



ปีการศึกษา 2532

เครื่องอัดซีเลอย

โดย

นาย วริษฐ์ เลิศชัยนัต

นาย ไสว วัลสัยการ

นาย สุรศักดิ์ แซ่ฉั่ว

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. มงคล มงคลวงศ์โรจน์

อ. ประสิทธิ์ คำพันธ์

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2532

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง เครื่องอัดซีล่อย

ผู้จัดทำ

1. นาย วริษฐ์ เลิศชยันตี
2. นาย ไสว รัสสัยการ
3. นาย สุรศักดิ์ แซ่ฉั่ว



อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.มงคล มงคลวงศ์โรจน์)



อาจารย์ที่ปรึกษา
(อ.ประสิทธิ์ คำพันธ์)

เครื่องอัดขี้เลื่อย

นาย วริษฐ์ เลิศชัยนดี

นาย ไสว รัสส์สการ

นาย สุรศักดิ์ แซ่ฉั่ว

ดร.มงคล มงคลวงศ์โรจน์

อ.ประสิทธิ์ คำพันธ์

(อาจารย์ที่ปรึกษา)

ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

เพื่อศึกษาออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดขี้เลื่อย โดยมีความสามารถอัดขี้เลื่อยให้เป็นแท่งเชื้อเพลิงแข็งรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 25 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15 มิลลิเมตร ในอัตราประมาณ 5 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 5 แรงม้า ความเร็ว 1450 รอบต่อนาที ทดสอบด้วยชุดเฟืองทดซึ่งต่อโดยตรงกับสกรู สกรูจะหมุนด้วยความเร็ว 145 รอบต่อนาที เมื่อสกรูหมุนขี้เลื่อยจะถูกอัดกับผนังกระบอก ในขณะที่ขี้เลื่อยถูกอัดเป็นแท่งผ่านกระบอกอัดแท่งขี้เลื่อยจะได้รับความร้อนจากขดลวดความร้อนที่พันอยู่โดยรอบและติดตั้งเรียงกันอยู่ตรงปลายกระบอกอัดความร้อนจะช่วยประสานขี้เลื่อยให้เกาะตัวเป็นแท่ง

Compact Briquetting Machine

Mr. Warit Lurshayuntee

Mr. Sawai Rusaikhane

Mr. Surasak Saechao

Dr. Mongkol Mongkolwongroj

Mr. Prasit Kumpunyim

(Adviser)

Academic Year 1990

Abstract

To research, design and develop the compact briquetting machine. This machine has ability to compress the agricultural waste from solid cylinder fuel. The outside and the inside diameter are 25 mm. and 15 mm. The outside velocity of the sawdust bar is about 5 mm/s. This machine uses the three phase induction motor 5 HP. By the reducing worm gear directly connect with the extruder screw the velocity is reduced from 1450 to 145 rpm.

When the screw rotate at the velocity about 145 rpm the sawdust will be compressed with the compress cylinder wall. The sawdust bar will be heated by two heater coils which-around The heat will help saw dust to form cylinder shape.

สารบัญ

บทที่ 1.	บทนำ	1
บทที่ 2.	หลักการพื้นฐาน	3
บทที่ 3.	หลักการคำนวณและการสร้าง	5
บทที่ 4.	การทดลองและผลการทดลอง	18
บทที่ 5.	บทวิจารณ์และสรุป	19
ภาคผนวก		21
หนังสืออ้างอิง		29
กิตติกรรมประกาศ		30



บทที่ 1

บทนำ

ปัญหาพลังงานซึ่งเป็นปัญหาที่วิกฤติกว่าต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ
นี้อาจแบ่งได้เป็นสองปัญหา

1. ปัญหาการขาดแคลนเชื้อเพลิงไม้ในรูปของฟืนและถ่านในชนบท
 ปัจจุบันการขาดแคลนฟืนและถ่านในชนบทซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักสำหรับการดำรง
 ชีวิตประจำวันของชาวชนบทกำลังเป็นปัญหาสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้เพราะการ
 ขยายตัวของอุตสาหกรรมและการขาดแคลนไม้ เนื่องจากป่าไม้ถูกทำลายโดยมิ
 ได้มีการปลูกทดแทนให้เพียงพอ ในขณะที่เดียวกันการขึ้นราคาน้ำมันได้ทำให้รา-
 คาไม้ฟืนและถ่านสูงขึ้นตามไปด้วย

2. ปัญหาราคาน้ำมัน การที่ราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วง
 ระยะเวลาที่ผ่านมา ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก
 ทั้งนี้เพราะระบบเศรษฐกิจของประเทศในปัจจุบัน ผูกพันกับน้ำมันอย่างแนบแน่น
 กล่าวคือประมาณ 56.5% ของพลังงานที่ใช้ในเชิงเศรษฐกิจของประเทศได้มา
 จากน้ำมัน ถึงแม้ว่าในปี 2526 ประเทศไทยสามารถนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ได้
 ก็ตาม แต่ก็จะต้องทดแทนน้ำมันในการผลิตกระแสไฟฟ้าและในอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้
 ประมาณ 30% ซึ่งจะเป็นการบรรเทาปัญหาไปได้ชั่วระยะเวลาหนึ่งเท่านั้นเพราะ
 ปริมาณการใช้พลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี

สถานการณ์ดังกล่าวเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อเสถียรภาพทางเศรษฐกิจ
 ของประเทศจึงจำเป็นที่ประเทศไทยจะต้องเร่งแก้ปัญหาพลังงานโดยใช้มาตร-
 การทั้งทางด้านอุปทานและอุปสงค์ เช่นลดการใช้ น้ำมันลงในขณะที่เดียวกันจะต้อง
 กระจายฐานแหล่งพลังงานให้กว้างขึ้น โดยเร่งพัฒนาทรัพยากรด้านอื่นเพื่อลด
 การใช้ น้ำมันลงและ เพื่อให้ประเทศสามารถพึ่งตนเองในด้านพลังงานให้มากที่สุด

ทรัพยากรพลังงานที่มีอยู่ในประเทศที่สำคัญและมีปริมาณมากได้แก่วัสดุ
 เหลือใช้และของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตร เช่น ชีวแก๊ส

แกลบ ชวมะพร้าว เป็นต้น ซึ่งควรจะหาทางนำมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน
 ให้มากที่สุด ถึงแม้ว่าวัสดุเหลือใช้บางอย่าง เช่นกากอ้อยและแกลบ จะถูกนำ

ไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมและเป็นเชื้อเพลิงบ้างแล้วก็ตาม แต่ในบางท้องที่ วัสดุเหลือใช้เหล่านี้ก็ยังมีอยู่เป็นจำนวนมากจนเป็นปัญหาในการกำจัด ดังนั้นการ นำวัสดุเหล่านี้มาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงานจึงเป็นสิ่งที่สมควรทำ และน่าจะ เป็นไปได้มากในทางปฏิบัติ

อย่างไรก็ตามการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้น มีข้อจำกัดหลายประการคือ:

1. วัสดุเหลือใช้เหล่านี้มีความหนาแน่นต่ำจึงต้องใช้เนื้อที่มากในการ ในการเก็บและเสียด้านสูงมาก ทำให้การใช้จำกัดอยู่เฉพาะบริเวณใกล้เคียง กับแหล่งผลิต การใช้ในบริเวณห่างไกลออกไปจากแหล่งผลิตจะให้ผลไม่คุ้มค่า

2. การเผาไหม้เป็นไปอย่างรวดเร็วเพราะมีความหนาแน่นต่ำและมี ค่าความร้อนต่อหน่วยปริมาตรต่ำเมื่อเทียบกับไม้ ทำให้ต้องใช้ในปริมาณที่มากกว่าไม้ จึงเสียด้านสูงและใช้แรงงานมากกว่าไม้

ดังนั้นการที่จะนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจึงต้อง แก้ไขข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น วิธีแก้วิธีหนึ่งก็คือ การนำมาอัดเป็นก้อนหรือแท่ง (densification) ในรูปของฟืนเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนไม้

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน

เมื่อนำซีลีอสมอัดภายใต้แรงดันสูงและใช้ความร้อนเข้าช่วย จะทำให้เซลลูโลส และยางที่มีอยู่ในซีลีอสละลายทำหน้าที่เป็นตัวประสานซีลีอสเข้าด้วยกันจนสามารถเกาะกันเป็นแท่งหรือก้อนได้ ซีลีอสที่ใช้จะบรรจุอยู่ในถังป้อนที่มีตอนล่างเปิดสู่กระบอกอัดภายในกระบอกอัดมีสกรูชนิดเกลียวตัวหนอนซึ่งหมุนด้วยความเร็วประมาณ 145 rpm สกรูถูกขับเคลื่อน โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 สาย ขนาด 5 HP. ความเร็ว 1450 rpm ทดรอบด้วยชุดเฟืองทดซึ่งต่อโดยตรงกับสกรู เมื่อสกรูหมุนซีลีอสก็จะไหลเข้าไปในกระบอกอัด และจะถูกสกรูอัดติดกับผนังกระบอกด้วยแรงดันประมาณ 600 kg/cm^2 ในขณะที่ซีลีอสถูกอัดเป็นแท่งเคลื่อนผ่านกระบอกอัดที่อยู่ส่วนปลายแท่งซีลีอสจะได้รับความร้อนจากแผ่นทำความร้อนขนาด 1000 watt

แท่งพินที่อัดได้มีลักษณะรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.5 cm มีสันนูนตามแนวยาว 4 สัน มีรูกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5cm สภาวะที่เหมาะสมในการผลิต

ในการผลิตพินจากซีลีอสด้วยเครื่องอัดที่กล่าวแล้ว ในทางทฤษฎีคุณภาพของพินจากซีลีอสที่ได้จะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

1. ความชื้น ถ้าซีลีอสมีความชื้นมากเกินไปความชื้นจะกลายเป็นไอน้ำขยายตัว ทำให้แท่งซีลีอสระเบิดและแตก่วน ในทางกลับกันถ้าซีลีอสมีความชื้นน้อยเกินไปก็จะทำให้ซีลีอสเกาะตัวเป็นแท่งได้ยาก

2. อุณหภูมิ ถ้าใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไป อาจทำให้ผิวหน้าของแท่งพินไหม้เกรียมซีลีอสจะไม่ประสานเกาะกันเป็นเนื้อแน่นเท่าที่ควร ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำจะทำให้แท่งพินที่ได้ไม่แข็งเท่าที่ควร มีบางส่วนร่วน ดังนั้นอุณหภูมิจึงมีส่วนสำคัญในการอัดแท่ง ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่

3. ความดัน ซีลีอสในกระบอกอัดจะถูกสกรูหมุนดันติดกับผนังกระบอกอัด นอกจากนั้นความร้อนที่ได้จากชุดลดความร้อนและแรงเสียดทานระหว่างกระบอกอัดกับแท่งพิน จะช่วยให้การอัดตัวแน่นขึ้น

และระยะห่างระหว่างกระบอกอัดกับสกรู ตลอดจนความเร็วของสกรูอีกด้วย



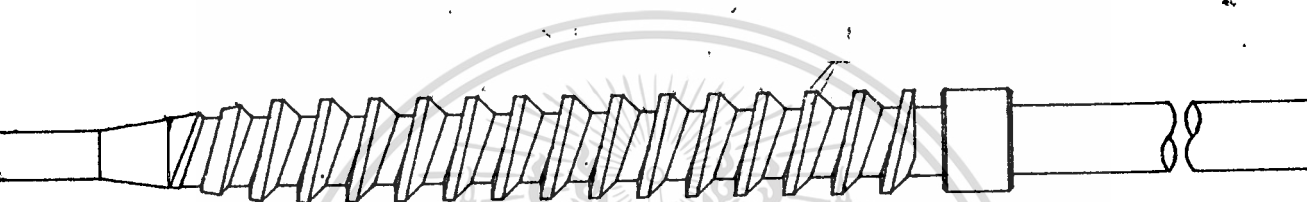
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการคำนวณและการสร้าง

