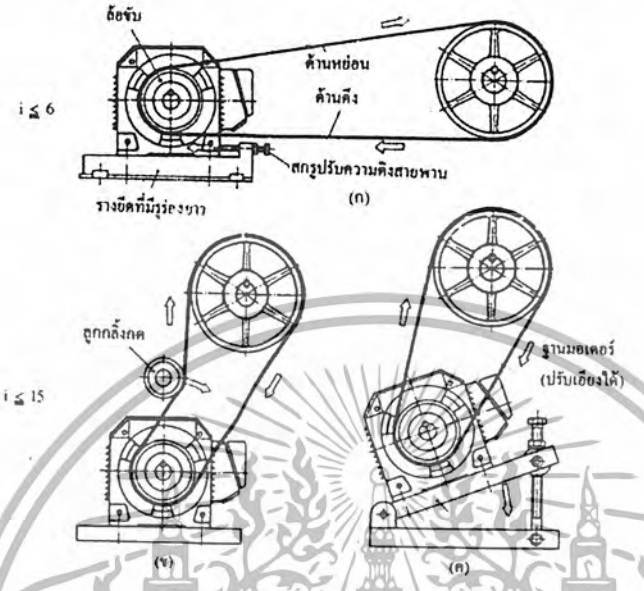
ข้อดี - ส่งถ่ายแรงได้อย่างยืดหยุ่น
- ดูดซับเสียงดังและการสั่นสะเทือน
- ไม่ต้องมีการหล่อลื่น

ข้อเสีย - เกิดการลื่นในขณะส่งกำลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รองเพลารับภาระสูง
- เปลืองเนื้อที่มาก

สายพานจะแบ่งเป็นแบบลักษณะส่งกำลังด้วยแรงและแบบลักษณะส่งกำลังด้วยรูปร่าง



รูปที่ 2.9 การใช้อุปกรณ์ช่วยทำให้สายพานตึง

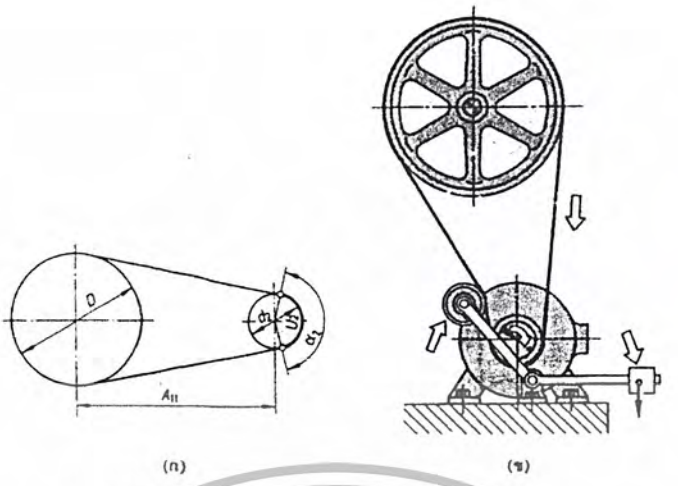
สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยแรง จะส่งถ่ายโมเมนต์หมุนด้วยความเสียดทาน (Friction) ระหว่างล้อสายพานและสายพาน ส่วนการทำให้สายพานตึงนั้นจะได้จากการกำหนดให้มีความยาวสายพานที่ถูกต้อง ด้วยการขยายระยะห่างระหว่างแกนเพลา เช่น ให้มอเตอร์ขับยึดอยู่ในรางเลื่อนได้หรือบนแท่นเอียงปรับขึ้นลงหรือใช้ลูกกลิ้งกดสายพานด้านหย่อน (ขณะส่งกำลัง) ให้อยู่ใกล้ด้านล้อพูเล่ (Pulley) ที่มีขนาดเล็กกว่า เพื่อให้มีการโอบของสายพานเพิ่มมากขึ้น (ดังรูป 2.9) ยิ่งทำให้การส่งกำลังได้มากขึ้น

แรงตามขอบล้อสายพานที่ส่งกำลังจะทำให้สายพานเกิดการยืดตัวแบบยืดหยุ่นที่มีผลให้สายพาน เกิดการลื่นในขณะส่งกำลังบนล้อสายพาน ≈2% ของการส่งกำลังทั้งหมดด้วยเหตุนี้ สายพานที่มีลักษณะการส่งกำลังด้วยแรง จึงไม่เหมาะนำมาใช้งานในที่ต้องการอัตราทดที่เที่ยงตรงระหว่างเพลาตั้งแต่ 2 เพลาขึ้นไป โดยปกติจะต้องให้มีมุมโอบที่ล้อสายพานตัวเล็กให้มากเพียงพอที่การส่งกำลังจะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องกำหนดอัตราทดสำหรับการส่งกำลังสายพานแบนให้ไม่เกิน i = 6:1 และระยะห่างระหว่างแกนล้อสายพาน

$$a \geq 1.2(d_1+d_2)$$

ในกรณีที่อัตราทด i=มากกว่า 6:1 หรือในกรณีที่มุมโอบของสายพานด้านล้อสายพานตัวเล็กสุดน้อยกว่า 100° ก็ให้ใช้ลูกกลิ้งกดสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อยที่สุดเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตัวเล็กสุด ดังรูป 2.10

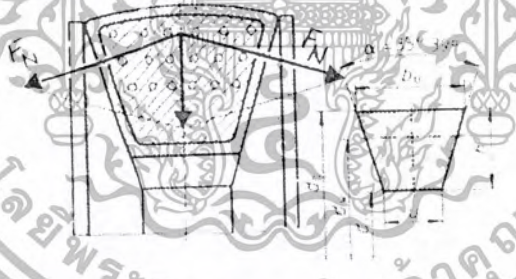
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 (ก) แสดงมุมโอบ $\Rightarrow_2$ ที่ล้อพุเล่เล็ก

(ข) อุปกรณ์ช่วยให้สายพานตึงอีกแบบหนึ่งที่ใช้น้ำหนักถ่วงให้ตึง

การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานลิ่ม สายพานลิ่มส่วนใหญ่จะผลิตแบบไม่มีปลาย เป็นสายพานทำจากยางมีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูครึ่งหนึ่ง ด้านบนมีเส้นโพลีเอสเตอร์ที่ผ่านการวัลเคไนซิ่งมาแล้วแทรกอยู่ ทำให้ค่าความต้านแรงดึงเพิ่มสูงขึ้นสายพานลิ่มชนิดที่มีชั้นใยสิ่งทอหุ้มอยู่รอบๆ จะช่วยป้องกันการสึกหรอได้อีกด้วย



รูปที่ 2.11 โครงสร้าง แรงปฏิกิริยาและขนาดของสายพานลิ่ม

สายพานลิ่มจะไม่รับแรงตามแนวรัศมีโดยตรงเหมือนสายพานแบน แต่จะรับแรงตามแนวตั้งฉากกับด้านข้างของสายพานลิ่ม ดังรูปที่ 2.11 (แรงปกติ F_N) สายพานลิ่มที่มีความตึงและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน μ เท่ากับสายพานแบนมีดังนี้คือ

ข้อดี

- ส่งกำลังได้ดีในขณะที่รองเพลารับภาระน้อยกว่า
- มีการลื่นไถลขณะส่งกำลังน้อยมาก (ที่ประสิทธิภาพ $\eta \approx 0.96$)
- มีมุมโอบน้อย แต่ให้อัตราทดได้มากถึง $i_{max} \approx 15:1$ โดยที่ไม่ต้องมีลูกกลิ้งกดสายพาน
- เปลืองที่น้อย ,มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่งถ่ายกำลังงานได้สูงที่ขนาดล้อสายพานและเพลาเล็กกว่า
- สามารถให้หมุนย้อนทิศทางได้
- สามารถจัดเรียงสายพานลิ่มได้หลายเส้นทำให้ส่งถ่ายกำลังงานได้มาก

ข้อเสีย

- ต้นทุนการผลิตสูงกว่าสายพานแบน
- มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาจำกัด
- ไม่สามารถจัดสายพานส่งกำลังให้เป็นลักษณะไขว้สลับกันได้

ตามมาตรฐาน DIN 2211 จะกำหนดให้มุมด้านข้างของร่องสายพานอยู่ระหว่าง 32° ถึง 38° (ตามแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพาน) ส่วนมุมของล้อสายพานลิ่มที่กำหนดตาม DIN 2218 จะอยู่ระหว่าง 35° ถึง 39° แต่เมื่อนำสายพานลิ่มมาประกอบให้ตึงเข้ากับล้อสายพานแล้ว จะเกิดการยืด และในขณะหมุนดัดแนบสนิทรอบร่องล้อสายพานที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานเล็กและมีระยะห่างระหว่างแกนเพลา

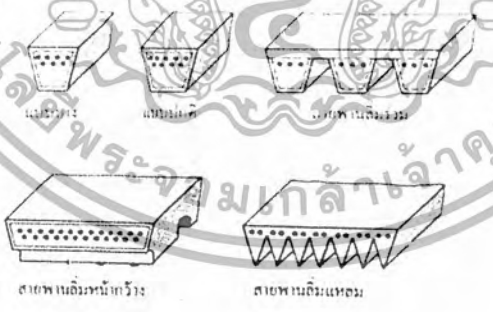
$$a = d_a + (3/2)h$$

d_a = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกสุดล้อสายพาน

h = ความสูงสายพาน

จะไม่มีการสูญเสีย (ลื่น) ขณะส่งกำลังเพื่อให้สัมพันธ์กันกับการใช้งานจะมีการแบ่งแยกสายพานลิ่มเป็นรูปพรรณดังต่อไปนี้

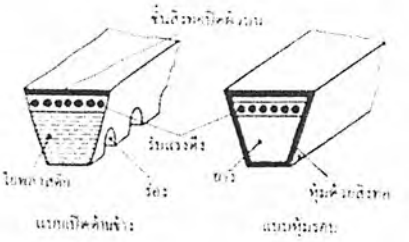
สายพานลิ่มปกติ เป็นสายพานที่กำลังจะถูกทดแทนด้วยการนำเอาสายพานลิ่มเส้นบางที่มีประสิทธิภาพกำลังงานดีกว่ามาใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ล้อสายพานที่มีขนาดเล็กจะมีการนำสายพานลิ่มเส้นบางเปิดด้านข้างมาใช้งาน ดังรูป 2.13 สายพานลิ่มชนิดที่มีการวัลเคไนเซชั่น และมีพลาสติกใยแก้วสั้นๆ เสริมด้านล่าง จะทำให้ด้านข้างของสายพานทนแรงดัดและการสึกหรอได้สูง สายพานที่มีร่องฟันใต้สายพานจะเหมาะสำหรับใช้งานกับล้อสายพานขนาดเล็กสายพานลิ่มเส้นบางเปิดด้านข้างจะนิยมนำมาใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์หมุนเร็วในยานยนต์



รูปที่ 2.12 สายพานลิ่มรูปพรรณ

สายพานลิ่มร่วม ดูรูปที่ 2.12 จะนำมาใช้งานในการส่งกำลังงานมากๆ เพราะมีสายพานลิ่มอยู่ขนานติดกันหลายเส้นด้านบน สายพานนี้จะมีแผ่นปิดยางสังเคราะห์ จึงเหมาะสมกับงานที่มีการถ่ายเทโมเมนต์หมุนแบบไม่สม่ำเสมอและที่มีระยะห่างระหว่างแกนเพลามากๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

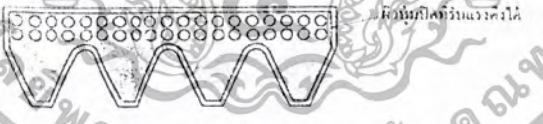


รูปที่ 2.13 สายพานลิ่มแส้นบางเปิดด้านข้างและไม่มีการหุ้ม

สายพานลิ่มแหลม (ดังรูปที่2.12) จะกระจายแรงตามแนวรัศมีไปยังแผ่นปิดด้านบนสายพานอย่างสม่ำเสมอตลอดหน้ากว้างสายพาน จึงเหมาะในการใช้กับแกนเพลาที่มีระยะห่างมากๆและรับภาระสูง

สายพานลิ่มหน้ากว้าง (ดูรูปที่2.12 และ 2.14) เป็นสายพานรูปร่างพิเศษสำหรับการส่งกำลังที่มีการปรับความเร็วรอบตามต้องได้

รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการใช้งานของสายพานหน้ากว้าง

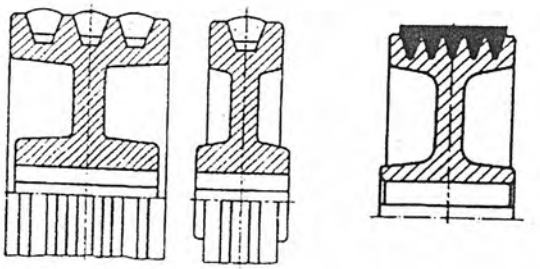


รูปที่ 2.15 สายพานลิ่มหลายรูปพรรณ

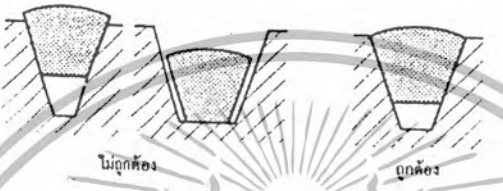
สายพานลิ่มหลายรูปพรรณ (ดูรูปที่2.15) จะมีผิวชั้นบนที่เป็นพลาสติกหุ้มอยู่โดยรอบทำหน้าที่เป็นชั้นผิวรับแรงดึงส่วนเนื้อสายพานร่องลิ่มเป็นลิ่มสายพานที่เรียงต่อกัน ที่สวมสัมผัสผิวร่องล้อสายพานได้แนบสนิทพอดีซึ่งทำให้แรงตามแนวรัศมีถูกถ่ายเทไปยังด้านบนของสายพาน จึงเหมาะใช้กับงานที่มีอัตราทดสูงมากๆและส่งกำลังงานได้ถึง 600 kW

ล้อสายพานลิ่ม ตาม DIN 2217 ล้อสายพานลิ่มจะมีแบบร่องเดียวหรือหลายร่อง มุมร่องล้อสายพาน ⇨ = 32°,34' และ 38° โดยล้อสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กว่าจะมีมุมร่องล้อสายพานที่โตกว่า ร่องล้อสายพานจะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพ้นจากขอบร่องล้อและจะต้องมีจมอยู่ในร่องล้อ มิฉะนั้นสายพาน จะสูญเสียปฏิกิริยาแรงลิ่มขับดังรูปที่ 2.16 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



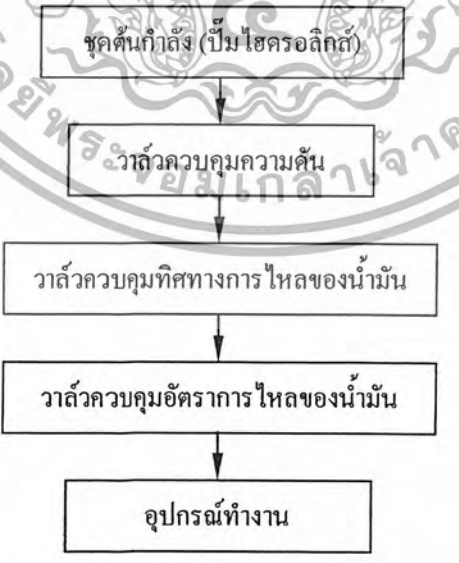
รูปที่ 2.16 (ก) ลักษณะล้อสายพานลิ่ม



รูปที่ 2.16 (ข) ขนาดล้อสายพานและล้อสายพานที่ถูกต้อง

2.1.5 ระบบไฮดรอลิกส์

ระบบไฮดริลิคส์ หมายถึง การไหลของของเหลวทุกชนิดที่ใช้ในระบบเพื่อเป็นตัวกลางในการเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล คือ ทำให้กระบอกสูบ และมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ทำงาน ตัวอย่างเช่น แม่แรงไฮดรอลิกส์ เครื่องอัด เครน รถแทรคเตอร์ เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ฯลฯ ระบบไฮดรอลิกส์พื้นฐานนั้นจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลักที่สำคัญซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพต่อไปนี้



รูปที่ 2.17 ระบบไฮดรอลิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปั๊มไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Pump) ปั๊มเป็นหัวใจหลักของระบบไฮดรอลิกส์ กล่าวคือ จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานของของไหลภายใต้ความดัน ในอุตสาหกรรมทั่วไปกำลังงานกลที่ใช้ในการปั๊มจะได้มาจากมอเตอร์ไฟฟ้าแต่หากกรณีที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าหรือไม่ได้ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ก็จะใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับ การแบ่งประเภทของปั๊มไฮดรอลิกส์จะพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างและหลักการทำงานเป็นหลัก ซึ่งสามารถจำแนกแกได้เป็นแผนภาพต่อไปนี้

รูปที่ 2.18 ประเภทของปั๊มไฮดรกลิกส์

2.1.6 ปั๊มโรตารี่

ลักษณะทั่วไป ปั๊มโรตารี่มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับปั๊มแบบรีซิโปรเคตติ้ง คือทำให้เกิดช่องว่าง (cavities) ให้ของเหลวไหลเข้าสู่ปั๊ม แล้วจะถูกอัดต่อไปยังด้านออกปั๊มแบบนี้ต่างจากปั๊มแบบรีซิโปรเคตติ้งที่ลักษณะการอัด ปั๊มแบบรีซิโปรเคตติ้งจะอัดเป็นจังหวะๆ ทำให้ของเหลวไหลไม่สม่ำเสมอ แต่ปั๊มแบบโรตารี่ของเหลวจะไหลอย่างสม่ำเสมอ

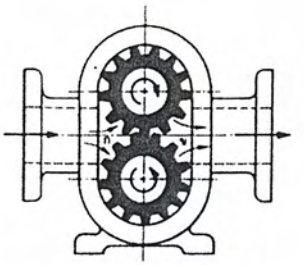
ปั๊มโรตารี่จะมีเสื้อปั๊ม (casing) อยู่กับที่ ภายในเสื้อปั๊มอาจเป็นเกียร์ลูกเบี้ยว (cam) เวน (vane) สกรูหรืออื่นๆ หมุนอยู่ โดยมีช่องว่าง (clearance) น้อยมาก เนื่องจากปั๊มแบบนี้มีช่องว่างระหว่างตัวโรเตอร์และเสื้อปั๊มน้อย ดังนั้นของเหลวที่ใช้กับปั๊มโรตารี่จึงต้องเป็นของเหลวที่สะอาดปราศจากของแข็งแขวนลอยอยู่

ปั๊มโรตารี่มีอยู่หลายแบบ มักแบ่งตามลักษณะของตัวโรตารี่

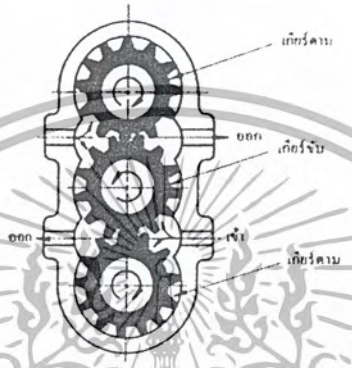
ปั๊มแบบเกียร์ (Gear Pump) ใช้กันมากในระบบไฮโดรลิค (hydraulic power system) เพราะนอกจากจะมีโครงสร้างง่ายๆราคาถูกกว่าเมื่อกำลังเท่ากันมันยังสามารถทำให้เกิดความดันสูงได้ ปริมาณของของเหลวที่ปั๊มได้ขึ้นกับขนาดและความลึกของร่องฟันเกียร์ เกียร์ที่ใช้อาจเป็นเกียร์ฟันตรง (spur gear) หรือเกียร์ฟันเฉียง (helical gear) เกียร์ฟันเฉียงจะทำงานได้เงียบกว่าแบบฟันตรงและสามารถใช้กับงานหนักและความเร็วสูงได้ ปั๊มแบบเกียร์ยังแบ่งเป็นแบบย่อย 2 แบบได้แก่

- แบบเกียร์ฟันนอก (External gear) แบบนี้เป็นปั๊มโรตารี่แบบง่ายที่สุด มีเกียร์ฟันนอกสองตัวขบกันดังรูปที่ 2.19 ฟันเกียร์ทางด้าน ก จะพาเอาของเหลวหมุนไปรอบๆ จนถึงทางด้าน ข ซึ่งมันจะถูกอัด (เนื่องจากการขบของฟันเกียร์) ทำให้ความดันสูงขึ้น และไหลออกทางด้านออก ในรูปที่ 2.20 เป็นแบบเกียร์ 3 ตัว (three gears pump) ซึ่งถ้าหากขนาดของเกียร์เท่ากันแล้ว มันจะสามารถปั๊มของเหลวได้เกือบ 2 เท่าของแบบเกียร์ 2 ตัว แต่โครงสร้างของเกียร์แบบนี้ยุ่งยากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

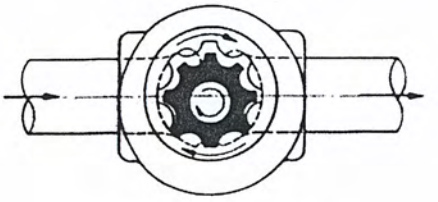


รูปที่ 2.19 ปั๊มแบบเกียร์ฟันนอก



รูปที่ 2.20 ปั๊มเกียร์ 3 ตัว

รูปที่ 2.21 ปั๊มเกียร์ฟันใน



รูปที่ 2.22 ปั๊มเกียร์ฟันใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

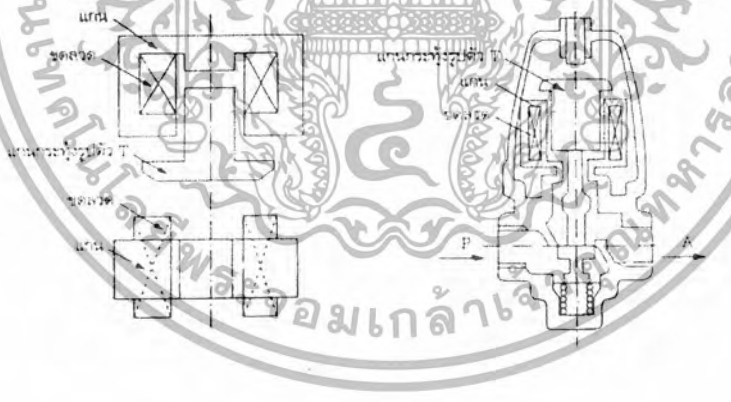
- แบบเกียร์ฟันใน (Internal gear) บางทีเรียกว่า crescent gear pump หรือ geroter pump ดังในรูปที่ 2.21 หลักการทำงานนั้นเหมือนกับแบบเกียร์ฟันนอกทุกประการ เกียร์ฟันนอกจะเป็นตัวขับและเกียร์ฟันในจะเป็นตัวตาม ส่วนที่มีลักษณะคล้ายพระจันทร์ครึ่งเสี้ยว (crescent) นอกจากเป็นตัวทำให้เกียร์ทั้งสองขบกันตลอดเวลาแล้ว ยังเป็นตัวกันไม่ให้ของเหลวไหลย้อนกลับจากด้านออกไปยังด้านเข้าด้วยปั๊มแบบนี้มักใช้กับความดันต่ำกว่า 1000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และต้องการปริมาณการไหลต่ำ รูปที่ 2.22 เป็นปั๊มแบบเกียร์ฟันในซึ่งมีจำนวนฟันของเกียร์ทั้งสองต่างกันเพียงฟันเดียว โปรดสังเกตว่าปั๊มนี้ไม่มีตัวกัน (separator) ระหว่างด้านเข้าและด้านออก แบบในรูปที่ 2.21