การออกแบบและการคำนวณ

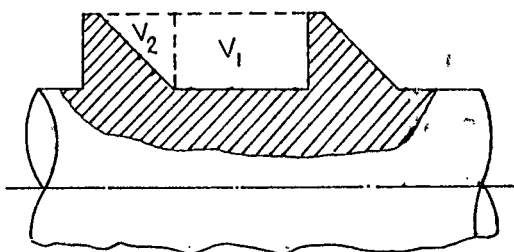
การออกแบบสกรูอัด มีลักษณะเหมือนสกรูสามเหลี่ยมและเกลียววนซ้ายมีระยะพิตซ์เท่ากันตลอดแต่จะให้พื้นของสกรูอัดข้างปลายมีลักษณะเรียวและที่ปลายสุดจะกลายเป็นเพลามีลักษณะดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 1 ลักษณะของสกรูอัด

การคำนวณหาขนาดของสกรูอัด

ใช้หลักการคิดว่ามวลทางเข้าเท่ากับมวลทางออก เราทราบความหนาแน่นของซีเมนต์ทางเข้าและทางออก ให้โปรแกรมสำเร็จรูป TK! SOLVER ช่วยในการคำนวณ การคำนวณพิจารณาจากช่องว่างรอบแกนของสกรูในระยะเพียงช่วงเดียว และการหาปริมาตรจะประมาณว่าหน้าตัดเป็นวงกลมเพื่อความสะดวกในการคำนวณ ซึ่งมีลักษณะดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 2 การหาปริมาตรของสกรู

การคำนวณจะใส่ค่าที่ทราบไว้ในช่อง Input และค่าที่คำนวณได้จะอยู่ในช่อง Output สมการที่ใช้มีดังต่อไปนี้

$$\alpha = \tan^{-1} \left[\frac{2 \times L}{\pi \times (D_o + D_i)} \right]$$

$$V_1 = \left[\frac{(L-h-e) \times \pi \times (D_o^2 - D_i^2)}{4} \right]$$

$$V_2 = \left[\frac{h \times 2 \times \tan(45) \times \pi \times (D_o^2 - D_i^2)}{8} \right]$$

$$V_o = V_1 + V_2$$

$$V = V_o \times N_o$$

$$h = \left[\frac{D_o - D_i}{2} \right]$$

$$m = \left[\frac{(\text{Den}-o \times 10^{-9}) \times v \times \pi \times (D_o-o^2 - D_i-o^2)}{4} \right]$$

$$V = \left[\frac{m}{\text{Den}-i \times 10^{-9}} \right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุที่เผยแพร่เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณที่ได้

Input	Name	Output	Unit	Comment
	alpha	10.11	degree	Lead angle
30	Do		mm	เส้นผ่านศูนย์กลางนอกของสกรู
20	Di		mm	เส้นผ่านศูนย์กลางในของสกรู
14	L		mm	ระยะพิตช์
	N _s	150	rpm	ความเร็วของสกรู
	h	5	mm	ความสูงของฟันเกลียว
2	e		mm	ความหนาของยอดฟัน
	V _s	3730.6	mm ³	ปริมาตรของซีเลียมรวม/รอบ
	V _e	981.75	mm ³	ปริมาตรของซีเลียม/รอบ
	V _i	2748.9	mm ³	ปริมาตรของซีเลียม/รอบ
	V	9326.6	mm ³ /s	อัตราการไหลของซีเลียมทางเข้า
	m	.00189	kg/s	อัตราการไหลของมวลซีเลียม
200	Den-i		kg/m ³	ความหนาแน่นของซีเลียมทางเข้า
1200	Den-o		kg/m ³	ความหนาแน่นของซีเลียมทางออก
5	v		mm/s	ความเร็วของซีเลียมทางออก
25	DoJo		mm	เส้นผ่านศูนย์กลางนอกของแท่งซีเลียม
15	DiJo		mm	เส้นผ่านศูนย์กลางในของแท่งซีเลียม

ค่าคำนวณหาโมเมนต์ของสกรูอัดและกำลังของมอเตอร์

บริเวณปลายสกรูซีเลียมจะถูกอัดตัว ให้เป็นรูปทรงกระบอกด้วยความดัน

ประมาณ 600 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แรงที่กระทำตามแนวแกน (F_y)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ของสกรูมีค่าเท่ากับ พื้นที่หน้าตัดของแท่งซีเลียม x ความดัน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องขออนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F_a = \left[\frac{\pi \times (D_o - o^2 - D_i - o^2) \times P}{4} \right]$$

$$F_a = \left[\frac{\pi \times (25^2 - 15^2) \times 60}{4} \right]$$

$$= 18849.5559 \text{ N}$$

การคำนวณหาโมเมนต์บิดของสกรูอัด

$$Tr = \left[\frac{F_a \times D_m}{2 \times 1000} \right] \times \left[\frac{F_s + \tan(\alpha)}{1 - F_s \times \tan(\alpha)} \right]$$

Tr = โมเมนต์บิดของสกรู N.m

Fs = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสกรูและขั้วเลือก

$$= 0.6$$

alpha = Lead angle

$$= 10.11 \text{ degree}$$

Dm = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสกรู mm

$$D_m = \left[\frac{D_o + D_i}{2} \right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยัง 25 mm แปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$Tr = \left[\frac{18849.56 \times 25}{2 \times 10000} \right] \times \left[\frac{0.6 + \tan(10.11)}{1 - 0.6 \times \tan(10.11)} \right]$$

$$Tr = 205353.8949 \text{ N.mm}$$

$$Tr = 205.354 \text{ N.m}$$

การคำนวณทอร์กกำลังของมอเตอร์

101

$$Wp = Tr \times 2 \times \pi \times N$$

$$Wp = \text{กำลังของมอเตอร์ (วัตต์)}$$

$$Tr = \text{โมเมนต์บิดของสกรู (N.m)}$$

$$= 205.354 \text{ N.m}$$

$$N = \text{ความเร็วของสกรู (rpm)}$$

$$= 150 \text{ rpm}$$

$$Wp = 205.354 \times 2 \times \pi \times 150/60$$

$$= 3225.69 \text{ W}$$

$$= 4.32 \text{ แรงม้า}$$

เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า

การคำนวณหาความเค้นต่างๆที่สกรูยึด

ใช้เหล็ก 42CrMo4 สามารถรับแรงได้ จากตารางที่ 2 ของภาคผนวก

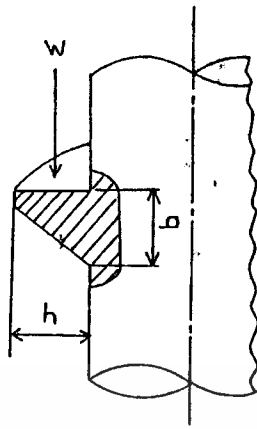
ได้ข้อมูลคือ Yield Strength (S_y) = 765 N/mm²

กำหนดให้ $T_y = 0.6S_y = 459 \text{ N/mm}^2$

พิจารณาความเค้นเฉือนที่พื้นเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไป 026892 ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 พื้นของสกรูอัดที่รับแรง

$$T_d = \left[\frac{3 \times F_u}{2 \times A} \right]$$

$$T_d = \text{ความเค้นเฉือนที่พื้นเกลียว} \quad \text{N/mm}^2$$

$$F_u = \text{แรงที่กระทำตามแนวแกน} \quad \text{N}$$

$$= 18849.5559 \quad \text{N}$$

$$A = \text{พื้นที่รับแรงเฉือน} \quad \text{mm}^2$$

$$= \pi \times D_i \times b \times n$$

$$b = \text{ความหนาโคนพื้นเกลียว} \quad \text{mm}$$

$$= 7 \quad \text{mm}$$

$$D_i = \text{เส้นผ่านศูนย์กลางในของสกรู} \quad \text{mm}$$

$$= 20 \quad \text{mm}$$

$$n = \text{จำนวนของพื้นเกลียว}$$

$$= 1 \quad (\text{คิดแบบปลอดภัย})$$

$$T_d = \left[\frac{3 \times F_u}{2 \times \pi \times D_i \times b \times n} \right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเผยแพร่ หรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T_d = \left[\frac{3 \times 18849.5559}{2 \times \pi \times 20 \times 7 \times 1} \right]$$

$$= 64.28 \text{ N/mm}^2$$

แฟกเตอร์ของความปลอดภัย (N) = $\frac{T_v}{T_d}$

$$= \frac{459}{64.28}$$

$$= 7.14$$

พิจารณาความเค้นจากการอัดที่พื้นเกลียว

สมการที่ใช้คือ

$$S_c = \left[\frac{4 \times F_u}{\pi \times (D_o^2 - D_i^2) \times n} \right]$$

$$S_c = \text{ความเค้นอัด } \text{N/mm}^2$$

$$F_u = \text{แรงที่กระทำตามแนวแกน } \text{N}$$

$$= 18849.5559 \text{ N}$$

$$D_i = \text{เส้นผ่านศูนย์กลางในของสกรู } \text{mm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตีแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 D_o &= \text{เส้นผ่านศูนย์กลางนอกของสกรู} \quad \text{mm} \\
 &= 30 \text{ mm} \\
 n &= \text{จำนวนของฟันเกลียว} \\
 &= 1 \text{ (คิดแบบปลอดภัย)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_u &= \frac{4 \times 18849,5559}{\pi \times (30^2 - 20^2) \times 1} \\
 &= 48 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

แฟกเตอร์ของความปลอดภัย (N)

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{S_u}{S_y} \\
 &= \frac{765}{48} \\
 &= 15
 \end{aligned}$$

พิจารณาความเค้นผสม

สกรูที่ใช้งานจะเกิดทั้งความเค้นอัดและความเค้นเฉือน ใช้ทฤษฎีความเค้นสูงสุดซึ่งมีสมการดังนี้

$$T_u = ((S/2)^2 + T^2)^{1/2}$$

$$T_u = \text{ความเค้นเฉือนที่ใช้งาน} \quad \text{N/mm}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ข้อมูล และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$T =$ ความเค้นเฉือน N/mm^2
 $F_u =$ แรงที่กระทำตามแนวแกน N
 $= 18849.5559 N$
 $D_i =$ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของสกรู mm
 $= 20 mm$
 $T_r =$ โมเมนต์บิดของสกรู $N.m$
 $= 205.354 N.m$

$$S = \left[\frac{4 \times F_u}{\pi \times D_i^2} \right]$$

$$S = \frac{18849.5559 \times 4}{\pi \times 20^2}$$

$$= 60 N/mm^2$$

$$T = \left[\frac{16 \times T_r}{\pi \times D_i^3} \right]$$

$$= \frac{16 \times 205.354 \times 10^3}{\pi \times 20^3}$$

$$T = 130.732 N/mm^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ หากมีเหตุขัดแย้งกัน ให้ยึดข้อนี้ไว้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T_d = 134.13 \text{ N/mm}^2$$

แฟกเตอร์ของความปลอดภัย (N) = $\frac{T_v}{T_d}$

459

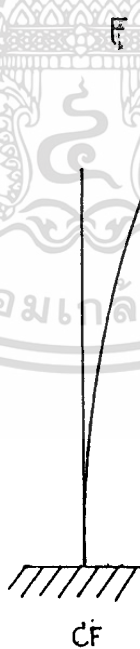
134.13

$$N = 3.4$$

พิจารณาความเค้นวิกฤติ (critical or buckling stress)

ให้ปลายเป็นแบบ ยึดแน่น-อิสระ (CF : clamped-free) $L_c = 2L$

มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 4 ลักษณะของปลายแบบ ยึดแน่น-อิสระ

สูตรที่ใช้จะจำแนกออกตามอัตราส่วนความเพรียว (slenderness

ratio) L_c/k ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่าจะใช้สมการของทั้ง Johnson เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F_c = \left[\frac{\pi \times D_i^2 \times S_y}{4 \times N} \right] \times \left[1 - \frac{S_y \times (L_e/k)^2}{4 \times \pi^2 \times E} \right]$$

L = ความยาวของสกรู mm .

$$= 235 \text{ mm}$$

L_e = ความยาวสมมูล (equivalent length) = 2 x L

$$= 470 \text{ mm}$$

k = รัศมีจายเรชั่น (radius gyration) = $D_i/4$

$$= 5 \text{ mm}$$

D_i = เส้นผ่านศูนย์กลางในของสกรู mm

$$= 20 \text{ mm}$$

S_y = Yield Strength N/mm^2

$$= 765 \text{ N/mm}^2$$

N = แฟกเตอร์ของความปลอดภัย

E = Young Modulus N/mm^2

$$= 206000 \text{ N/mm}^2$$

$$18849.56 = \frac{\pi \times 20^2 \times 765}{4 \times N} \times \left[1 - \frac{765 \times (470/5)^2}{4 \times \pi^2 \times 206000} \right]$$

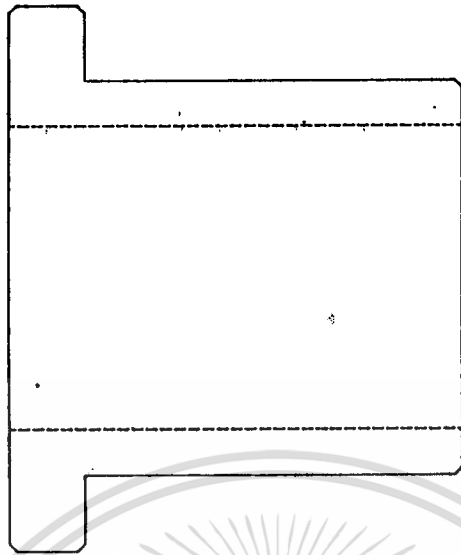
$$N = 2.15$$

พิจารณา BUSH

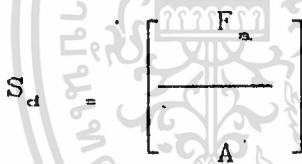
จากรูปเป็น bush วัสดุ GK-Cu Al 9Ni จากตาราง ที่ 3 ของภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 bush
 สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ



$$S_c = \text{ความเค้นอัด } N/mm^2$$

$$F_u = \text{แรงที่กระทำตามแนวแกน } N$$

$$= 18849.5559 \text{ N}$$

$$A = \text{พื้นที่รับแรงอัด } mm^2$$

$$= \pi \times (30^2 - 26^2) / 4$$

$$S_d = \frac{4 \times 18849.5559}{\pi \times (30^2 - 26^2)}$$

$$= 107.1428 \text{ N/mm}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{แฟกเตอร์ของความปลอดภัย (N)} = \frac{S_v}{S_e}$$

$$= \frac{600}{107.14}$$

$$= 5.6$$

การสร้าง

แบบการสร้างอยู่ที่ภาคผนวก

อุปกรณ์ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้มีรายการดังต่อไปนี้

1. coupling แบบยาง ขนาด 3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว
2. สลักเกลียวและนัต M12 ยาว 80 mm จำนวน 6 ตัว
3. สลักเกลียวและนัต M12 ยาว 60 mm จำนวน 6 ตัว
4. สลักเกลียวและนัต M12 ยาว 30 mm จำนวน 8 ตัว
5. เหล็กฉากขนาด 1.5 นิ้ว ยาว 6 เมตร จำนวน 3 ท่อน
6. มอเตอร์ 3 เฟส ขนาด 5 แรงม้า
7. ชุดเฟืองทด 1:10 ขนาด 5 แรงม้า
8. หัวอัดจารบี M6 จำนวน 2 ตัว
9. ขดลวดความร้อน ขนาด 1000 วัตต์
10. Starter motor
11. สายไฟฟ้าใช้กับไฟ 3 เฟส ยาว 5 เมตร

บทที่ 4

การทดลองและผลกวรทดลอง

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาพัฒนาเครื่องอัดซีลเอช
2. เพื่อออกแบบสกรูให้เหมาะสมกับขนาดของเครื่องที่ได้ออกแบบไว้ซึ่ง

เป็นขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 25 mm. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15 mm. เราจะศึกษาออกแบบระยะพิตช์ของสกรู ความสูงของปีกสกรู ความหนาของปีกสกรู ระยะ clearance (หมายถึงค่าความห่างของปลายปีกสกรูกับผนังกระบอกอัด) ควรมีค่าเท่าใด ลักษณะของสกรูส่วนปลาย เพื่อจะทำให้เกิดการอัดที่สม่ำเสมอควรถือเป็นอย่างไรโดยเฉพา 3 เกลีสวสุดท้าย ลักษณะผิวของผนังที่จะทำการอัดควรถือเป็นอย่างไรลักษณะผิวของสกรูอัดควรถือเป็นอย่างไร

ผลการทดลอง

เมื่อกดลงใส่ซีลเอชในตอนแรกเครื่องจะสามารถอัดซีลเอชไปข้างหน้าได้แต่ขณะทำการอัดต่อไปเมื่อซีลเอชไหลออกไปสู่ปลายกระบอกอัดไม่สะดวกเพราะความเร็วของขึ้นประกบและซีลเอชก็ยังถูกอัดเข้าไปเรื่อยๆเมื่อพิจารณาพร้อมกับระยะพิตช์ของสกรูซึ่งมีค่าน้อย ซีลเอชจะถูกอัดจนติดเป็นก้อนแข็งเมื่อทำการอัดต่อไปซีลเอชก็ยังถูกอัดเข้าไปเรื่อยๆแต่ไหลออกไปข้างนอกไม่ได้เพราะซีลเอชส่วนหน้าถูกอัดจนติดเป็นก้อนแข็งแรงดันภายในกระบอกอัดจะมีค่าเพิ่มขึ้นแรงเสียดทานย่อมมากขึ้นตามจะเกิดความร้อนขึ้นสูงพร้อม ๆ กับอาการสั่นของเครื่องที่ตามมา

การแก้ไขปัญหาก็ได้กล่าวถึงต่อไปใน บทที่ 5 เรื่องบทวิจารณ์และสรุปต่อไป

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

บทนี้จะกล่าวถึงข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดที่ควรแก้ไขปรับปรุง ถ้าหากมีโอกาสได้สร้างเครื่องมือขึ้นใหม่อีก

ปัญหาที่พบขณะทำการทดลอง

ปัญหาประการแรกที่พบคือการออกแบบลักษณะ เร็วของตัวประกอบชิ้นแรก ไม่เหมาะสมเพราะจะทำให้ ชีลล์เอชไม่มีทางออกจะทำให้ไม่เกิดการอัดตัวไปข้างหน้าแต่จะไปอัดกับผนังที่ เร็วแทนซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนสูงและทำให้ยาง ชีลล์เอชประสานกันและจับตัวกันแน่นเป็นก้อนแข็ง ในที่สุดมอเตอร์จะหมุนไม่ไหว

ปัญหาความเร็วรอบในการอัดไม่เหมาะสมที่ในการออกแบบควรออกแบบให้ใช้ pulley ช่วยในการทดรอบความเร็ว เพื่อจะได้เลือกใช้ความเร็วที่เหมาะสมและช่วยให้เกิดการ slip ที่สายพานลดความเสียหายกับมอเตอร์

ปัญหาการออกแบบสกรูบริเวณส่วนปลาย ไม่ควรออกแบบให้พื้นบริเวณส่วนปลายมีความเร็ว เพราะจะทำให้ไม่มีกำลังพลในการอัดสำหรับส่งชีลล์เอชไปทางด้านหน้า

ปัญหาความผิดซึ่งมีค่ามากบริเวณชิ้นส่วนทางออกและระหว่างผนังกระบอกอัดและตัวสกรู ควรทำการชุบแข็งและฮาร์ดโครมตัวสกรูและกระบอกอัดชิ้นส่วนทางออกไม่ควรทำขนาดยาวเกินไปเพราะจะเพิ่มความผิด

การแก้ไขปัญหา

การแก้ไขกระทำโดยย่อออกแบบลักษณะช่องทางเดินชีลล์เอชให้มีลักษณะ เร็วเนื่องจากชิ้นงานที่ทำมีขนาดเล็กอยู่แล้ว เว้นแต่ชิ้นงานที่ทำจะมีขนาดใหญ่ (หมายถึงแท่งชีลล์เอชที่จะนำไปใช้งานมีขนาดใหญ่ เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ประมาณ 2-2.5 นิ้ว) ลักษณะช่องทางเดินชีลล์เอชย่อมมีความสัมพันธ์กับความสูง และลักษณะปีกของสกรู การออกแบบสกรูบริเวณส่วนปลายจะต้องทำให้พื้นสกรู มีความสูงใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสกรูและจะต้องมีความแข็ง แรงมากเนื่องจากพื้นสกรู 2-3 พื้นปลายจะต้องใช้เหล็กตันแท่งชีลล์เอชออกไปสู่

เอกสารทางออกและยังใช้เป็นพื้นสำหรับอัดเพื่อให้เกิดเป็นแท่งอีกด้วยไปใช้ระเหยพิษใน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงต้นของสกรูควรทำให้มีค่ามากกว่าบริเวณส่วนปลาย เพราะจะได้พลาสมาที่เลือก
 ไปได้ในปริมาณมากและความหนาของฟิล์มในช่วงต้นก็ไม่จำเป็นต้องมีค่ามาก
 และการที่ความหนามีค่ามากยังก่อให้เกิดผลเสียคือ เสียประสิทธิภาพในการนำ
 พลาสมาที่เลือกด้วย



๑๖

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของหน้าตัด

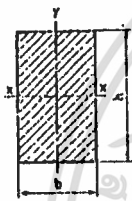
I_x = โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x-x

J = โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วรอบแกนศูนย์กลาง

Z = I/c = โมดูลัสหน้าตัดของรูปเหลี่ยมรอบแกน x-x

Z' = J/c = โมดูลัสหน้าตัดเชิงขั้ว

k = $(I/A)^{1/2}$ = รัศมีไจเรชั่น



$$I_x = \frac{bh^3}{12}$$

$$Z_x = \frac{bh^2}{6}$$

$$k_x = \frac{h}{\sqrt{12}}$$

$$Z' = \frac{7bh^2}{9} \text{ (สำหรับวงกลม)}$$



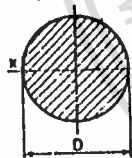
$$I_x = \frac{\pi}{64} (D_o^4 - D_i^4)$$

$$Z_x = \frac{\pi}{32} \left(\frac{D_o^4 - D_i^4}{D_o} \right)$$

$$k_x = \sqrt{\frac{D_o^2 + D_i^2}{16}}$$

$$J = \frac{\pi}{32} (D_o^4 - D_i^4)$$

$$Z'_x = \frac{\pi}{16} \left(\frac{D_o^4 - D_i^4}{D_o} \right)$$



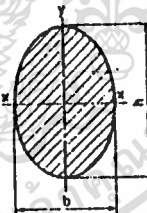
$$I_x = \frac{\pi D^4}{64}$$

$$Z_x = \frac{\pi D^3}{32}$$

$$k_x = \frac{D}{4}$$

$$J = \frac{\pi D^4}{32}$$

$$Z'_x = \frac{\pi D^3}{16}$$



$$I_x = \frac{bh^3}{64}$$

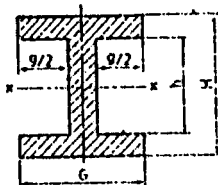
$$Z_x = \frac{\pi bh^2}{32}$$

$$k_x = \frac{h}{4}; k_y = \frac{b}{4}$$

$$J = \frac{\pi bh}{64} (h^2 + b^2)$$

$$Z'_x = \frac{\pi h^2 h}{16} \text{ (สำหรับวงกลม)}$$

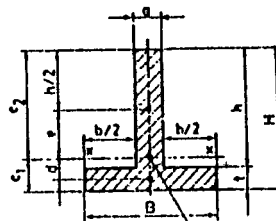
$$A = \pi bh/4$$



$$I_x = \frac{1}{12} (GH^3 - gh^3)$$

$$Z_x = \frac{GH^3 - gh^3}{6H}$$

$$k_x = \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{GH^3 - gh^3}{GH - gh} \right)}$$