2.1.7 แม่เหล็กไฟฟ้า(โซลินอยด์)

ชนิดของแม่เหล็กไฟฟ้า (โซลินอยด์)

แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดที่ใช้กับวาล์วโซลินอยด์จะถูกแบ่งประเภทโดยรูปร่างของแกนกระทุ้ง (Plunger) ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยแรงกระทำของขดลวด โดยทั่วไปจะใช้ชนิดรูปตัว I และชนิดรูปตัว T บางครั้งจะใช้ชนิดจานและชนิดจุดหมุน แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดรูปตัว I ใช้เมื่อต้องการแรงดูดและช่วงชักน้อยเนื่องจากรูปร่างของขดลวดเป็นรูปทรงกระบอก จึงทำให้มีขนาดกะทัดรัด และเนื่องจากแกนกระทุ้งมีน้ำหนักเบาและมีแรงกระแทกน้อยขณะที่ทำการดูด จึงมีความทนทานสูง และใช้กับวาล์วโซลินอยด์ขนาดเล็กและวาล์วไพลอตอย่างแพร่หลาย ในกรณีแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นรูปตัว T จะใช้แผ่นโลหะที่ซ้อนกันเป็นชั้นๆ ทำเป็นแกนเพื่อลดการสูญเสียในแกนอันเนื่องมาจากกระแสไฟวน (Eddy Current) แม้ว่าจะมีรูปร่างค่อนข้างใหญ่ แต่ก็มีแรงดูดมาก และสามารถมีระยะการดูดที่ไกลกว่า ดังนั้นจึงใช้กับวาล์วโซลินอยด์ชนิดทำงานโดยตรงที่มีขนาดกลาง

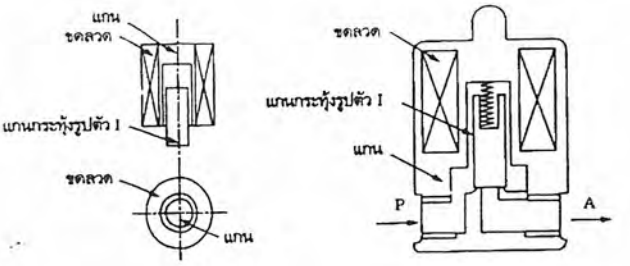
โครงสร้างพื้นฐานของแม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 2.23 วาล์วโซลินอยด์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดแกนกระทุ้งรูปตัว T

1. ชนิดแกนกระทุ้งรูปตัว T เนื่องจากส่วนของแม่เหล็กไฟฟ้าถูกนำต่อโดยตรงกับกลไกของวาล์ว และแยกส่วนจากลมอัดที่ไหลในส่วนของวาล์วหลัก จึงไม่เกิดการขัดข้องเนื่องจากสิ่งแปลกปลอมในลมอัด อย่างไรก็ตาม ถ้าส่วนที่เคลื่อนที่มีน้ำหนักมากและมีช่วงชักการดูดยาว แรงกระแทกจะมีขึ้นตามไปด้วย ทำให้ส่วนของแม่เหล็กไฟฟ้าชำรุดเร็วขึ้น เนื่องจากส่วนที่เคลื่อนที่ที่มีน้ำหนักมาก ทิศทางการติดตั้งจึงมีจำกัด และมีข้อเสียคือ กระแสไฟฟ้าเริ่มต้นจะสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับกระแสไฟฟ้าในสภาวะปกติและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ก็ค่อนข้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 วาล์วโซลินอยด์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดแกนกระทุ้งรูปตัว I

2. ชนิดแกนกระทุ้งรูปตัว I การใช้โครงสร้างแบบแกนกระทุ้งรูปตัว I ต้องระวังป้องกันไม่ให้เกิดการทำงานที่ผิดปกติอันเนื่องมาจากสิ่งแปลกปลอมในลมอัดที่ใช้งาน โดยปกติจะมีข้อดีคือ ช่วงชักการดูดสั้น และส่วนที่เคลื่อนที่มีน้ำหนักเบา แรงกระแทกขณะที่ดูดจึงมีน้อย ลักษณะเด่นอีกอย่างหนึ่งคือ การสิ้นเปลืองกระแสไฟน้อย และโครงสร้างทั้งหมดก็มีขนาดเล็ก อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวาล์วมีขนาดเล็กและมีความต้านทานการไหลมาก แกนกระทุ้งชนิดนี้จึงใช้สำหรับวาล์วที่มีขนาดเล็กหรือวาล์วไพลอตของวาล์วขนาดใหญ่

รูปที่ 2.25 วาล์วโซลินอยด์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดแกนกระทุ้งรูปจาน

3. ชนิดแกนกระทุ้งรูปจาน วาล์วโซลินอยด์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดแกนกระทุ้งรูปจานนี้จะเหมือนกับชนิดแกนกระทุ้งรูปตัว T คือส่วนของแม่เหล็กไฟฟ้าจะถูกต่อโดยตรงกับกลไกของวาล์วและแยกส่วนจากลมอัด ดังนั้นจึงไม่มีข้อขัดข้องอันเนื่องมาจากสิ่งแปลกปลอมในลมอัด นอกจากนั้นยังมีช่วงชักการดูดสั้น ส่วนที่เคลื่อนที่ ที่มีน้ำหนักเบาและติดตั้งที่ปลายผิวหน้าของแกนแม่เหล็กไฟฟ้า แรงดูดจึงถูกใช้อย่างมีประสิทธิผล วาล์วโซลินอยด์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดแกนกระทุ้งรูปจานนี้ดีกว่ารูปตัว T และ I ในด้านความเชื่อถือได้ในการทำงาน และใช้สำหรับงานที่มีการสั่นสะเทือน เนื่องจากใช้กระแสไฟฟ้าน้อยจึงมีขนาดรวมที่เล็ก ทิศทางการติดตั้งจึงไม่ถูกจำกัด จึงไม่เหมาะสำหรับเปลี่ยนทิศทางการไหลของวาล์วขนาดใหญ่ดังกรณีของชนิดรูปตัว I จึงใช้กับวาล์วที่มีขนาดเล็ก หรือวาล์วที่มีขนาดเล็ก หรือวาล์วไพลอตของวาล์วที่มีขนาดใหญ่

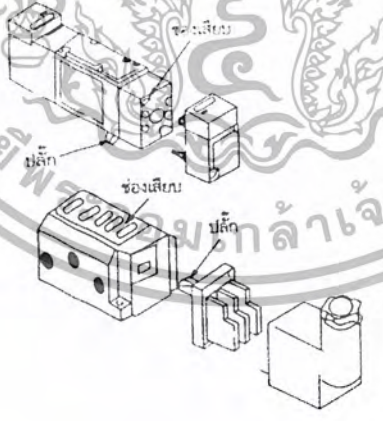
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ถ้าโซลินอยด์ทำงานเป็นเวลานาน อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการสูญเสียในเหล็กและการสูญเสียในทองแดง มาตรฐาน JIS C 4003 ได้กำหนดค่าการเพิ่มของอุณหภูมิกับชนิดของฉนวน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 อุณหภูมิที่ยอมรับได้ และชนิดของฉนวน

ชนิดของฉนวน	การเพิ่มของอุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิที่ยอมรับได้สูงสุด (°C)
ชนิด A	65	105
ชนิด E	80	120
ชนิด B	90	130
ชนิด F	115	155
ชนิด H	140	180

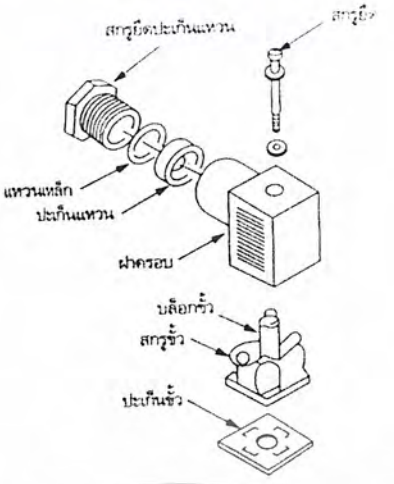
วิธีการต่อสายไฟของวาล์วโซลินอยด์ วิธีการต่อสายไฟของวาล์วโซลินอยด์แบ่งได้เป็นชนิดสายไฟนำชนิดขั้วไฟฟ้า และชนิดเสียบปลั๊กชนิดสายไฟนำมักมีส่วนของโซลินอยด์และส่วนนำรวมอยู่ในพิมพ์เดียวกันพร้อมกับมีฉนวนไฟฟ้าหุ้ม สำหรับสายไฟนำนั้น JIS B 8375 จะห้ามใช้สีเขียว เนื่องจากเกรงว่าจะเกิดการเข้าใจผิดว่าเป็นสายดิน ส่วนชนิดขั้วไฟฟ้าประกอบด้วยแผงรวมขั้วไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 2.26 ซึ่งมีขั้วต่อแบบที่ใช้หนีบหรือไม่ต้องบัดกรี เช่น ขั้วต่อที่มีรูสำหรับร้อย และชนิดข้อต่อ DIN เช่น ปลั๊กเข็ม (ISO 4400) และช่องเสียบ DIS (DIN 43650) ดังแสดงในรูปที่ 2.27 ชนิดเสียบปลั๊กนั้น ส่วนของโซลินอยด์จะมีตัวต่อแบบสลัก เพื่อใช้เสียบปลั๊กต่อที่มีสายไฟนำจึงสามารถทำการต่อสายไฟฟ้า โดยการสอดเพียงครั้งเดียวเหมาะสำหรับ การใช้ในที่ที่มีสภาพแวดล้อมค่อนข้างดี



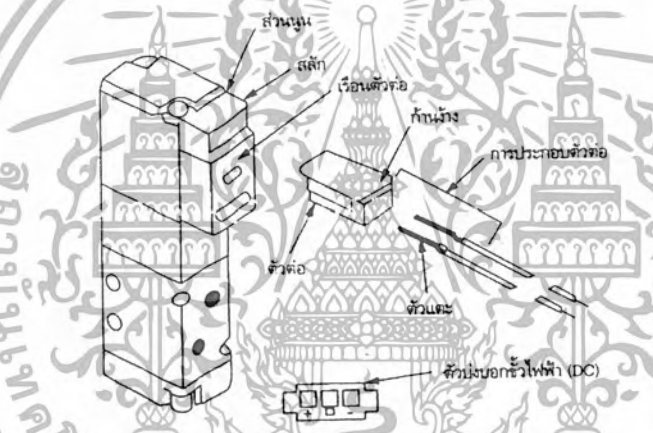
รูปที่ 2.26 การต่อสายไฟของวาล์วโซลินอยด์ชนิดขั้วไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.27 การต่อสายไฟของวาล์วโซลินอยด์ขั้วไฟฟ้า DIN



รูปที่ 2.28 การต่อสายไฟของวาล์วโซลินอยด์ชนิดปลั๊ก

2.1.8 รีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้า

รีเลย์ หมายถึงสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุมเช่น คอล์ยของคอนแทคเตอร์รีเลย์ตัวอื่นๆ โซลินอยด์ (Solenoids) แต่ก็ใช้เป็นตัวตัดต่อวงจรกำลังขนาดเล็กบ้างเหมือนกัน เช่น วงจรหลอดสัญญาณ หวูดสัญญาณหรือแม่เหล็กขนาดเล็ก เป็นต้น

คอนแทคเตอร์ หมายถึงสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลังที่ใช้กระแสค่อนข้างสูง (ประมาณ 30- 300 A) คอนแทคเตอร์มีส่วนประกอบและโครงสร้างเหมือนกับรีเลย์ แต่มีขนาดที่ใหญ่กว่า และอาจมีอุปกรณ์ช่วยดับการอาร์คที่คอนแทคเพิ่มขึ้น

ข้อดีของการใช้รีเลย์และคอนแทคเตอร์เมื่อเทียบกับสวิตช์กำลังอื่นๆ

1. ให้ความปลอดภัยสำหรับผู้ควบคุม อันตรายจากการตัดต่อของวงจรกำลังซึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลค่อนข้างสูง (เช่นการสตาร์ทมอเตอร์ตัวใหญ่ๆ และจะทำให้เกิดการอาร์คที่หน้าคอนแทคขณะเริ่มสตาร์ท) ทั้งนี้เพราะสามารถใช้กระแสหรือแรงเคลื่อนต่ำ ไปควบคุมคอล์ยของคอนแทคเตอร์ ทำให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

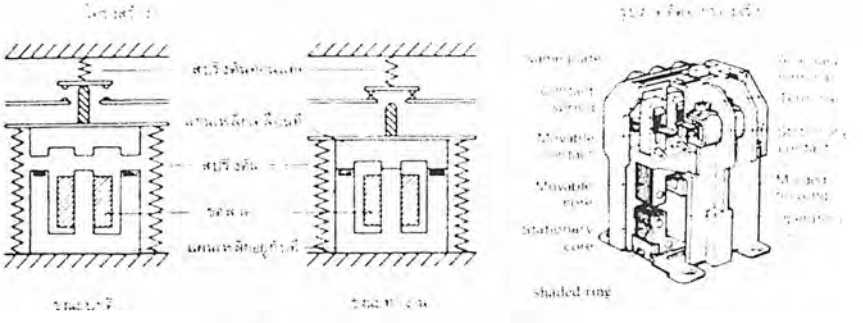
55632

แทนการสลับสวิตช์กำลังด้วยมือโดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถย้ายจุดควบคุมไปอยู่ในจุดที่ปลอดภัย และห่างจากวงจรกำลังได้

2. ให้ความสะดวกในการควบคุม เพราะสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆเช่น Push Bottomswitch Pressure Switch , Flow Switch , Float Switch , Limit Switch ฯลฯ ในการควบคุมวงจรต่างๆ เช่น วงจรลิฟท์ ซึ่งจะสามารถควบคุมให้หยุดได้เองเมื่อลิฟท์วิ่งถึงชั้นที่ต้องการ

3. ประหยัดเมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมด้วยมือ (Manual Control) ในบางกรณีภาระ (Load) ที่ต้องการควบคุมจำเป็นต้องอยู่ห่างจากแหล่งจ่ายไฟ และจุดควบคุม ถ้าใช้การควบคุมด้วยมือ สายของวงจรกำลังจะต้องเดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังจุดควบคุมจากนั้นจึงเดินไปยังภาระได้โดยตรง ส่วนสายที่เดินไปยังจุดควบคุมจะเป็นสายของวงจรควบคุม ซึ่งมีขนาดเล็ก

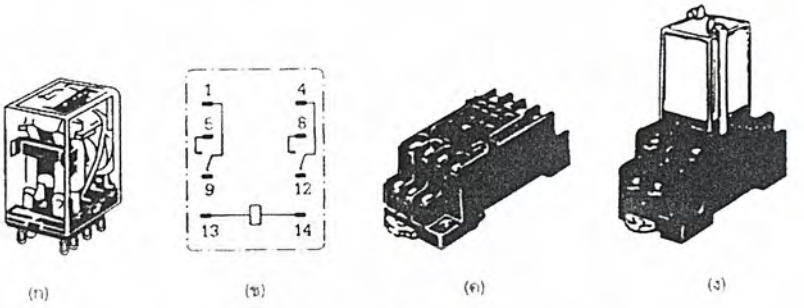
โครงสร้างและการทำงานของรีเลย์และคอนแทคเตอร์ จะมีโครงสร้างและการทำงานเหมือนกัน กล่าวคือ จะมีแกนเหล็กรูปตัว E อัดซ้อนกันเป็นแท่งอยู่สองชุด ชุดหนึ่งยึดติดอยู่กับที่ ที่ขากลางของแกนเหล็กชุดนี้จะมีขดลวดซึ่งพันอยู่บนบอบปิ่นสวมอยู่ ขดลวดชุดนี้จะเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา ส่วนที่ขาตัว E อีกสองข้าง จะมีลวดทองแดงเส้นใหญ่ต่อลัดวงจรไว้เป็นรูปวงแหวน และฝังอยู่ที่ผิวหน้าของแกน เพื่อช่วยลดการสั่นของแกนอันเนื่องจากกระแสสลับเรียกวงแหวนนี้ว่า Shaded Ring สำหรับแกนเหล็กอีกชุดหนึ่งจะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยมีตัวคอนแทคเตอร์ยึดติดอยู่ แกนเหล็กทั้งสองชุดนี้ ทำมาจากแผ่นเหล็กบางๆ ที่ปิดเคลือบด้วยฉนวน (Laminated Sheet Steel) ในสภาวะปกติ (Off) แกนเหล็กทั้งสองชุดนี้จะถูกดันให้ห่างจากกันด้วยสปริงที่ขาทั้งสองข้างของแกน ทำให้ตัวคอนแทคบางตัวต่อวงจรของจุดสัมผัสให้ถึงกัน เราเรียกคอนแทคชุดนี้ว่า "คอนแทคปกติปิด" ในขณะเดียวกัน ก็จะมีคอนแทคบางตัวที่ไม่ได้ต่อกับจุดสัมผัส เราเรียกคอนแทคชุดนี้ว่า "คอนแทคปกติเปิด" ขดลวดที่ขากลางของแกนเหล็กจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา เมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า แรงจากอำนาจแม่เหล็กจะชนะแรงสปริงให้ดึงแกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ (On) คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงาน คือคอนแทคปกติปิด จะเปิดวงจรของจุดสัมผัสออก และคอนแทคแบบปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส คอนแทคทั้ง 2 ชุดนี้ จะกลับไปอยู่ในสภาวะเดิมอีกครั้งเมื่อหยุดการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับขดลวด โดยปกติคอนแทคแบบปกติปิดจะใช้ตัด-ต่อวงจรควบคุมนั้น ส่วนคอนแทคปกติเปิดบางชุดจะทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรควบคุม และบางชุดจะทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรกำลัง เราเรียกคอนแทคที่ทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรควบคุมว่า คอนแทค (Auxiliary contact) และเรียกคอนแทคที่ตัด-ต่อวงจรกำลังว่า คอนแทคเมน (Main contact) คอนแทคเมนของคอนแทคเตอร์ จะมีขนาดใหญ่กว่าคอนแทคช่วย เนื่องจากจ่ายกระแสให้กับภาระ ขนาดเล็กเท่านั้น



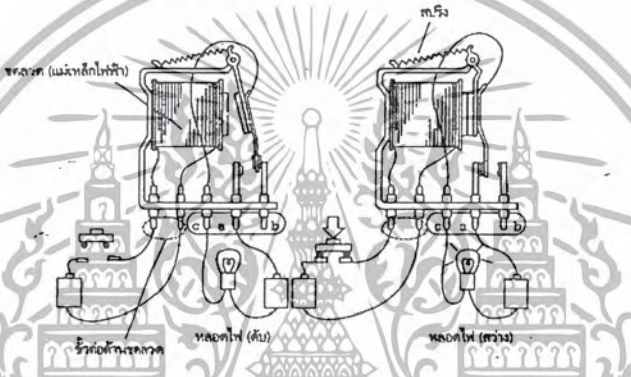
รูปที่ 2.29 แสดงลักษณะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีเลย์ประกอบด้วยขดลวด (แม่เหล็กไฟฟ้า) และหน้าคอนแทคดังแสดงในรูปที่ 2.32 รูปที่2.35 (ก) แสดงรีเลย์แม่เหล็กซึ่งคัดมาจากคู่มือผู้ผลิตชิ้นส่วนทางไฟฟ้า รูปที่ 2.35 (ข) แสดงวงจรภายในของรีเลย์ รูปที่ 2.35 (ค) แสดงขายึดรีเลย์ เมื่อประกอบกันจะได้ดังรูปที่ 2.35 (ง)

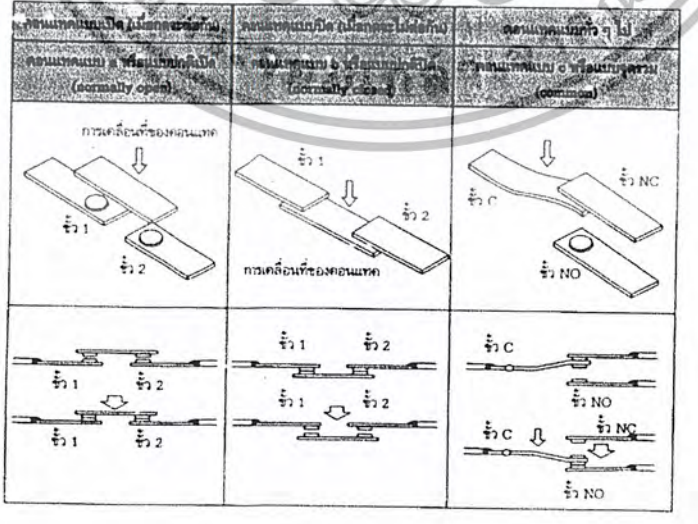


รูปที่ 2.30 รีเลย์แม่เหล็ก



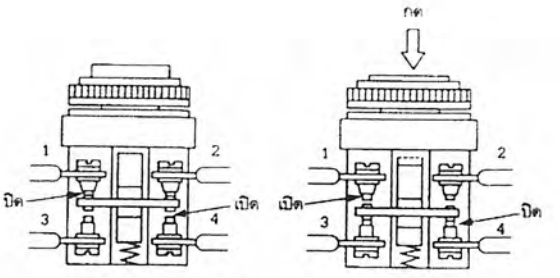
รูปที่ 2.31 รีเลย์

2.1.9 ปุ่มกด (Push Buttom) ปุ่มกดมีหลายชนิด โดยในรูป 2.32 เป็นการแสดงลักษณะของปุ่มกดแต่ละชนิดดังนี้



รูปที่ 2.32 คอนแทคชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



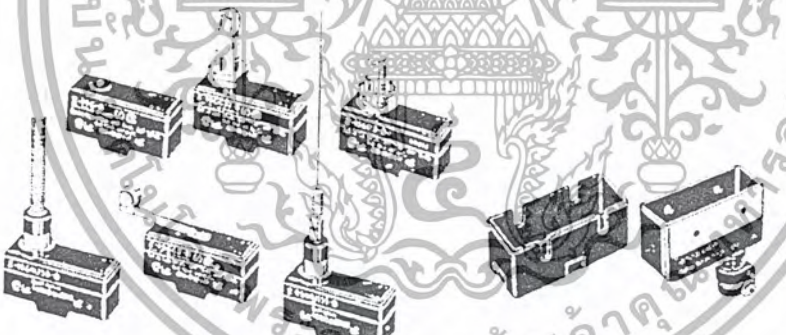
สวิตช์แบบปุ่มกด 1a, 1b (ถ้ามีชุดคอนแทค 2 ชุดก็เรียกว่า 2a, 2b)