จุดศูนย์กลางมวล

หรือ

$$c_1 = \frac{ah^2 + bc^2}{2(ah+bc)}, c_2 = H - c_1$$

$$I_x = \frac{Bh^3}{12} + (Bc)c^2 + \frac{ah^3}{12} + (ah)c^2$$

$$k_x = \frac{Bc + a(n-t)}{B}; k_y = \sqrt{I_y/A}$$

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของเหล็กชุบแข็ง

Heat treatment steel						DIN 17200 (12. 69)	
เหล็กชุบแข็ง							
C 35	1.0501	เหล็กอวามชุบแข็ง โคแบบไม่ผสม	0,35	580... 720	365	12	โครงสร้างที่มีความแข็งแรง น้อย และมีพื้นที่หน้าตัดใน การปรับปรุงคุณภาพ เช่น เกรนและเพลาเหล็ก
C 45	1.0503		0,45	650... 800	410	16	
C 55	1.0533		0,55	730... 880	460	14	
C 60	1.0601		0,60	780... 930	490	13	
เหล็กคุณภาพพิเศษ 1)							
28Mn6	1.5063	เหล็กชุบแข็งผสม-Mn $\approx 1,45Mn$	0,28	680... 830	490	15	สำหรับชิ้นส่วนรถยนต์ที่รับ ภาระปกติ และเครื่องจักร ทั่วไป เช่น กานสูบ
38Cr2	1.7003	$\approx 0,7Cr$	0,38	680... 830	490	15	
44Cr2	1.7006	$\approx 0,7Cr$	0,46	720... 930	540	14	
34Cr4	1.7033	เหล็กชุบแข็งผสม-Cr $\approx 1,0Cr$	0,34	720... 930	540	14	
37Cr4	1.7034	$\approx 1,0Cr$	0,37	830... 980	630	13	
41Cr4	1.7035	$\approx 1,0Cr$	0,41	880... 1080	665	12	
25CrMo4	1.7218	เหล็กชุบแข็งผสม Cr และ Mo $\approx 1,0Cr, 0,25Mo$ $\approx 1,0Cr, 0,25Mo$ $\approx 1,0Cr, 0,4Mo$	0,25	720... 930	590	14	สำหรับชิ้นส่วนที่มีความแข็ง แรงสูง และมี พท. ชุบ แข็งใหญ่ เช่น เพลาข้อ เทรียม
34CrMo4	1.7220		0,34	880... 1080	665	12	
42CrMo4	1.7225		0,42	980... 1170	765	11	
32CrMo12	1.7361		0,32	1220... 1420	1030	9	
36CrNiMo4	1.6511	เหล็กชุบแข็งผสม $\approx 0,2Cr, 0,22Mo, 1Ni$ $Cr-Ni-Mo \approx 1,6Cr, 0,22Mo, 1,6Ni$ $\approx 2Cr, 0,4Mo, 2Ni$	0,36	980... 1170	785	11	สำหรับชิ้นส่วนที่รับภาระ หนักและมี พท. ชุบแข็ง ใหญ่ (เครื่องบิน รถขนาด หนัก)
34CrNiMo6	1.6582		0,34	1080... 1270	885	10	
30CrNiMo8	1.6580		0,30	1220... 1420	1030	9	
50CrV4	1.8159	เหล็กชุบแข็งผสม Cr-Va $\approx 1Cr, 0,5V$	0,50	980... 1170	785	10	

สำหรับค่าความแข็งแรง $R_m, R_{0.2}, A_1$ ประกันสำหรับเหล็กที่มีขนาด $\phi 16$ ถึง 40 มม. สำหรับการชุบแข็ง
 + สำหรับเหล็กคุณภาพพิเศษที่มี MP และ S ก็กักจับเป็นเหล็กคุณภาพพิเศษ เช่น เป็นในกรณีนี้จะใช้ค่าของ k เติมเข้าไปเช่น Ck55
 เหล็กเหนียวและเหล็กพิเศษที่มีเครื่องหมาย ++ จะให้มีความแข็งแรงสำหรับงานปกติ และประกันค่าความแข็งแรง จะเติม
 ภาวอักษร ๓ หรือ ๘ เข้ากับชื่อของตัวรับด้วยอย่าง Cm 55 หรือ 34 Cr 54
 ตารางให้ความร้อนเหล็กชุบแข็ง อนุทมา 1D

1) เหล็กคุณภาพพิเศษแตกต่างกับ เหล็กคุณภาพดี คือ มีกำมะถันและฟอสฟอรัสต่ำ และการชุบแข็งที่โคผสมน้ำเสมอ,
และแบบอื่น

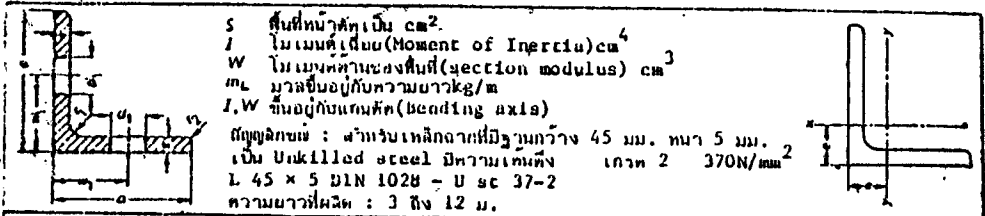
ตารางที่ 3 ปลอกสำหรับแปรงทำจากทองแดงผสม (DIN 1850)

แบบ G								แบบ U								
คำนวณโดยทศนิยม โดยตาม DIN 7168								ขนาดและรายละเอียด ที่จากเทปแบบ G								
d1 E6	d2 s6			b1 h13			r	d1 E6	d2 s6	d3 d11	b1 h13 c b1 c			b2	r	v
10	12	14	14	6	10	—	0,3	10	14	20	10	—	3	0,3	1	
14	16	18	20	10	15	20	0,3	14	20	25	13	20	3	0,3	1	
20	23	24	26	15	20	30	0,5	20	26	32	20	30	3	0,5	1,3	
25	28	30	32	20	30	40	0,5	25	32	38	30	40	4	0,5	1,3	
32	36	38	40	20	30	40	0,8	32	40	46	30	40	4	0,8	2	
40	44	48	50	30	40	60	0,8	40	60	58	40	60	5	0,8	2	
50	55	58	60	40	50	60	0,8	50	60	68	50	60	5	0,8	2	
60	69	70	75	40	60	80	0,8	60	75	83	60	80	7,5	0,8	2	
80	85	90	95	60	80	100	1	80	95	103	80	100	7,5	1	3	
90	100	105	110	60	80	120	1	90	110	120	80	120	10	1	3	
100	110	115	120	80	100	120	1	100	120	130	100	120	10	1	3	

ปลอกแปรงสำหรับแปรงคาร์บอน E ตาม 45° จะมีการละเอียดยกเว้นเป็นพิเศษ และมุม 15° โทกที่หน้าผิว Y เอาไว้ ขอบเรียบ
ปากควมมอก
การกำหนดขนาดของแปรงปลอกแบบ G มีเส้นผ่าศูนย์กลางใน d1 = 20 มม. ปากปลอกมุม 15° และเส้นผ่าศูนย์กลาง
นอก d2 = 24 มม. ความหนา b1 ที่ใช้สำหรับความถี่ตามระบบ ISO s6 และกว้าง b1 = 20 มม. ทวิความวัสดุ
Cu Sn 8 ตาม DIN 1850 แบบปลอก G 20 x 24 x 20 Y DIN 1850 — CuSn 8

สัญลักษณ์	หมายเลขวัสดุ	ส่วนผสม in % =	ความเค้นดึง Rm (N/mm ²)
G-CuSn 10 Zn	2.1086.01	87Cu, 10Sn, 3Zn	260
G-CuSn 5 ZnPb	2.1096.01	85Cu, 5Sn, 5Zn, 5Pb	240
G-CuAl 9 Ni F 50	2.0970.01	86Cu, 9Al, 3Ni, 2Fe	500
GK-CuAl 9 Ni	2.0970.02	90Cu, 9Al, 1Ni	600
G-CuPb 15 Sn	2.1182.01	75Cu, 15Pb, 7Sn, 2Zn	180

ตารางที่ 4 เหล็กฉากฐานเท่ากัน (DIN 1028)



s คือความหนาเป็น cm²
 I โมเมนต์เฉื่อย (Moment of Inertia) cm⁴
 W โมเมนต์หน้าของพื้นที่ (section modulus) cm³
 m มวลขึ้นอยู่กับความยาว kg/m
 I, W ขึ้นอยู่กับแกนหัก (bending axis)
 หมายเหตุ : สำหรับเหล็กฉากที่มีฐานกว้าง 45 มม. หนา 5 มม.
 เป็น Unkilled steel มีค่าความเค้นดึง เท่า 2 370N/mm²
 L 45 x 5 DIN 1028 - U sc 37-2
 ความยาวที่ผลิต : 3 ถึง 12 ม.

ขนาด, ระยะและขนาดของรูยึดที่ยอมรับได้เป็น มม.		พื้นที่หน้าตัด		มวล		ระยะแกน		ค่าที่รับแทน		ขนาด, ระยะและขนาดของรูยึดที่ยอมรับได้เป็น มม.					ท. หน้าตัด		มวล		ระยะห่างจากแกน		ค่าที่รับแทน		
l	s	r ₁	r ₂	w ₁	d ₁	S	m _L	L	e	I	W	e	s	r ₁	r ₂	w ₁	d ₁	S	m _L	L	e	I	W
20	3			12	4,3	1,12	0,88	20 x 3	0,60	0,39	0,28	60	6					6,91	5,42	60 x 6	1,69	22,8	3,74
25	3.5	2		15	6,4	1,42	1,12	25 x 3	0,73	0,79	0,45	60	8	4			35	9,03	7,09	60 x 8	1,77	29,1	6,88
25	4					1,85	1,45	25 x 4	0,76	1,01	0,58	65	7	9	4,5		21	8,7	6,83	65 x 7	1,85	33,4	7,18
30	3			17	8,4	1,74	1,36	30 x 3	0,84	1,41	0,65	70	7				21	9,4	7,38	70 x 7	1,97	42,4	8,43
30	4					2,27	1,78	30 x 4	0,89	1,81	0,86	70	9	4,5			40	11,9	9,34	70 x 9	2,05	52,6	10,6
35	4	2.5				2,67	2,10	35 x 4	1,00	2,96	1,18	75	7				23	10,1	7,94	75 x 7	2,09	52,4	8,67
35	5			18	11	3,28	2,57	35 x 5	1,04	3,56	1,45	75	8	5			23	11,5	9,03	75 x 8	2,13	58,9	11,0
40	4					3,06	2,42	40 x 4	1,12	4,18	1,56	80	6				23	9,35	7,34	80 x 6	2,17	55,8	9,57
40	5	3		22	11	3,79	2,97	40 x 5	1,16	5,43	1,91	80	8	5	4,5		23	12,3	9,66	80 x 8	2,26	72,3	12,6
45	4					3,49	2,74	45 x 4	1,23	6,43	1,97	80	10				23	13,1	11,9	80 x 10	2,34	87,5	15,1
45	5	2.5		25	13	4,3	3,38	45 x 5	1,28	7,83	2,43	90	7				25	12,2	9,61	90 x 7	2,45	92,6	14,1
50	5					4,8	3,77	50 x 5	1,40	11,0	3,05	90	9	5,5			25	15,5	12,2	90 x 9	2,54	116	18,0
50	6	2.5		30	13	5,69	4,47	50 x 6	1,45	12,8	3,61	100	8				25	15,5	12,2	100 x 8	2,74	145	19,1
50	7					6,56	5,15	50 x 7	1,49	14,6	4,15	100	10	6	5,5		25	19,2	15,1	100 x 10	2,82	177	24,7
60	5	8		35	17	5,87	4,57	60 x 5	1,64	19,4	4,45	100	12				25	22,7	17,8	100 x 12	2,90	207	29,2

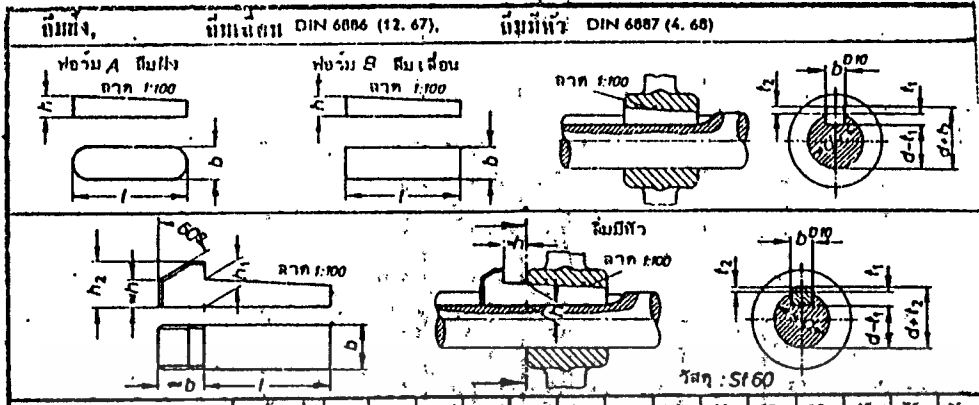
เหล็กฉากที่อยู่ในเครื่องหมายที่ ให้เลือกใช้แทน
 ที่ขนาดอื่นให้เลือกใช้กับเหล็กไปใช้ 110 x 10, 120 x 12, 150 x 15, 180 x 18 และ 200 x 20.