รูปที่ 2.33 สวิตช์แบบปุ่มกด

ในกรณีสวิตช์ปุ่มกดจะไม่ใช้เป็นแบบคอนแทค a หรือคอนแทค b อย่างเดียว แต่มักจะใช้ทั้ง a และ b รวมกัน 1 ชุด หรือ 2 ชุด รูปที่ 2.32 แสดงโครงสร้างของแบบ 1a และ 1b สวิตช์ปุ่มกดหรือรีเลย์ขนาดใหญ่จะใช้ชนิดนี้ รูปที่ 2.33

2.1.10 ไมโครสวิตช์

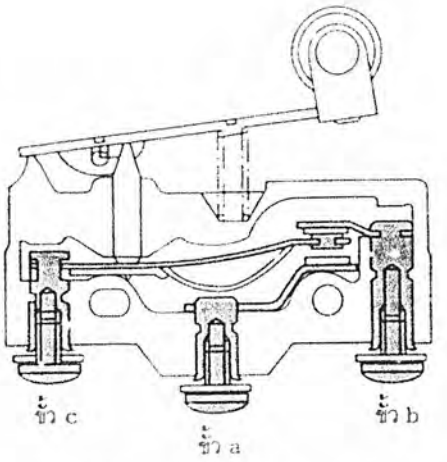
รูปที่ 2.34 แสดงชนิดของไมโครสวิตช์ ควรเลือกไมโครสวิตช์ตามกลไกการทำงาน และควรใช้ฝาครอบปกป้องขั้วเพื่อปกป้องส่วนขั้วและเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ เช่นการลัดวงจร



รูปที่ 2.34 ไมโครสวิตช์และฝาครอบ

อายุการใช้งานของไมโครสวิตช์มี 2 ชนิดคือ อายุทางไฟฟ้าและอายุทางกล อายุทางไฟฟ้าจะถูกกำหนดโดยความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสที่ไหลผ่านหน้าคอนแทค ลักษณะของโหลดและกระแสพิกัดของหน้าคอนแทค แม้ว่ามาตรฐาน JIS C 4505 จะกำหนดค่าพิกัดของไมโครสวิตช์ แต่ควรอ้างถึงรายละเอียดที่กำหนดในคู่มือของผู้ผลิตในเวลาใช้จริง (เนื่องจากค่าพิกัดจะต่างกัน ขึ้นอยู่กับรุ่นของผู้ผลิตแต่ละราย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 โครงสร้างของไมโครสวิตช์

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับแม่พิมพ์

2.2.1 โลหะอลูมิเนียม (ALUMINIUM)

อลูมิเนียมจัดเป็นธาตุที่พบมากชนิดหนึ่งบนผิวโลก (Earth's crust) ประมาณ 8%จะพบกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของออกไซด์ (Al_2O_3) ซึ่งจะปะปนอยู่กับออกไซด์ของซิลิกอน (SiO_2) และเหล็ก แร่อลูมิเนียมที่สามารถนำมาถลุงเพื่อผลิตโลหะอลูมิเนียมจะเป็นแร่ที่มีปริมาณซิลิคอนออกไซด์ต่ำ ได้แก่ แร่บอกไซด์ (Bauxite) ตามชื่อของบริเวณที่พบครั้งแรกในประเทศฝรั่งเศสนอกจากนี้ยังมีแร่เคโอลิไนต์ (Kaolinite) และที่มีปริมาณอลูมิเนียมออกไซด์ต่ำที่ยังพอนำมาผลิตโลหะอลูมิเนียมในเชิงพาณิชย์ได้ เช่น Nepheline และ Alunite ซึ่งแร่ทั้งสองนอกจากมีซิลิกอนออกไซด์แล้วยังมีธาตุโพแทสเซียมและโซเดียมปนอยู่อีก ปัจจุบันแหล่งแร่บอกไซด์มีปริมาณลดลง แร่ที่มีปริมาณอลูมิเนียมออกไซด์ต่ำกว่าบอกไซด์ต่ำกว่าบอกไซด์จะถูกนำมาผสมเอผลิตโลหะอลูมิเนียมมากยิ่งขึ้น ประเทศที่พบแหล่งแร่อลูมิเนียมที่สำคัญได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา อิตาลี และฝรั่งเศส สำหรับประเทศไทยไม่ปรากฏพบแร่บอกไซด์ แต่ในประเทศใกล้เคียง เช่น มาเลเซีย และเวียดนามปรากฏพบแร่บอกไซด์จากเอกสารทรัพยากรธรณี

คุณสมบัติทั่วไปของโลหะอลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม อลูมิเนียมจัดเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา มีความต้านทานต่อการเป็นสนิท มีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง แต่มีความเหนียวสูงนำไปใช้งานได้กว้างขว้างแทนเหล็ก และทองแดงได้ในหลายๆด้านของงานอุตสาหกรรมและวิศวกรรม อลูมิเนียมมีคุณสมบัติทางด้านหล่อหลอมที่ดี โดยมีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำสามารถรวมตัวกับโลหะอื่นๆ เป็นโลหะผสมได้ง่าย มีความสามารถในการไหลอยู่ในเกณฑ์สูง สามารถหล่อหลอมได้ง่าย ข้อเสียของอลูมิเนียมมีอยู่บ้างเหมือนกัน โดยเฉพาะอลูมิเนียมมีขอบเขตการยืดหยุ่น (Elasic limit) ต่ำ ทำให้การให้งานถูกจำกัดขอบเขตไปมาก

คุณสมบัติทางฟิกส์

น้ำหนักอะตอม	26.97
ระบบผลึก(Crystal Structure)	FCC (a=b=c=4.041 A°)
ความหนาแน่น (20 °C)	2.70 g/cm^3

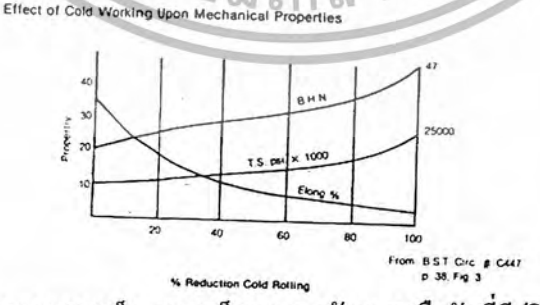
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิหลอมเหลว	685 °C
จุดเดือดกลายเป็นไอ (Boiling Point)	1800 °C
ความร้อนจำเพาะ (0 - 100 ° C)	0.2259 Cal/g °C
ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย	93 Cal/g
อัตราการหดตัวจากสภาพการหลอมเหลว (Solidification Shrinkage)	6.6
สัมประสิทธิ์การขยายตัว (20 °C)	23.8 10^{-6}/ °C
ความต้านทานจำเพาะ (20 °C)	2.699 microhm.cm
สภาพตัวนำความร้อน (20 °C)	0.52 Cal.cm/cm^2.°C.sec

คุณสมบัติเชิงกล

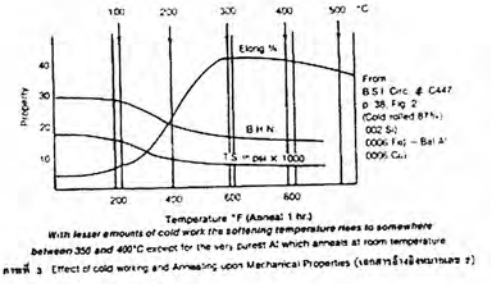
ความแข็งแรง(Tensile Strength)	8-10 kg/mm^2
พิกัดความยืดหยุ่น (Elastic limit)	3 kg/mm^2
อัตราการยืดตัว (Percent Elongation)	40-45 %
ความแข็ง (Hardness)	16-20 H_B
โมดูลัสของการยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)	7800 kg/mm^2

การใช้งานโลหะอลูมิเนียม เนื่องจากโลหะอลูมิเนียมมีความต้านทานต่อการเป็นสนิมอันเนื่องมาจากฟิล์ม Al_2O_3 ที่เกิดจากการรวมตัวของออกซิเจน มีความแน่นทึบมากช่วยปกกันมิให้ออกซิเจนสามารถแทรกซึมลงไปทำปฏิกิริยากับอลูมิเนียมใต้ฟิล์มของ Al_2O_3 ได้ ทำให้โลหะอลูมิเนียมเกิดภูมิต้านทานต่อการเป็นสนิมได้ด้วยตัวเอง (Passive state) และคุณสมบัติที่ยืดตัวได้ง่ายของอลูมิเนียมจึงทำให้ขึ้นรูปได้ง่ายโดยการรีดเป็นแผ่นหรือการอัดรูปร่างได้สะดวก ทำให้การใช้งานอลูมิเนียมมีขอบเขตกว้างขว้างมาก เช่นใช้ทำกรอบประตูหน้าต่าง ทำท่อ ทำเป็นเส้นลวดแทนลวดทองแดง เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ปกติอลูมิเนียมที่ใช้กันถึงแม้จะอยู่ในประเภทบริสุทธิ์ก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติจะยอมให้มีโลหะเจือปนได้บ้าง โดยเฉพาะธาตุเหล็ก ซิลิคอน และทองแดงยอมให้มีได้ไม่เกิน 0.5% ซึ่งธาตุเจือปนเหล่านี้มีผลทำให้คุณสมบัติด้านความเหนียวและความต้านทานการกัดกร่อนลดลง ดังปรากฏในภาพแสดงผลของความแข็ง,ความแข็งแรง และอัตราการยืดตัว ที่มีปริมาณการรีดเย็น (% Reduction Cold Rolling)



รูปที่ 2.36 แสดงผลของความแข็ง, ความแข็งแรง และอัตราการยืดตัว ที่มีปริมาณการรีดเย็น (% Reduction Cold Rolling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 แสดงผลของความแข็ง, ความแข็งแรง และอัตราการยืดตัว ที่มีปริมาณการึดเย็น

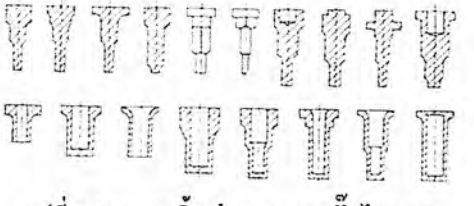
จำแนกประเภทของโลหะผสมอลูมิเนียม โลหะอลูมิเนียมสามารถผสมกับโลหะอื่นๆ ได้หลายชนิด เช่น โลหะผสมอลูมิเนียม-ทองแดง อลูมิเนียม-ซิลิคอน,อลูมิเนียม-แมกนีเซียม,อลูมิเนียม-สังกะสี หรืออาจจะมีโลหะผสมอลูมิเนียมกับหลายธาตุร่วมกัน ดังเช่น อลูมิเนียม-ทองแดง-ซิลิคอน และแมกนีเซียม ซึ่งโลหะผสมแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน สามารถเลือกใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โลหะผสมอลูมิเนียมจำแนกออกได้เป็นสองประเภทที่สำคัญคือ

- โลหะผสมประเภทขึ้นรูปเย็น Wrought เป็นโลหะที่จะผ่านการขึ้นรูปด้วยการรีดการอัดขึ้นรูปออกมาเป็นแผ่น หรือเป็นแท่ง ซึ่งจะมีทั้งที่สามารถอบชุบแข็งด้วยความร้อนได้ (Heattreatable) และที่อบชุบแข็งไม่ได้ ส่วนใหญ่จะมีทองแดง, ซิลิคอน และแมกนีเซียมเป็นธาตุผสม
- โลหะผสมประเภทหล่อหลอม (Castable) เป็นโลหะที่มีคุณสมบัติพิเศษมีความสามารถในการไหลดี ช่วยให้การหล่อเป็นรูปพรรณกระทำได้ง่าย ส่วนใหญ่ของโลหะผสมประเภทนี้สามารถอบชุบแข็งด้วยความร้อนได้ โลหะผสมที่สำคัญได้แก่ซิลิคอน ซึ่งเป็นโลหะอลูมิเนียมผสมซิลิคอนประมาณ 10-20 % โดยมีชื่อทางการค้าว่า Silumin รายละเอียดของโลหะของโลหะผสมอลูมิเนียม

2.2.2 งานปั๊มไหล (Extrusion)

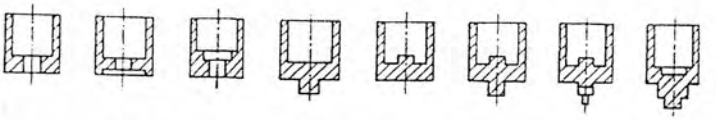
ความหมายของงานปั๊มไหล การปั๊มไหลเป็นกระบวนการขึ้นรูปภายในเนื้อโลหะ โดยการใช้แรงที่สูงกดลงบนเนื้อโลหะให้เกิดการไหลตัว การขึ้นรูปจะเป็นไปภายใต้อุณหภูมิปกติ ซึ่งก็คือการปั๊มไหลเย็น งานที่ได้จะมีผิวสวยและมีขนาดความเที่ยงตรงสูง ในบางกรณีของการขึ้นรูปเย็นต้องใช้แรงในการขึ้นรูป เช่น งานที่มีเกรดการขึ้นรูปโต เพื่อเป็นการลดแรง การขึ้นรูปก็จะเปลี่ยนเป็นการปั๊มไหลร้อน โดยการให้ความร้อนวัตถุดิบที่อุณหภูมิขึ้นรูป ผลผลิตที่ได้รับจะมีขนาดความเที่ยงตรงลดลง การเกิดสะเก็ดเนื่องจากการเผาทำให้ชิ้นงานมีผิวหยาบ ในบางกรณีจำเป็นต้องมีการตกแต่งผิวตามมา

การประยุกต์ ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนกลวงหรือตัน

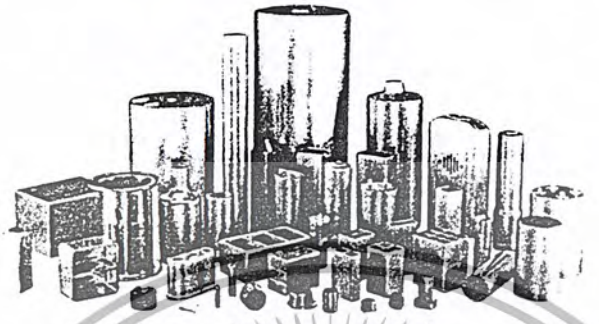


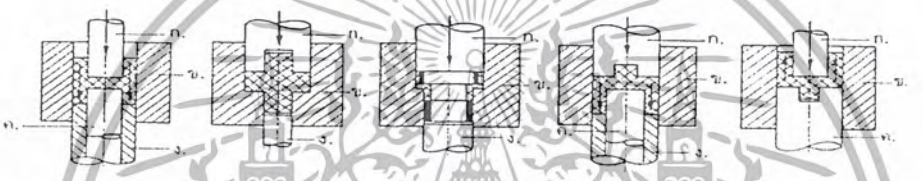
รูปที่ 2.38 แสดงชิ้นส่วนจากการปั๊มไหลตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



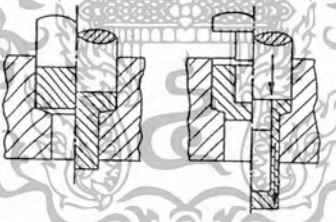
รูปที่ 2.39 แสดงชิ้นส่วนจากการปั๊มไหลทวน





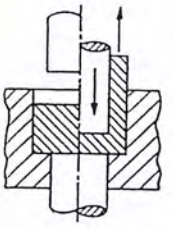
รูปที่ 2.40 แสดงรูปแบบการปั๊มไหลแบบผสม

กระบวนการปั๊มไหล กระบวนการปั๊มไหลสามารถแยกประเภทออกได้เป็น 3 ประเภทคือ



รูปที่ 2.41 แสดงรูปแบการปั๊มไหลตาม

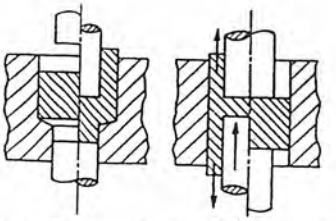
1. ปั๊มไหลตาม การเคลื่อนตัวของตัวกดและการไหลของเนื้อโลหะของเนื้อโลหะมีทิศทางเดียวกัน เนื้อโลหะจะถูกกดด้วยแรงดันสูงให้ไหลตัวไปทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของตัวกด รูปร่างภายนอกของงานจะเป็นไปตามรูปรางภายในของเบ้าแม่พิมพ์



รูปที่ 2.42 รูปแบบการปั๊มไหลทวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

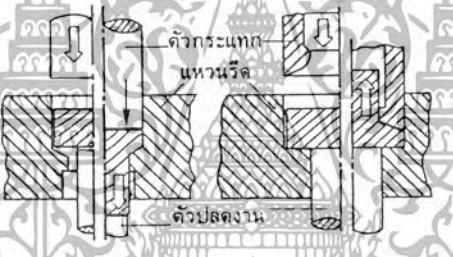
2. ปั๊มไหลทวน ทิศทางไหลของวัสดุสวนทางกับการเคลื่อนตัวกด วัสดุจะไหลเมื่อได้รับแรงกดเหนือจุดไหลตัวและอนุญาตให้เนื้อวัสดุไหลออกด้านข้าง โดยไหลในช่องว่างวงแหวนระหว่างตัวกดกับเบ้าแม่พิมพ์สวนทิศทางกับแนวเคลื่อนตัวกด ส่วนใหญ่จะใช้กับการผลิตหลอด



รูปที่ 2.43 แสดงรูปแบบการปั๊มไหลแบบผสม

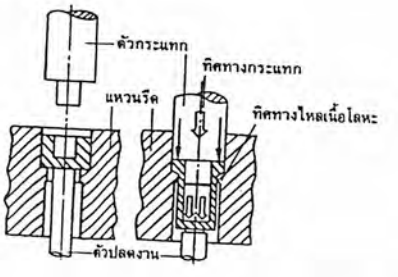
3. ปั๊มไหลแบบผสม ในขณะตัวกดกระแทกลงเนื้อวัสดุส่วนหนึ่งจะไหลในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนของตัวกด และโลหะอีกส่วนหนึ่งจะไหลสวนทางกับแนวการเคลื่อนตัวกด

ในงานปั๊มไหลชิ้นงานหนาจะถูกขึ้นรูปโดยตัวกระแทกและแหวนรีดให้เป็นรูปทรงกลวงหรือตันพื้นที่หน้าตัดกลมหรือเหลี่ยม เนื้อโลหะจะถูกกระแทกด้วยแรงดันสูงเหนือจุดไหลตัวบังคับไหล ผ่านช่องระหว่างตัวกระแทกกับแหวนรีด งานปั๊มไหลเหมาะสำหรับใช้แทนการดึงขึ้นรูปทรงลึกที่ต้องทำหลายๆขั้น



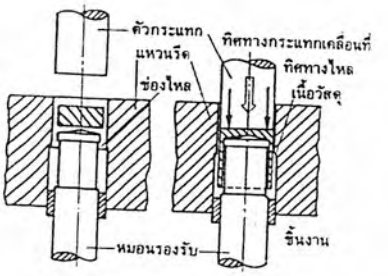
รูปที่ 2.44 แสดงปั๊มไหลตามและทวน

4. ปั๊มไหลตามทรงกลวงผนังบาง เนื้อโลหะในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของแรงกระแทก ช่องไหลจะอยู่ระหว่างข้างตัวกระแทกกับแหวนรีด การปั๊มไหลโดยปราศจากหมอนยัน วัตถุดิบอาจเป็นรูตันหรือรูตลอด การปั๊มไหลที่มีหมอนยันไม่นิยมใช้ทำชิ้นส่วนที่มีผนังบาง เพราะการปลดชิ้นงานออกทำให้เสียรูปร่างได้ การปั๊มไหลด้วยหมอนยันชิ้นงานดิบจะเป็นรูตันหรือมีรูก็ได้ รูปร่างของมันจะขึ้นอยู่กับชิ้นงานสำเร็จ ในขณะเดียวกันหมอนยันอาจใช้เป็นตัวปลดชิ้นงานได้ โดยดันที่พื้นของชิ้นงานออกมาจากแหวนรีด ซึ่งในกรณีเช่นนี้สามารถใช้กับชิ้นส่วนที่มีผนังบางได้



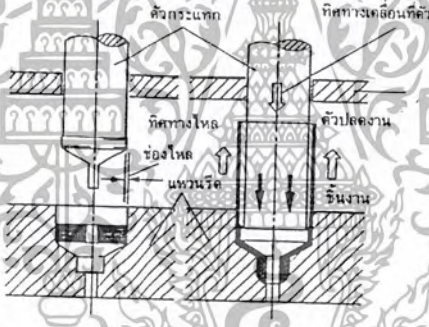
รูปที่ 2.45 แสดงปั๊มไหลตามปราศจากหมอนรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



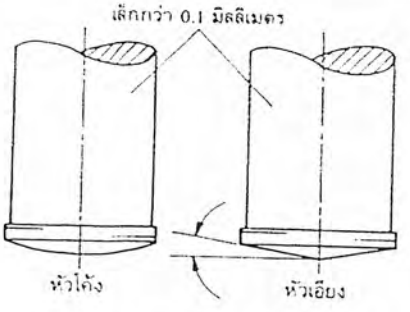
รูปที่ 2.46 แสดงการปั๊มไหลตามพร้อมหมอนรองรับ

5. ปั๊มไหลทวนทรงกลวงผนังบาง เนื้อโลหะสวนทางกับทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวกระแทก ช่องไหลจะอยู่ระหว่างตัวกระแทกกับแหวนรีด วัตถุดิบจะมีขนาดเท่ากับขนาดชิ้นงานสำเร็จ กระบวนการนี้เหมาะเป็นพิเศษสำหรับการผลิตหลอดที่ยาวผนังบาง ชิ้นงานสำเร็จจะถูกปลดดันออกจากตัวกระแทก ความยาวของชิ้นงานทรงกลมกลวงที่ผลิตโดยกระบวนการปั๊มไหล สามารถทำให้ยาวได้ถึง 6 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับวัตถุดิบต่อไปนี้ ตะกั่ว ดีบุก สังกะสี ทองแดง อลูมิเนียมบริสุทธิ์ อลูมิเนียมผสม ทองเหลืองอ่อน



รูปที่ 2.47 แสดงปั๊มไหลทวน

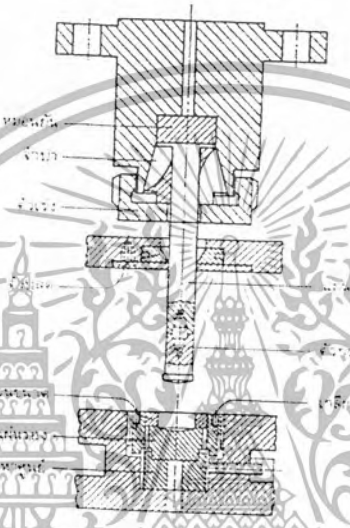
6. เครื่องมือปั๊มไหลทรงกลวงผนังบาง เป็นเครื่องมือที่ต้องมีความแข็งแรงสูง เพื่อที่จะรับแรงกดหรือแรงกระแทกที่โตพอให้เนื้อโลหะไหลได้ ผิวของตัวกดหรือตัวกระแทกตลอดทั้งแหวนรีดต้องสะอาดและเรียบ มิฉะนั้นจะทำให้เกิดแรงต้านการไหลตัวของเนื้อโลหะสูง ซึ่งทำให้ต้องใช้แรงสูงตามไปด้วย