ตารางที่ 5 สลักเกลียว (DIN 267)

คุณสมบัติความแข็งแรงของสลักเกลียวจากเหล็กไม่ผสมหรือเหล็กผสม											DIN 267, T 4 (10. ๘7)																																																																																																																		
นำล้นขึ้นความแข็งแรง	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.7																																																																																																																	
ความแข็งแรงค่าสูง R_m [N/mm ²]	340	400	400	500	500	600	600	600	800	1000	1200	1400																																																																																																																	
ค่าตัวค่าสูง $R_{0.10}$ = 10x เท่าของค่าความแข็งแรงค่าสูง R_m	6	6	8	6	8	6	8	9	8	9	9	9																																																																																																																	
อัตราปัดค่าค่าสูง σ_b^2	25	25	14	20	18	16	8	12	12	9	8	7																																																																																																																	
สำหรับสลักเกลียวจากโลหะขึ้นที่ไมใช่เหล็กที่ตำแหน่งขึ้นความแข็งแรงจะเป็นการขึ้นออกบิตตัวต้นแบบ ตัวอย่าง: การเขียนกำหนดสลักเกลียว 6 เหลี่ยม จาก CuZn.ผสม (ทองเหลือง) ใช้อักษร "๓"; สลักเกลียว M 12 x 50 DIN 931 ๓ CuZn																																																																																																																													
ความน้อยสุดของสลักเกลียวในรู เกลียวที่ไม่เจาะทะลุ																																																																																																																													
											ความยาวเกลียวตลอดทั้งตัว																																																																																																																		
ทุกค่าความแข็งแรง											8.8	8.8	10.9	10.9																																																																																																															
ความละเอียดของเกลียว $\frac{d}{p}$											< 9	≥ 9	< 9	≥ 9																																																																																																															
วัสดุ	Al ผสมแข็งเช่น AlCuMg; 1 F 40											1,1 · d	1,4 · d	—																																																																																																															
	เหล็กอ่อนแบบความแข็งแรงเป็นแนวยาวเช่น GC-25											1,0 · d	1,25 · d	1,4 · d																																																																																																															
	เหล็กที่มีความแข็งแรงปานกลางเช่น St. 37 C 15 N											1,0 · d	1,25 · d	1,4 · d																																																																																																															
	เหล็กที่มีความแข็งแรงปานกลางเช่น St. 50 C 35 N											0,9 · d	1,0 · d	1,2 · d																																																																																																															
เหล็กแข็งแรงสูง $R_m > 300$ N/mm ²											0,8 · d	0,9 · d	1,0 · d																																																																																																																
นำพรมลึงเกลียวของสลักเกลียว และตัวจะ เติมน้อย DIN ในปริมาณหนึ่งที่ยก; คัดกรอง : ทัศนวิสัยภายใต้กล้อง DIN 931 - N 30 - 8 ๓.																																																																																																																													
สลักเกลียวหัวหกเหลี่ยม											DIN 931 (11. 70), 933 (12. 70), 960 (11. 70), 961 (11. 70)																																																																																																																		
<p>ช่วงสลักเกลียว x ตาม DIN 76 ทุกภาพเกรด: ๓ หัว M12 ๓๘ ควบคุมภาพความ แข็งแรง: 5.6, 6.8, 10.9 การกำหนดขนาด : สลักเกลียว DIN 931 มีขนาดเกลียว M12 ยาว l=80 ความแข็งแรง 8.8; สลักเกลียวหัวหก เหลี่ยม M12x80 DIN 931-8.8 ตาเป็นเกลียว เหนือมแต่ขนาดเกลียวยาวถึงหัว (DIN 933) และ ไม่มี Top Tolerance (To): สลักเกลียวหัวหกเหลี่ยม M12x80 To DIN 933-8.8</p>											<table border="1"> <thead> <tr> <th>d</th> <th>M3</th> <th>M4</th> <th>M5</th> <th>M6</th> <th>M8</th> <th>M10</th> <th>M12</th> <th>M16</th> <th>M20</th> <th>M24</th> <th>M30</th> <th>M36</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="13">ความยาวเกลียวถึงบัพหัว</td> </tr> <tr> <td>DIN 931, 961 สำหรับ l จาก 1 ถึง 10</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>16</td> <td>16</td> <td>20</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>DIN 931, 960 สำหรับ l จาก 1 ถึง 10</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>22</td> <td>26</td> <td>32</td> <td>36</td> <td>44</td> <td>44</td> <td>53</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>2</td> <td>2,8</td> <td>3,5</td> <td>4</td> <td>5,5</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>13</td> <td>17</td> <td>19</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>5,5</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>13</td> <td>17</td> <td>19</td> <td>24</td> <td>30</td> <td>37</td> <td>44</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>6,1</td> <td>7,7</td> <td>8,9</td> <td>11</td> <td>14,4</td> <td>18,9</td> <td>21,1</td> <td>26,8</td> <td>33,5</td> <td>40,2</td> <td>48,1</td> <td>57,1</td> </tr> <tr> <td>r_min.</td> <td>—</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> </tr> </tbody> </table>											d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	ความยาวเกลียวถึงบัพหัว													DIN 931, 961 สำหรับ l จาก 1 ถึง 10	4	5	6	6	8	8	10	12	16	16	20	24	DIN 931, 960 สำหรับ l จาก 1 ถึง 10	12	14	16	18	22	26	32	36	44	44	53	53	h	2	2,8	3,5	4	5,5	7	8	10	13	17	19	24	e	5,5	7	8	10	13	17	19	24	30	37	44	53	c	6,1	7,7	8,9	11	14,4	18,9	21,1	26,8	33,5	40,2	48,1	57,1	r_min.	—	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36																																																																																																																	
ความยาวเกลียวถึงบัพหัว																																																																																																																													
DIN 931, 961 สำหรับ l จาก 1 ถึง 10	4	5	6	6	8	8	10	12	16	16	20	24																																																																																																																	
DIN 931, 960 สำหรับ l จาก 1 ถึง 10	12	14	16	18	22	26	32	36	44	44	53	53																																																																																																																	
h	2	2,8	3,5	4	5,5	7	8	10	13	17	19	24																																																																																																																	
e	5,5	7	8	10	13	17	19	24	30	37	44	53																																																																																																																	
c	6,1	7,7	8,9	11	14,4	18,9	21,1	26,8	33,5	40,2	48,1	57,1																																																																																																																	
r_min.	—	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4																																																																																																																	
ความยาวปกติ L: 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45 จนถึง 80 โดยเพิ่มทีละ 5 มม. จาก 80 ถึง 220 เพิ่มครั้งละ 10 มม. DIN 931, 933 เป็นเกลียวเมตร DIN 960, 961 เป็นเกลียวเมตริกจะเทียบ																																																																																																																													

ตารางที่ 6 ลิ้มส่งกำลัง



สำหรับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา	ตั้งแต่ถึง	6	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85
พท. หน้าตัดลิ้ม (เหล็กหน้าตัดตาม DIN 6880)	ความกว้าง b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
ความลึกร่องที่เพลา	r_1	1,2	1,8	2,3	3	3,5	4	5	5	6	7	7,5	9	9	9
ความลึกร่องที่คัม	r_2	0,5	0,9	1,2	1,7	2,2	2,4	2,4	2,4	2,9	3,4	3,4	3,9	4,4	4,4
ความยาวลิ้ม	von bis	6	8	10	12	16	20	25	32	40	45	50	56	63	70
ขนาดเติมเต็มสำหรับลิ้มลิ้น															
ความสูงลิ้ม	h_1	—	—	4,1	5,1	6,1	7,2	8,2	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	14,2	14,2
ความสูงหัว	h_2	—	—	7	8	10	11	12	12	14	16	18	20	22	22
ความยาว	จากถึง	—	—	14	14	16	20	25	32	40	45	50	56	63	70

การเป็นกำหนดขนาดของลิ้ม A, กว้าง $b = 20$ มม. สูง $h = 12$ มม. และยาว $l = 125$ มม.; ลิ้ม A 20 x 12 x 125 DIN 6884



สำหรับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา	ตั้งแต่ถึง	22	30	38	44	50	58	75	89	95	110	130	150	170	200
พท. หน้าตัดลิ้ม (เหล็กหน้าตัดตาม DIN 6880)	ความกว้าง b	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45
ความลึกร่องที่เพลา	r_1	1,3	1,8	1,8	1,4	1,9	1,9	1,9	1,8	1,9	2,4	2,3	2,8	4,0	4,7
ความลึกร่องที่คัม	r_2	3,2	3,7	3,7	4,0	4,5	4,5	5,5	6,5	6,4	6,9	7,9	8,4	9,1	10,4
ความยาวลิ้ม	จากถึง	20	25	32	36	45	50	63	70	70	80	90	100	110	160
ขนาดสำหรับลิ้มเว้า															
พท. หน้าตัดลิ้ม	ความกว้าง b ความสูง h	3,5	4	4	4,5	5	5	6	7	7	7,5	8,5	9	—	—
ความลึกร่องที่คัม	r_2	3,2	3,7	3,7	4,0	4,5	4,5	5,5	6,5	6,4	6,9	7,9	8,4	—	—
ความยาวลิ้ม	จากถึง	20	25	32	40	45	50	56	63	70	80	90	100	—	—

ขนาดเติมเต็มสำหรับลิ้มแบนและลิ้มเว้าแบบมีลิ้น															
ลิ้มแบน	ความสูงลิ้ม h_1	3,2	6,2	6,2	6,2	7,2	7,2	8,2	9,2	9,2	10,2	11,2	12,4	14,4	14,4
	ความสูงหัวลิ้ม h_2	9	10	10	11	13	14	16	18	18	20	22	23	28	32
ลิ้มเว้า	ความสูงลิ้ม h_1	3,7	4,2	4,2	4,7	5,2	5,2	6,2	7,2	7,2	7,7	8,7	9,4	—	—
	ความสูงหัวลิ้ม h_2	7,5	8	8	9	11	11	14	15	16	20	22	23	—	—

ตารางที่ 7 ค่าคงที่ทางกายภาพของวัสดุวิศวกรรมบางชนิด

วัสดุ	โมดูลัสความยืดหยุ่น E		โมดูลัสความแข็งแกร่ง G		อัตราส่วน ν	น้ำหนักจำเพาะ γ		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lb/in ³	lb/ft ³	kN/m ³
Aluminum(all alloys)	10.3	71.0	3.80	26.2	0.334	0.098	169	26.6
Beryllium copper	18.0	124.0	7.00	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Brass	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Carbon steel	30.0	207.0	11.50	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Cast iron, Gray	14.5	100.0	6.00	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Copper	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Douglas fir	1.6	11.0	0.60	4.1	0.330	0.016	28	4.3
Glass	6.7	46.2	2.70	18.6	0.245	0.094	162	25.4
Inconel	31.0	214.0	11.00	75.8	0.290	0.307	530	83.3
Lead	5.3	36.5	1.90	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Magnesium	6.5	44.8	2.40	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molybdenum	48.0	331.0	17.00	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Monel metal	26.0	179.0	9.50	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Nickel silver	18.5	127.0	7.00	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Nickel steel	30.0	207.0	11.50	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Phosphor bronze	16.1	111.0	6.00	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Stainless steel(18-8)	27.6	190.0	10.60	73.1	0.305	0.280	484	76.0

เอกสารอ้างอิง

1. การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1,2 "ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, ชาณณัตถงาน"
2. รายงานความเหมาะสมในการผลิตพื้้นแกลบ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
3. รายงานการศึกษาและพัฒนาการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากผักตบชวา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และกองการวิจัยกรมวิทยาศาสตร์บริการ
4. ตารางงานโลหะ "ผศ.บรรเลง ศรีนิล, ผศ.ประเสริฐ กิวยสมบูรณ์"