รูปที่ 2.48 แสดงลักษณะตัวกระแทก

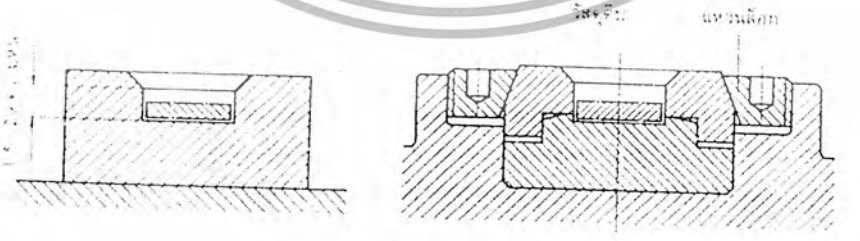
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ผิวหน้าของตัวกดหรือตัวกระแทก ไม่ควรเป็นผิวเรียบตรง แต่ควรเป็นผิวโค้ง ผิวเรียว หรือ ผิวรูปหลังคา ซึ่งจะทำให้การไหลตัวของเนื้อโลหะง่ายขึ้น ลำตัวของตัวกดหรือตัวกระแทก ควรมีระยะหลบ ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ส่วนที่เป็นขนาดเดิม ควรเป็นเฉพาะที่ปลายเท่านั้นซึ่งต้องขนานกันโดยตลอด และยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร แหวนรีดควรทำให้โตพอดีกับขนาดสำเร็จที่ต้องการ ซึ่งโดยปกติชิ้นวัตถุดิบจะได้เกือบพอดี ความลึกของแหวนรีดควรลึกประมาณ 1.5-2 เท่าของความหนาวัตถุดิบ แหวนรีดควรแยกออกเป็นชิ้นส่วนมาตรฐานและลำตัวแหวน บนลำตัวแหวนควรดกว้านเนื้อโลหะออก เมื่อยึดด้วยสลักเกลียวกับชิ้นฐาน แรงดันจะตกบนตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อการวางชิ้นงานวัตถุดิบง่ายและคล่องตัว ควรผายปากส่วนบนของแหวนรีด



รูปที่ 2.49 แสดงเครื่องมือปั๊มไหล

ทั้งตัวกดหรือตัวกระแทกและแหวนรีด ต้องทนต่อแรงและการเสียดสีสูง เหล็กที่เหมาะสำหรับทำคือ x 210 Cr W12



รูปที่ 2.50 แสดงแหวนรีดงานปั๊มไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ/การดำเนินงาน

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

ลำดับขั้นตอนในการดำเนินงาน

1. ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักรและแม่พิมพ์
2. ปรับปรุงและออกแบบเครื่องจักร
3. ออกแบบแม่พิมพ์
4. สร้างชิ้นส่วนเครื่องจักร
5. สร้างชิ้นส่วนแม่พิมพ์
6. ออกแบบระบบไฟฟ้าและต่อวงจร
7. ทดลองเครื่องจักรและปรับแต่ง
8. สรุปผลการปรับปรุงเครื่องและสร้างแม่พิมพ์

3.2 แผนการทำงาน การปรับปรุงเครื่องอัดไหลขึ้นรูปและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป

แผนการทำงานที่จะนำมาใช้กับการปรับปรุงเครื่องอัดไหลขึ้นรูปและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้าน ฮาร์ดแวร์ และด้านวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงเครื่องอัดไหลขึ้นรูปและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป โดยที่ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะรวมไปถึงการต่อวงจรควบคุมการทำงาน

ด้านฮาร์ดแวร์ แบ่งการทำงานออกเป็น การศึกษา การออกแบบ การปรับปรุงและตัดสินใจเลือกแบบการจัดซื้ออุปกรณ์ และการปรับปรุงเครื่องอัดไหลขึ้นรูป รวมไปถึงการศึกษาและทำความเข้าใจในการต่อวงจรควบคุม

ด้านวัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการปรับปรุงเครื่องอัดไหลขึ้นรูปและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป แบ่งออกเป็น การศึกษา การจัดซื้อและการนำอุปกรณ์ที่ได้มาไปทำการปรับปรุงเครื่องอัดไหลขึ้นรูปและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป

3.3 วิธีการดำเนินงาน

3.3.1 คำนวณชุดเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องอัด ว่าสามารถทำงานได้จริงหรือไม่ ซึ่งจะคำนวณหาโมเมนต์ดัด ความเค้นที่กึ่งกลางเพลาข้อเหวี่ยง ความดันที่จุดวิกฤต ความต้านทานแรงและ Safety Factor เพื่อนำข้อมูลมาช่วยในการตัดสินใจในการเลือกใช้วัสดุ ให้เหมาะสมกับเครื่องจักร และหาค่าความปลอดภัยว่าเครื่องจักรสามารถทำงานได้หรือไม่ ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องจักรมีขั้นตอนการทำดังนี้ มอเตอร์จะส่งกำลังไปยัง Flywheel แล้วทำให้เพลาข้อเหวี่ยงทำงาน และทำให้ชุด Ram เคลื่อนที่โดยทำให้ชุด Punch ที่อยู่ติดกับชุด Ram ทำงานโดยการเคลื่อนที่ปั๊มเหรียญอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.2 มม. หนา 2 มม. และการปั๊มเหรียญ 1 ครั้ง จะทำให้ขึ้นรูปเป็นหลอดยาหอมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 30 มม. โดยการคำนวณจากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sum M = 0 \quad (1)$$

$$\sum F = 0 \quad (2)$$

$$\sigma_{max} = \frac{32M_{max}}{\pi d^3} \quad (3)$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \quad (4)$$

- แฟคเตอร์แก้ไขการรวมจุดความเค้น

$$k_{5c,D} = \frac{1}{1+q_c(k_t - 1)} \quad (5)$$

- แฟคเตอร์สำหรับแก้ไขความต้านแรงสถิต

$$S = k_{1c} \times k_{2c} \times k_{3c} \times k_{4c} \times k_{5c} \times k_{6c} \times S' \quad (6)$$

เมื่อ S' = ความต้านทานแรงของชิ้นทดสอบ

S = ความต้านแรงของชิ้นงาน

k_{1c} = แฟคเตอร์แก้ไขผิว

k_{2c} = แฟคเตอร์แก้ไขขนาด

k_{3c} = แฟคเตอร์แก้ไขความเชื่อถือได้

k_{4c} = แฟคเตอร์แก้ไขอุณหภูมิ

k_{5c} = แฟคเตอร์แก้ไขการรวมจุดความเค้น

k_{6c} = แฟคเตอร์แก้ไขเบ็ดเตล็ด

- แฟคเตอร์แก้ไขการรวมจุดความเค้น

$$k_{5f,D} = \frac{1}{k_f} = \frac{1}{1+q_f(k_t - 1)} \quad (7)$$

เมื่อ q_f = ความไวของรอยบากต่อการล้า (fatigue notch sensitivity)

K_t = แฟคเตอร์การรวมจุดความเค้นทางทฤษฎี

K_f = แฟคเตอร์การรวมจุดความเค้นล้า

หาความต้านทานแรงเฉลี่ย ที่กึ่งกลางเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_m = \frac{S_e}{\frac{\sigma_a}{\sigma_m} + \frac{S_e}{S_{ut}}} \quad (8)$$

หาความต้านทานแรงแอมพลิจูด ที่กึ่งกลางเพลา

$$\frac{S_m}{\sigma_m} = \frac{S_a}{\sigma_a} \quad (9)$$

$f_{sa,E}$ = ความต้านแรงจริง/ความเค้นจริง (10)

$$f_{sa,D} = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}}} \quad (11)$$

$$\sigma_{max} < \frac{S_{yt}}{f_s} \quad (12)$$

3.3.2 การหาแรงอัดสำหรับแม่พิมพ์

คำนวณหาค่า Ultimate Compressive เพื่อนำข้อมูลมาช่วยในการตัดสินใจว่า แม่พิมพ์จะต้องใช้แรงในการปั๊ม 1 ครั้ง จะต้องใช้แรงในการปั๊มกี่ตัน โดยหลักการทำงานของแม่พิมพ์คือ เมื่อตัว Punch ที่อยู่ติดกับชุด Ram เคลื่อนที่เข้าตัว Die โดยที่เหรียญอลูมิเนียมจะเคลื่อนที่ลงมาจากชุดป้อนเหรียญ แล้วทำการปั๊มเหรียญอลูมิเนียมให้ได้ตามขนาด ของตัว Die

Ultimate compressive = 3 x tensile stress (13)

$\sigma_{Ultimate}$ = F/A (14)

โดยที่

$\sigma_{Ultimate}$ = ค่าความเค้น

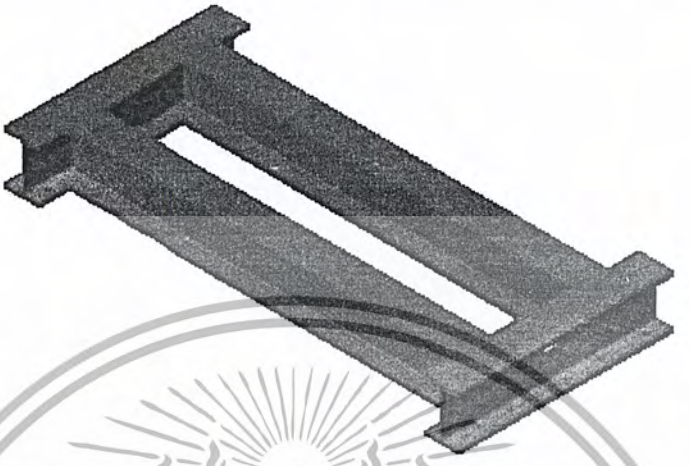
F = แรงที่มากระทำ

A = พื้นที่หน้าตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ฐานเครื่องจักร

เนื่องจากเครื่องจักรชุดเก่ามีความสูงไม่ได้มาตรฐานในการทำงาน ซึ่งจะเพิ่มความสามารถในการทำงานมากขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องสร้างฐานเครื่องขึ้นใหม่ เพื่อให้ความสูงของฐานเครื่องจักรมีระดับในการทำงานที่เหมาะสม



รูปที่ 3.1 ฐานรองเครื่องจักร

3.3.4 ถาดรองน้ำมัน

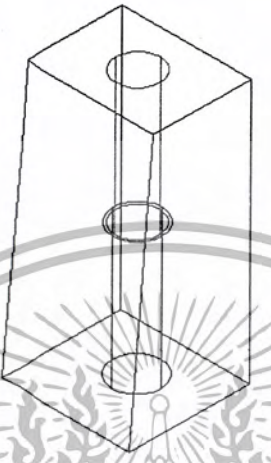
เพื่อนำน้ำมันที่ใช้ในการหล่อลื่นชิ้นส่วนเครื่องจักรแล้วนำกับมาใช้ใหม่

รูปที่ 3.2 ถาดรองน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ชุดตั้งระยะสไลด์

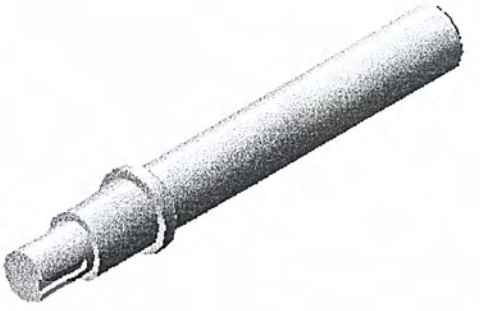
ชุดตั้งระยะสไลด์มีหน้าที่ในการตั้งระยะสไลด์ของเครื่อง



รูปที่ 3.3 ชุดตั้งระยะสไลด์

รูปที่ 3.4 ฐานชุดตั้งระยะสไลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 เกลียวปรับระยะชุดสไลด์

3.3.6 ระบบไฟฟ้า

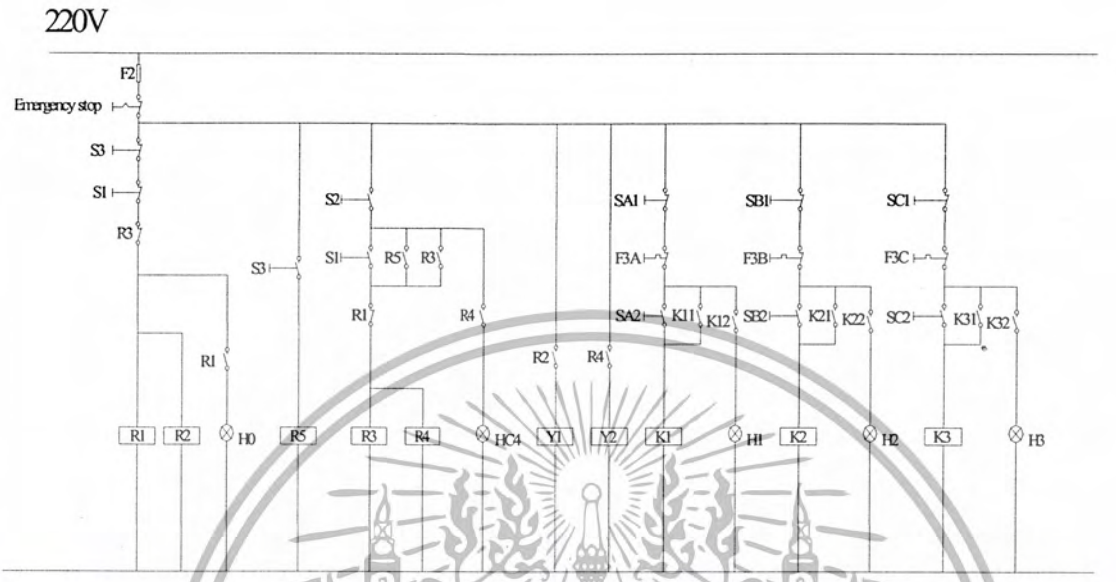
ทำการออกแบบระบบไฟฟ้าและทำการติดตั้งแผงควบคุมการทำงานของเครื่องอัดไหลขึ้นรูป โดยใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์

สัญญาลักษณ์ต่างๆ ใช้ในวงจรระบบไฟฟ้าคือ

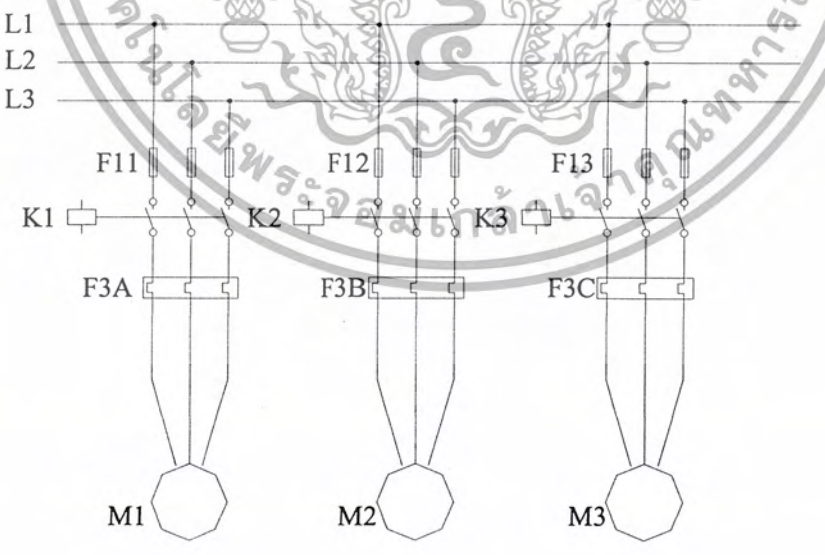
F2	=	ฟิวส์ 2 แอมแปร์
S1	=	สวิตซ์เปิดเครื่องอัตโนมัติ (ปั๊มเป็นขั้นตอน)
S2	=	สวิตซ์ปิดปั๊มอัตโนมัติ
S3	=	สวิตซ์ปุ่มกด
R1, R2, R3, R4, R5	=	รีเลย์ 220 โวลต์
F11, F12, F13	=	ฟิวส์ 25 แอมแปร์
K1, K2, K3	=	แมคเนติกสวิตซ์
F3A	=	โอเวอร์โหลด 13 แอมแปร์
F3B, F3C	=	โอเวอร์โหลด 2 แอมแปร์
SA1	=	ปิดมอเตอร์ 5 แรง
SA2	=	เปิดมอเตอร์ 5 แรง
SB1	=	ปิดปั๊มน้ำมันในการหล่อเลี้ยงเครื่อง
SB2	=	เปิดปั๊มน้ำมันในการหล่อเลี้ยงเครื่อง
SC1	=	ปิดชุดป้อนเหรียญ
SC2	=	เปิดชุดป้อนเหรียญ
H0	=	หลอดไฟสีแดง
H1, H2, H3, H4, H5	=	หลอดไฟสีเขียว
K11, K21, K31	=	คอนแทคช่วย
Y1	=	โซลินอยด์เบรค (ใช้วาล์ว 3/2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Y2	=	โซลินอยด์คลัตช์ลม (ใช้วาล์ว 5/2)
M1	=	มอเตอร์ 5.5 HP
M2, M3	=	มอเตอร์ 1/4 HP

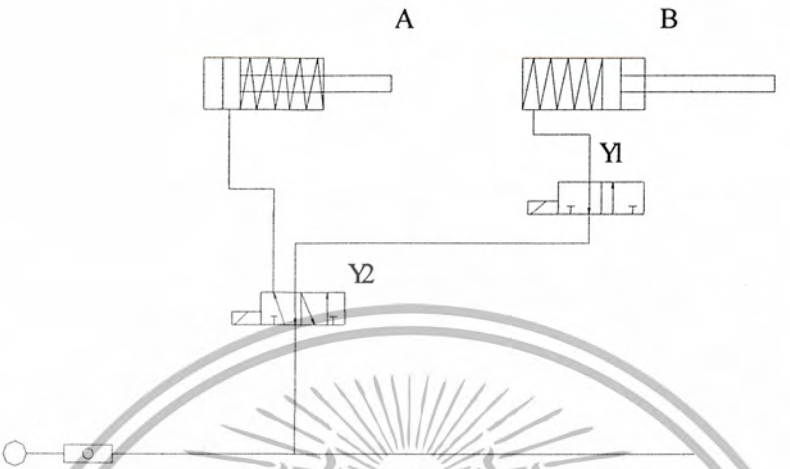


รูปที่ 3.6 ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องจักร



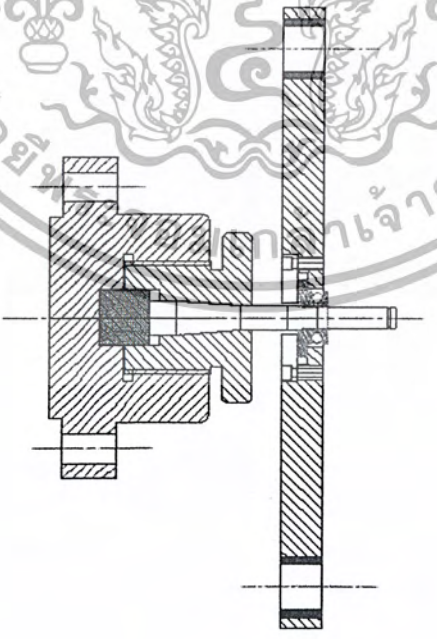
รูปที่ 3.7 รูปวงจรไฟฟ้ากำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การทำงานของโซลินอยด์เบรค

3.3.7 ชุดแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป



รูปที่ 3.9 ชุดแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

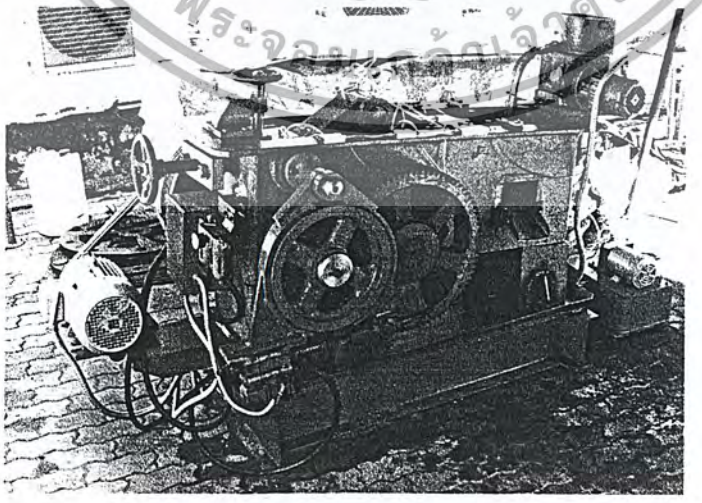
บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการปรับปรุงเครื่องและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป

4.1.1 ผลของการปรับปรุงเครื่อง

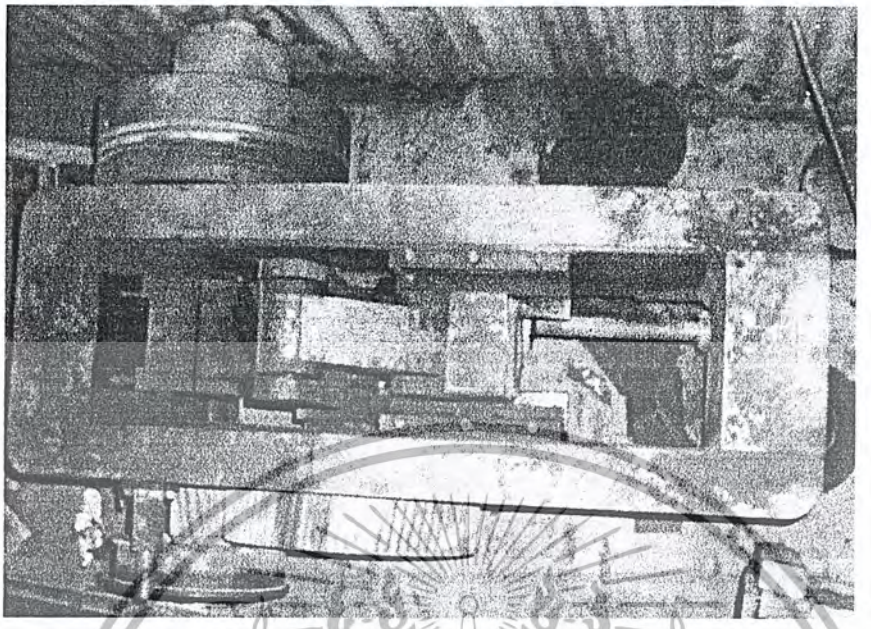
การปรับปรุงเครื่องโดยการสร้างส่วนประกอบของเครื่องจักรให้สมบูรณ์ ตามจุดประสงค์ของโครงการ โดยที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้และสามารถปั๊มหลอดยาหอมได้ตามขนาดที่กำหนดไว้ คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ยาว 30 มิลลิเมตร ซึ่งเครื่องสามารถขึ้นรูปหลอดยาหอมด้วยความเร็ว 70 ชิ้น/นาที ซึ่งเกินจากจุดประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ คือ 30 ชิ้น/นาที รูปข้างล่างนี้เป็นการแสดงให้เห็นลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปของเครื่องจักร

รูปที่ 4.1 ภาพด้านข้างก่อนการปรับปรุง

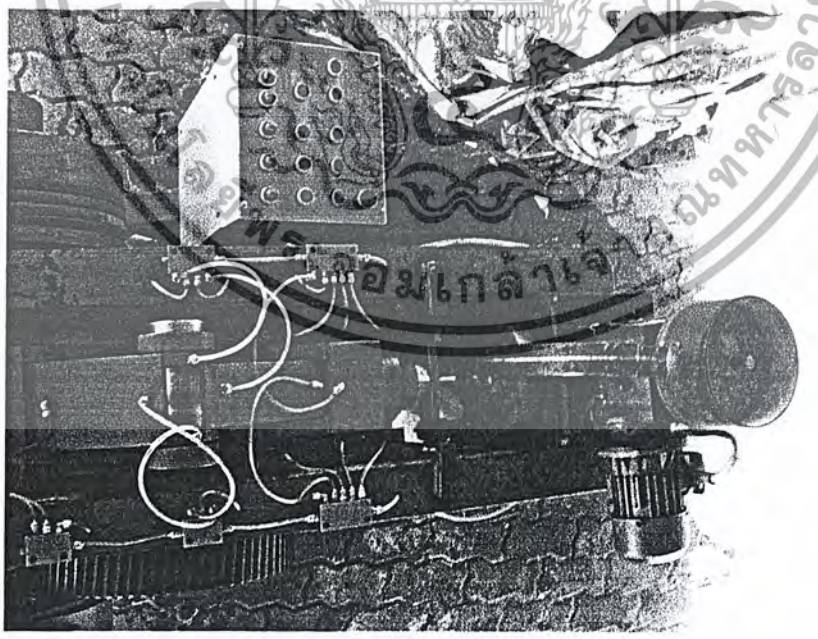


รูปที่ 4.2 ภาพด้านข้างหลังการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ภาพด้านบนก่อนการปรับปรุง

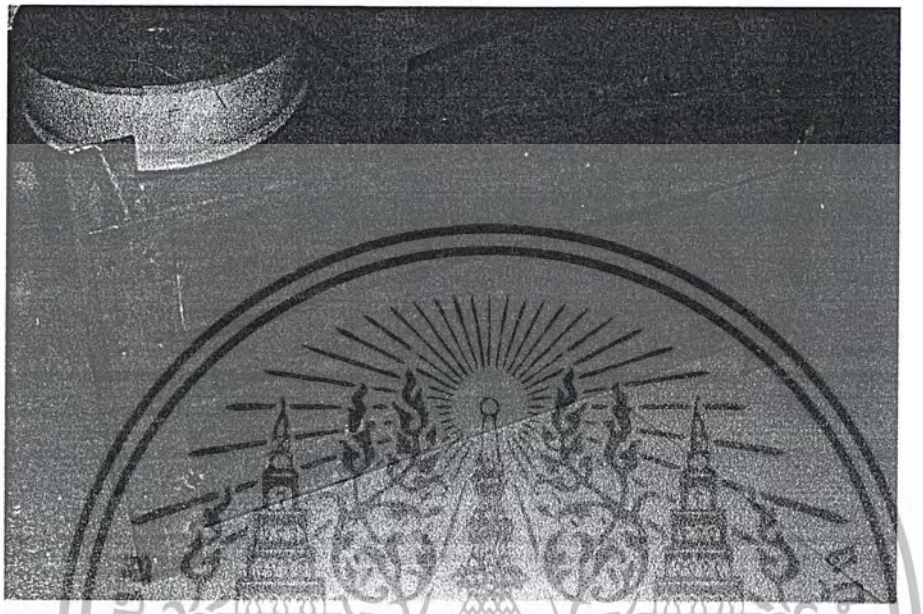


รูปที่ 4.4 ภาพด้านบนหลังการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยส่วนประกอบของเครื่องที่ทำการปรับปรุงมีดังนี้

- ฐานเครื่อง



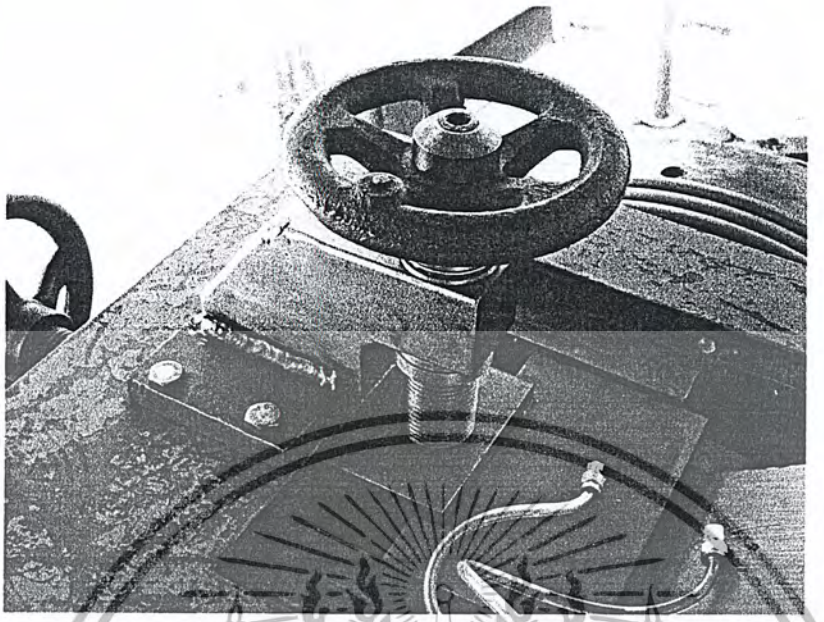
รูปที่ 4.5 ฐานรองเครื่องจักร

- ถาดน้ำมัน

รูปที่ 4.6 ถาดน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชุดตั้งระยะสไลด์



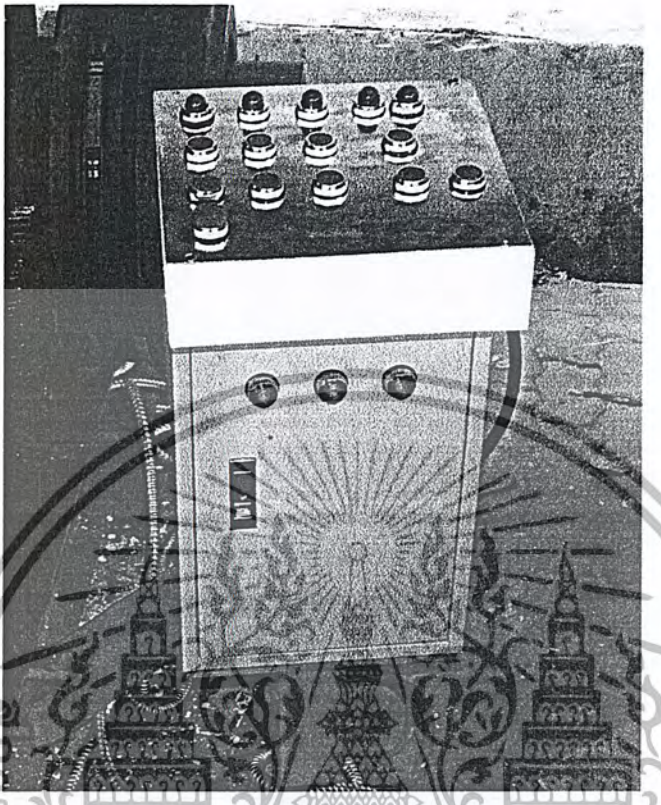
รูปที่ 4.7 ชุดตั้งระยะสไลด์

- ชุด ล็อคกันคลาย

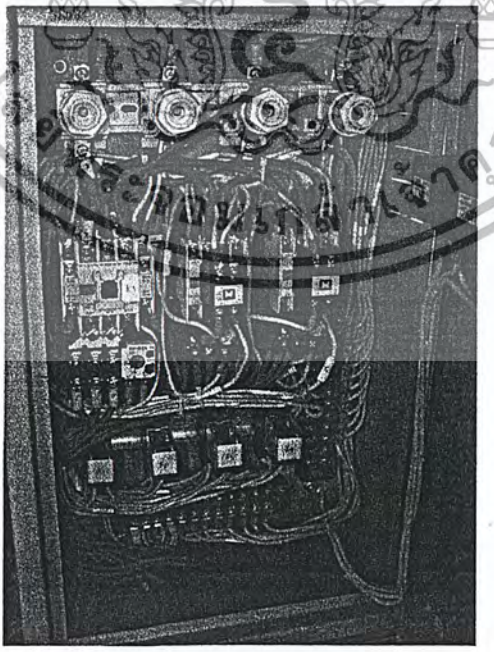
รูปที่ 4.8 ชุดล็อคกันคลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชุดควบคุมด้วยไฟฟ้า

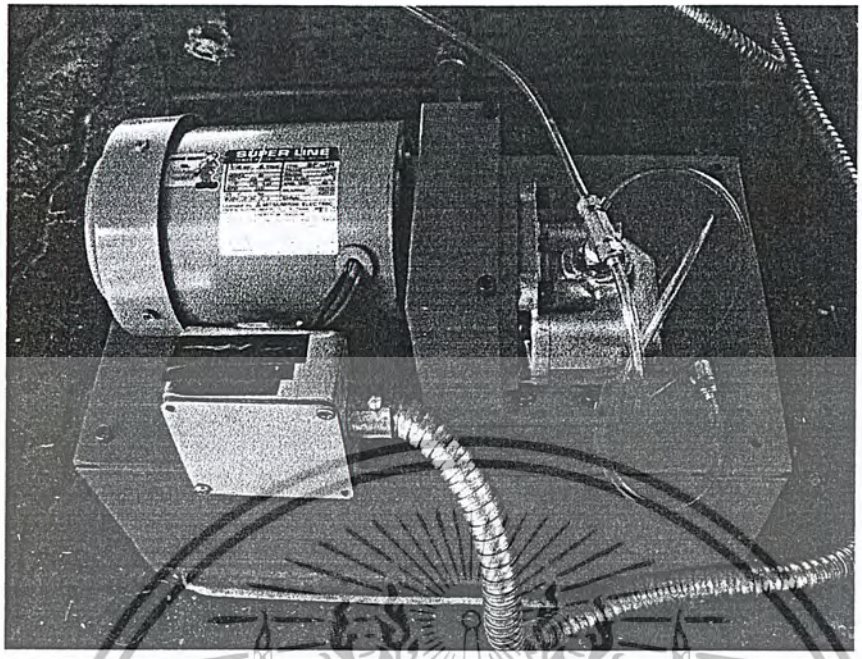


รูปที่ 4.9 ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

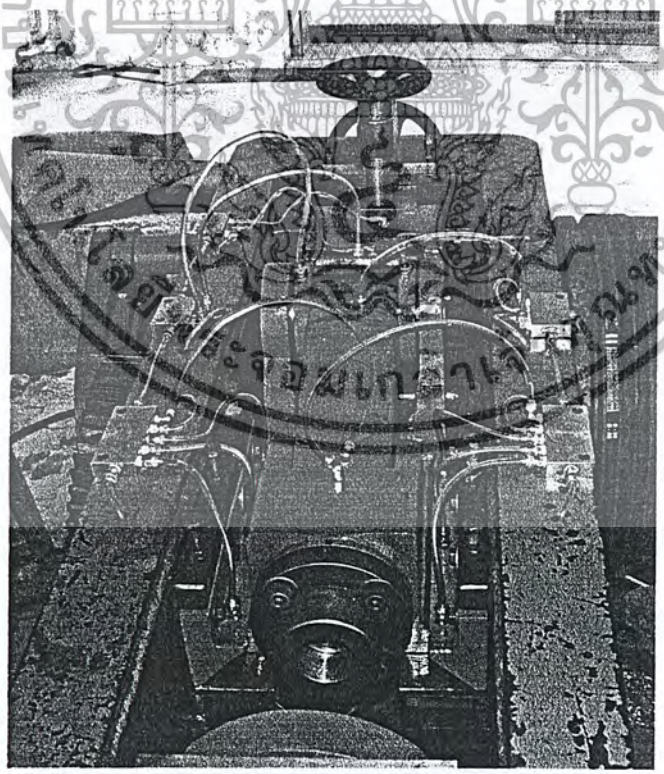


รูปที่ 4.10 ภาพภายในของชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

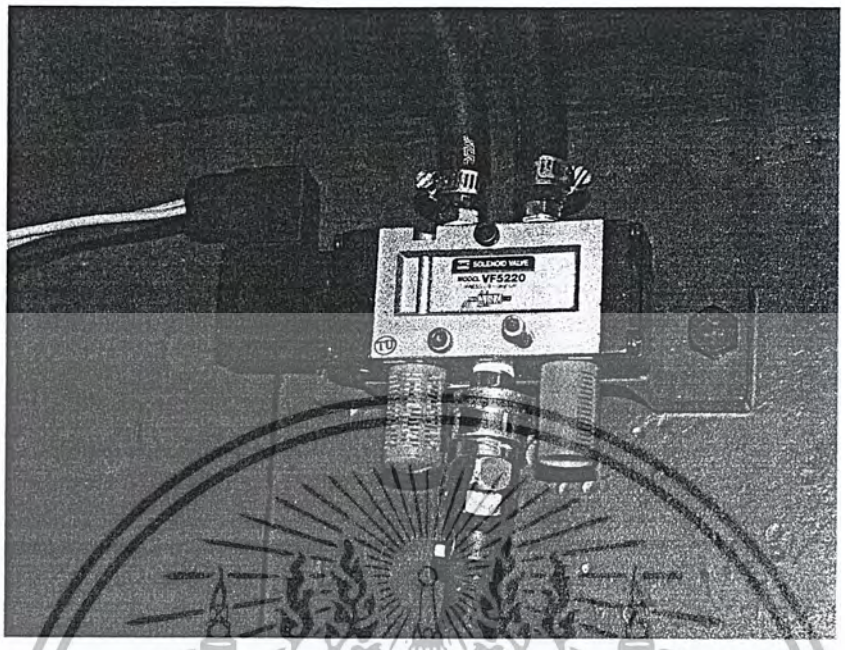


รูปที่ 4.11 ปั๊มน้ำมันหล่อเลี้ยงเครื่อง

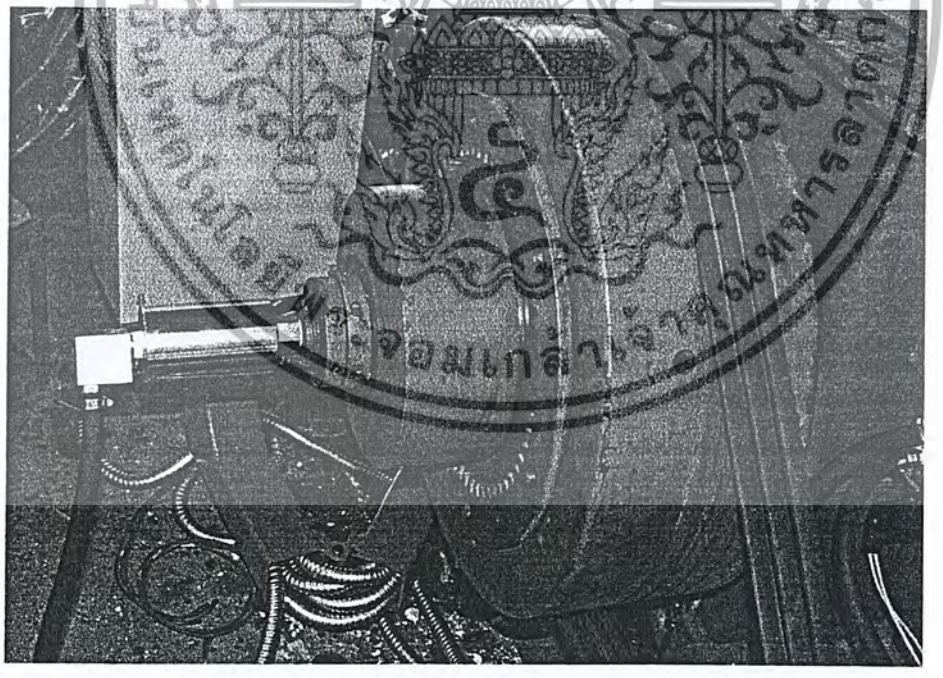


รูปที่ 4.12 จุดที่ทำการหล่อเลี้ยงน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 การติดตั้งวาล์ว 5/2

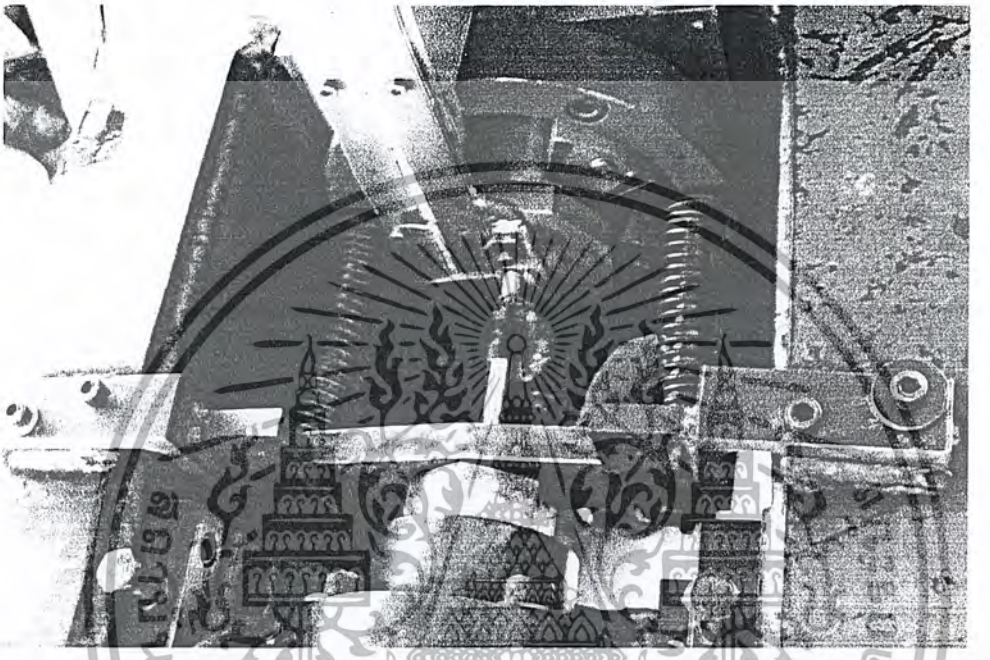


รูปที่ 4.14 แสดงทางเข้าของลม

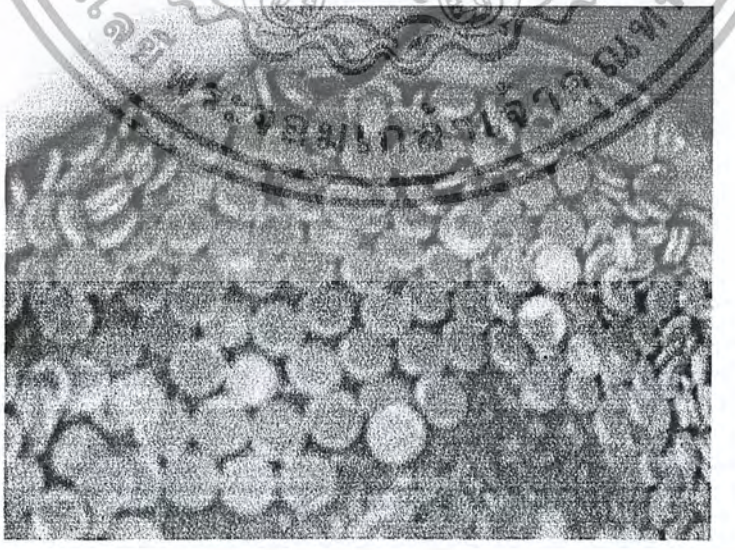
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป

การออกแบบแม่พิมพ์สามารถทำการขึ้นรูปหลอดยาหอมที่ทำจากอลูมิเนียมชนิด ผงอัด โดยที่วัสดุมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.2 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร และสามารถขึ้นรูปเป็นหลอดยาหอมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ยาว 30 มิลลิเมตร ซึ่งภายใน 1 นาที สามารถขึ้นรูปหลอดยาหอมได้ 70 ชิ้น/นาที

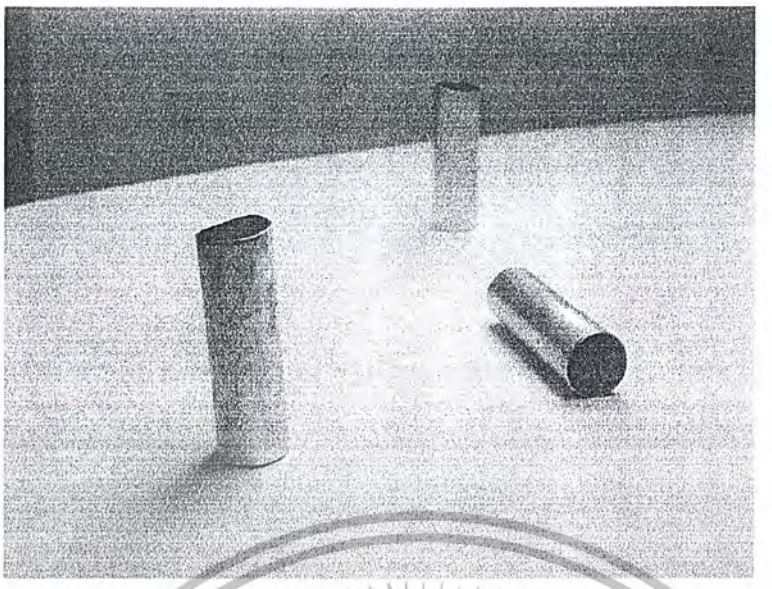


รูปที่ 4.15 ชุดแม่พิมพ์

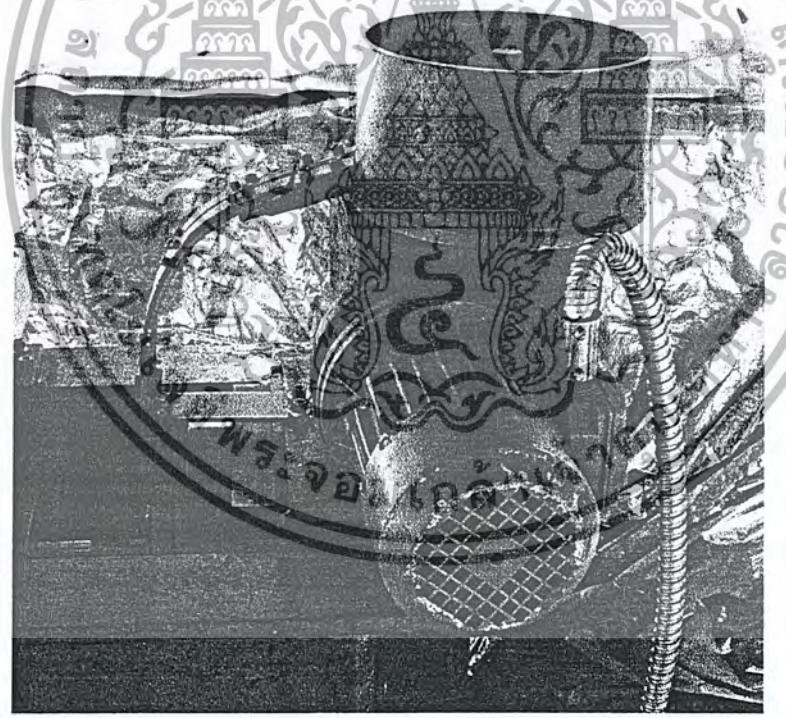


รูปที่ 4.16 อลูมิเนียมผงอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

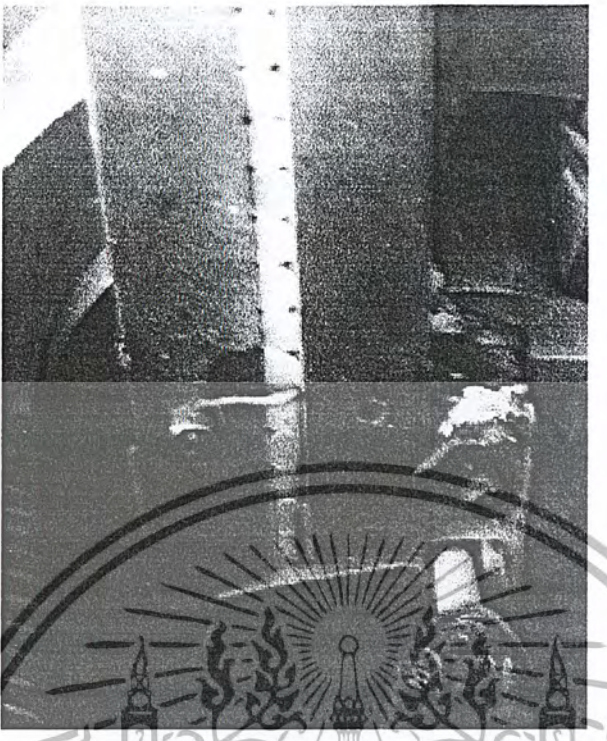


รูปที่ 4.17 หลังการขึ้นรูปหลอดยาหอม



รูปที่ 4.18 ชุดส่งเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ทางเดินของชุดส่งเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปรับปรุงและการสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป