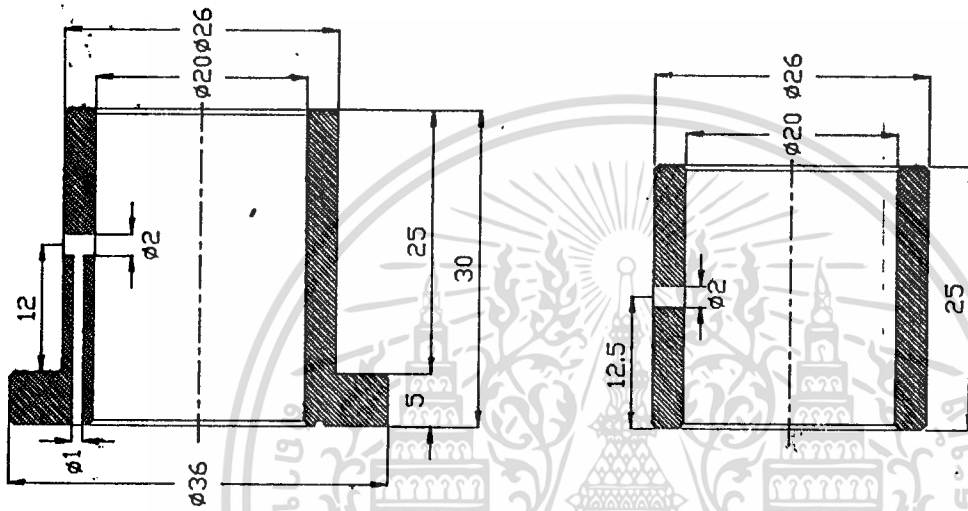
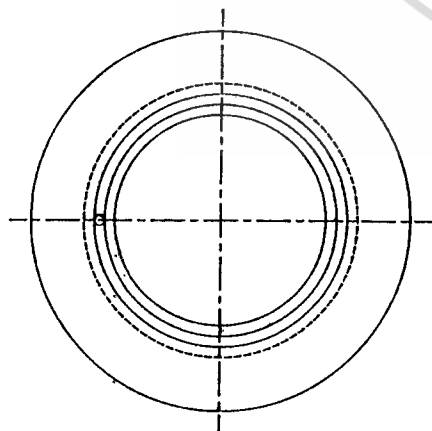


กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ดร.มงคล มงคลวงศ์โรจน์ และ อ.ประสิทธิ์ คำพันธ์มัย ตลอดจนอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ทุกท่านในโรงประลองวิศวกรรม 1 และ 2 ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำจนปริญญาณินนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

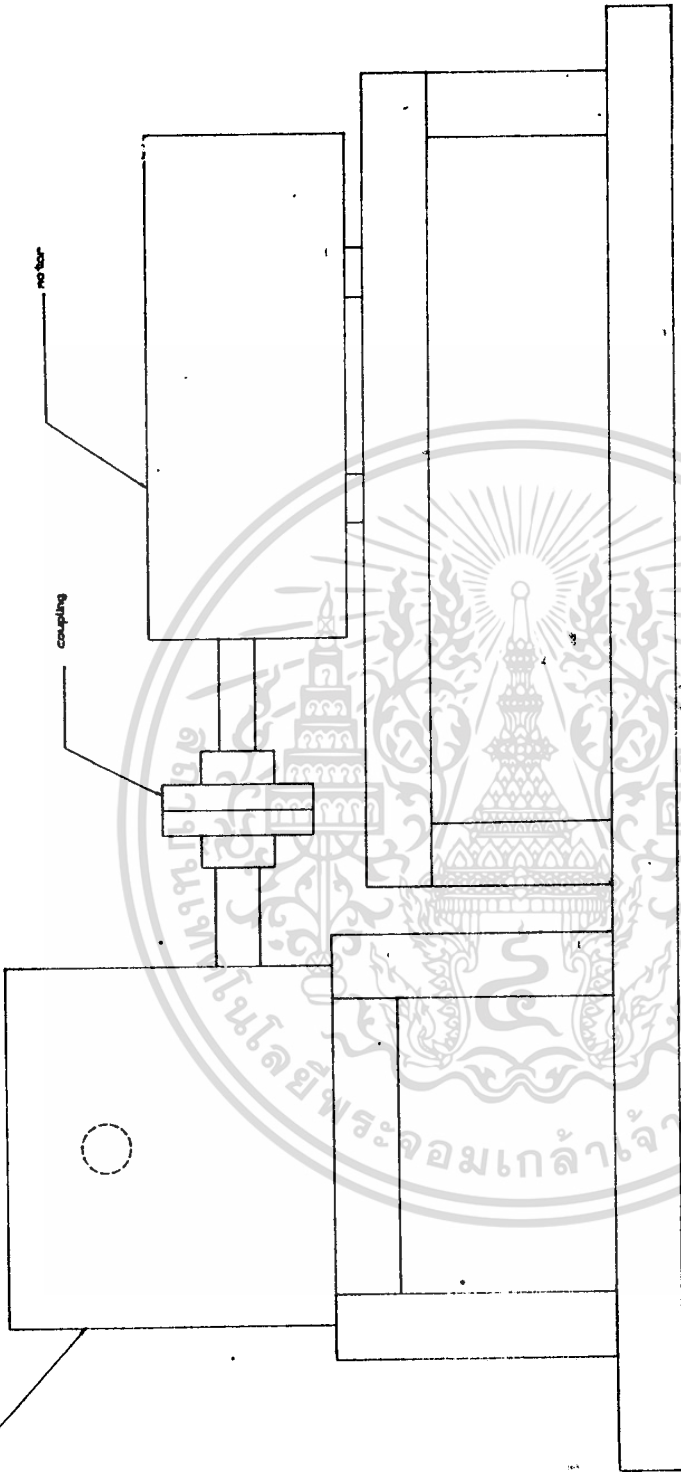


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



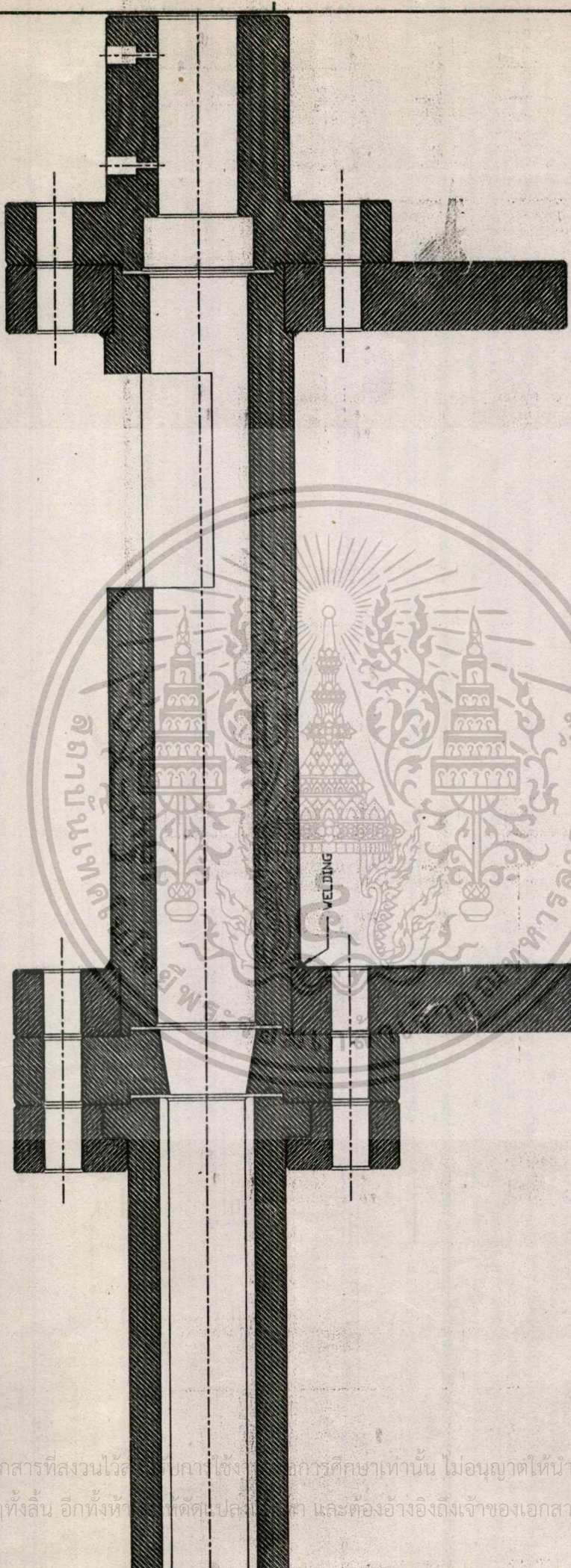
1	BUSH	GK-CuAl 9 Ni
No. of Piece	Nonenclature	Pos No.
List of Parts		
King Mongkut's Institute of Technology		
Scale 2:1	Compact Briquetting Machine	Name
		Date 18 Mar 1990
		Class 4G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



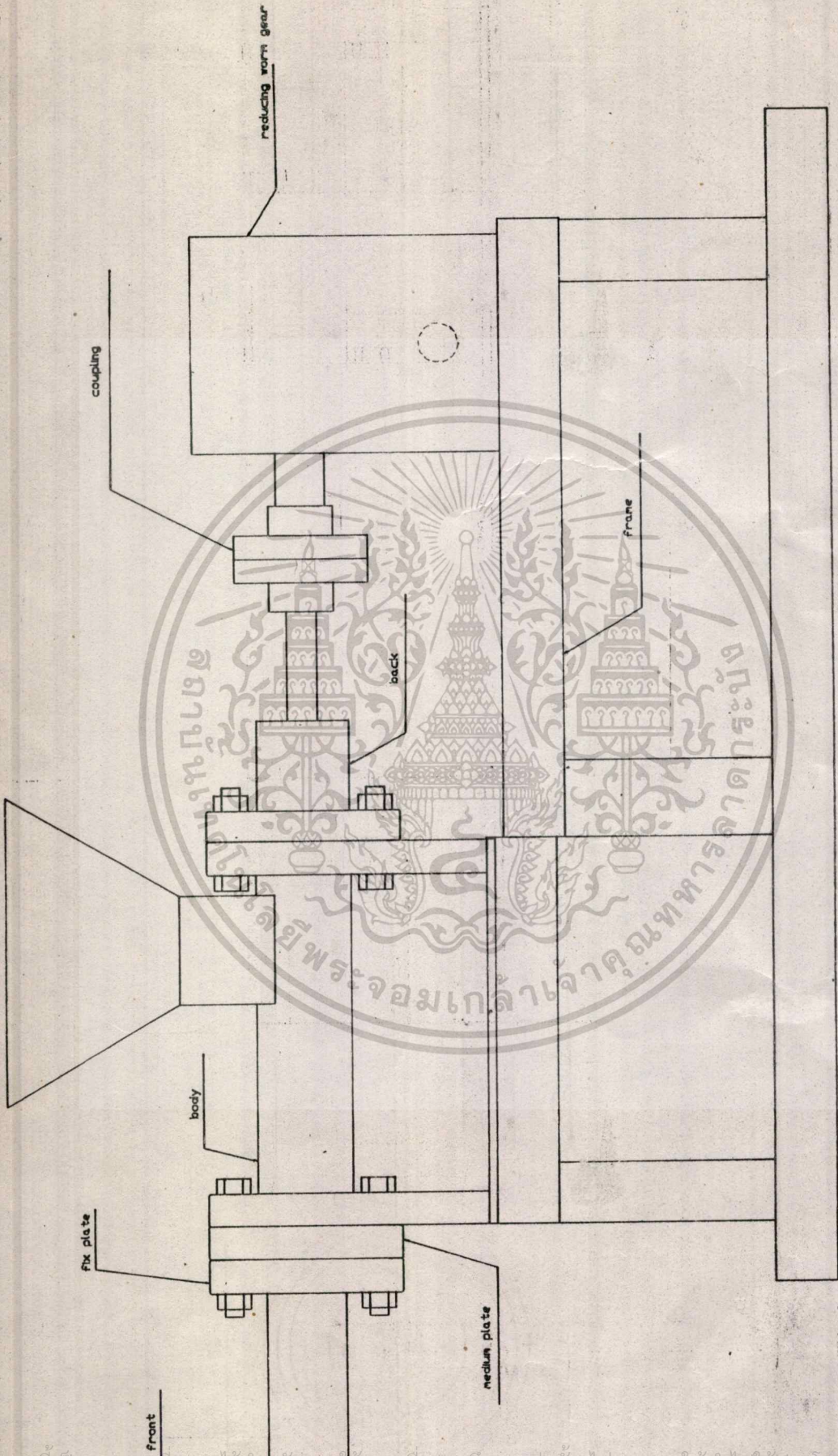
	Assembly		
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
List of Parts			
King Mongkut's Institute of Technology			
Scale	Compact Briquetting Machine		Name
			Date 18 Mar 1990
			Class 4G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ใช้อื่นๆโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