จากการปรับปรุงเครื่องสามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ ทำการปรับปรุงเครื่องอัดไหลให้สามารถทำงานได้ตามปกติ โดยที่ผลของการปรับปรุงเครื่องอัดไหลสามารถทำงานได้และมีความสามารถในการขึ้นรูปหลอดยาหอมได้นาทีละ 70 ชิ้น ใช้กำลังงานของมอเตอร์ในการทำงานรวม 6 แรงม้า (มอเตอร์ 3 ตัว) ใช้ลมเป็นตัวทำให้เพลาข้อเหวี่ยงทำงาน ใช้ระบบน้ำมันหล่อลื่นเพื่อลดการเสียดสีของชิ้นส่วนเครื่องจักร โดยที่มีเสียงขณะขึ้นรูปไม่ดังเมื่อเปรียบเทียบกับการขึ้นรูปโดยใช้เครื่องปั๊มตามปกติ วัตถุประสงค์อีกประการคือ เพื่อออกแบบและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูป และผลของการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์อัดไหลขึ้นรูปนั้น สามารถขึ้นรูปหลอดยาหอมได้ตามขนาดที่ต้องการคือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ยาว 30 มิลลิเมตร จากวัสดุอลูมิเนียมผงอัดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.2 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร โดยการใช้แรงในการกระแทกขึ้นรูป 24 ตันในการขึ้นรูปหลอดยาหอม 1 หลอด โดยที่มีตัวปลดชิ้นงานให้ชิ้นงานออกจากตัวแม่พิมพ์ชุดที่เคลื่อนที่ (Punch) เพื่อให้สามารถขึ้นรูปชิ้นงานต่อไปได้อย่างต่อเนื่องและใช้ผงซิงก์เป็นตัวเคลือบผิวของวัตถุดิบเพื่อให้เกิดการหล่อลื่นและง่ายต่อการขึ้นรูปหลอดยาหอม

5.1.1 สรุปผลการทำงานด้านฮาร์ดแวร์

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องตั้งแต่ระบบควบคุมการทำงานจนถึง การขึ้นรูปหลอดยาหอม ก่อนการติดตั้งชุดส่งเหรียญ ทดลองกดปุ่มให้เครื่องปั๊มเป็นขั้นตอน (สีเขียว) มอเตอร์หมุนและส่งผ่านกำลังไปยัง ล้อหมุนช่วยแรง (Flywheel) แล้วทำให้เพลาข้อเหวี่ยงทำงาน และทำให้ชุดตัวกระทุ้ง (Ram) เคลื่อนที่โดยทำให้ชุดเคลื่อนที่ (Punch) ที่อยู่ติดกับชุดตัวกระทุ้ง (Ram) ทำงาน โดยการเคลื่อนที่ปั๊มเหรียญอลูมิเนียม การทำงานเป็นไปตามที่ออกแบบไว้การเคลื่อนที่ของชุดตัวกระทุ้ง (Ram) ไม่มีเสียงดัง เมื่อทดลองใส่วัตถุดิบอลูมิเนียมผงอัดโดยการกดปุ่มสั่งให้ชุดป้อนเหรียญทำงานและกดปุ่มทำงานอัตโนมัติ วัตถุดิบก็จะไหลจากชุดป้อนเหรียญเข้าชุดแม่พิมพ์ แล้วเครื่องก็ทำงาน โดยการขึ้นรูปหลอดยาหอมตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้ จากการสังเกตชิ้นงานที่ออกมาในครั้งแรกจะมีลักษณะแตกที่บริเวณปากหลอด เนื่องจากการตั้งระยะช่องวางระหว่างแม่พิมพ์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ผงแป้งที่ใช้ในการหล่อลื่นมีมากเกินไป และมีน้ำมันติดอยู่ที่ชุดเคลื่อนที่ (Punch) ทำให้เกิดการติดของอลูมิเนียม และไม่สามารถขึ้นรูปได้ดี เมื่อทำการตั้งระยะช่องว่างของแม่พิมพ์ และเช็ดน้ำมันที่ติดอยู่ที่ชุดเคลื่อนที่ (Punch) ทำให้ชิ้นงานที่ออกมามีความสมบรูณ์มากขึ้น และไม่มีการแตกที่ปลายปากหลอด

5.1.2 ชุดควบคุม

จากการทดลองชุดควบคุมแต่ละตัวซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของเครื่องให้ทำการขึ้นรูปเป็นขั้นตอน การขึ้นรูปอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานของชุดป้อนเหรียญ ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันที่ใช้ในการหล่อเลี้ยงเครื่อง หรือการหยุดการทำงานของทำงานแต่ละตัว ก็สามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ คือเมื่อกดปุ่มสีเขียว (Bottom Switch) มอเตอร์ของตัวที่กดทำงาน และเมื่อกดปุ่มสีแดง (Bottom Switch) ก็จะหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานของมอเตอร์ เมื่อมีเหตุฉุกเฉินก็ให้กดปุ่มฉุกเฉิน (Emergency Switch) ซึ่งผลจากการสั่งการก็เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบจากการทดลอง

จากการทำการทดลองได้มีอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการทดลอง เป็นข้อๆ ดังนี้

1. ความเร็วรอบของมอเตอร์มากเกินไป
2. ชุดปั๊มน้ำมันหล่อเลี้ยงเครื่องมีเสียงดังเพราะใช้เฟืองในการส่งกำลัง

5.2.2 แนวทางแก้ไข

จากการทดลองได้ทำการแก้ปัญหาดังนี้

1. ทำการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่จาก 5.5 แรงม้า เป็น แรงม้า 6 แรงม้า เนื่องจากมอเตอร์ตัวเดิมมีความเร็วรอบมากเกินไปทำให้ตัวกระทุ้ง (Ram) เคลื่อนที่เร็ว
2. ทำการเปลี่ยนชุดเฟืองจากเฟืองตรงที่มีอัตราทดเป็น 1:3 เปลี่ยนเป็นเฟืองหนอน ที่มีอัตราทดเป็น 1:40

5.2.4 ข้อเสนอแนะ

1. เครื่องอัดไหลขึ้นรูปควรที่จะมีชุดลำเลียง เพื่อรักษาสภาพของหลอดยาหอมเนื่องจากเป็นวัสดุอลูมิเนียมซึ่งมีความอ่อนสูง แต่ในขณะนี้เมื่อขึ้นหลอดยาหอมแล้วหลอดจะไหลออกจากเครื่องลงไปยังภาชนะที่ใช้ใส่หลอดยาหอม โดยไม่ผ่านชุดลำเลียง
2. เพื่อความปลอดภัยในการทำงานกับเครื่องจักร ควรจะมีฝาครอบปกปิดชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่มีการหมุน แต่ในขณะนี้เครื่องอัดไหลขึ้นรูปยังไม่มีฝาที่ใช้ในการครอบชิ้นส่วนที่สามารถเคลื่อนที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. จำรูญ ตันติพิศาลกุล (2541), “การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล”, หน้า 3-1 – 3-58

2. ดำรง ไชยธีรานุวัฒศิริ (2521), “การขึ้นรูปโลหะ”, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น, หน้า 33-40

3.พรจิต ประทุมสุวรรณ (2537), “แมคคาทรอนิกส์ การควบคุมงานกลด้วยไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิกส์”, เรือนแก้ว, หน้า 122

4. พรจิต ประทุมสุวรรณ (2521), “การควบคุมนิวเมติกส์”, เรือนแก้ว

5. ผศ.อำนาจ ทองผาสุข และ ผศ.วิทยา ประยงค์พันธุ์ , “การควบคุมมอเตอร์”

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ

จากสภาวะสมดุลย์

$$\sum M_C = 0$$

$$-R_A(330)+23.93(165) = 0$$

$$R_A = \frac{23.93(165)}{330}$$

$$R_A = 11.965 \quad \text{kN}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-R_A - R_C + 23.93 = 0$$

$$R_C = 23.93 - 11.965$$

$$R_C = 11.965 \quad \text{kN}$$

โมเมนต์ดัดเกิดขึ้นสูงสุดที่ตรงกลางเพลาข้อเหวี่ยง

$$M_{max} = -11.965 \times (10)^3 \times 0.165$$

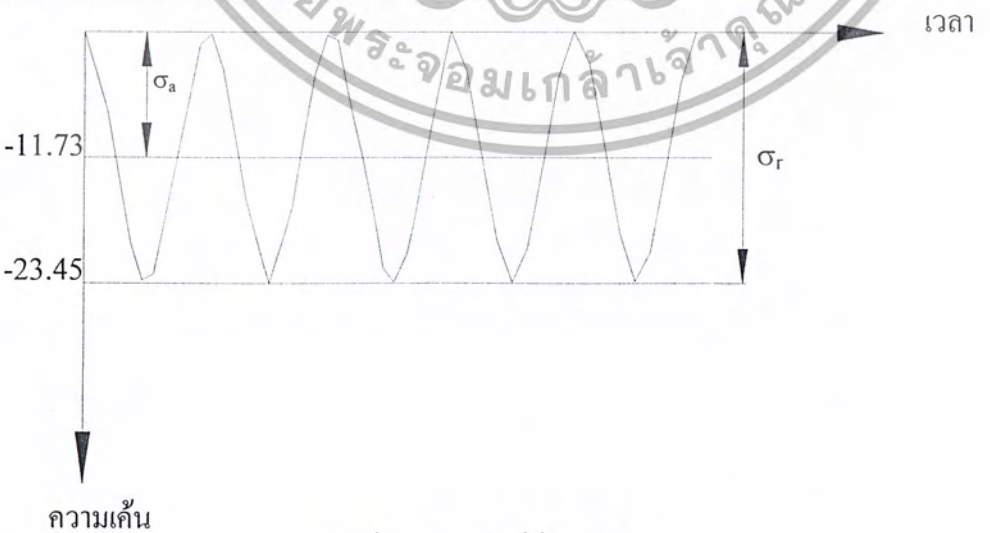
$$= -1974.23 \quad \text{N.m.}$$

โมเมนต์ดัดเกิดในตำแหน่งวิกฤตอยู่ด้านซ้ายขวาของเพลาข้อเหวี่ยง ซึ่งเกิดโมเมนต์ดัดเท่ากัน

$$M_{D-E} = -11.965 \times 10^3 \times 0.1065$$

$$= -1274.23 \quad \text{N.m.}$$

คำนวณความเค้นดึงที่กึ่งกลางเพลาข้อเหวี่ยง



รูปที่ 1 ความเค้นที่กึ่งกลางเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sigma_{max} = \frac{32M_{max}}{\pi d^3}$$

$$= \frac{32 \times (-1974.23)}{\pi \times (0.095)^3}$$

$$= -23.45 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{min} = 0$$

$$\therefore \quad \sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$$

$$= \frac{-23.45 + 0}{2}$$

$$\sigma_m = -11.73 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$$

$$= \frac{-23.45 - 0}{2}$$

$$\sigma_m = -11.73 \quad \text{MPa}$$

คำนวณความเค้นที่จุดวิกฤต

รูปที่ 2 ความเค้นที่จุด D

ที่จุด D

$$\sigma_D = \frac{32 \times 1274.23}{\pi \times (0.095)^3}$$

$$\sigma_D = 15.14 \quad \text{MPa}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\sigma_{max} = 15.14$ MPa ; $\sigma_{min} = 0$ MPa

$\therefore \quad \sigma_{m,D} = \dfrac{15.14 + 0}{2}$

$\sigma_{m,D} = 7.57$ MPa

$\sigma_{a,D} = \dfrac{15.14 - 0}{2}$

$\sigma_{a,D} = 7.57$ MPa

ที่จุด E

รูปที่ 3 ความเค้นที่จุด E

$\sigma_E = \dfrac{32 \times (-1274.23)}{\pi \times (0.095)^3}$

$\sigma_E = -15.14$ MPa

$\therefore \quad \sigma_{max} = -15.14$ MPa ; $\sigma_{min} = 0$ MPa

$\sigma_{m,E} = \dfrac{0 + (-15.14)}{2}$

$\sigma_{m,E} = -7.57$ MPa

$\sigma_{a,E} = \dfrac{(-15.14) - 0}{2}$

$= -7.57$ MPa

คำนวณความต้านทานแรง

ที่จุด D

$\dfrac{r}{d} = \dfrac{10}{95}$

$= 0.105$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{D}{d} = \frac{260.64}{95}$$

$$= 2.74$$

จะได้ $K_{t,D} = 1.75$

ที่จุด E

$$\frac{r}{d} = \frac{10}{95}$$

$$= 0.105$$

$$\frac{D}{d} = 112.66$$

$\therefore$ จะได้ $K_{t,E} = 1.6$

แฟคเตอร์แก้ไขความต้านทานแรงสถิตของเพลาข้อเหวี่ยง สมมุติชิ้นงานเท่ากับชิ้นงานทดสอบ

$$k_{1c} = k_{2c} = k_{4c} = k_{6c} = 1$$

ที่ $k_{3c} = 1 - \sigma^{0} \times (Zr)$

ต้องการความเชื่อมั่น 99% หาค่าจากตาราง Zr = 2.327

$\sigma^{0} = 0.04$ (ชิ้นงานผ่านการหล่อขึ้นรูป)

$$k_{3c} = 1 - 0.04 \times (2.327)$$

$$= 0.91$$

$$k_{5c,D} = \frac{1}{1 + q_c(k_t - 1)}$$

ชิ้นงานเป็นเหล็กกล้าซึ่งมีอัตราส่วนยืด 10% จะได้ $q_c = 0.1$

$$k_{5c,D} = \frac{1}{1 + 0.1(1.75 - 1)}$$

$$= 0.93$$

$$k_{5c,E} = \frac{1}{1 + 0.1(1.6 - 1)}$$

$$= 0.94$$

$k_{5c} = 1$ เนื่องจากเป็นชิ้นงานที่กึ่งกลางเพลาและไม่มีการfillet เพื่อความปลอดภัย ใช้ $k_{5c} = 1$

จากสูตร

$$S = k_{1c} \times k_{2c} \times k_{3c} \times k_{4c} \times k_{5c} \times k_{6c} \times S'$$

$$S_{yt} = 0.91 \times 531$$

$$= 483.21 \quad \text{MPa}$$

$$S_{yt,D} = 0.93 \times 0.91 \times 531$$

$$= 449.39 \quad \text{MPa}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$S_{yt,E}$ $= 0.94 \times 0.91 \times 531$

$= 454.22$ MPa

S_{ut} $= 0.91 \times 779$

$= 708.89$ MPa

$S_{ut,D}$ $= 0.93 \times 0.91 \times 779$

$= 659.27$ MPa

$S_{ut,E}$ $= 0.94 \times 0.91 \times 779$

$= 666.36$ MPa

s'_e $= 275$ MPa

k_{1f} $= 0.71$; $s'_{ut} = 779$ MPa

k_{2f} $= 1.189\, d^{-0.097}$; ชิ้นงานทดสอบเป็นคาบหมุน

$= 1.189 \times (95)^{-0.097}$

$= 0.76$

k_{3f} $= 0.814$; ต้องการความเชื่อมั่น 99%

k_{4f} $= 1$; อุณหภูมิปกติ $T \leq 350^{\circ} C$

$k_{5f,D} = \frac{1}{k_f} = \frac{1}{1 + q_f(k_t - 1)}$

$= \frac{1}{1 + 0.92(1.75 - 1)}$

$= 0.59$

$k_{5f,E} = \frac{1}{1 + 0.92(1.6 - 1)}$

$= 0.64$

k_{5f} $= 1$; เมื่อ ไม่มีจุดรวมความเค้น

k_{6f} $= 1$; ไม่มีการแก้ไขเบ็ดเตล็ด

S_e $= 0.71 \times 0.76 \times 0.814 \times 275$

$= 120.79$ MPa

$S_{e,D}$ $= 0.71 \times 0.76 \times 0.814 \times 0.59 \times 275$

$= 71.27$ MPa

$S_{e,E}$ $= 0.71 \times 0.76 \times 0.814 \times 0.64 \times 275$

$= 77.31$ MPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาความต้านทานแรงเฉลี่ย ที่กึ่งกลางเพลา

$$S_m = \frac{s_e}{\frac{\sigma_a}{\sigma_m} + \frac{s_e}{s_{ut}}}$$

$$= \frac{120.79}{1 + \frac{120.79}{708.89}}$$

$S_m = 103.20$ MPa

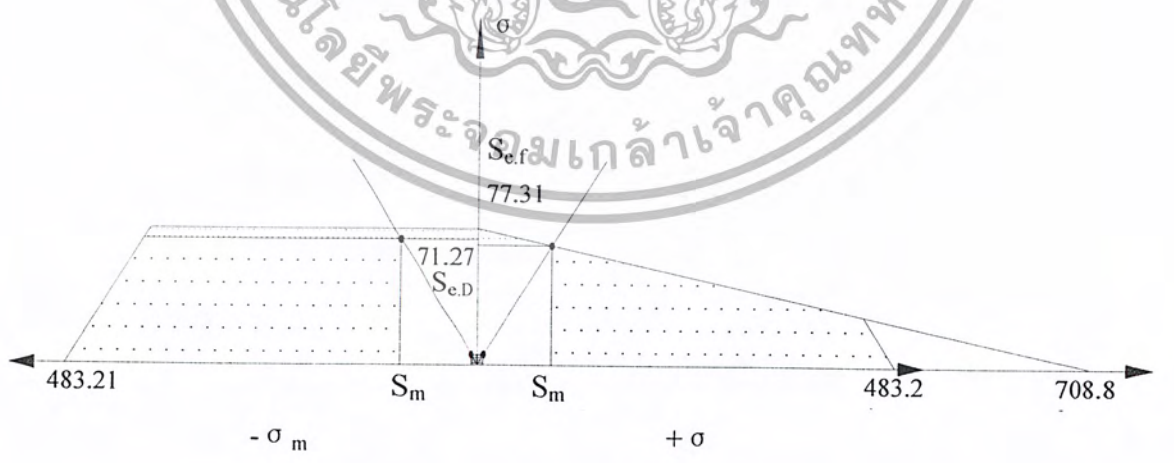
หาความต้านทานแรงแอมพลิจูด ที่กึ่งกลางเพลา

$$\frac{s_m}{\sigma_m} = \frac{s_a}{\sigma_a}$$

$$s_a = \frac{103.20}{(11.73)} \times (11.73)$$

$s_a = 103.20$ MPa

รูปที่ 4 แผนภาพกูดแมนที่ตำแหน่งกึ่งกลางเพลา



รูปที่ 5 แผนภาพกูดแมนที่ตำแหน่งวิกฤต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

safety factor ที่กึ่งกลางเพลา คือ

$$f_s = \frac{120.79}{11.73}$$

$$= 10.29$$

safety factor ที่จุด E ได้รับความเค้นอัด

ที่จุด E

$$f_{sa,E} = \text{ความต้านแรงจริง/ความเค้นจริง}$$

$$= \frac{77.33}{7.57}$$

$$= 10.22$$

ที่จุด D

$$f_{sa,D} = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}}}$$

$$= \frac{1}{\frac{7.57}{71.27} + \frac{7.57}{659.27}}$$

$$= 8.5$$

ที่กึ่งกลางคาน

$$\therefore \sigma_{max} < \frac{S_{yt}}{f_s}$$

$$23.45 < \frac{483.21}{10.29}$$

$$23.46 < 46.95 \quad \text{ใช้ได้}$$

ที่จุด D

$$\sigma_{max,D} < \frac{S_{yt,D}}{f_{sa,D}}$$

$$15.14 < \frac{449.39}{52.87}$$

$$15.14 < 52.87 \quad \text{ใช้ได้}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จุด E

$$\sigma_{max,E} < \frac{s_{yt,E}}{f_{sa,E}}$$

$$15.14 < \frac{454.22}{10.22}$$

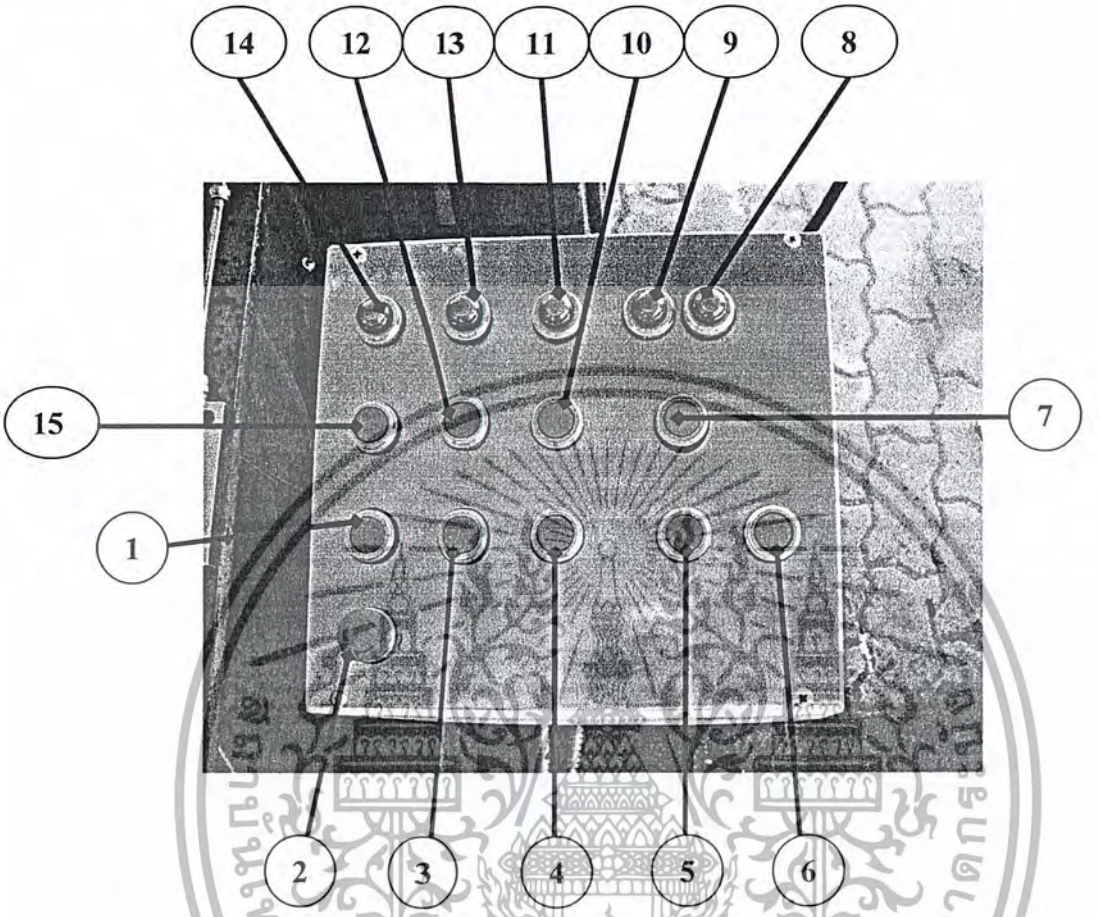
$$15.15 < 44.44 \qquad \text{ใช้ได้}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้เครื่องจักร