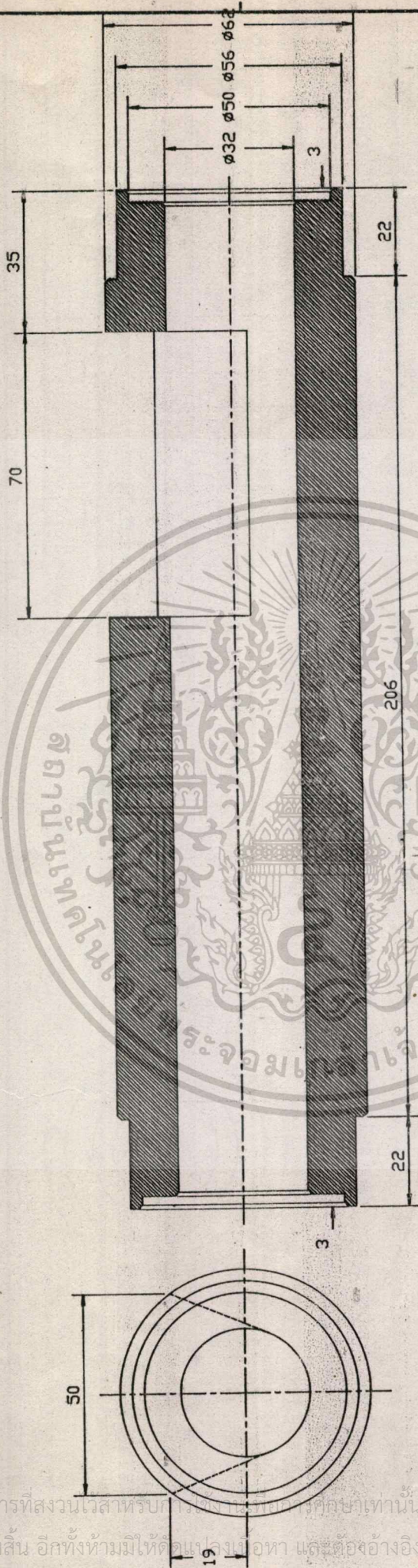
No. of Piece	Installation		
	Nonmanufacture	Pos No.	Mat./Dim./Misc.
List of Parts			
King Mongkut's Institute of Technology			
Scale	Compact Briquetting Machine		Name
			Date 18 Mar 1990
			Class 4G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในสถาบันการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่จําการคืนใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



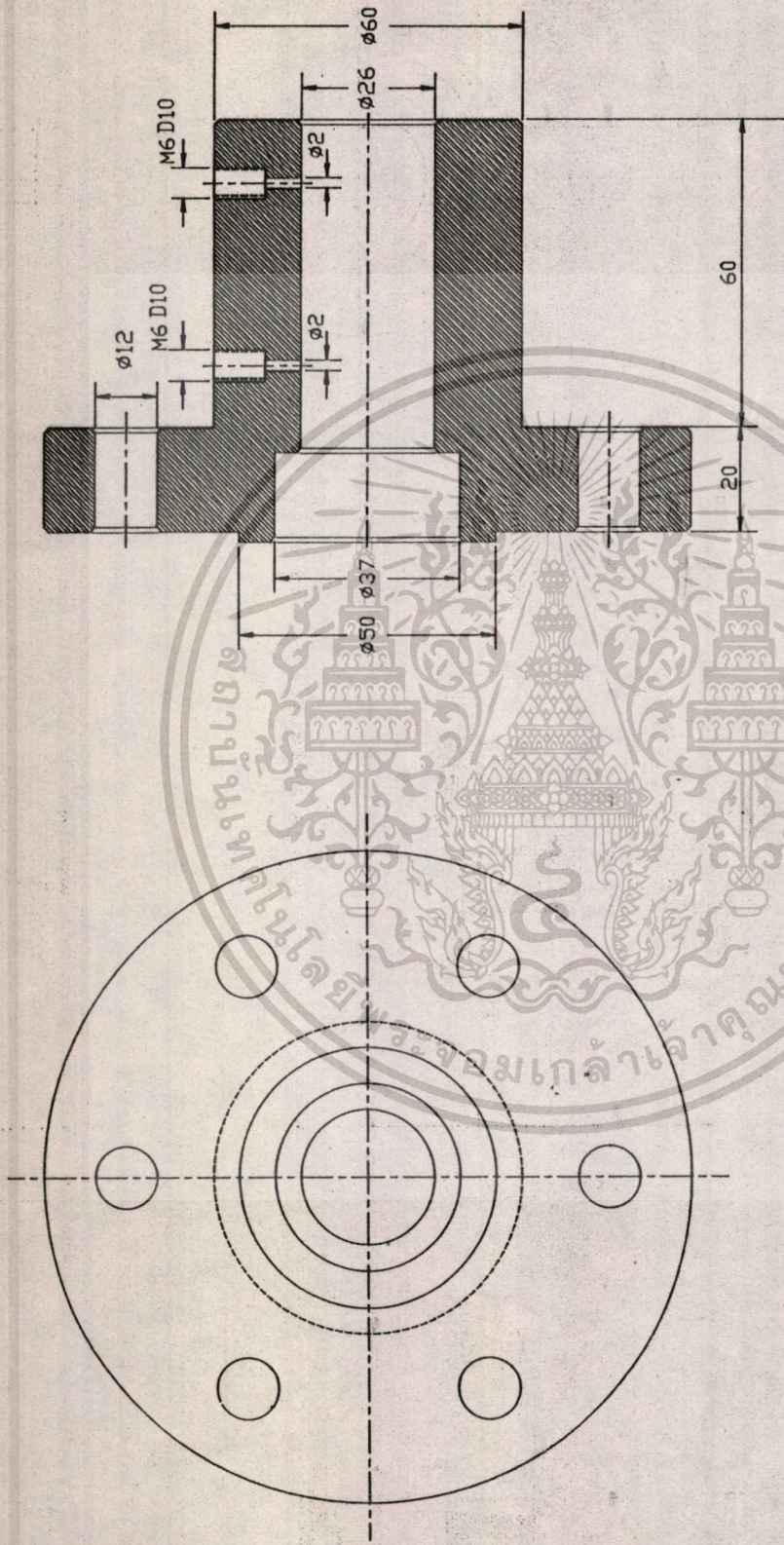
Assembly	
List of Parts	
Name	King Mongkut's Institute of Technology
Date	18 Mar 1990
Class	4G
Scale	Compact Briquetting Machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม้วารณมีโดททั้งสิ้น.อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



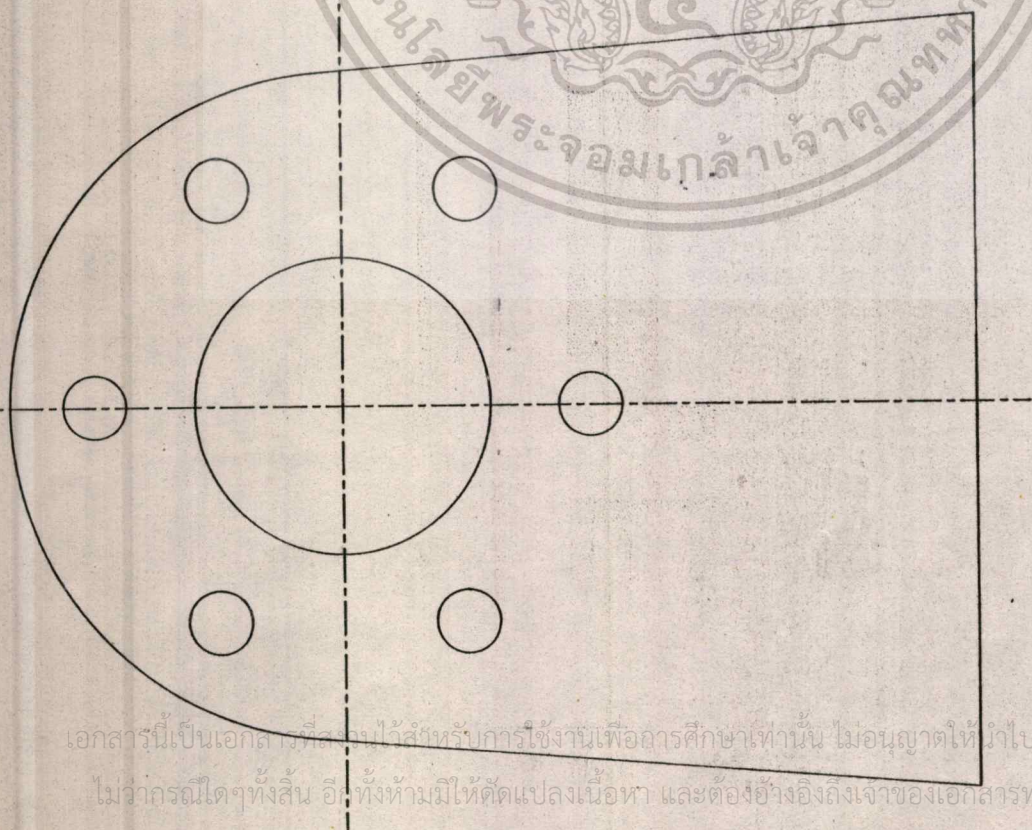
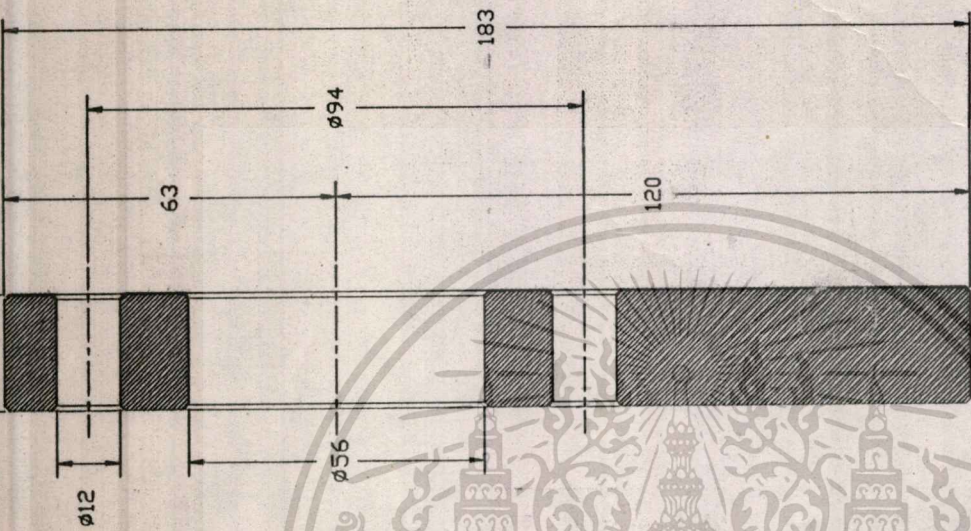
1	Cylinder	St 33-1
No. of Piece	Nonenclature	Pos No.
List of Parts		
King Mongkut's Institute of Technology		
Name		
Date 18 Mar 1990		
Class 4G		
Scale 1:1	Compact Briquetting Machine	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาหรับการสงวนลิขสิทธิ์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