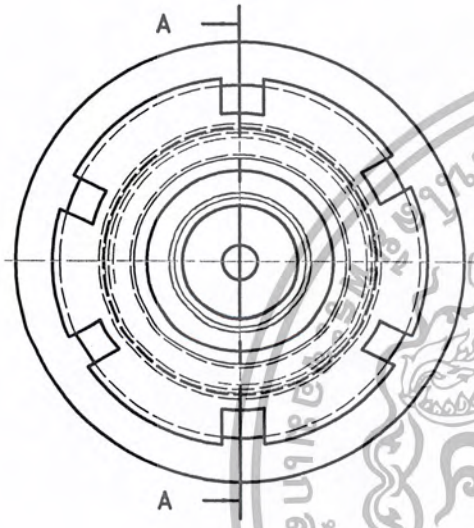
แผงควบคุมเครื่องจักร

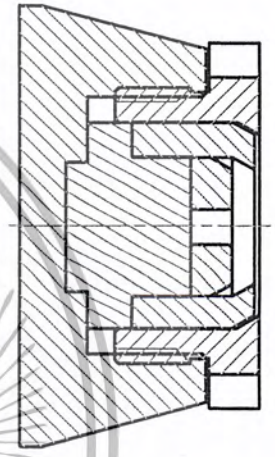
1. คลายปุ่มสวิตซ์ฉุกเฉินหมายเลข 2 หลอดไฟหมายเลข 9 จะติดพร้อมที่เครื่องจักรจะทำงานและโซลินอยด์เบรคจะทำงานด้วยเพื่อป้องกันการหมุนของเพลานำ
2. หมายเลข 1 มอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องจักรจะหมุน หลอดไฟหมายเลข14 จะติด หากจะหยุดให้กดปุ่มหมายเลข 15 หลอดไฟหมายเลข14 จะดับ มอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องจักรจะหยุดหมุน
3. กดปุ่มหมายเลข 3 ระบบส่งน้ำมันจะทำงาน หลอดไฟหมายเลข13 จะติด หากจะหยุดให้กดปุ่มหมายเลข 12 หลอดไฟหมายเลข13 จะดับ ระบบส่งน้ำมันจะหยุดทำงาน
4. กดปุ่มหมายเลข 4 ระบบป้อนเหรียญจะทำงาน หลอดไฟหมายเลข 11 หากจะหยุดให้กดปุ่มหมายเลข 10 หลอดไฟหมายเลข 11 จะดับ ระบบป้อนเหรียญจะหยุดทำงาน
5. กดปุ่มหมายเลข 6 โซลินอยด์ลมจะทำงานให้เกิดการปั๊มขึ้นรูป หลอดไฟหมายเลข 8 จะติด หากปล่อยกดปุ่มหมายเลข 6 หลอดไฟหมายเลข 8 จะดับ โซลินอยด์ลมจะหยุดทำงาน
6. กดปุ่มหมายเลข 5 โซลินอยด์ลมจะทำงานให้เกิดการปั๊มขึ้นรูป อัตโนมัติ หลอดไฟหมายเลข 8 จะติดตลอด หากจะหยุดให้กดปุ่มหมายเลข 7 หลอดไฟหมายเลข 8 จะดับ
7. หากเกิดเหตุฉุกเฉินให้กดปุ่ม 2 ระบบทั้งหมดจะหยุดทำงาน หลอดไฟหมายเลข 9 จะดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

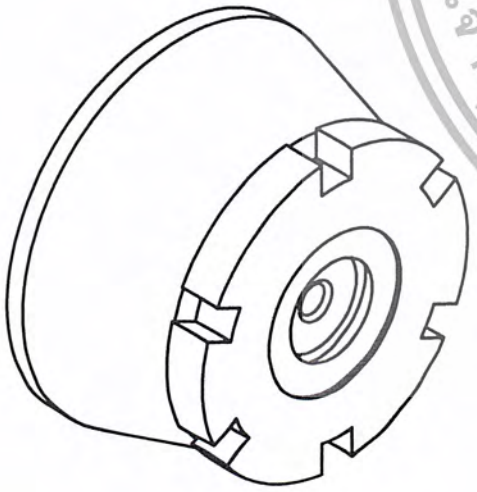
ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



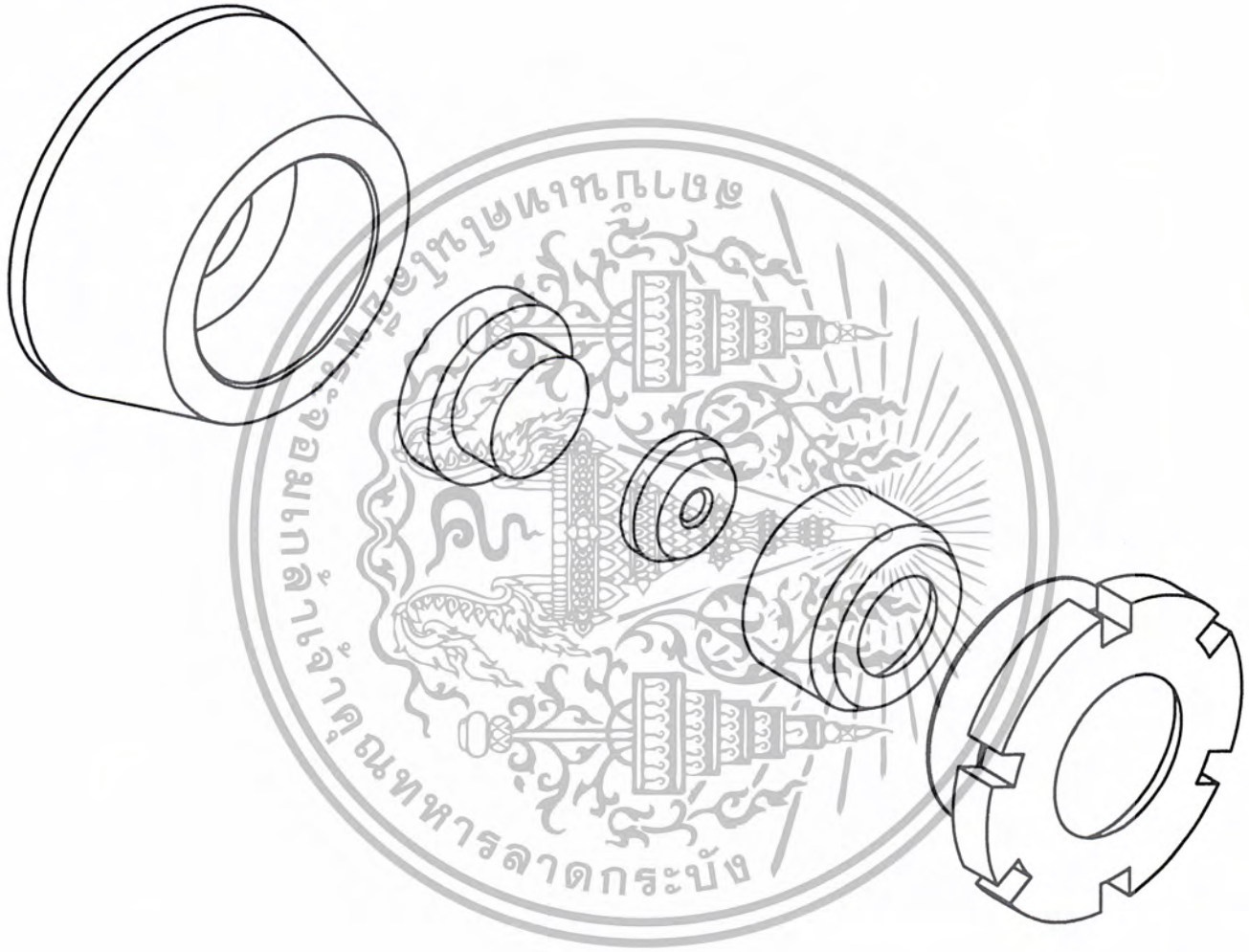


SECTION A-A



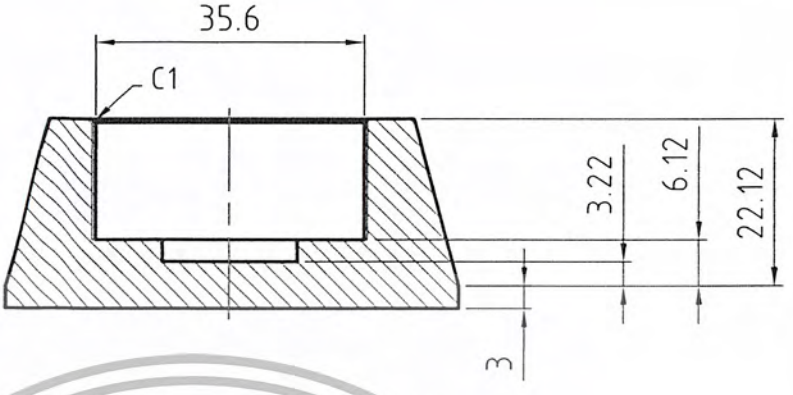
1	ชุดแม่พิมพ์อยู่กับที่				1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
DESIGN BY					
Scale 1:2	Drawing name IMPACT DIE		Drawing No. MOLD 27		

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง



ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสถาบันฯ

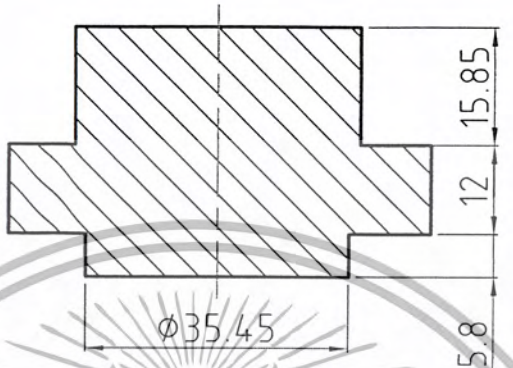
1	ชุดแม่พิมพ์เคลื่อนอยู่กับที่				1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
DESIGN BY					
Scale 1:2	Drawing name IMPACT DIE		Drawing No.		



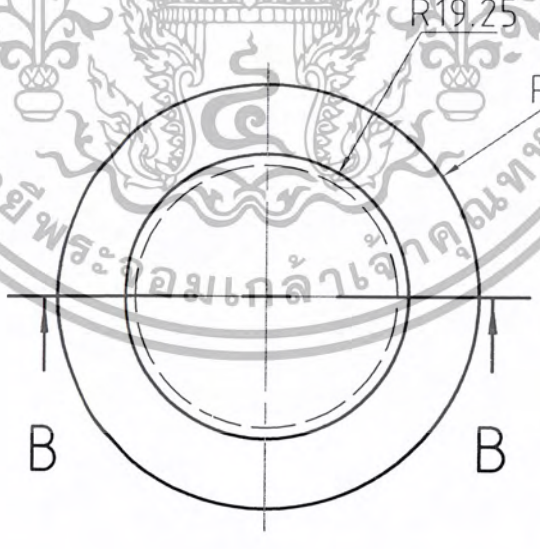
SECTION A-A

1	ตัวรองหลังแม่พิมพ์ชุดอยู่กับที่	ϕ60.5x25.12	S50C		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
INSPEC1 BY					
INSPEC2 BY					
DESIGN BY					
Scale 1 : 3	Drawing name IMPACT DIE		Drawing No. MOLD 04		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



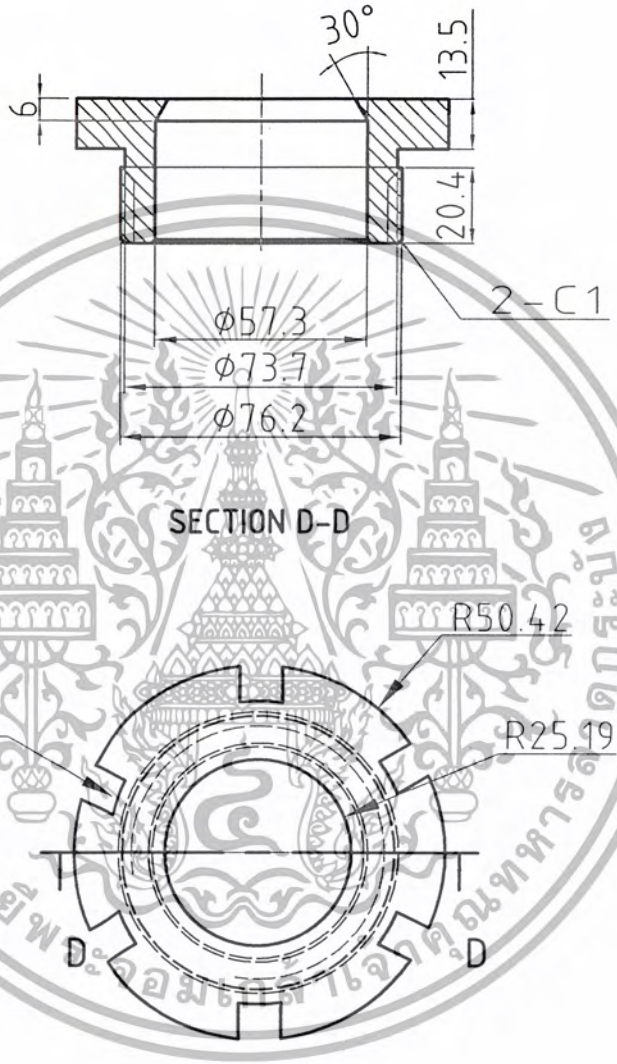
SECTION B-B



1	ตัวรองหลัง DIE	ϕ 57.34x33.65	st37		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty

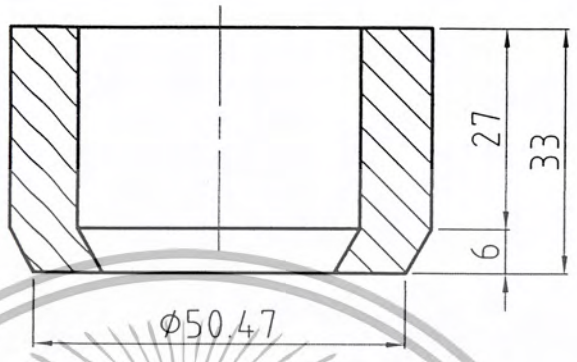
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG
INSPEC1 BY			
INSPEC2 BY			
DESIGN BY			
Scale 1 : 1	Drawing name IMPACT DIE		Drawing No.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1	ตัวยึด DIE	ϕ105.84X28.9	ST37		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
INSPEC1 BY					
INSPEC2 BY					
DESIGN BY					
Scale 1 : 2	Drawing name IMPACT DIE		Drawing No.		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่ไม่ให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

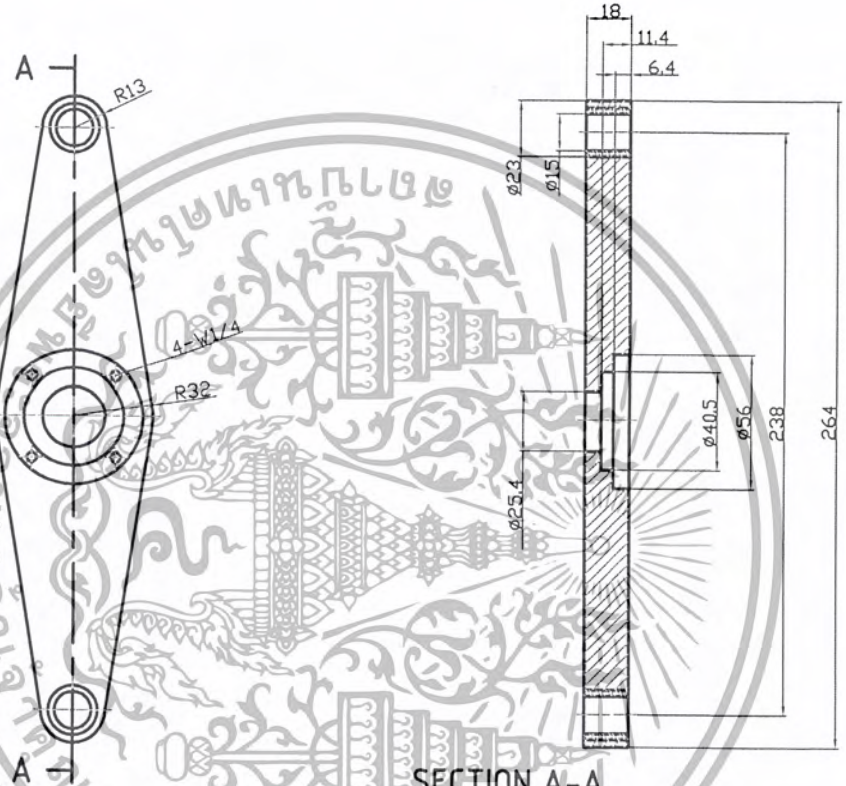


SECTION C-C

1	ตัวประคอง DIE	ϕ57.4x33	st37		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty

DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG	
INSPEC1 BY				
INSPEC2 BY				
DESIGN BY				
Scale 1 : 1	Drawing name IMPACT DIE		Drawing No.	

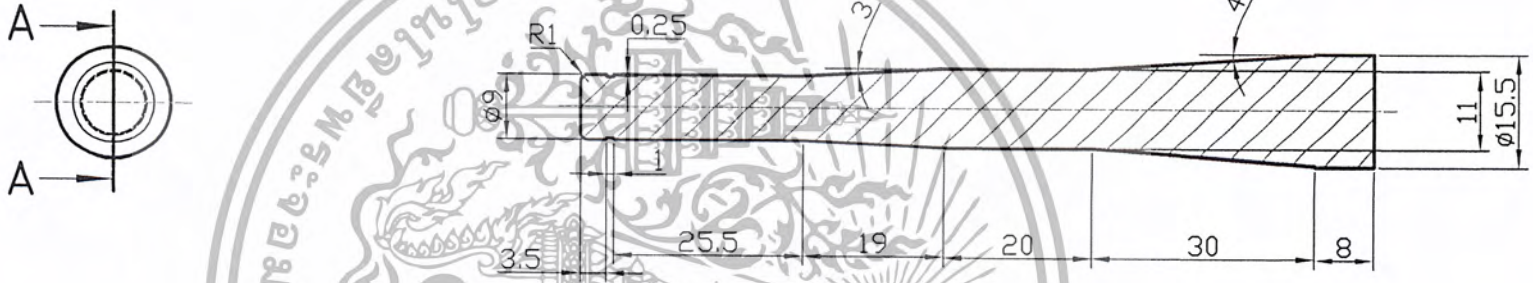
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



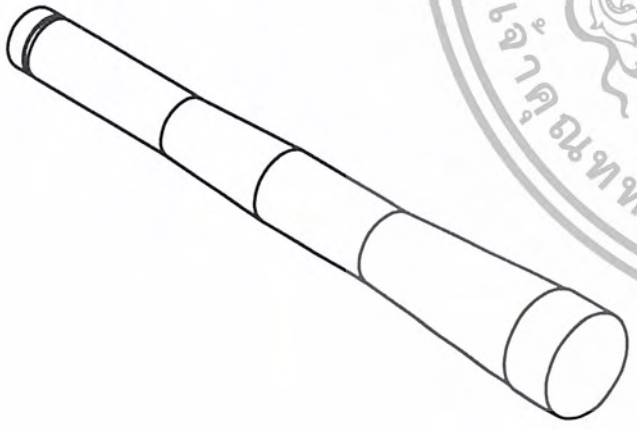
SECTION A-A

1	ตัวยึดตัวปลดชิ้นงาน	18x264	SKD 11		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
DESIGN BY					
Scale 2:1	Drawing name IMPACT DIE		Drawing No.		

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

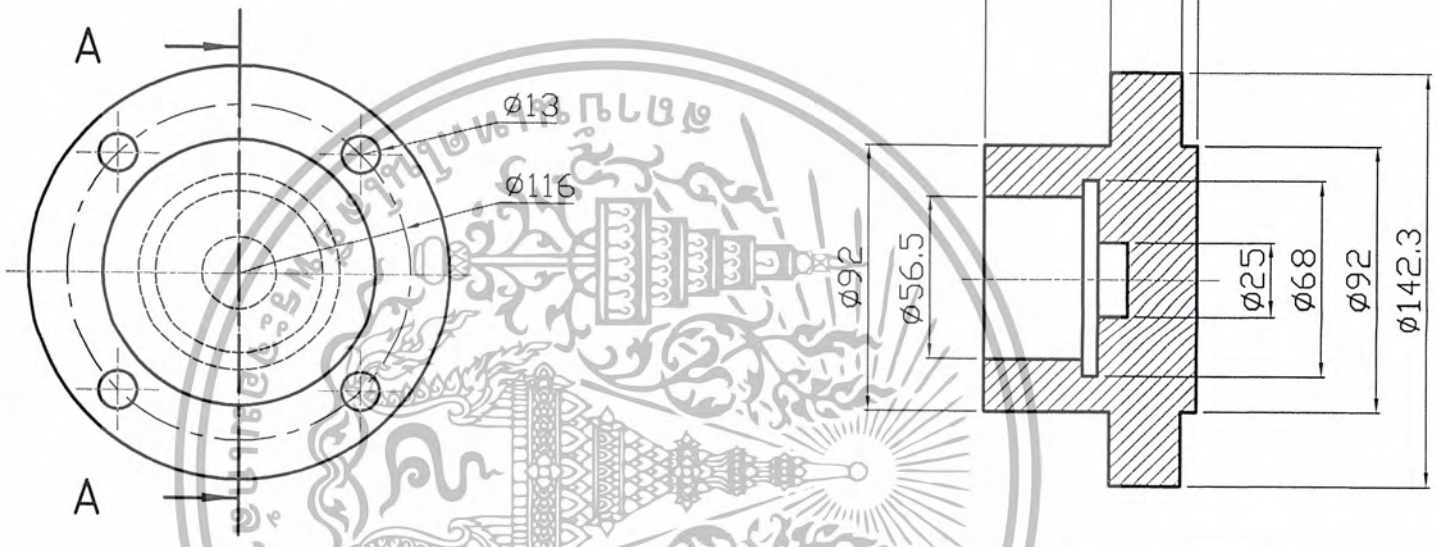


SECTION A-A

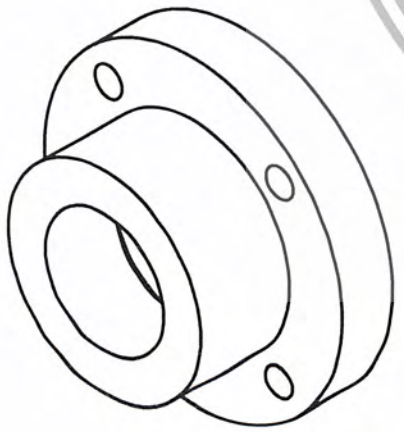


1	PUNCH	ø10 x108	SKD 11		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
DESIGN BY					
Scale 1:2	Drawing name IMPACT DIE		Drawing No.		

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

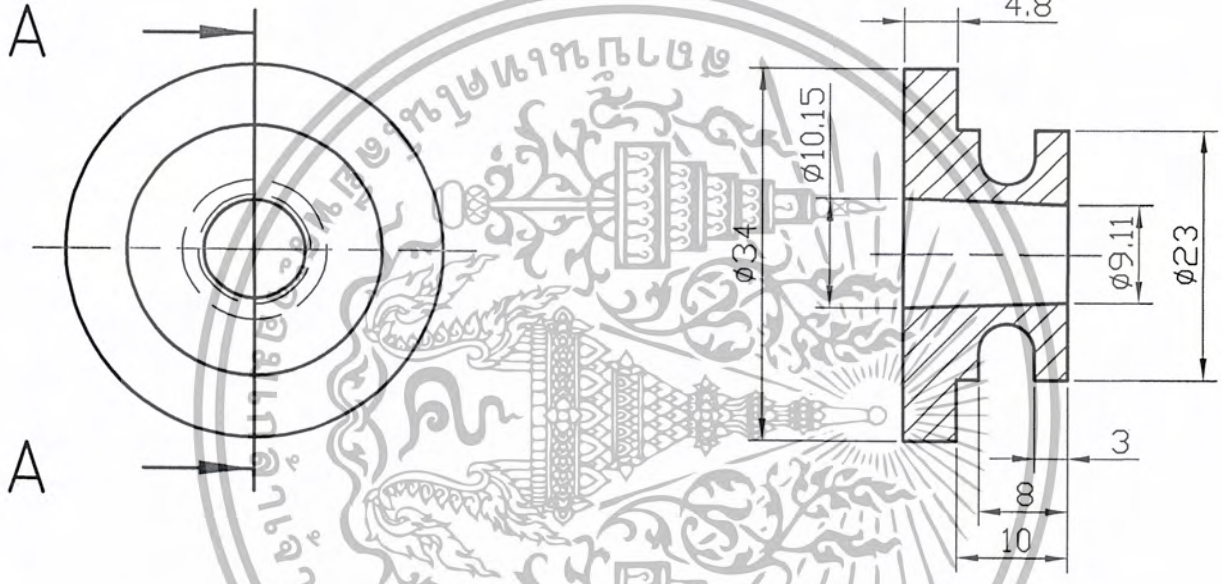


SECTION A-A

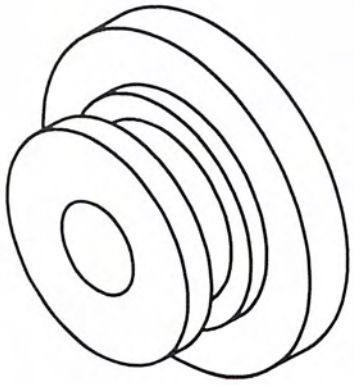


1	ตัวยึดพันช์	ø142.2x71.6	SKD 11		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
DESIGN BY					
Scale 1:2	Drawing name IMPACT DIE		Drawing No.		

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

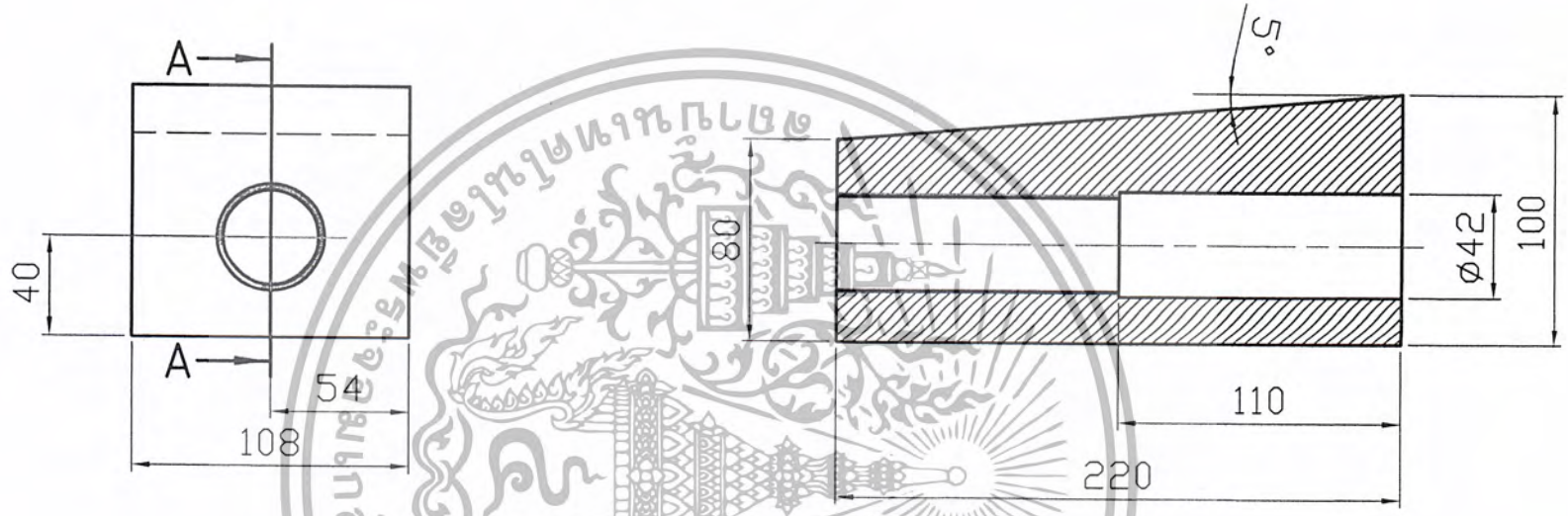


SECTION A-A

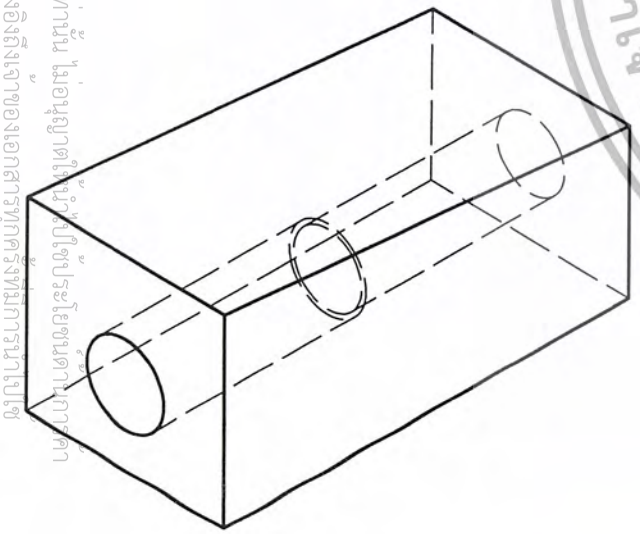


1	ตัวปลดชิ้นงาน	ø34x14.8	SKD 11		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
DESIGN BY					
Scale 1:2	Drawing name IMPACT DIE		Drawing No.		

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

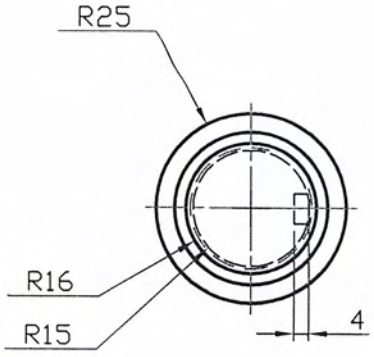


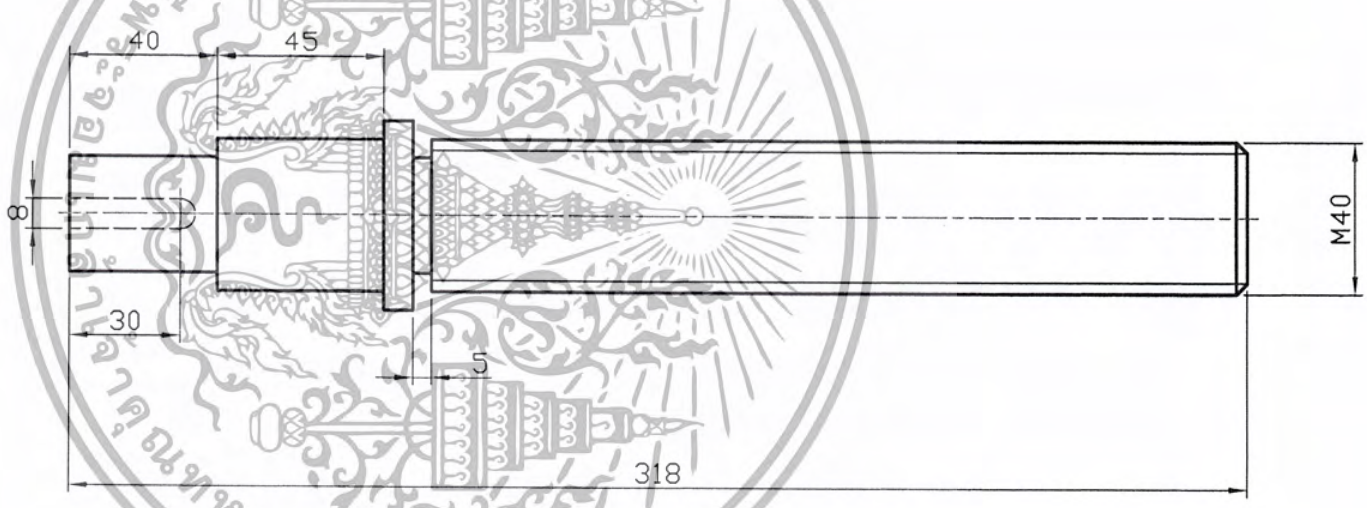
SECTION A-A



1	SLIDE	108x100x220	SKD 11		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
DESIGN BY					
Scale 1:2	Drawing name MACHINE IMPROVEMENT		Drawing No.		

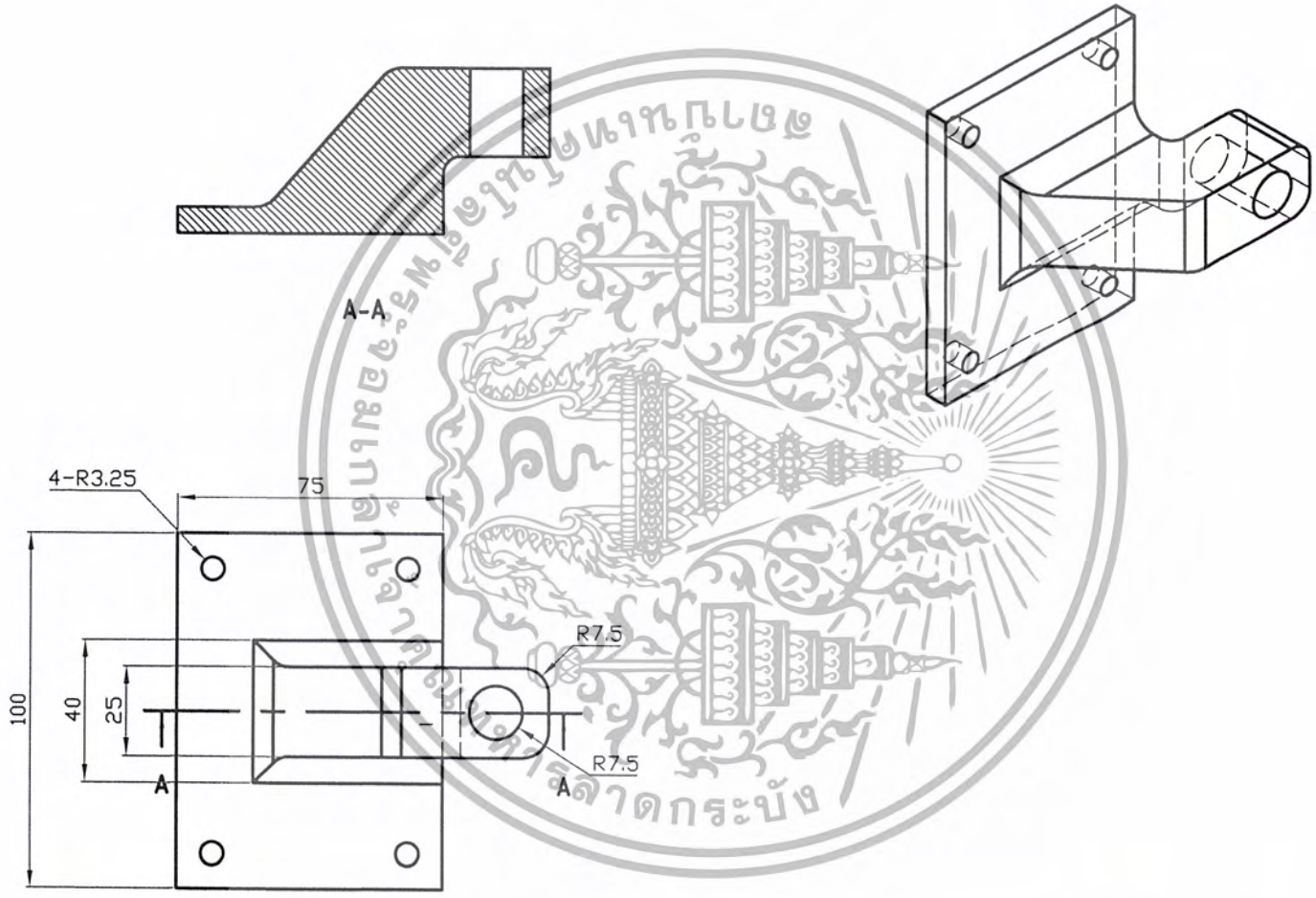
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



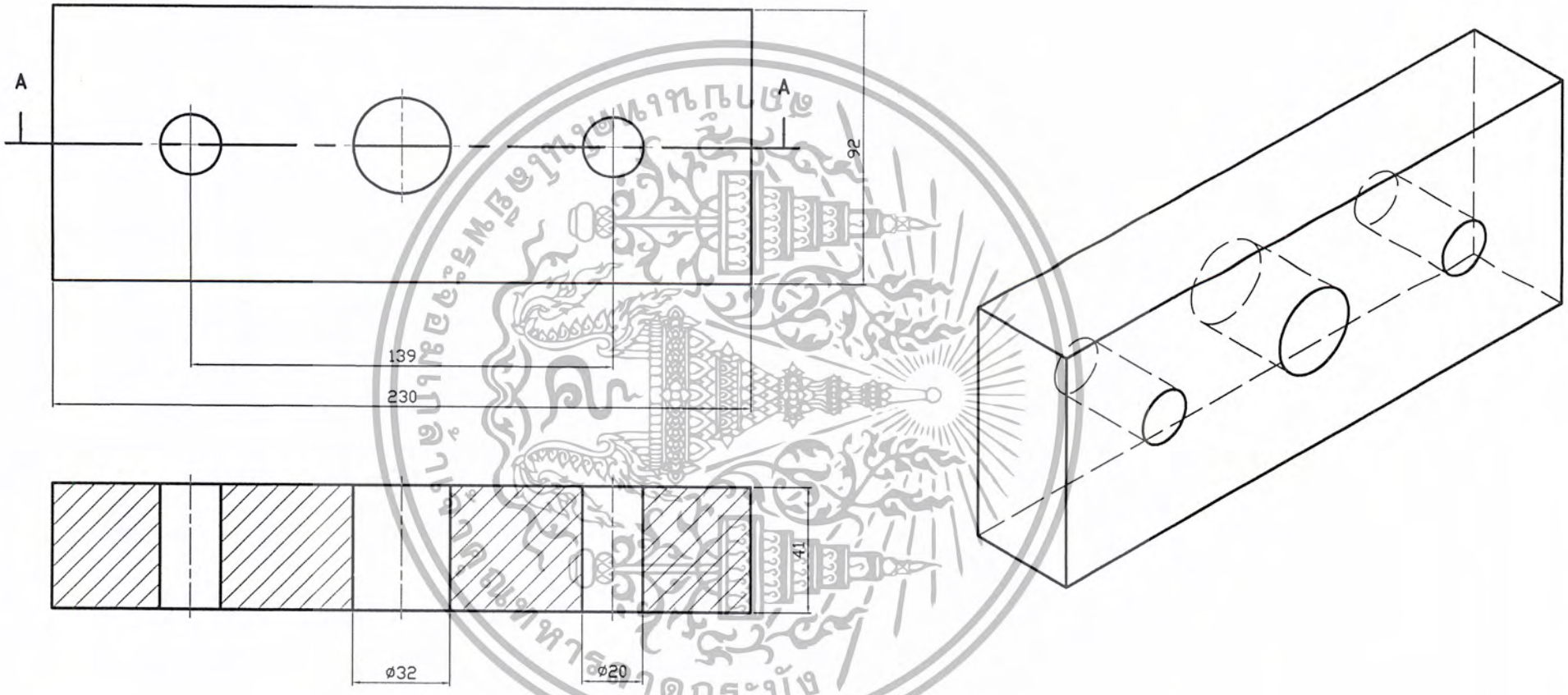


1	SLIDE	ϕ50x318	SKD 11		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
DESIGN BY					
Scale 1:2	Drawing name MACHINE IMPROVEMENT		Drawing No. MOLD 27		

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

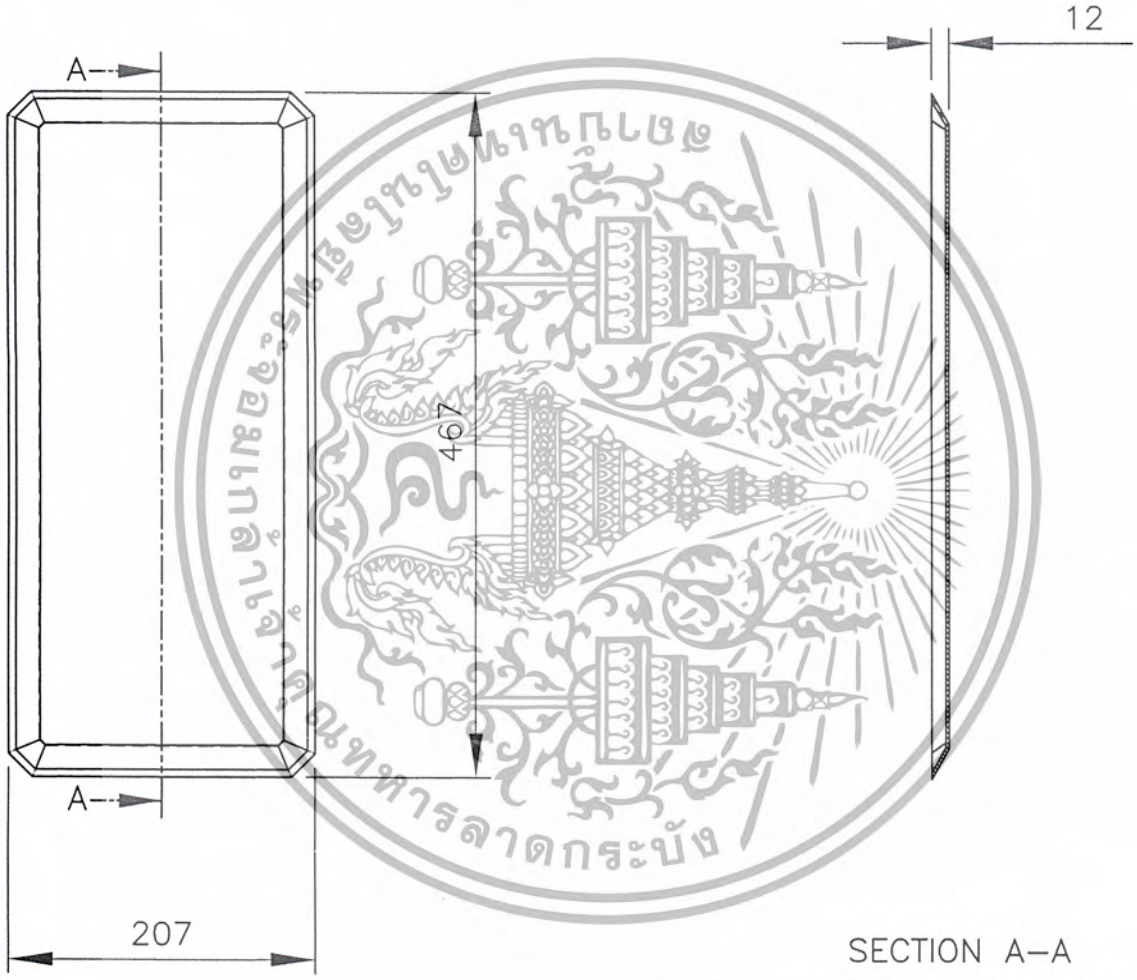


37	ฐานชุดตั้งระยะ SLIDE	75x100	SKD 11		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
DESIGN BY					
Scale 1:2	Drawing name MACHINE IMPROVEMENT		Drawing No. MOLD 27		



SECTION A-A

1	SLIDE	108x100x220	SKD 11		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty
DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG		
DESIGN BY					
Scale 1:2	Drawing name MACHINE IMPROVEMENT		Drawing No.		



SECTION A–A

1	ถาดรองน้ำมัน	467x 207	ST37		1
No.	Description	Dimension	Material	Standard	Q'ty

DRAW BY			KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABUNG
DESIGN BY			
Scale 1:3	Drawing name MACHINE IMPROVEMENT		Drawing No.