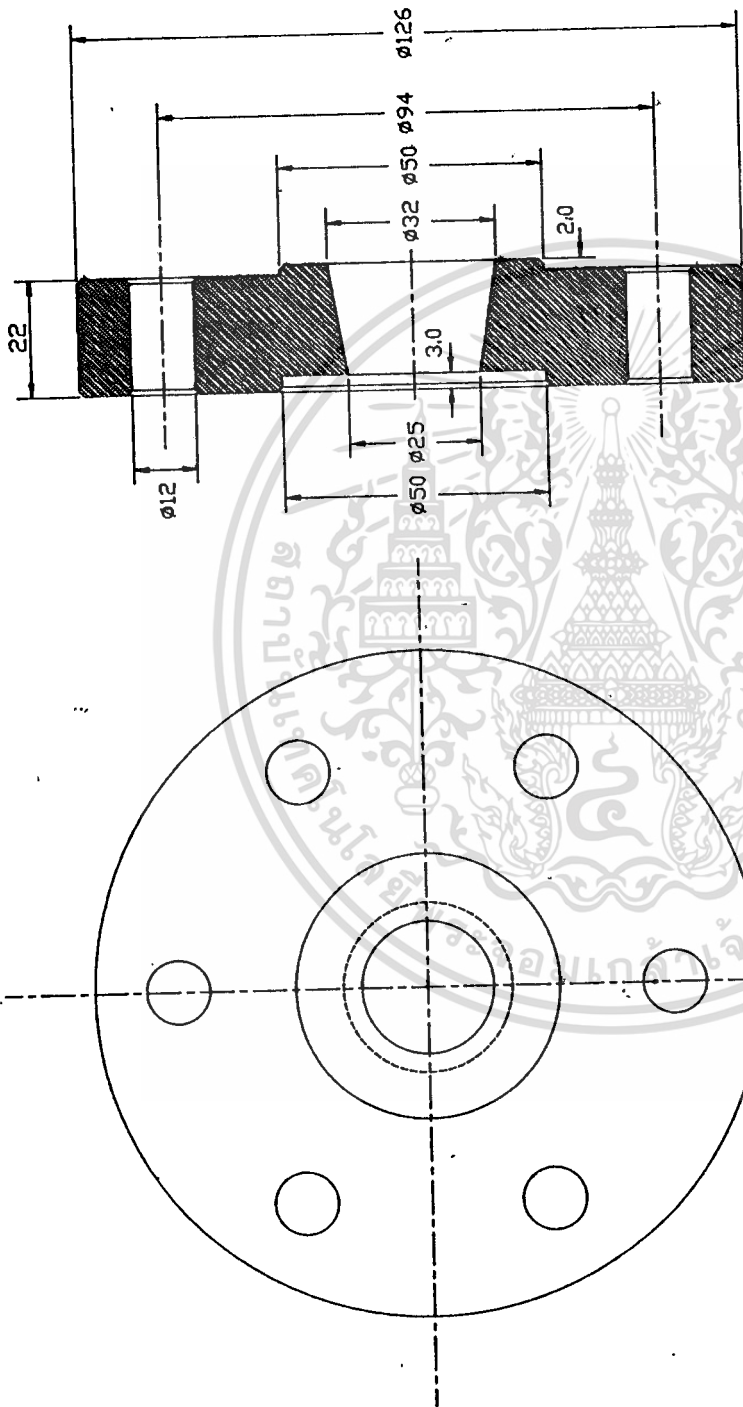
1	Back	St 33-1
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.
List of Parts		
King Mongkut's Institute of Technology		
Scale	Name	Date
1:1	Compact Briquetting Machine	18 Mar 1990
	Class	4G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วากรณีใดตทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



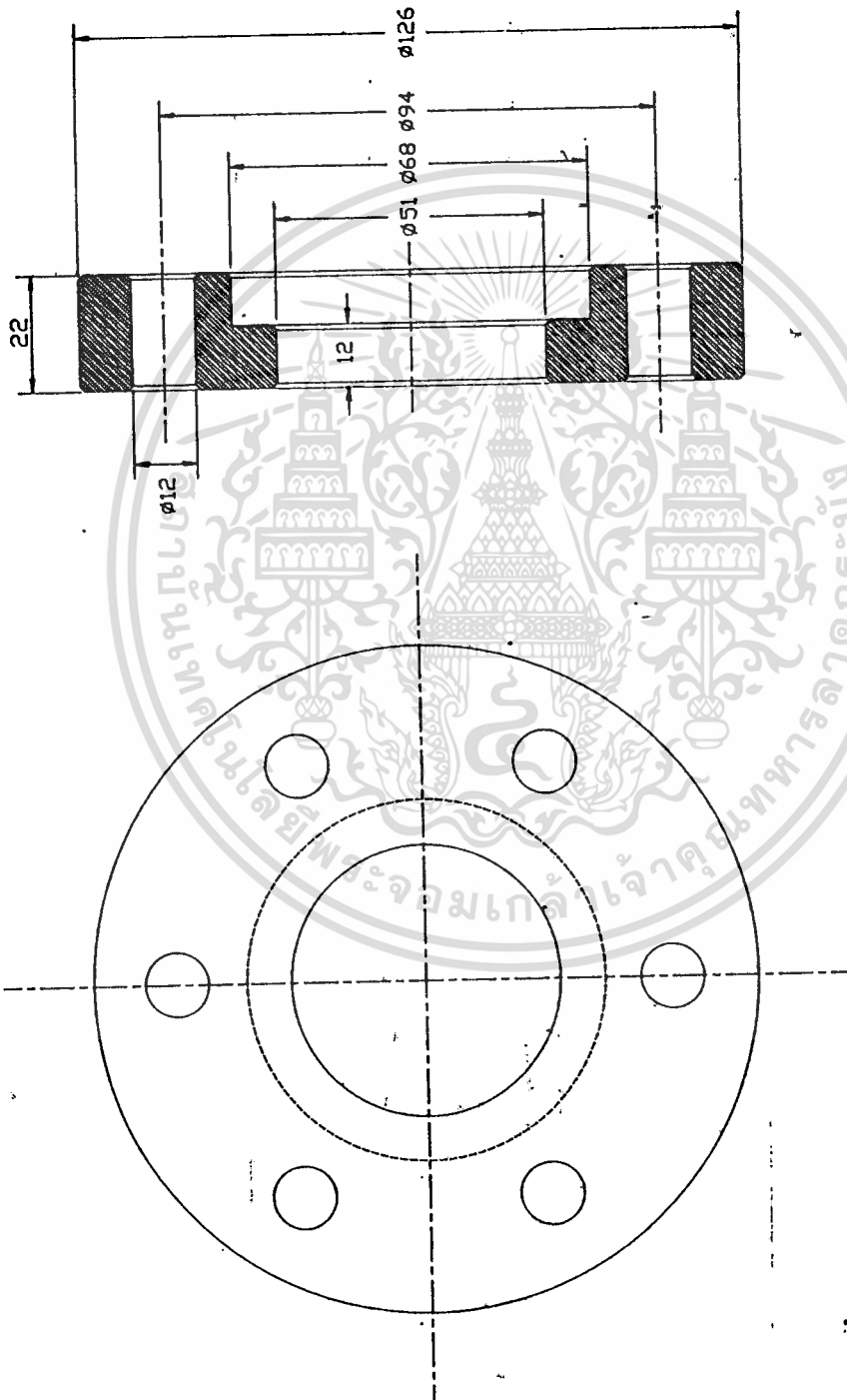
2	Side	St 33-1
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.
List of Parts		
King Mongkut's Institute of Technology		
Scale	1:1	Mat./Dir./Misc.
Name		Date
Compact Briquetting Machine		18 Mar 1990
Class		4G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อี. ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



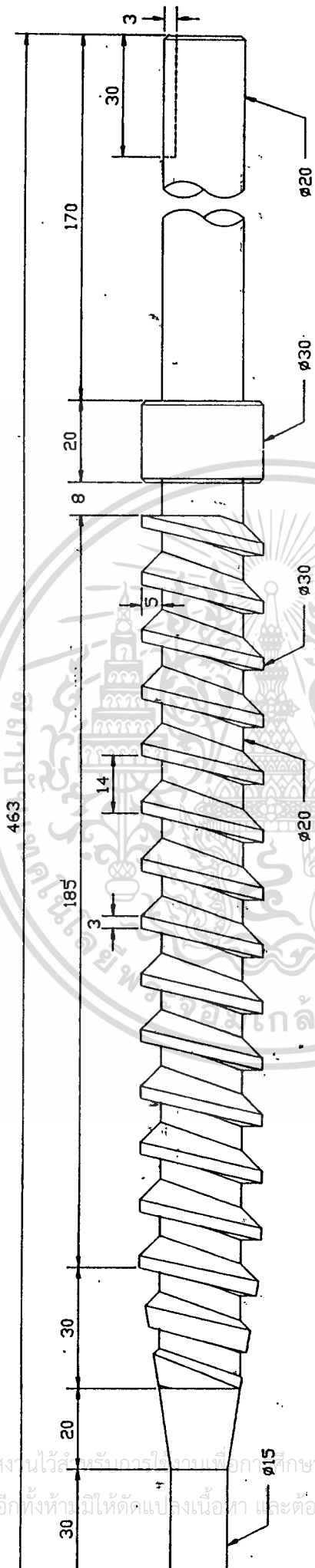
1	Medium Plate	St 33-1
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.
List of Parts		
King Mongkut's Institute of Technology		
Name		
Date 18 Mar. 1990		
Class 4G		
Scale 1:1	Compact Briquetting Machine	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



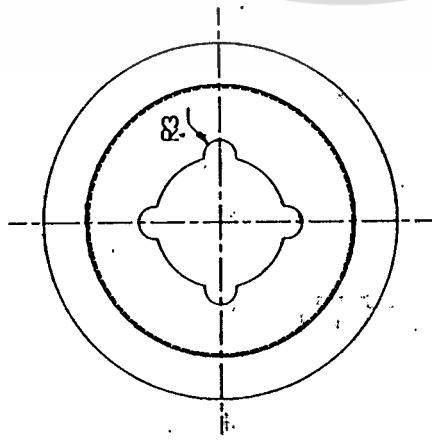
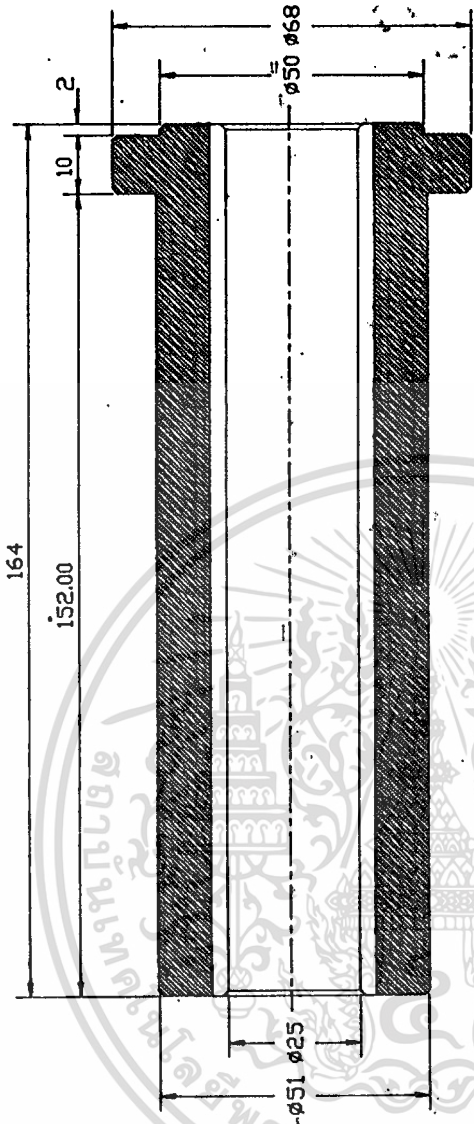
1	Fix Plate	St 33-1
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.
List of Parts		
King Mongkut's Institute of Technology		
Scale	Name	
1:1	Date 18 Mar 1990	
	Class 4G	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1	Screw		42C-No4
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dm/Misc.
List of Parts			
King Mongkut's Institute of Technology			
None			
Scale	1:1	Compact Briquetting Machine	Date: 18 Mar 1990
			Class 4G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในหน่วยงานที่ออกให้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1	Front	42C-No4
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.
List of Parts		
King Mongkut's Institute of Technology		
Name	Date	18 Mar 1990

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้